

ЛАЗЕРНАЯ МЕДИЦИНА



LASER MEDICINE



2021 / Том (Vol) 25 / № 2

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/10.37895/2071-8004-2021-25-2>

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 / № 2

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

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

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

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

Зав. редакцией С.Н. Серьянова

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

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

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

Подписано в печать 25.06.2021.

Заказ № 28197.

Отпечатано в ООО «Тверская фабрика печати».

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

Тираж 250 экз.

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

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

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

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

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

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

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

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

Chief of office Seryanova S.N.

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 25.06.2021.

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.

Странадо 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.

Ачилов А.А.

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

Беришвили И.И.

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

Гаспарян Л.В.

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

Данилин Н.А.

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

Дербенев В.А.

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

Елисеенко В.И.

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

Есауленко И.Э.

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

Иванов А.В.

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

EDITORIAL COUNCIL

Alekseev Yu.V.

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

Achilov A.A.

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

Berishvili I.I.

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

Gasparyan L.V.

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

Danilin N.A.

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

Derbenev V.A.

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

Yeliseenko V.I.

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

Yesaulenko I.E.

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

Ivanov A.V.

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

Карандашов В.И.

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

Ковалев М.И.

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

Минаев В.П.

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

Панченков Д.Н.

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

Петрищев Н.Н.

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

Приезжев А.В.

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

Ступак В.В.

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

Фролов М.А.

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

Karandashov V.I.

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

Kovalev M.I.

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

Minaev V.P.

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

Panchenkov D.N.

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

Petrishchev N.N.

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

Priezzhev A.V.

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

Stupak V.V.

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

Frolov M.A.

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

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

- | | |
|---|--|
| <p>Антиишемический эффект и изменение кардиодинамики под влиянием низкоинтенсивного лазерного излучения у больных стенокардией по сравнению с действием обзидана</p> <p>Н.Н. Стрельцова, А.П. Васильев</p> | <p>9 Anti-ischemic effect and cardiodynamic changes under low-intensive laser irradiation compared to the Obsidan effect in patients with angina pectoris</p> <p>Streltsova N.N., Vasiliev A.P.</p> |
| <p>Эффективность высокоэнергетического лазера в лечении крупных камней почек</p> <p>Ю.Г. Пак, Н.А. Калягина, Д.М. Ягудаев</p> | <p>16 Effectiveness of high-intensity laser light for treating large kidney stones</p> <p>Pak Yu.G., Kalyagina N.A., Yagudaev D.M.</p> |
| <p>Возможность использования внутривенного лазерного облучения крови для коррекции процессов пероксидации и антиоксидантной активности в результате хирургического дистресса</p> <p>Л.В. Мусихин, В.С. Ширяев, Ф.М. Шветский, В.И. Потиевская, М.Б. Потиевский, Д.С. Горин, О.И. Бугровская, А.М. Хосровян</p> | <p>22 Potentials of intravenous laser blood irradiation to correct peroxidation and antioxidant activity as a result of surgical distressthrombophlebitic disease of the lower extremities</p> <p>Musikhin L.V., Shiryayev V.S., Shvetsky F.M., Potievskaya V.I., Potievsky M.B., Gorin D.S., Bugrovskaya O.I., Khosrovyan A.M.</p> |
| <p>Улучшение результатов лечения пациентов с гнойными заболеваниями пальцев и кисти при использовании лазерного излучения и фотодинамической терапии</p> <p>Ю.Л. Чепурная, Г.Г. Мелконян, Н.Т. Гульмурадова, А.А. Сорокин</p> | <p>28 Improving the results of treatment of patients with purulent diseases of fingers and hands using laser irradiation and photodynamic therapy</p> <p>Chepurnaya Y.L., Melkonyan G.G., Gulmuradova N.T., Sorokin A.A.</p> |
| <p>Возможности оценки эффективности фотосенсибилизаторов на основе определения пороговых доз, вызывающих гемолиз эритроцитов</p> <p>Ю.В. Алексеев, О.В. Миславский, В.А. Дуванский, Р.А. Дуванский, Н.В. Дроздова</p> | <p>41 Assessment of the photosensitizer efficacy after determination of threshold doses initiating erythrocyte hemolysis</p> <p>Alekseev Yu.V., Mislavsky O.V., Duvanskiy V.A., Duvanskiy R.A., Drozdova N.V.</p> |
| <p>Лазерная папиллосфинктеротомия при холедохолитиазе и остром билиарном панкреатите</p> <p>В.А. Лазаренко, Ю.В. Канищев, П.М. Назаренко, Д.П. Назаренко, Т.А. Самгина, А.Л. Локтионов, С.М. Горбунов</p> | <p>48 Laser papillosphincterotomy in choledocholithiasis and acute biliary pancreatitis</p> <p>Lazarenko V.A., Kanishchev Y.V., Nazarenko P.M., Nazarenko D.P., Samgina T.A., Loktionov A.L., Gorbunov S.M.</p> |

Анализ ближайших результатов хирургического
лечения варикозной болезни методом
эндовазальной лазерной облитерации
и короткого стриппинга

**А.В. Гавриленко., М.В. Ананьева,
П.Е. Вахратьян, А.Н. Косенков, М.М. Мусаев**

Обзоры

2011–2021 – еще 10 лет развития лазерных
медицинской техники и технологий

В.П. Минаев

Новости: события, люди, факты

Поздравление с юбилеем
Григория Ефимовича Брилля

55 Comparative analysis of short-term outcomes
after surgical treatment of varicose disease
with endovasal laser obliteration and short stripping
**Gavrilenko A.V., Ananeva M.V., Vakhratyan P.E.,
Kosenkov A.N., Musaev M.M.**

Review

63 2011–2021 – Ten more years of development
of laser medical equipment and technologies

Minaev V.P.

«News: events, people, facts»

75 Congratulations on the anniversary
of G.E. Brill

УДК: 616-08-05

DOI: 10.37895/2071-8004-2021-25-2-9-15

АНТИИШЕМИЧЕСКИЙ ЭФФЕКТ И ИЗМЕНЕНИЕ КАРДИОДИНАМИКИ ПОД ВЛИЯНИЕМ НИЗКОИНТЕНСИВНОГО ЛАЗЕРНОГО ИЗЛУЧЕНИЯ У БОЛЬНЫХ СТЕНОКАРДИЕЙ ПО СРАВНЕНИЮ С ДЕЙСТВИЕМ ОБЗИДАНА

Н.Н. Стрельцова, А.П. Васильев

Тюменский кардиологический научный центр, филиал

ФГБНУ «Томский национальный исследовательский медицинский центр Российской академии наук, Томск, Россия

Резюме

Цель: оценить в сравнительном аспекте антиангинальный эффект и характер изменения гемодинамических показателей у больных стенокардией напряжения под влиянием курса низкоинтенсивного лазерного излучения и приема обзидана.

Материал и методы. В исследование включено 70 мужчин (средний возраст – $51,7 \pm 8,4$ года) со стенокардией I–IV функционального класса, которые были рандомизированы в две равнозначные группы: 1-я – принимавших обзидан и 2-я – проходивших курсы лазерного облучения в инфракрасном спектре. На исходном этапе, а также через 1 час после приема 40 мг обзидана (1-я группа) и спустя 1 месяц после 10-дневного курса лазеротерапии (ЛТ) (2-я группа) пациентам проводилось эхокардиографическое исследование и велоэргометрическая проба. **Результаты.** Повторные исследования показали статистически значимое увеличение толерантности к физической нагрузке на 35,0 и 34,1 % у больных в группе ЛТ и обзидана соответственно. При этом эхокардиографические показатели имели однонаправленные, статистически значимые сдвиги, характеризующиеся улучшением инотропной функции миокарда: уменьшение конечно-систолического объема на 17,9 и 18,8 %, рост фракции выброса левого желудочка с $50,3 \pm 6,2$ до $55,7 \pm 5,8$ % и с $46,3 \pm 4,3$ до $50,1 \pm 6,1$ % после ЛТ и приема обзидана соответственно. Об оптимальной диастолической функции сердца свидетельствует сокращение времени изометрического расслабления миокарда с $112,9 \pm 24,3$ до $94,3 \pm 25,3$ мс ($p = 0,012$) под влиянием ЛТ и с $110,3 \pm 22,7$ до $97,3 \pm 19,3$ мс после приема обзидана ($p = 0,012$). Результаты нагрузочных проб свидетельствуют о включении механизмов экономизации сердечной деятельности в обеих группах. **Заключение.** Низкоинтенсивное лазерное излучение оказывает у больных стенокардией сходное с обзиданом действие на сердечную деятельность и не уступает последнему по антиишемическому эффекту, что, вероятно, обусловлено снижением энергетических затрат сердца на физическую нагрузку.

Ключевые слова: лазеротерапия, обзидан, стенокардия, кардиодинамика

Для цитирования: Стрельцова Н.Н., Васильев А.П. Антиишемический эффект и изменение кардиодинамики под влиянием низкоинтенсивного лазерного излучения у больных стенокардией по сравнению с действием обзидана. *Лазерная медицина*. 2021; 25(2): 9–15. <https://doi.org/10.37895/2071-8004-2021-25-2-9-15>

Контакты: Васильев А.П., e-mail: sss@infarkta.net

ANTI-ISCHEMIC EFFECT AND CARDIODYNAMIC CHANGES UNDER LOW-INTENSIVE LASER IRRADIATION COMPARED TO THE OBSIDAN EFFECT IN PATIENTS WITH ANGINA PECTORIS

Streltsova N.N., Vasiliev A.P.

Tyumen Cardiology Research Center, branch of

Tomsk National Research Medical Center, Tomsk, Russia

Abstract

Purpose: to estimate the anti-anginal effect and to assess changes in hemodynamic parameters in patients with angina pectoris (AP) under low-intensive laser irradiation and to compare them with those under Obsidan preparation administration.

Materials and methods. 70 males with AP of functional class I–IV were enrolled in the study and randomized into 2 equivalent groups: Group 1 – patients who took Obsidan; Group 2 – patients who were treated with infrared laser light. Patients were examined at the initial stage-one hour after 40 mg Obsidan take (Group 1), and one month after 10-day course of laser therapy (LT) (Group 2). All patients had echocardiography and cycle ergometric test.

Results. The performed examinations showed a statistically significant increase in exercise tolerance in patients of LT group and Obsidan group by 35.0% and 34.1%, respectively. It should be noted that echocardiographic indicators had unidirectional, statistically significant shifts characterized by improvements in the myocardial inotropic function: decrease in the end-systolic volume by 17.9% and 18.8%, increase in the left ventricular ejection fraction from 50.3 ± 6.2 to 55.7 ± 5.8 % and from 46.3 ± 4.3 to 50.1 ± 6.1 after LT and Obsidan, respectively. The optimal diastolic cardiac function was confirmed by the reduced time of myocardium isometric relaxation from 112.9 ± 24.3 to 94.3 ± 25.3 ms ($p=0.012$) under LT and from 110.3 ± 22.7 to 97.3 ± 19.3 ms under Obsidan ($p=0.012$). Results of the exercise tolerance test indicated the activation of cardiac economy mechanisms in both groups.

Conclusion. Low-intensive LT had an impact at the cardiac activity similar to that of Obsidan. Moreover, it also has the equal anti-ischemic effect what may be explained by the decrease of energy expenditure during physical activity in patients with AP.

Key words: laser therapy, Obsidan, angina pectoris, cardiodynamics

For citations: Streltsova N.N., Vasiliev A.P. Anti-ischemic effect and cardiodynamic changes under low-intensive laser irradiation compared to the ob-sidan effect in patients with angina pectoris. *Lazernaya medicina*. 2021; 25(1): 9–15. [In Russ.]. [https://doi.org/ 10.37895/2071-8004-2021-25-2-9-15](https://doi.org/10.37895/2071-8004-2021-25-2-9-15)

Contacts: Vasiliev A.P., e-mail: sss@infarkta.net

ВВЕДЕНИЕ

Ишемическая болезнь сердца (ИБС) по-прежнему занимает лидирующее положение в структуре причин смертности. Данное обстоятельство стимулирует поиски более совершенных методов лечения коронарной недостаточности, в частности самой распространенной ее формы – стенокардии. Наряду с разработкой и внедрением в последние годы в клиническую практику новых медикаментозных средств с антиангинальными свойствами, широкое распространение получили эндоваскулярные и хирургические методы реваскуляризации миокарда. Однако проблема ИБС до сих пор остается весьма актуальной. Данное обстоятельство обусловлено высокой заболеваемостью ИБС в Российской Федерации, ограниченной доступностью чрескожных коронарных вмешательств, а также довольно многочисленной группой больных, которым технически невозможно провести реваскуляризацию миокарда. К их числу необходимо отнести пациентов с диабетической микроангиопатией сердца, число которых прогрессивно увеличивается. Из этого следует, что, помимо совершенствования традиционных приемов первичной и вторичной профилактики ИБС, требуется привлечение средств с иными механизмами лечебного действия на организм. Одним из таких методов терапевтического воздействия является использование низкоинтенсивного лазерного излучения. Последняя четверть XX века характеризовалась глубоким изучением влияния лазерного света на биологические объекты. Параллельно с теоретическим изучением фотобиологического действия лазерного излучения (ЛИ) в различных диапазонах длин волн шло исследование его лечебных свойств, в том числе в кардиологии. Так, Н.И. Шастин и соавт. в 1979 г. впервые представили результаты успешного лечения гелий-неоновым лазером больных стабильной стенокардией [1]. К настоящему времени накоплен большой материал по использованию когерентного света в лечении больных сердечно-сосудистыми заболеваниями. В многочисленных исследованиях продемонстрированы его антиангинальные, антиаритмические, гипотензивные свойства [2–5]. Клинический эффект лазерного излучения обусловлен многофакторным действием на организм: дезагрегационным, фибринолитическим, антиоксидантным, противовоспалительным, гиполипидемическим, улучшением процессов капиллярно-тканевой диффузии и др. [6, 7]. Необходимо отметить, что большинство данных клинического применения когерентного света получено при использовании красного гелий-неонового лазерного облучения крови. Применение полупроводниковых низкоинтенсивных лазеров в инфракрасном спектре излучения изучено в меньшей мере. Вместе с тем они имеют

некоторые технические преимущества: неинвазивность процедуры, большую проникающую способность, возможность комбинирования излучения с магнитным полем и использование широкого частотного диапазона. В числе недостаточно изученных вопросов можно назвать механизм антиангинального эффекта инфракрасного лазерного излучения у больных стенокардией. Поскольку объем кислородно-транспортной системы, определяющий функциональный потенциал организма, интегрирован в гемодинамических возможностях организма [8], анализ последних может дать ценную информацию о механизмах формирования антиангинального эффекта, особенно при сопоставлении с изменениями гемодинамических параметров при приеме хорошо изученных медикаментов с выраженным антиишемическим действием. На сегодня антиангинальными препаратами первой линии являются бета-адреноблокаторы [9].

Исходя из изложенного, **целью** настоящего исследования явилось оценить в сравнительном аспекте антиангинальный эффект и характер изменения гемодинамических показателей у больных стенокардией напряжения под влиянием курса низкоинтенсивного лазерного излучения и приема обзидана.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

Исследовано 70 больных ИБС со стабильной стенокардией I–IV функционального класса, мужского пола (средний возраст – $51,7 \pm 8,4$ года). В исследование не включались пациенты в возрасте старше 65 лет, с сердечной недостаточностью выше 2-го функционального класса (NYHA), имеющие постоянную форму фибрилляции предсердий, патологию бронхолегочной системы, анемию. Методом случайной выборки пациенты были разделены на две группы: группу лазеротерапии (ЛТ) ($n = 40$), получавшие 10-дневные курсы лазерного облучения, и группу обзидана ($n = 30$). Группы были равнозначны по основным клинико-anamnestическим данным (табл. 1).

Больные обеих групп получали медикаментозную терапию, включавшую ингибиторы АПФ, ацетилсалициловую кислоту, статины, диуретики, нитраты по показаниям в течение всего периода ЛТ. За 3 суток до проведения исследования лекарственные препараты отменялись (за исключением гипотензивных лекарственных средств короткого действия и нитроглицерина при необходимости). Всех пациентов исследовали дважды: на исходном этапе, и на вторые сутки через 1 час после приема 40 мг обзидана (пропранолол) («Изис Фарма ГмбХ», Германия) (группа обзидана) и спустя 1 месяц после 10-дневного курса лазерного облучения, поскольку, как было показано нами ранее [3], эффект ЛТ у больных ИБС в полной мере проявляется спустя

Таблица 1

Клиническая характеристика исследуемых групп больных ($M \pm SD$)

Table 1

Clinical characteristics of the studied groups ($M \pm SD$)

Параметры <i>Parameters</i>	Группа обзидана <i>Obsidan group</i> ($n = 30$)	Группа лазеротерапии <i>Laser therapy group</i> ($n = 40$)	p
Возраст, лет <i>Age, years</i>	$52,2 \pm 6,9$	$51,4 \pm 7,8$	0,68
Стенокардия напряжения: <i>Stable angina:</i>			
Функциональный класс I, n (%) <i>Functional class I, n (%)</i>	8 (26,7)	8 (20,0)	0,51
Функциональный класс II, n (%) <i>Functional class II, n (%)</i>	6 (20,0)	9 (22,5)	0,81
Функциональный класс III, n (%) <i>Functional class III, n (%)</i>	10 (33,3)	15 (37,5)	0,7
Функциональный класс IV, n (%) <i>Functional class IV, n (%)</i>	6 (20,0)	8 (20,0)	0,98
Инфаркт миокарда в анамнезе, n (%) <i>Myocardial infarction in anamnesis, n (%)</i>	8 (26,7)	12 (30,0)	0,76
Артериальная гипертензия, n (%) <i>Arterial hypertension, n (%)</i>	24 (80,0)	33 (82,5)	0,79

Примечание: (здесь и далее в таблицах): p – различия показателей при двустороннем уровне значимости.

Note: hereinafter: p – differences in indicators at two-sided level of significance.

4 недели после курса облучения, что обусловлено структурно-функциональной перестройкой биологических систем (группа ЛТ). ЛТ осуществлялась с использованием отечественного аппарата «Мустанг 2000», генерирующего низкоинтенсивное лазерное излучение с длиной волны 0,89 мкм, мощностью 7 Вт и частотой генерации импульсов 80 Гц. Выполнялось накожное облучение по стабильной контактной методике воздействия проекции клапанов аорты и легочной артерии (60 с), предсердной области передней стенки грудной клетки: средняя 1/3 грудины (120 с), IV межреберье на 1 см слева от грудины (120 с), верхушечный толчок (120 с), область абсолютной тупости сердца (120 с), сосудов шеи (60 с), паравертебральной области шейного отдела позвоночника на уровне $C_{VIII}-Th_{I-III}$ (120 с). Общее время экспозиции – 12 мин, площадь облучения – 12 см², доза лазерного облучения – 0,042 Дж/см² (за 1 сеанс). Исследование включало велоэргометрическую пробу в режиме непрерывной ступенеобразно возрастающей нагрузки. Скорость педалирования – 60 оборотов в минуту. Начальная ступень – 25 Вт, последующее увеличение нагрузки – каждые 5 мин на 25 Вт до достижения критериев прекращения теста. На пороговом уровне физической нагрузки оценивалась частота сердечных сокращений (ЧСС), двойное произведение (ДП – произведение систолического АД на ЧСС, дающее представление о потреблении миокардом кислорода), отношение мощности пороговой нагрузки к приросту ДП ($W/\Delta ДП$), свидетельствующее об эффективности сердечной деятельности [10]. Ультразвуковое исследование в В-режиме по методу

Simpson проводили на аппарате Apogee CLA RX 400 (США). Анализировали показатели: конечный систолический объем (КСО) левого желудочка (ЛЖ), сердечный индекс (СИ), фракцию выброса (ФВ) ЛЖ. Съемку спектра трансмитрального диастолического потока проводили из верхушечной 4-камерной позиции с расположением контрольного объема в устье митрального клапана. Определяли скорость медленного (А) и быстрого (Е) трансмитрального диастолического потока, а также отношение скоростей раннего и позднего потоков (А/Е). Время изоволюмического расслабления (ВИР) ЛЖ определяли как разность между окончанием трансаортального и началом трансмитрального кровотока [11]. Общее периферическое сосудистое сопротивление (ОПСС) рассчитывали по формуле: $ОПСС = АД_{ср} \times 79920 / МОК$, где МОК – минутный объем крови, $АД_{ср}$ – среднее артериальное давление = $1/3 (АД_{систолическое} - АД_{диастолическое}) + АД_{диастолическое}$ [12].

Полученные результаты исследований обработаны с использованием пакета прикладных программ Statistica 7.0 и SPSS Statistics 21. Для установления распределения переменных применяли критерий Шапиро – Уилка. Поскольку все исследуемые параметры имели нормальное распределение, для сравнения использовали парный t -критерий Стьюдента с двусторонним уровнем значимости $p \leq 0,05$. Полученные данные представлены средней арифметической (M) и стандартным отклонением (SD). Различия считали статистически значимыми при двустороннем уровне значимости $p \leq 0,05$. Для сравнения относительных показателей использовался критерий χ^2 .

Таблица 2

Показатели кардиодинамики до и после приема обзидана и курса лазеротерапии у больных ИБС ($M \pm SD$)

Table 2

Cardiodynamic indices before and after Obsidan and laser therapy course in patients with coronary artery disease ($M \pm SD$)

Показатели Parameters	Группа обзидана Obsidan group (n = 30)			Группа ЛТ Laser therapy group (n = 40)		
	исходно initially	обзидан Obsidan	p	исходно initially	ЛТ LT	p
КСО ЛЖ, мл ESV, ml	64,3 ± 23,0	52,8 ± 24,1	0,046	66,4 ± 21,8	53,9 ± 18,1	0,018
СИ, л/мин/м ² CI, l/min/m ²	2,42 ± 0,52	2,43 ± 0,41	0,92	2,37 ± 0,93	2,39 ± 0,51	0,93
ФВ ЛЖ, % EF, %	46,3 ± 4,3	50,1 ± 6,1	0,001	50,3 ± 6,2	55,7 ± 5,8	0,009
Е/А, ед. A/E, units	1,10 ± 0,18	1,21 ± 0,19	0,038	1,18 ± 0,21	1,22 ± 0,27	0,2
ВИР, мс IVRT, msec	110,3 ± 22,7	97,3 ± 19,3	0,001	112,9 ± 24,3	94,3 ± 25,3	0,012
ОПСС, дин.×см ⁻⁵ TPVR, din.×sm ⁻⁵	1721,9 ± 213,0	1563,9 ± 296,2	0,13	1721,9 ± 213,0	2011,0 ± 301,2	0,016

Примечание: ЛТ – лазеротерапия, А/Е – отношение скоростей раннего и позднего трансмитральных потоков, ВИР – время изоволюмического расслабления, КСО – конечный систолический объем, ЛЖ – левый желудочек, ОПСС – общее периферическое сосудистое сопротивление, СИ – сердечный индекс, ФВ – фракция выброса.

Notes: LT – laser therapy, A/E – ratio of rates of early and late transmitral flows, IVRT – isovolumic relaxation time, ESV – end-systolic volume, LV – left ventricle, TPVR – total peripheral vascular resistance, CI – cardiac index, EF – ejection fraction.

Представленное исследование выполнено в соответствии со стандартами надлежащей клинической практики, правилами Good Clinical Practice и принципами Хельсинкской декларации ВМА. Исследование было одобрено Комитетом по биометрической этике Тюменского кардиологического научного центра.

РЕЗУЛЬТАТЫ

Используемая нами методика ЛТ и доза облучения не вызывали у больных нежелательных эффектов. Не было также зарегистрировано появления описанного в литературе так называемого «вторичного обострения». Улучшение клинического состояния наступало в большинстве случаев спустя 3–4 недели после окончания курса ЛТ. С этого времени пациенты указывали на увеличение переносимости физических нагрузок и уменьшение потребности в нитроглицерине при том же или меньшем расходе антиангинальных препаратов. Через 1 месяц после курса ЛТ в целом по группе зарегистрировано увеличение переносимости физической нагрузки на 35,0 % (с 52,8 ± 30,7 до 71,3 ± 28,5 Вт; $p < 0,001$), что соответствует результатам нагрузочного теста после приема обзидана, показывающим статистически достоверный рост толерантности к физической нагрузке с 62,5 ± 29,6 до 83,8 ± 34,1 Вт (+34,1 %). Позитивная динамика клинической картины больных сочеталась с изменениями эхокардиографических показателей, имеющих однонаправленные сдвиги в исследуемых группах (табл. 2).

Так, обзидан вызывал сокращение КСО ЛЖ на 17,9 % ($p = 0,046$). На такую же величину данный показатель уменьшился после курса ЛТ (–18,8 %). Прием бета-адреноблокатора сопровождался ростом ФВ ЛЖ – с 46,3 ± 4,3 до 50,1 ± 6,1 % ($p = 0,001$). Аналогичные изменения обнаружены после курса ЛТ: статистически значимое увеличение ФВ ЛЖ с 50,3 ± 6,2 до 55,7 ± 5,8 %. Обращает внимание тот факт, что, несмотря на явные признаки улучшения сократительной функции миокарда в исследуемых группах пациентов, минутный объем сердца (СИ) не претерпел статистически значимых сдвигов. Это обстоятельство, по-видимому, имеет физиологическое значение, т. к. свидетельствует о поддержании адекватного метаболическим запросам тканей кровообращения в состоянии покоя. Учитывая большое значение диастолической функции сердца в возникновении и развитии коронарно-миокардиальной несостоятельности, представляется важным проследить динамику некоторых диастолических показателей у исследуемых больных. Как следует из табл. 2, у пациентов, получавших обзидан, наблюдался рост отношения ранней и поздней скорости трансмитрального потока (Е/А) на 9 % ($p = 0,038$). В группе ЛТ этот показатель имел явную тенденцию к росту.

Уменьшение ригидности миокарда и улучшение диастолической функции демонстрирует также динамика показателя времени изометрического расслабления сердца (ВИР): снижение на 11,8 % ($p = 0,001$) под влиянием обзидана и на 16 % ($p = 0,016$) после курса

Таблица 3

Толерантность к физической нагрузке и пороговые значения гемодинамических показателей до и после приема обзидана и курса лазеротерапии у больных ИБС ($M \pm SD$)

Table 3

Effort tolerance and hemodynamic threshold values before and after Obsidan and laser therapy in patients with coronary artery disease ($M \pm SD$)

Показатели <i>Parameters</i>	Группа обзидана <i>Obsidan group</i> (<i>n</i> = 30)			Группа ЛТ <i>Laser therapy group</i> (<i>n</i> = 40)		
	исходно <i>initially</i>	обзидан <i>Obsidan</i>	<i>p</i>	исходно <i>initially</i>	ЛТ <i>LT</i>	<i>p</i>
Толерантность к физической нагрузке, Вт <i>Tolerance to exercise, W</i>	62,5 ± 29,6	83,8 ± 34,1	0,001	52,8 ± 30,7	71,3 ± 28,5	0,001
Артериальное давление среднее пороговое, мм рт. ст. <i>Blood pressure average, mm Hg</i>	124,1 ± 16,9	113,4 ± 19,7	0,001	117,1 ± 13,5	117,6 ± 11,5	0,81
W/ΔДП, ед. <i>W/ΔDM, units</i>	0,71 ± 0,28	1,25 ± 0,61	0,001	0,67 ± 0,46	0,81 ± 0,23	0,16
ДП пороговое, ед. <i>DM threshold, units</i>	169,0 ± 39,8	146,8 ± 27,4	0,001	169,9 ± 37,9	174,9 ± 42,7	0,06
ЧСС пороговое, уд./мин <i>HR threshold, BPM</i>	107,1 ± 10,8	102,0 ± 13,2	0,044	101,6 ± 15,4	102,6 ± 17,6	0,77

Примечание: ЛТ – лазерная терапия, ДП – двойное произведение, ЧСС – частота сердечных сокращений, W – мощность физической нагрузки.

Notes: LT – laser therapy, DM – double multiplication, HR – heart rate, W – power of physical activity.

ЛТ больных ИБС. Важно отметить статистически значимое снижение под влиянием лазерного облучения периферического сосудистого сопротивления. У больных ИБС в группе обзидана препарат вызвал лишь некоторую тенденцию к снижению показателя ОПСС. Таким образом, сравнительный анализ модификации некоторых показателей кардиодинамики на фоне приема антиангинального препарата обзидана и курса ЛТ у больных стенокардией напряжения выявил сходный характер изменения, характеризующийся улучшением сократительной и диастолической функций миокарда.

Несмотря на то, что мощность физической нагрузки после приема обзидана превысила первоначальную на 34,1 %, пороговый уровень АД_{ср}, ЧСС и ДП оказался статистически значимо ниже исходных значений на 10,0, 4,7 и 13,1 % соответственно (табл. 3).

Полученные результаты свидетельствуют о том, что физическая нагрузка в данном случае обеспечивается меньшими гемодинамическими, и, следовательно, энергетическими затратами сердца. Более наглядно это демонстрирует показатель W/ΔДП, отражающий эффективность энергозатрат миокарда на физическую нагрузку, который увеличился на 76 %. После курса ЛТ данные показатели достигли значений, зарегистрированных на уровне первоначальной пороговой нагрузки. Принимая во внимание, что при повторном тестировании толерантность к физической нагрузке превысила исходную на 35,0 %, полученные результаты следует также трактовать как проявление экономизации сердечной деятельности.

Таким образом, гемодинамические изменения при выполнении физической нагрузки после приема

обзидана и курса ЛТ имеют сходный характер, отличаясь лишь выраженностью сдвигов.

ОБСУЖДЕНИЕ

Бета-адреноблокаторы широко применяются в клинической практике в течение нескольких десятилетий, являясь средством выбора среди антиангинальных препаратов. Механизм данной фармакологической группы хорошо изучен и в основном сводится к удлинению диастолы и увеличению продолжительности коронарной перфузии, а также снижению сократимости миокарда и систолического АД, что приводит к ограничению потребности миокарда в кислороде [13, 14]. Кроме того, ингибируя индуцированный катехоламинами выброс свободных жирных кислот, бета-адреноблокаторы улучшают метаболизм миокарда, в результате чего оптимизируется его функция, проявляющаяся, в частности, сокращением объема камер сердца и ростом ФВ ЛЖ [15]. Как показано в настоящей работе, низкоинтенсивное ЛО сопровождалось ростом у больных ИБС толерантности к физической нагрузке на величину, аналогичную при приеме обзидана. При этом изменения гемодинамических параметров в исследуемых группах больных были односторонними, характеризуются ростом инотропной и улучшением диастолической функций миокарда, а также признаками экономизации сердечной деятельности при физической нагрузке. Если подобные гемодинамические сдвиги и обусловленный ими антиишемический эффект бета-адреноблокаторов можно связать с ограничением негативного влияния катехоламинов

на сердце, то механизм антиишемического действия ЛИ представляется сложнее и, по-видимому, обусловлен его способностью вызывать многообразные реакции организма.

Известно, что ЛИ обладает антиоксидантным действием, повышая активность антиоксидантных ферментов: супероксиддисмутазы и каталазы, которые некоторые авторы относят к числу первичных фотоакцепторов [6, 16]. Ослабление перекисного окисления липидов, интенсивность которого при ИБС, как правило, повышена [17, 18], приводит к стабилизации липидного бислоя клеточной мембраны, улучшению ее физико-химических свойств и росту функциональной активности: оптимизации транспорта ионов, рецепции биологически активных веществ, ферментативного катализа многочисленных биохимических реакций и т. д. Нормализация ионного, в частности кальциевого, обмена кардиомиоцитов сопровождается снижением ригидности сердечной мышцы, в митохондриях препятствует разобщению окислительного фосфорилирования и способствует восстановлению адекватного энергообеспечения миокарда [19]. Ранее нами была продемонстрирована корреляционная связь структурных особенностей липидного бислоя клеточной мембраны с показателями кардиодинамики [3, 20]. Это обстоятельство согласуется с полученными нами данными, указывающими на положительные сдвиги в систолической и диастолической функции сердца. Повышение сократительной функции миокарда может быть также связано с предупреждением токсического действия катехоламинов на миоциты в результате сбалансированности функции вегетативной нервной системы под влиянием лазерного облучения [21]. Улучшение процессов миокардиальной биоэнергетики и экономизация сердечной деятельности при выполнении физической нагрузки, кроме того, могут быть обусловлены положительными сдвигами на уровне микроциркуляции. Это демонстрирует снижение у больных ИБС после курса ЛТ ОПСС и АД. Последнее происходит в результате оптимизации процессов регуляции тонуса метартериол и прекапилляров, обеспечивающих лучшие условия гемоциркуляции, увеличение эффективной плотности капилляров, способствующих увеличению капиллярно-тканевого обмена и росту артериовенозной разницы по кислороду, улучшения реологии крови [2, 3]. К числу факторов, существенно облегчающих работу сердца, следует отнести возникновение более полной деоксигенации гемоглобина в эритроцитах, обусловленной активацией под влиянием ЛИ 2,3-дифосфоглицерата [2].

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Полученные данные подтвердили факт антиангинальной эффективности ЛТ у больных ИБС, механизм действия которой заключается в гемодинамической экономизации сердечной деятельности на фоне улучшения показателей инотропной и диастолической

функции миокарда. Снижение энергетических затрат сердца на физическую нагрузку во многом идентично антиишемическому действию бета-адреноблокаторов. Однако, если механизм формирования антиангинального эффекта обусловлен блокадой бета-рецепторов, реализация антиишемического действия лазерного облучения представляется как итог всего многообразного спектра фотобиологического воздействия на функциональные структуры организма.

Таким образом, антиангинальный эффект ЛИ у больных ИБС обосновывает более широкое включение ЛТ в комплексное лечение коронарной недостаточности.

ЛИТЕРАТУРА

1. Васильев А.П., Стрельцова Н.Н., Секисова М.А. Клиническая эффективность однократного курса инфракрасного лазерного облучения больных стенокардией по данным шестимесячного наблюдения. *Вопросы курортологии физиотерапии и лечебной физической культуры*. 1999; 2: 5–6.
2. Бабушкина Г.Н., Картелишев А.В. Низкоинтенсивная лазерная терапия: Сборник трудов. Под ред. С.В. Москвина, В.А. Буйлина. М.: ТОО «Фирма «Техника»; 2000: 492–520.
3. Васильев А.П. Клинико-функциональные аспекты применения лазерного излучения у больных стенокардией. Тюмень: Медведь; 2003: 238.
4. Кипшидзе Н.Н., Чапидзе Г.Е., Марсагшвили Л.А., Бохуа М.Р. Лазеротерапия и аритмическая смерть при ишемической болезни сердца. *Советская медицина*. 1991; 4: 3–5.
5. Михайлова С.Д., Сторожков Г.И., Гукова С.Ю., Семушкина Т.М. К механизму антиаритмического эффекта лазерного облучения. *Журнал экспериментальной биологии и медицины*. 1992; 5: 460–462.
6. Низкоинтенсивная лазерная терапия: Сборник трудов. Под ред. С.В. Москвина, В.А. Буйлина. М.: ТОО «Фирма «Техника»; 2000: 724.
7. Лазерная терапия и профилактика широкого круга заболеваний. Методическое пособие по применению аппарата лазерной терапии РИКА®. Под ред. Ю.Г. Федорова. М.: МИЛТА; 2018: 258 с.
8. Guyton A.C. Textbook of medical physiology, 13th ed. Elsevier Science publishing company; 2015: 1168.
9. 2019 Рекомендации ESC по диагностике и лечению хронического коронарного синдрома. *Российский кардиологический журнал*. 2020; 25 (2): 3757. DOI: 10.15829/1560-4071-2020-2-3757
10. Аронов Д.М., Лупанов В.П. Функциональные пробы в кардиологии. М.: МЕДпресс-информ; 2007: 326.
11. Otto C.M. The practice of clinical echocardiography. Philadelphia: W.B. Saunders Co; 1997: 861. DOI: 10.1002/cic.4960210518
12. Ромаков А.Ю., Десятниченко В.М., Сагиров А.М. и др. Клиническая характеристика и лечение больных стенокардией напряжения, рефрактерной к пропранололу. *Клиническая медицина*. 1984; 1: 57–63.
13. Метелица В.И. Справочник по клинической фармакологии сердечно-сосудистых лекарственных средств. М.: МИА; 2005: 1536.
14. Клиническая фармакология. Под ред. В.Г. Кукеса. М.: ГЭОТАР-Медиа; 2013: 1056.

15. Waagstein F. Beta-blockers in congestive heart failure: The evolution of a new treatment concept-mechanism of action and clinical implications. *J Clin Basic Cardiol*. 2002; 5 (3): 215–223.
16. Владимиров Ю.А. Лазерная терапия: настоящее и будущее. *Соросовский образовательный журнал*. 1999; 12: 2–8.
17. Попухин Ю.М., Арчаков А.И., Владимиров Ю.А., Коган Э.М. Холестериноз (Холестерин биомембран. Теоретические и клинические аспекты). М.: Медицина; 1983: 352.
18. Chuanyu Li, Jackson R.M. Reactive species mechanisms of cellular hypoxia-reoxygenation injury. *Am J Physiol*. 2001; 282 (2): C227–C241. DOI: 10.1152/ajpcell.00112.2001
19. Литвицкий П.Ф., Сандриков В.А., Демуров Е.А. Адаптивные и патогенные эффекты реперфузии и реоксигенации миокарда. М.: Медицина; 1994: 88–120.
20. Васильев А.П., Сенаторов Ю.Н., Стрельцова Н.Н., Малишевский М.В., Дубова Т.В., Зыкова Е.Л. Влияние мембраностабилизирующей магнитолазерной терапии на кардиодинамику у больных ишемической болезнью сердца. *Терапевтический архив*. 2003; 75 (12): 19–23.
21. Будкарь Л.Н., Антюфеев В.Ф., Оранский И.Е., Бехтер Т.В. Влияние воздействия магнитов и лазеров на клинический статус и электрофизиологические показатели сердца у пациентов с сердечной аритмией. *Вопросы курортологии физиотерапии и лечебной физической культуры*. 1996; 2: 5–8.

REFERENCES

1. Vasiliev A.P., Streltsova N.N., Sekisova M.A. Clinical efficacy of a single course of infrared laser irradiation of patients with angina pectoris according to the data of six-month follow-up. *Voprosy kurortologii fizioterapii i lechebnoy fizicheskoy kul'tury*. 1999; 2: 5–6. [In Russ.].
2. Babushkina G.N., Kartelishvili A.V. Low-intensive laser therapy: Collected works. Ed. S.V. Moskvina, V.A. Builin. Moscow; 2000: 492–520. [In Russ.].
3. Vasiliev A.P. Clinical and functional aspects of laser irradiation in patients with angina pectoris. Tyumen; 2003: 238. [In Russ.].
4. Kipshidze N.N., Chapidze G.E., Marsagishvili L.A., Bokhua M.R. Laser therapy and arrhythmic death in coronary heart disease. *Sovetskaya meditsina*. 1991; 4: 3–5. [In Russ.].
5. Mikhailova S.D., Storozhkov G.I., Gukova S.Yu., Semushkina T.M. Mechanisms of antiarrhythmic effect of laser irradiation. *Zhurnal eksperimental'noy biologii i meditsiny*. 1992; 5: 460–462. [In Russ.].
6. Low-intensive laser therapy: Collected works. Ed. S.V. Moskvina, V.A. Builin. Moscow; 2000: 724. [In Russ.].
7. Laser therapy and prevention of a wide range of diseases. *Methodical manual for RIKTA® laser therapy device*. Ed. Yu.G. Fedorov. Moscow; 2018: 258. [In Russ.].
8. Guyton A.C. Textbook of medical physiology, 13th ed. Elsevier Science publishing company; 2015: 1168.
9. 2019 ESC Recommendations for the diagnosis and treatment of chronic coronary syndrome. *Rossiyskiy kardiologicheskiy zhurnal*. 2020; 25 (2): 3757. DOI: 10.15829/1560-4071-2020-2-3757 [In Russ.].
10. Aronov D.M., Lupanov V.P. Functional tests in cardiology. Moscow; 2007: 326. [In Russ.].

11. Otto C.M. The practice of clinical echocardiography. Philadelphia: W.B. Saunders Co; 1997: 861. DOI: 10.1002/cic.4960210518
12. Romakov A.Yu., Desyatnichenko V.M., Sagirov A.M., et al. Clinical characteristics and treatment of patients with exertional angina pectoris refractory to propranolol. *Klinicheskaya meditsina*. 1984; 1: 57–63. [In Russ.].
13. Metelitsa V.I. Handbook of clinical pharmacology of cardiovascular drugs. Moscow; 2005: 1536. [In Russ.].
14. *Clinical pharmacology*. Ed. V.G. Kukes. Moscow; 2013: 1056. [In Russ.].
15. Waagstein F. Beta-blockers in congestive heart failure: The evolution of a new treatment concept-mechanism of action and clinical implications. *J Clin Basic Cardiol*. 2002; 5 (3): 215–223.
16. Vladimirov Yu.A. Laser therapy: Present and future. *Sorossovskiy obrazovatel'nyy zhurnal*. 1999; 12: 2–8. [In Russ.].
17. Lopukhin Yu.M., Archakov A.I., Vladimirov Yu.A., Kogan E.M. Cholesterol (Cholesterol biomembranes. Theoretical and clinical aspects). Moscow; 1983: 352. [In Russ.].
18. Chuanyu Li, Jackson R.M. Reactive species mechanisms of cellular hypoxia-reoxygenation injury. *Am J Physiol*. 2001; 282 (2): C227–C241. DOI: 10.1152/ajpcell.00112.2001.
19. Litvitsky P.F., Sandrikov V.A., Demurov E.A. Adaptive and pathogenic effects of myocardial reperfusion and reoxygenation. Moscow; 1994: 88–120. [In Russ.].
20. Vasiliev A.P., Senatorov Yu.N., Streltsova N.N., Malishevsky M.V., Dubova T.V., Zyкова E.L. Influence of membrane-stabilizing magnetic laser therapy at cardiodynamics in patients with coronary heart disease. *Terapevticheskiy arkhiv*. 2003; 75 (12): 19–23. [In Russ.].
21. Budkar L.N., Antyufeyev V.F., Oranskiy I.E., Bekhter T.V. Effects of magnet and lasers at the clinical status and electrophysiological parameters of the heart in patients with cardiac arrhythmia. *Voprosy kurortologii fizioterapii i lechebnoy fizicheskoy kul'tury*. 1996; 2: 5–8. [In Russ.].

Информация об авторах

Стрельцова Нина Николаевна – научный сотрудник отделения артериальной гипертензии и коронарной недостаточности научного отдела клинической кардиологии, Тюменский кардиологический научный центр, филиал ФГБНУ «Томский национальный исследовательский медицинский центр Российской академии наук»; e-mail: sss@infarkta.net, ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-8675-9103>

Васильев Александр Петрович – доктор медицинских наук, главный научный сотрудник отделения артериальной гипертензии и коронарной недостаточности научного отдела клинической кардиологии, Тюменский кардиологический научный центр, филиал ФГБНУ «Томский национальный исследовательский медицинский центр Российской академии наук»; e-mail: sss@infarkta.net, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4931-5383>

Information about the authors

Streltsova Nina – Researcher, Department of Arterial Hypertension and Coronary Insufficiency, Tyumen Cardiology Research Center, branch of Tomsk National Research Medical Center, Russian Academy of Sciences; e-mail: sss@infarkta.net, ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-8675-9103>

Vasiliev Alexandr – Dr. Sc. (Med), Chief Researcher, Department of Arterial Hypertension and Coronary Insufficiency, Tyumen Cardiology Research Center, branch of Tomsk National Research Medical Center, Russian Academy of Sciences; e-mail: sss@infarkta.net, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4931-5383>

Конфликт интересов

Авторы заявили об отсутствии конфликта интересов.

Conflict of interest

The authors declare no conflict of interest.

УДК: 616.62-003.7-089.879

DOI: 10.37895/2071-8004-2021-25-2-16-21

ЭФФЕКТИВНОСТЬ ВЫСОКОЭНЕРГЕТИЧЕСКОГО ЛАЗЕРА В ЛЕЧЕНИИ КРУПНЫХ КАМНЕЙ ПОЧЕК

Ю.Г. Пак¹, Н.А. Калягина^{2,3}, Д.М. Ягудаев^{4,5}¹ГКП на ПХВ «Городская многопрофильная больница № 2», Городской центр урологии, г. Нур-Султан, Республика Казахстан²ФГБУН Федеральный исследовательский центр «Институт общей физики им. А.М. Прохорова» Российской академии наук, г. Москва, Россия³ФГАОУ ВО «Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ», г. Москва, Россия⁴ФГАОУ ВО «Российский университет дружбы народов», г. Москва, Россия⁵ЧУЗ «Центральная клиническая больница «РЖД-Медицина», г. Москва, Россия

Резюме

Введение. В работе изучается эффективность, удобство и безопасность разрушения крупных камней почек у пациентов с нефролитиазом с помощью высокоэнергетического лазера по сравнению с другими контактными методами нефролитотрипсии.

Материалы и методы. Метод контактной лазерной нефролитотрипсии сравнивался по параметрам эффективности с гидропневматической и ультразвуковой литотрипсией. Для выполнения контактной лазерной литотрипсии был использован гольмиевый зеленый лазер. Для других методов – аппараты Swiss LithoClast Master. Проведен анализ результатов 73 операций пациентов с крупными и сложными камнями почек.

Результаты. Получены и проанализированы основные параметры эффективности методов (степень очистки почки от камня и его фрагментов, вероятность миграции фрагментов конкремента, кровопотери, длительность операции, возникшие осложнения и др.). Кроме того, получены и проанализированы корреляции между основными параметрами.

Выводы. Анализ результатов исследования показал, что лазерная контактная литотрипсия является оптимальным методом деструкции крупных почечных камней по сравнению с традиционными методами, такими как контактная гидропневматическая и ультразвуковая литотрипсия. Она требует более длительного времени на проведение процедуры, но позволяет эффективнее избавляться от конкрементов.

Ключевые слова: высокоэнергетический лазер, мочекаменная болезнь, лечение, крупные конкременты, контактная литотрипсия, перкутанная нефролитотрипсия

Для цитирования: Пак Ю.Г., Калягина Н.А., Ягудаев Д.М. Эффективность высокоэнергетического лазера в лечении крупных камней почек. *Лазерная медицина*. 2021; 25(2): 16–21. <https://doi.org/10.37895/2071-8004-2021-25-2-16-21>

Контакты: Пак Ю.Г., e-mail: uropak78@mail.ru

EFFECTIVENESS OF HIGH-INTENSITY LASER LIGHT FOR TREATING LARGE KIDNEY STONES

Pak Yu.G.¹, Kalyagina N.A.^{2,3}, Yagudaev D.M.^{4,5}¹City Center of Urology, Municipal Multidisciplinary Hospital No. 2, Nur-Sultan, Republic of Kazakhstan²Prokhorov General Physics Institute of Russian Academy of Sciences, Moscow, Russia³National Research Nuclear University MEPhI, Moscow, Russia⁴Peoples' Friendship University of Russia, Moscow, Russia⁵Central Clinical Hospital of Russian Railways-Medicine, Moscow, Russia

Abstract

Introduction. This work analyzes efficacy, convenience, and safety of a high-energy laser light technique for destructing large kidney stones in patients with nephrolithiasis in comparison to other contact methods of nephrolithotripsy.

Material and methods. The effectiveness of contact laser nephrolithotripsy is compared to that of hydropneumatic and ultrasonic lithotripsy. Holmium green laser light was used in this laser procedure. For other techniques, Swiss LithoClast Master devices were used. The authors have analyzed outcomes obtained after operating on 73 patients with large and complex kidney stones.

Results. To evaluate the effectiveness, basic parameters were taken (degree of kidney cleaning of stones and their fragments, probability of migration of stone fragments, blood loss, duration of surgery, complications, etc.). In addition, the correlation between basic parameters was obtained and analyzed.

Conclusion. The present trial has shown that laser contact lithotripsy is the most optimal technique for destructing large and complex kidney stones in comparison to traditional modalities such as contact hydropneumatic and ultrasonic lithotripsy. It takes more time but provides more effective cleaning from calculi.

Key words: high-energy laser, urolithiasis disease, treatment, large calculi, contact lithotripsy, percutaneous nephrolithotripsy

For citations: Pak Yu.G., Kalyagina N.A., Yagudaev D.M. Effectiveness of high-intensity laser light for treating large kidney stones. *Lazernaya medicina*. 2021; 25(2): 16–21. [In Russ.]. <https://doi.org/10.37895/2071-8004-2021-25-2-16-21>

Contacts: Pak Yu.G., e-mail: uropak78@mail.ru

Мочекаменная болезнь до сих пор остается наиболее частым урологическим заболеванием [1–3]. С учетом возрастания частоты факторов риска, в том числе климатических и экологических, отмечается стойкое увеличение ее частоты по всему миру [4–7]. По данным работы [8], в период с 2005 по 2016 г. отмечалось увеличение заболеваемости мочекаменной болезнью, прирост составил 34 %, учтенных впервые в жизни – 27,3 %. По данным Научного центра урологии Республики Казахстан [1], в период с 2000 по 2015 г. отмечалось преобладание доли мочекаменной болезни в структуре урологических заболеваний, которая составляла 33,9 %.

Несмотря на развитие малоинвазивных методов лечения, проблема крупных камней почек не теряет своей актуальности в современной урологии. Часто применяемые эндоскопические методы лечения пациентов со сложными формами нефролитиаза позволяют в максимально короткие сроки реабилитировать пациента и социально адаптировать его в повседневной жизни, но вопрос сохранения функционального состояния почек, к сожалению, не всегда оценивается в исходах оперативного лечения. Наиболее популярными методами лечения больных крупными камнями почек являются перкутанные эндовидеоскопические операции [9–14]. Ряд современных авторов считают, что перкутанная нефролитотрипсия является «золотым стандартом» в лечении больных крупными камнями почек, а также первой линией лечения больных струвитным нефролитиазом [15–17] и при отсутствии противопоказаний к оперативному лечению должна выполняться как можно быстрее после установки диагноза, чтобы максимально сохранить функциональное состояние органа [10]. Одной из основных характеристик результативности данного оперативного метода является эффективность выполняемого разрушения почечного камня вне зависимости от его плотности, временные показатели оперативного лечения, риски интраоперационных осложнений. В своем исследовании A.R. El-Nahas et al. [18] показали высокую эффективность контактного гольмиевого лазера (HP-HLL, high-power holmium laser lithotripsy) и ультразвуковой литотрипсии (US-L) в дезинтеграции коралловидных и крупных камней почек при перкутанной нефролитотрипсии, что позволяет уменьшить длительность выполняемого оперативного лечения. Результаты перкутанной нефролитотрипсии, приведенные в работе D. Jiao et al. [19], показали, что средняя продолжительность операции составила 63,6 мин, степень очистки от фрагментов конкрементов – 93,8 %, что соответствует общемировым литературным данным [20, 21]. N.K. Goyal et al. [22] считают, что единственным независимым предиктором осложнений является длительность операции. По данным, представленным в работе J.J. De la Rosette et al. [23], продолжительность операции более 75 минут увеличивает вероятность развития осложнений, приводит к увеличению

сроков госпитализации. Таким образом, определяется четкая корреляция времени операции с риском развития послеоперационных осложнений и соответственно ухудшением функционального состояния почек в послеоперационном периоде. Восстановление функционального состояния почек в послеоперационном периоде является неотъемлемой частью решения вопроса о прогнозе мочекаменной болезни и решения вопроса возможной инвалидизации пациента в связи с рисками ухудшения функции почек, что напрямую влечет нагрузку на медицинскую и социальные службы с учетом будущих затрат, в том числе на проведение заместительной почечной терапии. Сохранение функции почек является наиболее важным фактором в принятии решения пациента на выполнение оперативного лечения по поводу наиболее сложных форм нефролитиаза. Анализ эффективности различных видов контактной литотрипсии камней почек, непосредственно влияющей на длительность операции при выполнении перкутанной нефролитотрипсии у больных крупными камнями почек, явился фактором нашего научного исследования и определил актуальность проведенного исследования.

Целью исследования является определение преимуществ либо недостатков лазерной контактной литотрипсии в сравнении с другими видами литотрипсии (гидропневматической и ультразвуковой) при выполнении перкутанной нефролитотрипсии у больных крупными камнями почек для улучшения послеоперационных результатов.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Был проведен анализ 73 перкутанных нефролитотрипсий у пациентов с крупными камнями почек, проходивших стационарное лечение на базе урологического отделения городской больницы № 2 г. Нур-Султан (Республика Казахстан) в период с 2012 по 2019 г. (табл. 1). Средняя площадь камня составила 428,3 мм², его средняя плотность по Хаунсфилду – 1042,9 HU.

Для выполнения контактной литотрипсии были использованы следующие аппараты: для лазерной литотрипсии – Calculase II фирмы Karl Storz (гольмиевый зеленый лазер, мощность – 20 Вт, выбор интенсивности рабочего режима с четырьмя ступенями регулировки – от 0,5 до 1,7 Дж, частота импульсов с тремя ступенями регулировки – от 4 до 8 Гц), для ультразвуковой и гидропневматической литотрипсии – Swiss LithoClast Master.

Пациенты были разделены на три группы (табл. 1). Всем пациентам проводилось общеклиническое обследование, ультразвуковое исследование почек, компьютерное томографическое исследование абдоминального сегмента с контрастированием. Достоверных отличий между группами по структуре и частоте сопутствующих заболеваний не было выявлено ($p < 0,05$).

Ретроспективный сравнительный анализ полученных параметров был проведен для определения

Таблица 1

Общая характеристика наблюдений

Table 1

General characteristics of observations

Параметр/Группа Parameter/Group		1-я группа Group 1	2-я группа Group 2	3-я группа Group 3
Вид нефролитотрипсии Type of lithotripsy		Контактная гидропневматическая Contact hydropneumatic	Контактная лазерная Contact laser	Ультразвуковая контактная Contact ultrasonic
Количество пациентов в группе Number of cases by group		28 (38,35 %)	25 (34,24 %)	20 (27,39 %)
Градация по Guy's Stone Score, n Guy's Stone Score, n	I степень Grade I	5 (17,85 %)	10 (40 %)	5 (25 %)
	II степень Grade II	10 (35,71 %)	10 (40 %)	5 (25 %)
	III степень Grade III	10 (35,71 %)	3 (12 %)	7 (35 %)
	IV степень Grade IV	3 (10,71 %)	2 (8 %)	3 (15 %)

Таблица 2

Результаты лечения

Table 2

Treatment results

Параметр/Группа Parameter/Group		1-я группа Group 1	2-я группа Group 2	3-я группа Group 3
Средняя продолжительность операции, мин Average duration of the operation, min		92,8	119,65	105,7
Средняя продолжительность госпитализации, койко-дни Average duration of hospital stay, days		11,02 ± 3,22	12,2 ± 3,22	12,79 ± 3,87
Интраоперационное кровотечение ($p < 0,05$), абс. Intraoperative bleeding ($p < 0.05$), abs.		3 (6,81 %)	4 (13,79 %)	3 (6,81 %)
Средняя кровопотеря, мл Average blood loss, ml		144,54	160,68	143,12
Кровотечение в раннем послеоперационном периоде ($p < 0,05$), абс. Bleeding in early postoperative period ($p < 0.05$), abs.		1 (2,27 %)	2 (6,89 %)	0
Острый пиелонефрит в послеоперационном периоде ($p < 0,05$), абс. Acute pyelonephritis in postoperative period ($p < 0.05$), abs.		4 (9,09 %)	6 (20,6 %)	1 (4 %)
Паранефральные гематомы ($p < 0,05$), абс. Paranephral hematoma ($p < 0.05$), abs.		4 (9,09 %)	2 (6,89 %)	0
Средний размер резидуальных камней, см Average size of residual stone, cm	III степень Grade III	0,95 ± 0,05	0,55 ± 0,05	0,92 ± 0,18
	IV степень Grade IV	1,12 ± 0,35	0,8 ± 0,27	0,8 ± 0,27
Степень очистки от камней, % Degree of stone clearance, %	I степень Grade I	96,56	97,73	100
	II степень Grade II	96,56	100	96
	III степень Grade III	89,66	95,46	92
	IV степень Grade IV	86,21	90,91	84,21

рисков интра- и послеоперационных осложнений у всех пациентов исследуемых групп. Помимо анализа основных параметров эффективности методов, был также проведен статистический анализ для вышеперечисленных интраоперационных контактных литотрипсий с учетом оценки парных корреляций (корреляция Спирмена, двусторонняя значимость).

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Основные параметры, рассматриваемые в данном исследовании, представлены в табл. 2. Результаты послеоперационных осложнений в исследуемых группах по системе CROES-Clavien не превысили общемировых показателей в более, чем 28,09 % [24].

Средняя продолжительность операции оказалась выше во 2-й группе. Однако во всех группах обнаружена сильная корреляция ($p = 0,001$) длительности операции с площадью почечного конкремента ($r = 0,71$, $p = 0,001$, $n = 73$), и умеренная – с индексом массы тела (ИМТ) пациента ($r = 0,543$, $p = 0,001$, $n = 73$). Наименьшая продолжительность оперативного лечения отмечена в 1-й группе. В данной группе воздействие проводилось с помощью контактной гидропневматической литотрипсии, которая может быть сопоставима по мощности разрушительного воздействия с лазерной энергией, однако за счет гидродинамической волны способствует миграции фрагментов в полостной системе почки, при некорректном использовании возможны перфорации стенок чашечно-лоханочной системы.

Случаи кровотечений и острого пиелонефрита в послеоперационном периоде были минимальными в 3-й группе (табл. 2), где применялась ультразвуковая литотрипсия. Данный метод является мощным инструментом для проведения дезинтеграции камня, способствует автоматической аспирации фрагментов камня, однако в силу устройства зонда рабочий канал зонда часто забивается фрагментами, при длительном использовании более 30 минут возможен перегрев рукоятки ультразвукового литотриптора.

Средняя продолжительность госпитализации незначительно отличается по группам (разброс около 1 койко-дня). При этом выявлены умеренные корреляции с продолжительностью операции ($r = 0,649$, $p = 0,001$, $n = 73$), площадью почечного камня ($r = 0,488$, $p = 0,001$, $n = 73$), ИМТ пациента ($r = 0,448$, $p = 0,001$, $n = 73$), а также с возрастом пациента ($r = 0,460$, $p = 0,001$, $n = 73$).

Количество случаев интраоперационной кровопотери было выше во 2-й группе. Однако разброс объема кровопотери по группам незначительный. Корреляции объема интраоперационной кровопотери распределяются по группам следующим образом: в 1-й группе выявлена умеренная корреляция с ИМТ ($r = 0,459$, $p = 0,001$, $n = 28$) и площадью камня ($r = 0,507$, $p = 0,001$, $n = 28$), во 2-й группе – умеренная корреляция с ИМТ ($r = 0,445$, $p < 0,05$, $n = 25$) и с плотностью

камня ($r = 0,541$, $p < 0,01$, $n = 25$), в 3-й группе – умеренная корреляция с ИМТ ($r = 0,593$, $p < 0,01$, $n = 20$), с плотностью камня ($r = 0,431$, $p < 0,05$, $n = 20$), а также с площадью камня ($r = 0,588$, $p < 0,01$, $n = 20$).

Также проведен анализ объема интраоперационной кровопотери в зависимости от диаметра используемого нефроскопа и обнаружена сильная корреляция ($r = 0,713$, $p < 0,001$, $n = 73$). Средняя интраоперационная кровопотеря при использовании стандартного нефроскопа, составила $213,63 \pm 9,85$ мл, при использовании мини-нефроскопа – $142,75 \pm 9,41$ мл.

Эффективность оперативных методов оценивалась по критерию степени очистки от камня и его фрагментов в группах сложных категорий (табл. 2). Наиболее высокие показатели степени очистки от камней и их фрагментов наблюдались во 2-й группе пациентов. Кроме того, средний размер резидуальных камней оказался значительно ниже во 2-й группе по сравнению с пациентами из 1-й и 3-й групп. Кроме того, лазерная контактная литотрипсия имеет минимальные риски перфорации стенок лоханочно-мочеточниковой системы, а также обладает наиболее мощным и щадящим видом деструкции почечного камня и практически не обладает отталкивающим эффектом за счет эффекта ретропульсии.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Лазерная контактная литотрипсия является наиболее оптимальным методом деструкции плотных и крупных почечных камней по сравнению с традиционными методами, такими как контактная гидропневматическая и ультразвуковая литотрипсия. Она требует более длительного времени на проведение процедуры, но позволяет эффективнее избавляться от конкрементов.

ЛИТЕРАТУРА

1. Алчинбаев М.К. Мочекаменная болезнь в Республике Казахстан. Сборник трудов I съезда урологов стран СНГ и XIV конференции молодых ученых-медиков стран СНГ, посвященные 25-летию независимости Республики Казахстан и АО «Научный центр урологии имени академика Б.У. Джарбусынова». Астана; 2016: 8–26.
2. Григорьев Н.А., Семенякин И.В., Малхасян В.А. и др. Мочекаменная болезнь. Урология. 2016; 2 (S2): 37–69.
3. Каприн А.Д., Аполихин О.И., Сивков А.В. и др. Анализ уронефрологической заболеваемости и смертности в Российской Федерации за период 2002–2014 гг. по данным официальной статистики. Экспериментальная и клиническая урология. 2016; (3): 4–13.
4. Brikowski T.H., Lotan Y., Pearle M.S. Climate-related increase in the prevalence of urolithiasis in the United States. Proc Natl Acad Sci USA. 2008; 105 (28): 9841–9846. DOI: 10.1073/pnas.0709652105
5. Cramer J.S., Forrest K. Renal lithiasis: Addressing the risks of austere desert deployments. Aviat Space Environ Med. 2006; 77 (6): 649–653.
6. Chen Y.K., Lin H.C., Chen C.S., Yeh S.D. Seasonal variations in urinary calculi attacks and their association with cli-

- mate: A population-based study. *J Urol*. 2008; 179 (2): 564–569. DOI: 10.1016/j.juro.2007.09.067
7. Dallas K.B., Conti S., Liao J.C., et al. Redefining the stone belt: Precipitation is associated with increased risk of urinary stone disease. *J Endourol*. 2017; 31 (11): 1203–1210. DOI: 10.1089/end.2017.0456
 8. Аполихин О.И., Сивков А.В., Комарова В.А. и др. Заболеваемость мочекаменной болезнью в Российской Федерации (2005–2016 годы). *Клиническая и экспериментальная урология*. 2018; (4): 4–14.
 9. Мартюв А.Г., Колпациниди Ф.Г., Кызласов П.С. и др. Сравнительный анализ стандартной чрескожной и миниперкутанной нефролитотомии. *Урологические ведомости*. 2017; 7 (S): 73–74.
 10. Diri A., Diri B. Management of staghorn renal stones. *Ren Fail*. 2018; 40 (1): 357–362. DOI: 10.1080/0886022X.2018.1459306
 11. Zhao Z., Cui Z., Zeng T., et al. Comparison of 1-stage with 2-stage multiple-tracts mini-percutaneous nephrolithotomy for the treatment of staghorn stones: A matched cohorts analysis. *Urology*. 2016; 87: 46–51. DOI: 10.1016/j.urology.2015.09.006
 12. Zeng G., Zhao Z., Wan S., et al. Minimally invasive percutaneous nephrolithotomy for simple and complex renal caliceal stones: A comparative analysis of more than 10,000 cases. *J Endourol*. 2013; 27 (10): 1203–1208. DOI: 10.1089/end.2013.0061
 13. Ghani K.R., Sammon J.D., Bhojani N., et al. Trends in percutaneous nephrolithotomy use and outcomes in the United States. *J Urol*. 2013; 190 (2): 558–564. DOI: 10.1016/j.juro.2013.02.036
 14. Мазуренко Д.А., Живов А.В., Берников Е.В. и др. Сравнение лазерной (Ho:YAG) и пневматической литотрипсии при перкутанной нефролитомии крупных и коралловидных камней почек высокой плотности. *Лазерная медицина*. 2015; 19 (2): 27–32. DOI: 10.37895/2071-8004-2015-19-2-27-29
 15. Türk C., Knoll T., Petrik A., et al. Guidelines on urolithiasis. *European Association of Urology*; 2016. URL: <https://uroweb.org/wp-content/uploads/EAU-Guidelines-Urolithiasis-2016-1.pdf>
 16. Desai M., Sun Y., Buchholz N., et al. Treatment selection for urolithiasis: Percutaneous nephrolithotomy, ureteroscopy, shock wave lithotripsy, and active monitoring. *World J Urol*. 2017; 35 (9): 1395–1397. DOI: 10.1007/s00345-017-2030-8
 17. Ganpule A.P., Vijayakumar M., Malpani A., et al. Percutaneous nephrolithotomy (PCNL) a critical review. *Int J Surg*. 2016; 36 (Pt D): 660–664. DOI: 10.1016/j.ijso.2016.11.028
 18. El-Nahas A.R., Elshal A.M., El-Tabey N.A., et al. Percutaneous nephrolithotomy for staghorn stones: A randomised trial comparing high-power holmium laser versus ultrasonic lithotripsy. *BJU Int*. 2016; 118 (2): 307–312. DOI: 10.1111/bju.13418
 19. Jiao D., Zhang Z., Sun Z., et al. Percutaneous nephrolithotripsy: C-arm CT with 3D virtual navigation in non-dilated renal collecting systems. *Diagn Interv Radiol*. 2018; 24 (1): 17–22. DOI: 10.5152/dir.2017.17079
 20. Knoll T., Daels F., Desai J., et al. Percutaneous nephrolithotomy: Technique. *World J Urol*. 2017; 35 (9): 1361–1368. DOI: 10.1007/s00345-017-2001-0
 21. Wang J., Yang Y., Chen M., et al. Laparoscopic pyelolithotomy versus percutaneous nephrolithotomy for treatment of large renal pelvic calculi (diameter > 2 cm): A meta-analysis. *Acta Chir Belg*. 2016; 116 (6): 346–356. DOI: 10.1080/00015458.2016.1181312
 22. Goyal N.K., Goel A., Sankhwar S.N., et al. A critical appraisal of complications of percutaneous nephrolithotomy in paediatric patients using adult instruments. *BJU Int*. 2014; 113 (5): 801–810. DOI: 10.1111/bju.12506
 23. de la Rosette J.J., Opondo D., Daels F.P., et al. Categorisation of complications and validation of the Clavien score for percutaneous nephrolithotomy. *Eur Urol*. 2012; 62 (2): 246–255. DOI: 10.1016/j.eururo.2012.03.055
 24. Kumar S., Keshavamurthy R., Karthikeyan V.S., Mallya A. Complications after prone PCNL in pediatric, adult and geriatric patients – a single center experience over 7 years. *Int Braz J Urol*. 2017; 43 (4): 704–712. DOI: 10.1590/S1677-5538.IBJU.2016.0563

REFERENCES

1. Alchinbaev M.K. Urolithiasis in the Republic of Kazakhstan. *Sbornik trudov I s'ezda urologov stran SNG i XIV konferentsii molodykh uchenykh-medikov stran SNG, posvyashchennye 25-letiyu nezavisimosti Respubliki Kazakhstan i AO «Nauchnyy tsentr urologii imeni akademika B.U. Dzharbusynova»*. Astana, Kazakhstan; 2016: 8–26. [in Russ.]
2. Grigoriev N.A., Semenyakin I.V., Malkhasyan V.A., et al. Urolithiasis. *Urologia*. 2016; 2 (S2): 37–69. [in Russ.]
3. Kaprin A.D., Apolikhin O.I., Sivkov A.V., et al. Analysis of uro-nephrological morbidity and mortality in the Russian Federation in 2002–2014 according to the official statistics. *Ekspierimentalnaya i klinicheskaya urologiya*. 2016; 3: 4–13. [in Russ.]
4. Brikowski T.H., Lotan Y., Pearle M.S. Climate-related increase in the prevalence of urolithiasis in the United States. *Proc Natl Acad Sci USA*. 2008; 105 (28): 9841–9846. DOI: 10.1073/pnas.0709652105
5. Cramer J.S., Forrest K. Renal lithiasis: Addressing the risks of austere desert deployments. *Aviat Space Environ Med*. 2006; 77 (6): 649–653.
6. Chen Y.K., Lin H.C., Chen C.S., Yeh S.D. Seasonal variations in urinary calculi attacks and their association with climate: A population-based study. *J Urol*. 2008; 179 (2): 564–569. DOI: 10.1016/j.juro.2007.09.067
7. Dallas K.B., Conti S., Liao J.C., et al. Redefining the stone belt: Precipitation is associated with increased risk of urinary stone disease. *J Endourol*. 2017; 31 (11): 1203–1210. DOI: 10.1089/end.2017.0456
8. Apolikhin O.I., Sivkov A.V., Komarova V.A., et al. The incidence of urolithiasis in the Russian Federation (2005–2016). *Klinicheskaya i eksperimental'naya urologiya*. 2018; 4: 4–14. [in Russ.]
9. Martov A.G., Kolpatsinidi F.G., Kyzlasov P.S., et al. A comparative analysis of standard percutaneous and mini-percutaneous nephrolitholapaxy. *Urologicheskiye vedomosti*. 2017; 7 (S): 73–74. [in Russ.]
10. Diri A., Diri B. Management of staghorn renal stones. *Ren Fail*. 2018; 40 (1): 357–362. DOI: 10.1080/0886022X.2018.1459306
11. Zhao Z., Cui Z., Zeng T., et al. Comparison of 1-stage with 2-stage multiple-tracts mini-percutaneous nephrolithotomy

- my for the treatment of staghorn stones: A matched cohorts analysis. *Urology*. 2016; 87: 46–51. DOI: 10.1016/j.urology.2015.09.006
12. Zeng G., Zhao Z., Wan S., et al. Minimally invasive percutaneous nephrolithotomy for simple and complex renal caliceal stones: A comparative analysis of more than 10,000 cases. *J Endourol*. 2013; 27 (10): 1203–1208. DOI: 10.1089/end.2013.0061
 13. Ghani K.R., Sammon J.D., Bhojani N., et al. Trends in percutaneous nephrolithotomy use and outcomes in the United States. *J Urol*. 2013; 190 (2): 558–564. DOI: 10.1016/j.juro.2013.02.036
 14. Mazurenko D.A., Zhivov A.V., Bernikov E.V., et al. Comparative assessment of laser (Ho:YAG) and pneumatic lithotripsy in percutaneous nephrolithotomy of large and coral-like kidney stones of high density. *Laser Medicine*. 2015; 19 (2): 27–29. [In Russ.]. DOI: 10.37895/2071-8004-2015-19-2-27-29
 15. Türk C., Knoll T., Petrik A., et al. Guidelines on urolithiasis. *European Association of Urology*; 2016. URL: <https://uroweb.org/wp-content/uploads/EAU-Guidelines-Urolithiasis-2016-1.pdf>
 16. Desai M., Sun Y., Buchholz N., et al. Treatment selection for urolithiasis: Percutaneous nephrolithotomy, ureteroscopy, shock wave lithotripsy, and active monitoring. *World J Urol*. 2017; 35 (9): 1395–1397. DOI: 10.1007/s00345-017-2030-8
 17. Ganpule A.P., Vijayakumar M., Malpani A., et al. Percutaneous nephrolithotomy (PCNL) a critical review. *Int J Surg*. 2016; 36 (Pt D): 660–664. DOI: 10.1016/j.ijsu.2016.11.028
 18. El-Nahas A.R., Elshal A.M., El-Tabey N.A., et al. Percutaneous nephrolithotomy for staghorn stones: A randomised trial comparing high-power holmium laser versus ultrasonic lithotripsy. *BJU Int*. 2016; 118 (2): 307–312. DOI: 10.1111/bju.13418
 19. Jiao D., Zhang Z., Sun Z., et al. Percutaneous nephrolithotripsy: C-arm CT with 3D virtual navigation in non-dilated renal collecting systems. *Diagn Interv Radiol*. 2018; 24 (1): 17–22. DOI: 10.5152/dir.2017.17079
 20. Knoll T., Daels F., Desai J., et al. Percutaneous nephrolithotomy: Technique. *World J Urol*. 2017; 35 (9): 1361–1368. DOI: 10.1007/s00345-017-2001-0
 21. Wang J., Yang Y., Chen M., et al. Laparoscopic pyelolithotomy versus percutaneous nephrolithotomy for treatment of large renal pelvic calculi (diameter > 2 cm): A meta-analysis. *Acta Chir Belg*. 2016; 116 (6): 346–356. DOI: 10.1080/00015458.2016.1181312
 22. Goyal N.K., Goel A., Sankhwar S.N., et al. A critical appraisal of complications of percutaneous nephrolithotomy in paediatric patients using adult instruments. *BJU Int*. 2014; 113 (5): 801–810. DOI: 10.1111/bju.12506
 23. de la Rosette J.J., Opondo D., Daels F.P., et al. Categorisation of complications and validation of the Clavien score for percutaneous nephrolithotomy. *Eur Urol*. 2012; 62 (2): 246–255. DOI: 10.1016/j.eururo.2012.03.055
 24. Kumar S., Keshavamurthy R., Karthikeyan V.S., Mallya A. Complications after prone PCNL in pediatric, adult and geriatric patients – a single center experience over 7 years. *Int Braz J Urol*. 2017; 43 (4): 704–712. DOI: 10.1590/S1677-5538.IBJU.2016.0563

Конфликт интересов

Авторы заявили об отсутствии конфликта интересов.

Conflict of interest

The authors declare no conflict of interest.

Сведения об авторах

Пак Юрий Георгиевич – руководитель Городского центра урологии, ГКП на ПХВ «Городская многопрофильная больница № 2», Городской центр урологии; e-mail: uropak78@mail.ru; ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-8301-400X>

Калягина Нина Анатольевна – кандидат физических наук, научный сотрудник ФГБУН Федеральный исследовательский центр «Институт общей физики им. А.М. Прохорова Российской академии наук»; доцент кафедры микро-, нано- и биотехнологий, Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-0890-5889>

Ягудаев Даниэль Меерович – доктор медицинских наук, профессор кафедры эндоскопической урологии, ФГАУ ВО «Российский университет дружбы народов» (РУДН); руководитель Центра эндохирургии и малоинвазивных технологий, заведующий отделением, врач — уролог-онколог высшей квалификационной категории, ЧУЗ «Центральная клиническая больница «РЖД-Медицина»

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-5949-6915>

Information about the authors

Pak Yuri – Head of the City Urology Center, Municipal Multidisciplinary Hospital No. 2, Nur-Sultan, Republic of Kazakhstan; e-mail: uropak78@mail.ru; ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-8301-400X>

Kalyagina Nina – PhD, Cand. Sci. (Phys.) Researcher, Institute of General Physics. A.M. Prokhorov of the Russian Academy of Sciences; Associate Professor of the Department of Micro-, Nano- and Biotechnology, National Research Nuclear University MEPhI

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-0890-5889>

Yagudaev Daniel – MD, Dr. Sci. (Med.), Professor of the Department of Endoscopic Urology, Peoples' Friendship University of Russia (RUDN University); Head of the Center for Endosurgery and Minimally Invasive Technologies, Central Clinical Hospital of Russian Railways-Medicine

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-5949-6915>

УДК 616-089.5-031.81

DOI: 10.37895/2071-8004-2021-25-2-22-27

ВОЗМОЖНОСТЬ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ВНУТРИВЕННОГО ЛАЗЕРНОГО ОБЛУЧЕНИЯ КРОВИ ДЛЯ КОРРЕКЦИИ ПРОЦЕССОВ ПЕРОКСИДАЦИИ И АНТИОКСИДАНТНОЙ АКТИВНОСТИ В РЕЗУЛЬТАТЕ ХИРУРГИЧЕСКОГО ДИСТРЕССА

Л.В. Мусихин¹, В.С. Ширяев¹, Ф.М. Шветский¹, В.И. Потиевская², М.Б. Потиевский², Д.С. Горин³, О.И. Бугровская³, А.М. Хосровян³

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

²ФГБУ «Национальный медицинский исследовательский центр радиологии» Министерства здравоохранения Российской Федерации, г. Москва, Россия

³ГБУЗ «Госпиталь для ветеранов войн № 2 Департамента здравоохранения города Москвы», г. Москва, Россия

Резюме

Цель исследования. Выявить протекторное влияние сеансов внутривенного низкоинтенсивного лазерного облучения крови во время оперативных вмешательств в области желчного пузыря, исследовать состояние антиоксидантной активности, перекисного окисления липидов и эндогенной интоксикации.

Материал и методы. В основной (I) группе наблюдения у 40 пациентов в периоперационном периоде применяли традиционные методы лечения, основанные на сочетании применении фармакологических препаратов, и дополнительно – сеансы внутривенного лазерного облучения крови (ВЛОК). У 45 больных контрольной (II) группы применяли только традиционные (фармакотерапевтические) методы периоперационной подготовки. В обеих группах во время хирургического вмешательства анестезиологическую защиту осуществляли методом классической нейролептаналгезии. По возрастному составу больные в сравниваемых группах существенно не отличались. Методика внутривенного лазерного облучения крови применялась с использованием гелий-неонового лазера «Атолл» 632 нм («Фокон», Санкт-Петербург). Во время операции проводили три сеанса облучения при мощности излучения 20 мВт и длительности сеанса 15 мин на различных этапах операции: за 30 мин до вводного наркоза, на травматичном этапе операции и за 30 мин до предполагаемого завершения операции.

Содержание церулоплазмينا и трансферрина в плазме крови определяли методом электронного парамагнитного резонанса. Рассчитывали также величину отношения церулоплазмин/трансферрин, характеризующую уровень антиокислительной активности. Уровень эндогенной интоксикации оценивали по ранее опубликованной методике. Количественной характеристикой эндогенной интоксикации в данном методе является величина оптической плотности (D_{280}) и суммарная оптическая плотность компонентов, относящихся к высокомолекулярным (Φ_{280}^1) и низкомолекулярным (Φ_{280}^2) фракциям.

Результаты. Сеансы ВЛОК у больных нивелируют изменения содержания церулоплазмينا и трансферрина в крови. Полученные данные свидетельствуют также о протекторном влиянии внутривенного лазерного облучения крови на белковые SH-группы либо активации процесса восстановления SH-групп белков, подвергшихся окислению в результате хирургической агрессии и травмы.

Заключение. Протекторное влияние внутривенного лазерного облучения крови позволяет, в дополнение к мерам стандартной предоперационной терапии, оптимизировать фармакологическую анестезиологическую защиту во время выполнения операции при существующих традиционных схемах комбинированной общей анестезии.

Ключевые слова: внутривенное лазерное облучение крови, низкоинтенсивное лазерное излучение, перекисное окисление липидов крови, трансферрин, церулоплазмин

Для цитирования: Мусихин Л.В., Ширяев В.С., Шветский Ф.М., Потиевская В.И., Потиевский М.Б., Горин Д.С., Бугровская О.И., Хосровян А.М. Возможность использования внутривенного лазерного облучения крови для коррекции процессов пероксидации и антиоксидантной активности в результате хирургического дистресса. *Лазерная медицина*. 2021; 25(2): 22–27. <https://doi.org/10.37895/2071-8004-2021-25-2-22-27>

Контакты: Ширяев В.С., e-mail: vovafenan@yandex.ru

POTENTIALS OF INTRAVENOUS LASER BLOOD IRRADIATION TO CORRECT PEROXIDATION AND ANTIOXIDANT ACTIVITY AS A RESULT OF SURGICAL DISTRESS

Musikhin L.V.¹, Shiryayev V.S.¹, Shvetsky F.M.¹, Potievskaya V.I.², Potievsky M.B.², Gorin D.S.³, Bugrovskaya O.I.³, Khosrovyan A.M.³

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

²Research Center of Radiology, Ministry of Health of Russian Federation, Moscow, Russia

³State Hospital for Army Veterans No. 2, Moscow, Russia

Abstract

Purpose: to reveal protective effects of intravenous low-level laser blood irradiation (ILBI) during surgical interventions at the gallbladder as well as to study the state of antioxidant activity, lipid peroxidation and endogenous intoxication.

Material and methods. In the perioperative period, 40 patients from the main group (I) had traditional treatment which included pharmacological preparations and sessions of intravenous laser blood irradiation. 45 patients from the control group (II) had only traditional (pharmacotherapeutic) treatment. In both groups during surgery, the anesthetic protection consisted of classical neuroleptanalgesia. The age of patients in both groups did not differ significantly. Intravenous laser blood irradiation was done with helium-neon laser "Atoll" 632 nm (Fokon Ltd, St-Petersburg, Russia). During surgery, three irradiation sessions were performed at radiation power of 20 mW and exposure 15 minutes at various stages of surgery: 30 minutes before induction of anesthesia, at the traumatic stage and 30 minutes before the expected finish of the surgery.

Ceruloplasmin and transferrin levels in the blood plasma were assessed with the electron paramagnetic resonance technique. The ratio of ceruloplasmin/transferrin which characterizes the level of antioxidant activity was also established. The level of endogenous intoxication was assessed using the previously published technique. The quantitative characteristics of endogenous intoxication by this technique is the value of optical density (D_{280}) and total optical density of components related to high molecular weight and low molecular weight fractions.

Results. ILBI sessions in patients neutralize changes in the level of ceruloplasmin and transferrin in blood. The data obtained also confirm ILBI protective effects at protein SH-groups or activation of the restoration of protein SH-groups that were damaged by oxidation as a result of surgical aggression and trauma.

Conclusion. The protective effect of intravenous laser blood irradiation in addition to the standard preoperative therapy optimizes pharmacological anesthetic protection during surgery under the existing traditional schemes of combined general anesthesia.

Key words: intravenous laser blood irradiation, low-level laser radiation, blood lipid peroxidation, transferrin, ceruloplasmin

For citations: Musikhin L.V., Shiryayev V.S., Shvetsky F.M., Potievskaya V.I., Potievsky M.B., Gorin D.S., Bugrovskaya O.I., Khosrovyan A.M. Potentials of intravenous laser blood irradiation to correct peroxidation and antioxidant activity as a result of surgical distress. *Lazernaya medicina*. 2021; 25(2): 22–27. [In Russ.]. <https://doi.org/10.37895/2071-8004-2021-25-2-22-27>

Contacts: Shiryayev V.S., e-mail: vovafenan@yandex.ru

ВВЕДЕНИЕ

Перекисное окисление липидов (ПОЛ) – это химический процесс, каскад реакций превращения липидов (поступающих с пищей или синтезированных в организме) с участием свободных радикалов – активных заряженных молекул. Так как липиды – компоненты мембран всех клеток организма, реакции перекисного окисления могут приводить к нарушению их структуры и повреждению клетки, что является одним из механизмов патогенеза ряда заболеваний [1]. В организме в роли ингибирующего фактора, то есть сдерживающего реакции ПОЛ, выступает антиоксидантная система. Таким образом, патологические реакции ПОЛ могут иметь место как при чрезмерной активности самих этих процессов, так и при недостаточности работы антиоксидантной системы. В последние годы с целью оценки глубины и выраженности патологического процесса в клинической практике активно изучаются процессы свободно радикального ПОЛ. Повышенный интерес вызван тем, что процессы ПОЛ играют не только важную роль в нормальной физиологии клетки, но и выступают как ранние ключевые звенья патогенеза многих заболеваний и острых состояний [2–6]. В связи с наличием большого количества факторов активации процессов ПОЛ в ходе оперативного вмешательства, общего обезболивания, а также в ближайшем послеоперационном периоде знания об этих процессах приобретают особую актуальность для врача — анестезиолога-реаниматолога [7, 8]. Развитие идеи об участии ПОЛ в патогенезе различных заболеваний позволяет рассматривать процессы перекисидации как универсальный механизм повреждения мембранных структур клетки. Свободные радикалы постоянно присутствуют в тканях и органах в норме, поддерживая определенный уровень свободнорадикального окисления, представляющего составную

часть гомеостатического процесса. Оптимальная скорость ПОЛ регулируется функционированием про- и антиоксидантных систем [9].

В этой связи важным является положение, что ПОЛ не случайность и не исключение, а широко распространенное универсальное явление, которое постоянно происходит в той или иной мере в любой клетке и различных мембранных структурах, хотя и с неодинаковой скоростью [1].

В органах и тканях интенсивность ПОЛ во многом определяется уровнем функционирования ряда ферментативных систем, способных как активировать окисление, так и тормозить его развитие [3, 10].

Между тем длительная активация процессов ПОЛ приводит к развитию синдрома липидной перекисидации, включающего повреждение мембранных липидов, нарушение ресинтеза АТФ, накопление продуктов перекисной денатурации липидов и белков [9].

Накапливаясь в клетке, продукты ПОЛ оказывают системное повреждающее действие, деполимеризуют ДНК, разобщают фосфорилирование. Окисляя SH-группы, продукты перекисидации могут легко инактивировать тиоловые ферменты, участвующие в дыхании и гликолизе. Свободнорадикальные продукты повреждают ДНК в ядрах клеток, что проявляется понижением полимеризации и активации репаративного синтеза ДНК. В результате активации ПОЛ и накопления перекисей происходит ингибирование каталитических центров белков, что делает их недоступными для протеолитических ферментов. Митохондриальное и пероксисомальное окисление жирных кислот способно продуцировать свободные радикалы в печени, и, следовательно, процессы ПОЛ могут привести к изменениям митохондриальной ДНК в окислительном фосфорилировании, которое происходит в митохондриях, вызывая структурные аномалии и истощение аденозинтрифосфата

[10]. Анестезиологическое пособие, защищая больного от операционного стресса, способно неблагоприятно воздействовать на протекание некоторых метаболических процессов, в частности на процессы ПОЛ. В настоящее время известно, что анестетики и препараты, применяющиеся при анестезии, могут ингибировать процессы ПОЛ или способствовать их активации. Действие большинства анестетиков осуществляется непосредственно через изменения физико-химических свойств биомембраны [11]. Применение внутривенного низкоинтенсивного лазерного облучения (ВЛОК) существенно улучшает результаты традиционной фармакокоррекции, оптимизируя ряд показателей во время подготовки пациентов к хирургическому вмешательству, в период хирургического вмешательства и общей анестезии [12].

Таким образом, продукты перекисного окисления липидов, накапливаясь в организме, играют важную роль в патогенезе эндотоксикоза. Однако самым важным индуктором эндотоксикоза являются продукты деградации белка, так называемые средние молекулы (СМ), имеющие молекулярную массу от 500 до 5000 дальтон (внесистемная единица, применяемая для масс молекул, $1/12$ атома углерода).

Важной защитной функцией организма является антиокислительная активность (АОА) крови. АОА предотвращает неконтролируемое перекисное окисление липидных и белковых компонентов клеток и биологических жидкостей, защищая мембраны и биологически активные соединения от повреждений.

Общий пул АОА формируется из нескольких низко- и высокомолекулярных компонентов. Одними из основных среди них являются церулоплазмин (ЦП), называемый также ферроксидазой, и трансферрин (ТФ). Церулоплазмин представляет собой медьсодержащий белок плазмы крови, проявляющий активность к соединениям, выступающим инициаторами перекисного окисления – двухвалентному железу и активированным формам кислорода. Поэтому АОА плазмы крови связана с концентрацией ЦП прямой пропорциональной зависимостью. Другим компонентом АОА крови является трансферрин, представляющий собой железотранспортный белок и относящийся к так называемым «белкам острой фазы». АОА трансферрина обусловлена его способностью связывать свободное железо – мощный эндогенный прооксидант. Вместе с традиционно используемыми методами оценки перекисного окисления определение трансферрина все чаще используют для характеристики АОА.

Цель работы: выявить протекторное влияние сеансов внутривенного низкоинтенсивного лазерного облучения крови во время оперативных вмешательств в области желчного пузыря, исследовать состояние антиоксидантной активности, ПОЛ и эндогенной интоксикации.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

Работа основана на данных обследования 85 пациентов (59 женщин, 26 мужчин), оперированных в плановом порядке на клинической базе ФГБУ «ГНЦ ЛМ ФМБА России».

В основной (I) группе наблюдения у 40 пациентов в периоперационном периоде применяли комбинированные методы лечения, основанные на сочетанном применении фармакологических препаратов и сеансов ВЛОК. У 45 больных контрольной (II) группы применяли традиционные (фармакотерапевтические) методы периоперационной подготовки без проведения сеансов ВЛОК. В обеих группах во время хирургического вмешательства (холецистэктомии) анестезиологическую защиту осуществляли методом классической нейролептаналгезии. По возрастному составу больные в сравниваемых группах существенно не отличались: средний возраст больных основной группы составил $57,32 \pm 1,68$ года, в контрольной группе – $56,77 \pm 2,23$ года. Средняя масса тела у больных основной группы составила $68,7 \pm 1,32$ кг, в контрольной группе – $69,5 \pm 1,49$ кг.

У 40 пациентов основной группы в период выполнения хирургического вмешательства анестезиологическая защита (НЛА) была дополнена сеансами ВЛОК, которое проводилось с использованием гелий-неонового лазера «Атолл» 632 нм («Фокон», Россия). Сеансы ВЛОК проводили на всех этапах периоперационного периода. Во время операции проводили 3 сеанса облучения при мощности излучения 20 мВт и длительности сеанса 15 мин на различных этапах операции:

- *первый сеанс* за 30 мин до вводного наркоза – для улучшения показателей вегетативного статуса, микроциркуляции, гемореологии и иммунитета;

- *второй сеанс* на травматичном этапе операции – для улучшения адаптационных механизмов больного, снижения реакции организма на хирургический дистресс;

- *третий сеанс* за 30 мин до предполагаемого завершения операции – для снижения содержания в крови продуктов ПОЛ, улучшения показателей гемореологии и микроциркуляции, оптимизации тканевого обмена.

МЕТОДЫ ИЗУЧЕНИЯ АОА, ПОЛ И СМ

Содержание церулоплазмينا (ЦП) и трансферрина (ТФ) в плазме крови определяли методом электронного парамагнитного резонанса (ЭПР). Рассчитывали также величину отношения ЦП/ТФ, характеризующую уровень АОА. Уровень эндогенной интоксикации оценивали по ранее опубликованной методике [11]. Количественной характеристикой эндогенной интоксикации в данном методе является величина оптической плотности (D_{280}) и суммарная оптическая плотность компонентов, относящихся к высокомолекулярным (Φ^1_{280}) и низкомолекулярным (Φ^2_{280}) фракциям.

Статистическую обработку всех полученных данных осуществляли в среде MS Windows 2003 с применением пакета компьютерных программ Excel.

АНЕСТЕЗИОЛОГИЧЕСКАЯ ЗАЩИТА

Накануне хирургического вмешательства для обеспечения психического покоя и комфорта всем пациентам назначали феназепам (0,5–1,0 мг) или нозепам (15–20 мг). Стандартную премедикацию (за 30–40 мин до вмешательства) всем больным осуществляли внутримышечным введением традиционных фармпрепаратов: 0,1%-ный раствор атропина – 1 мг; 2%-ный раствор промедола – 20 мг; 1%-ный раствор димедрола – 10 мг. Индукция в наркоз: в основном индукцию проводили внутривенным 5–10 мг дормикума или 100–150 мг пропофола, 100–200 мг фентанила. Расход препаратов на 1 кг массы больного не имел существенных различий в обеих группах. Для интубации трахеи использовали миорелаксанты деполяризующего механизма действия из расчета 2 мг на 1 кг массы. Для поддержания миоплегии в течение всей операции применяли ардуан путем дробного введения в дозе 1–2 мг через каждые 40–45 мин. Основной наркоз проводили газовой смесью закиси азота с кислородом в соотношении (2 : 1) – (3 : 1) в сочетании с препаратами для нейролептаналгезии. В качестве наркотического анальгетика использовали 0,005%-ный раствор фентанила в дозе 0,05 мг через 20 мин. Дроперидол применяли с учетом динамики артериального давления, травматичности и длительности оперативного вмешательства.

Отличием в проводимом лечении было использование у пациентов основной группы внутривенного лазерного облучения в качестве нефармакологической составляющей.

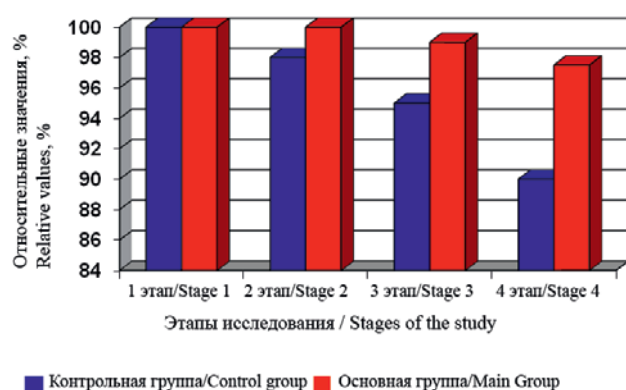


Рис. 1. Изменения относительного содержания трансферрина у пациентов обеих групп на этапах операции и общей анестезии. 1-й этап – исходные показатели, 2-й этап – начало операции, 3-й этап – травматичный этап операции, 4-й этап – конец операции и общей анестезии

Fig. 1. Changes in the relative content of transferrin in patients of both groups at surgical stages and at general anesthesia. Stage 1 – initial findings, Stage 2 – beginning of surgery; Stage 3 – traumatic stage of surgery; Stage 4 – end of surgery and general anesthesia

РЕЗУЛЬТАТЫ

Включение ВЛОК в качестве компонента консервативной терапии способствовало более раннему купированию болевого синдрома и признаков острого воспалительного процесса у пациентов основной группы от начала терапии ($36,0 \pm 2,5$ ч.). В контрольной группе эффект консервативной терапии проявлялся через $44,0 \pm 3,0$ ч. Через 72 часа уровень средних молекул у больных контрольной и основной групп соответствовал значениям $0,380 \pm 0,031$ и $0,332 \pm 0,032$ соответственно.

Как показали исследования, операционный дистресс приводит к снижению содержания трансферрина, а следовательно, и к снижению антиокислительной активности крови. На рисунке 1 представлены изменения относительного содержания трансферрина в плазме крови на различных этапах хирургического вмешательства. Снижение антиокислительной активности, о которой свидетельствуют данные рисунка 1, наблюдалось у пациентов обеих групп, однако в группе с внутривенным лазерным облучением крови эти изменения были выражены в меньшей степени.

На рисунке 2 представлены результаты относительных изменений содержания ЦП в процессе операции. Представленные результаты демонстрируют, что в ходе оперативного вмешательства у пациентов контрольной группы содержание ЦП в крови увеличивалось, вероятно, в ответ на накопление эндогенных субстратов (железа, активных форм кислорода, катехоламинов и др.). К концу операции содержание ЦП, снижающееся ниже исходного уровня, видимо, является свидетельством истощения его запасов у пациентов контрольной группы.

Сеансы ВЛОК у больных, по полученным нами данным, нивелируют изменения содержания ЦП в крови. Как видно на рис. 2, на протяжении всей операции в этих

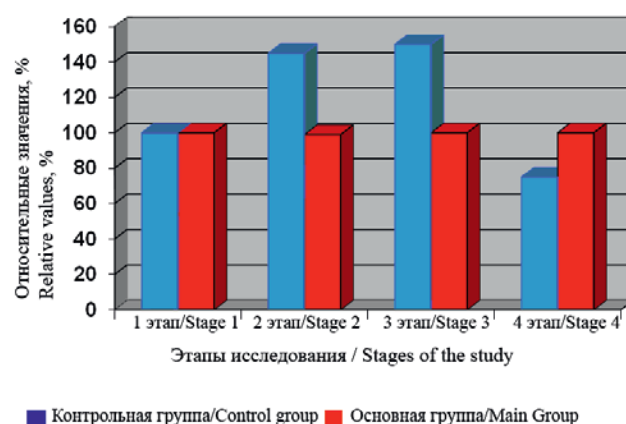


Рис. 2. Относительные изменения церулоплазмينا в крови у пациентов обеих групп в процессе операции и общей анестезии. 1-й этап – исходные показатели, 2-й этап – начало операции, 3-й этап – травматичный этап операции, 4-й этап – конец операции и общей анестезии

Fig. 2. Relative changes of ceruloplasmin in blood of patients from both groups during surgery and general anesthesia. Stage 1 – initial findings, Stage 2 – beginning of surgery, Stage 3 – traumatic stage of surgery, Stage 4 – end of surgery and general anesthesia

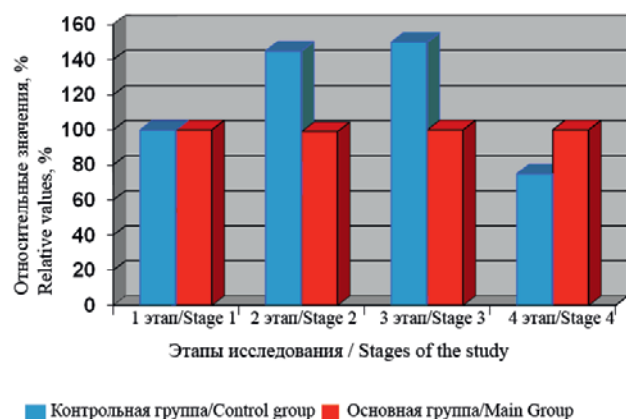


Рис. 3. Относительные изменения уровня средних молекул у пациентов обеих групп во время операции и анестезии. 1-й этап – исходные показатели, 2-й этап – начало операции, 3-й этап – травматичный этап операции, 4-й этап – конец операции и общей анестезии

Fig. 3. Relative changes in the level of average molecules in patients of both groups during surgery and anesthesia. Stage 1 – initial findings, Stage 2 – beginning of surgery, Stage 3 – traumatic stage of surgery, Stage 4 – end of surgery and general anesthesia

условиях содержание ЦП практически не изменялось. Полученные у пациентов основной группы данные свидетельствуют, с нашей точки зрения, о подавлении в условиях лазерного облучения индуцируемого операционным дистрессом выброса эндогенных субстратов. То есть в результате стабилизирующего действия лазерного облучения, очевидно, в организме отпадает необходимость вывода дополнительных количеств ЦП из депо.

На рисунке 3 представлены результаты определения уровня средних молекул на различных этапах исследования.

Проведенные нами исследования позволили обнаружить в контрольной группе пациентов заметную отчетливую тенденцию к росту уровня эндогенной интоксикации. Так, на третьем этапе прирост концентрации средних молекул составил 8 %, а к концу операции и анестезии – 17 %. У пациентов, которым проводили сеансы ВЛОК, уровень средних молекул оставался стабильным на протяжении всей операции и только на завершающем этапе превысил исходные значения на 3 %.

Одной из «мишеней» окислительных процессов, индуцируемых хирургической агрессией, являются также и белковые SH-группы. Следует указать, что исходный уровень белковых SH-групп у пациентов в обеих группах существенно не отличался. Во время хирургического вмешательства у больных, которым не проводили протекторных сеансов ВЛОК, мы отметили снижение уровня SH-групп с $0,129 \pm 0,03$ (исходные данные) до $0,075 \pm 0,021$ (травматичный этап операции). У пациентов основной группы была отмечена отчетливая тенденция к увеличению уровня SH-групп с $0,084 \pm 0,029$ (исходные данные) до $0,128 \pm 0,033$ (травматичный этап операции).

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Внутривенное низкоинтенсивное лазерное облучение крови является одним из современных эффективных нефармакологических методов воздействия, позволяющих за счет поливалентного воздействия на организм осуществить адекватную коррекцию имеющихся сдвигов ряда показателей гомеостаза, стимулировать внутренние резервы и снизить фармакологическую нагрузку на пациента в периоперационных периодах.

Протекторное влияние внутривенного лазерного облучения крови позволяет, в дополнение к мерам стандартной предоперационной терапии, оптимизировать фармакологическую анестезиологическую защиту во время выполнения операции при существующих традиционных схемах комбинированной общей анестезии.

ЛИТЕРАТУРА

1. Gaschler M.M., Stockwell B.R. Lipid peroxidation in cell death. *Biochem Biophys Res Commun*. 2017; 482 (3): 419–425. DOI: 10.1016/j.bbrc.2016.10.086
2. Щербак В.А. Перекисное окисление липидов желчи при хронических гастродуоденитах у детей. *Актуальные проблемы клинической и экспериментальной медицины*. 2018: 130–132.
3. Колесникова Л.И., Рычкова Л.В., Колесников С.И. и др. Оценка системы липопероксидации и антиоксидантной защиты у мальчиков-подростков с экзогенно-конституциональным ожирением с использованием коэффициента окислительного стресса. *Вопросы питания*. 2018; 87 (1): 28–34. DOI: 10.24411/0042-8833-2018-10003
4. Колесникова Л.И., Даренская М.А., Рычкова Л.В. и др. Антиоксидантный статус у подростков-представителей малых сибирских этносов. *Журнал эволюционной биохимии и физиологии*. 2018; 54 (2): 116–121.
5. Оксенюк О.С., Калмыкова Ю.А., Смирнова О.Б. и др. Роль окислительного стресса в развитии хронической болезни почек и способы его оценки. *Журнал фундаментальной медицины и биологии*. 2016; (1): 15–24.
6. Разина А.О., Руненко С.Д., Ачкасов Е.Е. Проблема ожирения: современные тенденции в России и в мире. *Вестник Российской академии медицинских наук*. 2016; 71 (2): 154–159. DOI: 10.15690/vramn655
7. Сумин С.А., Авдеева Н.Н., Быстрова Н.А. и др. Структурно-функциональные свойства эритроцитов при использовании различных методов многокомпонентной общей анестезии при лапароскопической холецистэктомии у больных желчнокаменной болезнью. *Анестезиология и реаниматология*. 2016; 4 (61): 296–300. DOI: 10.18821/0201-7563-2016-61-4-296-300
8. Малышев В.Д., Потапов А.Ф. Нарушение процессов перекисного окисления липидов у хирургических больных на этапах лечения. *Анестезиология и реаниматология*. 1994; (6): 53–59.
9. Журавлев А.И., Зубкова С.М. Антиоксиданты. Свободно-радикальная патология. М.: МГАВМиБ – МВА имени К.И. Скрябина; 2008: 269 с.
10. Fucho R., Casals N., Serra D., Herrero L. Ceramides and mitochondrial fatty acid oxidation in obesity. *FASEB J*. 2017; 31 (4): 1263–1272. DOI: 10.1096/fj.201601156R

11. Рябов Г.А., Азизов Ю.М., Пасечник И.Н., Крылов В.В., Цветков Д.С. Окислительный стресс и эндогенная интоксикация у больных в критическом состоянии. *Вестник интенсивной терапии*. 2002; (4): 4–7.
12. Смольников П.В., Ширяев В.С., Мусихин Л.В. и др. Низкоинтенсивная лазерная терапия в гериатрической практике анестезиологии-реаниматологии. *Лазерная медицина*. 2015; 19 (4): 11–18. DOI: 10.37895/2071-8004-2015-19-4-11-18

REFERENCE

1. Gaschler M.M., Stockwell B.R. Lipid peroxidation in cell death. *Biochem Biophys Res Commun*. 2017; 482 (3): 419–425. DOI: 10.1016/j.bbrc.2016.10.086
2. Shcherbak V.A. Bile lipid peroxidation in chronic gastroenteritis in children. *Actual problems of clinical and experimental medicine*. 2018; 130–132. [In Russ.]
3. Kolesnikova L.I., Rychkova L.V., Kolesnikov S.I. The evaluation of lipid peroxidation system and antioxidant defense in adolescent boys with exogenously constitutive obesity with using the coefficient of oxidative stress. *Voprosy pitaniya*. 2018; 87 (1): 28–34. [In Russ.]. DOI: 10.24411/0042-8833-2018-10003
4. Kolesnikova L.I., Darenskaya M.A., Rychkova L.V., et al. Antioxidant status in adolescents of small Siberian ethnoses. *J Evol Biochem Physiol*. 2018; 54 (2): 116–121. [In Russ.]
5. Oksenyuk O.S., Kalmykova Yu.A., Smirnova O.B., et al. The role of oxidative stress in the development of chronic kidney diseases and ways of its evaluation. *Zhurnal fundamental'noy meditsiny i biologii*. 2016; (1): 15–24. [In Russ.]
6. Razina A.O., Runenko S.D., Achkasov E.E. Obesity problems: Current trends in Russia and in the world. *Vestnik Rossiiskoi akademii meditsinskikh nauk (Annals of the Russian Academy of Medical Sciences)*. 2016; 71 (2): 154–159. [In Russ.]. DOI: 10.15690/vramn655
7. Sumin S.A., Avdeeva N.N., Bystrova N.A., et al. Structural and functional properties of erythrocytes when using various methods of multicomponent general anesthesia in laparoscopic cholecystectomy in patients with cholelithiasis. *Anesteziologiya i reanimatologiya (Russian Journal of Anesthesiology and Reanimatology)*. 2016; 4 (61): 296–300. [In Russ.]. DOI: 10.18821/0201-7563-2016-61-4-296-300
8. Malyshev V.D., Potapov A.F. Disorders of lipid peroxidation processes in surgical patients at the stages of treatment. *Anesteziologiya i reanimatologiya (Russian Journal of Anesthesiology and Reanimatology)*. 1994; (6): 53–59. [In Russ.]
9. Zhuravlev A.I., Zubkova S.M. Antioxidants Free radical pathology. Moscow; 2008: 269 p. [In Russ.]
10. Fucho R., Casals N., Serra D., Herrero L. Ceramides and mitochondrial fatty acid oxidation in obesity. *FASEB J*. 2017; 31 (4): 1263–1272. DOI: 10.1096/fj.201601156R
11. Ryabov G.A., Azizov Yu.M., Pasechnik I.N., Krylov V.V., Tsvetkov D.S. Oxidative stress and endogenous intoxication in critically ill patients. *Vestnik intensivnoy terapii*. 2002; (4): 4–7. [In Russ.]
12. Smolnikov P.V., Shirajev V.S., Musikhin L.V., et al. Low-intensity laser therapy in the geriatric practice of anesthesiologists-reanimatologists. *Laser Medicine*. 2015; 19(4): 11–18. [In Russ.]. DOI: 10.37895/2071-8004-2015-19-4-11-18

Конфликт интересов

Авторы заявили об отсутствии конфликта интересов.

Conflict of interest

The authors declare no conflict of interest.

Сведения об авторах

Мусихин Леонид Венедиктович – кандидат медицинских наук, ведущий научный сотрудник отделения анестезиологии и реаниматологии, ФГБУ «Государственный научный центр лазерной медицины им. О.К. Скобелкина Федерального медико-биологического агентства», г. Москва, Россия; e-mail: lmussini365@yandex.ru; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-7223-5330>

Ширяев Владимир Сергеевич – кандидат медицинских наук, руководитель отделения анестезиологии и реаниматологии, ФГБУ «Государственный научный центр лазерной медицины им. О.К. Скобелкина Федерального медико-биологического агентства», г. Москва, Россия; e-mail: vovafenan@yandex.ru; ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3113-0580>

Шветский Филипп Михайлович – кандидат медицинских наук, старший научный сотрудник отделения анестезиологии и реаниматологии, ФГБУ «Государственный научный центр лазерной медицины им. О.К. Скобелкина Федерального медико-биологического агентства», г. Москва, Россия; e-mail: shvetsky@mail.ru; ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2954-5007>

Потиевская Вера Исааковна – доктор медицинских наук, главный научный сотрудник ФГБУ «Национальный медицинский исследовательский центр радиологии» Министерства здравоохранения Российской Федерации, г. Москва, Россия, заведующая кардиологическим отделением Московского научного исследовательского онкологического института им. П.А. Герцена – филиала ФГБУ «Национальный медицинский исследовательский центр радиологии» Министерства здравоохранения Российской Федерации, г. Москва, Россия; e-mail: vera.pot@mail.ru; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-2459-7273>

Потиевский Михаил Борисович – ординатор, ФГБУ «Национальный медицинский исследовательский центр радиологии» Министерства здравоохранения Российской Федерации, г. Москва, Россия; e-mail: mikhaipotievsky@yandex.ru; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-8514-8295>

Горин Дмитрий Семенович – врач, ГБУЗ «Госпиталь для ветеранов войн № 2 Департамента здравоохранения города Москвы», г. Москва, Россия; e-mail: dodgy13@mail.ru; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-2803-8727>

Бугровская Ольга Ивановна – заведующая отделением реанимации, ГБУЗ «Госпиталь для ветеранов войн № 2 Департамента здравоохранения города Москвы», г. Москва, Россия; e-mail: doaa@bk.ru; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-8872-0402>

Хосровян Ашкен Мавровна – кандидат медицинских наук, врач, ГБУЗ «Госпиталь для ветеранов войн № 2 Департамента здравоохранения города Москвы», г. Москва, Россия; e-mail: ashka13@list.ru; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-2705-7264>

Information about the authors

Musikhin Leonid – Cand. Sci. (Med.), Leading Researcher at the Department of Anesthesiology and Resuscitation, Skobelkin State Scientific Center of Laser Medicine, Moscow, Russia; e-mail: lmussini365@yandex.ru; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-7223-5330>

Shiryayev Vladimir – Cand. Sci. (Med.), the Head of the Department of Anesthesiology and Resuscitation, Skobelkin State Scientific Center of Laser Medicine, Moscow, Russia; e-mail: vovafenan@yandex.ru; ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3113-0580>

Philip Shvetsky – Cand. Sci. (Med.), Senior Researcher at the Department of Anesthesiology and Resuscitation, Skobelkin State Scientific Center of Laser Medicine, Moscow, Russia; e-mail: shvetsky@mail.ru; ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2954-5007>

Potievskaya Vera – Dr. Sci. (Med.), Chief Researcher, Research Center of Radiology, Ministry of Health of Russian Federation, Moscow, Russia; e-mail: vera.pot@mail.ru; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-2459-7273>

Potievsky Mikhail – Postgraduate, Research Center of Radiology, Ministry of Health of Russian Federation, Moscow, Russia; e-mail: mikhaipotievsky@yandex.ru; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-8514-8295>

Gorin Dmitry – Physician, State Hospital for Army Veterans No. 2, Moscow, Russia; e-mail: dodgy13@mail.ru; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-2803-8727>

Bugrovskaya Olga – Head of the Intensive Care Unit, State Hospital for Army Veterans No. 2, Moscow, Russia; e-mail: doaa@bk.ru; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-8872-0402>

Khosrovyan Ashken – Cand. Sci. (Med.), Physician, State Hospital for Army Veterans No. 2, Moscow, Russia; e-mail: ashka13@list.ru; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-2705-7264>

УДК 616.089.818.6: 621.373.826

DOI: 10.37895/2071-8004-2021-25-2-28-40

УЛУЧШЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ЛЕЧЕНИЯ ПАЦИЕНТОВ С ГНОЙНЫМИ ЗАБОЛЕВАНИЯМИ ПАЛЬЦЕВ И КИСТИ ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ ЛАЗЕРНОГО ИЗЛУЧЕНИЯ И ФОТОДИНАМИЧЕСКОЙ ТЕРАПИИ

Ю.Л. Чепурная¹, Г.Г. Мелконян^{1,2}, Н.Т. Гульмурадова¹, А.А. Сорокин¹

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

²ФГБОУ ДПО «Российская медицинская академия непрерывного профессионального образования»
Министерства здравоохранения Российской Федерации, г. Москва, Россия

Резюме

Несмотря на прогресс в развитии хирургии и фармацевтики, гнойная патология кисти многие годы не теряет лидирующих позиций среди всех заболеваний, с которыми пациенты обращаются в медицинские учреждения. На протяжении многих лет происходит развитие медицинской помощи таким пациентам. Высокая социальная и экономическая значимость данной проблемы заставляет современных хирургов продолжать поиск новых направлений для улучшения результатов лечения пациентов с гнойными заболеваниями кисти, затрагивая не только оперативную технику, но и послеоперационное ведение ран.

Цель исследования: изучение результатов лечения пациентов с гнойными заболеваниями кисти с применением фотодинамической терапии и лазерной некрэктомии.

Проведен анализ лечения гнойных заболеваний кисти у 198 пациентов, поступивших в отделение гнойной хирургии ГБУЗ «Городская клиническая больница № 4 Департамента здравоохранения г. Москвы». Всех пациентов в исследовании разделили на четыре группы в зависимости от метода. В 1-й группе ($n = 53$) после операции рану ушивали и устанавливали дренажно-промывную систему (ДПС); во 2-й группе ($n = 50$) рану вели открыто в связи с наличием противопоказаний к наложению швов; больным 3-й группы ($n = 46$) некрэктомию выполняли лазерным лучом, после чего на рану накладывали швы и ДПС; в 4-й группе ($n = 49$) рану не ушивали, вели под антисептическими повязками (так же как во 2-й группе) в связи с наличием противопоказаний, но выполняли сеанс фотодинамической терапии в раннем послеоперационном периоде.

Проанализированы различные аспекты влияния лазерных технологий: динамика раневого процесса, изменение размеров раневого дефекта, уровень болевого синдрома согласно визуальной аналоговой шкале, изменения в клиническом анализе крови, изменения в цитологической картине экссудата из ран, влияние на микрофлору раны.

Отмечено ускорение заживления раневого дефекта у всех пациентов, которым проводилось лечение с использованием лазерных технологий, что повлияло и на сроки стационарного пребывания. Влияние лазерного излучения положительно отразилось и на изменениях цитологической и микробиологической картин раневого экссудата, о чем свидетельствовало уменьшение количества раневого детрита и микробных тел в ране. Пациенты, в лечении которых использовали лазер, отметили также уменьшение болевого синдрома сразу после применения методики.

По результатам исследования установлено положительное влияние лазерной некрэктомии при применении ДПС на течение раневого процесса, а применение фотодинамической терапии существенно улучшило результаты лечения пациентов с открытым ведением ран кисти и пальцев. Методики с применением лазерного излучения имеют широкие перспективы для использования в гнойной хирургии кисти.

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

Для цитирования: Чепурная Ю.Л., Мелконян Г.Г., Гульмурадова Н.Т., Сорокин А.А. Улучшение результатов лечения пациентов с гнойными заболеваниями пальцев и кисти при использовании лазерного излучения и фотодинамической терапии. *Лазерная медицина*. 2021; 25(2): 28–40. <https://doi.org/10.37895/2071-8004-2021-25-2-28-40>

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

IMPROVING THE RESULTS OF TREATMENT OF PATIENTS WITH PURULENT DISEASES OF FINGERS AND HANDS USING LASER IRRADIATION AND PHOTODYNAMIC THERAPY

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

¹State Clinical Hospital No. 4, Moscow, Russia

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

Abstract

Despite the evolution in modern surgery and in pharmaceutical industry, purulent pathology of the hand is occupying a leading position for many years among all diseases with which patients are admitted to hospitals. Over the years, medical care for such patients has been improving. A high social and economic significance of this problem makes surgeons to continue searches of new directions not only in surgical techniques, but also in postoperative wound management to improve outcomes in patients with purulent diseases of the hand.

The purpose of this work is to assess results of care of patients with purulent finger and hand diseases treated with laser light necrectomy and photodynamic therapy.

A comparative analysis of wound process dynamics and treatment outcomes in 198 patients with hand purulent diseases who had been admitted to Moscow City Hospital No. 4 was made by the authors. All patients were divided into four groups depending on the curative modality. In Group 1 ($n = 53$), a wound was sutured after surgery, and a drainage-lavage system (DLS) was installed; in Group 2 ($n = 50$), a wound was not sutured because of contraindications to suturing; in Group 3 ($n = 46$), patients had laser necrectomy after which a wound was sutured and DLS was installed; in Group 4 ($n = 49$), a wound was not sutured because of contraindications like in Group 2, but it was treated with antiseptic dressings and photodynamic therapy at an early postoperative period.

Various aspects of the effectiveness of laser techniques have been analyzed: dynamics of wound healing, changes in wound defect size, level of pain syndrome assessed by VAS, changes in clinical blood tests, changes in wound exudate cytological picture as well as changes in wound microflora.

Acceleration of wound healing was noted in all patients who were treated with laser light what, consequently, shortened their inpatient stay. Laser light also changed cytological and microbiological patterns of wound exudate, as evidenced by the decrease of wound detritus and by the decrease of microbial content in the wound. In patients, who were treated with laser light, less pain syndrome was registered immediately after laser technique application.

The obtained findings demonstrate a positive effect of laser necrectomy with DLS at wound process as well. Photodynamic therapy significantly improved results in patients with open wound management on the hand and fingers. Laser techniques have good perspectives in purulent surgery of the hand.

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

For citations: Chepurnaya Y.L., Melkonyan G.G., Gulmuradova N.T., Sorokin A.A. Improving the results of treatment of patients with purulent diseases of fingers and hands using laser irradiation and photodynamic therapy. *Lazernaya medicina*. 2021; 25(2): 28–40. [In Russ.]. <https://doi.org/10.37895/2071-8004-2021-25-2-28-40>

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

ВВЕДЕНИЕ

Несмотря на прогресс в развитии современной хирургии и фармацевтики, гнойная патология кисти многие годы не теряет лидирующих позиций среди всех заболеваний, с которыми пациенты обращаются в медицинские учреждения [1–3]. На протяжении многих лет происходит развитие медицинской помощи таким пациентам. Радикальные изменения произошли не только в хирургической технике, но и в предоперационном обследовании, ведении послеоперационного периода, расширился спектр реабилитационных мероприятий.

В качестве операционной методики методом выбора лечения флегмон и панарициев является техника ведения ран под швами с наложением дренажно-промывной системы (ДПС). Однако существует ряд медицинских противопоказаний к данной технике, и по-прежнему часть ран у пациентов с гнойными заболеваниями кисти хирурги вынуждены вести открытым способом. Кроме того, результаты наложения ДПС зачастую также остаются неудовлетворительными [4].

Высокая социальная и экономическая значимость данной проблемы заставляет современных хирургов продолжать поиск новых направлений для улучшения результатов лечения пациентов с гнойными заболеваниями кисти, затрагивая не только оперативную технику, но и послеоперационное ведение ран.

Положительные результаты в лечении пациентов неоднократно демонстрировали исследователи, использовавшие в своих работах лазерное излучение. В различных областях современной медицины применяют высокоэнергетическое лазерное излучение, в том числе и в качестве скальпеля в гнойной хирургии для выполнения некрэктомии и стерилизации раневой поверхности. Использование лазерной некрэктомии существенно улучшает течение раневого процесса,

ускоряет заживление раны, способствует раннему очищению раневого дефекта от фибринового детрита и экссудата [5–7].

Также эффективным методом лечения является фотодинамическая терапия (ФДТ), которая нашла широкое применение в онкологии и гнойной хирургии [8–11].

Использование фотодинамической терапии на послеоперационном этапе позволяет сократить срок заживления раны, способствует раннему появлению грануляций, формированию мягкого рубца, оказывает противомикробное воздействие в ране [12–15].

Однако работ по применению лазерного излучения у пациентов с гнойными заболеваниями кисти крайне мало, что и послужило причиной данного исследования.

Цель данного исследования: изучение результатов лечения пациентов с гнойными заболеваниями кисти с применением фотодинамической терапии и лазерной некрэктомии.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

На базе гнойного хирургического и клинко-диагностического отделений ГБУЗ ГKB № 4 ДЗМ в период с 2017 по 2020 г. провели анализ результатов обследования и лечения 198 пациентов от 18 до 90 лет с гнойными заболеваниями пальцев и кисти.

В исследование включали пациентов со всеми формами гнойной патологии кисти (табл. 1).

Наиболее часто встречавшейся патологией являлись глубокие формы панариция (40,4 %), поверхностные формы встречались реже, что объясняется быстрым прогрессированием данных форм в более тяжелые при отсутствии адекватного лечения. Треть больных (35,3 %) находились на стационарном лечении по поводу флегмон кисти.

Пациентов в исследовании разделили на четыре группы методом случайных чисел (табл. 2). Всем

Таблица 1

Распределение пациентов по видам гнойной патологии кисти

Table 1

Distribution of patients by the type of hand purulent pathology

Вид патологии Types of diseases	Пол/Sex		Всего Total	%
	мужчины men	женщины women		
Поверхностные формы панариция Superficial forms of paronychia	21	18	39	19,7
Глубокие формы панариция Deep forms of paronychia	56	24	80	40,4
Фурункулы и карбункулы пальцев Furuncles and carbuncles of fingers	8	1	9	4,5
Флегмона кисти Hand phlegmon	29	20	49	24,7
Тяжелые формы флегмон кисти Severe forms of hand phlegmons	16	5	21	10,6
Всего Total	130	68	198	100

Таблица 2

Способ ведения послеоперационной раны

Table 2

Types of postoperative care

Группа Group		Способ ведения раны Type of wound care	Число больных Number of patients	%
Контрольная Control	1	Установка ДПС Drainage-lavage system	53	26,8
	2	Открытое ведение раны Open wound management	50	25,3
Исследуемая Experimental	3	Установка ДПС + некрэктомия лазером интраоперационно Drainage-lavage system + intraoperative necrectomy with laser scalpel	46	23,2
	4	Открытое ведение раны + фотодинамическая терапия Open wound care + photodynamic therapy	49	24,7

пациентам выполняли оперативное лечение, части пациентов устанавливали дренажно-промывную систему (1-я и 3-я группы), из них 46 (23,2 %) пациентов оперировали с применением некрэктомии высокоэнергетическим лазером «Ланцет-1» (Россия).

У пациентов, которым установить ДПС не представлялось возможным, применяли открытое ведение раны (2-я и 4-я группы). В 49 (24,7 %) случаях в послеоперационном периоде выполняли сеанс ФДТ лазерным аппаратом «Аткус-2» (ЗАО «Полупроводниковые приборы», Санкт-Петербург) с длиной волны $661 \pm 0,3$ нм с использованием фотосенсибилизатора «Фотодитазин» (ООО Вета-гранд) в форме 1%-го геля-пенетратора в виде аппликации из расчета 1 мл геля на 1–5 см² раневой поверхности. Экспозиция препарата в ране составляла 30 минут в бессветовых условиях, согласно инструкции производителя.

В две контрольные группы (1-я и 2-я) включили 103 пациента, из которых 53 (26,8 %) получили

лечение по традиционной методике с постановкой ДПС, 50 (25,3 %) пациентам рану не ушивали, а вели под повязками с антисептиками.

Объем и характер оперативного вмешательства определяли с учетом распространенности и локализации гнойного очага, и они отличались в зависимости от нозологической формы. Наложение первичных швов с дренажно-промывной системой считали методом выбора, который следует выполнять после полноценной некрэктомии, гемостаза и при отсутствии выраженного перифокального воспаления. Однако при невозможности первичного закрытия раны целесообразно ее открытое ведение с последующим наложением первично-отсроченных, ранних или поздних вторичных швов. Довольно часто встречались случаи распространенного диффузного гнойного поражения, при котором одномоментная радикальная некрэктомия была технически невозможна. Выраженный отек тканей, поражение кожи вплоть до некроза на всю ее

толщу заставляли прибегать к открытому ведению раны. Наличие укушенных ран, выраженной инфильтрации окружающих тканей являлись противопоказаниями к наложению швов. В таких случаях рану дренировали марлевыми турундами и в дальнейшем вели открыто. Разумное применение открытого ведения ран или закрытого способа, а в определенных случаях – их сочетание, позволяли добиться хороших результатов.

Отбор всех пациентов в исследуемых группах проводили методом случайной выборки. Все больные в исследовании сопоставимы по возрасту, полу, локализации, распространенности и тяжести гнойного поражения, сопутствующим заболеваниям.

По результатам анализа частоты заболеваемости у различных групп профессий в зависимости от пола, гнойные заболевания кисти чаще всего встречались у людей трудоспособного возраста от 20 до 60 лет, из них 105 (53 %) мужчин, 42 (21 %) женщины. Наиболее часто гнойными заболеваниями кисти страдали мужчины рабочих профессий. Самой частой причиной данной патологии являлась микротравма – 24 %, а также раны различной этиологии, кроме того, нередко (13,6 %) больные не помнили или отрицали факт какого-либо повреждения.

Макроскопическую оценку течения раневого процесса выполняли с учетом выраженности и продолжительности воспалительных явлений в области раны, также фиксировали сроки полного заживления раневых дефектов. Ежедневно проводили оценку местных проявлений – состояние краев, стенок и дна раны (цвет, количество некрозов, фибринозного налета), состояние окружающих тканей (степень выраженности гиперемии, отек, инфильтрации, болезненность при пальпации зондом), характер раневого отделяемого (гнойное, серозное, сукровичное), количество экссудата (обильное, умеренное, скудное), его запах и цвет, динамику развития грануляционной ткани (сроки, цвет, блеск, зернистость, кровоточивость), динамику эпителизации на различных этапах раневого процесса.

Для оценки сроков заживления гнойных ран измеряли площадь раневой поверхности сразу после операции и на 5-е сутки с определением скорости ускорения заживления. В группах с ушитыми ранами оценка площади раны имела условное сравнительное значение, тогда как в группах с открытым ведением размеры раны имели большое значение для подбора дозы фотосенсибилизирующего препарата, времени воздействия лазерного луча. Кроме того, динамика изменения размеров позволяла оценивать течение и скорость раневого процесса. Размер раны зависел от формы патологии.

Для оценки выраженности интоксикации и воспаления изучали основные показатели общих анализов крови, проводили расчет лейкоцитарного индекса интоксикации (ЛИИ).

Для изучения влияния проводимой терапии на течение раневого процесса использовали цитологические

исследования методом мазков-отпечатков раневой поверхности интраоперационно и при открытом ведении раны (во 2-й и 4-й группах), а также цитологическое исследование экссудата из дренажей при установленной ДПС (1-я и 3-я группы). При исследовании учитывали динамику количества клеточных элементов: неизменных нейтрофильных лейкоцитов, измененных нейтрофилов, незрелых мононуклеарных элементов, макрофагов, юных и зрелых фибробластов и фиброцитов.

Для оценки субъективного болевого синдрома в послеоперационном периоде больному ежедневно при перевязке предлагали оценить степень выраженности боли в баллах согласно стандартной визуальной аналоговой шкале.

Все пациенты в исследовании заполняли подробную анкету и подписывали добровольное информирование согласие на участие в исследовании после подробного объяснения предлагаемого лечения и прочтения брошюры исследования.

В работе применяли методы описательной статистики. При сравнении данных применили дисперсионный анализ (критерий Краскела – Уоллиса), при повторных изменениях применен дисперсионный анализ повторных измерений.

Проводилось сравнение средних величин, включая определение погрешности измерений и достоверности различий параметров между исследуемыми группами. За уровень значимости (p) принято значение менее 0,05. Вычисления выполнены в программе MedCalc Statistical Software version 17.0.4 (MedCalc Software bvba, Бельгия; <https://www.medcalc.org>; 2017).

РЕЗУЛЬТАТЫ

Динамика течения раневого процесса у больных с гнойными заболеваниями пальцев и кисти после выполнения хирургического вмешательства была различной в зависимости от методики послеоперационного лечения ран.

У пациентов из группы с традиционным оперативным вмешательством с дренажно-промывной системой полное купирование экссудации и отсутствие отделяемого по дренажам отмечено на $9,4 \pm 3,1$ сут., при этом перифокальные воспалительные явления стихали в среднем на $5,8 \pm 1,5$ сут.

В 3-й группе, где пациентам была выполнена интраоперационная некрэктомия перед наложением ДПС, дренажи в связи с отсутствием раневого экссудата удалены на $3,3 \pm 1,4$ сут., при этом перифокальное воспаление существенно регрессировало на $2,5 \pm 0,69$ сут. Разница данных показателей достоверна в данных группах ($p < 0,01$), что позволяет считать данные результаты лучшими, по сравнению с другими группами.

У пациентов при открытом ведении ран ежедневно оценивали макроскопическую картину, при этом фиксировали сроки очищения ран от тканевого детрита и воспалительного экссудата, появление первых

признаков эпителизации, кроме того, на 5-е сутки выполнялось измерение размеров раневого дефекта.

Во 2-й группе воспалительные явления стихали полностью в среднем на $8,1 \pm 1,6$ сут., рана очищалась от наложений фибрина и экссудата на $8,2 \pm 0,8$ сут. Появление грануляций в ране и признаки эпителизации также появлялись в среднем на $7,8 \pm 0,8$ сут. В 4-й группе после выполнения сеанса ФДТ перифокальное воспаление купировалось в среднем на $5,6 \pm 1,2$ сут., в эти же сроки рана полностью очищалась от фибринозного налета и появлялись грануляции (на $5,7 \pm 1,3$ сут.), эпителизация начиналась на $6,2 \pm 1,4$ сут. Таким образом, применение фотодинамической терапии значительно ускоряет раневой процесс ($p < 0,01$).

Площадь послеоперационных ран у пациентов в начале лечения составляла от $0,63$ до 146 см^2 в зависимости от нозологической формы заболевания. В группах с открытым ведением контролировали динамику изменения размеров раневого дефекта для оценки скорости заживления. Согласно научным данным, нормальной считается скорость заживления раны не менее 4% в сутки. Пациентам 2-й и 4-й групп выполняли измерение размеров раны в конце оперативного вмешательства и на 5-е сутки после операции. В 1-й и 3-й группах измерение площади ран на 5-е сутки не проводили в связи с линейной формой раны и отсутствием видимой динамики площади раневой поверхности.

Во 2-й группе с традиционной методикой ведения послеоперационной раны площадь поверхности раневого дефекта за 5 суток сократилась в среднем на $0,9 \text{ см}^2$, что составляло $18,8 \%$ от первоначального размера послеоперационной раны, что свидетельствует о скорости заживления раны менее 4% в сутки, т. е. о вялотекущем раневом процессе у данных пациентов. В группе пациентов, которым была выполнена фотодинамическая терапия в послеоперационном периоде, на 5-е сутки раневой дефект сократился в среднем на 1 см^2 , что составило $22,4 \%$ (более 4% в сутки). Таким образом, площадь раневого дефекта уменьшалась при проведении ФДТ быстрее на $3,4 \%$ за 5 суток: в группе пациентов, которым была выполнена фотодинамическая терапия, процент изменений площади раны на 5-е сутки был статистически значимо больше ($p < 0,0001$).

При анализе уровня болевого синдрома было выявлено, что лазерное излучение влияет на интенсивность боли. Пациенты, которым интраоперационно некрэктомии выполняли лазерным лучом, отмечали в 1-е сутки после операции болевой синдром существенно ниже, чем пациенты из группы сравнения и пациенты из групп с открытым ведением послеоперационной раны. Пациенты, которым выполняли сеанс фотодинамической терапии, также отмечали снижение боли после сеанса на 2–3 балла, что существенно улучшало качество жизни данных больных не только за счет снижения экссудации, а, следовательно,

уменьшения прилипания повязок, но и за счет энергетического воздействия на клетки раны.

Для контроля интоксикационного синдрома в исследовании проводили оценку динамики результатов клинического анализа крови. При поступлении в анализе крови у всех больных отмечен лейкоцитоз с нейтрофильным сдвигом влево, ЛИИ превышал норму, достигая значений от $1,8$ до $3,3$, в среднем составляя $2,44 \pm 0,34$. Наиболее значительный темп снижения данного показателя отмечался в 3-й группе и составлял $1,64 \pm 0,14$, что несущественно превышает нормальные показатели. В 4-й группе также отмечали ускоренное по сравнению с другими группами снижение – $1,73 \pm 0,21$. В группах с традиционными методиками ЛИИ снижался медленнее, превышая к 5-м суткам нормальные показатели, составляя в 1-й группе – $2,12 \pm 0,28$, во 2-й – $2,20 \pm 0,35$. В процессе лечения во всех группах отмечено снижение количества лейкоцитов и уровня ЛИИ, однако в группах, лечение которых проходило с применением лазерного излучения, эндогенная интоксикация купировалась быстрее, что свидетельствует об эффективности лечения ($p < 0,001$).

Всем пациентам с гнойными заболеваниями кисти выполняли анализ посевов из раны. Результаты микробиологических исследований служили основанием для рационального подбора антибактериальных препаратов. При оценке результатов микробиологического исследования посевов выявлен широкий круг микроорганизмов, представленных как монокультурой, так и в ассоциации. Среди всех патогенных организмов наиболее часто высевали золотистый стафилококк – в 65 случаях ($32,8 \%$), кишечная палочка выявлена у 22 пациентов ($11,11 \%$), также часто высевали эпидермальный стафилококк – 13 ($6,57 \%$) случаев, пиогенный стрептококк – 10 ($5,05 \%$) и стрептококк группы В (*Str. agalactiae*) – 12 ($6,06 \%$). В 3-й группе сразу после воздействия лазерным лучом интраоперационно и в 4-й группе после сеанса ФДТ на 2-е сутки повторно выполняли посев. Во всех случаях результаты были стерильны.

Далее пациентам всех групп выполняли посев на 5-е сутки стационарного лечения. Результаты анализа микробиологических исследований имели существенные различия в зависимости от метода лечения. Так, в 1-й группе повторно выявили микрофлору, идентичную полученной интраоперационно, в 11 случаях, что составило $21,0 \%$ от общего числа пациентов в группе, во 2-й группе повторное микробиологическое исследование выделило исходную микрофлору в 19 ($38,0 \%$) случаях, несмотря на ежедневные перевязки с антисептиками и получаемую антибактериальную терапию. Посев отделяемого из дренажей в 3-й группе было возможно провести лишь у той части пациентов, у которых течение раневого процесса было несколько медленней и дренажи в ране сохраняли до 5 суток – среди них в 2 ($4,35 \%$) случаях получена микрофлора, которую

высеивали и интраоперационно. В 4-й группе, пациентам которой выполняли фотодинамическую терапию, в 6 случаях в повторном посеве выявили возбудителей, что составило 12,24 % от группы.

При исследовании чувствительности к антибактериальным препаратам микроорганизмов, высеянных из ран, наибольшее количество выделенных штаммов микроорганизмов оказалось чувствительно к препаратам группы β -лактамов и трициклических гликопротеидов: имипенему (20,4 %), амоксиклаву (24,5 %), ципрофлоксацину (25,9 %) и цефтриаксону (17 %). Полирезистентность отмечена в 2 % случаев.

Таким образом, результаты микробиологического исследования демонстрируют положительное влияние лазерных методик лечения гнойных ран на обсемененность раневой поверхности. Наилучших результатов удалось добиться в группе с интраоперационной обработкой раневой поверхности лучом высокоэнергетического лазера, которая позволила в повторных посевах достигнуть полной стерильности в 98 % случаев. Фотодинамическая терапия также демонстрирует положительные результаты – в повторных посевах микрофлора выявлена лишь в 12,24 %. В обеих группах сразу после воздействия лазерного луча отмечена полная стерильность раневой поверхности.

Анализ результатов цитологических исследований раневых отпечатков и раневого экссудата, полученного из дренажей, позволил оценить характер раневого процесса и эффективности проводимого лечения.

Первичная цитологическая картина характеризовалась стандартной для данной ситуации выраженной воспалительной реакцией (табл. 3).

При сравнительном анализе данных цитogramм на 2-е (табл. 3) и 4-е (табл. 4) сутки отмечены различия в динамике раневого процесса в разных группах в зависимости от метода лечения.

Течение раневого процесса в 1-й группе соответствовало срокам заживления гнойных ран. В группе с традиционным хирургическим лечением с открытым ведением гнойных ран отмечена цитологическая картина вялотекущего воспалительного процесса с растянутым периодом очищения ран от патогенных микроорганизмов и инородных частиц, что указывает на отсроченное начало пролиферативной стадии воспаления. Выполнение некрэктомии лазерным лучом положительно влияло на течение раневого процесса после операции – изменение цитологической картины демонстрировало ускорение процесса заживления и наиболее быстрый переход от экссудативной фазы раневого процесса к регенераторной. Фотодинамическая терапия также ускорила динамику процесса заживления за счет ускорения процессов клеточной дифференцировки фибробластического ряда, раннего начала эпителизации.

При традиционных методиках лечения гнойных заболеваний кисти пациентам, которым установили

дренажно-промывную систему, потребовалась повторная операция в течение первых шести суток в 16 (30,2 %) случаях, из них одному пациенту с пандактилитом 2-го пальца выполнили ампутацию, одному пациенту с пандактилитом 1-го пальца повторную операцию выполняли дважды. При традиционном открытом ведении послеоперационных ран повторную операцию в раннем послеоперационном периоде выполнили у 21 пациента (42,0 % от исследуемой группы), ампутация потребовалась двум пациентам с пандактилитом 1-го и 2-го пальцев, одному пациенту с анаэробной флегмоной кисти и предплечья оперативное лечение выполняли пятикратно (рис. 1).

При выполнении лазерной некрэктомии интраоперационно ни одному больному из группы не потребовалось повторное оперативное лечение. Пациентам, которым при открытом ведении в послеоперационном периоде выполняли сеанс фотодинамической терапии, повторное оперативное лечение потребовалось в 4 (8,2 %) случаях, при этом одному пациенту с анаэробной флегмоной кисти и предплечья повторную некрэктомию выполняли 4 раза.

Стационарный этап лечения у пациентов достоверно различался ($p < 0,01$) в исследуемых и контрольных группах. В 1-й группе сроки пребывания больных в стационаре в среднем составляли $12,1 \pm 2,8$ сут., после чего пациенты на протяжении $6,2 \pm 1,3$ сут. получали медицинскую помощь в амбулаторном порядке, в результате чего сроки полного заживления составляли $18,3 \pm 3,7$ сут.

В 3-й группе, больным которой до наложения ДПС рану обрабатывали лазерным лучом, сроки как стационарного ($6,9 \pm 2,6$ сут.), так и амбулаторного ($5,7 \pm 0,8$ сут.) этапов были минимальными по сравнению с другими группами.

В группах с открытым ведением сроки заживления ран были статистически значимо выше ($p < 0,0001$), чем при ушивании, что обусловлено удлинением не только стационарного, но и амбулаторного этапов лечения.

Пациенты 2-й группы находились в стационаре в среднем $14,2 \pm 3,7$ сут., после чего получали амбулаторную медицинскую помощь на протяжении $7,2 \pm 1,1$ сут., заживление ран в данной группе протекало замедленно, в среднем $21,5 \pm 4,2$ сут.

В 4-й группе, где пациенты дополнительно получали фотодинамическую терапию, сроки стационарного лечения составляли $8,0 \pm 2,2$ сут., амбулаторный этап был более длительным, чем в группах с ушитыми ранами и составил $6,9 \pm 0,8$ сут., раны заживали полностью к $14,9 \pm 2,3$ сут.

Ни один пациент, участвовавший в исследовании, не обратился повторно с развитием рецидивного гнойного воспаления. У пациентов, на раны которых воздействовали лазерным излучением, отмечалось формирование более мягких рубцов, которые не подпаивались к окружающим тканям, не ограничивали функцию и визуально выглядели аккуратными.

Таблица 3

Цитологические показатели гнойных ран до операции и на 2-е сутки после операции

Table 3

Cytological indicators of purulent wounds before surgery and on day 2 after it

Элементы цитограммы, % Cytoqram elements, %	До начала лечения Before treatment	Группа/Group			
		1	2	3	4
Нейтрофилы <i>Neutrophils</i>	98,0 ± 2,1	94,2 ± 2,3	96,5 ± 2,3	90,1 ± 2,2	91,6 ± 2,2
Неизмененные/ <i>Unchanged</i> Дистрофически измененные <i>Dystrophic altered</i>	12,6 ± 1,1 85,4 ± 3,5	57,3 ± 2,6 36,9 ± 2,2	20,3 ± 2,3 76,2 ± 3,9	70,2 ± 3,1 19,9 ± 1,3	62,3 ± 2,2 29,3 ± 2,2
Мононуклеарные фагоциты <i>Mononuclear phagocytes</i>	2,0 ± 0,3	3,7 ± 0,2	2,7 ± 0,3	6,9 ± 0,4	6,5 ± 0,2
Моноцитарные/ <i>Monocytic</i> Зрелые макрофаги/ <i>Mature macrophages</i>	1,6 ± 0,1 0,4 ± 0,1	2,4 ± 0,2 1,3 ± 0,1	1,9 ± 0,1 0,8 ± 0,1	4,6 ± 0,4 2,3 ± 0,4	5,3 ± 0,2 1,2 ± 0,1
Фибробласты/ <i>Fibroblasts</i>	Отс.	2,1 ± 0,1	0,8 ± 0,1	2,3 ± 0,1	1,9 ± 0,1
Юные/ <i>Young</i> Зрелые/ <i>Mature</i>	Отс. Отс.	1,7 ± 0,2 0,4 ± 0,1	0,8 ± 0,1 Отс.	2,1 ± 0,1 1,2 ± 0,1	1,6 ± 0,1 0,3 ± 0,1
Фibroциты/ <i>Fibrocytes</i>	Отс.	Отс.	Отс.	0,7 ± 0,1	—
Эпителий/ <i>Epithelium</i>	Отс.	Отс.	Отс.	Отс.	—
Детрит/ <i>Detritus</i>	+++	++	+++	+/-	+/-
Фибрин/ <i>Fibrin</i>	+++	++	+++	+/-	+
Микрофлора/ <i>Microflora</i>	+++	++	+++	+/-	+/-
Незавершенный фагоцитоз <i>Incomplete phagocytosis</i>	+++	++	+++	+/-	+/-

Таблица 4

Цитологические показатели гнойных ран на 4-е сутки после операции

Table 4

Cytological indicators of purulent wounds before surgery and on day 4 after it

Элементы цитограммы, % Cytoqram elements, %	Группа/Group			
	1	2	3	4
Нейтрофилы/ <i>Neutrophils</i>	84,7 ± 2,1	91,2 ± 2,3	68,5 ± 2,3	78,3 ± 2,3
Неизмененные/ <i>Unchanged</i> Дистрофически измененные/ <i>Dystrophic altered</i>	54,4 ± 2,5 30,3 ± 2,2	39,9 ± 4,8 51,3 ± 3,6	54,3 ± 1,2 13,2 ± 2,4	58,1 ± 2,3 20,2 ± 2,2
Мононуклеарные фагоциты <i>Mononuclear phagocytes</i>	8,9 ± 0,7	7,3 ± 0,4	15,8 ± 0,5	13,2 ± 0,4
Моноцитарные/ <i>Monocytic</i> Зрелые макрофаги/ <i>Mature macrophages</i>	5,9 ± 0,2 3,0 ± 0,2	5,7 ± 0,4 1,6 ± 0,3	8,5 ± 0,4 7,3 ± 0,6	8,2 ± 0,4 5,0 ± 0,2
Фибробласты/ <i>Fibroblasts</i>	5,9 ± 0,2	1,5 ± 0,1	11,7 ± 0,3	5,9 ± 0,1
Юные/ <i>Young</i> Зрелые/ <i>Mature</i>	4,1 ± 0,2 1,8 ± 0,1	1,5 ± 0,1 Отс.	8,7 ± 0,3 3,0 ± 0,3	4,8 ± 0,1 1,1 ± 0,1
Фibroциты/ <i>Fibrocytes</i>	0,5 ± 0,1	Отс.	4,0 ± 0,1	1,8 ± 0,1
Эпителий/ <i>Epithelium</i>	+/-	Отс.	Отс.	0,8 ± 0,1
Детрит/ <i>Detritus</i>	+/-	++	Отс.	—
Фибрин/ <i>Fibrin</i>	+/-	+++	Отс.	+/-
Микрофлора/ <i>Microflora</i>	+/-	++	Отс.	—
Незавершенный фагоцитоз <i>Incomplete phagocytosis</i>	+/-	++	Отс.	—

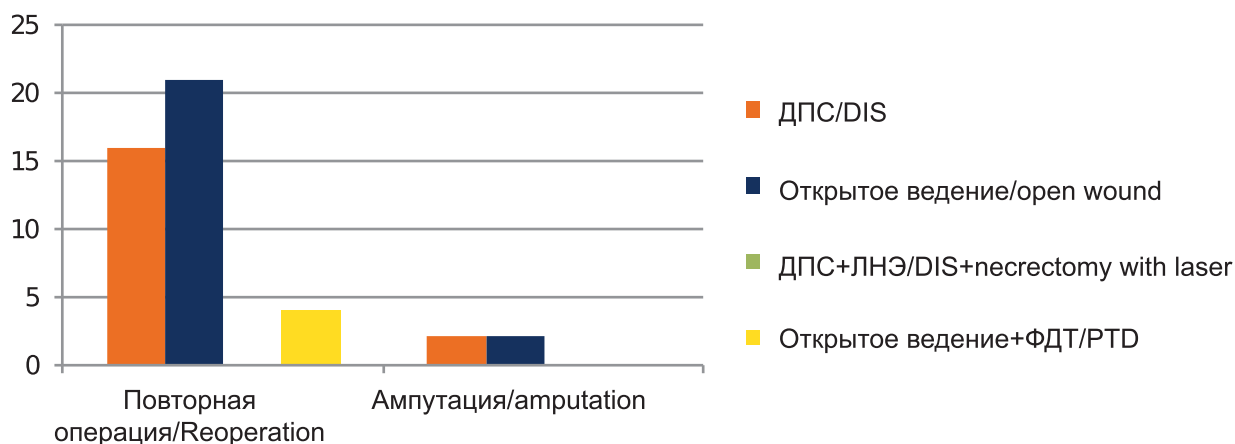


Рис. 1. Частота повторных операций в зависимости от метода лечения

Fig. 1. Rate of repeated surgeries depending on the type of treatment

В качестве иллюстрации успешного применения лазерной некрэктомии и фотодинамической терапии у пациентов с гнойно-воспалительными заболеваниями пальцев и кисти приводим клинические примеры.

КЛИНИЧЕСКИЙ ПРИМЕР 1

Применение лазерной некрэктомии в лечении пандактилита 2-го пальца

Пациент Д., 53 года, поступил в стационар с клинической картиной пандактилита 2-го пальца правой кисти.

В анамнезе травматическое повреждение пальца в быту шилом за 5 суток до поступления, самостоятельно лечился дома (повязки с линиментом синтомицина, прием парацетамола). Обратился

за медицинской помощью в связи с нарастанием болевого синдрома, появлением гипертермии до 38,1 °С.

При поступлении отмечен выраженный отек 2-го пальца с переходом на тыл кисти, красноватые полосы распространялись до средней трети предплечья. В области тыльной поверхности проксимального межфалангового сустава имела рана до 7 мм в диаметре, в дне раны – мелкозернистые грануляции, при пальпации из раны выделяется мутный густой гной с неприятным запахом. Пальпация пальца болезненна, движения в суставах пальца резко ограничены из-за отека, болезненны (рис. 2). Лимфоузлы в подмышечных областях увеличены до 1 см, чувствительны при пальпации. Болевой синдром пациент оценивает на 9 баллов по визуальной аналоговой шкале.



Рис. 2. Макроскопическая картина при поступлении

Fig. 2. Macroscopic picture on admission



Рис. 3. Рентгенограмма при поступлении

Fig. 3. X-ray picture on admission



Рис. 4. После операции – лазерная некрэксеквестрэктомия

Fig. 4. After surgery – necrectomy with laser light



Рис. 5. Рентгенограмма на 2-е сутки после операции

Fig. 5. X-ray picture on day 2 after surgery

На рентгенограммах при госпитализации отчетливо визуализируется дефект костной ткани проксимального межфалангового сустава (рис. 3).

В экстренном порядке выполнена операция: лазерная некрэксеквестрэктомия, наложение ДПС (рис. 4). После операции палец иммобилизован гипсовой лангетой. Через 1 сутки после воздействия на гнойный очаг CO_2 -лазером сохранялся незначительный отек и гиперемия вокруг раны. Отделяемое из раны скудное, серозное. Болевой синдром на 2-е сутки после операции – 6 баллов по ВАШ. ДПС удалена на 3-и сутки после операции. Рана линейной формы, покрыта тонкой коагуляционной корочкой.

На рентгенограмме – дефект после резекции проксимального межфалангового сустава (рис. 5).

На 5-е сутки рана полностью очистилась от некротических масс, отека и гиперемии не отмечено (рис. 6). Отделяемого нет. Болевой синдром – 3 балла. Пациент выписан на 7-е сутки. Повторной операции не потребовалось. При амбулаторном наблюдении (рис. 7) отмечалось ускоренное заживление раны с формированием мягкого и эластичного послеоперационного рубца, не ограничивающего движение в пальце. Функция пальца восстановлена практически в полном объеме.



Рис. 6. 5-е сутки после операции

Fig. 6. Day 5 after surgery



Рис. 7. 3-я неделя после операции

Fig. 7. Three weeks after surgery

КЛИНИЧЕСКИЙ ПРИМЕР 2**Применение ФДТ в лечении пандактилита 1-го пальца**

Пациентка М., 48 лет. В анамнезе – укус собственной собакой за сутки до поступления. Самостоятельно не лечилась. При поступлении: 1-й палец левой кисти отечный, гиперемированный, пальпация его резко болезненная, движения в пальце резко ограничены из-за боли и отека. В области основной фаланги две ранки до 3 мм в диаметре, с гнойным отделяемым, вокруг – участок отслоенного гноем эпителия (рис. 8). Субъективный болевой синдром – 8 баллов по ВАШ.

Выполнено оперативное лечение, учитывая этиологию, принято решение от установки ДПС отказаться.

Болевой синдром по ВАШ на 1-е сутки после операции – 9 баллов. Сохраняется серозно-гнойное отделяемое (рис. 9).

Сеанс ФДТ выполнен на 2-е сутки после оперативного вмешательства. Пациентка отметила уменьшение боли до 6 баллов через 3–4 часа.

После сеанса наблюдается ускоренное очищение ран, на 1-е сутки после ФДТ резко снизилось количество отделяемого из ран, на 3-и сутки отмечается стихание перифокального воспаления (рис. 10), на 4–6-е сутки происходит формирование грануляционной ткани, воспалительные явления стихают. Формируется сухой струп.

Пациентка выписана из стационара на 9-е сутки. Находилась на амбулаторном наблюдении 7 суток.



Рис. 8. Клиническая картина при поступлении

Fig. 8. Local status upon admission



Рис. 9. Местный статус на 1-е сутки после операции

Fig. 9. Local status on day 1 after surgery



Рис. 10. 3-и сутки после операции

Fig. 10. Day 3 after surgery



Рис. 11. Амбулаторный этап лечения, 12-е сутки после операции

Fig. 11. Outpatient stage: day 12 after surgery

Через 12 дней после операции раны практически полностью зажили, послеоперационные рубцы мягкие (рис. 11), светлые, не ограничивающие движения в пальце. Функция пальца восстановилась в полном объеме.

ОБСУЖДЕНИЕ

В результате проведенного исследования выявлены множественные положительные эффекты после воздействия лучом высокоэнергетического лазера и применения ФДТ у пациентов с гнойной патологией кисти.

Лазерная некрэктомия не имеет противопоказаний для проведения. Малый и регулируемый оператором диаметр лазерного луча, малая глубина воздействия, контролируемый объем резекции являются существенным преимуществом лазерной некрэктомии. Однако применение высокоэнергетических лазеров в хирургии кисти нуждается в тщательной отработке методики и взвешенном подходе оператора для исключения повреждения деликатных анатомических структур, влияющих на функцию всей кисти.

При отсутствии возможности для наложения швов перспективным методом становится фотодинамическая терапия, которая в данном исследовании продемонстрировала противовоспалительный эффект, активацию фагоцитоза и стимуляцию появления грануляций за счет поглощения энергии окружающими тканями, что существенно ускорило репаративные процессы. Особенностью применения данной методики следует считать отсутствие выраженных деструктивных поражений тканей раны, безболезненность процедуры, возможность воздействия на глубоко расположенные ткани. При проведении сеанса ФДТ кровотечение отсутствовало.

Достаточно узкий спектр противопоказаний для проведения ФДТ (наличие у больных тяжелой, неподдающейся коррекции патологии: повышенная чувствительность к препарату, выраженная почечная или печеночная недостаточность, сердечно-сосудистые заболевания в фазе декомпенсации, беременность и период кормления грудью, детский возраст, угроза кровотечения из-за нарушений свертывания крови) позволил проводить данную процедуру у абсолютного большинства пациентов.

Результаты микробиологического исследования продемонстрировали положительное влияние лазерных методик лечения гнойных ран на обсемененность раневой поверхности. Наилучших результатов удалось добиться в группе с интраоперационной обработкой раневой поверхности лучом высокоэнергетического лазера, при выполнении которой в повторном посеве достигнута полная стерильность в 95,7 % случаев. Фотодинамическая терапия также демонстрирует положительные результаты – в повторных посевах микрофлора выявлена лишь в 12,24 %. В 1-й группе сразу после выполнения некрэктомии и во 2-й группе

после выполнения сеанса ФДТ лазерного луча отмечена полная стерильность раневой поверхности.

Нормализация ЛИИ и уровня лейкоцитов показателей демонстрирует уменьшение уровня эндогенной интоксикации и свидетельствует об эффективности применения лазерных технологий в лечении гнойных заболеваний пальцев и кисти. Фотодинамическая терапия и лазерная некрэктомия оказывали в группах и анальгезирующее действие, снизив болевой синдром сразу после операции с применением лазерной некрэктомии на 3 балла, а после выполнения сеанса ФДТ – на 2–3 балла. Сроки заживления ран сократились на 6 суток в результате использования высокоэнергетического лазера, при использовании фотодинамической терапии – на 7 суток.

Изменения в исследованных цитологических картинах свидетельствовали об ускоренном переходе из воспалительного типа цитограммы в регенеративный в группах, которым были применены методики с лазерным излучением.

Использование фотодинамической терапии и лазерной некрсеквестрэктомии позволило снизить количество повторных операций в исследуемых группах, а также отказаться от выполнения ампутаций в исследуемых группах.

Ни один пациент, участвовавший в исследовании, не обратился повторно с развитием рецидивного гнойного воспаления. Следует отметить, что пациенты из групп сравнения чаще отмечали ограничение функции пальца или кисти в связи с развитием плотного, спаянного подлежащими тканями рубца. Больные, на раны которых воздействовали лазерным излучением, напротив, отмечали формирование мягких рубцов, которые не подпаивались к окружающим тканям, не ограничивали функцию и визуально выглядели аккуратными.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Воздействие лазерным лучом создает условия, способствующие более быстрому заживлению гнойной раны. Лазерную некрэктомия с наложением дренажно-промывной системы можно считать методом выбора для лечения гнойных заболеваний кисти. Однако в случаях, когда наложение ДПС невозможно, фотодинамическая терапия при открытом ведении послеоперационной раны положительно влияет на результаты лечения, в 95,4 % случаев позволяя отказаться от повторной операции и ампутации пальца. Быстрое стихание воспаления и раннее начало регенераторной стадии раневого процесса позволили существенно сократить сроки заживления ран (на 7 суток). У пациентов, на раны которых воздействовали лазерным лучом, косметические и функциональные результаты были лучше. Лазерная некрэктомия и фотодинамическая терапия являются эффективными и патогенетически обоснованными способами, повышающими эффективность лечения гнойных заболеваний кисти, и имеют широкие перспективы для клинического использования.

ЛИТЕРАТУРА

1. Семенова Т.В., Кузнецов Н.А. 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.
2. Крайнюков П.Е., Матвеев С.А. Хирургия гнойных заболеваний кисти. Руководство для врачей. М.: Планета; 2016: 272.
3. Чадаев А.П., Алексеев М.С., Гаджикеримов Т.А. Комплексное лечение гнойно-воспалительных заболеваний кистевого сустава. *Российский медицинский журнал*. 2008; (4): 23–28.
4. 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.
5. Дербенев В.А., Раджабов А.А. Современная стратегия использования лазерного излучения в гнойной хирургии. *Лазерная медицина*. 2019; 23 (S3): 17–18.
6. 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): 38–44. doi: 10.37895/2071-8004-2019-23-4-38-44
7. Вишняков В.В., Талалаев В.Н., Атлашкин Д.Н. Оценка эффективности использования CO₂-лазера в хирургическом лечении больных острым средним отитом с выпотом. *Лазерная медицина*. 2019; 23 (2): 22–26. doi: 10.37895/2071-8004-2019-23-2-22-26
8. Филоненко Е.В., Серова Л.Г. Фотодинамическая терапия в клинической практике. *Biomedical Photonics*. 2016; 5 (2): 26–37.
9. Hu X., Huang Y.-Y., Wang Y., Wang X., Hamblin M.R. Antimicrobial photodynamic therapy to control clinically relevant biofilm infections. *Front Microbiol*. 2018; 9: 1299. doi: 10.3389/fmicb.2018.01299
10. Коробов У.М., Тепляшин А.С., Странадко 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.
11. Дуванский В.А., Елисеенко В.И. Эндоскопическая фотодинамическая терапия дуоденальных язв. *Лазерная медицина*. 2006; 10 (2): 10–14.
12. 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.
13. Дуванский В.А., Попова Е.А. Первый опыт применения фотодинамической терапии в комплексном лечении дуоденальных язв. *Лазерная медицина*. 2004; 8 (3): 217.
14. Шин Е.Ф., Дуванский В.А., Елисеенко В.И. Фотодинамическая терапия экспериментальных огнестрельных ран мягких тканей. *Лазерная медицина*. 2017; 21 (1): 33–38. doi: 10.37895/2071-8004-2017-21-1-33-38
15. 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): 33–39. doi: 10.37895/2071-8004-2018-22-4-33-39

REFERENCES

1. Semenova T.V., Kuznetsov N.A. Specific surgical infection. Clinical surgery: National guidelines. Vol. 1. Moscow: GEOTAR-Media; 2008: 760–798. [In Russ.]
2. Krainyukov P.E., Matveev S.A. Surgery of purulent diseases of the hand. A guide for physicians. Moscow: Publishing house “Planet”; 2016: 272. [In Russ.]
3. Chadaev A.P., Alekseev M.S., Gadzhikerimov T.A. Complex treatment of purulent-inflammatory diseases of the wrist joint. *Rossiyskiy meditsinskiy zhurnal*. 2008; 4: 23–28. [In Russ.]
4. 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.
5. Dербенев В.А., Раджабов А.А. Modern strategy for applying laser irradiation in purulent surgery. *Laser Medicine*. 2019; 23 (S3): 17–18. [In Russ.]
6. Danilin N.A., Kurdyayev I.V., Abdulaeva S.V. Evaluation of clinical outcomes of the surgical treatment of keloid and hypertrophic scars using laser light. *Laser Medicine*. 2019; 23 (4): 38–44. [In Russ.]. DOI: 10.37895/2071-8004-2019-23-4-38-44
7. Vishnyakov V.V., Talalaev V.N., Atlashkin D.N. Effectiveness of CO₂ laser-assisted surgical treatment in acute otitis media with effusion. *Laser Medicine*. 2019; 23 (2): 22–26. [In Russ.]. doi: 10.37895/2071-8004-2019-23-2-22-26
8. Filonenko E.V., Serova L.G. Photodynamic therapy in clinical practice. *Biomedical Photonics*. 2016; 5 (2): 26–37. [In Russ.]
9. Hu X., Huang Y.-Y., Wang Y., Wang X., Hamblin M.R. Antimicrobial photodynamic therapy to control clinically relevant biofilm infections. *Front Microbiol*. 2018; 9: 1299. doi: 10.3389/fmicb.2018.01299
10. Koroboyev U.M., Teplishin A.S., Stranadko Y.P., et al. Treatment of suppurations in soft tissues with a photosensitizing agent «photosense» and a source of light-laser and nonlaser. *Laser Medicine*. 1999; 3 (3–4): 80–82. [In Russ.]
11. Duvanskiy V.A., Yeliseenko V.I. Endoscopic photodynamic treatment of duodenal ulcers. *Laser Medicine*. 2006; 10 (2): 10–14. [In Russ.]
12. Duvanskiy V.A. Photodynamic therapy and “no-therapy” in complex treatment of patients with trophic ulcers of vascular etiology. *Laser Medicine*. 2004; 8 (1–2): 3–4. [In Russ.]
13. Duvanskiy V.A., Popova E.A. The first experience of photodynamic application for treating duodenal ulcers. *Laser Medicine*. 2004; 8 (3): 217. [In Russ.]
14. Shin E.F., Duvansky V.A., Yeliseenko V.I. Photodynamic therapy for treating experimental gun-shot wounds in soft tissues. *Laser Medicine*. 2017; 21 (1): 33–38. [In Russ.]. doi: 10.37895/2071-8004-2017-21-1-33-38
15. Dербенев В.А., Раджабов А.А., Хусейнов А.И., Исмаилов Г.И. Effectiveness of laser light irradiation for preparing extensive purulent wounds in soft tissues for plastic surgery. *Laser Medicine*. 2018; 22 (4): 33–39. [In Russ.]. doi: 10.37895/2071-8004-2018-22-4-33-39

Конфликт интересов

Авторы заявили об отсутствии конфликта интересов.

Conflict of interest

The authors declare no conflict of interest.

Соответствие нормам этики

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

Compliance with ethical principles

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

Сведения об авторах

Чепурная Юлия Львовна – врач-хирург, ГБУЗ «Городская клиническая больница № 4 Департамента здравоохранения города 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>

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

Сорокин Алексей Александрович – хирург, e-mail: alexey.sorokin@mail.ru; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-7480-0700>

Information about the authors

Chepurnaya Julia – Surgeon, State Clinical Hospital No. 4, Moscow, Russia; e-mail: julya.chepurnaya@bk.ru; ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-6299-6315>

Melkonyan Georgiy – Professor, Chief Physician of the City Clinical Hospital No. 4 of the Moscow Department of Health; Professor of the Department of Surgery, Russian Medical Academy of Continuing Professional Education; e-mail: gkb4@zdrav.ru; ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7234-4185>

Gulmuradova Nargis – Dr. Sci. (Med.), Surgeon, State Clinical Hospital No. 4, Moscow, Russia, e-mail: ngulmuradova@mail.ru; ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-8704-8194>

Sorokin Alexey – Surgeon, e-mail: alexey.sorokin@mail.ru; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-7480-0700>



ФОТОДИТАЗИН®

[fotoditazin]

ФОТОСЕНСИБИЛИЗАТОР ХЛОРИНОВОГО РЯДА



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

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

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

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

В соответствии с приказами МИНИСТЕРСТВА ЗДРАВООХРАНЕНИЯ РФ:

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

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

ООО «БЕТА-ГРАНД»

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

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

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

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



Также для врачей, имеющих высшее профессиональное образование по специальностям «хирургия» и «колопроктология», проводится цикл тематического усовершенствования – «Лазерные технологии в проктологии» в объеме 36 академических часов.

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

Специальности и темы:

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



Контактные телефоны:

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

E-mail: 7645089@mail.ru

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 по-

мощь 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.

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, исключаящее перегрев окружающей биоткани.
- Возможность стыковки с кольпоскопами и операционными микроскопами любых моделей.
- Возможность использования одного аппарата на нескольких направлениях медицины.
- Новейшие методики лазерного лечения.

Высокий уровень результатов для клиник и центров любого уровня.



Аппараты на диодных лазерах серии «Лазермед»

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

Большие возможности для клиник любого уровня.



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

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

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

УДК 57.085.21

DOI: 10.37895/2071-8004-2021-25-2-41-47

ВОЗМОЖНОСТИ ОЦЕНКИ ЭФФЕКТИВНОСТИ ФОТОСЕНСИБИЛИЗАТОРОВ НА ОСНОВЕ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ПОРОГОВЫХ ДОЗ, ВЫЗЫВАЮЩИХ ГЕМОЛИЗ ЭРИТРОЦИТОВ

Ю.В. Алексеев¹, О.В. Миславский^{1,2}, В.А. Дуванский^{1,3}, Р.А. Дуванский^{1,4}, Н.В. Дроздова¹¹ФГБУ «Государственный научный центр лазерной медицины им. О.К. Скобелкина Федерального медико-биологического агентства», г. Москва, Россия²ФГБУ «Государственный научный центр «Институт иммунологии»» Федерального медико-биологического агентства, г. Москва, Россия³ФГАУ ВО «Российский университет дружбы народов», г. Москва, Россия⁴ФГАУ «Национальный медицинский исследовательский центр «Лечебно-реабилитационный центр»» Минздрава России, г. Москва, Россия

Резюме

Введение. В статье описана методика определения эффективности фотосенсибилизаторов порфиринового ряда на основе подбора их концентрации, вызывающих гемолиз эритроцитов (порог гемолиза). Порог гемолиза определяется при условиях: облучение в полосе Соре при стандартных параметрах – плотность мощности, экспозиционная доза, время облучения.

Материалы и методы. Фототерапевтический аппарат на базе лазерных диодов «АСТ» (ООО «Панков-медикл»), с выходной мощностью 0,5 Вт, длиной волны ≈ 405 нм. Эритроциты крови крыс. Аппарат Multiscan MS производства фирмы Labsystems, Финляндия. Препарат «Димегин», производное гематопорфирина, препарат «Фотодитазин» (ООО «ВЕТА-ГРАНД»), производное хлорина Е6.

Результаты. Анализ результатов на примере этих препаратов показал высокую эффективность предложенной методики. При облучении в полосе Соре выяснилось, что исследуемые фотосенсибилизаторы по эффективности не уступают друг другу.

Заключение. Методика является простой в исполнении и может быть применена для оценки эффективности различных фотосенсибилизаторов, что облегчит подбор их необходимых концентраций при терапии различных заболеваний.

Ключевые слова: фотосенсибилизаторы, оценка эффективности фотосенсибилизаторов, порог гемолиза эритроцитов, фотодинамический эффект, фотодинамическая терапия

Для цитирования: Алексеев Ю.В., Миславский О.В., Дуванский В.А., Дуванский Р.А., Дроздова Н.В. Возможности оценки эффективности фотосенсибилизаторов на основе определения пороговых доз, вызывающих гемолиз эритроцитов. Лазерная медицина. 2021; 25 (2): 41–47. <https://doi.org/10.37895/2071-8004-2021-25-2-41-47>

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

ASSESSMENT OF PHOTOSENSITIZER EFFICACY AFTER DETERMINATION OF THE THRESHOLD DOSES INITIATING ERYTHROCYTE HEMOLYSIS

Alekseev Yu.V.¹, Mislavsky O.V.^{1,2}, Duvanskiy V.A.^{1,3}, Duvanskiy R.A.^{1,4}, Drozdova N.V.¹¹Skobelkin State Scientific Center of Laser Medicine, Moscow, Russia²National Research Center – Institute of Immunology, Moscow, Russia³Peoples' Friendship University of Russia, Moscow, Russia⁴Treatment and Rehabilitation Center of National Medical Research Center, Moscow, Russia

Abstract

Purpose: To find out a technique for determining the effectiveness of porphyrin-type photosensitizers with concentrations which cause hemolysis in erythrocytes (hemolysis threshold). The hemolysis threshold is found under the following conditions: irradiation in the Soret band with standard parameters – power density, exposure dose, irradiation time.

Material and methods. Phototherapeutic device “AST” (LLC “Pankov-medical”) – average power 0.5 W, wavelength ≈ 405 nm. Rat blood erythrocytes. “Multiscan MS” device manufactured by Labsystems, Finland. Preparation “Dimegin”, hematoporphyrin derivative; preparation “Photoditazine” (LLC “VETA-GRAND”), chlorine E6 derivative.

Results. On analyzing the results obtained after experimentation with the abovementioned two preparations, it was shown that the developed technique has a high efficacy. It was also shown that the studied photosensitizers are equally effective when irradiated in the Soret band.

Conclusion. The developed technique is simple and easy to use. It helps to assess the efficacy of various photosensitizers thus, facilitating the selection of their necessary concentrations for managing different diseases.

Key words: photosensitizers, assessment of photosensitizer efficiency, threshold of erythrocyte hemolysis, photodynamic effect, photodynamic therapy

For citations: Alekseev Yu.V., Mislavsky O.V., Duvanskiy V.A., Duvanskiy R.A., Drozdova N.V. Assessment of the photosensitizer efficacy after determination of threshold doses initiating erythrocyte hemolysis. Lazernaya medicina. 2021; 25(2): 41–47. [In Russ.]. <https://doi.org/10.37895/2071-8004-2021-25-2-41-47>

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

ВВЕДЕНИЕ

Изучение биологического действия фотосенсибилизаторов (ФС) с облучением терапевтическими лазерными источниками необходимо рассматривать в прикладном аспекте в доклинических исследованиях.

Эффективность ФС можно оценивать по различным критериям, таким как их физико-химические свойства (фотостабильность, интенсивность флуоресценции, эффективность генерации синглетного кислорода и т. д.) [1]. Эти критерии очень важны для последующего производства и определения перспектив применения ФС.

Однако они не позволяют определить степень воздействия на биологические мишени. Оценка эффективности ФС на биологических объектах *in vitro* (клетки водорослей, микроорганизмы, культуры клеток различных тканей, в том числе и опухолевых) дает возможность более полно оценить ожидаемые от них эффекты *in vivo*, подобрать необходимые концентрации препаратов и параметры облучения, провести их скрининг для дальнейшего клинического применения [2–9]. В наше время уже имеются ФС различных классов (синтетические ФС, такие как фталоцианины, производные гематопорфирина, хлорина Е6, бактериохлоринов и т. д.), которые успешно применяются в клинике. В связи с расширением практики применения фотодинамической терапии (ФДТ) продолжается поиск и разработка все новых и новых ФС с улучшенными качествами для лечения онкологических и неонкологических заболеваний [10–13].

Также продолжается поиск новых источников излучения в спектре действия этих ФС. Надо учитывать, что дальнейшее развитие медицины будет связано с развитием нанотехнологий, и это будет отражаться на способах воздействия на биологические мишени при патологических процессах и способах доставки лекарственных веществ к этим мишеням. Таким образом, фотодинамическое воздействие в перспективе будет осуществляться как на уровне целого организма, так на органном, тканевом, клеточном и, возможно, молекулярном уровнях. Для этого требуется

использовать фотосенсибилизаторы и мощность излучения применяемых источников с оценкой безопасных и эффективных параметров.

Можно проводить оценку сравнительной эффективности ФС и при клиническом применении с помощью лазерной биофотометрии, капилляроскопии, флуоресцентной спектроскопии (в том числе оценивается и степень снижения флуоресценции в процессе ФДТ), а также фотоплетизмографии и лазерной доплеровской флуоресценции по измерению кровотока [14–17]. Но нет сомнений, что оценка эффективности имеет наибольший смысл в доклинических исследованиях, что позволяет определить наиболее подходящие и безопасные методики ФДТ. Это не отменяет учет критериев сравнения уже используемых ФС для каждой нозологической формы.

Работами отечественных исследователей показано, что эритроциты крови являются эффективным объектом оценки ФС по их гемолитической активности, так как последние имеют тропность к клеточным мембранам [18–21]. Мы предлагаем использовать гемолитическую модель действия фотосенсибилизаторов в качестве биологического эквивалента фотодинамического воздействия в упрощенном варианте. Таким образом, можно сравнительно оценивать необходимые дозы облучения и количество ФС по их воздействию на гемолиз эритроцитов, то есть эти параметры можно принять за биологическую единицу фотодинамического действия. При этом эквивалент этих параметров можно переносить на различные длины волн в зависимости от спектра их поглощения, так как речь идет в основном о фотосенсибилизаторах порфиринового ряда, у которых максимум поглощения приходится на полосу Soret.

Нами предложено определение концентрации ФС, являющейся пороговой для начала гемолиза эритроцитов, которая фиксируется измерением оптической плотности продуктов гемолиза эритроцитов (выход гемоглобина) [22].

Для этого нужен стандартный источник излучения со стандартной мощностью и плотностью облучения в диапазоне 390–410 нм (полоса Soret).

Цель нашего исследования: подтверждение эффективности пороговой дозы гемолиза эритроцитов при воздействии на различные ФС.

В качестве примера, подтверждающего эффективность данной методики, нами произведена оценка фотодинамического эффекта производного гематопорфирина – водорастворимая соль 2,4-ди-(альфа-метоксиэтил)-дейтеропорфирина-IX (Димегина) (рис. 1) и производного хлорина Е6 (Фотодитазина).

Димегин предназначен для лечения онкологических и неонкологических заболеваний, но пока не прошел клинических испытаний. В то же время препарат Фотодитазин разрешен для клинического применения (производство ООО «ВЕТА-ГРАНД»). Оба препарата имеют также спектры поглощения в применяемом в широкой клинической практике красном диапазоне: Димегин – 625–630 нм, Фотодитазин – 650–660 нм.

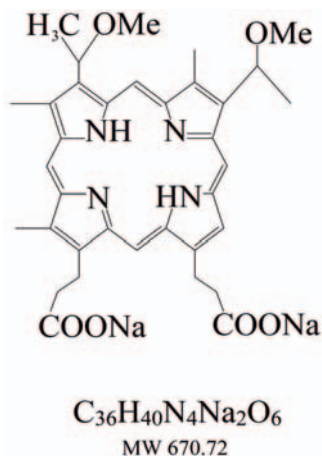


Рис. 1. Формула Димегина

Fig. 1. Dimegin formula

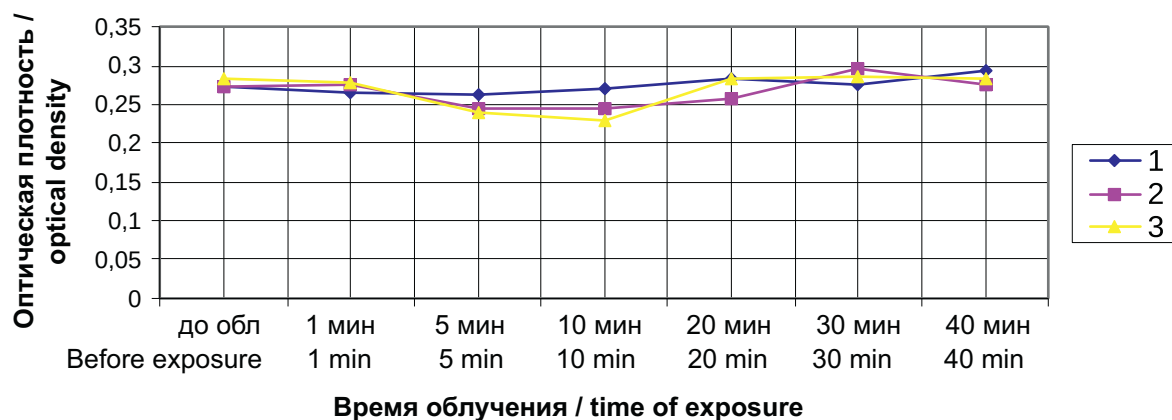


Рис. 2. Динамика фотогемолиза суспензии эритроцитов при воздействии Димегина в дозе 0,975 мкг/мл с облучением при длине волны 405 нм и с облучением без Димегина, измеряемая по оптической плотности при 690 нм. **1** – контрольный образец, взвесь эритроцитов в физиологическом растворе без облучения, **2** – контрольный образец, взвесь эритроцитов в физиологическом растворе с облучением, **3** – экспериментальный образец, взвесь эритроцитов в физиологическом растворе с добавлением раствора Димегина с облучением

Fig. 2. Dynamics of photohemolysis of erythrocyte suspension when exposed to Dimegin at dose 0.975 µg/ml with irradiation at 405 nm and with irradiation without Dimegin, measured by the optical density at 690 nm. **1** – control sample, erythrocyte suspension in the saline solution without irradiation, **2** – control sample, erythrocyte suspension in the saline solution with irradiation, **3** – experimental sample, suspension of erythrocytes in the saline solution with added Dimegin solution with irradiation

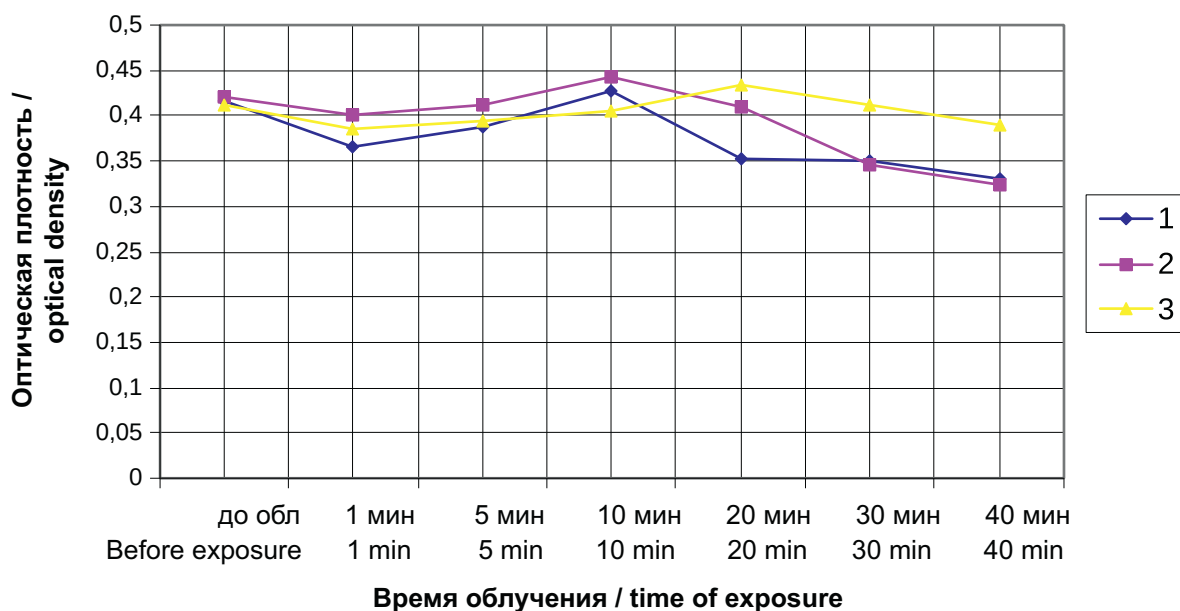


Рис. 3. Динамика фотогемолиза суспензии эритроцитов при воздействии Фотодитазина в дозе 0,975 мкг/мл с облучением при длине волны 405 нм и с облучением без Фотодитазина, измеряемая по оптической плотности при 690 нм. **1** – контрольный образец, взвесь эритроцитов в физиологическом растворе без облучения, **2** – контрольный образец, взвесь эритроцитов в физиологическом растворе с облучением, **3** – экспериментальный образец, взвесь эритроцитов в физиологическом растворе с добавлением раствора Фотодитазина с облучением

Fig. 3. Dynamics of photohemolysis of erythrocyte suspension when exposed to 0.975 µg/ml Photoditazine with irradiation at 405 nm and with irradiation without Photoditazine, measured by optical density at 690 nm. **1** – control sample, erythrocyte suspension in the saline solution without irradiation, **2** – control sample, erythrocyte suspension in the saline solution with irradiation, **3** – experimental sample, suspension of erythrocytes in the saline solution with added Photodetazine solution with irradiation

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

В исследовании применялся аппарат фототерапевтический на базе лазерных диодов «АСТ» производства ООО «Панков-медикл», с выходной мощностью 0,5 Вт и длиной волны ≈ 405 нм. Эксперимент проводился на эритроцитах крови, взятой из подъязычной

вены у крыс самцов массой 400–450 г. Брали 1 мл крови в мерную пробирку, содержащую 3 мл физиологического раствора. Далее осаждали эритроциты на центрифуге, удаляли тромб и отмывали. Отмытые эритроциты разводили физиологическим раствором до оптической плотности 0,6–0,7, измеряемой

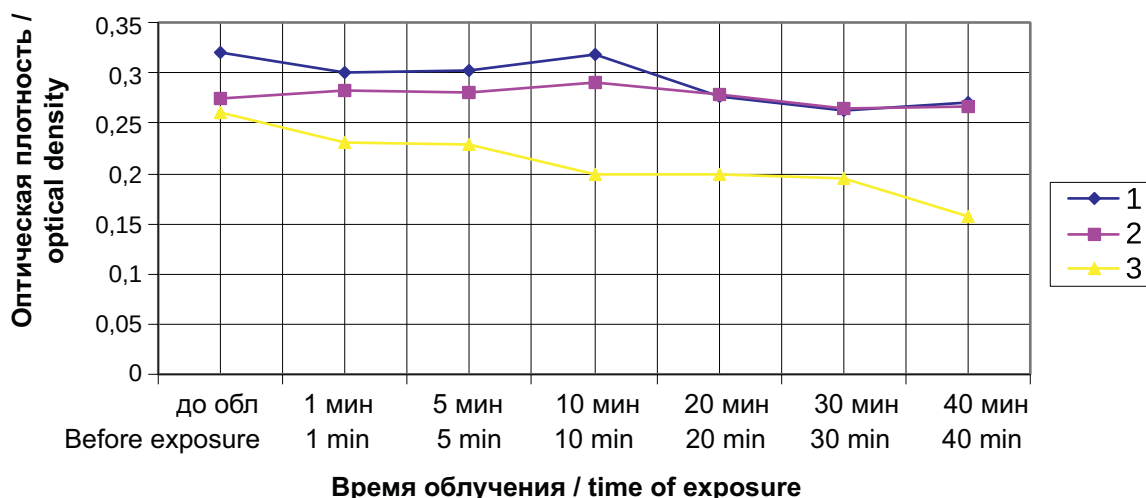


Рис. 4. Динамика фотогемолиза суспензии эритроцитов при воздействии Димегина в дозе 1,95 мкг/мл с облучением при длине волны 405 нм и с облучением без Димегина, измеряемая по оптической плотности при 690 нм. 1 – контрольный образец, взвесь эритроцитов в физиологическом растворе без облучения, 2 – контрольный образец, взвесь эритроцитов в физиологическом растворе с облучением, 3 – экспериментальный образец, взвесь эритроцитов в физиологическом растворе с добавлением раствора Димегина с облучением

Fig. 4. Dynamics of photohemolysis of erythrocyte suspension when exposed to Dimegin at dose of 1.95 µg/ml with irradiation at wavelength 405 nm and with irradiation without Dimegin, measured by optical density at 690 nm. 1 – control sample, erythrocyte suspension in the saline solution without irradiation, 2 – control sample, erythrocyte suspension in the saline solution with irradiation, 3 – experimental sample, suspended erythrocytes in the saline solution with added Dimegin solution with irradiation

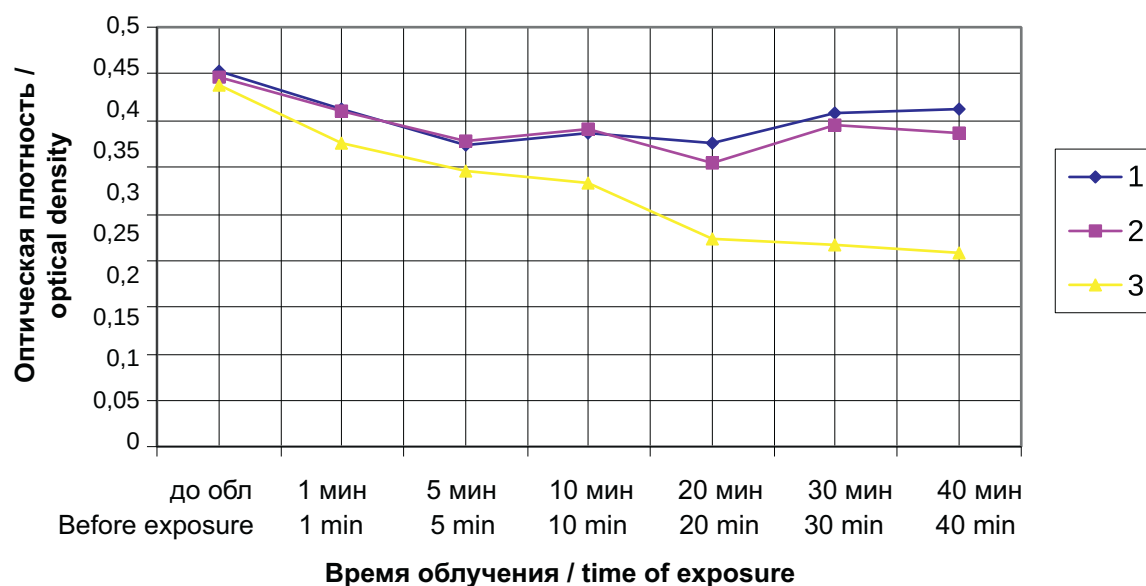


Рис. 5. Динамика фотогемолиза суспензии эритроцитов при воздействии Фотодитазина в дозе 1,95 мкг/мл с облучением при длине волны 405 нм и с облучением без Фотодитазина, измеряемая по оптической плотности при 690 нм. 1 – контрольный образец, взвесь эритроцитов в физиологическом растворе без облучения, 2 – контрольный образец, взвесь эритроцитов в физиологическом растворе с облучением, 3 – экспериментальный образец, взвесь эритроцитов в физиологическом растворе с добавлением раствора Фотодитазина с облучением

Fig. 5. Dynamics of photohemolysis of erythrocyte suspension when exposed to Photoditazine at dose 1.95 µg/ml with irradiation at wavelength 405 nm and with irradiation but without Photoditazine, measured by optical density at 690 nm. 1 – control sample, erythrocyte suspension in the saline solution without irradiation, 2 – control sample, erythrocyte suspension in the saline solution with irradiation, 3 – experimental sample, erythrocyte suspension in the saline solution with added Photoditazine solution with irradiation

с помощью аппарата Multiscan MS (Labsystems, Финляндия). В пластиковую чашку диаметром 57 мм, высотой 14 мм к 1 мл взвеси разведенных эритроцитов добавляли 1 мл Димегина, растворенного

в физиологическом растворе в одном эксперименте, а в другом эксперименте – 1 мл Фотодитазина в физиологическом растворе. Контролями в данной работе служили: 1) взвесь эритроцитов

в физиологическом растворе без облучения, 2) взвесь эритроцитов в физиологическом растворе с облучением. Экспериментальные образцы: 3) взвесь эритроцитов в физиологическом растворе с добавлением раствора Димегина (или Фотодитазина) с облучением. Объем экспериментальной смеси составлял 2 мл с концентрацией $\sim 7 \times 10^6$ клеток в 1 мл. Облучение проводили с экспозиционной дозой 1,2 Дж/см², в течение 1 мин с расстояния 5 см. Площадь облученной поверхности равнялась 25,5 см². Регистрацию оптической плотности вели до облучения и после облучения через 1, 5, 10, 20, 30 и 40 минут.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Результатом проведенного исследования явилось то, что были определены концентрации Димегина и Фотодитазина (рис. 2, 3), не вызывающие гемолиза эритроцитов, которые соответствовали значению 0,975 мкг/мл. Концентрации Димегина и Фотодитазина, при которых наблюдалось проявление гемолиза суспензии эритроцитов, составляли 1,95 мкг/мл. На рисунках 4 и 5 видно, что на 10-й минуте после воздействия облучения совместно с фотосенсибилизаторами, происходит уменьшение оптической плотности по сравнению с контролями 1 и 2, которое свидетельствует о начале гемолиза суспензии эритроцитов.

Изначальным маточным раствором для исследования фотогемолиза Димегина и Фотодитазина являлся раствор 1 мг/мл (1000 мкг/мл), который разводили в два раза, получая следующие концентрации: 500, 250, 125, 62,5, 31,25, 15,62, 7,81, 3,9, 1,95, 0,975 мкг/мл. В качестве стартовой концентрации использовали концентрацию 125 мкг/мл, которая приводила к фотогемолизу суспензии эритроцитов, не приводя к сильному изменению окраски самой суспензии. Концентрацией, вызывающей эффективный фотогемолиз, для Димегина и Фотодитазина являлась концентрация 31,25 мкг/мл, после которой шло постепенное уменьшение эффективности фотогемолиза суспензии эритроцитов, определяемое показателями оптической плотности.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Предлагаемый метод исследования эффективности фотосенсибилизаторов порфиринового ряда является сравнительно простым и информативным. Оценивая эффективность исследуемых веществ с облучением в полосе Соре и зная их спектральные характеристики, можно оценить их эффективность и в других диапазонах длин волн по соотношению пиков поглощения. Метод подходит для стандартизации подобных препаратов. Полученные данные можно размещать в качестве справочной информации в каталогах для удобства при сравнении разных фотосенсибилизаторов. Возможно, вещества с известными молекулярными формулами будут модифицированы для усиления генерации синглетного кислорода

с облучением определенными длинами волн. Таким образом, можно будет определять фотогемолиз при их оптимальных концентрациях.

ЛИТЕРАТУРА

1. Дадеко А.В. Исследование фотофизических свойств димегина как фотосенсибилизатора для фотодинамической терапии и флуоресцентной диагностики: автореф. дисс. ... канд. физ.-мат. наук. СПб.; 2018.
2. Козел Н.В., Шалыго Н.В. Способ оценки фототоксичности фотосенсибилизатора. Патент на изобретение ВУ 15504 С1, 28.02.2012. Заявка № 20081283 от 13.10.2008.
3. Якубовская Р.И., Плютинская А.Д., Лукьянец Е.А. Сравнительное изучение фотосенсибилизаторов различных классов в системе *in vitro*. Фталоцианины. *Российский биотерапевтический журнал*. 2014. 13 (4): 65–72.
4. Макарова Е.А., Якубовская Р.И., Ворожцов Г.Н., Ластовой А.П., Лукьянец Е.А., Морозова Н.Б., Плотникова Е.А. Фотосенсибилизатор для фотодинамической терапии. Патент на изобретение RU 2549953 C2, 10.05.2015. Заявка № 2013157611/15 от 25.12.2013.
5. Бондаренко В.М., Алексеев Ю.В., Миславский О.В., Пономарев 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.
6. Mishchenko T.A., Mitroshina E.V., Turbanova V.D., Alzeibak R., Balalaeva I.V., Vedunova M.V., et al. Effect of photosensitizers Photosens, Photodithazine and Hypericin on glioma cells and primary neuronal cultures: A comparative analysis. *Modern Technologies in Medicine*. 2019; 11 (4): 52–63. DOI: 10.17691/stm2019.11.4.06
7. Jori G., Brown S.B. Photosensitized inactivation of microorganisms. *Photochem Photobiol Sci*. 2004; (3): 403–405. DOI: 10.1039/b311904c
8. Nitzan Y., Gutterman M., Malik Z., Ehrenberg B. Inactivation of gram-negative bacteria by photosensitized porphyrins. *Photochem Photobiol*. 1992; 55 (1): 89–96. DOI: 10.1111/j.1751-1097.1992.tb04213.x
9. Плотникова Е.А., Грин М.А., Островерхов П.В., Пантюшенко И.В., Якубовская Р.И., Каприн А.Д. Первичный скрининг субстанций-фотосенсибилизаторов бактериохлоринового ряда для фотодинамической терапии злокачественных новообразований. *Биомедицинская химия*. 2018; 64 (3): 283–289. DOI: 10.18097/PBMC20186403283
10. Странадко Е.Ф. Основные этапы развития фотодинамической терапии в России. *Фотодинамическая терапия и фотодиагностика*. 2015; 4 (1): 3–10. DOI: 10.24931/2413-9432-2015-4-1-3-10
11. Филоненко Е.В., Серова Л.Г. Фотодинамическая терапия в клинической практике. *Biomedical Photonics*. 2016; 5 (2): 26–37.
12. Дуванский В.А., Попова Е.А. Первый опыт применения фотодинамической терапии в комплексном лечении дуоденальных язв. *Лазерная медицина*. 2004; 8 (3): 217.
13. Abrahamse H., Hamblin M.R. New photosensitizers for photodynamic therapy. *Biochem J*. 2016; 473(4): 347–364. DOI: 10.1042/BJ20150942
14. Douvansky V.A., Kniazev M.B. Autofluorescent endoscopic diagnostics of epithelial neoplasms in the colon. *Journal of Gastroenterology and Hepatology*. 2015; 30 (4): 211.

15. Князев М.В., Дуванский В.А. Аутофлуоресцентная эндоскопия в диагностике колоректальных неоплазий. *Эндоскопическая хирургия*. 2014; (1): 186.
16. Макарова Ю.Б. Диагностика хронических воспалительных заболеваний кожи и оценка эффективности их терапии с помощью метода лазерной биофотометрии: автореф. дисс. ... канд. мед. наук. Тула; 2007.
17. Алексеев Ю.В., Лихачева Е.В., Терешкин Д.В., Пономарев Г.В., Мазур Е.М. Подбор эффективных фотосенсибилизаторов для лечения заболеваний ЛОР-органов на основе изучения их накопления в патологически измененных тканях. *Биомедицинская химия*. 2012; 58 (1): 112–120. DOI: 10.18097/pbmc20125801112
18. Мансурова Г.В., Погребная О.Г., Пономарев Г.В., Решетников А.В., Потапенко А.Я., Бездетная Л.Н. и др. Фотогемолиз, сенсibilизированный производными дейтеропорфирина-IX: определение прочности связывания красителей с эритроцитами. *Биофизика*. 2003; 48 (2): 251–255.
19. Ларина Н.А. Исследование индуцированных продуктами фотоокисления фуракумаринами гемолиза эритроцитов человека и супрессии реакции контактной чувствительности у мышей: дисс. ... канд. мед. наук. М.; 2001: 23–35.
20. Cook J.C. Some characteristics of hemolysis by ultraviolet light. *J Cell Comp Physiol*. 1956; 47 (1): 55–84. DOI: 10.1002/jcp.1030470105
21. Мансурова Г.В. Скрининг гемолитической и иммуносупрессорной активности фотосенсибилизаторов порфиринового ряда: автореф. дисс. ... канд. биол. наук. М.; 2007.
22. Алексеев Ю.В., Миславский О.В., Пономарев Г.В., Иванов А.В., Давыдов Е.В. Способ определения эффективности фотосенсибилизаторов и параметров лазерного излучения 1264 нм на основе порога гемолиза эритроцитов. *Лазеры в науке, технике, медицине: Сборник научных трудов XXXI международной конференции*. М.; 2020: 106–107.
6. Mishchenko T.A., Mitroshina E.V., Turbanova V.D., Alzeibak R., Balalaeva I.V., Vedunova M.V., et al. Effect of photosensitizers Photosens, Photodithazine and Hypericin on glioma cells and primary neuronal cultures: A comparative analysis. *Modern Technologies in Medicine*. 2019; 11 (4): 52–63. DOI: 10.17691/stm2019.11.4.06
7. Jori G., Brown S.B. Photosensitized inactivation of microorganisms. *Photochem Photobiol Sci*. 2004; (3): 403–405. DOI: 10.1039/b311904c
8. Nitzan Y., Gutterman M., Malik Z., Ehrenberg B. Inactivation of gram-negative bacteria by photosensitized porphyrins. *Photochem Photobiol*. 1992; 55 (1): 89–96. DOI: 10.1111/j.1751-1097.1992.tb04213.x
9. Plotnikova E.A., Grin M.A., Ostroverkhov P.V., Pantychenko I.V., Yakubovskaya R.I., Kaprin A.D. Primary screening of substances-photosensibilizers of the bacteriochlorin range for photodynamic therapy of malignant neoplasms. *Biomeditsinskaya himiya*. 2018; 64 (3): 283–289. DOI: 10.18097/PBMC20186403283. [In Russ.].
10. Stranadko E.F. Main stages of development of photodynamic therapy in Russia. *Photodynamic therapy and photodyagnosis*. 2015; 4 (1): 3–10. DOI: 10.24931/2413-9432-2015-4-1-3-10. [In Russ.].
11. Filonenko E.V., Serova L.G. Photodynamic therapy in clinical practice. *Biomedical Photonics*. 2016; 5 (2): 26–37. [In Russ.].
12. Duvansky V.A., Popova E.A. The first experience with photodynamic therapy in the complex treatment of duodenal ulcers. *Lazernaya medicina*. 2004; 8 (3): 217. [In Russ.].
13. Abrahamse H., Hamblin M.R. New photosensitizers for photodynamic therapy. *Biochem J*. 2016; 473(4): 347–364. DOI: 10.1042/BJ20150942
14. Duvansky V.A., Kniyazev M.B. Autofluorescent endoscopic diagnostics of epithelial neoplasms in the colon. *Journal of Gastroenterology and Hepatology*. 2015; 30 (4): 211.
15. Knyazev M.V., Duvansky V.A. Autofluorescent endoscopy in the diagnosis of colorectal neoplasia. *Endoskopicheskaya khirurgiya*. 2014; (1): 186. [In Russ.].
16. Makarova Yu.B. Diagnostics of chronic inflammatory skin diseases and assessment of the effectiveness of their care with the technique of laser biophotometry. *Abstract of Dissertation Thesis of Candidate of Medical Sciences*. Tula; 2007. [In Russ.].
17. Alekseev Yu.V., Likhacheva E.V., Tereshkin D.V., Ponomarev G.V., Mazur E.M. Selection of effective photosensitizers for the treatment of ENT diseases with studying their accumulation in pathologically altered tissues. *Biomeditsinskaya khimiya*. 2012; 58 (1): 112–120. DOI: 10.18097/pbmc20125801112. [In Russ.].
18. Mansurova G.V., Pogrebnaya O.G., Ponomarev G.V., Reshetnikov A.V., Potapenko A.Ya., Bezdetnaya L.N., et al. Photohemolysis sensitized by deuteroporphyrin-IX derivatives: Strength of binding of dyes with erythrocytes. *Biofizika*. 2003; 48 (2): 251–255. [In Russ.].
19. Larina N.A. Hemolysis of human erythrocytes induced by the products of furacumarin photooxidation and suppression of contact sensitivity response in mice. *Dissertation Thesis of Candidate of Medical Sciences*. Moscow; 2001: 23–35. [In Russ.].
20. Cook J.C. Some characteristics of hemolysis by ultraviolet light. *J Cell Comp Physiol*. 1956; 47 (1): 55–84. DOI: 10.1002/jcp.1030470105
21. Mansurova G.V. Screening of hemolytic and immunosuppressive activity of photosensitizers of the porphyrin series.

REFERENCES

1. Dadeko A.V. Photophysical properties of Dimegin as a photosensitizer for photodynamic therapy and fluorescence diagnostics. *Abstract of the dissertation thesis of Candidate of Physical and Mathematical Sciences*. Saint Petersburg; 2018. [In Russ.].
2. Kozel N.V., Shalygo N.V. A technique for assessing the photosensitizer phototoxicity. Patent for invention BY 15504 C1, 28.02.2012. Application N 20081283 dated 13.10.2008. [In Russ.].
3. Yakubovskaya R.I., Plyutinskaya A.D., Lukyanets E.A. Comparative study of photosensitizers of different classes in an *in vitro* system. Phthalocyanines. *Rossiyskiy bioterapevticheskiy zhurnal*. 2014. 13 (4): 65–72. [In Russ.].
4. Makarova E.A., Yakubovskaya R.I., Vorozhtsov G.N., Lastovoy A.P., Lukyanets E.A., Morozova N.B., Plotnikova E.A. Photosensitizer for photodynamic therapy. Patent for invention RU 2549953 C2, 05.10.2015. Application N 2013157611/15 dated 25.12.2013. [In Russ.].
5. Bondarenko V.M., Alekseev Yu.V., Mislavsky O.V., Ponomarev G.V. Prospects for the application 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.].

Abstract of Dissertation Thesis of Candidate of Biological Sciences. Moscow; 2007. [In Russ.].

22. Alekseev Yu.V., Mislavsky O.V., Ponomarev G.V., Ivanov A.V., Davydov E.V. A technique for determining the efficiency of photosensitizers and parameters of laser 1264 nm irradiation using erythrocyte hemolysis thresholds. *Proceedings of the International Conference "Lasers in science, technology and medicine"*. Moscow; 2020: 106–107. [In Russ.].

Конфликт интересов

Авторы заявили об отсутствии конфликта интересов.

Conflict of interest

The authors declare no conflict of interest.

Информация об авторах

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

Миславский Олег Владимирович – кандидат фармацевтических наук, старший научный сотрудник лаборатории молекулярных механизмов аллергии, ФГБУ «Государственный научный центр "Институт иммунологии" Федерального медико-биологического агентства; старший научный сотрудник отделения экспериментальной лазерной медицины, ФГБУ «Государственный научный центр лазерной медицины им. О.К. Скобелкина Федерального медико-биологического агентства», e-mail: olegmislavsky@mail.ru, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9996-5050>

Дуванский Владимир Анатольевич – доктор медицинских наук, профессор, заместитель директора по научной работе, руководитель отделения эндоскопической хирургии, ФГБУ «Государственный научный центр лазерной медицины им. О.К. Скобелкина Федерального медико-биологического агентства»; заведующий кафедрой эндоскопии, эндоскопической и лазерной хирургии,

ФГАОУ ВО «Российский университет дружбы народов», e-mail: rudnendo@mail.ru, ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-5880-2629>

Дуванский Роман Анатольевич – кандидат медицинских наук, ведущий научный сотрудник отделения эндоскопической хирургии, ФГБУ «Государственный научный центр лазерной медицины им. О.К. Скобелкина Федерального медико-биологического агентства»; врач акушер-гинеколог, ФГАУ «Национальный медицинский исследовательский центр «Лечебно-реабилитационный центр» Минздрава России, e-mail: draendo@mail.ru, ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-9139-5498>

Дроздова Наталья Владимировна – младший научный сотрудник отделения экспериментальной лазерной медицины, ФГБУ «Государственный научный центр лазерной медицины им. О.К. Скобелкина Федерального медико-биологического агентства», e-mail: ttl1000@yandex.ru, ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-6165-4022>

Information about the authors

Alekseev Yuriy – Dr. Sci. (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>

Mislavsky Oleg – Cand. Sci. (Pharm.), Senior Researcher at the Laboratory of Molecular Mechanisms of Allergy, National Research Centre Institute of Immunology, FMBA of Russia; Senior Researcher at the Department of Experimental Laser Medicine, Skobelkin State Scientific Center of Laser Medicine, e-mail: olegmislavsky@mail.ru, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9996-5050>

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

Duvanskiy Roman – Cand. Sci. (Med.), Senior Researcher at the Department of Endoscopic Surgery, Skobelkin State Scientific Center of Laser Medicine; Obstetrician-Gynecologist, Treatment and Rehabilitation Center of National Medical Research Center, Ministry of Health of Russian Federation, e-mail: draendo@mail.ru, ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-9139-5498>

Drozдова Natalya – Junior Researcher at the Department of Experimental Laser Medicine, Skobelkin State Scientific Center of Laser Medicine, e-mail: ttl1000@yandex.ru, ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-6165-4022>

УДК 616.361-089.819.5

DOI: 10.37895/2071-8004-2021-25-2-48-54

ЛАЗЕРНАЯ ПАПИЛЛОСФИНКТЕРОТОМИЯ ПРИ ХОЛЕДОХОЛИТИАЗЕ И ОСТРОМ БИЛИАРНОМ ПАНКРЕАТИТЕ

В.А. Лазаренко¹, Ю.В. Канищев¹, П.М. Назаренко¹, Д.П. Назаренко¹, Т.А. Самгина¹, А.Л. Локтионов¹, С.М. Горбунов²

¹ ГБОУ ВО «Курский государственный медицинский университет» Минздрава России, г. Курск, Россия

² ОБУЗ «Курская городская клиническая больница № 4» Комитета здравоохранения Курской области, г. Курск, Россия

Резюме

Радикальное устранение патологии внепеченочных желчных путей при холедохолитиазе и остром билиарном панкреатите (ОБП) снижает вероятность инфицирования и устраняет источник эндогенной интоксикации, в связи с этим поиск безопасных и эффективных способов эндоскопической папиллосфинктеротомии (ЭПТ) является актуальным.

Целью исследования было оценить результаты эндоскопической папиллосфинктеротомии с применением лазера при холедохолитиазе и остром билиарном панкреатите.

Материал и методы исследования. 288 пациентов с «вклиненным» (111 чел.) и «вентильным» (177 чел.) холедохолитиазом и острым билиарным панкреатитом были разделены на две группы в зависимости от способа ЭПТ: в контрольной группе использовали папиллотом с электрокоагуляционной струной (195 чел.), в основной – применяли лазер (93 чел.).

Результаты. У 87 пациентов удалось устранить «вклиненный» холедохолитиаз путем применения ЭПТ торцевым электродом на вклиненном камне. У 16 больных при ЭПТ имело место кровотечение легкой степени, которое удалось остановить орошением раствором адреналина 1 : 10 000 с последующей прицельной коагуляцией. Среднее время операции составило 38 ± 16 мин. У 24 пациентов с ригидной и отечной медиальной стенкой двенадцатиперстной кишки вследствие ОБП использовали предложенное устройство с применением лазера для папиллосфинктеротомии (патент РФ № 2614891). Кровотечения не было, среднее время операции составило 24 ± 12 мин. При «вентильном» холедохолитиазе выполняли лапароскопическую холецистэктомию (ЛХЭ) с удалением конкрементов из холедоха. У 108 пациентов в процессе ЛХЭ была выполнена ЭПТ на антеградно проведенном катетере. У 69 пациентов при наличии анатомо-физиологических препятствий со стороны большого сосочка двенадцатиперстной кишки (БСДК) мы выполнили ЛХЭ и ЭПТ с применением лазера на антеградно проведенном проводнике из фторопласта (патент РФ № 41594). Конкременты из общего желчного протока удаляли с помощью корзинки Дормиа.

Выводы. Лазер обладает меньшей повреждающей способностью, надежно осуществляет гемостаз по линии разреза передней стенки БСДК, а вклиненный конкремент при «вклиненном» холедохолитиазе и проводник из фторопласта при «вентильном» холедохолитиазе надежно защищают заднюю стенку БСДК и устье протока поджелудочной железы (ППЖ) от действия лазерного луча. Применение лазера при ЭПТ позволяет безопасно и эффективно устранить холедохолитиаз у пациентов с ОБП при наличии анатомо-физиологических препятствий со стороны БСДК.

Ключевые слова: холедохолитиаз, острый билиарный панкреатит, эндоскопическая папиллосфинктеротомия, лазер

Для цитирования: Лазаренко В.А., Канищев Ю.В., Назаренко П.М., Назаренко Д.П., Самгина Т.А., Локтионов А.Л., Горбунов С.М. Лазерная папиллосфинктеротомия при холедохолитиазе и остром билиарном панкреатите. *Лазерная медицина*. 2021; 25(2): 48–54. <https://doi.org/10.37895/2071-8004-2021-25-2-48-54>

Контакты: Самгина Т.А., e-mail: tass@list.ru

LASER PAPILLOSPHINCTEROTOMY IN CHOLEDOCHOLITHIASIS AND ACUTE BILIARY PANCREATITIS

Lazarenko V.A.¹, Kanishchev Y.V.¹, Nazarenko P.M.¹, Nazarenko D.P.¹, Samgina T.A.¹, Loktionov A.L.¹, Gorbunov S.M.²

¹ Kursk State Medical University, Kursk, Russia

² Kursk City Clinical Hospital No. 4, Kursk, Russia

Abstract

Objective. The radical elimination of extrahepatic biliary tract pathology in choledocholithiasis and acute biliary pancreatitis (ABP) reduces the risk of infection and eliminates the source of endogenous intoxication; so, the search of safe and effective techniques for endoscopic papillosphincterotomy (EPT) is important.

Purpose: to assess outcomes of laser-assisted endoscopic papillosphincterotomy.

Material and methods. 288 patients with “wedged” ($n = 111$) and “valve” ($n = 177$) choledocholithiasis and acute biliary pancreatitis were divided into two groups depending on EPT technique: in the control group, a papillotome with electrocoagulation cord was used ($n = 195$); in the main group, laser scalpel was used ($n = 93$).

Results. 87 patients with “wedged” choledocholithiasis were treated with EPT and an end electrode on the wedged stone. 16 patients out of them had mild bleeding which was stopped by irrigation with epinephrine solution (1 : 10 000) followed by the targeted coagulation. The average surgical time was 38 ± 16 min. In 24 patients with rigid and edematous medial wall of the duodenum due to acute biliary pancreatitis, the proposed

device plus laser technique for papillosphincterotomy were used (patent of the Russian Federation No. 2614891). There was no bleeding, the average surgical time was 24 ± 12 min. In "valve" choledocholithiasis, laparoscopic cholecystectomy (LCE) was performed; calculi from the common bile duct were removed. In 108 patients during LCE, EPT was made via an antegrade catheter. In 69 patients with anatomical and physiological obstacles caused by the major duodenal papilla, we performed LCE and EPT with laser light via an antegrade guide light made of fluoroplastics (patent of the Russian Federation No. 41594). Concrements from the common bile duct were removed with the Dormia basket.

Conclusions. Laser light causes less damage, reliably provides hemostasis along the incision line on the anterior wall of the major duodenal papilla; in addition, a wedged calculus in "wedged" choledocholithiasis and a fluoroplastic light guide in "valve" choledocholithiasis reliably protect the posterior wall of the major duodenal papilla from laser light damage. Laser techniques used in EPT make the treatment of choledocholithiasis in patients with ABP having anatomical and physiological problems due to the major duodenal papilla safe and effective.

Key words: choledocholithiasis, acute biliary pancreatitis, endoscopic papillosphincterotomy, laser

For citations: Lazarenko V.A., Kanishchev Y.V., Nazarenko P.M., Nazarenko D.P., Samgina T.A., Loktionov A.L., Gorbunov S.M. Laser papillosphincterotomy in choledocholithiasis and acute biliary pancreatitis. *Lazernaya medicina*. 2021; 25(2): 48–54. [In Russ.]. <https://doi.org/10.37895/2071-8004-2021-25-2-48-54>

Contacts: Samgina T.A., e-mail: tass@list.ru

ВВЕДЕНИЕ

Несмотря на то что в последние годы число больных острым билиарным панкреатитом (ОБП) снизилось, послеоперационная летальность при тяжелых формах панкреонекроза сохраняется на довольно высоком уровне (20–25 %) [1]. Причиной ОБП является миграция конкрементов по желчным протокам с развитием протоковой гипертензии в протоке поджелудочной железы (ППЖ) и желчных путях. При ОБП всегда, в той или иной степени, в воспалительный процесс вовлекаются внепеченочные желчные протоки, изменения в которых являются фоновыми заболеваниями, а деструктивные формы острого холецистита, гнойный холангит могут стать конкурирующими [2].

Экстренная ликвидация острой блокады оттока желчи и панкреатического секрета, радикальное устранение патологии внепеченочных желчных путей (ВПЖП) в преобладающем большинстве случаев приводит к «абортированию» ОБП, снижает вероятность его инфицирования, устраняет существенный источник эндогенной интоксикации, связанный с острым холециститом, холангитом, а также экономически оправдано, так как исключает повторную госпитализацию больных для удаления желчного пузыря в связи с наличием в нем конкрементов [2–5].

Ключевым звеном в ликвидации «вентильного» и «вклиненного» холедохолитиаза является эндоскопическая папиллосфинктеротомия (ЭПТ). Вместе с тем манипуляции на такой сложной анатомической структуре, как БСДК, несут угрозу развития серьезных и опасных осложнений [6].

При ликвидации внутрипротоковой гипертензии особенно часто эта опасность возникает при наличии некоторых анатомических особенностей строения БСДК и патологических изменений в его зоне (перипапиллярный дивертикул, папиллит, стриктура, аденома, стеноз или точечное устье БСДК), отек и деформация, ригидность стенки ДПК, вызванная ОБП.

Цель – оценить результаты эндоскопической папиллосфинктеротомии с применением лазера при холедохолитиазе и остром билиарном панкреатите.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

Проанализированы результаты лечения 288 пациентов с холедохолитиазом и острым билиарным панкреатитом, которым выполнялась эндоскопическая папиллосфинктеротомия, в возрасте от 63 до 78 лет, находившихся на лечении в базовых лечебно-профилактических учреждениях ФГБОУ ВО «Курский государственный медицинский университет» Минздрава России (ОБУЗ КГКБ № 4 и отделенческой клинической больницы на ст. Курск) с 2016 по 2019 г. Средний возраст пациентов составил $68,5 \pm 2,7$ года.

Диагноз острого панкреатита устанавливался с учетом клинических рекомендаций, разработанных Российским обществом хирургов [7]. Всем больным проводилось комплексное клинико-лабораторное и инструментальное обследование.

В зависимости от способа разрешения холедохолитиаза пациенты с «вклиненным» холедохолитиазом были разделены на две группы: в контрольную группу вошло 87 больных, которым была выполнена эндоскопическая папиллосфинктеротомия в классическом виде с помощью стандартного и/или игольчатого папиллотомы, в основную – 24 пациента, которым эндоскопическая папиллосфинктеротомия выполнена предложенным нами папиллотомом, работающим одновременно в режиме коагуляции и воздействия лазера.

Пациенты с «вентильным» холедохолитиазом также были разделены на две группы. В основную вошли 108 больных, которым в процессе ЛХЭ на антеградно проведенном катетере из ПВХ выполняли ЭПТ с помощью стандартного и/или игольчатого папиллотомы, а в контрольную – 69 больных, которым в процессе ЛХЭ выполнялась ЭПТ на антеградно проведенном проводнике из фторопласта с использованием YAG:Ho лазера с длиной волны 2,09 мкм в импульсном режиме с частотой 10–15 Гц и энергией 0,5–5,0 Дж. Группы пациентов были сопоставимы по полу, возрасту и тяжести заболевания. Пациентов с «транзиторным» холедохолитиазом не включали в данное исследование, поскольку им не выполнялась папиллосфинктеротомия.

Статистический анализ осуществлялся с использованием программы Statistica 10.0 (StatSoft Inc., США).

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

По распространенности поражения поджелудочной железы больные распределялись следующим образом: с острым отечным панкреатитом – 105 чел., с мелкоочаговым стерильным панкреонекрозом – 113, крупноочаговым стерильным панкреонекрозом – 53, субтотально-тотальным панкреонекрозом – 17 пациентов.

Изменения в желчном пузыре (ЖП) носили следующий характер. в 167 случаях наблюдался острый калькулезный холецистит (у 12 чел. – катаральный, у 103 – флегмонозный, у 52 больных – гангренозный), у 121 – хронический калькулезный холецистит.

Таким образом, более чем у 75 % наблюдавшихся больных преобладали легкие формы ОБП (отечный и мелкоочаговый), в то же время больше чем у половины пациентов (58 %) имели место деструктивные формы острого калькулезного холецистита.

При ФГДС у 24 больных выявлен папиллит, у 38 – дивертикулы в зоне БСДК, у 9 – стеноз, у 11 – аденома БСДК.

В соответствии с целями и задачами исследования основное внимание уделяли транспапиллярному разрешению холедохолитиаза. Всегда стремились максимально быстро снизить уровень общей и местной воспалительной реакции за счет ликвидации внутрипротоковой гипертензии и радикального устранения патологии внутрипеченочных желчных протоков (ВПЖП).

В группе больных билиарным панкреатитом основную роль в развитии заболевания играет внутрипротоковая гипертензия вследствие миграции конкрементов или ущемления камня в БСДК [2, 6, 8, 9]. В связи с этим основным этапом лечения холедохолитиаза и билиарного панкреатита является восстановление проходимости желчных протоков путем применения различных видов папиллосфинктеротомии.

Также мы считаем оправданной тактику по удалению желчного пузыря как дополнительного очага инфекции и источника рецидива холедохолитиаза у больных с ОБП.

Особое значение при выборе лечебной тактики имеет наличие или отсутствие тяжелых системных заболеваний для оценки степени анестезиологического риска. Алгоритм лечения билиарного панкреатита представлен на рисунке 1.

Наиболее высоким риском развития билиарного панкреатита обладает «вклиненный» холедохолитиаз [2–4, 10], поэтому экстренное радикальное устранение патологии внепеченочных желчных путей не только устранит причину ОБП, но и снизит вероятность его инфицирования, устранит источник эндогенной интоксикации.

У 87 пациентов удалось устранить холедохолитиаз, быстро разрешить внутрипротоковую гипертензию, добиться абортирования ОБП путем применения эндоскопической папиллосфинктеротомии торцевым

электродом на вклиненном камне в течение 6 часов с момента поступления. У 16 больных при ЭПТ имело место кровотечение легкой степени, которое удалось остановить орошением раствором адреналина 1 : 10 000 с последующей прицельной коагуляцией. Среднее время операции составило 38 ± 16 мин. В дальнейшем 82 больным с острым холециститом и оправданным операционно-анестезиологическим риском (I–II ASA) после предоперационной подготовки в течение 24–48 часов была выполнена ЛХЭ, 2 пациентам с высокой степенью операционно-анестезиологического риска (III ASA) и деструктивным холециститом была выполнена холецистостомия с термической мукоклазией по предложенной нами методике (патент на полезную модель № 116333), другие 3 пациента с хроническим холециститом и высокой степенью операционно-анестезиологического (III ASA) риска получали только консервативное лечение.

У 24 пациентов с ригидной и отечной медиальной стенкой ДПК вследствие острого билиарного панкреатита с целью минимизирования риска развития постманипуляционных кровотечений при рассечении передней стенки БСДК на вклиненном конкременте использовали предложенное нами устройство с применением лазера для папиллосфинктеротомии (патент РФ № 2614891): у 20 больных – до операции ЛХЭ, а у 4 – в процессе ЛХЭ.

Лазер обладает меньшей повреждающей способностью, надежно осуществляет гемостаз по линии разреза передней стенки БСДК, а вклиненный конкремент защищает не только заднюю стенку БСДК, но и устье протока поджелудочной железы от действия лазерного луча, тем самым устраняет возможность утяжеления ОБП.

Папиллотом, изображенный на рисунке 2, представляет собой двухканальный тefлоновый катетер длиной 1,5 м и наружным диаметром 2,8 мм (1), соединенный с рукояткой (2), с расположенной внутри канала диаметром 0,5 мм электропроводящей струной (3) с наконечником на дистальном конце (4) и соединенной через рукоятку с коагуляционным устройством с проксимальной стороны (5), внутри канала диаметром 1,2 мм лазерным световодом (6), соединенным с аппаратом SurgiLas через рукоятку посредством патрона крепежного элемента, взаимодействующего с ответным гнездом корпуса переходника с проксимальной стороны (7).

ЭПТ выполняли следующим образом. Через биопсионный канал фиброгастродуоденоскопа вводили папиллотом, лазерным световодом рассекали переднюю стенку фатерова сосочка на камне.

Кровотечений в процессе ЭПТ с использованием лазера не было. Среднее время операции составило 24 ± 12 мин.

При анализе результатов лечения (табл. 1) стоит отметить, что в основную группу входили пациенты с уже развившимся панкреонекрозом, у которых отмечались

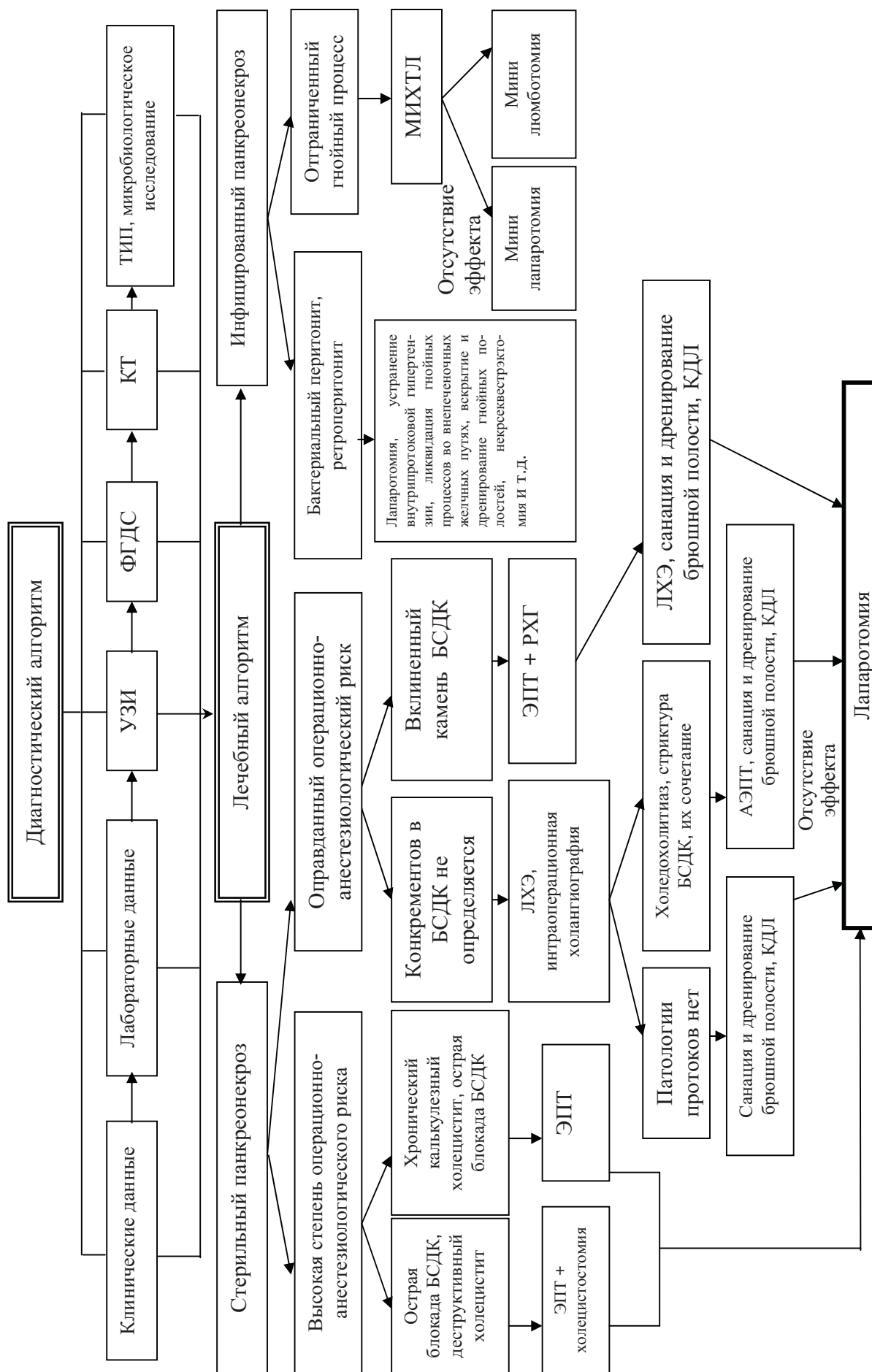


Рис. 1. Алгоритм лечения пациентов с острым билиарным панкреатитом

Fig. 1. Algorithm for the treatment of patients with acute biliary pancreatitis

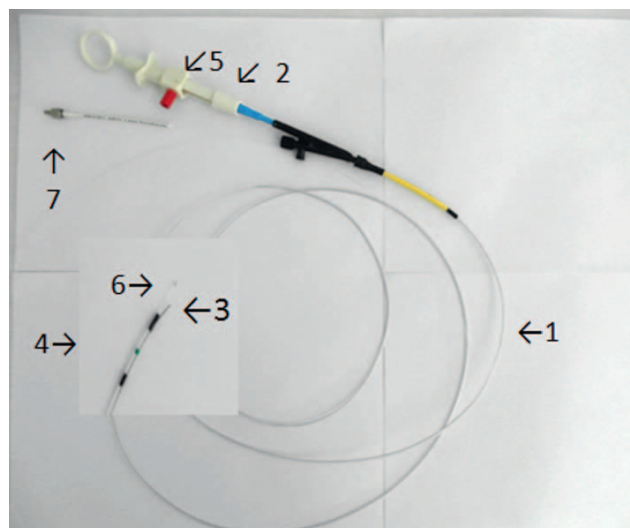


Рис. 2. Папиллотом для одновременного использования лазера и электрокоагуляции

Fig. 2. Papillotome for simultaneous application of laser light and electrocoagulation

Таблица 1

Результаты применения лазера при ЭПТ

Table 1

Results after laser light application in EPT

Показатель Index	Контроль- ная группа Control group (n = 195)	Основная группа Main group (n = 93)	p
Интраоперационное кровотечение Intraoperative bleeding	16 (8 %)	–	0,006
Средняя продолжитель- ность операции (мин) Average duration of sur- gery (min)	38 ± 16	24 ± 12	0,01
Успешность манипуляции (%) Manipulation success (%)	100	100	–
Развитие инфицирован- ного панкреонекроза Development of infected pancreatic necrosis	36 (18 %)	7 (7 %)	0,03
Средний койко-день Average bed-day	22 ± 4,7	18 ± 4,8	0,03

Примечание: использовался критерий Фишера.

Notes: Fisher's criterion was used.

его эндоскопические признаки (ригидность и отек медиальной стенки ДПК), однако успешно проведенное мини-инвазивное лечение позволило добиться хороших результатов. Предложенный нами способ ЭПТ с применением лазера позволяет не только успешно разрешить вклиненный холедохолитиаз с меньшими временными затратами, но и исключить вероятность развития постманипуляционного кровотечения.

В случае лечения ОБП вследствие «вентильного» холедохолитиаза, при отсутствии анестезиологического риска, выполняли лапароскопическую холецистэктомию с удалением конкрементов из ВПЖХ. Так, у 108 пациентов с ОБП вследствие «вентильного» холедохолитиаза и острым холециститом в процессе ЛХЭ нами была выполнена папиллосфинктеротомия на антеградно проведенном катетере из ПВХ. Использование антеградно проведенного катетера позволяет не только сохранить «каркасность» желчных путей, что обеспечивает неподвижность зоны БСДК при ЭПТ, но и сократить время операции и успешно выполнить вмешательство при наличии анатомо-физиологических препятствий со стороны БСДК. Конкременты из общего желчного протока удаляли с помощью корзинки Дормиа.

Поскольку мы убедились в преимуществе применения лазера при папиллотомии на камне, то возникла мысль применить лазер для устранения «вентильного» холедохолитиаза, а с целью защиты задней стенки ампулы БСДК и устья протока поджелудочной железы (ППЖ) от повреждающего действия лазера предложили канюлю из фторопласта для лазерной папиллотомии (патент РФ № 41594). Канюля для эндоскопической лазерной папиллотомии выполнена в виде конуса из фторопласта, размером 0,4 × 2,0 см с каналом диаметром 0,15 мм длиной 2,0 см в центре (рис. 3, 4). На 10 органокомплексах проведен эксперимент и разработан «Способ применения канюли». Проведенный эксперимент показал, что фторопласт надежно защищает заднюю стенку БСДК и устье ППЖ от воздействия лазера.

Тот факт, что использование канюли в лечении «вентильного» холедохолитиаза было доказано возможным, но проведение ее к БСДК занимает длительное время, побудил нас к поиску проводника из фторопласта. Наш опыт показал, что выполнение папиллосфинктеротомии на проводнике технически проще, т. к. есть возможность справиться с перистальтикой, меньше времени требуется для проведения манипуляции, отсутствует риск травмы ППЖ, манипуляция безопасна в отношении задней стенки БСДК, операция выполнима при наличии анатомо-физиологических препятствий со стороны БСДК (стеноз, пери- и парапапиллярный дивертикул, аденома БСДК). И у 69 пациентов с «вентильным» холедохолитиазом и билиарным панкреатитом, а также при наличии анатомо-физиологических препятствий со стороны БСДК мы выполнили ЛХЭ и эндоскопическую папиллосфинктеротомию на антеградно проведенном проводнике из фторопласта.

Предложенный способ устранения «вентильного» холедохолитиаза при билиарном панкреатите в условиях отека медиальной стенки ДПК и повышенным риском развития постманипуляционных кровотечений путем выполнения лазерной папиллосфинктеротомии на антеградно проведенном проводнике из фторопласта в процессе ЛХЭ позволяет успешно разрешить

«вентильный» холедохолитиаз и добиться «абортирования» ОБП, устранив источник интоксикации, связанный с острым холециститом, холангитом и, что особенно важно, при наличии анатомо-физиологических препятствий со стороны БСДК.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Мы не ставили перед собой задачу сравнить результаты эндоскопической папиллотомии на антеградно проведенном катетере и на проводнике из фторопласта, поскольку осложнений не было ни в том, ни в другом случае, но при использовании лазера линия разреза передней стенки БСДК была с ровными краями и без признаков кровотечения и посткоагуляционного некроза.

Активная хирургическая тактика у больных с ОБП является оправданной и приоритетной, поскольку позволяет радикально устранить патологию внепеченочных желчных путей, восстановить проходимость БСДК, устранить внутрипротоковую гипертензию и уменьшить эндогенную интоксикацию. При отечном ОБП или мелкоочаговом панкреонекрозе данная тактика позволяет в короткие сроки достигнуть клинического выздоровления. Применение ЛХЭ при остром холецистите и отсутствии высокой степени операционно-анестезиологического риска позволяет максимально устранить условия для возникновения гнойных осложнений.

ЛИТЕРАТУРА

1. Working Group IAP/APA Acute Pancreatitis Guidelines. IAP/APA evidence-based guidelines for the management of acute pancreatitis. *Pancreatology*. 2013; 13 (1): e1–e15. DOI: 10.1016/j.pan.2013.07.063
2. Батиг Е.В., Гольцов В.Р., Савелло В.Е., Перунова Д.Н. Особенности лечения холедохолитиаза при остром билиарном панкреатите. *Medline.ru. Российский биомедицинский журнал*. 2015; 16 (1): 885–903.
3. European Association for the Study of the Liver (EASL). EASL clinical practice guidelines on the prevention, diagnosis and treatment of gallstones. *J Hepatol*. 2016; 65: 146–181. DOI: 10.1016/j.jhep.2016.03.005
4. Buxbaum J.L., Abbas Fehmi S.M., Sultan S., et al. ASGE guideline on the role of endoscopy in the evaluation and management of choledocholithiasis. *Gastrointest Endosc*. 2019; 89 (6): 1075–1105. DOI: 10.1016/j.gie.2018.10.001
5. Agresta F., Campanile F.C., Vettoretto N., et al. Laparoscopic cholecystectomy: consensus conference-based guidelines. *Langenbecks Arch Surg*. 2015; 400 (4): 425–429. DOI: 10.1007/s00423-015-1300-4
6. Гусев А.В., Соловьев А.Ю., Лебедев А.К. и др. Непосредственные и отдаленные результаты эндоскопической папиллотомии. *Современные проблемы науки и образования*. 2015; (5): 323.
7. Дибиров М.Д., Багненко С.Ф., Благовестнов Д.А. и др. Национальные клинические рекомендации по острому панкреатиту. М.: Министерство здравоохранения Российской Федерации; 2015: 38 с.
8. Гусев А.В., Боровков И.Н., Арутюнян С.А. Анализ эффективности различных вариантов эндоскопической

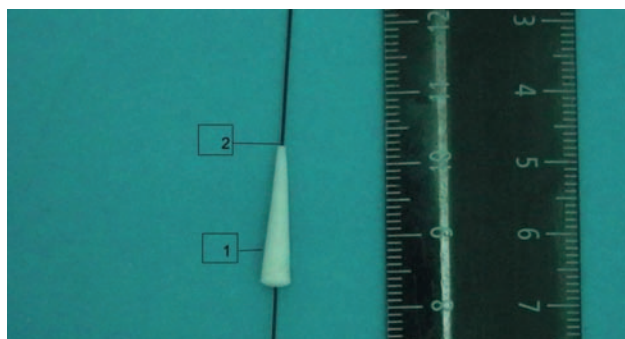


Рис. 3. Канюля для эндоскопической лазерной папиллотомии

Fig. 3. Cannula for endoscopic laser papillotomy

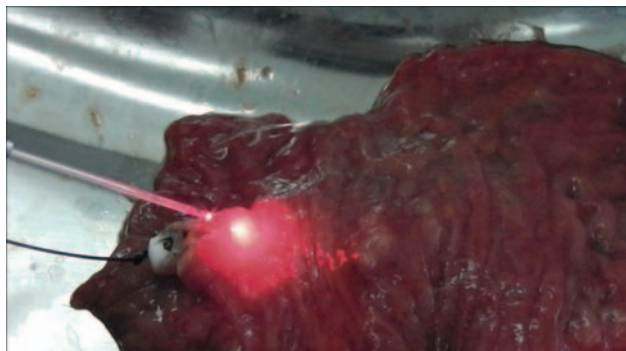


Рис. 4. Этап операции. Рассечение передней стенки большого дуоденального сосочка лазером на канюле

Fig. 4. Stage of the surgery. Dissection of the anterior wall of the greater duodenal papilla with laser scalpel on the cannula

папиллосфинктеротомии при механической желтухе. *Вестник новых медицинских технологий*. 2012; 19 (3): 40–43.

9. Совцов С.А. Летопись частной хирургии. Часть 3: Неотложная билиарная хирургия. Челябинск: Библиотека А. Миллера; 2019: 192 с.
10. Лазаренко В.А., Охотников О.И., Григорьев Н.Н. и др. Опыт лечения эндоскопически «трудного» холедохолитиаза традиционными и рентгенохирургическими способами. *Курский научно-практический вестник «Человек и его здоровье»*. 2013; (4): 85–91.

REFERENCES

1. Working Group IAP/APA Acute Pancreatitis Guidelines. IAP/APA evidence-based guidelines for the management of acute pancreatitis. *Pancreatology*. 2013; 13 (1): e1–e15. DOI: 10.1016/j.pan.2013.07.063
2. Batig E.V., Goltsov V.R., Savello V.E., Perunova D.N. Peculiarities of treatment of choledocholithiasis in acute biliary pancreatitis. *Medline.ru. Russian biomedical journal*. 2015; 16 (1): 885–903. [In Russ.]
3. European Association for the Study of the Liver (EASL). EASL clinical practice guidelines on the prevention, diagnosis and treatment of gallstones. *J Hepatol*. 2016; 65: 146–181. DOI: 10.1016/j.jhep.2016.03.005
4. Buxbaum J.L., Abbas Fehmi S.M., Sultan S., et al. ASGE guideline on the role of endoscopy in the evaluation and management of choledocholithiasis. *Gastrointest Endosc*. 2019; 89 (6): 1075–1105. DOI: 10.1016/j.gie.2018.10.001

5. Agresta F., Campanile F.C., Vettoretto N., et al. Laparoscopic cholecystectomy: consensus conference-based guidelines. *Langenbecks Arch Surg.* 2015; 400 (4): 425–429. DOI: 10.1007/s00423-015-1300-4
6. Gusev A.V., Solovyev A.Yu., Lebedev A.K., et al. Immediate and long-term results after endoscopic papillotomy. *Sovremennye problemy nauki i obrazovaniya.* 2015; (5): 323. [In Russ.]
7. Dibirov M.D., Bagnenko S.F., Blagovestnov D.A., et al. National clinical recommendations on acute pancreatitis. Moscow: Ministry of Health of Russian Federation; 2015: 38 p. [In Russ.]
8. Gusev A.V., Borovkov I.N., Arutyunyan S.A. Assessment of the effectiveness of various options for endoscopic papillosphincterotomy in obstructive jaundice. *Vestnik novykh medicinskih tekhnologij.* 2012; 19 (3): 40–43. [In Russ.]
9. Sovtsov S.A. Chronicle of private surgery. Part 3: Emergency biliary surgery. Chelyabinsk: Publishing house "Biblioteka A. Millera"; 2019: 192 p.
10. Lazarenko V.A., Okhotnikov O.I., Grigoryev N.N., et al. Treatment of endoscopically "difficult" choledocholithiasis by traditional and X-ray surgical methods. *Kurskij nauchno-prakticheskij vestnik "Chelovek i ego zdorov'e".* 2013; (4): 85–91. [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

Лазаренко Виктор Анатольевич – доктор медицинских наук, профессор, ректор, заведующий кафедрой хирургических болезней Института непре-

рывного образования, ФГБОУ ВО «Курский государственный медицинский университет» Минздрава России, Россия; e-mail: kurskmed@mail.ru; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-2069-7701>

Канищев Юрий Васильевич – доктор медицинских наук, доцент, профессор кафедры хирургических болезней Института непрерывного образования, ФГБОУ ВО «Курский государственный медицинский университет» Минздрава России; e-mail: doctoryuriy@mail.ru; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-7781-8733>

Назаренко Петр Михайлович – доктор медицинских наук, профессор, заведующий кафедрой хирургических болезней № 2, ФГБОУ ВО «Курский государственный медицинский университет» Минздрава России; e-mail: surgery.facultetskaya@mail.ru; ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4961-1382>

Назаренко Дмитрий Петрович – доктор медицинских наук, профессор, профессор кафедры хирургических болезней № 2, ФГБОУ ВО «Курский государственный медицинский университет» Минздрава России; e-mail: surgery.facultetskaya@mail.ru; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-6838-5969>

Самгина Татьяна Александровна – кандидат медицинских наук, доцент, доцент кафедры хирургических болезней № 2, ФГБОУ ВО «Курский государственный медицинский университет» Минздрава России; e-mail: tass@list.ru; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-7781-3793>

Локтионов Алексей Леонидович – доктор медицинских наук, доцент, профессор кафедры хирургических болезней Института непрерывного образования, ФГБОУ ВО «Курский государственный медицинский университет» Минздрава России; e-mail: ala-loc@yandex.ru; ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4833-1581>

Горбунов Сергей Михайлович – заместитель главного врача по лечебной работе, ОБУЗ «Курская городская клиническая больница № 4» Комитета здравоохранения Курской области; e-mail: gkb4kursk@yandex.ru; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-6275-5850>

Information about the authors

Lazarenko Viktor – Dr. Sci. (Med.), Professor, Rector, Head of the Department of surgical Diseases of the Institute of Continuing Education, Kursk State Medical University; e-mail: kurskmed@mail.ru; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-2069-7701>

Kanishchev Yuriy – Dr. Sci. (Med.), Docent, Professor at the Department of Surgical Diseases of the Institute of Continuing Education, Kursk State Medical University; e-mail: doctoryuriy@mail.ru; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-7781-8733>

Nazarenko Piotr – Dr. Sci. (Med.), Professor, Head of the Department of Surgical Diseases No 2, Kursk State Medical University; e-mail: surgery.facultetskaya@mail.ru; ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4961-1382>

Nazarenko Dmitry – Dr. Sci. (Med.), Professor, Professor at the Department of Surgical Diseases No 2, Kursk State Medical University; e-mail: surgery.facultetskaya@mail.ru; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-6838-5969>

Samgina Tatyana – Cand. Sci. (Med.), Docent, Associate Professor at the Department of Surgical Diseases No 2, Kursk State Medical University; e-mail: tass@list.ru; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-7781-3793>

Loktionov Alexey – Dr. Sci. (Med.), Docent, Professor at the Department of Surgical Diseases, Institute of Continuing Education. Kursk State Medical University; e-mail: ala-loc@yandex.ru; ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4833-1581>

Gorbunov Sergey – Deputy Chief Physician, Kursk City Clinical Hospital No. 4; e-mail: gkb4kursk@yandex.ru; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-6275-5850>

УДК: 616.14-089

DOI: 10.37895/2071-8004-2021-25-2-55-62

АНАЛИЗ БЛИЖАЙШИХ РЕЗУЛЬТАТОВ ХИРУРГИЧЕСКОГО ЛЕЧЕНИЯ ВАРИКОЗНОЙ БОЛЕЗНИ МЕТОДОМ ЭНДОВАЗАЛЬНОЙ ЛАЗЕРНОЙ ОБЛИТЕРАЦИИ И КОРОТКОГО СТРИППИНГА

А.В. Гавриленко^{1,2}, М.В. Ананьева¹, П.Е. Вахратьян^{1,2}, А.Н. Косенков², М.М. Мусаев³

¹ ФГБНУ «Российский научный центр хирургии им. акад. Б.В. Петровского», г. Москва, Россия

² ФГАОУ «ВО Первый Московский государственный медицинский университет им. И.М. Сеченова» Минздрава России (Сеченовский Университет), г. Москва, Россия

³ Сеть клиник «Ви Терра», г. Москва, Россия

Резюме

Целью данного исследования было сравнение результатов короткого стриппинга (КС) и эндовенозной лазерной облитерации (ЭВЛО) с периодом наблюдения до 6 месяцев на основании ультразвуковой картины, количества послеоперационных осложнений, оценки уровня послеоперационной боли, клинических проявлений варикозной болезни и сроков реабилитации после вмешательства. Пациентам с варикозной болезнью вен нижних конечностей с недостаточностью клапанов большой подкожной вены было проведено хирургическое лечение: ЭВЛО или КС с мини-флебэктомией. Пациенты были обследованы до операции и через 5, 10 дней, далее через 1, 3 и 6 месяцев после операции. Всем пациентам был проведен клинический осмотр, ультразвуковое дуплексное сканирование вен нижних конечностей (УЗДС), подсчет баллов Venous Clinical Severity Score (VCSS). Также произведена оценка боли в течение первых 10 дней у пациентов после вмешательства по десятибалльной шкале. Наблюдение в течение 6 месяцев произведено у 156 пациентов (177 нижних конечностей). В нашем исследовании эндовенозная лазерная облитерация и короткий стриппинг был одинаково эффективны в устранении рефлюкса по БПВ. Через 6 месяцев наблюдения в группе КС в 1 случае отмечен рефлюкс по медиальному притоку, в группе ЭВЛО отмечена частичная реканализация ствола БПВ через 3 месяца – в 1 случае, через 6 месяцев – в 3 случаях. Также, несмотря на получение профилактических доз низкомолекулярного гепарина, у 1 пациента в группе ЭВЛО отмечен тромбоз глубоких вен EHIT II. Результаты данного исследования показывают, что эффективность и безопасность ЭВЛО и КС схожи. Кроме более выраженной послеоперационной боли и кровоподтеков в группе КС, различий между этими двумя видами лечения не обнаружено. Лечение было одинаково безопасным и эффективным в устранении рефлюкса БПВ, в облегчении симптомов и устранении варикозного расширения вен, а также в улучшении качества жизни пациентов. Долгосрочные результаты, особенно в отношении частоты рецидивов в зависимости от вмешательства, должны быть исследованы в будущих исследованиях.

Ключевые слова: короткий стриппинг, ЭВЛО, варикозная болезнь, варикозное расширение вен нижних конечностей

Для цитирования: Гавриленко А.В., Ананьева М.В., Вахратьян П.Е., Косенков А.Н., Мусаев М.М. Анализ ближайших результатов хирургического лечения варикозной болезни методом эндовазальной лазерной облитерации и короткого стриппинга. *Лазерная медицина*. 2021; 25(2): 55–62. <https://doi.org/10.37895/2071-8004-2021-25-2-55-62>

Контакты: Ананьева М.В., e-mail: masha.ananieva@gmail.com

COMPARATIVE ANALYSIS OF SHORT-TERM OUTCOMES AFTER SURGICAL TREATMENT OF VARICOSE DISEASE WITH ENDOVASAL LASER OBLITERATION AND SHORT STRIPPING

Gavrilenko A.V.^{1,2}, Ananeva M.V.¹, Vakhratyan P.E.^{1,2}, Kosenkov A.N.², Musaev M.M.³

¹ Petrovsky Russian Scientific Center of Surgery, Moscow, Russia

² Sechenov First Moscow State Medical University, Moscow, Russia

³ Medical Centre “Vi Terra”, Moscow, Russia

Abstract

The purpose of this study was to compare outcomes (within six months) after short stripping (SS) and endovenous laser obliteration (EVLO) in patients with varicose veins when analyzing ultrasound findings, postoperative complications, level of postoperative pain, clinical manifestations, and duration of rehabilitation after the intervention. Patients with varicose veins of lower extremities and insufficiency of large saphenous vein valves had either EVLO or SS with miniflebectomy. All patients were examined before surgery and then in 5 days, 10 days and in 1, 3 and 6 months after it. The patients also had clinical examination, ultrasound duplex scanning of their lower extremity veins; Venous Clinical Severity Score (VCSS) was also used for the trial. Pain was assessed during the first 10 days after the surgery using a 10-point pain assessment scale. 156 patients (177 lower extremities) were followed-up for 6 months. As the results of our study showed, endovenous laser obliteration and short stripping were equally effective in eliminating the reflux of the great saphenous vein (GSV). After 6 months of follow-up, the reflux along the medial inflow was noted in one case in SS group; partial GSV recanalization was noted in one case in EVLO group in 3 months, in 3 cases – in 6 months. Besides, despite LMH preventive doses one patient from EVLO group had EHIT II deep vein thrombosis. The obtained outcomes have demonstrated that EVLO and SS have similar effectiveness and safety. No difference has been found between these two types of treatment, except more pronounced postoperative pain and bruising in SS group. Performed care was equally safe and effective in eliminating GSV reflux, in relieving symptoms and eliminating varicose veins as well as in improving the quality of life. Long-term outcomes, especially the rate of relapses depending on the type of intervention, are to be investigated in future trials.

Key words: short stripping, EVLO, varicose veins, varicose veins of lower extremities

For citations: Gavrilenko A.V., Ananeva M.V., Vakhryatyan P.E., Kosenkov A.N., Musaev M.M. Comparative analysis of short-term outcomes after surgical treatment of varicose disease with endovasal laser obliteration and short stripping. *Lazernaya medicina*. 2021; 25(2): 55–62. [In Russ.]. <https://doi.org/10.37895/2071-8004-2021-25-2-55-62>

Contacts: Ananeva M.V., e-mail: masha.ananieva@gmail.com

ВВЕДЕНИЕ

Ежегодно в России, по разным данным, более 70 % случаев хирургического лечения проводится методом традиционной флебэктомии [1]. Стандартом современного хирургического лечения варикозной болезни считается короткий стриппинг или облитерационное воздействие на уровне бедра, до верхней трети голени. Но, согласно последним российским клиническим рекомендациям по лечению и диагностике хронических заболеваний вен [2], термооблитерация представляется более предпочтительной для устранения патологического вертикального рефлюкса в сравнении с открытым вмешательством в связи с меньшей частотой осложнений и сроков послеоперационной реабилитации.

По результатам множества исследований по сравнению эффективности, частоты осложнений и качества жизни пациентов нет достоверной разницы между методами термической термооблитерации ствола большой подкожной вены: эндовенозной лазерной облитерации (ЭВЛО) и радиочастотной облитерации (РЧО) [3, 4]. В Кохрановском обзоре [5] публикаций по применению термооблитерации, открытых вмешательств и склерооблитерации при поражении БПВ указывается, что эндовазальные методы, по крайней мере, так же эффективны, как хирургическое вмешательство при лечении варикозной болезни в бассейне большой подкожной вены. Из-за большой несовместимости исследований явных доказательств преимущества того или иного метода недостаточно [6, 7].

Критериями эффективности проведенного хирургического лечения вне зависимости от метода являются: устранение вертикального и горизонтального рефлюксов, изменение субъективных симптомов и качества жизни пациентов, возникновение новых рефлюксов в ранее не пораженных венах и рецидив варикозных вен в сегменте, где проводилось вмешательство [8, 9].

Цель работы – сравнить ближайшие результаты короткого стриппинга и эндовенозной лазерной облитерации в период наблюдения до 6 месяцев на основании ультразвуковой картины, количества послеоперационных осложнений, оценки уровня послеоперационной боли, клинических проявлений варикозной болезни и срока реабилитации после вмешательства.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

В сравнительное проспективное исследование включили 156 пациентов (177 нижних конечностей) с варикозной болезнью, которым провели

комбинированную флебэктомию или эндовенозную лазерную облитерацию на нижних конечностях в бассейне большой подкожной вены (БПВ) в 2020 г. в отделении сосудистой хирургии Российского научного центра хирургии им. акад. Б.В. Петровского. Группы пациентов указаны в таблице 1.

Критериями включения были наличие варикозной болезни нижних конечностей в системе большой подкожной вены (БПВ); С2, С3, С4 клинические классы хронических заболеваний вен по классификации CEAP; хирургическое лечение, полученное в 2020 г.; возраст от 22 до 79 лет; недостаточность клапанов в БПВ с рефлюксом более 1 секунды по результатам дуплексного сканирования. Проведен клинический осмотр всех пациентов с оценкой жалоб по шкале Venous Clinical Severity Score (VCSS), Aberdeen score, выполнено ультразвуковое дуплексное сканирование (УЗДС) вен нижних конечностей по стандартному протоколу.

Критериями исключения были наличие у пациентов двойного ствола или недостаточность добавочной большой подкожной вены, патологии глубоких вен и малой подкожной вены, признаков ишемии нижних конечностей (ЛПИ < 1,0). Проведен клинический осмотр всех больных с оценкой жалоб по шкале VCSS и выполнено УЗДС по стандартному протоколу в положении стоя и лежа. При УЗДС учитывали протяженность рефлюкса, диаметр ствола (D) БПВ на уровне верхней трети бедра, количество, диаметр и состоятельность перфорантных вен. У всех пациентов имелось магистральное расположение БПВ на бедре без наличия варикозных притоков в пределах бедра.

Выделено две группы пациентов.

1-я группа (n = 76) – больные, которым были произведены короткий стриппинг ствола БПВ на бедре и верхней трети голени (до уровня дистального рефлюкса) и обработка несостоятельных перфорантных вен по показаниям. Вмешательство проводили под спинальной анестезией, по необходимости – с легкой седацией. Перед вмешательством проводилась ультразвуковая маркировка сафено-фemorального соустья (СФС), уровня рефлюкса в БПВ, несостоятельных перфорантных вен. Под коротким стриппингом понимали удаление ствола БПВ на бедре до уровня верхней трети голени. Первым этапом у всех пациентов была выполнена кроссэктомия. У 70 пациентов удалось выполнить стриппинг инвагинационным методом. Несостоятельные перфорантные вены (во всех группах больных) подвергались лигированию только при их диаметре более 3,5 мм и наличии рефлюкса при компрессионных пробах. После флебэктомии

Таблица 1

Характеристика пациентов по группам, распределение по группам СЕАР и характеристика большой подкожной вены

Table 1

Characteristics of patients by groups, distribution by CEAP groups and great saphenous vein characteristics

	Группа короткого стриппинга (N1) SS group (N1)	Группа эндовенозной лазерной облитерации (N2) EVLO group (N2)	p
Количество прооперированных пациентов/конечностей, n Number of operated patients/extremities, n	76/88	80/89	
из них женщин <i>among them: females</i>	44	59	= 0,037
из них мужчин <i>among them: males</i>	32	21	
Средний возраст, лет <i>Mean age, y.o.</i>	51 (23–79)	52 (25–78)	< 0,05
Распределение по СЕАР, n (%) Distribution according to CEAP, n (%)			
C2	66 (86,8 %)	64 (80 %)	= 0,252
C3	6 (7,9 %)	4 (5 %)	= 0,461
C4	4 (5,3 %)	12 (15 %)	= 0,045
Характеристика БПВ GSV characteristics			
Диаметр СФС, мм <i>SFJ diameter, mm</i>	12,75 (5,3–20,2)	11,85 (4,1–17,6)	> 0,05
Диаметр БПВ, мм <i>GSV diameter, mm</i>	10,5 (4,8–17,5)	9,8 (4,0–15,6)	> 0,05
Рефлюкс, с <i>Reflux, sec</i>	3,5 (1–6)	3 (1–5)	> 0,05

Примечание: СЕАР – Международная классификация хронических заболеваний вен нижних конечностей, БПВ – большая подкожная вена, СФС – сафено-фemorальное соустье.

Note: CEAP (Clinical, Etiological, Anatomical, Pathophysiological) – classification of diverse manifestations of chronic venous disease, GSV – great saphenous vein, SFJ – sapheno-femoral junction.

проводилась мини-флебэктомия притоков через проколы менее 3 мм.

2-я группа (n = 80) – больные, которые перенесли ЭВЛО ствола БПВ на бедре, мини-флебэктомию несостоятельных притоков и лигирование перфорантных вен. Для выполнения ЭВЛО использовался аппарат с длиной волны 1470 нм и мощностью 15 Вт (модель Ceralas E, 15 Вт/1470 нм); ЭВЛО проводилась по стандартной методике, под ультразвуковым контролем, с помощью тумесцентной анестезии. Лазерный световод позиционировался на 1 см от сафено-фemorального соустья. Всем пациентам после ЭВЛО выполнялась мини-флебэктомия притоков через проколы менее 5 мм.

Всем пациентам в группе ЭВЛО проводилась профилактика венозных тромбозмболических осложнений профилактических дозировок низкомолекулярных гепаринов или фондапаринукса в течение 5 суток. Режим эластической компрессии в обеих группах в послеоперационном периоде был стандартным: ношение компрессионных чулок до паха 2-го класса компрессии (23–32 мм рт. ст.). После проведенных вмешательств клиническая и ультразвуковая оценка

результатов лечения пациентов проведена через определенные периоды: на 5-й и 10-й день, через 1, 3 и 6 месяцев.

Все больные исходно имели распространенный рефлюкс по БПВ, т. е. в пределах бедра. Всем пациентам был проведен клинический осмотр, УЗДС вен нижних конечностей, подсчет баллов VCSS и оценка качества жизни по шкале тяжести варикозной болезни Aberdeen (the Aberdeen Varicose Vein Symptoms Severity Score, AVVSS). AVVSS позволяет оценить качество жизни больных в зависимости тяжести хронической венозной недостаточности: от 0 (полное отсутствие клинических проявлений) до 100 баллов (трофические изменения). Ежедневно, в течение 10 дней после вмешательства пациенты самостоятельно оценивали и отмечали уровень боли по шкале от 0 до 10. Также в послеоперационном периоде пациенты отмечали сроки возвращения к трудовой деятельности после вмешательства. Послеоперационные гематомы учитывались в том случае, если их площадь была более 50 см². Для определения площади гематом использовалась миллиметровая бумага с определением значения в сантиметрах.

При изучении послеоперационных данных УЗДС учитывали: наличие патологической культы БПВ и/или несостоятельного ствола БПВ на бедре, диаметр СФС, диаметр ствола БПВ на бедре (верхняя треть) и наличие в нем патологического рефлюкса, несостоятельность перфорантных вен, их количество и средний диаметр.

Статистический анализ проводили с помощью общедоступных статистических онлайн-калькуляторов. Характеристики пациентов представлены с помощью методов описательной статистики (доли в процентах, средние значения, стандартное отклонение). Разницу долей при сравнении результатов лечения оценивали с помощью критерия χ^2 . Сравнение категориальных переменных в группах проведено с помощью критерия Манна – Уитни. Различия признавали статистически значимыми при $p < 0,05$.

РЕЗУЛЬТАТЫ

В исследование включили 156 пациентов (177 нижних конечностей) с варикозной болезнью, которым провели комбинированную флебэктомию или эндовенозную лазерную облитерацию на нижних конечностях в бассейне БПВ в 2020 г. в отделении сосудистой хирургии Российского научного центра хирургии им. акад. Б.В. Петровского. Группы пациентов указаны в таблице 1. В обеих группах преобладали пациенты с тяжестью хронических заболеваний вен С2.

В обеих группах в разные сроки после вмешательства уменьшалось количество пациентов (и соответственно количество нижних конечностей) в связи с неявкой на последующие приемы. Число пациентов, результаты вмешательств, послеоперационные осложнения в разные сроки наблюдения указаны в таблице 2.

На 5-й день после вмешательства в группе короткого стриппинга отсутствие ствола БПВ отмечено у 68 (100 %) пациентов, тромбоз глубоких (суральных) вен – у 1 (2 %) пациента, гематомы – у 40 (66 %), парестезии – у 2 (4 %). Во второй группе окклюзия БПВ отмечена у 69 (100 %) человек, тромбоз глубоких вен ЕНIT 1 по классификации ЕНIT [10] – у 1 (2 %) пациента, гематомы – у 10 (16 %), парестезии – у 2 (4 %), гиперпигментация по ходу БПВ – у 4 (8 %).

На 10-й день на повторном осмотре в группе короткого стриппинга явления тромбоза глубоких вен выявлены у 1 (2 %) пациента, гематомы – у 20 (33 %), парестезии – у 1 (2 %) пациента. В группе ЭВЛО тромбоз глубоких вен сохранялся у 1 (2 %) пациента на фоне лечения низкомолекулярным гепарином (НМГ), гематомы – у 10 (16 %), парестезии – у 1 (3 %) пациента, гиперпигментация по ходу БПВ – у 4 (8 %). Через месяц после операции в первой группе гематомы сохранялись у 1 (3 %) пациента, явления гиперпигментации обнаружены у 2 (4 %) пациентов. Явления парестезии нивелировались полностью в обеих группах. Через 3 месяца после вмешательства в первой

группе осложнений не выявлено. Во второй группе у 1 (1,5 %) пациента обнаружена частичная реканализация ствола БПВ, гиперпигментация по ходу БПВ – у 2 (4 %).

Через полгода наблюдения в первой группе у 1 пациента был обнаружен рефлюкс по медиальному притоку, во второй группе у 3 (5,5 %) пациентов выявлена частичная реканализация ствола БПВ.

При оценке уровня боли в течение 10 дней после вмешательства, в первые дни после вмешательства в группе короткого стриппинга уровень боли был статистически значимо выше ($p < 0,01$), далее к 4-му дню уровень боли в обеих группах не отличался, хотя у некоторых пациентов он сохранялся и к 10-му дню (рис. 1). Случаев приема анальгетиков: в первой группе – 12, во второй – 13. Также не обнаружено достоверной разницы в количестве дней нетрудоспособности: в группе короткого стриппинга – 7 (± 4), в группе ЭВЛО – 5 (± 4).

Оценка качества жизни по шкале AVVSS: на 12-й день ухудшение качества жизни по сравнению с дооперационным наблюдалось в обеих группах. Но через месяц средний балл вернулся к дооперационному, и к 3-му месяцу наблюдалось значительное улучшение качества жизни с 16,2 до 8,3 – в группе короткого стриппинга и с 18,7 до 6,9 – в группе ЭВЛО без каких-либо различий между группами. В первой группе у 51 пациента отмечено улучшение качества жизни, у 8 – ухудшение показателей. Во второй группе у 56 пациентов – улучшение, у 6 – ухудшение.

В результате оценки тяжести венозных заболеваний по клинической шкале VCSS выявлено, что средние показатели тяжести венозных заболеваний значительно улучшились после операции, упав со среднего значения 2,4 (от 2 до 12) и 2,8 (от 1 до 8) до 0,2 (от 0 до 2) и 0,4 (от 0 до 7) через 3 месяца в группе короткого стриппинга и лазерной облитерации соответственно. Количество баллов не отличались между группами в любой момент времени. В группе короткого стриппинга у 57 пациентов отмечено улучшение после операции, у 1 – ухудшение, еще один случай остался без изменений. В группе ЭВЛО отмечено улучшение у всех пациентов.

ОБСУЖДЕНИЕ

Эндовенозные методы лечения варикозного расширения вен стали популярным методом лечения варикозного расширения вен по поводу несостоятельности БПВ во многих странах.

В течение последнего десятилетия были разработаны новые менее инвазивные методы в качестве альтернативы традиционной сафенэктомии при лечении несостоятельности БПВ, ее притоков: радиочастотная облитерация, эндовенозная лазерная облитерация, стволовая склеротерапия, нетермальные методы облитерации.

Таблица 2

Количество пациентов в ближайшем послеоперационном периоде наблюдения, количество и виды послеоперационных осложнений

Table 2

Number of patients at the short-term follow-up, number and types of postoperative complications

Результаты Results	5-й день Day 5		p	10-й день Day 10		p
Группа Group	1	2		1	2	
Число нижних конечностей (n) Number of lower extremities (n)	88	89		88	86	
Отсутствие рефлюкса на бедре по данным УЗИ, n No reflux at the hip according to US examination, n	88	89	> 0,05	85	86	> 0,05
Осложнения, n (%) Complications, n (%)						
Тромбозы глубоких вен Deep vein thrombosis	2 (2,3 %)	2 (2,2 %)	> 0,05	2 (2,3 %)	2 (2,3 %)	> 0,05
Гематомы Hematomas	59 (59,1 %)	13 (14,6 %)	< 0,05	29 (33 %)	13 (15,1 %)	= 0,006
Парестезии Paraesthesia	2 (4 %)	3 (3,4 %)	> 0,05	1 (2 %)	1 (1,1 %)	> 0,05
Гиперпигментации Hyperpigmentation	5 (5,6 %)	0 (0 %)	5 (5,8 %)	0 (0 %)		

Примечание: 1 – группа короткого стриппинга (N1), 2 – группа эндовенозной лазерной облитерации (N2).

Notes: 1 – short stripping group (N1), 2 – endovenous laser obliteration group (N2).

Таблица 3

Количество пациентов в отдаленном послеоперационном периоде наблюдения, количество и виды послеоперационных осложнений

Table 3

Number of patients at the long-term follow-up, number and types of postoperative complications

Результаты Results	1 месяц 1 month		p	3 месяца 3 months		p	6 месяцев 6 months		p
Группа Group	1	2		1	2		1	2	
Число нижних конечностей, n Number of lower extremities, n	85	84		82	81		65	70	
Отсутствие рефлюкса на бедре по данным УЗИ, n No reflux at the hip according to US examination, n	83	84	> 0,05	82	80	> 0,05	63	66	> 0,05
Осложнения, n (%) Complications, n (%)									
Тромбозы глубоких вен Deep vein thrombosis	2 (2,3 %)	0 (0 %)	> 0,05	–	–	–	–	–	–
Гематомы Hematomas	1 (1,2 %)	0 (0 %)	> 0,05	–	–	–	–	–	–
Парестезии Paraesthesia	2 (4 %)	0 (0 %)	< 0,05	1 (2 %)	1 (1,1 %)	> 0,05	–	–	

Примечание: 1 – группа короткого стриппинга (N1), 2 – группа эндовенозной лазерной облитерации (N2).

Notes: 1 – short stripping group (N1), 2 – endovenous laser obliteration group (N2).

Описание следующих рандомизированных контролируемых испытаний, включающих новые методы, доступно в литературе.

- В четырех РКИ сравнили РЧА с коротким стриппингом и показали, что РЧА обладает значительными преимуществами, включая более короткий период реабилитации, меньше послеоперационных болей, меньше осложнений и превосходные оценки качества жизни [11–14].

- В одном РКИ сравнили ЭВЛО с коротким стриппингом и не обнаружили различий в оценке боли, но после ЭВЛО отмечено значительно меньше гематом и отеков [15].

В большинстве стран эндовенозные вмешательства проводятся с помощью тумесцентной анестезии в качестве «офисной» процедуры, что снижает затраты по сравнению с лечением, проводимым в стационаре. Короткий стриппинг, который недавно времени считался «золотым стандартом» лечения варикозного расширения вен, часто проводится под спинальной анестезией в стационаре. При таких обстоятельствах, если лечение обладает одинаковой безопасностью и эффективностью как по ближайшим, так и по отдаленным результатам, выбор между методами очевиден. Большинство пациентов выбирают эндовазальные методы, чтобы избежать разрезов. Однако опубликованы работы, где короткий стриппинг проводился под местной тумесцентной анестезией в качестве «офисной» процедуры [16]. Авторы исследования при сравнении ближайшего послеоперационного периода не отметили различий в качестве жизни, эффективности и безопасности при сравнении ЭВЛО и короткого стриппинга БПВ.

Первые 3 дня послеоперационная боль в группе КС БПВ была выше по сравнению с группой ЭВЛО, но боль является обычным явлением любого инвазивного вмешательства при варикозной болезни. Далее разницы в уровне боли зафиксировано не было. Обычно она разрешается у большинства пациентов через несколько недель.

Боль обычно локализуется на бедре и также может быть связана с зонами мини-флебэктомии. Разница в количестве разрезов в группах при мини-флебэктомии и перевязки перфорантных вен не была посчитана, было условно принято, что количество одинаково. Размеры разрезов при мини-флебэктомии были обычно составляют не более 5 мм, что не требует наложения швов.

По результатам нашего исследования, через 3 месяца после вмешательства: явления парестезий, гематом нивелировались в обеих группах. В группе ЭВЛО у 3 (4 %) пациентов обнаружена частичная реканализация ствола БПВ, что соответствует общей статистике. Также через полгода наблюдения в первой группе у 1 пациента был обнаружен рефлюкс по медиальному

притоку, наличие которого может быть связано с техническими погрешностями в проведении оперативного вмешательства. Также, несмотря на получение профилактических доз НМГ, у 1 пациента отмечен тромбоз глубоких вен ЕНIT II, при дообследовании выявлена наследственная тромбофилия.

В нашем исследовании эндовенозная лазерная облитерация и короткий стриппинг были одинаково эффективны в устранении рефлюкса по БПВ. Через 6 месяцев наблюдения в группе КС отмечен рефлюкс по медиальному притоку в 1 случае, а в группе ЭВЛО отмечена частичная реканализация ствола БПВ через 3 месяца – в 1 случае, через 6 месяцев – в 3 случаях. Данные результаты соответствуют показателям, опубликованным в других исследованиях [17, 18]. Также недавнее исследование показало, что риск реканализации после ЭВЛО снижается при увеличении энергетического осаждения и предполагает более низкий энергетический порог 38 Дж/см для вены диаметром 6 мм [19]. Плотность энергии на 1 см длины вены в нашем исследовании превышала этот предел у всех пациентов.

Качество жизни в обеих группах, оцененное по шкале AVVSS, значительно улучшилось через 3 месяца. Улучшение качества жизни хорошо известно после лечения у пациентов с варикозным расширением вен, но, как и ожидается, в ближайшем послеоперационном периоде отмечается его выраженное ухудшение. Также аналогичным образом в обеих группах улучшились показатели по VCSS. В дополнение к улучшению качества жизни оба метода одинаково эффективны в устранении венозной симптоматики.

ОГРАНИЧЕНИЯ

Часть пациентов оказались недоступными для осмотра в отдаленном периоде наблюдения.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В послеоперационном периоде наблюдение (до 6 месяцев) за схожими группами больных с варикозной болезнью нижних конечностей, которым выполнена ликвидация патологического рефлюкса по БПВ на бедре с применением двух вариантов воздействия (короткий стриппинг и ЭВЛО), не показало клинических приоритетов той или иной методики. Короткий стриппинг не уступает эндовенозным вмешательствам в ближайшем послеоперационном периоде. Риск развития гематом и кровоизлияний, уровень болевых ощущений и качество жизни пациентов в раннем послеоперационном периоде сопоставимы с эндовенозными методами облитерации подкожных вен. Таким образом, короткий стриппинг и эндовенозная лазерная облитерация имеют одинаковую эффективность в сроке наблюдения до 6 месяцев.

ЛИТЕРАТУРА

1. Покровский А.В., Богатов Ю.П. Состояние сосудистой хирургии в Российской Федерации в 2018 году. *Ангиология и сосудистая хирургия. Приложение*. 2019; 2 (25).
2. Российские клинические рекомендации по диагностике и лечению хронических заболеваний вен. *Флебология*. 2018; 5 (3): 146–240.
3. Lawson J.A., Gauw S.A., van Vlijmen C.J., et al. Prospective comparative cohort study evaluating incompetent great saphenous vein closure using radiofrequency-powered segmental ablation or 1470-nm endovenous laser ablation with radial-tip fibers (Varico 2 study). *J Vasc Surg Venous Lymphat Disord*. 2018; 6 (1): 31–40. DOI: 10.1016/j.jvsv.2017.06.016
4. Rasmussen L.H., Lawaetz M., Bjoern L., et al. Randomized clinical trial comparing endovenous laser ablation, radiofrequency ablation, foam sclerotherapy and surgical stripping for great saphenous varicose veins. *Br J Surg*. 2011; 98 (8): 1079–1087. DOI: 10.1002/bjs.7555
5. Nesbitt C., Bedenis R., Bhattacharya V., Stansby G. Endovenous ablation (radiofrequency and laser) and foam sclerotherapy versus open surgery for great saphenous vein varices. *Cochrane Database Syst Rev*. 2014; (7): CD005624. DOI: 10.1002/14651858.CD005624.pub3
6. Мусаев М.М., Ананьева М.В., Гирцашвили А.Г., Гавриленко А.В. Эндовенозная облитерация в комбинированном лечении хронических заболеваний вен. *Лазерная медицина*. 2020; 24 (1): 45–48. DOI: 10.37895/2071-8004-2020-24-1-45-48
7. Гавриленко А.В., Вахрамьян П.Е., Котеев А.Ю. и др. Сберегательный и радикальный принципы в хирургическом лечении варикозной болезни нижних конечностей. *Флебология*. 2018; 12 (4): 300–305.
8. Nicolaidis A., Kakkos S., Eklof B., et al. Management of chronic venous disorders of the lower limbs – guidelines according to scientific evidence. *Int Angiol*. 2014; 33 (2): 87–208.
9. Дуванский В.А., Азизов Г.А. Особенности регионарной микроциркуляции у больных хронической венозной недостаточностью стадии С6. *Лазерная медицина*. 2011; 15 (1): 12–15.
10. Sadek M., Kabnick L., Rockman C., et al. Increasing ablation distance peripheral to the saphenofemoral junction may result in a diminished rate of endothermal heat-induced thrombosis. *J Vasc Surg Venous Lymphat Disord*. 2013; 1 (3): 257–262. DOI: 10.1016/j.jvsv.2013.01.002
11. Rautio T., Ohinmaa A., Perala J., et al. Endovenous obliteration versus conventional stripping operation in the treatment of primary varicose veins: A randomized controlled trial with comparison of the costs. *J Vasc Surg*. 2002; 35 (3): 958–965. DOI: 10.1067/mva.2002.123096
12. Lurie F., Creton D., Eklof B., et al. Prospective randomized study of endovenous radiofrequency obliteration (closure procedure) versus ligation and stripping in selected patient population (EVOLVE Study). *J Vasc Surg*. 2003; 38 (2): 207–214. DOI: 10.1016/s0741-5214(03)00228-3
13. Lurie F., Creton D., Eklof B., et al. Prospective randomized study of endovenous radiofrequency obliteration (closure) versus ligation and vein stripping (EVOLVE): Two-year follow-up. *Eur J Vasc Endovasc Surg*. 2005; 29 (1): 67–73. DOI: 10.1016/j.ejvs.2004.09.019
14. Hinchcliff R.J., Ubhi J., Beech A., et al. A prospective randomized controlled trial of VNUS closure versus surgery for the treatment of recurrent long saphenous varicose veins. *Eur J Vasc Endovasc Surg*. 2006; 31 (2): 212–218. DOI: 10.1016/j.ejvs.2005.07.005
15. Medeiros C.A.F., Luccas G.C. Comparison of endovenous treatment with an 810 nm laser versus conventional stripping of the great saphenous vein in patients with primary varicose veins. *Dermatol Surg*. 2005; 31 (12): 1685–1694. DOI: 10.2310/6350.2005.31309
16. Rasmussen L.H., Bjoern L., Lawaetz M., et al. Randomized trial comparing endovenous laser ablation of the great saphenous vein with high ligation and stripping in patients with varicose veins: Short-term results. *J Vasc Surg*. 2007; 46 (2): 308–315. DOI: 10.1016/j.jvs.2007.03.053
17. Wright D., Gobin J.P., Bradbury A.V., et al. Vari-solve polidocanol microfoam compared with surgery or sclerotherapy in the management of varicose veins in the presence of trunk vein incompetence: European randomized controlled trial. *Phlebology*. 2006; 21 (4): 180–190. DOI: 10.1258/026835506779115807
18. Bountouroglou D.G., Azzam M., Kakkos S.K., et al. Ultrasound guided foam sclerotherapy combined with saphenofemoral ligation compared to surgical treatment of varicose veins: Early results of a randomized controlled trial. *Eur J Vasc Endovasc Surg*. 2006; 31 (2): 93–100. DOI: 10.1016/j.ejvs.2005.08.024
19. Proebstle T.M., Moehler T., Herdemann S. Reduced recanalization rates of the great saphenous vein after endovenous EVL treatment with increased energy dosing: Definition of a threshold for the endovenous fluence equivalent. *J Vasc Surg*. 2006; 44 (4): 834–839. DOI: 10.1016/j.jvs.2006.05.052

REFERENCES

1. Pokrovsky A.V., Bogatov Y.P. The state of vascular surgery in the Russian Federation in 2018. *Angiologia i sosudistaya chirurgia*. 2019; 25 (2): 31–40. [In Russ.]
2. Diagnostics and treatment of chronic venous disease: Guidelines of Russian Phlebological Association. *Flebologiya*. 2018; 12 (3): 146–240. [In Russ.]
3. Lawson J.A., Gauw S.A., van Vlijmen C.J., et al. Prospective comparative cohort study evaluating incompetent great saphenous vein closure using radiofrequency-powered segmental ablation or 1470-nm endovenous laser ablation with radial-tip fibers (Varico 2 study). *J Vasc Surg Venous Lymphat Disord*. 2018; 6 (1): 31–40. DOI: 10.1016/j.jvsv.2017.06.016
4. Rasmussen L.H., Lawaetz M., Bjoern L., et al. Randomized clinical trial comparing endovenous laser ablation, radiofrequency ablation, foam sclerotherapy and surgical stripping for great saphenous varicose veins. *Br J Surg*. 2011; 98 (8): 1079–1087. DOI: 10.1002/bjs.7555
5. Nesbitt C., Bedenis R., Bhattacharya V., Stansby G. Endovenous ablation (radiofrequency and laser) and foam sclerotherapy versus open surgery for great saphenous vein varices. *Cochrane Database Syst Rev*. 2014; (7): CD005624. DOI: 10.1002/14651858.CD005624.pub3
6. Musaev M.M., Ananyeva M.V., Girciashvili A.G., Gavrilenko A.V. Endovenous obliteration in the combined treatment of chronic venous diseases. *Laser Medicine*. 2020; 24 (1): 45–48. DOI: 10.37895/2071-8004-2020-24-1-45-48 [In Russ.]

7. Gavrilenko A.V., Vakhratyan P.E., Kotaev A.Yu., et al. Saving and radical principles in the surgical treatment of varicose veins of the lower extremities. *Phlebologia*. 2018; 12 (4): 300–305. [In Russ.]
8. Nicolaidis A., Kakkos S., Eklof B., et al. Management of chronic venous disorders of the lower limbs – guidelines according to scientific evidence. *Int Angiol*. 2014; 33 (2): 87–208.
9. Duvanskiy V.A., Azizov G.A. Features of regional microcirculation in patients with chronic venous insufficiency, stage C6. *Lazernaya medicina*. 2011; 15 (1): 12–15. [In Russ.]
10. Sadek M., Kabnick L., Rockman C., et al. Increasing ablation distance peripheral to the saphenofemoral junction may result in a diminished rate of endothermal heat-induced thrombosis. *J Vasc Surg Venous Lymphat Disord*. 2013; 1 (3): 257–262. DOI: 10.1016/j.jvsv.2013.01.002
11. Rautio T., Ohinmaa A., Perala J., et al. Endovenous obliteration versus conventional stripping operation in the treatment of primary varicose veins: A randomized controlled trial with comparison of the costs. *J Vasc Surg*. 2002; 35 (3): 958–965. DOI: 10.1067/mva.2002.123096
12. Lurie F., Creton D., Eklof B., et al. Prospective randomized study of endovenous radiofrequency obliteration (closure procedure) versus ligation and stripping in selected patient population (EVOLVE Study). *J Vasc Surg*. 2003; 38 (2): 207–214. DOI: 10.1016/s0741-5214(03)00228-3
13. Lurie F., Creton D., Eklof B., et al. Prospective randomized study of endovenous radiofrequency obliteration (closure) versus ligation and vein stripping (EVOLVE): Two-year follow-up. *Eur J Vasc Endovasc Surg*. 2005; 29 (1): 67–73. DOI: 10.1016/j.ejvs.2004.09.019
14. Hinchcliff R.J., Ubhi J., Beech A., et al. A prospective randomized controlled trial of VNUS closure versus surgery for the treatment of recurrent long saphenous varicose veins. *Eur J Vasc Endovasc Surg*. 2006; 31 (2): 212–218. DOI: 10.1016/j.ejvs.2005.07.005
15. Medeiros C.A.F., Luccas G.C. Comparison of endovenous treatment with an 810 nm laser versus conventional stripping of the great saphenous vein in patients with primary varicose veins. *Dermatol Surg*. 2005; 31 (12): 1685–1694. DOI: 10.2310/6350.2005.31309
16. Rasmussen L.H., Bjoern L., Lawaetz M., et al. Randomized trial comparing endovenous laser ablation of the great saphenous vein with high ligation and stripping in patients with varicose veins: Short-term results. *J Vasc Surg*. 2007; 46 (2): 308–315. DOI: 10.1016/j.jvs.2007.03.053
17. Wright D., Gobin J.P., Bradbury A.V., et al. Vari-solve polidocanol microfoam compared with surgery or sclerotherapy in the management of varicose veins in the presence of trunk vein incompetence: European randomized controlled trial. *Phlebologia*. 2006; 21 (4): 180–190. DOI: 10.1258/026835506779115807
18. Bountouroglou D.G., Azzam M., Kakkos S.K., et al. Ultrasound guided foam sclerotherapy combined with saphenofemoral li-

- gation compared to surgical treatment of varicose veins: Early results of a randomized controlled trial. *Eur J Vasc Endovasc Surg*. 2006; 31 (2): 93–100. DOI: 10.1016/j.ejvs.2005.08.024
19. Proebstle T.M., Moehler T., Herdemann S. Reduced recanalization rates of the great saphenous vein after endovenous EVL treatment with increased energy dosing: Definition of a threshold for the endovenous fluence equivalent. *J Vasc Surg*. 2006; 44 (4): 834–839. DOI: 10.1016/j.jvs.2006.05.052

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

Гавриленко Александр Васильевич – академик РАН, доктор медицинских наук, профессор, руководитель отделения хирургии сосудов ФГБНУ «РНЦХ им. акад. Б.В. Петровского»; профессор кафедры госпитальной хирургии ФГАУ ВО «Первый МГМУ им. И.М. Сеченова» Минздрава России (Сеченовский Университет); ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7267-736>

Ананьева Мария Владимировна – аспирант ФГБНУ «РНЦХ им. акад. Б.В. Петровского»; e-mail: masha.ananieva@gmail.com; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-8767-0298>

Вахратьян Павел Евгеньевич – кандидат медицинских наук, доцент ФГБНУ «РНЦХ им. акад. Б.В. Петровского»; ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-6590-2425>

Косенков Александр Николаевич – доктор медицинских наук, профессор ФГАУ ВО «Первый МГМУ им. И.М. Сеченова» Минздрава России (Сеченовский Университет); ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-6975-5802>

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

Information about the authors

Gavrilenko Aleksander – RAN academician, Dr. Sc. (med), professor, head of vascular surgery department at B.V. Petrovsky Russian Research Centre of Surgery (Moscow, Russia); professor of hospital surgery chair at Sechenov First Moscow State Medical University; ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7267-7369>

Ananeva Maria – Postgraduate, Petrovsky Russian Scientific Center of Surgery; e-mail: masha.ananieva@gmail.com; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-8767-0298>

Vakhratyan Pavel – Cand. Sci. (Med.), Associate Professor at Petrovsky Russian Scientific Center of Surgery; ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-6590-2425>

Kosenkov Aleksander – Dr. Sci. (Med.), Professor at Sechenov First Moscow State Medical University; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-6975-5802>

Musaev Mirzabala Mustafa oglu – MD, Cand. Sc. (med), cardio-vascular surgeon at flebology center VITERA (Moscow, Russia); ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-5430-4913>

УДК 621.373.826: 617-089

DOI 10.37895/2071-8004-2021-25-2-63-74

2011–2021 – ЕЩЕ 10 ЛЕТ РАЗВИТИЯ ЛАЗЕРНОЙ МЕДИЦИНСКОЙ ТЕХНИКИ И ТЕХНОЛОГИЙ

В.П. Минаев

ООО «Научно-техническое объединение «ИРЭ-Полус», г. Фрязино, Россия

Резюме

В работе представлен обзор лазерных медицинских аппаратов и лазеров для них, а также медицинских технологий на их основе, разработанных за последнее десятилетие.

Ключевые слова: лазерные медицинские аппараты, хирургия, силовая лазерная терапия

Для цитирования: Минаев В.П. 2011–2021 – еще 10 лет развития лазерной медицинской техники и технологий. *Лазерная медицина*. 2021; 25(2): 63–74. <https://doi.org/10.37895/2071-8004-2021-25-2-63-74>

Контакты: Минаев В.П., e-mail: vMinaev@ntoire-polus.ru

2011-2021 – TEN MORE YEARS OF DEVELOPMENT OF LASER MEDICAL EQUIPMENT AND TECHNOLOGIES

Minaev V.P.

NTO "IRE-Polus", Fryazino, Russia

Abstract

The article presents a review on laser medical equipment and laser medical technologies developed for this equipment which have appeared for the last ten years.

For citations: Minaev V.P. 2011-2021 – Ten more years of development of laser medical equipment and technologies. *Lazernaya medicina*. 2021; 25(2): 63–74. [In Russ.]. <https://doi.org/10.37895/2071-8004-2021-25-2-63-74>

Contacts: Minaev V.P., e-mail: vMinaev@ntoire-polus.ru

В этом году исполняется 60 лет со времени первого использования лазерного излучения в медицине. В течение десятилетия, прошедшего с опубликования предыдущего обзора [1], продолжал расширяться арсенал лазерных аппаратов, разрабатывались новые эффективные медицинские технологии. Радует, что в этом процессе значительным оказался вклад российских врачей, физиков и инженеров, чьи результаты во многих случаях идут впереди результатов их зарубежных коллег. Обзору наиболее интересных из них, с точки зрения автора, и посвящена настоящая публикация.

Наибольший прогресс пришелся на долю аппаратов, использующих волоконные лазеры. Это прежде всего относится к устройствам с лазерами на активированном тулии (Tm) волокне с длиной волны излучения вблизи $\lambda = 1,94$ мкм, совпадающей с локальным максимумом поглощения в воде. С использованием такого излучения получил развитие разработанный МФЦ «Фотомед» (Челябинск) метод лазерной остеоперфорации [2], первоначально использовавший излучение с длиной волны $\lambda = 0,97$ мкм. К ранее разработанным применениям остеоперфорации при лечении остеомиелита и костной травмы добавилось использование ее для лечения дегенеративно-дистрофических заболеваний костей у детей (болезней Легга – Кальве – Пертеса, Келера II

и Осгуда – Шлаттера), позволяющее избежать инвалидизации, вернуть пациентов к нормальной жизни. Кроме этого, метод лазерной остеоперфорации оказался эффективным средством при синдроме диабетической стопы.

Это же излучение в сочетании с излучением с длиной волны $\lambda = 1,55$ мкм эффективно используется при лечении сосудистых мальформаций. Примером эффективного применения такого сочетания излучений может служить лечение у новорожденной девочки гигантской лимфангиомы, результаты которого представлены на рисунке 1 [3].

В последние годы резко возрос интерес к использованию излучения диапазона длин волн вблизи $\lambda = 1,9$ мкм для лечения варикозно расширенных вен методом эндовенозной лазерной коагуляции (ЭВЛК) [4]. Использование такого излучения позволяет снизить уровень мощности излучения без снижения эффективности лечения, уменьшить вероятность появления карбонизации и болевые ощущения у пациентов.

Эффективность лазеров этого диапазона оценили и лор-хирурги [5].

Но наибольший успех тулиевых волоконных лазеров пришелся на долю мощных отечественных аппаратов для урологии – двухволнового аппарата «Уролаз», ориентированного на хирургию мягких тканей [6], аппарата FiberLase U2, предназначенного



Рис. 1. Лимфангиома на руке и результат ее лечения: а – через 2 дня после рождения, перед операцией; б – через 4 месяца; в, г – через 3 и 4 года после лечения

Fig. 1. Large cystic lymphangioma of the left upper extremity and outcome of its treatment: а – two-day old girl, before the surgery; б – 4 months after the surgery; в, г – 3 and 4 years after the treatment



Рис. 2. Лазерные аппараты: а – Уролаз (FiberLase U1), б – Pulse 120H

Fig. 2. Laser devices: а – “Urolas” (“FiberLase U1”), б – “Pulse 120H”

для литотрипсии – лечения мочекаменной болезни [7], а также аппарата FiberLase U3, сочетающего обе эти возможности. Эти аппараты существенно превосходят предыдущего лидера рынка, аппараты на основе АИГ:Но – Pulse 120H от компании Lumenis (Израиль – США). Сравнить эти аппараты и их характеристики можно по фотографии на рисунке 2 и в таблице 1.

Возможности этих аппаратов и удобство работы с ними по достоинству оценили российские и зарубежные врачи.

Использование излучения $\lambda = 1,94$ мкм позволило реализовать при операциях энуклеации доброкачественной гиперплазии предстательной железы и немышечно-инвазивного рака мочевого пузыря режим гидродинамического рассеечения мягких тканей, обеспечивающий ряд преимуществ в хирургической урологии.

На рисунке 3 [8] представлена теневая фотография результата введения через волоконный световод в физиологический раствор – среду, обычно используемую при трансуретральных урологических операциях, – мощного (120 Вт) непрерывного излучения с длиной волны $\lambda = 1,94$ мкм, которое поглощается в слое около 0,1 мм. Результаты исследований [8, 9] показали, что в этом случае вследствие интенсивного кипения у торца световода (1) образуется парогазовый пузырь (2). Содержимое этого пузыря практически не поглощает излучения, которое проходит до дистального конца пузыря. Образование такого пузыря получило название «эффект Моисея» (Moses effect, отсылка к библейскому

Таблица 1

Лазерные аппараты с длиной волны излучения около $\lambda = 2$ мкм

Table 1

Laser devices with radiation wavelength near $\lambda = 2$ μm

Аппарат Device	FiberLaseU1 (Уролаз) (Urolas)	FiberLaseU2	FiberLaseU3	Pulse 120H
λ , мкм λ , μm	$1,94 \pm 1,55$	1,94		2,1
Активная среда Active medium	Волокна с Tm и Er Fibers with Tm and Er	Волокно с Tm Fiber with Tm		АИГ:Ho Ho:YAG
Средняя мощность, Вт Average power, W	120 ± 15	40	60	120
Пиковая мощность, Вт Peak power, W	120 ± 15	400	500	
Масса, кг Weight, kg	38			245
Габариты, см Sizes, cm	$55 \times 46 \times 29$			$47 \times 116 \times 105$
Питание Power supply	220 В, < 10 А 220 V, < 10 A	220 В, < 5 А 220 V, < 5 A	220 В, < 10 А 220 V, < 10 A	220 В, < 46 А 220 V, < 46 A
Производитель Manufacturer	НТО «ИРЭ-Полус», Россия STA IRE-Polus, Russia			Lumenis, Израиль – США Israel – USA

сюжету, когда перед Моисеем расступилось море) [10]. При этом на дистальном конце пузыря формируется двухфазная струя, состоящая из нагретой воды и парогазовых микропузырей. Скорость этой струи может достигать величины 3–5 м/с, благодаря чему она может рассекают мягкие ткани.

В результате в среде физиологического раствора возможны три способа воздействия на мягкие биоткани, которые проиллюстрированы на рисунке 4 на примере операции энуклеации доброкачественной гиперплазии мочевого пузыря [9].

I. При контактном воздействии между торцом оптического волокна и тканью практически нет жидкости, ее остаток и водная составляющая ткани быстро испаряются, а органическая компонента ткани разогревается до температуры карбонизации. В результате происходит разогрев торца волокна и прилегающей ткани до высокой температуры, о чем свидетельствует яркое свечение места контакта (рис. 4, а). Образующаяся из-за кипения струя существенной роли не играет, и рассечение происходит вследствие совместного воздействия лазерного излучения и разогретого торца волокна, как при контактном воздействии в газовой среде. При этом имеет место заметная карбонизация ткани, а возникающее свечение значительно маскирует процессы, происходящие в месте рассечения.

II. Если при воздействии выходной торец световода находится от биоткани на расстоянии, не превышающем длины парогазового пузыря (3, рис. 4, б), воздействие происходит в режиме «эффекта Моисея» в результате непосредственного воздействия на ткань лазерного излучения. Поскольку излучение поглощается в основном водной компонентой биоткани, наблюдается незначительная карбонизация ткани

в области разреза в местах с повышенным поглощением в неводных компонентах (например, на сосудах). Значительная часть карбонизированной ткани удаляется излучением в результате повышенного поглощения. При этом яркое свечение в месте воздействия отсутствует, и хирург имеет возможность хорошо различать удаляемую патологическую и подлежащую ткани.

III. В случае когда биоткань не соприкасается с пузырем (рис. 4, в), основным механизмом формирования разреза становится лазер-индуцированное гидродинамическое воздействие двухфазной струи (2). Очевидно, что оно будет наиболее эффективным

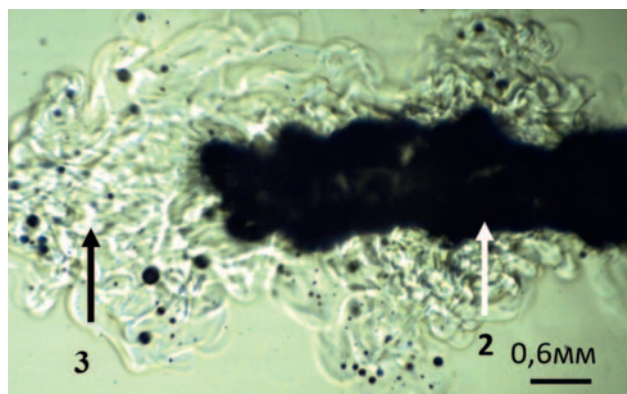


Рис. 3. Теневая картина лазер-индуцированных процессов вблизи выходного торца рабочего волокна через 5 мс после подачи излучения. 1 – торец световода, 2 – парогазовый макропузырь, 3 – двухфазная струя

Fig. 3. Shadow photo of laser-induced processes near the fiber end-face 5 sec after light supply; 1 – fiber end-face, 2 – vapor-gas macrobubble, 3 – two-phase jet

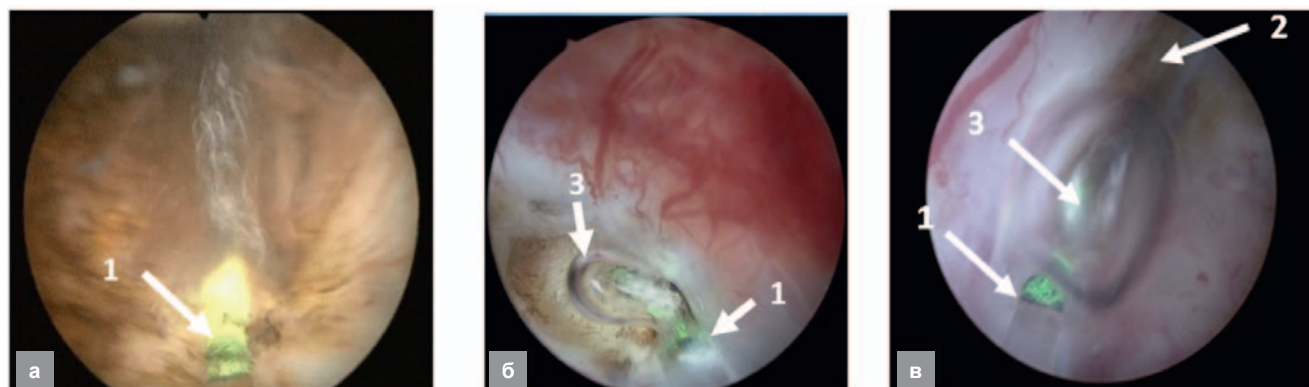


Рис. 4. Варианты лазерного воздействия на мягкие ткани в среде физиологического раствора: **а** – контактное, **б** – с «эфффектом Моисея», **в** – в режиме гидродинамического рассеивания, **1** – торец световода, **2** – двухфазная струя, **3** – макропузырь

Fig. 4. Variants of laser light impact at soft tissue: **a** – contact, **б** – “Moses effect”; **в** – two-phase jet dissection, **1** – fiber end-face, **2** – two-phase jet, **3** – macrobubble

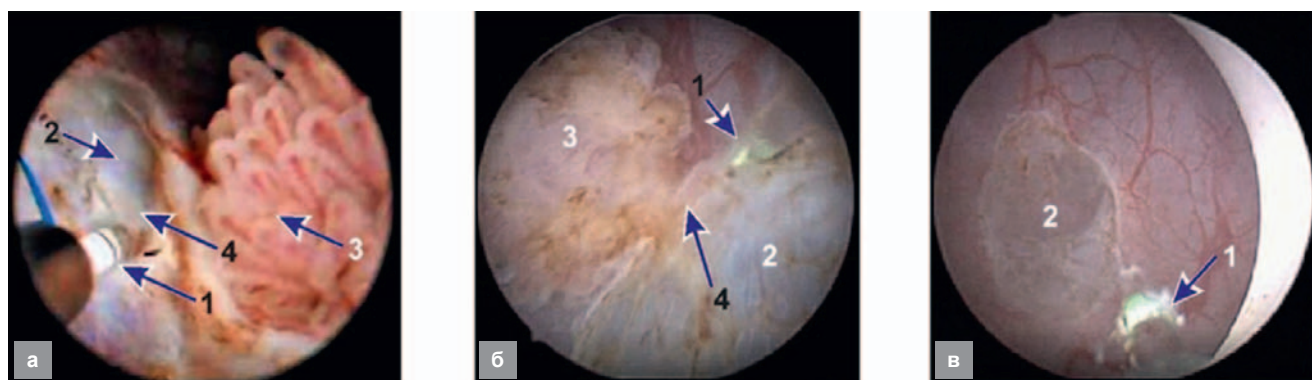


Рис. 5. Лазерная резекция стенки мочевого пузыря с опухолью единым блоком: **а, б** – процесс резекции, **в** – мышечный слой на месте удаленной опухоли, **1** – торец световода, **2** – мышечный слой, **3** – опухоль, **4** – место рассечения

Fig. 5. Laser single block dissection of the bladder wall with a tumor: **а, б** – resection process, **в** – muscle layer at the site of the removed tumor, **1** – fiber end-face, **2** – muscle layer under the removed tumor, **3** – tumor, **4** – site of resection

вблизи дистального конца пузыря, где скорость струи максимальна. В этом случае карбонизация практически не наблюдается, как и в предыдущем случае, отсутствует яркое свечение, и хирург имеет возможность хорошо различать удаляемую патологическую и подлежащую ткани.

Особенно эффективной работа в режиме лазер-индуцированного рассеивания оказывается при операциях по удалению неинвазивно-мышечного рака мочевого пузыря единым блоком. На рисунке 5 представлены фотографии [9], полученные в процессе резекции стенки мочевого пузыря с опухолью единым блоком с использованием импульсно-периодического лазерного излучения с длиной волны $\lambda = 1,94$ мкм с импульсной мощностью 120 Вт и средней мощностью 10 Вт (1 Дж, 10 Гц) при бесконтактном воздействии с использованием режимов II и III. Благодаря отсутствию яркого свечения, характерного для контактной резекции (режим I), хирург хорошо видит мышечный слой (2, рис. 5), что позволяет деликатно отделить от него опухоль (3, рис. 5) единым блоком и удалить ее целиком. После отделения опухоли на эндоскопическом

снимке (рис. 5, в) наблюдается мышечный слой без следов карбонизации и кровотечения.

Отметим, что, в отличие от вапоризации опухоли, ее удаление в режиме лазер-индуцированного рассеивания позволяет уменьшить вероятность образования фрагментов патологической ткани, которые, флотируя в физиологическом растворе, могут попасть на стенку и стать причиной рецидива. Кроме того, в этом случае удастся получить хороший материал для гистологических исследований.

Аппараты с излучением 1,94 мкм оказываются более эффективными по сравнению с аппаратами с длиной волны $\lambda = 2,09$ мкм и при литотрипсии. Их использование позволяет увеличить скорость литотрипсии, уменьшить миграцию камней из-за ретропульсии в результате возникающих реактивных сил [11].

Дополнительным преимуществом волоконных лазеров по сравнению с лазерами на кристаллах является простота введения рабочего излучения в тонкие рабочие световоды. Это, в свою очередь, позволяет упростить малоинвазивное трансуретральное воздействие на камни в почках с использованием тонких



Рис. 6. «Всевидающая игла» в сборе (а) и полужесткая оптическая система MicroPerc от PolyDiagnost GmbH (Германия) (б)

Fig. 6. Assembled “all-seeing needle” (a), semi-rigid optical system “MicroPerc” (“PolyDiagnost GmbH”, Germany) (б)

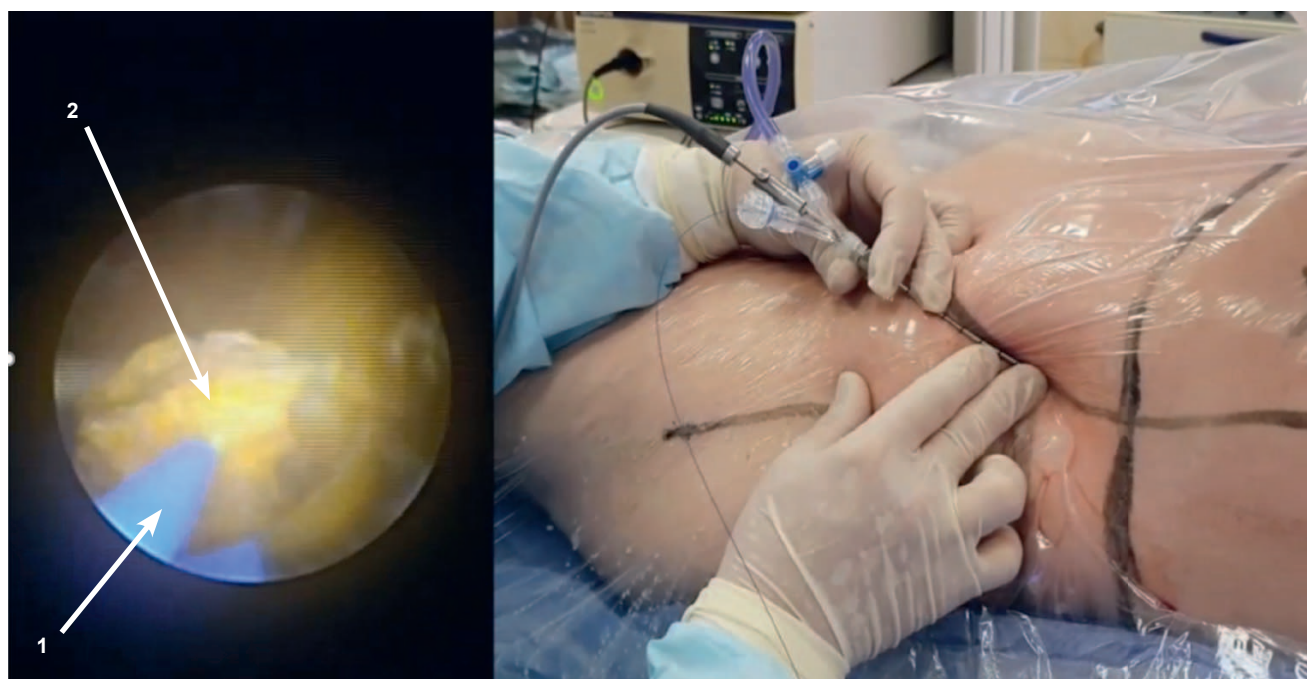


Рис. 7. Лазерная транскутанная литотрипсия камня в почке. Слева — изображение с экрана видеоэндоскопа: 1 — световод, 2 — разрушаемый камень

Fig. 7. Laser transcutaneous lithotripsy in a patient with a kidney stone. Left – photo taken from video endoscope screen: 1 – fiber, 2 – stone

гибких эндоскопов, а также микроперкутанную нефролитотрипсию [12] в случаях, когда большие размеры камня затрудняют осуществление литотрипсии трансуретрально. В последнем случае воздействие осуществляется через прокол с помощью набора «всевидающая игла» (рис. 6, а), включающего тубус диаметром 4,8 F (1,6 мм), через который вводится полужесткая оптика MicroPerc от PolyDiagnost GmbH (Германия) с диаметром 0,9 мм (рис. 6, б), лазерный световод и перфузионная трубка, позволяющая при необходимости осуществлять ирригацию и контрастирование.

На рисунке 7 представлена фотография осуществления А.Г. Мартовым (ГКБ им. Д.Д. Плетнева, Москва) транскутанной литотрипсии в почке. На этом

же рисунке показано изображение с монитора эндоскопа. Кроме этого, во время операции осуществлялся еще и рентгеновский контроль.

Использование столь тонкого прокола позволяет уменьшить инвазивность вмешательства, сократить кровопотери при операции и время заживления послеоперационной раны.

Представляется важным, что кроме НТО «ИРЭ-Полус» разработку аппаратов на основе лазера с Тм-активированным волокном выполнили в Федеральном ядерном центре — ВНИИ технической физики им. Е.И. Забабахина (г. Снежинск). Разработанный там аппарат для хирургии ЛТН-101 (рисунок 8) обеспечивает мощность излучения до 40 Вт на длинах волн $\lambda = 1,91$ или $1,94$ мкм [13].



Рис. 8. Лазерный аппарат для хирургии ЛТН-101

Fig. 8. Laser device for surgery ЛТН-101



Рис. 9. Лазерные аппараты для хирургии: а – «Лика-хирург-М» ($\lambda = 0,45$ мкм, 7 Вт) от «Фотоники Плюс» (Украина), б – двухволновой Alta-Soyuz-Blue ($\lambda = 0,45 \pm 1,55$ мкм / 13 $\pm$ 1,5 Вт) НТО «ИРЭ-Полюс» (Россия)

Fig. 9. Laser devices for surgery: а – “Lika-chirurg-M” ($\lambda = 0.45$ μm , 7 W) manufactured by “Fotonika Plus”, Ukraine; б – two wave-lengths “Alta-Soyuz-Blue” ($\lambda = 0.45 \pm 1.55$ μm / 13 $\pm$ 1.5 W) manufactured by STA “IRE-polus”, Russia

Прогресс в технологии полупроводниковых лазеров позволил вывести на рынок аппараты синего ($\lambda = 0,45$ мкм) диапазона. Эти аппараты с успехом используются в гинекологии, проктологии, дерматологии и других областях медицины. Лидерами в этой области оказались украинские коллеги из «Фотоники Плюс» (Черкассы), выпускающие с 2013 г. аппарат «Лика-хирург-М» с мощностью излучения до 7 Вт.

Пока в России были доступны только импортные аппараты, но в 2021 г. был зарегистрирован и отечественный аппарат Alta-Soyuz-Blue (НТО «ИРЭ-Полюс»). Этот аппарат выполнен в двухволновом варианте: имеет кроме волоконного вывода излучения с длиной волны $\lambda = 0,45$ мкм мощностью до 13 Вт дополнительный волоконный вывод излучения с длиной волны $\lambda = 1,55$ мкм с мощностью до 1,5 Вт от волоконного лазера. Фотографии аппаратов «Лика-хирург-М» и Alta-Soyuz-Blue представлены на рисунке 9.

Разработки в области волоконных лазеров позволили создать серьезный задел для совершенствования аппаратов для хирургии, работающих еще в двух диапазонах.

Используя удвоение частоты в кристаллах с регулярной доменной структурой, в НТО «ИРЭ-Полюс» разработали линейку надежных и эффективных волоконных лазеров видимого диапазона с длинами волн излучения $\lambda = 0,54; 0,56; 0,59; 0,62$ и $0,66$ мкм и мощностью 10–20 Вт. Эти лазеры существенно превосходят по эффективности аппараты, выполненные на традиционных твердотельных лазерах [14], используемых в медицинском лазеростроении. В таблице 2 приведены основные характеристики лазеров из этой линейки. Для сравнения в таблице приведены характеристики

Таблица 2

Лазерные модули и лазерный аппарат видимого диапазона

Table 2

Laser modules and laser device of the visible spectrum range

Обозначение Parameters	VLM 536-10	VLM 561-15	VLM 589-15	VLM 623-20	VLM 660-10	QuadroStar PRO 577
$P_{\text{макс}}$, Вт $P_{\text{мах}}$, W	10	15	15	20	10	5
λ , нм λ , nm	536	562	589	623	660	577
КПД, % Unit efficiency, %	5	6	5	7	5	
Питание, В Power, V	24					220
Охлаждение Cooling	Воздушное Air					Воздушное Air
Габариты, см Size, cm	52,5 × 4,3 × 21,7 + излучатель/handpiece 23,3 × 5 × 4,6					42 × 38 × 19
Масса, кг Weight, kg	4,5					12

Таблица 3

Лазерные аппараты диапазона $\lambda \approx 3$ мкм

Table 3

Laser devices of the range $\lambda \approx 3 \mu\text{m}$

Параметры Parameters	«Litetouch»	Аппарат с ПОГ Experimental device with POG
Длина волны, мкм Wavelength, mkm	2,94	3,05 ± 3,2
Максимальная выходная мощность, Вт Maximal output power, Wt	8,4	25
Вес, прибор, кг Weight, kg	27	10
Габариты, прибор/аппликатор, см Dimensions, device/applicator, cm	40 × 28 × 75	35 × 30 × 45

аппарата QuadroStar PRO 577 от компании AsclepionLT GmbH (Германия).

Даже с учетом того, что в таблице приведены данные OEM-лазеров и коммерческого лазерного аппарата, видно серьезное потенциальное преимущество разработанных волоконных лазеров.

Для многих применений представляет интерес излучение с длиной волны около 3 мкм, наиболее сильно поглощаемое водой. В течение долгого времени для получения излучения этого диапазона использовались только лазеры на кристаллах, активированных эрбием (Er), прежде всего АИГ:Er ($\lambda = 2,94$ мкм) и ИСГГ:Er ($\lambda = 2,78$ мкм). На основе волоконных лазеров и кристаллов с регулярной доменной структурой в НТО «ИРЭ-Полус» были разработаны параметрические оптические генераторы (ПОГ), существенно превосходящие выпускаемые аппараты [14]. В таблице 3 приведены для сравнения технические характеристики лазерного аппарата на основе АИГ:Er, выпускаемого Сибирским лазерным центром (Новосибирск), и макета аппарата для хирургии ПОГ,

выполненного в корпусе серийного аппарата семейства MedLase.

На рисунке 10 представлены фотографии аппарата «Litetouch» от израильской компании «Syneron», опытного образца аппарата с аппликатором, содержащим ПОГ, и второго варианта аппликатора с ПОГ для этого аппарата. Поскольку для диапазона $\lambda = 3$ мкм не существует доступных эффективных гибких световодов, в макете ПОГ смонтированы непосредственно в аппликаторах, к которым по световодам подается излучение накачки.

Заметный прогресс за прошедшее десятилетие произошел в области лазеров с длительностью импульсов в фемтосекундном диапазоне. Напомним, что особенностью воздействия на биоткани лазерного излучения фемтосекундной длительности является прежде всего то, что благодаря малому времени действия поглощенная энергия идет на абляцию вещества из области, в которой было поглощено излучение, и тепло не успевает распространиться в прилегающие области. Происходит «холодная» абляция, которую хорошо иллюстрирует [16] рисунок 11,



Рис. 10. Аппараты для хирургии диапазона $\lambda = 3$ мкм: **а** – «Litetouch», **б** – макет аппарата с ПОГ в аппликаторе, **в** – второй вариант аппликатора с расположенным в нем ПОГ

Fig. 10. Devices for surgery with wavelength near $\lambda = 3 \mu\text{m}$: **a** – “Melas-C”, **б** – experimental device with POG in the applicator, **в** – the second variant of applicator with POG

показывающий, что в результате лазерного воздействия на спичечную головку происходит абляция воспламеняющегося состава без его воспламенения.

Еще одной особенностью таких лазеров является то, что при фокусировке в пятно малого диаметра в области фокуса из-за нелинейных процессов наблюдается сильное поглощение излучения, которое при обычных условиях не поглощается.

Эти свойства используются в принципе действия лазерного кератома «ФемтоВизум» (ООО «ОптоСистемы, Троицк, Москва» [17], использующего волоконный фемтосекундный лазер с длиной волны $\lambda = 1,03$ мкм. Лазер работает в импульсно-периодическом режиме с длительностью импульсов 200–400 фс,

частотой следования 1 МГц и энергией импульса 250–750 нДж. Благодаря острой фокусировке (диаметр фокального пятна менее 2 мкм) излучение, не поглощаясь, проходит через вещество роговицы и поглощается в фокусе с образованием небольшого кавитационного пузыря, разрушающего роговицу. Благодаря этому можно осуществлять тонкие разрезы в роговице (рисунок 12, а), в частности формировать при проведении операции по коррекции зрения ЛАСИК роговичный клапан толщиной менее 90 мкм.

С помощью этой же установки можно обеспечить формирование профиля роговичного трансплантата и посадочного места для него при пересадке трупной роговицы при лечении бельма (рисунок 12, б),



Рис. 11. Результат воздействия импульсов излучения с длительностью ~10 фс

Fig. 11. Results of irradiation with laser pulses, duration ~10 fsec

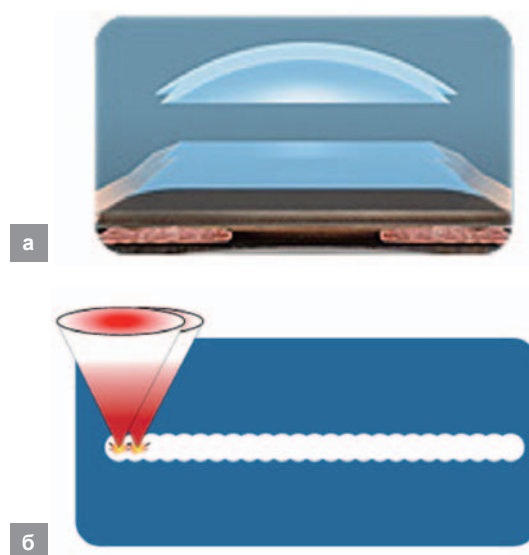


Рис. 12. Формирование разреза в роговице (**а**), формирование роговичного трансплантата и посадочного места для него при лечении бельма (**б**)

Fig. 12. Formation of the incision in the cornea (**a**); formation of the corneal graft and a recipient bed for it when treating the corneal leucoma (**b**)

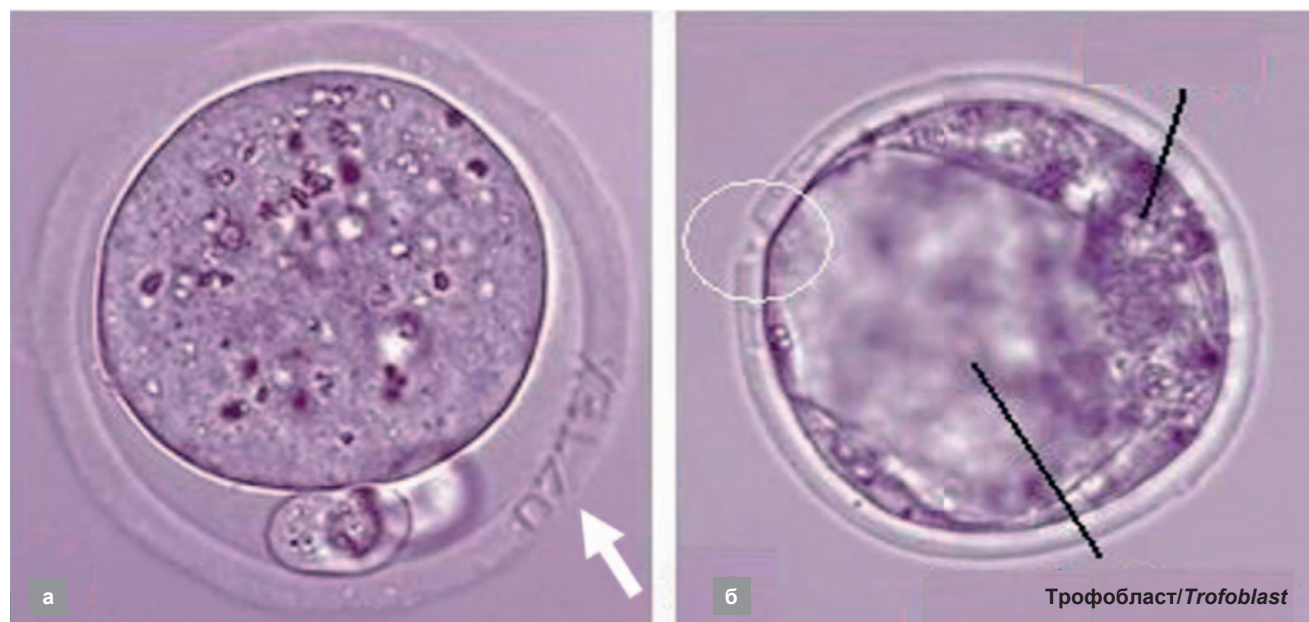


Рис. 13. Использование лазерного излучения: **а** – для нанесения маркировки на оболочку яйцеклетки (стрелка), **б** – для перфорации оболочки для облегчения выхода эмбриона (обведено белой линией)

Fig. 13. Laser light applied: **a** – for marking the oocyte membrane (arrow), **b** – for perforation of the membrane to facilitate the embryo exit (in circle)

что позволяет обеспечить надежную фиксацию трансплантата [18].

Ученые МГУ им. М.В. Ломоносова и Объединенного института высоких температур РАН на основе фемтосекундных лазеров разработали вспомогательные репродуктивные технологии, позволяющие, в частности, решить такую деликатную проблему, как безопасная маркировка яйцеклеток при осуществлении экстракорпорального оплодотворения (ЭКО). В связи с тем, что эта процедура стала весьма популярной в мире, стали происходить случаи, когда были перепутаны хранящиеся яйцеклетки. Речь шла уже о десятках таких случаев. Так, в 2002 г. в результате такого инцидента у белой супружеской пары родилась темнокожая двойня. Разработанная технология [19] позволяет с помощью сфокусированного импульсно-периодического лазерного излучения с длиной волны $\lambda = 514$ нм с длительностью импульсов 280 фс, следующих с частотой 2,5 кГц, нанести на оболочку яйцеклетки маркировку. При этом не наносится повреждений эмбриону. На рисунке 13а представлена микрофотография яйцеклетки с нанесенной маркировкой (стрелка). При этом маркировка остается на оболочке после выхода эмбриона, что может быть использовано для документирования. Еще одно применение фемтосекундного излучения – перфорация оболочки яйцеклетки с целью облегчения выхода из нее эмбриона (рис. 13, б).

С точки зрения хирургических применений большой интерес представляет лазерное излучение с длиной волны около 6 мкм, которое ранее было доступно в столь сложных устройствах, как лазеры на свободных электронах [20]. Эти длины волн приходятся на сильные пики поглощения воды и коллагена.

Ученые Томского государственного университета разработали лазер на парах стронция «Кулон-05Sr», обеспечивающий среднюю выходную мощность излучения до 5 Вт на длине волны $\lambda = 6,45$ мкм [21]. Длительность импульсов излучения 50 нс при частоте следования 10–20 кГц, потребление – 1,9 кВт, вес – 43 кг, габариты – 35,5 × 18,5 × 126 см. Более того, выходное излучение этого лазера исходно содержит еще излучение с длиной волны около $\lambda = 3$ мкм, также сильно поглощаемое биотканями, и небольшую добавку на длине волны $\lambda = 1$ мкм. Спектральный состав излучения аппарата «Кулон-05Sr» представлен на рисунке 14 [21].

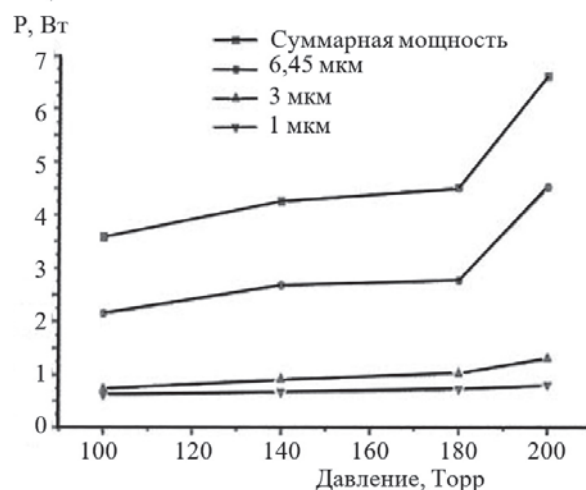


Рис. 14. Вклад линий в суммарную мощность излучения

Fig. 14. Contribution of lines to the summarized irradiation power

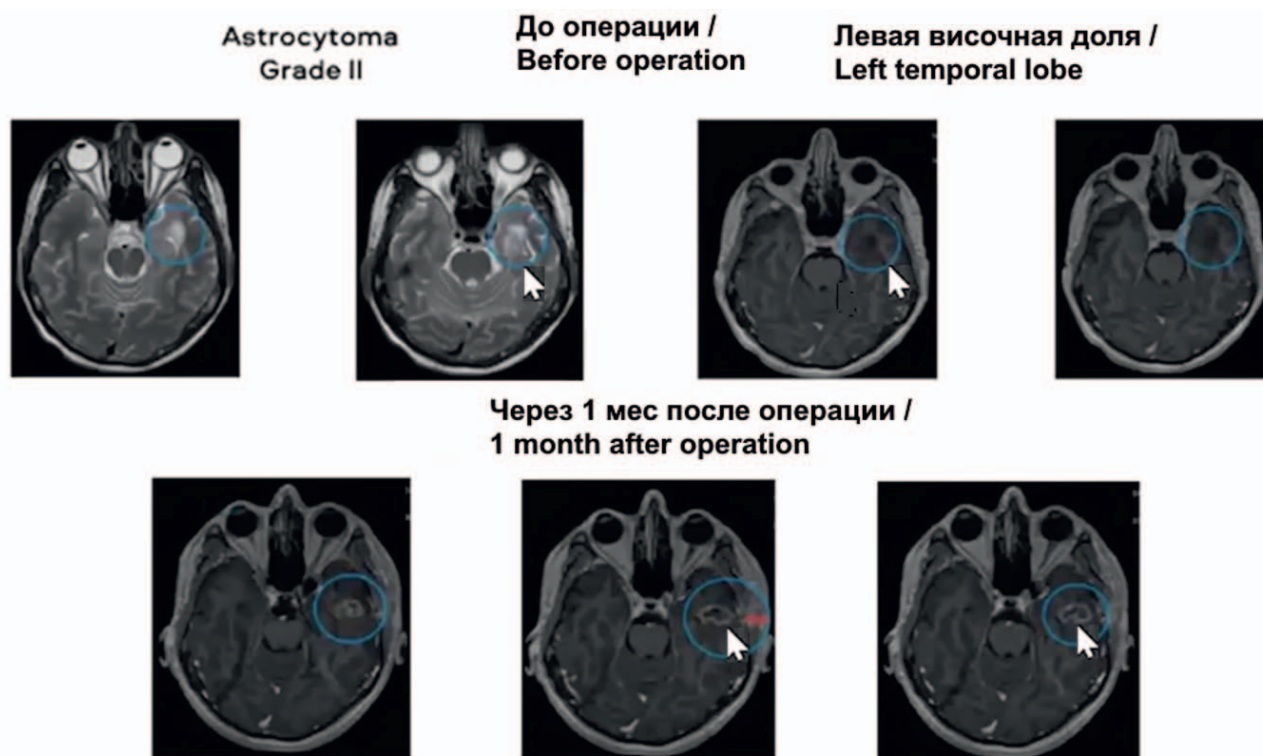


Рис. 15. Результат лечения опухоли головного мозга методом ЛИТТ. Стрелка показывает место локализации опухоли до и после лечения

Fig. 15. Outcomes of LITT treatment of the brain tumor. The arrow shows the site of the tumor before and after treatment

Этот лазер предполагается зарегистрировать в качестве медицинского аппарата. Недостатком его, как и всех лазеров на парах металлов, является большое (около 0,5 часа) время выхода на режим. Но этот недостаток перекрывается возможностью использовать излучение с уникальными свойствами от доступного аппарата.

За последнее десятилетие в экономически развитых странах наблюдается тенденция роста заболеваний опухолями головного мозга. Не миновала эта тенденция и Россию: у нас ежегодно диагностируется около 10 000 новых случаев. У всех на памяти уход из жизни по этой причине известных соотечественников. Не менее 5 % этих опухолей имеет глубокую локализацию и мультифокальный рост и распространяется в функционально важные зоны мозга [21]. В этих случаях их трудно удалить микрохирургически, без нарушения функциональности мозга. Серьезным потенциалом обладает лазерная интерстициальная термотерапия (интерстициальная лазерная термодеструкция), при которой разрушение опухолей происходит за счет их контролируемого нагрева подводимым по световоду лазерным излучением. Это возможно благодаря более высокой чувствительности злокачественных клеток к нагреву по сравнению со здоровыми.

Вместе с тем при использовании этой методики остро встает вопрос контроля процесса воздействия в процессе операции. В этом направлении за последнее десятилетие произошел заметный прогресс.

Разработаны совершенные нейронавигационные установки, позволяющие осуществить 3D-планирование вмешательства и эффективный контроль воздействия в реальном времени. Одним из таких эффективных средств является нейронавигационная система Stealth Station TREON Plus® (Medtronic, США). С использованием этой системы в ПСПБГМУ им. акад. И.П. Павлова достигнуты серьезные успехи в использовании лазерной интерстициальной терапии для лечения глиальных опухолей мозга.

На рисунке 15 представлены томограммы результатов лечения опухоли мозга [22]. Операция выполнялась через небольшое отверстие с использованием излучения с длиной волны 0,97 мкм, при этом наблюдалось образование зоны термодеструкции размером около 12 мм.

Всего к моменту доклада было проведено лечение 31 пациента. Использовались параметры воздействия, отработанные на мозге кроликов.

Необходимо заметить, что использование излучения, сильно поглощаемого гемоглобином, может приводить к карбонизации области, прилегающей к месту выхода излучения из световода, что приведет к изменению характера воздействия и «схлопывания» нагреваемой области.

В этом смысле представляется перспективным использование излучения с длиной волны 1,68 мкм [23], поглощаемого в основном водой. Как показали проведенные исследования, такое излучение

может обеспечить прогрев больших объемов биоткани без наступления карбонизации [24].

Приведенные примеры не исчерпывают всех достижений в области использования лазерного излучения в медицине, но убедительно показывают, что прогресс в области лазерных медицинских аппаратов и технологий на их основе продолжается.

ЛИТЕРАТУРА

1. Минаев В.П. Лазерные аппараты для хирургии и силовой терапии: вчера, сегодня, завтра. *Лазерная медицина*. 2012; 16 (3): 57–65.
2. Привалов В.А., Крочек И.В., Лаппа А.В. Лазерная остеоперфорация в лечении остеомиелита. Челябинск: Изд-во «Челябинская ГМА»; 2010: 272.
3. Abushkin I.A., Privalov V.A., Lappa A.V., et al. Fiber 1.56-1.9 μm lasers in treatment of vascular malformations in children and adults. *Proc. SPIE 8565, Photonic Therapeutics and Diagnostics IX*. 2013; 8565. DOI: 10.1117/12.2003405
4. Pinto M., Kikuchi R., Lyra L., et al. Endovenous laser ablation of the great saphenous vein comparing 1920-nm and 1470-nm diode laser. *Int Angiol*. 2016; 35 (6): 599–604.
5. Улугов М.Ю. Применение полупроводниковых и волоконных лазеров при болезнях уха, горла и носа. *IX Петербургский форум отоларингологов России*. СПб., 2020.
6. Ларин С.В., Винниченко А.А., Филипповский Д.В. и др. Аппарат медицинский «Fiberlase U1»/«Уролаз» для проведения малоинвазивного хирургического вмешательства. *Лазер-информ*. 2018; (11–12): 1–4.
7. Старцева Е.Д., Коваленко А.А., Андреева В.А. и др. Аппарат лазерный «FiberLase U2» для контактной литотрипсии. *Лазер-информ*. 2019; (11): 4–6.
8. Minaev V.P., Minaev N.V., Yusupov V.I., et al. Laser-induced hydrodynamic effect in urological operations. *International Conference ALT'19, Prague, Czech Republic*; 2019.
9. Минаев В.П., Минаев Н.В., Юсупов В.И. и др. Эффект лазерно-индуцированного гидродинамического рассеяния биоткани в оперативной урологии. *Квантовая электроника*. 2019; 49 (4): 404–408.
10. Isner J.M. Blood. In: Isner J.M., Clarke R. (eds). *Cardiovascular Laser Therapy*. New York: Raven Press, Ltd; 1989.
11. Lekarev V., Dymov A., Vinarov A., et al. Mechanism of lithotripsy by superpulse thulium fiber laser and its clinical efficiency. *Appl Sci*. 2020; 10 (21): 7480. DOI: 10.3390/app10217480
12. Мартюв А.Г., Дутов С.В., Попов С.В. и др. Микроперкутанная лазерная нефролитотрипсия. *Урология*. 2019; (2): 76–83. DOI: 10.18565/urology.2019.2.00-00
13. Kolegov A.A., Lappa A.V., Sofienko G.S., et al. Thulium-doped fiber lasers with direct pumping. Medical perspectives. *6th International A.M. Prokhorov Symposium on Lasers in Medicine and Biophotonics ICLO, St.-Petersburg, Russia*; 2020.
14. Сурин А.А., Борисенко Т.Е., Стурманов Ю.С. и др. Линейка мощных непрерывных лазеров видимого диапазона VLM с мощностью излучения от 1,5 до 20 Вт в диапазоне 513–730 нм. *Лазер-информ*. 2018; 11–12 (626–627): 5–8.
15. Larionov I.A., Gulyashko A.S., Alekseev D.A., et al. High-efficient DFG of fiber lasers radiation in the spectral region of 3- μm for soft tissue ablation. *6th International A.M. Prokhorov Symposium on Lasers in Medicine and Biophotonics ICLO, St.-Petersburg, Russia*; 2020.
16. Niemz M.H. *Laser-tissue interactions*. Springer-Verlag Berlin Heidelberg, 2007: 322.
17. ООО «ОптоСистемы». URL: <https://microscan.ru/femtovisum/#operations>
18. Вартапетов С.К. Лазерное оборудование для офтальмологии. Доклад на научно-практическом семинаре. Выставка «Фотоника – мир лазеров и оптики, 2010», Москва; 2010.
19. Ильина И.В., Храмова Ю.В., Филатов М.А. и др. Новые технологии с применением фемтосекундного лазерного скальпеля для вспомогательных репродуктивных технологий. Сборник тезисов VII Троицкой конференции с международным участием «Медицинская физика» (ТКМФ-7). 19–21 октября 2020 г., Москва. М.: Изд-во ФГАОУ ВО «Первый МГМУ им. И.М. Сеченова» Минздрава России (Сеченовский Университет); 2020: 133–134.
20. Haglund R.F. Applications of free electron lasers in biological sciences, medicine and material science. In: Dubowski J.J., Tanev S. (eds). *Photon-based Nanoscience and Nanobiotechnology*. 2006: 175–203.
21. Солдатов А.Н. Многоволновые лазеры с наносекундной длительностью импульсов генерации в пароголовых активных средах. *Физика*. 2010; 53 (2/5): 91–100.
22. Острейко О.В., Михайлова Н.В., Новак В.Д. Малоинвазивная лазерная термохирургия глиальных опухолей головного мозга: клиничко-экспериментальные корреляции. Сборник тезисов VII Троицкой конференции с международным участием «Медицинская физика» (ТКМФ-7). 19–21 октября 2020 г., Москва. М.: Изд-во ФГАОУ ВО «Первый МГМУ им. И.М. Сеченова» Минздрава России (Сеченовский Университет); 2020: 155–166.
23. Minaev V.P., Samartsev I.E., Tezadov Y., et al. Raman laser with wavelength 1.68 μm for medical applications. *5th International Symposium "Fiber Lasers and Their applications"*. Saint Petersburg; 2010.
24. Dymov A.M., Kovalenko A.A., Vinarov A.Z., et al. 1.56 and 1.68 μm fiber lasers – possible instrument for LITT in urology. Preliminary results. *4th International Symposium "Lasers in Medicine and Biophotonics"*. Saint Petersburg; 2016.

REFERENCES

1. Minaev V.P. Laser devices for surgery and power therapy: Yesterday, today, tomorrow. *Lazernaya medicina*. 2012; 16 (3): 57–65. [In Russ.]
2. Privalov V.A., Krochek I.V., Lappa A.V. Laser osteoperforation in osteomyelitis. Chelyabinsk: Publishing house "Chelyabinsk State Medical Academy"; 2010: 272. [In Russ.]
3. Abushkin I.A., Privalov V.A., Lappa A.V., et al. Fiber 1.56-1.9 μm lasers in treatment of vascular malformations in children and adults. *Proc. SPIE 8565, Photonic Therapeutics and Diagnostics IX*. 2013; 8565. DOI: 10.1117/12.2003405
4. Pinto M., Kikuchi R., Lyra L., et al. Endovenous laser ablation of the great saphenous vein comparing 1920-nm and 1470-nm diode laser. *Int Angiol*. 2016; 35 (6): 599–604.
5. Ulupov M.Yu. Application of semiconductor and fiber lasers for ENT diseases. *IX Petersburg Forum of Otolaryngologists of Russia*. Saint Petersburg; 2020.
6. Larin S.V., Vinnichenko A.A., Filippovskiy D.V., et al. Medical device "Fiberlase U1"/"Urolaz" for minimally invasive surgical intervention. *Laser-inform*. 2018; (11–12): 1–4. [In Russ.]

7. Startseva E.D., Kovalenko A.A., Andreeva V.A., et al. Laser device "FiberLase U2" for contact lithotripsy. *Laser-inform.* 2019; (11): 4–6. [In Russ.]
8. Minaev V.P., Minaev N.V., Yusupov V.I., et al. Laser-induced hydrodynamic effect in urological operations. *International Conference ALT'19, Prague, Czech Republic*; 2019.
9. Minaev V.P., Minaev N.V., Yusupov V.I., et al. Effect of laser-induced hydrodynamic dissection of biotissues in operative urology. *Quantum electronics.* 2019; 49 (4): 404–408. [In Russ.]
10. Isner J.M. Blood. In: Isner J.M., Clarke R. (eds). *Cardiovascular Laser Therapy*. New York: Raven Press, Ltd; 1989.
11. Lekarev V., Dymov A., Vinarov A., et al. Mechanism of lithotripsy by superpulse thulium fiber laser and its clinical efficiency. *Appl Sci.* 2020; 10 (21): 7480. DOI: 10.3390/app10217480
12. Martov A.G., Dutov S.V., Popov S.V., et al. Microcutaneous laser nephrolithotripsy. *Urologia.* 2019; (2): 76–83. [In Russ.]. DOI: 10.18565/urology.2019.2.00-00
13. Kolegov A.A., Lappa A.V., Sofienko G.S., et al. Thulium-doped fiber lasers with direct pumping. Medical perspectives. *6th International A.M. Prokhorov Symposium on Lasers in Medicine and Biophotonics ICLO, St.-Petersburg, Russia*; 2020.
14. Surin A.A., Borisenko T.E., Stirmanov Yu.S., et al. A line of high-power continuous-wave VLM lasers with radiation power from 1.5 to 20 W in the range of 513–730 nm. *Laser-inform.* 2018; 11–12 (626–627): 5–8. [In Russ.].
15. Larionov I.A., Gulyashko A.S., Alekseev D.A., et al. High-efficient DFG of fiber lasers radiation in the spectral region of 3um for soft tissue ablation. *6th International A.M. Prokhorov Symposium on Lasers in Medicine and Biophotonics ICLO, St.-Petersburg, Russia*; 2020.
16. Niemz M.H. *Laser-tissue interactions*. Springer-Verlag Berlin Heidelberg, 2007: 322.
17. OptoSystems LLC. URL: <https://microscan.ru/femtovisum/#operations> [In Russ.]
18. Vartapetov S.K. Laser equipment for ophthalmology. *Report at a scientific and practical seminar. Exhibition "Photonics – the world of lasers and optics 2010"*. Moscow; 2010.
19. Ilyina I.V., Khramova Yu.V., Filatov M.A., et al. New technologies using a femtosecond laser scalpel for assisted reproductive technologies. *Proceedings of the VII Troitskaya conference with international participation "Medical Physics" (TKMF-7). 19-21 October 2020, Moscow*. Moscow: Publishing house of Sechenov First Moscow State Medical University (Sechenov University); 2020: 133–134. [In Russ.]
20. Haglund R.F. Applications of free electron lasers in biological sciences, medicine and material science. In: Dubowski J.J., Tanev S. (eds). *Photon-based Nanoscience and Nanobiotechnology*. 2006: 175–203.
21. Soldatov A.N. Multi-wavelength lasers with nanosecond pulse duration in active vapor-gas media. *Fizika.* 2010; 53 (2/5): 91–100. [In Russ.]
22. Ostreiko O.V., Mikhailova N.V., Novak V.D. Minimally invasive laser thermosurgery of glial brain tumors: Clinical and experimental correlations. *Proceedings of the VII Troitskaya conference with international participation "Medical Physics" (TKMF-7). 19-21 October 2020, Moscow*. Moscow: Publishing house of Sechenov First Moscow State Medical University (Sechenov University); 2020: 155–166. [In Russ.]
23. Minaev V.P., Samartsev I.E., Tezadov Y., et al. Raman laser with wavelength 1.68 μm for medical applications. *5th International Symposium "Fiber Lasers and Their applications"*. Saint Petersburg; 2010.
24. Dymov A.M., Kovalenko A.A., Vinarov A.Z., et al. 1.56 and 1.68 fiber lasers – possible instrument for LITT in urology. Preliminary results. *4th International Symposium "Lasers in Medicine and Biophotonics"*. Saint Petersburg; 2016.

Конфликт интересов

Автор заявил об отсутствии конфликта интересов.

Conflict of interest

The author declares no conflict of interest.

Информация об авторе

Минаев Владимир Павлович – кандидат технических наук, главный научный сотрудник отдела лазерных технологий в медицине ООО «Научно-техническое объединение «ИРЭ-Полус», г. Фрязино, Россия; e-mail: vMinaev@ntoire-polus.ru; ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-9165-3039>

Information about the author

Minaev Vladimir – Cand. Sci. (Tech.), Chief Researcher in the Department of Laser Technologies in medicine, NTO "IRE-Polus", Fryazino, Russia; e-mail: vMinaev@ntoire-polus.ru; ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-9165-3039>

БРИЛЛЮ ГРИГОРИЮ ЕФИМОВИЧУ – 75 ЛЕТ



23 марта 2021 г. исполнилось 75 лет со дня рождения и 50 лет научно-педагогической деятельности одного из ведущих специалистов России в области медицинской лазерологии профессора кафедры патологической физиологии им. акад. А. А. Богомольца Саратовского государственного медицинского университета им. В. И. Разумовского доктора медицинских наук Брилля Григория Ефимовича.

Г. Е. Бриль родился в 1946 году в г. Ленинграде в семье военнослужащего. В 1964 году окончил 76-ю среднюю школу г. Саратова и поступил на лечебный факультет Саратовского государственного медицинского института (ныне университет, СГМУ). В 1970 году Г. Е. Бриль с отличием окончил медицинский институт и был оставлен для обучения в аспирантуре на кафедре патологической физиологии. В 1973 году им была защищена кандидатская диссертация на тему: «К механизму нарушения сосудистого тонуса при экспериментальном ботулизме». Он прошел все ступени служебной лестницы, работая вначале ассистентом, далее – старшим преподавателем и доцентом кафедры. В 1985 году Г. Е. Брилем была защищена докторская диссертация на тему: «Механизмы нарушения гемодинамики при стафилококковом экзотоксическом шоке».

С 1986 года по настоящее время Г. Е. Бриль является профессором кафедры патофизиологии. С 1989 по 2003 гг. он по совместительству возглавлял Центральную научно-исследовательскую лабораторию (ЦНИЛ) СГМУ.

Уже более 30 лет одним из основных направлений научной деятельности Г. Е. Брилля является изучение

механизмов биологического действия низкоинтенсивного лазерного излучения (НИЛИ). Им и его учениками получены приоритетные данные, касающиеся реакции на лазерное облучение различных форменных элементов крови, выявлено модулирующее влияние НИЛИ на развитие воспалительной реакции, доказано, что при лазерном облучении запускаются реакции общего адаптационного синдрома, активируются механизмы неспецифической резистентности и иммунной защиты организма. Установлено, что предварительное лазерное облучение предотвращает гиперкоагуляционный сдвиг при патологическом стрессе, угнетает адгезию и агрегацию тромбоцитов, препятствует формированию стрессорных изменений фибринолиза. НИЛИ активирует ферменты антиоксидантной защиты и оказывает протективное действие в отношении стрессорных повреждений сердца и мозга. Сформулирована концепция и получены экспериментальные доказательства первичной фотоакцепторной роли гуанилатциклазы и NO-синтазы в действии лазерного излучения красной области спектра. Впервые показано наличие чувствительности к лазерному излучению пейсмекерных клеток водителя ритма сердца, а также гладкомышечных элементов лимфатических микрососудов. Установлена способность лазерного излучения модифицировать процесс дегидратационной самоорганизации бактериального липополисахарида и ослаблять патогенные эффекты эндотоксина на систему микроциркуляции. Показано фотодинамическое воздействие НИЛИ в сочетании с фотосенсибилизатором на рост культур микобактерий туберкулеза и патогенного стафилококка.

Получены доказательства влияния лазерного излучения на генетический аппарат клетки и показана роль в этом процессе изменения структурообразовательной функции гистонов. Обнаружено изменение структуры биологических жидкостей в условиях патологии и показана возможность её коррекции под влиянием лазерного излучения. Обнаружена способность когерентного света вызывать генерацию в биотканях вторичного КВЧ-излучения. Доказана важность типа поляризации лазерного излучения в определении характера его биологического эффекта. Впервые выявлено стимулирующее влияние НИЛИ на миграцию стволовых клеток, процессы ангиогенеза, пролиферацию и миграцию эндотелиальных клеток, а также ингибирующий эффект НИЛИ на адгезию и агрегацию тромбоцитов. Показана возможность лазерной коррекции функции тромбоцитов, нарушенной в условиях ацидоза или алкалоза. Обнаружено новое явление – автоколебательный процесс, определяющий временную динамику изменений адгезивной и агрегационной активности тромбоцитов, что квалифицировано как научное открытие.

Г.Е. Бриль является автором около 800 научных публикаций, 8 монографий, нескольких десятков учебных пособий, 12 авторских свидетельств на изобретения, более 70 рационализаторских предложений, редактором 7 монотематических научных сборников. Более 170 его работ опубликованы в зарубежной печати. Под его руководством выполнены 13 кандидатских и 1 докторская диссертация.

Г.Е. Бриль является заместителем главного редактора международного научного журнала «Фотобиология и фотомедицина», членом редакционного совета журнала «Лазерная медицина», членом редакционной коллегии международного научно-технического журнала «Оптоэлектронные информационно-энергетические технологии» и журнала «Научное обозрение. Биологические науки», членом Научного совета РАМН и Минздрава России по лазерной медицине. Результаты его научных исследований были представлены на многих международных и республиканских конференциях. Он выступал с докладами на научных форумах в России, Украине, Грузии, Узбекистане, США, Канаде, Венгрии, Чехии, Финляндии, Германии, Италии, Франции, Испании, Израиле, Словении и на Кипре. На многих из них он являлся приглашенным докладчиком и председателем пленарных и секционных заседаний. В настоящее время ученики проф. Г.Е. Бриля успешно работают в научных центрах США, Великобритании, Израиля, Германии, Италии, Австрии.

Имя проф. Г.Е. Бриля занесено в Международный директориум «Лидеры современной науки», он является академиком Всемирной Академии Биомедицинских Технологий (WABT,

UNESCO), академиком Лазерной Академии Наук (ЛАН) Российской Федерации, академиком Российской Академии Естествознания (РАЕ), членом Европейской медицинской лазерной ассоциации (EMLA), членом Американской ассоциации по лазерной медицине и хирургии (ASLMS). Г.Е. Бриль является победителем всероссийского конкурса на звание «Соросовский профессор» (2001), он награжден почетными грамотами Министерства здравоохранения РФ, Министерства образования и науки РФ, грамотой Государственного научного центра лазерной медицины за развитие данного направления в Российской Федерации, грамотой ректора Саратовского государственного медуниверситета. За заслуги в развитии отечественной науки Г.Е. Бриль удостоен Золотой медали им. В.И. Вернадского.

Г.Е. Бриль является членом диссертационного совета СГМУ по специальностям патофизиология, физиология и кардиология. В течение многих лет он являлся членом диссертационного совета СГУ по специальности биофизика, председателем БРИЗа СГМУ, председателем ГАК при аттестации выпускников физического факультета СГУ по специальности «Биофизическая химия». Профессор Г.Е. Бриль – прекрасный педагог и блестящий лектор. Он неоднократно отмечался в числе лучших преподавателей СГМУ.

Коллеги, друзья, ученики, а также редакционная коллегия и редакционный совет журнала «Лазерная медицина» сердечно поздравляют юбиляра, желают здоровья, долголетия и дальнейших творческих успехов.

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 сослаться 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

Подавая 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»

Аппараты серии «МУСТАНГ» для медицины и косметологии

Аппараты лазерной терапии «МУСТАНГ 2000»



- **1, 2 или 4-канальные** аппараты с независимой установкой параметров излучения, выполненные в едином дизайне
- **Широчайший выбор** лазерных и фотохромных излучающих головок импульсного и непрерывного режима в диапазоне от инфракрасного до ультрафиолетового спектра воздействия: универсальных, матричных, комбинированных, БИлазерных, специализированных
- **Цифровой контроль** параметров излучения для всех типов головок во всем спектральном диапазоне: **длины волны, мощности, дозы воздействия**
- **Автоматическое** определение и отображение на дисплее **типа** подключенных головок
- **Высокая надежность и удобство использования**
- **Головки** в корпусах из легкого металлического сплава с полимерным покрытием, что исключает их растрескивание и обеспечивает длительный срок службы
- **Особо гибкий кабель** SUPERTRONIC от ведущего европейского производителя HELUKABEL® устойчив к многократным изгибам

«NEXT»



- **Новые разъемы «NEXT»** высочайшего качества выводят АЛТ «МУСТАНГ 2000» на новый уровень комфорта использования и надежности:
 - разработаны специально для применения в медицинской аппаратуре;
 - специальная направляющая исключает неправильное соединение;
 - фиксаторы-защелки исключают случайное выдергивание разъема за кабель;
 - покрытые золотом контакты гарантируют надежную многократную коммутацию;
 - сигнальный интерфейс совместим с ранее применяемыми разъемами, что обеспечивает полную совместимость с ранее выпущенными аппаратами



Аппаратные комплексы

«МУСТАНГ-УроГин»

Сочетанное и комбинированное лазерное + физиотерапевтическое лечение урологических и гинекологических заболеваний

«МУСТАНГ-Андро»

Вакуумно-лазерная терапия эректильной дисфункции

«МУСТАНГ-Косметолог»

Комплексные программы омоложения кожи и реабилитации

«МУСТАНГ-Липо»

Коррекция локальных жировых отложений

Электро- и микротоковая терапия

«МУСТАНГ-Физио МЭЛТ-2К, МЭЛТ-1К»

Многофункциональные аппараты-комбайны для электротерапии

«МУСТАНГ-Физио ГальваФор»

Аппарат для гальванизации и электрофореза премиум-класса

Вакуумный массаж

«МУСТАНГ-Вакуум-ДинаВак»

Аппарат динамического вакуумного массажа

Научно-производственный лазерный центр «ТЕХНИКА»

Москва, Варшавское ш., 42, Бизнес-парк "Полином", офис 638, тел. (495) 981 55 93, 638 52 37
E-mail: nplc@mail.ru www.mustangmed.ru

