

УДК: 617.576 - 002.3-089

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

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

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

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

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

Резюме

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

¹Municipal Clinical Hospital N 4, Moscow, Russia

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

Abstract

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

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

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

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

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

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

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

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

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

ВВЕДЕНИЕ

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

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

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

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

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

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

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

большим сроком временной, а зачастую и постоянной, нетрудоспособности.

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

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

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

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

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

данных о воздействии полупроводниковых лазеров на раны в области кисти.

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

РАЗВИТИЕ ГНОЙНОЙ ХИРУРГИИ КИСТИ

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

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

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

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

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

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

ЭТИОЛОГИЯ ГНОЙНЫХ ЗАБОЛЕВАНИЙ КИСТИ

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

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

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

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

КЛАССИФИКАЦИЯ ГНОЙНЫХ ЗАБОЛЕВАНИЙ КИСТИ

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

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

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

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

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

ТЕХНИКА ОПЕРАЦИЙ НА КИСТИ

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

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

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

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

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

ПРИМЕНЕНИЕ ВЫСОКОЭНЕРГЕТИЧЕСКОГО УГЛЕКИСЛОТНОГО ЛАЗЕРА В ХИРУРГИЧЕСКОМ ЛЕЧЕНИИ ГНОЙНЫХ ЗАБОЛЕВАНИЙ МЯГКИХ ТКАНЕЙ

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

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

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

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

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

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

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

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

В гнойной хирургии разработаны различные методики использования высокоэнергетических лазеров. Так, Ю.В. Стручков и соавт. [33] предлагают вскрывать гнойный очаг сфокусированным лучом, а далее проводить обработку раны расфокусированным лучом. Таким образом, при воздействии CO_2 -лазера снижаются некоторые патогенные свойства микрофлоры, в частности отмечается снижение резистентности к антибактериальным препаратам и антисептикам.

В лечении гнойников небольших размеров (фурункул, карбункул, нагноившийся эпителиальный копчиковый ход и др.), гнойных артритов CO_2 -лазер может быть использован в качестве скальпеля, позволяя создать щадящий доступ или иссечь очаг в пределах здоровых тканей [34, 35] и завершить операцию наложением глухого шва.

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

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

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

ФОТОДИНАМИЧЕСКАЯ ТЕРАПИЯ В ЛЕЧЕНИИ ГНОЙНЫХ РАН

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

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

ЛИТЕРАТУРА

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

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

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

REFERENCES

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

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

- in experiment. *Lazernaya meditsina*. 2001; 5 (2): 27–29. [In Russ.].
49. Tolstykh P.I., Klebanov G.I., Shekhter A.B., et al. Antioxidants and laser radiation in the treatment of wounds and trophic ulcers. Moscow: Publishing House "Eko"; 2006: 238–241. [In Russ.].
 50. Tolstykh P.I., Derbenev V.A., Kuleshov I.Yu., et al. Laser photodynamic therapy of purulent wounds with a chlorin series photosensitizer. *Khirurgiya. Zhurnal im. N.I. Pirogova*. 2010; 12: 17–22. [In Russ.].
 51. Megna M., Fabbrocini G., Marasca C., Monfrecola G. Photodynamic therapy and skin appendage disorders: A review. *Skin Appendage Disord*. 2017; 2 (3–4): 166–176. DOI: 10.1159/000453273
 52. Dehghan Esmatabadi M.J., Bozorgmehr A., Hajjari S.N., et al. Review of new insights into antimicrobial agents. *Cell Mol Biol*. 2017; 63 (2): 40–48. DOI: 10.14715/cmb/2017.63.2.6
 53. Gadzhiev E.A., Eliseenko V.I. Morphological features of the healing of a purulent wound with the traditional method of treatment and its potentiation with sessions of local exposure by pulsed-inductive magnetic and low-intensity laser radiation. *Lazernaya meditsina*. 2009; 13 (3): 35. [In Russ.].
 54. Morris R.L., Azizuddin K., Lam M., et al. Fluorescence resonance energy transfer reveals a binding site of photosensitizer for photodynamic therapy. *Cancer Res*. 2003; 6: 5194–5197.
 55. Filonenko E.V., Serova L.G. Photodynamic therapy in clinical practice. *Biomedical Photonics*. 2016; 5 (2): 26–37. [In Russ.].
 56. Volanti C., Matroule J.Y., Piette J. Involvement of oxidative stress in NF-kappaB activation in endothelial cells treated by photodynamic therapy. *Photochem Photobiol*. 2002; 75: 36–45.
 57. Pozdnyakova N.V., Belykh D.V., Khudyaeva I.S., et al. Water-soluble complexes of methylpyropheophorbide- α with carrier proteins for photodynamic therapy. *Onkologicheskiy zhurnal*. 2018; 1 (1): 75–79. [In Russ.].
 58. Kostyukov A.A., Pozdnyakova N.V., Shevelev A.B., et al. Complexes of alpha-fetoprotein and serum albumin with a biscarbocyanine dye. *Khimiya vysokikh energiy*. 2017; 51 (3): 248–250. [In Russ.].
 59. Derbenev V.A., Azimshoev A.M., Sharifov A.D. Photoditazin in the complex treatment of purulent wounds. *Rossiyskiy bioterapevticheskiy zhurnal*. 2007; 6 (2): 14. [In Russ.].
- Конфликт интересов**
Авторы заявили об отсутствии конфликта интересов.
- Conflict of interest**
The authors declare no conflict of interest.
- Информация об авторах**
Чепурная Юлия Львовна – врач-хирург, ГБУЗ «Городская клиническая больница № 4 Департамента здравоохранения г. Москвы»; e-mail: julya.chepurnaya@bk.ru; ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-6299-6315>
Мелконян Георгий Геннадьевич – доктор медицинских наук, профессор, главный врач ГБУЗ «Городская клиническая больница № 4 Департамента здравоохранения г. Москвы»; профессор кафедры хирургии ФГБОУ ДО «Российская медицинская академия непрерывного профессионального образования» Минздрава России; e-mail: gkb4@zdrav.ru; ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7234-4185>
Гульмурадова Наргис Ташпулатовна – доктор медицинских наук, врач-хирург, ГБУЗ «Городская клиническая больница № 4 Департамента здравоохранения г. Москвы»; e-mail: ngulmuradova@mail.ru; ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-8704-8194>
Сорокин Алексей Александрович – кандидат медицинских наук, врач-ортопед, не работает в настоящее время, e-mail: alexey.sorokin@mail.ru; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-7480-0700>
- Information about authors**
Chepurnaya Julia – MD, Surgeon, Municipal Clinical Hospital N 4; e-mail: julya.chepurnaya@bk.ru; ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-6299-6315>
Melkonyan Georgy – MD, Professor, Chief Physician of the City Clinical Hospital No. 4 of the Moscow Department of Health; Professor of the Department of Surgery, Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education "Russian Medical Academy of Continuing Professional Education" of the Ministry of Health of Russia; e-mail: gkb4@zdrav.ru; ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7234-4185>
Gulmuradova Nargis – MD, Dr. Sc. (Med.), Surgeon, Municipal Clinical Hospital N 4; e-mail: ngulmuradova@mail.ru; ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-8704-8194>
Sorokin Aleksey – PhD, orthopedic surgeon, currently not working, e-mail: alexey.sorokin@mail.ru; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-7480-0700>