

ПРИМЕНЕНИЕ ФОТОДИНАМИЧЕСКОЙ ТЕРАПИИ В КОМПЛЕКСНОМ ЛЕЧЕНИИ ГНОЙНЫХ ЗАБОЛЕВАНИЙ КИСТИ

Ю.Л. Чепурная¹, Г.Г. Мелконян^{1,2}, Н.Т. Гульмурадова^{1,3}, Т.А. Гаджикеримов¹,
А.Ю. Суворов¹, С.В. Киселева¹

¹Городская клиническая больница № 4, Москва, Россия

²Российская медицинская академия непрерывного профессионального образования,
Москва, Россия

³Государственный научный центр лазерной медицины им. О.К. Скобелкина ФМБА, Москва,
Россия

Резюме

Многие годы не теряют актуальности вопросы лечения гнойных заболеваний кисти. Несмотря на прогресс в современной медицине, данная патология сохраняет свою распространенность и, что наиболее важно, часто встречается у пациентов трудоспособного возраста, что обуславливает социально-экономическую важность поиска новых подходов к лечению гнойных заболеваний данной локализации. На базе отделения гнойной хирургии ГБУЗ ГКБ № 4 проведено исследование и лечение двух групп больных: пациентов с флегмонами и панарициями кисти при открытом ведении послеоперационных ран при применении традиционных методик лечения (антибактериальная терапия, иммобилизация, повязки с антисептическими растворами и мазями, применение раневых ферментов) и с применением в послеоперационном периоде фотодинамической терапии (ФДТ). ФДТ выполняли на вторые-третьи сутки после вскрытия флегмоны или панариция с использованием полупроводникового лазерного аппарата «АТКУС-2» (АО «Полупроводниковые приборы», Россия) с выходной мощностью от 1 до 2 Вт, рабочей длиной волны $660 \pm 0,03$ нм и плотностью энергии от 20 до 25 Дж/см² после аппликации на обрабатываемую раневую область фотосенсибилизатора на основе хлорина е₆.

В статье описана методика проведения ФДТ у пациентов с гнойными заболеваниями кисти. Установлено, что оптимально проводить ФДТ в максимально ранние сроки после операционного периода, но не ранее, чем на вторые сутки после операции, так как перевязка в более ранние сроки особенно болезненна в условиях отсутствия швов и может привести к кровотечению из послеоперационной раны при удалении повязки. Проведена оценка эффективности лечения в исследуемых группах: выполнены сравнение сроков стационарного заживления в группах, проведен анализ динамики течения раневого процесса. При сравнении результатов терапии отмечено достоверное ускорение в 1,4 раза (на 5 суток) заживления послеоперационных ран у пациентов, у которых применялась ФДТ, по сравнению с лечением по общепринятой методике. Отмечено раннее появление грануляций и антибактериальный эффект ФДТ, что существенно улучшает результат лечения данной патологии. Это делает применение ФДТ актуальным и целесообразным в комплексном лечении гнойных заболеваний кисти.

Ключевые слова: фотодинамическая терапия, гнойные заболевания кисти, дренажно-промывная система, фотосенсибилизатор, некрэктомия.

Для цитирования: Чепурная Ю.Л., Мелконян Г.Г., Гульмурадова Н.Т., Гаджикеримов Т.А., Суворов А.Ю., Киселева С.В. Применение фотодинамической терапии в комплексном лечении гнойных заболеваний кисти//Biomedical Photonics.– 2020.– Т. 9, № 1.– С. 13–20. doi: 10.24931/2413-9432-2020-9-1-13-20

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

APPLICATION OF PHOTODYNAMIC THERAPY IN COMPLEX TREATMENT OF PURULENT DISEASES OF THE HAND

Chepurnaya Yu.L.¹, Melkonyan G.G.^{1,2}, Gulmuradova N.T.^{1,3}, Gadzhikerimov T.A.¹,
Suvorov A.U.¹, Kiseleva S.V.¹

¹State Clinical hospital № 4, Moscow, Russia

²Russian Medical Academy of Continuing Professional education, Moscow, Russia

³The State Research and Clinical Center for Laser Medicine, Moscow, Russia

Abstract

For many years, the treatment of purulent diseases of the hand has stayed relevant. Despite the progress in modern medicine, this pathology retains its prevalence and, most importantly, is often found in patients of the working age, which determines the socio-economic importance

of the search for new approaches to the treatment of purulent diseases of this localization. In the purulent surgery department of State Clinical hospital № 4, a study and treatment of two groups of patients were carried out: patients with phlegmons and felons of the hand with open management of postoperative wounds using traditional treatment methods (antibiotic therapy, immobilization, dressings with antiseptic solutions and ointments, the use of wound enzymes) and with the use of photodynamic therapy (PDT) in the postoperative period. PDT was performed on the second or third day after opening the phlegmon or felon using an ATKUS-2 semiconductor laser (AO "Poluprovodnikovye pribory", Russia) with an output power of 1 to 2 W, an operating wavelength of 660 ± 0.03 nm and an energy density between 20 and 25 J/cm² after application of the photosensitizer based on chlorin e₆ to the treated wound area. The article describes the technique of PDT in patients with purulent diseases of the hand. It was found that it is optimal to perform PDT as early as possible after the operation period, but not earlier than on the second day after the operation, because earlier dressing is especially painful in the absence of sutures and can lead to bleeding from a postoperative wound when the dressing is removed. The effectiveness of treatment in the studied groups was evaluated: the terms of inpatient healing in the groups were compared; the dynamics of the course of the wound process was analyzed. When comparing the results of the two groups, a significant acceleration in the healing of the postoperative wounds was noted in patients for whom PDT was used – 5 days (1.4 times) faster compared to treatment according to the generally accepted technique. The early appearance of granulations and the antibacterial effect of this procedure are noted, which significantly improves the treatment outcome for this pathology. This makes the use of PDT relevant and appropriate in the complex treatment of purulent diseases of the hand

Keywords: photodynamic therapy, purulent diseases of the hand, drainage system, photosensitizer, necroectomy.

For citations: Chepurnaya Yu.L., Melkonyan G.G., Gulmuradova N.T., Gadzhikirimov T.A., Suvorov A.U., Kiseleva S.V. Application of photodynamic therapy in complex treatment of purulent diseases of the hand, *Biomedical Photonics*, 2020, vol. 9, no. 1, pp. 13–20. (in Russian) doi: 10.24931/2413-9432-2020-9-1-13-20

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

Введение

Проблема лечения панариция и флегмон кисти остается сложной и актуальной, несмотря на успехи современной медицинской науки. Среди первичных больных, обращающихся к хирургу с гнойными заболеваниями, больные с панарициями и флегмонами кисти составляют от 15% до 31% [1], при этом от 50% до 85,5% из них являются пациентами в трудоспособном возрасте. Отмечено, что мужчины болеют чаще, чем женщины [2]. Экономические потери, связанные с временной нетрудоспособностью, обусловленной гнойными заболеваниями пальцев и кисти, во много раз превосходят таковые при гнойных процессах другой локализации.

По данным литературы 17–60% больным с костным панарицием выполняется ампутация фаланг. До 48% мелких повреждений кисти осложняются нагноением, что выводит микротравму в один из ведущих факторов развития тяжелого гнойного процесса на пальцах и кисти [1, 2].

Очень часто боли при гнойно-воспалительной патологии кисти имеют постоянный характер, что резко ухудшает качество жизни пациентов. В связи с нарушением функции кисти и особенностями течения патологического процесса гнойные заболевания кисти резко снижают эффективность и качество профессиональной деятельности [3, 4].

При хирургическом лечении гнойной патологии пальцев и кисти методом выбора является разработанная и внедренная в 90-е гг. прошлого века кафедрой общей хирургии педиатрического факультета РНИМУ (под руководством проф. А.П. Чадаева) мето-

дика, главными принципами которой являются оптимальный доступ, адекватная некрэктомия и установка дренажно-промывной системы (ДПС) в рану с наложением первичных швов на кожу на этапе завершения оперативного вмешательства. Однако в случае обширных повреждений кисти нередко отсутствует возможность для полноценного закрытия раневого дефекта, поэтому возникает необходимость открытого ведения раны. Помимо этого, к наложению ДПС и ведению раны под первичными швами имеется ряд медицинских противопоказаний, например, укушенные и размозженные раны [1–5]. Открытое ведение ран кисти ведет к увеличению количества койко-дней в стационаре. При этом возрастает риск присоединения вторичной инфекции, возникает необходимость частых перевязок, которые в условиях отсутствия швов весьма болезненны. Таким образом, возникает необходимость поиска более новых и эффективных методов лечения ран в раннем послеоперационном периоде.

Одним из перспективных методов лечения гнойных ран различных локализаций является фотодинамическая терапия (ФДТ), широко используемая во всем мире для лечения гнойных заболеваний [6–9].

ФДТ – метод лечения онкологических заболеваний, а также некоторых заболеваний кожи (псориаз, ихтиоз, гнойничковые заболевания и др.) или инфекционных заболеваний, воспалительных заболеваний слизистых (в т.ч. хронического пародонтита), основанный на применении фотосенсибилизаторов и лазерного излучения определенной длины волны [10–16].

В начале XX столетия ученые О. Raab и G. Tarpeiner обнаружили, что некоторые красители, в темноте безвредные или мало ядовитые для инфузорий, на свету очень быстро их убивают. Это явление было названо фотодинамическим эффектом. Наблюдается эффект только при наличии кислорода в окружающей среде [17, 18].

В отечественной и зарубежной литературе практически отсутствует информация о применении ФДТ в лечении гнойных заболеваний кисти.

Целью настоящего исследования явилось изучение эффективности терапии пациентов с гнойными заболеваниями кисти при открытом ведении послеоперационных ран с применением ФДТ и при использовании традиционной методики лечения.

Материалы и методы

Проведен анализ результатов лечения 86 пациентов с гнойными заболеваниями пальцев и кисти, поступивших в отделение гнойной хирургии ГКБ № 4 г. Москвы за период с декабря 2017 г. по декабрь 2018 г. Среди них преобладали мужчины – 60 (69,7%) человек. Возраст пациентов колебался от 19 до 64 лет, 78 (90,7%) относились к лицам трудоспособного возраста. Глубокие формы панариция имели место у 51 (59,3%) пациента, флегмоны кисти – у 31 (36,0%), флегмоны кисти с переходом на предплечье – у 4 (4,7%). У 90% больных преобладали повреждения правой кисти. Среди пациентов с сопутствующей патологией преобладали больные с сахарным диабетом II типа – 10 (20%), с заболеваниями сердечно-сосудистой системы – 8 (16%), с полиарктомией – 3 (6%), с системной красной волчанкой – 1 пациент. По причинному фактору преобладали травмы производственные – 45%, укушенные раны – 30%, производственные травмы – 10%, постинъекционные флегмоны – 5%, раны неясного генеза – 10%.

Больные в зависимости от способа лечения были распределены на две сопоставимые группы по возрасту и полу, формам заболевания, длительности заболевания до поступления в стационар. В основную группу вошли 43 пациента, которым после вскрытия гнойного очага проводили ФДТ; контрольную группу составили 43 пациента, лечение которых выполняли по общепринятой методике.

Всем пациентам до исследования проводили стандартное обследование, включавшее оценку клинико-лабораторных данных, рентгенографию поврежденной кисти, ультразвуковое исследование мягких тканей кисти. По показаниям проводилась вакцинация от столбняка (введение столбнячного анатоксина и противостолбнячной сыворотки по схеме), а также бактериологическое и гистологическое исследование компонентов раны в различные сроки лечения.

На первом этапе пациентам обеих групп выполняли хирургическое лечение. Проводили вскрытие

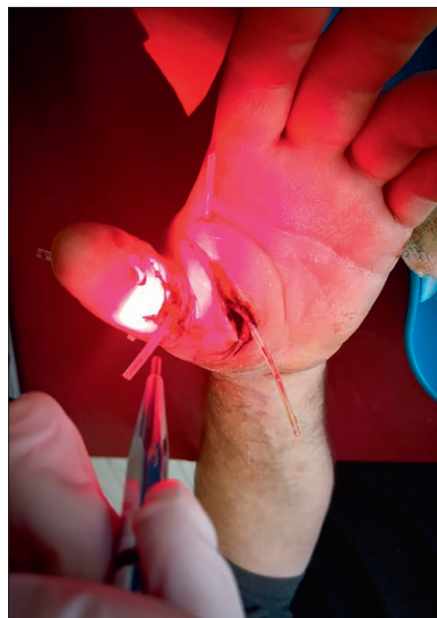


Рис. 1. Проведение сеанса фотодинамической терапии гнойной раны кисти

Fig. 1. Conducting a session of photodynamic therapy of the purulent wound of the hand

гнойного очага, некрэктомию и дренирование под местной проводниковой анестезией, соответствующей уровню инфекционного поражения.

Пациентам контрольной группы в дальнейшем проводили стандартное комбинированное лечение, включавшее антибактериальную терапию, прием анальгетиков, ежедневные перевязки с антисептиками, физиотерапевтическое лечение (УВЧ, УФО, магнитотерапия).

Пациентам основной группы в послеоперационном периоде проводили ФДТ. Сеанс ФДТ выполняли в максимально ранние сроки: на вторые (реже на третьи) сутки после вскрытия гнойного очага на фоне открытого ведения ран. В более ранние сроки послеоперационного периода назначение сеанса ФДТ не рекомендовано, так как сохраняется высокий риск кровотечения из раны при снятии повязки, кроме того, перевязки на первые сутки достаточно болезненны. Количество курсов ФДТ варьировало от 1 до 2, в зависимости от площади повреждения кисти и динамики очищения ран.

Сеанс ФДТ состоял из следующих этапов. На рану на 20–30 мин накладывали повязку с препаратом фотосенсибилизатора на основе хлорина e_6 (ФС). Количество ФС рассчитывали, исходя из дозировки 1 мл на 3–5 см² обрабатываемой поверхности. Далее рану промывали физиологическим раствором для удаления остатков ФС. Активацию ФС проводили сразу после завершения экспозиции препарата и удаления остатков ФС путем светового воздействия на ра-

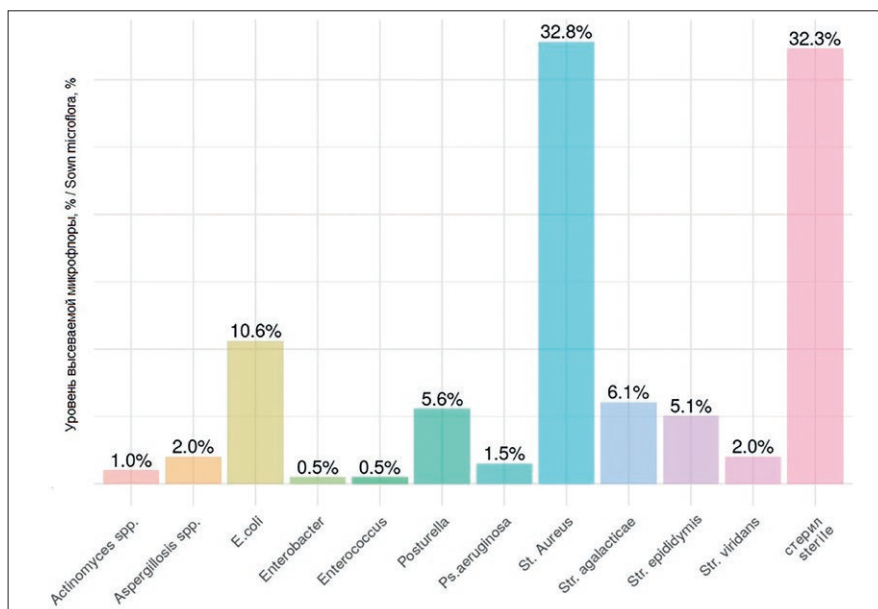


Рис. 2. Микрофлора раны при первичном посеве
Fig. 2. Wound microflora after the initial seeding

невую поверхность лазерным излучением с выходной мощностью 1–2 Вт, при длине волны $660 \pm 0,03$ нм, плотность энергии от 20 до 25 Дж/см² (рис. 1). Использовали аппарат «АТКУС-2» (АО «Полупроводниковые приборы», Россия). Время облучения при наружном подведении света с помощью световодов со шлифованным торцом определяли по формуле [19, 20]:

$$T(c) = E_s (\text{Дж/см}^2) / P_s (\text{Вт/см}^2),$$

где T – время облучения, E_s – требуемая световая доза (плотность энергии), P_s – плотность мощности.

При воздействии ФДТ отмечали очищение раны, снижение микроциркуляторных нарушений, усиление угнетенных ранее последовательных репаративных процессов: макрофагальной реакции, синтеза коллагена, рубцевания и эпителизация. Созревающая грануляционная ткань с вертикальными сосудами, фибробластами и выраженным фибриллогенезом определялась на 6–7 сут. Для оценки бактериального пейзажа раны осуществляли посев раневого содержимого в стерильную пробирку с питательной средой до и после сеанса ФДТ. Забор биологического материала осуществляли стерильным ватным тампоном с последующим переносом его на питательные среды в чашках Петри. Гистологическое исследование тканей краев раны проводили на 2-е, 3-и и 6-е сутки после сеанса ФДТ с целью оценки динамики воспаления, определения сроков начала появления грануляционной ткани.

Статистическую обработку полученных данных проводили методом вариационной статистики

с определением критерия Стьюдента, используя пакет прикладных программ Microsoft Office 2017 (Word, Excel), Проводили сравнение средних величин, включая определение погрешности измерений и достоверности различий сроков стационарного лечения, сроков заживления ран между исследуемыми группами. Различия оценивали как достоверные при $p < 0,05$.

Результаты

Сроки стационарного лечения пациентов с гнойными ранами кисти зависели от генеза раны, глубины поражения и сроков госпитализации от момента получения травмы. В группе традиционной терапии средняя продолжительность стационарного лечения составила 13 ± 1 сут, полное заживление раны наблюдали через 17 ± 1 сут после операции; 30% пациентов потребовалось проведение повторной некрэктомии, санации гнойно-некротического очага. У пациентов, которым в послеоперационном периоде выполняли ФДТ, сроки стационарного лечения составили 7 ± 1 сут. ($p = 0,03$), полное заживление раны отмечено через 12 сут.

При первичном бактериальном посеве раневого отделяемого при хирургической обработке ран у 1/3 пациентов (32,8%) высевался золотистый стафилококк, что подтверждено результатами лабораторных исследований и совпадает с ранее данными других авторов [1, 2, 21]. Результаты посевов с отсутствием роста микроорганизмов могут быть обусловлены анаэробной микрофлорой, высеять которую при обычных методиках забора посевов не представляется возможным.

При микробиологическом исследовании интраоперационных посевов до ФДТ получены следующие данные: *Staphylococcus aureus* – 32,8%; *Streptococcus agalactiae* – 6,1%; *Streptococcus epididymis* – 5,1%; *Streptococcus viridans* – 2,0%; *Escherichia Coli* – 10,6%; *Enterobacter* – 0,5%; *Enterococcus* – 0,5%; *Posturela* – 5,6%; отсутствие роста – 32,3% (рис. 2).

В части посевов ассоциированной микрофлорой являлась *Candida albicans* (10,4%).

Путем бактериологического исследования выявлен антимикробный эффект ФДТ: в посевах, взятых после завершения курсов ФДТ, рост микроорганизмов, выявленных при первичных бактериологических исследованиях, отсутствовал во всех наблюдениях.

По клинической картине и данным гистологического исследования на 2-е и 3-и сутки после проведения ФДТ рана очищалась от гнойно-некротических масс, на 5-е сутки появлялась грануляционная ткань. При визуальном осмотре количество отделяемого в ране у пациентов после ФДТ существенно снижалось, гиперемия краев раны и отечность уменьшались на 2-е сутки после курса ФДТ, количество фибриновых наложений было существенно меньше, чем у пациентов контрольной группы, применение раневых ферментов в дальнейшем не требовалось.

У всех пациентов после ФДТ отмечался анальгезирующий эффект, выражавшийся в существенном снижении болевого синдрома при субъективной оценке по стандартной шкале боли. При второй перевязке в обеих группах болевой синдром составлял 8–9 баллов, сразу после сеанса ФДТ показатель сни-

жался до 5–6 баллов и далее прогрессивно снижался до 1 балла при перевязке на 5-е сутки. У пациентов, которым ФДТ не проводили, на 5-е сутки болевого синдрома сохранялся на уровне 4–5 баллов.

К преимуществам применения данной методики в лечении гнойных ран кисти также можно отнести отсутствие дополнительных деструктивных поражений тканей в ране, возможность воздействия на глубоко расположенные ткани.

Ампутация фаланг, повторная некрэктомия после ФДТ не потребовались. При проведении ФДТ практически отсутствовала кровоточивость при последующих перевязках.

Аллергических реакций на введение ФС не отмечено. Во время проведения сеанса ФДТ болевого синдрома отсутствовал. В течение сеанса ФДТ и после него гипертермии, местной воспалительной реакции не отмечено.

В качестве примера эффективного применения ФДТ в лечении флегмоны кисти приводим следующее клиническое наблюдение.

Пациент К., 42 года.

Находился на стационарном лечении в отделении гнойной хирургии ГKB № 4 с 5 по 11.12.17 г. с диагнозом: флегмона тыла левой кисти.

Жалобы при поступлении: боли в левой кисти, гипертермия.

Со слов пациента за 3 дня до поступления в драке травмировал левую кисть, спустя сутки отметил появление воспалительных явлений. Госпитализирован в гнойное хирургическое отделение. При поступле-

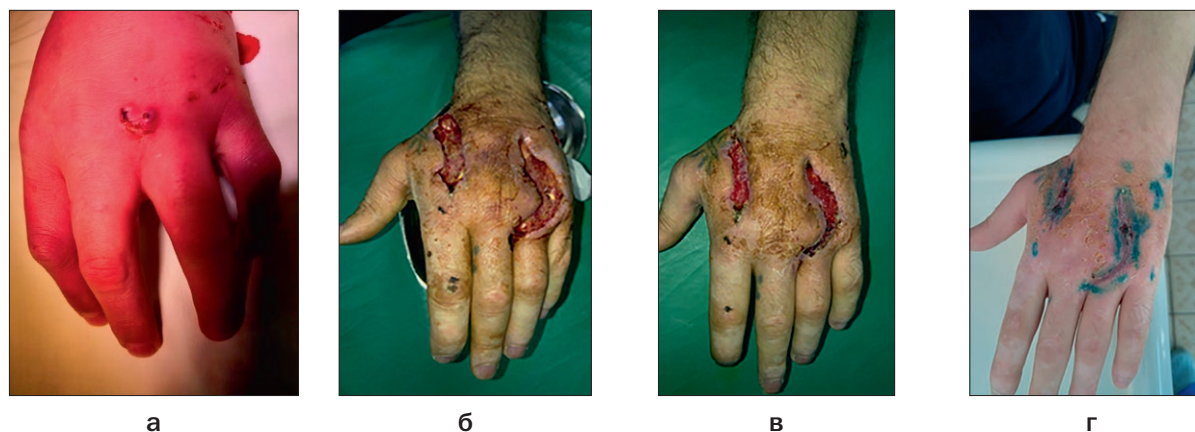


Рис. 3. Клиническая картина флегмоны левой кисти:

- а – до операции;
- б – после некрэктомии и вскрытия флегмоны;
- в – через 2-е сут после проведения ФДТ;
- г – на 12-е сутки после операции (амбулаторный этап лечения)

Fig. 3. The clinical picture of the phlegmon of the left hand:

- a – before the operation;
- b – after the necrectomy and phlegmon autopsy;
- v – 2 days after the PDT;
- g – on the 12th day after the operation (outpatient treatment)

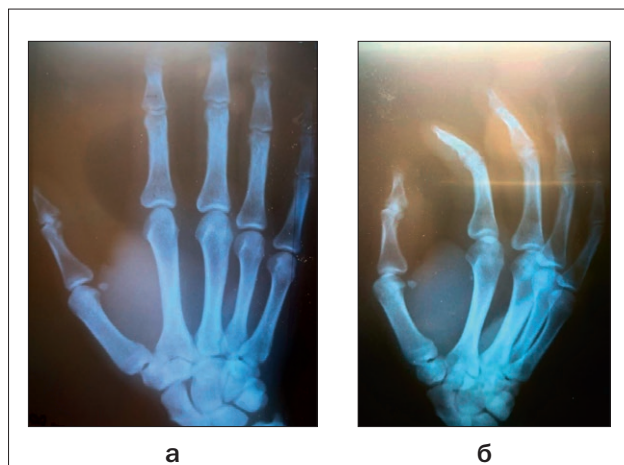


Рис. 4. Рентгенограмма при поступлении (а и б – разные проекции)
Fig. 4. X-ray upon admission (a and b – different projections)

нии: гипертермия 38,9 °С, состояние средней тяжести.

Клиническая картина при поступлении (рис. 3а): тыл левой кисти отечен, гиперемирован, в проекции третьего межпальцевого промежутка имеется рана размерами 2.0х4.0 см, с выраженным перифокальным отеком и гиперемией. При пальпации тыла кисти имеется резкая болезненность, определяется флюктуация. Движения в третьем и четвертом пястно-фаланговых суставах ограничены, болезненны. Регионарные лимфоузлы не увеличены.

На рентгенограмме кисти от 05.12.17 г. (рис. 4) –

костных деструктивных и травматических изменений не выявлено.

При УЗИ мягких тканей левой кисти, выполненном при поступлении, наблюдается инфильтрация тканей с множеством жидкостных скоплений.

Со стороны клинико-лабораторных данных: лейкоцитоз – до 25 тыс. г/л, эритроциты – 4.04 млн, гемоглобин – 136 г/л, гематокрит – 38%, сдвиг нейтрофильной формулы влево, СОЭ – 35 мм/час, уровень глюкозы в крови – 5.2 ммоль/л. В день поступления пациенту выполнена операция: разрезы, некрэктомия. Однако в послеоперационном периоде сохранялись воспалительные явления, гнойное отделяемое из раны, отек тыла кисти, гипертермия до 38,3 °С (рис. 3б).

При посеве из раны выявили золотистый стафилококк, кишечную палочку, чувствительные к цефалоспорином 3 и 4 поколения.

На 2-е сутки после операции (07.12.17 г.) пациенту назначено проведение ФДТ с ФС на основе хлорина е₆ с экспозицией 15 мин. Облучение раны производилось аппаратом «Аткус-2» в течение 4,5 мин при мощности лазерного излучения 2 Вт, длиной волны 660±0,03 нм, плотностью энергии 25 Дж/см². Во время сеанса пациент отмечал покалывание в области раны. После сеанса больной отметил снижение болевого синдрома, при визуальном осмотре после окончания сеанса ФДТ количество отделяемого из раны уменьшилось.

В образце тканей края раны до ФДТ имеются очаги некроза, отек тканей (рис. 3б). На 1-е сутки после сеанса ФДТ при гистологическом исследовании от-

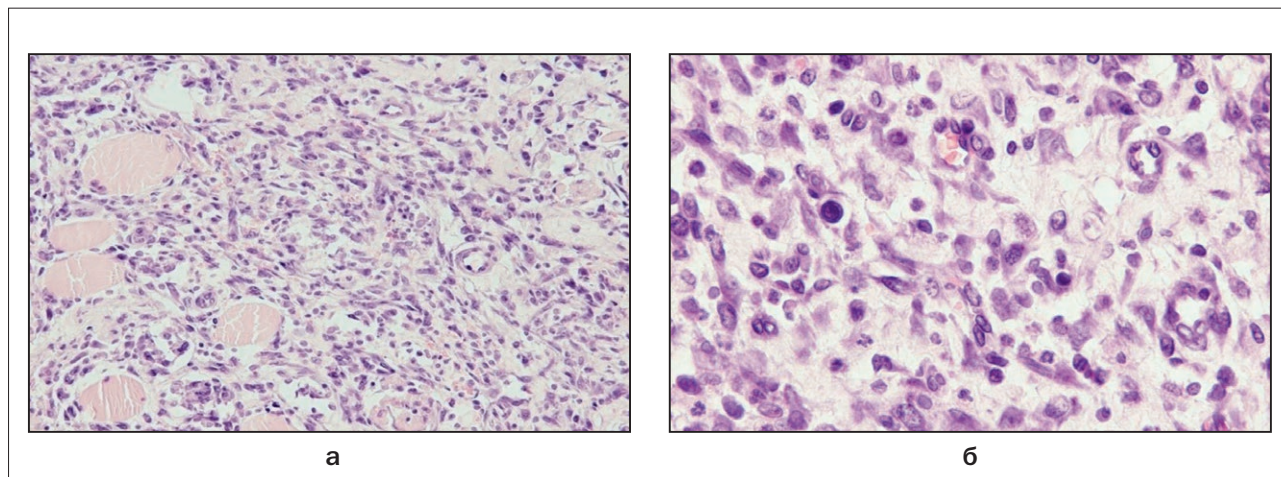


Рис. 5. Биоптат ткани, взятой из края раны пациента К. (окраска гематоксилином и эозином):

а – до курса ФДТ: фрагменты некротически измененных мышечных волокон и фибринозно-лейкоцитарного слоя; отек, полнокровие сосудов глубоких отделов раны, островки формирующейся грануляционной ткани (увеличение x120);

б – на вторые сутки после курса ФДТ: макрофаги и отдельные неориентированные фибробласты вблизи сосудистых элементов (увеличение x200)

Fig. 5. Tissue biopsy taken from the edge of the wound of patient K. (stained with hematoxylin and eosin):

а – before the PDT course: fragments of necrotic altered muscle fibers and fibrinous-leukocyte layer; edema, vascular congestion in the deep sections of the wound, islets of forming granular tissue (magnification x120);

б – on the second day after the PDT course: macrophages and individual non-oriented fibroblasts near vascular elements (magnification x200)

мечено уменьшение воспалительных явлений, на 2-е сутки в ране визуализировались свежие грануляции, гнойного отделяемого не обнаружено (рис. 3в), что также подтверждено результатами посева содержимого из раны.

В отделении пациент получал анальгезирующую терапию и ежедневные перевязки с наложением асептической повязки. Физиотерапия не проводилась.

Состояние при выписке: удовлетворительное. Послеоперационная рана без признаков воспаления, дно раны покрыто красными крупнозернистыми грануляциями, отделяемого нет, рана полностью очистилась. Края раны без воспаления, с признаками эпителизации. Пациент выписан на амбулаторное лечение на 5-е сутки после операции. Пластическая операция для закрытия раневых дефектов не потре-

бовалась, раны зажили (рис. 3г).

Заключение

Разработанная методика применения ФДТ в комплексном лечении гнойных заболеваний кисти с открытым ведением ран положительно влияет на течение раневого процесса, способствует ускорению очищения и сокращению в 1,4 раза сроков заживления ран, снижению в 1,8 раза длительности стационарного лечения по сравнению с традиционной методикой, достижению хороших функциональных результатов. Новая методика использования ФДТ приводит к улучшению ближайших и отдаленных результатов лечения пациентов, что имеет важное социально-экономическое значение.

ЛИТЕРАТУРА

1. Любский А.С., Алексеев М.С., Любский А.А., Гаджикеримов Т.А., Бровкин А.Е. Ошибки и осложнения при оказании медицинской помощи больным с гнойно-воспалительными заболеваниями пальцев и кисти//Лечащий врач. – 2000. – № 21. – С. 25–27.
2. Daigeler A., Lehnhardt M., Helwing M., Steinstraesser L., Homann H. H., Steinau H. U., Druce D. Differential diagnosis of "sterile" phlegmonous hand infections//Chirurg. – 2006. – Vol. 77 (11). – P. 1040–5.
3. Goldstein-Ellie J., Citron D. M., Goldman P. J., Goldman R. J. National hospital survey of anaerobic culture and susceptibility methods: III//Anaerobe. – 2008. – Vol. 14 (2). – P. 68–72.
4. Зайцев Г.П. Острая гнойная инфекция кисти и пальцев рук (панариций). – М.: Медгиз, 1938. – 108 с.
5. Reichert B., Oeynhausen-Petsch P., Mailänder P. Hand infections resulting from underestimation of minimal injuries//Handchir Mikrochir Plast Chir. – 2007. – Vol. 39 (2). – P. 124–7.
6. Странадко Е.Ф. Основные этапы развития фотодинамической терапии в России//Фотодинамическая терапия и фотодиагностика. – 2015. – Т. 4, № 1. – С. 3–10.
7. Странадко Е.Ф., Коробов У.М., Толстых М.П. Фотодинамическая терапия при гнойных заболеваниях мягких тканей//Хирургия. – 2000. – № 9. – С. 67–70.
8. Плетнев С.Д. Лазеры в клинической медицине. Руководство для врачей/под ред. С.Д. Плетнева. – М.: Медицина, 1996. – 432 с.
9. Лукьянец Е.А. Поиск новых фотосенсибилизаторов для фотодинамической терапии//Фотодинамическая терапия и фотодиагностика. – 2013. – Т. 2, № 3. – С. 3–16.
10. Мачнева Т.В. Фотодинамический механизм терапевтического действия лазерного и светодиодного излучения/Автореф. дисс. д.м.н. – Москва, 2016. – 48 с.
11. Luz A. F., Pucelik B., Pereira M. M., Dąbrowski J. M., Arnaut L. G. Translating phototherapeutic indices from in vitro to in vivo photodynamic therapy with bacteriochlorins//Lasers in surgery and medicine. – 2018. – Vol. 50. – P. 451–459.
12. Karwicka M., Pucelik B., Gonet M., Elas M., Dąbrowski J. M. Effects of photodynamic therapy with redaporfin on tumor oxygenation and blood flow in a lung cancer mouse model//Sci rep. – 2019. – Vol. 9 (1). – 12655. doi: 10.1038/s41598-019-49064-6
13. Akimoto J. Photodynamic Therapy for Malignant Brain Tumors//Neurol Med Chir (Tokyo). – 2016. – Vol. 56 (4). – P. 151–157.

REFERENCES

1. Liubskii A. S., Alekseev M. S., Liubskii A. A., Gadzhikirimov T. A., Brovkin A. E. Errors and complications in the provision of medical care to patients with purulent-inflammatory diseases of the fingers and hand. *Lechashchii vrach*, 2000, no. 21, pp. 25–27. (in Russ.)
2. Daigeler A., Lehnhardt M., Helwing M., Steinstraesser L., Homann H. H., Steinau H. U., Druce D. Differential diagnosis of "sterile" phlegmonous hand infections. *Chirurg*, 2006, vol. 77 (11), pp. 1040–5. (in German)
3. Goldstein-Ellie J., Citron D. M., Goldman P. J., Goldman R. J. National hospital survey of anaerobic culture and susceptibility methods: III. *Anaerobe*, 2008, vol. 14 (2), pp. 68–72.
4. Zaitsev G. P. *Ostraya gnoinaia infektsiia kisti i pal'tsev ruk (panarit-sii)* [Acute purulent infection of the hand and fingers (felon)]. Moscow, Medgiz Publ., 1938. 108 p.
5. Reichert B., Oeynhausen-Petsch P., Mailänder P. Hand infections resulting from underestimation of minimal injuries. *Handchir Mikrochir Plast Chir*, 2007, vol. 39 (2), pp. 124–7. (in German)
6. Stranadko E. F. The main stages of the development of photodynamic therapy in Russia. *Fotodinamicheskaya terapiia i fotodiagnostika*, 2015, vol. 4, no. 1, pp. 3–10. (in Russ.)
7. Stranadko E. F., Koraboev U. M., Tolstykh M. P. Photodynamic therapy for purulent soft tissue diseases. *Khirurgiia*, 2000, no. 9, pp. 67–70. (in Russ.)
8. Pletnev S. D. *Lazery v klinicheskoi meditsine. Rukovodstvo dlia vrachei* [Lasers in clinical medicine. Guide for doctors], by S. D. Pletnev as ed. Moscow, Meditsina Publ., 1996. 432 p.
9. Luk'ianets E. A. Search for new photosensitizers for photodynamic therapy. *Fotodinamicheskaya terapiia i fotodiagnostika*, 2013, vol. 2, no. 3, pp. 3–16. (in Russ.)
10. Machneva T. V. *Fotodinamicheskii mekhanizm terapevticheskogo deistviia lazernogo i svetodiodnogo izlucheniia*. Avtoref. diss. d. m. n. [Photodynamic mechanism of therapeutic effect of laser and LED radiation. Abstract of the dissertation for the title of Doctor of Medical Sciences]. Moscow, 2016. 48 p.
11. Luz A. F., Pucelik B., Pereira M. M., Dąbrowski J. M., Arnaut L. G. Translating phototherapeutic indices from in vitro to in vivo photodynamic therapy with bacteriochlorins. *Lasers in surgery and medicine*, 2018, vol. 50, pp. 451–459.
12. Karwicka M., Pucelik B., Gonet M., Elas M., Dąbrowski J. M. Effects of photodynamic therapy with redaporfin on tumor oxygenation and blood flow in a lung cancer mouse model. *Sci rep*, 2019, vol. 9 (1), 12655. doi: 10.1038/s41598-019-49064-6

14. Azzouzi A.-R., Lebdaï S., Benzaghoul F., Stief C. Vascular-targeted photodynamic therapy with TOOKAD (®) Soluble in localized prostate cancer: standardization of the procedure//World Journal of Urology. – 2015. – Vol. 33. – P. 937–944.
15. Попова А. Е. Применение фотодинамической терапии в комплексном лечении хронического пародонтита//Российская стоматология. – 2012. – Т. 5, № 2. – С. 31–37.
16. Лукавенко А. А. Фотодинамическая терапия в комплексном лечении воспалительных заболеваний пародонта/Автореф. дис. к. м. н. – Санкт-Петербург, 2011. – 18 с.
17. Максимова Н. В. Тихонов В. Э. Оценка эффективности фотодинамической антибактериальной терапии в комплексном лечении хронического генерализованного пародонтита у пациентов, нуждающихся в ортодонтическом лечении//В мире научных открытий. – 2016. № 11 (83). – С. 99–107.
18. Фурсов В. И. Жизнь и ее проявления. – Алма-Ата: Казахстан, 1968. – 94 с.
19. Гейниц А. В. Лазерная терапия в косметологии и дерматологии. – Москва, Тверь: Триада, 2010. – 400 с.
20. Гейниц А. В., Сорокатый А. Е., Ягудаев Д. М., Трухманов Р. С. Современный взгляд на механизм фотодинамической терапии. Фотосенсибилизаторы и их биодоступность//Урология. – 2006. – № 5. – С. 94–98.
21. Алексеев М. С. Хирургическое лечение глубоких форм панариция и флегмон кисти/Автореф. дис. д. м. н. – Москва, 2003. – 31 с.
13. Akimoto J. Photodynamic Therapy for Malignant Brain Tumors. *Neurol Med Chir (Tokyo)*, 2016, vol. 56 (4), pp. 151–157.
14. Azzouzi A.-R., Lebdaï S., Benzaghoul F., Stief C. Vascular-targeted photodynamic therapy with TOOKAD (®) Soluble in localized prostate cancer: standardization of the procedure. *World Journal of Urology*, 2015, vol. 33, pp. 937–944.
15. Popova A. E. The use of photodynamic therapy in the complex treatment of chronic periodontitis. *Rossiiskaia stomatologiya*, 2012, vol. 5, no. 2, pp. 31–37. (in Russ.)
16. Lukavenko A. A. *Fotodinamicheskaia terapiia v kompleksnom lechenii vospalitel'nykh zabolevanii parodonta*. Avtoref. dis. k. m. n. [Photodynamic therapy in the complex treatment of inflammatory periodontal diseases. Abstract of the dissertation for the title of Candidate of Medical Sciences]. Sankt-Peterburg, 2011. 18 p.
17. Maksimova N. V. Tikhonov V. E. Evaluation of the effectiveness of photodynamic antibiotic therapy in the complex treatment of chronic generalized periodontitis in patients in need of orthodontic treatment. *V mire nauchnykh otkrytii*, 2016, no. 11 (83), pp. 99–107. (in Russ.)
18. Fursov V. I. *Zhizn' i ee proiavleniia* [Life and its manifestations]. Alma-Ata, Kazakhstan, 1968. 94 p.
19. Geinits A. V. *Lazernaia terapiia v kosmetologii i dermatologii* [Laser therapy in cosmetology and dermatology]. Moscow, Tver', Triada Publ., 2010. 400 p.
20. Geinits A. V., Sorokaty A. E., Iagudaev D. M., Trukhmanov R. S. A modern view of the mechanism of photodynamic therapy. Photosensitizers and their bioavailability. *Urologiya*, 2006, no. 5, pp. 94–98. (in Russ.)
21. Alekseev M. S. *Khirurgicheskoe lechenie glubokikh form panaritsiia i flegmon kisti*. Avtoref. dis. d. m. n. [Surgical treatment of deep forms of panaritium and phlegmon of the hand. Abstract of the dissertation for the title of Doctor of Medical Sciences]. Moscow, 2003. 31 p.