Медицинская наука и образование Урала. 2022. Т. 23, № 3. С. 110-115
Medical science and education of Ural. 2022. Vol. 23, no. 3. P. 110-115
Научная статья / Original article
УДК 618.19-002.3:616-08
doi: 10.36361/18148999_2022_23_3_110

СПОСОБ КОМБИНИРОВАННОГО ЛЕЧЕНИЯ ОСТРОГО ПОДКОЖНОГО (НЕЛАКТИЦИОННОГО) ГНОЙНОГО МАСТИТА В ХИРУРГИЧЕСКОМ ЭКСПЕРИМЕНТЕ

Мусаелян Ара Гагикович[1], Полиданов Максим Андреевич[1]✉, Дудина Елена Валерьевна[1], Кондрашкин Иван Евгеньевич[1], Рыхлов Андрей Сергеевич[2], Расулов Ислам Шамилович[1], Блохин Игорь Сергеевич[1], Алипов Артем Игоревич[1]

[1] Саратовский государственный медицинский университет им. В. И. Разумовского, Саратов, Россия
[2] Учебно-научно-технологический центр «Ветеринарный госпиталь» Саратовского государственного аграрного университета им. Н. И. Вавилова, Саратов, Россия
✉ maksim.polidanoff@yandex.ru

Аннотация. ***Цель исследования*** *– экспериментально обосновать эффективность комбинированного хирургического лечения ОПГМ в эксперименте с применением НИЛИ и нанодисперсного оксида цинка (НОЦ) на основе 0,24% раствора интралипида.*

Материалы и методы. *На 32 лабораторных животных кроликах-самках моделировали ОПГМ в субальвеолярной области с введением через прокол модифицированного двухпросветного катетера, инфицированный баллон которого полиштаммом Staphylococcus aureus 209-P и E. E. Coli ATCC 25922 раздували до 2,0 мл на срок 5 суток. У всех животных хирургический этап и последующего десятидневного лечения предусматривал вскрытие гнойника, эвакуацию содержимого и удаление внутриполостного тканевого секвестра с последующей санацией полости гнойника. Животные разделены на 4 группы: кроликам первой группы проводили санацию полости ОПГМ и применение антибиотиков; животным второй группы проводили санацию полости и применение НИЛИ; животным третьей группы выполняли санацию полости с последующим местным применением НОЦ; животным четвертой группы выполняли санацию в сочетании с введением НОЦ и применением НИЛИ. Для комплексной оценки эффективности лечения гнойного процесса использовались клинические, планиметрические, инструментальные, бактериологические и морфологические методы.*

Результаты. *На основании микробиологических, рентгенологических и УЗИ данных лучшие результаты лечения получены в четвертой группе животных, где удалось уже к 5-м суткам добиться отсутствия роста микрофлоры из полости ОПГМ, тем самым сокращая фазу воспаления, ускоряя фазу регенерации и уменьшая объем полости с 1,9 ± 0,1 см^3 до 0,25 ± 0,01 см^3. Практически полная облитерация полости ОПГМ к 10-м суткам лечения достигнута за счет трофико-регенераторного, противовоспалительного и иммуномодулирующего синергидного действия НОЦ и НИЛИ.*

Ключевые слова: *острый подкожный гнойный мастит (ОПГМ), моделирование, лечение, НОЦ, НИЛИ, эксперимент*

Введение. Актуальность разработки новых эффективных методов лечения гнойных абсцессов связана с увеличением частоты генерализации инфекции, развитием гнойно-септических осложнений и утратой трудоспособности [12]. Одним из путей улучшения результатов лечения абсцессов является проведение экспериментальной разработки новых подходов к лечению данной патологии [1]. Исходя из утвержденной классификации острый подкожный абсцесс гнойный мастит (ОПГМ) по мнению В. С. Савельева [23], по степени тяжести относится к заболеванию II-го уровня и является неосложненным абсцессом [7, 20, 24].

К современным методам хирургического лечения абсцессов относятся методики минимально-инвазивной хирургии – чрескожные дренирующие и эндовидеохирургические операции [21, 22, 27, 29]. Медицина становится перспективной областью применения наночастиц металлов, в частности наночастиц серебра, меди, цинка и др., обладающих выраженным антибактериальным действием [5, 17]. В 2008 году Федеральное Агентство по Охране Окружающей Среды США (US EPA) официально присвоило ряду нанометаллов, в частности цинку, статус веществ с бактерицидными свойствами по отношению к синегнойной палочке, золотистому стафилококку и др. [4, 19, 25]. При этом стимулируются механизмы регуляции микроэлементарного состава и активность антиоксидантных ферментов, отмечается ранозаживляющий эффект [6, 11].

Другим средством, активно стимулирующим процессы репарации и регенерации инфицированных ран,

METHOD OF COMBINED TREATMENT OF ACUTE SUBCUTANEOUS PURULENT MASTITIS IN A SURGICAL EXPERIMENT

Musaelyan Ara G.[1], Polidanov Maxim A.[1]✉, Dudina Elena V.[1], Kondrashkin Ivan E.[1], Rykhlov Andrey S.[2], Rasulov Islam Sh.[1], Blokhin Igor S.[1], Alipov Artem I.[1]

[1] The Razumovsky Saratov State Medical University, Saratov, Russia
[2] Educational-Scientific-Technological Center «Veterinary Hospital» The Vavilov Saratov State Agrarian University, Saratov, Russia
✉ maksim.polidanoff@yandex.ru

Abstract. ***The aim*** *of the study is to experimentally substantiate the effectiveness of combined surgical treatment of ASPM in an experiment using LILR and nanodispersed zinc oxide (NZO) based on 0.24% intralipid solution.*
Materials and methods. *In 32 laboratory animals, female rabbits were modeled with ASPM in the subalveolar region with the introduction of a modified two-light catheter through a puncture, the infected balloon of which was inflated with Staphylococcus aureus 209-P and E. E. Coli ATCC 25922 to 2.0 ml for a period of 5 days. For all animals the surgical stage and the subsequent ten-day treatment provided for the opening of the abscess, evacuation of the contents and removal of the intracavitary tissue sequester, followed by sanitation of the abscess cavity. The animals were divided into 4 groups: rabbits of the first group underwent sanitation of the ASPM cavity and the use of antibiotics; animals of the second group underwent sanitation of the cavity and the use of LILR; animals of the third group underwent sanitation of the cavity followed by local application of NZO; animals of the fourth group underwent sanitation in combination with the introduction of NZO and the use of LILR. Clinical, planimetric, instrumental, bacteriological and morphological methods were used for a comprehensive assessment of the effectiveness of the treatment of the purulent process.*
Results. *Based on microbiological, radiological and ultrasound data, the best treatment results were obtained in the fourth group of animals, where it was possible to achieve the absence of microflora growth from the ASPM cavity by the 5th day, thereby reducing the phase of inflammation, accelerating the regeneration phase and reducing the volume of the cavity from 1.9 ± 0.1 cm3 to 0.25 ± 0.01 cm3. Almost complete obliteration of the ASPM cavity by the 10th day of treatment was achieved due to the trophico-regenerative, anti-inflammatory and immunomodulatory synergistic action of NZO and LILR.*
Keywords: *acute subcutaneous purulent mastitis (ASPM), modeling, treatment, NZO, LILR, experiment*

является низкоинтенсивное лазерное излучение (НИЛИ) [8, 14, 15, 26]. О эффективности сочетанного применения НИЛИ и наночастиц меди при моделировании абсцесса мягких тканей и лечении абсцесса печени уже сообщали В. В. Алипов и соавт. [2, 3, 16]. Однако, применение наночастиц металлов, в частности наночастиц оксида цинка в сочетании с НИЛИ в послеоперационном периоде лечения ОПГМ, сегодня не изучено.

Цель исследования: в условиях эксперимента обосновать эффективность минимально инвазивного хирургического лечения острого подкожного гнойного мастита в комбинации с применением низкоинтенсивного лазерного излучения и нанодисперсного оксида цинка.

Материалы и методы. Исследование выполнено на базе кафедры оперативной хирургии и топографической анатомии ФГБОУ ВО «Саратовский государственный медицинский университет имени В. И. Разумовского» Минздрава России. Эксперименты на животных проводили в соответствии с приказами «Об утверждении правил проведения работ с использованием экспериментальных животных» (приказ Минвуза СССР № 742 от 13.11.1984 г.), «Об утверждении правил лабораторной практики в Российской Федерации» (приказ МЗ РФ № 267 от 19.06.2003 г.); предписаниями Европейской конвенции по защите позвоночных животных, используемых для экспериментальных и других научных целей (Страсбург, 1986); Международными руководящими принципами для биомедицинских исследований с использованием животных, принятыми в 1985 г. Международным советом медицинских научных обществ (CIOMS) (обновлены в 2012 г.).

В эксперименте на 32 лабораторных животных (кроликах-самках породы «белый ватикан» массой 2000 ± 50 г) моделировали ОПГМ по разработанной методике [18] и проводили комбинированное лечение в сочетании с местным применением нанодиспертного оксида цинка (НОЦ) и НИЛИ.

Используемые средства (аппаратура, препараты): нанодисперсный оксид цинка (НОЦ) на основе 0,24% раствора интралипида; в концентрации 1%, раствор фурациллина, культура *Staphylococcus aureus* 209-P и *E. E. Coli* ATCC 25922, аппарат лазерной терапии «Матрикс», 2-канальный с излучающими головками КЛО3 и ЛО3 и оториноларингологической насадкой Л-2, диаметром 2 мм, и рассеивающей частью 0,5 мм.

У животных всех групп хирургический этап и последующего десятидневного лечения предусматривал вскрытие гнойника, эвакуацию содержимого и удаление внутриполостного тканевого секвестра с последующей санацией полости гнойника. Животные разделены на 4 группы: кроликам первой группы (8 животных) проводили санацию полости ОПГМ и применение антибиотиков; животным второй группы (8 животных) проводили санацию полости и применение НИЛИ; животным третьей группы (8 животных) выполняли санацию полости с последующим местным применением НОЦ; животным четвертой группы (8 животных) выполняли санацию в сочетании с введением НОЦ и применением НИЛИ.

Описание способа моделирования и лечения ОПГМ [18]. Лабораторным животным моделировали острый гнойный мастит с полостью диаметром 2 см, используя, разработанную на кафедре методику формирования отграниченной гнойной полости, в соответствии с которой в области одной из молочных желез животного был произведен разрез и транскутанно в подкожную клетчатку субальвеолярной области молочной железы введен модифицированный двухпросветный катетер (типа Фолея, укороченный до 3 см) с баллоном из силиконовой резины на дистальном конце. После заполнения баллона производили перевязку катетера проксимальнее баллона и фиксацию дистальной части его при помощи кожной дупликатуры. На 5-е сутки опорожняли баллон, удаляли катетер. Наблюдали сформированный острый гнойный мастит.

Планиметрические исследования. Для определения объема полости мастита использовали градуированный шприц объемом 2,0 мл Полученный экспериментально объем моделированной полости ОПГМ составил 1,9 ± 0,1 см^3 2,0 см^3, т. е. практически соответствовал объему двухграммового стандартного шприца.

Антибактериальную активность в эксперименте определяли методом двукратных серийных разведений в мясопептонном бульоне в отношении стандартных штаммов Staphylococcus aureus FDA 209P и Escherichia coli ATCC 25922 (М-17) при микробной нагрузке 5×10^5 КОЕ/мл. Растворы наночастиц металлов размерностью 50 нм и концентрацией 1 мг/мл приготовлены с использованием ультразвукового гомогенизирования на основе 0,24% водного раствора препарата для внутривенного введения – интралипида. Для изучения сочетанного действия НОЦ и НИЛИ на опытные штаммы суспензии их суточных агаровых культур в стерильном физиологическом растворе хлорида натрия инокулировали в пробирки с мясопептонным бульоном, содержащим двукратные разведения рабочего раствора наночастиц, а также использовали раствор интралипида с облучением и без него, посевы в мясопептонный бульон в качестве контролей. Микробная нагрузка составила 10^4 КОЕ/мл. Через час после инокуляции и инкубирования в термостате при t 37 °С подлежащие облучению опытные варианты повергали действию низкоинтенсивного лазера «Матрикс» в течение 5 минут, после чего осуществляли мерный высев (0,1 мл) на мясопептонный агар. Посевы инкубировали в термостате в аэробной атмосфере при t 37 °С. Через 24 и 48 часов после посева подсчитывали количество выросших колоний. Эксперимент повторяли трижды для расчета средней арифметической от числа выросших колоний и стандартного отклонения от нее (M ± m). Между полученными значениями средних арифметических определяли достоверность различий с вероятностью 95%.

Для ультразвукового исследования области моделированного ПОГМ использовался УЗИ сканер экспертного класса Philips Epi Q7 США [13]. Для контрастного рентгенологического исследования области моделированного абсцесса использовался цифровой рентгенодиагностический комплекс Flexavision F3 [28].

Статистическую обработку цифрового материала результатов исследования осуществляли с использованием пакета прикладных программ Statistica 8.0 и Microsoft Office Excel 2007. Количественные данные в исследуемых группах представлены в виде среднего арифметического (M), и среднеквадратического отклонения (SD). Сравнение групп выполнялось с использованием t-критерия Стьюдента и критерий Манна-Уитни. Различия интерпретировались как достоверные при вероятности ошибки менее 5% ($p < 0,05$).

Результаты лечения. Интегральный балльный показатель (ИБП) общего состояния животных с моделированными ОПГМ зависел от характера лечения в группах животных. В ходе лечения установлено, что на 5-е сутки лечения животных второй группы значения интегрального балльного показателя незначительно отличались от значений группы контроля При лечении животных третьей группы ИБП был несколько выше, чем у животных первой и второй групп, и только у животных четвертой группы этот показатель к 5-м суткам составлял 1,92 ± 0,1 ($p < 0,05$), а к 10-м суткам лечения фиксировали максимальные значения ИБП – 3,00.

Оценивая клинические признаки развития ОПГМ следует отметить, что у всех животных формировался острый подкожный гнойный абсцесс со всеми характерными признаками: отек, гиперемия, повышение местной температуры, болезненность при пальпации, симптом флюктуации.

Местные проявления заболевания у животных первой группы: отек и гиперемия купировались лишь к 6-7 суткам лечения. В условиях лечения животных второй и третьей групп отек и гиперемия купировались приблизительно в одни сроки – к 4-5-м суткам лечения. При лечении четвертой группы животных отек купировался к 3,4 ± 0,2 сут, а гиперемия – к 4,4 ± 0,1 сут ($p < 0,05$).

Таким образом, оценка местных проявлений свидетельствует, что при лечении животных четвертой группы купирование местных признаков ОПГМ на 3-е суток опережают подобные показатели животных группы контроля ($p < 0,05$).

Для оценки эффективности местного лечения моделированных ОПГМ мы использовали микробиологический метод, оценивающий качественную и количественную антибактериальную эффективность влияния интралипида, НОЦ и НИЛИ. После лечения животных первой и второй групп только к 5-м суткам отмечается снижение бактериальной обсемененности полости абсцесса до 3,75×10^5 и 2,65×10^3, а в третьей группе до и 1,91 ± 0,13×10^2 КОЕ/мл, соответственно. Лечение животных четвертой группы к 5-м суткам позволило полного прекращения роста микрофлоры из содержимого полости ОПГМ. Прекращение роста бактерий способствовало очищению полости от девитализированных тканей с последующей ее ускоренной регенерацией. Таким образом согласно полученным значениям среднего арифметического и стандартного отклонения, раствор интралипида не оказывает стимулирующего или ингибирующего влияния на все штаммы *S. aureus*

и *E. Coli*. Доказано, что действие НИЛИ в растворе интралипида позволяет равномерно распределить энергию излучения и снизить количество жизнеспособных клеток полиштамма. В подобных условиях эксперимента концентрация НОЦ 1,0 мг/мл в 0,24% растворе интралипида проявила выраженную бактериостатическую активность по сравнению с контролем. При изучении сочетанного действия НИЛИ и НОЦ установлено достоверное максимальное потенцирующее влияние этих воздействий на количество жизнеспособных клеток как *S. Aureus*, так и *E. Coli*, что позволило добиться стерильности полости ОПГМ к 5-м суткам эксперимента.

Исследования динамики планиметрических показателей и данных ультразвукового исследования размеров полости ОПГМ проводили на 10-е сутки лечения во всех группах животных. Следует отметить идентичность динамики данных показателей, поэтому планиметрия с использованием шприца при отсутствии УЗИ может быть объективным критерием оценки объема полости гнойника. Так, стандартное лечение в первой группе животных позволило добиться уменьшения полости с 1,9 ± 0,1 см^3 до 1,3 ± 0,1 см^3 ($p < 0,05$). К 10-м суткам лечения животных второй группы по данным планиметрии и УЗИ отмечено уменьшение объема полости абсцесса до 0,8 ± 0,2 см^3, ($p < 0,05$), т. е. на 67%. При лечении третьей группы животных к 10-м суткам уменьшился до 0,7 ± 0,1 см^3 ($p < 0,05$), т. е. на 70% от исходного объема.

В результате комбинированного лечения четвертой группы животных по данным УЗИ к 10-м суткам объем полости составил 0,25 ± 0,1 см^3 ($p < 0,05$), а в одном случае засвидетельствована практически полная облитерация полости (рисунок 1). Таким образом, к 10-м суткам лечения животных показатель «изменение объема полости» констатировал облитерацию ОПГМ лишь у животных четвертой группы – объем полости сократился на 93,7% ($p < 0,05$).

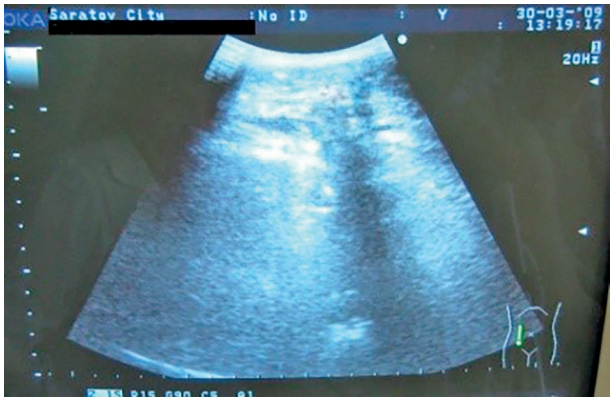

Рисунок 1 – Ультразвуковая картина животного четвертой группы на 10-е сутки лечения в комбинации НОЦ и НИЛИ полость абсцесса не определяется

Подтверждение наиболее эффективному способу послеоперационного комбинированного лечения ОПГМ животных четвертой группы получено и при оценке результатов рентгенологического исследования, которое проведено на 10-е сутки лечения. Так, лишь при лечении животных четвертой группы, где применялся раствор НОЦ в сочетании с местным применением НИЛИ, рентгенологически отмечена наиболее выраженная регрессия объема полости до 0,30 ± 0,15 ($p < 0,05$) (рисунок 2).

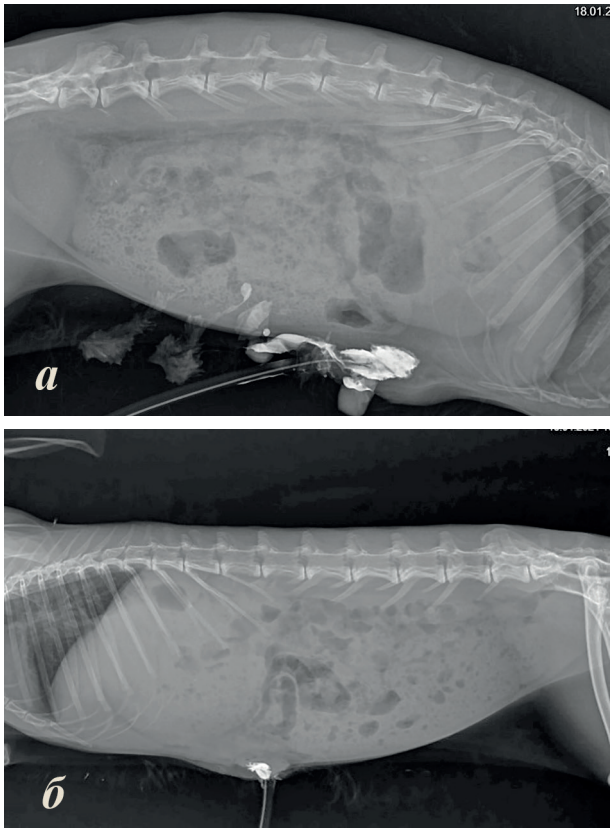

Рисунок 2 – Рентгенологическое исследование с контрастированием животного четвертой группы, где, а) определяется полость ОПГМ и стенка гнойника с неровными краями б) данное животное на 10-е сутки сочетанного лечения НОЦ и НИЛИ – полость облитерирована до 0,25 см^3

При морфологическом исследовании препаратов животных первой группы к 10-м суткам по краям и у дна раны наблюдались участки рыхлой волокнистой ткани. При гистологическом исследовании ткани полости абсцесса животных второй группы на фоне грануляционной ткани отмечено разрастание рыхлой волокнистой соединительной ткани с эластическими и коллагеновыми волокнами, тяжами фибробластов. При морфологической оценке препаратов животных третьей группы капсула представлена разрастанием соединительной ткани отмечается достаточное число пикринофильных коллагеновых волокон. Морфологической картина на 10-е сутки лечения четвертой группы представлена рыхлой соединительной тканью с тяжами фибробластов и пучками эластических и коллагеновых волокон, заполненных адипозоцитами, инфильтрация не наблюдается (рисунок 3). Полость гнойного абсцесса не определяется в результате полноценного замещения её соединительной тканью с коллагеновыми и эластическими волокнами, заполненными адипозоцитами, коллагеновые волокна.

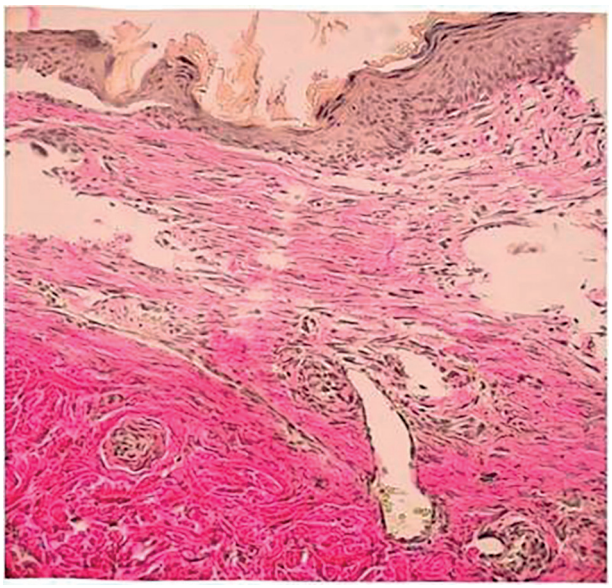

Рисунок 3 – Морфологическая картина лечения животного четвертой группы на 10-е сутки эксперимента. Окраска гематоксилином и эозином. Увеличение 200

Обсуждение. Изучение показателя ИБП позволяет объективно оценивать общее состояние животных на протяжении 10 суток эксперимента. Положительная динамика общего состояния животных второй и третьей экспериментальных групп указывает на более благоприятное течение заболевания, а при комбинированном лечении в четвертой группе позволяет достичь оценки 3 балла, т. е. исходного клинического уровня.

Согласно разработанной нами методике определения «исходного объема полости» во всех группах экспериментальных животных он составил приблизительно одинаковую величину – 2,0 мл (V = 2,0 см^3) Это свидетельствует о соблюдении принципа стандартизации групп и корректности дальнейших межгрупповых сравнений показателей динамики изменений.

Полученные результаты лечения свидетельствуют о бактерицидном действии НОЦ, так и НИЛИ, в случае их изолированного применения. Однако, наиболее эффективное влияние на патогенную микрофлору, а также процессы регенерации и облитерации полости ОПГМ мы получили при комбинации НИЛИ и НОЦ. Данное заключение основано на оценке всех изучаемых нами показателей. Так, в четвертой группе животных к 5-м суткам достигнута полная стерильность полости, полностью купированы отек и гиперемия, ИПБ достиг исходного уровня, т. е. балльной оценки 3. к 10-м суткам лечения животных показатель «изменение объема полости» констатировал облитерацию ОПГМ лишь у животных четвертой группы. Выполненные нами исследования подтверждают данные литературы об эффективном воздействии комплекса НОЦ и НИЛИ. Выбор в пользу НОЦ мы взяли за основу, потому как Гладковой Е. В. и Глущенко Н. Н. [9, 10] сообщается, что эффективным в отношении *S. aureus* является разработанный авторами комплексный препарат, включающий наночастицы цинка, которые обладают лучшими бактерицидными способами и меньшей токсичностью.

Нами установлено, что применение композиции НИЛИ и 1% НОЦ на основе 0,24% раствора интралипида приводит к усилению антибактериального действия, так микробная обсемененность полости уменьшилась с критического уровня 10^{7-8} КОЕ, когда существовала угроза генерализации инфекции до 10^2 КОЕ уже к 5-м суткам, что способствовало быстрому очищению раны, сокращению фаз воспаления и регенерации, сокращению объема полости, вплоть до полной облитерации полости. Примененная терапия в четвертой группе животных позволила уже к 5-м суткам позволило добиться стерильной полости, тем самым сокращая фазу воспаления и ускоряя фазу регенерации.

Залогом успешного применения лазеротерапии и наночастиц металлов является раннее минимально-инвазивное хирургическое вмешательство, предусматривающее вскрытие абсцесса из разреза-прокола, эвакуацию содержимого и удаление внутриполостного тканевого секвестра с последующей санацией полости гнойника. Проведенные морфологические исследования свидетельствуют о сокращении сроков регенерации полости и реорганизации рубцовой ткани за счет трофико-регенераторного, противовоспалительного и иммуномодулирующего синергидного действия НОЦ и НИЛИ.

Выводы:

1. Предложенный способ лечения острого подкожного гнойного мастита в эксперименте позволяет эффективно стимулировать репаративные процессы тканей, не требует специальных навыков и дорогостоящей аппаратуры, хирургический этап его минимально травматичен.
2. Комбинированная послеоперационная терапия с применением НОЦ и НИЛИ за счет усиления процессов коллагеноза и ускоренной регенерации тканей создает оптимальные условия для облитерации полости ОПГМ и по сравнению со стандартным лечением и способствует ускорению сроков лечения, сокращая их до 10 суток.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Алипов В. В., Аванесян Г. А., Мусаелян А. Г., Алипов А. И., Мустафаева Д. Р. Современные проблемы моделирования и лечения абсцессов мягких тканей. Хирургия. Журнал им. Н. И. Пирогова. 2020; 5: 81-86.
2. Алипов В. В., Лебедев М. С., Аванесян Г. А., Мусаелян А. Г., Мустафаева Д. Р., Алипов А. И. Комбинированное хирургическое лечение абсцесса печени в эксперименте. Вестник Российской Военно-медицинской академии. 2019; 51: 21-25.
3. Алипов В. В., Урусова А. И., Андреев Д. А. Клинико-морфологическое обоснование моделирования абсцесса мягких тканей. Журнал анатомии и гистопатологии. 2017; 6 (1): 9-11.
4. Бабушкина И. В., Пучиньян Д. М., Гладкова Е. В., Мамонова И. А., Белова С. В. Экспериментальное обоснование антибактериального влияния комплексного порошкообразного препарата. Современные проблемы науки и образования. 2016; 2: 52.
5. Бабушкина И. В. Наночастицы металлов в лечении экспериментальных гнойных ран. Саратовский научно-медицинский журнал. 2011; 3: 530-533.
6. Бабушкина И. В., Гладкова Е. В., Мамонова И. А., Белова С. В. Сравнительное изучение комплексных порошкообразных препаратов для регенерации мягких тканей. Саратовский научно-медицинский журнал. 2017; 13 (3): 705-710.
7. Бебуришвили А. Г., Прудков М. И., Шулутко А. М., Натрошвили А. Г., Панин С. И., Нестеров С. С., Натрошвили И. Г. Концептуаль-

ная оценка применения лапароскопических и минилапаротомных вмешательств в неотложной абдоминальной хирургии. Хирургия. Журнал им. Н. И. Пирогова. 2013; (1): 53-57.
8. Буйлин В. А., Брехов Е. И., Брыков В. И. Низкоуровневая лазерная терапия в хирургии: успехи и перспективы. Здравоохранение. 2002; 5: 57-60.
9. Гладкова Е. В., Бабушкина И. В., Белова С. В. Возможности использования хитозана и наночастиц металлов в регенерации экспериментальной раны. Фундаментальные исследования, 2013; 7: 530-533 с.
10. Глущенко Н. Н. Токсичность наночастиц цинка и его биологические свойства. Актуальные проблемы транспортной медицины. 2010; 3 (21): 118-123.
11. Глущенко Н. Н., Богословская О. А., Ольховская И. П. Химическая физика. 2002; 21 (4): 79-85.
12. Гостищев В. К. Клиническая оперативная гнойная хирургия: руководство для врачей. М.: ГЭОТАР-Медиа. 2016; 123: 2.
13. Лейхт Т. Н., Братчикова Г. И., Гомина П. С., Косолапова Н. С., Тихая К. А., Котова Л. Д., Утин К. Г. Трудности лучевой диагностики «малых» форм рака молочной железы. Уральский медицинский журнал, 2021; 20 (2): 49-53.
14. Мосихин С. Б., Безбрязов А. В., Москвин С. В. Лечение пациентов, страдающих острым бактериальным наружным отитом, с использованием внутривенного освещения крови низкоинтенсивным лазерным излучением с длиной волны 445 нм. Вопросы курортологии, физиотерапии, и лечебной физической культуры. 2018; 95 (3):16-21.
15. Москвин С. В., Ключников Д. Ю., Антипов Е. В., Горина А. И., Киселева О. Н. Воздействие непрерывного низкоинтенсивного лазерного излучения красного (635 нм) и зеленого (525 нм) спектров на мезенхимальные стволовые клетки человека in vitro: обзор литературы и собственные исследования. Вопросы курортологии, физиотерапии, и лечебной физической культуры. 2016; 93 (2): 32-42.
16. Мусаелян А. Г., Полиданов М. А., Кондрашкин И. Е., Тахмезов А. Э., Блохин И. С., Хохлова А. В., Алипов А. И. Моделирование и инновационное лечение инфицированной кисты печени в хирургическом эксперименте. Современная наука: актуальные проблемы теории и практики. Серия: Естественные и Технические Науки. 2022; 07: 162-165 DOI 10.37882/2223-2966.2022.07.23.
17. Николенко В. Н., Алипов В. В. Перспективные нанотехнологии в области экспериментальной медицины. Нанотехника. 2009; 19: 66-68.
18. Патент № 2772397 C1 Российская Федерация, МПК G09B 23/28. Способ моделирования отграниченного острого гнойного мастита в эксперименте: № 2021128929: заявл. 05.10.2021: опубл. 19.05.2022 / Алипов В. В., Рыхлов А. С., Полиданов М. А., Мусаелян А. Г., Шаповал О. Г., Дудина Е. В., Лобанов М. Е., Блохин И. С., Алипов А. И., Кондрашкин И. Е., Расулов И. Ш., Тахмезов А. Э., Хохлова А. В., Скороход А. А.; заявитель Федеральное государственное бюджетное учреждение высшего образования «Саратовский государственный медицинский университет имени В. И. Разумовского» Министерства здравоохранения Российской Федерации.
19. Патент РФ на изобретение № 2296571C1/ A61K33/26; B01J19/10/ 10.04.2007 Байтукалов Т. А., Глущенко Н. Н., Богословская О. А., Ольховская И. П., Фолманис Г. Э., Арсентьева И. П. Ранозаживляющий состав и способ его получения.
20. Стручков В. И., Гостищев В. К., Стручков Ю. В. Хирургическая инфекция. М.: Медицина, 1991; 559.
21. Федорова Т. П. Гнойный мастит у лактирующих сук: диагностика, лечение и профилактика: автореферат диссертации кандидата ветеринарных наук: 16.00.07. Ставрополь, 2007; 141.
22. Федоровский А. А., Старовойтов И. М. Лечение лактационного мастита. Монография «Здоровье», Киев. 1967; 160 с.
23. Хирургические инфекции кожи и мягких тканей: Российские национальные рекомендации. Под ред. Акад. РАН и РАМН, проф. В. С. Савельева. Москва, 2009; 89.
24. Хирургические инфекции кожи и мягких тканей: Российские национальные рекомендации. Под ред. Акад. РАН, проф. Б. Р. Гельфанда. Москва, 2015; 109.
25. Filippi, M., Born, G., Felder-Flesch, D., & Scherberich, A. Use of nanoparticles in skeletal tissue regeneration and engineering // Histology and histopathology. 2019; 35 (4): 331-350.
26. Gonzaga I. C.A., Araujo Jr R. D.B., Lima A. C.G., Fernandes G. A., Cortellazi P. S., Oliveira R. A.D., & Nicolau R. A. Effectiveness of Low-Intensity Laser Therapy on Tissue Repair Following Saphenectomy in Patients Who Underwent Coronary Artery Bypass Graft: A Randomized, Double-Blind Study. Photomedicine and laser surgery. 2018; 36 (1): 18-23.
27. Hafner S., Ehrenfeld M., Neumann A. C., Wieser A. Comparison of the bactericidal effect of cold atmospheric pressure plasma (CAPP), antimicrobial photodynamic therapy (aPDT), and polihexanide (PHX) in a novel wet surface model to mimic oral cavity application. J. Craniomaxillofac Surg. 2018; 46 (12): 2197-2202.
28. Miyamoto, W., Hiragaki, K., Kanazawa, S., Fujii, H., Takamura, S., Tanaka, M., & Tanaka, Y. Development of» FLEXAVISION F3'multi-purpose R/F system. Shimadzu Hyoron. 2011; 68 (1-2): 3-9.
29. Rezaei, N.J., Bazzazi, A.M., & Alavi S. A. Neurotoxicity of the antibiotics: A comprehensive study. Neurology India. 2018; 66 (6), 1732.

Информация об авторах

Мусаелян Ара Гагикович, ассистент кафедры оперативной хирургии и топографической анатомии, Саратовский государственный медицинский университет им В. И. Разумовского, г. Саратов, Россия, musaelyam.gagik@mail.ru, https://orcid.org/0000-0002-9849-7304.

Полиданов Максим Андреевич, студент 5 курса лечебного факультета, Саратовский государственный медицинский университет им В. И. Разумовского, г. Саратов, Россия, maksim.polidanoff@yandex.ru, https://orcid.org/0000-0001-7538-7412.

Дудина Елена Валерьевна, ассистент кафедры оперативной хирургии и топографической анатомии, Саратовский государственный медицинский университет им В. И. Разумовского, г. Саратов, Россия, https://orcid.org/0000-0002-3580-5795.

Кондрашкин Иван Евгеньевич, студент 5 курса лечебного факультета, Саратовский государственный медицинский университет им В. И. Разумовского, г. Саратов, Россия, ivan.kondrashckin@yandex.ru. https://orcid.org/0000-0001-8827-8143.

Рыхлов Андрей Сергеевич, директор учебно-научно-технологического центра «Ветеринарный госпиталь» ФГБОУ ВО «Саратовский государственный аграрный университет имени Н. И. Вавилова» МСХ РФ, г. Саратов, Россия.

Расулов Ислам Шамилович, студент 5 курса педиатрического факультета, Саратовский государственный медицинский университет им В. И. Разумовского, г. Саратов, Россия, rs_islam1999@mail.ru, https://orcid.org/0000-0002-4477-5591.

Блохин Игорь Сергеевич, студент 5 курса лечебного факультета, Саратовский государственный медицинский университет им В. И. Разумовского, г. Саратов, Россия, ig.bloxin2010@yandex.ru, https://orcid.org/0000-0003-3224-6913.

Алипов Артем Игоревич, студент 5 курса лечебного факультета, Саратовский государственный медицинский университет им В. И. Разумовского, г. Саратов, Россия, https://orcid.org/0000-0003-4526-0503.

Финансирование: авторы заявляют об отсутствии финансирования.

Конфликт интересов: авторы декларируют отсутствие явных и потенциальных конфликтов интересов, связанных с публикацией настоящей статьи.

Участие авторов: концепция и дизайн исследования – М. А. Полиданов; сбор материала – М. А. Полиданов; статистическая обработка – М. А. Полиданов, И. Е. Кондрашкин, И. С. Блохин, И. Ш. Расулов; написание текста – М. А. Полиданов, И. Е. Кондрашкин, А. С. Рыхлов, И. С. Блохин, И. Ш. Расулов, Е. В. Дудина, А. Г. Мусаелян, А. И. Алипов; редактирование – М. А. Полиданов, И. Е. Кондрашкин, А. С. Рыхлов, И. С. Блохин, И. Ш. Расулов, Е. В. Дудина, А. Г. Мусаелян, А. И. Алипов.

Статья поступила в редакцию 14.06.2022; одобрена после рецензирования 22.09.2022; принята к публикации 27.09.2022.