

Мараев В.В., Стешин А.В., Мусаев М.М.

Лазерные технологии в лечении больных с синдромом диабетической стопы

Maraiev V.V., Steshin A.V., Musaev M.M.

Laser technologies for treating patients with a syndrome of diabetic foot

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

В обзоре проведен анализ методик лечения больных с синдромом диабетической стопы с применением лазерных технологий. Представлены методики применения низкоинтенсивного лазерного излучения в лечении больных с диабетическими язвами, их сочетание с магнитотерапией и воздействием экзогенным оксидом азота. Рассмотрены механизмы воздействия низкоинтенсивного лазерного излучения на репаративные процессы. Представлены результаты применения высокоэнергетических лазеров и воздушной плазмы при хирургической обработке язвенных дефектов. Проанализированы работы по применению фотодинамической терапии диабетических язв. Ключевые слова: трофические язвы, диабетические язвы, лазер.

The present review analyzes the effectiveness of laser medical technologies for treating patients with diabetic ulcers. Low-intensive laser therapy was combined with magnet therapy and exogenous nitrogen oxide. Mechanisms of the impact of low-intensive laser light at reparative processes were analyzed. Outcomes of surgical treatment of ulcerative defects with high-intensive laser light and air plasma are presented as well. The authors also assessed publications on photodynamic therapy in patients with diabetic ulcers. Key words: trophic ulcers, diabetic ulcers, laser.

Число людей, больных сахарным диабетом, продолжает катастрофически увеличиваться. Согласно международным статистическим данным, в настоящее время 194 миллиона человек страдает сахарным диабетом [32]. Пропорционально росту заболеваемости диабетом соответственно растет число его хронических осложнений [10, 11, 39, 55]. Большая социальная значимость сахарного диабета состоит в том, что это заболевание приводит к ранней инвалидизации и летальности, что связано, в частности, с развитием синдрома диабетической стопы [8, 9, 44].

Влияние заболевания на процесс репарации тканей при сахарном диабете носит многоплановый характер. У больных диабетом в хронизации раневого процесса задействованы локальные и системные процессы, замедляющие заживление и приводящие к формированию диабетических язв. К локальным факторам можно отнести нарушение цитокинового фона и избыточную активность протеаз в ране. К системным – снижение функции лейкоцитов и нарушение периферического кровообращения [7, 24, 37].

Без терапии, направленной на коррекцию патофизиологических механизмов, ответственных за нарушение микроциркуляции, трудно ожидать благоприятных исходов лечения больных с диабетическими язвами. Как показали исследования последних лет, корректирующая терапия микроциркуляторных расстройств в зависимости от специфики и глубины поражения системы микроциркуляции может быть проведена у больных сахарным диабетом с использованием низкоинтенсивного лазерного излучения (НИЛИ) [6, 28]. Позитивный эффект активации микроциркуляции в больной конечности получен при локальном использовании ИК-лазерного облучения в сочетании с первичной хирургической обработкой длительно не заживающих ран и трофических язв [20, 25, 29].

На этапе хирургической обработки гнойного очага у больных с гнойно-некротическими формами диабетической стопы используется СО₂-лазер с целью: санации

гнойного очага; максимального удаления девитализированных тканей в ране; обработки зон сухожильного некроза; создания демаркационной борозды при влажном некрозе; обработки выступающей части сухожилия в гранулирующей ране [12, 13, 31, 33]. Возможно сочетание СО₂-лазера с воздействием воздушно-плазменными потоками в режиме NO-терапии [42, 43]. Воздушно-плазменные потоки в различных режимах хорошо зарекомендовали себя на этапах помощи пациентам с гнойно-некротическими формами диабетической стопы [16, 26].

Работы ряда авторов показали, что наибольшая эффективность в лечении гнойных ран у больных сахарным диабетом достигается при сочетанном применении лазерного излучения (в начале – высокоэнергетическое лазерное излучение, а затем – НИЛИ), а именно при использовании СО₂-лазера с плотностью мощности до 60–70 Вт/см² удаляются некротические и гнойные массы, производится дезинфекция раневой поверхности, а затем воздействуют на рану НИЛИ с плотностью мощности от 3–5 до 20–25 мВт/см² [36, 37, 40, 41]. Подобная методика показала свою эффективность при лечении гангрены пальцев у больных сахарным диабетом, что позволило сократить число высоких ампутаций с 34,2 до 24,8%, а летальность – более чем в 2 раза [38]. Применение СО₂-лазера, местной ИК-лазерной терапии и биологически активных раневых покрытий способствовало сокращению сроков лечения больных сахарным диабетом с длительно незаживающими ранами и трофическими язвами стоп [20, 21, 33]. Данный вид лазерного излучения применяется в основном при лечении больных сахарным диабетом с острыми гнойно-некротическими заболеваниями стоп, требующих хирургического лечения в стационаре [4].

В последние годы появился целый ряд работ, посвященных применению фотодинамической терапии (ФДТ) в лечении гнойных заболеваний мягких тканей и в частности язв различного генеза [16, 30]. Применение антибактериальной ФДТ имеет ряд преимуществ перед

традиционными методами антибактериальной терапии: эффективность ФДТ не зависит от спектра чувствительности патогенных микроорганизмов к антибиотикам, в отличие от антибиотиков противомикробное действие ФДТ не убывает со временем, к ФДТ у патогенных микроорганизмов не развивается устойчивости, бактерицидная активность метода ФДТ ограничена зоной лазерного облучения сенсibilизированных тканей, что позволяет избежать при местной ФДТ системной реакции организма [17, 54]. Исследования последних лет показали, что комплексная методика лечения венозных язв с использованием фотодинамической терапии ведет к быстрому очищению их от гноеродной микрофлоры и гнойно-некротических масс, уменьшению отека и воспалительной инфильтрации, раннему образованию грануляционной ткани и эпителизации фиброзно-рубцовой ткани [14, 16, 35].

Вопросы применения низкоинтенсивного лазерного излучения с целью стимуляции репаративных процессов изучаются в нашей стране с конца прошлого века [22, 29]. В последние десятилетия этой проблемой заинтересовались зарубежные исследователи, появился целый ряд обзоров и результатов клинических исследований, посвященных, прежде всего, местной низкоинтенсивной лазерной терапии диабетических язв [45, 46, 48, 49].

В настоящее время разработан ряд методик надвенного (чрескожного) лазерного облучения крови, применяемых как самостоятельно, так и после CO₂-лазера. Использование данной технологии в лечении длительно незаживающих ран и трофических язв стоп у больных сахарным диабетом способствует увеличению общего числа лимфоцитов, Т-лимфоцитов, Т-хелперов, В-лимфоцитов, индекса Тх/Тс и фагоцитарного числа, нормализации в короткие сроки содержания иммуноглобулинов, нормализации показателей свертывающей и антисвертывающей систем крови, активации макрофагальной и фибробластической реакции [27, 34, 37].

Интересны работы, посвященные рефлекторной стимуляции микроциркуляции лазерным излучением [1, 22]. Капилляры обладают фоточувствительностью, что показано экспериментально [22]. Свет подавляет тонус гладких миоцитов в стенке микрососудов, снижает их реактивность и тем самым способствует поступлению крови в сосудистое русло. При соответствующей дозировке энергетической нагрузки лазерного воздействия и при достаточном числе повторения воздействия можно добиться более или менее стойких морфофункциональных преобразований в системе микроциркуляции. В клинике и в эксперименте показана высокая терапевтическая эффективность излучения полупроводниковых лазеров с длиной волны от 0,8 до 1,3 мкм при неинвазивном воздействии непосредственно на очаг поражения и на точки акупунктуры [28]. При этом установлено снижение уровня свободнорадикального окисления липидов и активизация энергетических и пластических процессов в тканях, а также активизация микроциркуляции [27].

В ряде работ экспериментально показано, что наиболее оптимальным режимом лазерного воздействия для рефлекторной стимуляции микроциркуляции является частота повторения импульсов 80 Гц при экспозиции на одну зону 128 секунд, плотность мощности светового

потока при этих параметрах лазерного воздействия составляет 1,1 Вт/м², суммарная доза низкоинтенсивного лазерного воздействия составляет $1,5 \times 10^3$ Дж/м² [1, 28]. Для рефлекторной стимуляции микроциркуляции использовались следующие зоны: область проекции сонных артерий (зона каротидного синуса), область проекции бедренных артерий, область проекции подколенных артерий, область проекции надпочечников и поясничных симпатических узлов [22, 28]. Раздражение этих зон НИЛИ является мощным импульсом локального, сегментарного и общего рефлекторного воздействия на различные уровни нейрогуморальной регуляции системы кровообращения, способствует усилению кровотока в крупных сосудах и активации микроциркуляции. С целью улучшения общего состояния микроциркуляции воздействовали НИЛИ также на область печени, а для локальной активизации – на заднюю группу мышц голени с обеих сторон [22, 50].

Имеются единичные работы по применению лазерного излучения в лечении диабетической нейропатии [51–53]. В ряде работ авторы осуществляли воздействие в проекции сосудисто-нервных пучков нижних конечностей (непосредственное воздействие на функциональное состояние нервных волокон), на проекцию крупных сосудов (системное воздействие на кровоток) и паравертебрально по зонам сегментарной иннервации (ганглии пояснично-крестцовой области) [28]. Магнито-лазерная терапия (МЛТ) при диабетической дистальной полинейропатии способствует улучшению функционального состояния периферических нервных волокон. Длительность курсового лечения не должна превышать 10 дней. Проведение повторного курса комплексного лечения с использованием МЛТ оправдано не ранее чем через 6–8 месяцев [5].

Перспективно включение в комплекс лечения больных с гнойно-некротическими формами диабетической стопы и внутривенного лазерного облучения крови (ВЛОК) [27, 28]. Применение ВЛОК в различных схемах, в предоперационном либо постоперационном периоде способствует купированию дисбаланса показателей липидов и фосфолипидов сыворотки крови и мембран эритроцитов, что стоит в прямой связи с нарушением микроциркуляции. Применение местно ИК-лазерного излучения и ВЛОК позволяет снять спастико-атонические явления в микрососудах, повысить число функционирующих капилляров в тканях и уменьшить явления тканевой гипоксии [1, 2, 27]. Эффективно применение ВЛОК и в сочетании с гелий-неоновым лазером для местной терапии [27, 31]. Механизм фотобиоактивации в таком сложном биологическом объекте, как организм человека, при ВЛОК представляется в виде многоступенчатого процесса: поглощение кванта света, первичный фотофизический или фотохимический акты, промежуточные стадии, включающие образование фотосенсибилизированных продуктов и перенос энергии в тканях, образование физиологически активных соединений, включение нейрогуморальных реакций, конечный фотобиологический эффект [27, 31].

Исследования по уточнению отдельных звеньев патогенетической цепи ведутся во многих отечественных и

зарубежных лабораториях и клиниках. Следует обратить внимание на тот факт, что взаимодействие НИЛИ с биологическим объектом рассматривается в настоящее время как многоуровневый процесс со своими специфическими механизмами, действующими на этих уровнях [4].

В современной клинической медицине одно из ведущих мест занимает проблема микроциркуляции. Не случайно в последние годы отмечен повышенный интерес к изучению микроциркуляции у больных сердечно-сосудистыми заболеваниями [2, 19, 23]. Это определяется той фундаментальной ролью, которую играет микроциркуляция крови в процессах капиллярного обмена, посредством которых поддерживается в организме метаболический гомеостаз [18, 24].

Способность ВЛОК стимулировать микроциркуляцию подтверждена многими авторами [2, 27]. Биологический эффект воздействия ВЛОК связан с многофакторным влиянием квантов света на различные структурные компоненты системы микроциркуляции. Тем не менее следует отметить две тенденции. Первая из них связана с собственно активацией капиллярного кровотока за счет подавления тонуса гладких миоцитов в стенке микрососудов. По-видимому, эта реакция развивается по механизмам срочной адаптации на основе эндотелий-зависимой дилатации микрососудов, опосредованной через выделение азота. Вторая тенденция связана с усилением пролиферативной активности эндотелиальных клеток, что ведет к включению механизма долговременной структурной перестройки системы микроциркуляции за счет новообразования микрососудов и ремоделирования микроциркуляционного русла. Таким образом, реакция системы микроциркуляции является одним из ключевых звеньев в патофизиологическом механизме воздействия ВЛОК на организм человека [6]. Возможность использования ВЛОК у больных заболеваниями сосудов нижних конечностей с целью коррекции микроциркуляторных расстройств отмечена многими авторами [2, 6, 27].

Так, по данным Азизова Г.А. (2005), применение лазерного облучения крови у больных облитерирующим атеросклерозом позволило увеличить суммарный кровоток в конечностях, что сочеталось с ускорением капиллярного кровотока и уменьшением температурного градиента на конечностях на 0,78 °С [2]. Применение ВЛОК в лечении больных облитерирующими заболеваниями артерий нижних конечностей позволяет добиться клинического эффекта у 92,9% больных, причем положительный эффект был получен у 68,9% больных с критической ишемией нижних конечностей [2, 6].

Многими авторами отмечен клинический эффект использования ВЛОК при лечении диабетических ангиопатий у больных с «диабетической стопой» и при облитерирующих заболеваниях сосудов нижних конечностей [2, 27].

Все это послужило основанием для применения низкоинтенсивного лазерного излучения для коррекции микроциркуляторных расстройств у больных заболеваниями сосудов нижних конечностей вообще и гнойно-некротическими формами синдрома диабетической стопы в частности.

В лечении больных с синдромом диабетической стопы существует множество до конца не решенных и спор-

ных вопросов, продолжается поиск новых эффективных средств и методов воздействия на звенья патогенеза данного заболевания. Значительные возможности в улучшении результатов лечения данной категории больных открывает внедрение лазерных технологий.

Литература

1. Азизов Г.А. Лазерная фотокоррекция микроциркуляторных расстройств у больных с хронической артериальной ишемией нижних конечностей: Автореф. дисс. ... докт. мед. наук. – М., 1991. – 20 с.
2. Азизов Г.А. Внутривенное лазерное облучение крови в комплексной коррекции микроциркуляторных нарушений у больных с хроническими заболеваниями сосудов нижних конечностей в амбулаторно-поликлинических условиях: Автореф. дисс. ... канд. докт. наук. – М., 2005. – 32 с.
3. Амбросимова О.С. Профилактика развития вторичных некрозов у больных сахарным диабетом 2-го типа после «малых» операций на стопе: Автореф. дисс. ... канд. мед. наук. – М., 2006. – 24 с.
4. Байбеков И.М., Касымов А.Х., Козлов В.И. и др. Морфологические основы низкоинтенсивной лазеротерапии. / Под ред. В.И. Козлова и И.М. Байбекова. – Ташкент: Изд-во им. Ибн Сины, 1991. – 224 с.
5. Бусалаева Е.И. Использование вибротермотестирования и магитно-инфракрасной лазерной терапии в диагностике и лечении диабетической дистальной полинейропатии: Автореф. дисс. ... канд. мед. наук. – Казань, 1999. – 23 с.
6. Гейниц А.В., Москвин С.В. Новые технологии внутривенного лазерного облучения крови ВЛОК+УФОК и ВЛОК-405. – Тверь, 2009. – 40 с.
7. Галстян Г.Р. Поражения нижних конечностей у больных сахарным диабетом // Consilium medicum. – 2006. – Т. 8. – № 9. – С. 310–317.
8. Гурьева И.В. Возможности местного лечения диабетических поражений стоп // Русский медицинский журнал. – 2002. – № 11. – С. 509–511.
9. Гурьева И.В. Факторы риска развития синдрома диабетической стопы // Русский медицинский журнал. – 2003. – № 6. – С. 338.
10. Гурьева И.В., Пузин С.Н. Принципы медико-социальной экспертизы и реабилитации больных с синдромом диабетической стопы // Отдаленные результаты лечения больных с хирургической инфекцией: Мат. Всероссийской конф. с межд. участ. – М., 2006. – С. 197–208.
11. Гурьева И.В. Синдром диабетической стопы – ортопедические проблемы // Высокие технологии в гнойной хирургии. Материалы науч.-практ. конф. – М., 2010. – С. 25–26.
12. Даценко Н.М. Лазерное излучение и антиоксиданты в комплексном лечении гнойно-некротических нарушений стоп у больных сахарным диабетом II типа: Автореф. дисс. ... канд. мед. наук. – М., 1998. – 25 с.
13. Денисов Е.Б. Комплексное лечение ран нижних конечностей, формирующихся после некрэктомии, у больных сахарным диабетом: Автореф. дисс. ... канд. мед. наук. – М., 2002. – 19 с.
14. Дербенев В.А., Толстых П.И. Тридцатилетний опыт и перспективы использования лазерного излучения в лечении гнойных ран // Лазерная медицина XXI века: Сб. науч. тр. – М., 2009. – С. 34.
15. Дуванский В.А., Елисеенко В.И., Дзагидзе Н.С. Лазерные и плазменные технологии в лечении больных с гнойно-некротическими формами диабетической стопы // Лазерная медицина. – 2004. – Т. 8. – № 1–2. – С. 21–24.
16. Дуванский В.А. Фотодинамическая терапия и НО-терапия в комплексном лечении больных с трофическими язвами венозного генеза // Лазерная медицина. – 2004. – Т. 8. – № 1–2. – С. 3–4.
17. Дуванский В.А., Попова Е.А. Первый опыт применения фотодинамической терапии в комплексном лечении дуоденальных язв // Лазерная медицина. – 2004. – Т. 8. – № 3. – С. 138.
18. Дуванский В.А., Дзагидзе Н.С., Бисеров О.В. и др. Микроциркуляция гнойных ран по данным лазерной доплеровской

- флоуметрии // Лазерная медицина. – 2007. – Т. 11. – № 1. – С. 46–49.
19. Дуванский В.А., Азизов Г.А. Особенности микроциркуляции у больных хронической венозной недостаточностью стадии С6 // Лазерная медицина. – 2011. – Т. 15. – № 1. – С. 12–15.
 20. Калинин М.Р. Энергия квантовых генераторов и новые раневые покрытия с полиферментной и антиоксидантной активностью в комплексном лечении длительно не заживающих ран и трофических язв нижних конечностей // Автореф. дисс. ... докт. мед. наук. – М., 2001. – 45 с.
 21. Калинин М.Р., Рисов Г.Б., Михайлов В.Г. и др. Разработка и внедрение в клиническую практику метода профилактики гнойно-некротических осложнений у больных сахарным диабетом 2-го типа после ампутаций бедра // Методическая разработка для врачей. – М., 2005. – 18 с.
 22. Козлов В.М., Буйлин В.А., Самойлов Н.Г., Марков И.И. Основы лазерной физио- и рефлексотерапии / Под редакцией О.К. Скобелкина. – Самара–Киев, 1993. – 216 с.
 23. Козлов В.И., Азизов Г.А., Дуванский В.А. и др. Лазерная доплеровская флоуметрия (ЛДФ) и оптическая тканевая оксиметрия (ОТО) в оценке состояния и расстройств микроциркуляции крови // Методические рекомендации. Рекомендации ФМБА России. – М., 2014. – 59 с.
 24. Козлов В.И. Капилляроскопия в клинической практике. – М.: «Практическая медицина», 2015. – 232 с.
 25. Кривихин В.Т. Местное ИК-излучение и ВЛОК в предоперационном и раннем послеоперационном периодах у больных сахарным диабетом, осложненным гнойно-некротическими поражениями стоп: Автореф. дисс. ... канд. мед. наук. – М., 1995. – 29 с.
 26. Кривихин Д.В. Аутодермальная пластика ран у больных сахарным диабетом 2-го типа с синдромом диабетической стопы после «малых» операций: Автореф. дисс. ... канд. мед. наук. – М., 2006. – 25 с.
 27. Лебедьков Е.В. Антиоксиданты и энергия квантовых генераторов в комплексном лечении гнойно-некротических поражений у больных сахарным диабетом: Автореф. дисс. ... докт. мед. наук. – М., 2000. – 36 с.
 28. Москвин С.В. Основы лазерной терапии. Т. 1. Серия «Эффективная лазерная терапия». – М.–Тверь: Триада, 2016. – 896 с.
 29. Применение низкоинтенсивных лазеров в клинической практике / Под ред. О.К. Скобелкина. – М.: Полиграф-Информ, 1997. – 120 с.
 30. Раджабов А.А., Дербенев В.А., Исмаилов Г.И., Спокойный А.Л. Антибактериальная фотодинамическая терапия гнойных ран мягких тканей // Лазерная медицина. – 2017. – Т. 21. – № 2. – С. 46–49.
 31. Сабирова М.У., Бабаджанов Б.Р., Бабаджанов М.Б. Современные физические методы воздействия в комплексном лечении гнойно-некротических поражений стопы у больных сахарным диабетом // Сб. науч. тр. науч.-практ. конф. «Современные достижения лазерной медицины и их применение в практическом здравоохранении». – М., 2006. – С. 53–54.
 32. Сахарный диабет: острые и хронические осложнения / Под ред. И.И. Дедова, М.В. Шестаковой. – М.: Медицинское информационное агентство, 2011. – 477 с.
 33. Сопромадзе М.А. Комплексное лечение гнойно-воспалительных процессов мягких тканей и гнойно-некротических поражений нижних конечностей у больных сахарным диабетом: Автореф. дисс. ... канд. мед. наук. – М., 1995. – 38 с.
 34. Телианиди А.Г. Лазерное излучение и антиоксиданты в лечении длительно незаживающих ран и трофических язв у больных сахарным диабетом 2-го типа: Автореф. дисс. ... канд. мед. наук. – М., 1999. – 21 с.
 35. Теоретические и практические аспекты фотодинамической терапии ран различного генеза. Прологомены // Под ред. П.И. Толстых, О.Э. Луцевича. – М.: Альтаир, 2012. – 247 с.
 36. Толстых П.И., Кривихин В.Т., Дуванский В.А. и др. Комплексное лечение гнойно-воспалительных процессов мягких тканей и гнойно-некротических поражений нижних конечностей у больных сахарным диабетом с применением лазерного излучения // Методические рекомендации. – М., 1999. – 11 с.
 37. Толстых П.И., Кривихин В.Т., Дуванский В.А. и др. // П.И. Толстых, Г.И. Клебанова, М.П. Толстых. Антиоксиданты и лазерное излучение в терапии ран и трофических язв. – М., 2001. – С. 138–171.
 38. Хазин А.Д. Применение углекислотного и импульсного полупроводникового арсенид-галлиевого лазеров в комплексном лечении гангрены нижних конечностей у больных сахарным диабетом: Автореф. дисс. ... канд. мед. наук. – М., 1990. – 18 с.
 39. Amos A.F., MCCarty D.J., Zimmet P. The rising global burden of diabetes and its complication: estimates and projections to the year 2010 // Diabet Med. – 1997. – Vol. 14. – № 5. – P. 1–85.
 40. Baffoni M., Bessa L.J., Grande R. et al. Laser irradiation effect on Staphylococcus aureus and Pseudomonas aeruginosa biofilms isolated from venous leg ulcer // Int Wound J. – 2012 Oct. – Vol. 9 (5). – P. 517–524.
 41. Cullum N., Nelson E.A., Flemming K., Sheldon T. Systematic reviews of wound care management: (5) beds; (6) compression; (7) laser therapy, therapeutic ultrasound, electrotherapy and electromagnetic therapy // Health Technol Assess. – 2001. – Vol. 5 (9). – P. 1–221. Review.
 42. Camões Barbosa A., Simões H., Lorga S., Mendes M. Low-level laser therapy in the treatment of diabetic ulcers: an evidence problem // Acta Med Port. – 2011 Dec. – 24 Suppl 4. – P. 875–880. Epub 2011 Dec 31. Review.
 43. Feitosa M.C., Carvalho A.F., Feitosa V.C. et al. Effects of the Low-Level Laser Therapy (LLLT) in the process of healing diabetic foot ulcers // Acta Cir Bras. – 2015 Dec. – Vol. 30 (12). – P. 852–857.
 44. Jeffcoate W.J., van Houtum W.H. Amputation as a marker of the quality of foot care in diabetes // Diabetologia. – 2004. – Vol. 47. – P. 2051–2058.
 45. Kajagar B.M., Godhi A.S., Pandit A., Khatri S. Efficacy of low level laser therapy on wound healing in patients with chronic diabetic foot ulcers-a randomised control trial // Indian J Surg. – 2012 Oct. – Vol. 74 (5). – P. 359–363.
 46. Kaviani A., Djavid G.E., Ataie-Fashtami L. et al. A randomized clinical trial on the effect of low-level laser therapy on chronic diabetic foot wound healing: a preliminary report // Photomed Laser Surg. – 2011 Feb. – Vol. 29 (2). – P. 109–114.
 47. Maturo L. Manele di Laserterapia // G.K. Vicenza. – Bayer, 1981. – 426 p.
 48. Mathur R.K., Sahu K., Saraf S. et al. Low-level laser therapy as an adjunct to conventional therapy in the treatment of diabetic foot ulcers // Lasers Med Sci. – 2017 Feb. – Vol. 32 (2). – P. 275–282.
 49. Salvi M., Rimini D., Molinari F. et al. Effect of low-level light therapy on diabetic foot ulcers: a near-infrared spectroscopy study // J. Biomed Opt. – 2017 Mar 1. – Vol. 22 (3). – P. 38001.
 50. Skobelkin O.K., Kozlov V.I. et al. Blood microcirculation under laser-physio- and reflexotherapy in patients with lesions in vessels extremities // Lasur. John Wiley & Sons, Ltd. – 1990. – P. 69–77.
 51. Sutterfield R. Light therapy and advanced wound care for a neuropathic plantar ulcer on a Charcot foot // J. Wound Ostomy Continence Nurs. – 2008 Jan-Feb. – Vol. 35 (1). – P. 113–115; discussion 116–117.
 52. Tchanque-Fossuo C.N., Ho D., Dahle S.E. et al. Low-level Light Therapy for Treatment of Diabetic Foot Ulcer: A Review of Clinical Experiences // J Drugs Dermatol. – 2016 Jul 1. – Vol. 15 (7). – P. 843–848. Review.
 53. Tchanque-Fossuo C.N., Ho D., Dahle S.E. et al. A systematic review of low-level light therapy for treatment of diabetic foot ulcer // Wound Repair Regen. – 2016 Mar. – Vol. 24 (2). – P. 418–426.
 54. Torchinov A.M., Umakhanova M.M., Duvansky R.A. et al. Photodynamic therapy of background and precancerous diseases of uterine cervi with photosensitisers of chlorine raw // Photodiagnosis and Photodynamic Therapy. – 2008. – Т. 5. – № S1. – С. 45.
 55. Trautner C., Haastert B. et al. Amputations and diabetes: a case-control study // Diabet Med. – 2002. – Vol. 19. – P. 35–40.

Поступила в редакцию 14.07.2017 г.

Для контактов: Мусаев Мирзабала Мустафа Озлы
E-mail: murza2450@mail.ru