

УДК 615.849.19:616.31-001.4

ПЕРСПЕКТИВЫ ПРИМЕНЕНИЯ ВЫСОКОЭНЕРГЕТИЧЕСКОГО ЛАЗЕРНОГО ИЗЛУЧЕНИЯ ПРИ КОРРЕКЦИИ ОСЛОЖНЕННОГО РАНЕВОГО ПРОЦЕССА

Р.Н. Михайлусов

Харьковская медицинская академия последипломного образования МОЗ
Украины

Военно-медицинский клинический центр Северного региона МО Украины

Резюме. В статье на основе анализа данных современных отечественных и зарубежных литературных источников рассматриваются возможности и перспективы применения высокоэнергетического лазерного излучения при коррекции осложнённого раневого процесса. Характеризуются методики воздействия на раневую поверхность, эффекты, наблюдаемые при воздействии высокоэнергетического лазерного излучения, виды выпускаемых высокоэнергетических лазеров, особенности их клинического применения и характеристики параметров излучения.

Ключевые слова: высокоэнергетическое лазерное излучение, раны.

Введение. Лечение осложнённого раневого процесса является одной из нерешённых проблем современной хирургии. Для лечения ран за всю историю существования человечества было предложено труднообозримое количество методов и средств, а также их различных сочетаний [8, 11, 13, 23, 31]. Однако до сих пор ни один метод полностью не соответствует концепции быстрого раневого заживления. Вопросам, связанным с лечением длительно незаживающих ран, посвящено множество исследований и монографий, но проблема остается актуальной и в настоящее время [1, 4, 15, 32, 39].

Одним из современных направлений физического воздействия на раневой процесс является применение высокоэнергетического лазерного излучения [41]. Достоинствами использования лазерного излучения при хирургических операциях является осуществление тщательного гемостаза, обеспечение стерильности раны и стимуляция процессов заживления [3, 9, 7, 22, 40, 41].

Внедрение лазерного излучения в клиническую практику началось с конца 60-х – начала 70-х годов. Были проведены экспериментальные исследования [5, 21, 26] по определению возможности использования лазеров в хирургии и выполнены разработки по созданию медицинской лазерной аппаратуры и разнообразного инструментария для применения в хирургии.

Основная часть. Действие излучения лазера на биологические структуры зависит от параметров лазерного излучения и оптических характеристик

биологических тканей, на которые происходит воздействие. При взаимодействии луча лазера с биологическими тканями и структурами происходит поглощение, отражение и рассеивание лазерного луча. Эффекты, наблюдаемые при воздействии на раневую поверхность высокоэнергетическим лазерным излучением, обусловлены фотохимическими, фототермическими, фотомеханическими и фотоэлектрическими взаимодействиями, степень их выраженности зависит от длины волны, мощности и режима работы аппарата. Каждая длина волны лазерного излучения обладает специфическими характеристиками поглощения при взаимодействии с биологическими тканями и структурами [28, 35]. Основные типы взаимодействия лазера с тканью: нагревание, коагуляция, денатурация, испарение, карбонизация.

Основные параметры и единицы измерения лазерного излучения:

1. Длина волны. Единицы измерения нм – нанометр, мкм – микрометр.
2. Мощность излучения. Единицы измерения Вт – ватт, мВт – милливатт.
3. Время. Единицы измерения с – секунда.
4. Продолжительность импульса и паузы. Единицы измерения с – секунда.
5. Энергия – произведение мощности на время. Единицы измерения Дж – джоуль или Вт • с.
6. Плотность энергии (плотность мощности) – отношение мощности излучения к площади сечения лазерного пучка. Единицы измерения Вт/см² либо мВт/см².
7. Доза – отношение произведения мощности излучения на времена облучения к площади сечения лазерного пучка. Единицы измерения Дж/см² или Вт • с/см²

Одним из важных параметров оказывающих влияние на эффект высокоэнергетического лазерного излучения является выбор возможного режима излучения:

1. Непрерывный.
2. Импульсный.
3. Суперимпульсный.

Хирургические лазеры делятся на две большие группы: абляционные (от лат. ablatio – отнятие, удаление, ампутация) и неабляционные лазеры. Абляционные лазеры по своему действию ближе к скальпелю. После обработки неабляционным лазером происходит отсроченная биодеструкция.

Высокоэнергетические лазеры в зависимости от типа активной среды, используемой для генерации лазерного излучения, классифицируют следующим образом [10, 20, 37, 38]:

1. Газовые лазеры: CO₂-лазер, аргоновый лазер, лазер на парах меди.
2. Твердотельные лазеры: рубиновый лазер Nd:YAG (неодимовый лазер) Er:YAG (эрбьевый лазер), александритовый лазер.

3. Жидкостные лазеры: лазеры на красителях.
4. Диодные лазеры: в качестве активной среды применяются полупроводниковые кристаллы.

Наибольшее распространение в медицинской практике, вследствие удобства пользования, характеристик параметров излучения и экономической целесообразности получили полупроводниковые и твердотельные лазеры.

Патогенетические результаты воздействия высокоэнергетического лазерного воздействия при лечении гнойных ран можно представить в виде следующих проявлений [14, 27, 33, 34]:

1. Коагуляционный некроз тканей.
2. Вапоризация некротических тканей.
3. Выраженное бактерицидное действие, вплоть до стерилизующего эффекта.
4. Гемостатическое действие.
5. Редукция экссудативной фазы воспаления.
6. Уменьшение перифокального отёка тканей.
7. Активация клеточной макрофагальной системы, которая в свою очередь приводит к стимуляции синтеза Ig G, активации системы комплемента, синтезу гормоноподобных веществ, активации монокинов.
8. Раннее формирование грануляционной ткани и переход воспаления в пролиферативную фазу.
9. Асептический продуктивный характер дальнейшей воспалительной реакции с отсутствием нейтрофильной инфильтрации.
10. Отсутствие грубых рубцовых деформаций мягких тканей.

Методики, применяемые при лечении ран осложненных гноино-некротическим процессом [16, 35, 36]:

1. Вапоризация некротических тканей. Послойное локальное испарение патологических очагов в пределах здоровых тканей позволяет добиться эффективного испарения раневого детрита, гнойных масс и некротических тканей при минимальной травматизации нижерасположенных тканей. По сути, эта методика является щадящей лазерной некрэктомией. Согласно устоявшимся хирургическим канонам радикальная некрэктомия способствует быстрейшему заживлению раны, однако выполнение ее является технически сложной и порой неосуществимой задачей при локализации ран в труднодоступных местах, косметически, анатомически и функционально важных участках. Применение прецизионной лазерной техники позволяет осуществлять «проблемные» некрэктомии. В последующем происходит стимуляция процесса регенерации с образованием тонкого и эластичного рубца в минимальные сроки.

2. «Сканирующая» обработка раневой поверхности. Тотальная обработка всей раневой поверхности сканирующими движениями

расфокусированным лазерным лучом повышает эффективность хирургической обработки гнойной раны. В результате наблюдается резкое снижение микробной обсеменённости тканей раны, часто достигается стерильность раневой поверхности. Под влиянием высокоэнергетического лазерного излучения редуцируется экссудативная фаза воспаления, активируется пролиферация макрофагальных и фибробластических клеточных элементов, стимулируется ангио- и коллагенез, ускоряется формирования грануляционной ткани.

3. Радикальное иссечение гнойного очага в пределах здоровых тканей. При выполнении этой методики, предварительно скальпелем дугообразными разрезами выполняется рассечение и иссечение кожи в пределах здоровых тканей, а затем лазерным лучом рассекают ткани. Преимущество этой методики заключается в возможности быстрого закрытия раны с помощью наложения швов либо выполнения ранней аутодермопластики. При высоком риске ишемии окружающих тканей возможно дальнейшее ведение раны «открытым» способом, по типу вторичного раневого заживления.

Обсуждение. Наряду с накопленным положительным опытом применения высокоэнергетического лазерного излучения есть сообщения об опасностях и ошибках применения лазерных технологий при лечении ран. При чрезмерной обработке раневой поверхности высокоэнергетическим лазером появляется высокий риск инфицирования ран, вследствие образования в них очагов вторичного некроза, что замедляет процесс раневого заживления [17–19]. Кроме того, после обработки гнойных ран лазерным лучом в первые двое суток сохраняются признаки нарушения микроциркуляции в зоне воспаления, что необходимо учитывать при лечении ран, сопровождающихся трофическими нарушениями [12, 29].

При обработке раны высокоэнергетическим лазерным излучением образуется биологический барьер, препятствующий проникновению содержимого раневой поверхности вглубь лежащие ткани и стимулирующий репаративный процесс [25, 28].

Вместе с тем ряд авторов [2, 6, 30] отмечают, что под коагуляционной плёнкой в виде струпа на поверхности лазерной раны на третьи-четвертые сутки наблюдается скопление микроорганизмов. В связи с чем, необходимо дальнейшее последовательное применение других средств и методов, для коррекции раневого процесса. Авторский коллектив [24] получил хорошие результаты лечения длительно незаживающих и хронических ран при использовании метода фотодинамической терапии, после обработки раневой поверхности высокоэнергетическим лазерным излучением.

Выводы

1. Использование высокоэнергетического лазерного излучения является патогенетически обоснованным и перспективным направлением воздействия на раневой процесс.

2. Выбор методики воздействия целесообразно проводить с учётом фазы раневого процесса, состояния трофики тканей и локального статуса раны.

3. Выраженные прецизионность и малоинвазивность наблюдающиеся при воздействии высокоэнергетическим лазерным излучением, соответствуют современной хирургической доктрине внедрения щадящих ткане– и органосохраняющих операций и могут найти широкое применение при лечении осложнённого раневого процесса.

4. Одним из перспективных направлений является последовательное применение высокоэнергетического лазерного излучения с фотодинамической терапией при лечении ран.

5. Результаты проведенного обзорно–аналитического исследования могут служить теоретической основой для внедрения и дальнейшего широкого использования высокоэнергетического лазерного излучения в комплексе лечения осложнённого раневого процесса.

Литература

1. Абаев Ю.К. Биология заживления острой и хронической раны // Мед. новости. – 2003. – № 6. – С. 3-10.
2. Ахметов Б.А. Оптимизация методов лечения раненых с огнестрельными переломами костей конечности // Дисс. на соискание доктора мед. наук, Санкт-Петербург – 2010. – 250 с.
3. Байбеков И.М., Байбеков А.И. Морфологическое обоснование эффективности комплексной внутрисосудистой и локальной лазеротерапии // Лазерная медицина.– 2011. – Том 15. – Выпуск 2. – С. 108.
4. Блатун Л.А., Жуков А.О. и соавт. Местное медикаментозное лечение ран – новые отечественные технологии. Альманах Института хирургии им. А.В. Вишневского – 2009. – №4(2). – С. 11-14.
5. Брехов Е.И., Корепанов В.И., Литвин Т.Д. Лазерный скальпель в хирургии внепеченочных желчных путей // Применение лазеров в народном хозяйстве: Тез. докл. – М., 1985. С. 173.
6. Волгин В.Н., Странадко Е.Ф. Изучение фармакокинетики фотодитазина при базально–клеточном раке кожи // Лазерная медицина. – 2011. – Т. 15. – Вып. 1. – С. 33-37.
7. Гурбанов В.М. и соавт. Лазерное излучение в хирургическом лечении больных с острым гнойным воспалением эпителиально–копчиковых ходов // Лазерная медицина. – 2011. – Том 15. – Выпуск 2. – С. 32.
8. Гусейнов А.И. Раневые покрытия с протеолитической и антиоксидантной активностью в лечении гнойных ран //Автореферат дис. ... кандидата мед. наук М. 2006. – 21 с.

9. Доста А.Н. Экспериментально–клиническое обоснование оптимизации остеогенеза в ретенционном периоде ортодонтического лечения с применением современных лазерных технологий: Автореф. дис. ... канд. мед. наук. Мин., 2003. 15 с.
10. Захаров В.П., Шахматов Е.В. Лазерная техника: учеб. пособие. – Самара: Изд–во Самар. гос. аэрокосм. ун–та, 2006. – 278 с.
11. Киршина О.В., Клименко И.Г. Физические методы в комплексном лечении гнойных заболеваний мягких тканей // Сибирское медицинское обозрение. – 2009. – Т. 59. – № 5. – С. 55-59.
12. Козлов В.И. Система микроциркуляции крови: клинико–морфологические аспекты изучения // Регуляция кровообращения и микроциркуляции. СПб. – 2006. – №1 (17). – С. 84-101.
13. Колтунов В.А. Комплексное хирургическое лечение гнойно – некротических форм синдрома диабетической стопы: ближайшие и отдаленные результаты //Автореф. дисс... канд.мед.наук – М. 2008. – 23 с.
14. Корепанов В.И. Применение Nd: YAG лазера в хирургической клинике: иллюстрированное практическое руководст-во / Корепанов В.И. – М., 1996. – 108 с.
15. Кузин М.И. Хирургические инфекции. – М., Медицина, 2005. – 191 с.
16. Кулешов И.Ю. Лазерная фотохимическая терапия ран мягких тканей (гнойных, термических и огнестрельных): диссертация ... доктора медицинских наук: 14.01.17. – Москва, 2014.– 238 с.
17. Лотти Т.И. и соавт. Применение местной фотодинамической терапии в дерматологии // Российский журнал кожных и венерических болезней. – М., 2008. – № 4 . – С. 55-58.
18. Мамедов М.М., Мамедов Н.И. Эффективность применения новых лазерных технологий на многоэтапном методе хирургического лечения больных с высокими посттравматическими свищами прямой кишки // Журнал Гастроэнтерологии, Гепатологии, Колопроктологии. – 2010. – Том XX. – № 2. – С. 54-61.
19. Наседкин А.Н. и соавт. Антимикробная фотодинамическая терапия заболеваний уха, горла и носа //Фотодинамическая терапия и фотодиагностика. – 2013. – № 3. – С. 59-60.
20. Наумович С.А., Кувшинов А.В., Дмитренко А.П., Доста А.Н., Пашук А.П. Применение лазерных технологий в стоматологии // Современная стоматология.– 2006. – №1. – С. 4-13.
21. Скobelkin O.K. Лазеры в хирургии. М.: Медицина, 1989. – 256 с.
22. Слесаревская М.Н., Соколов А.В. Фотодинамическая терапия: основные принципы и механизмы действия // Урологические ведомости. – С.Петербург, 2012. – Т. 2. – № 3. – С. 24-28.

23. Снимщикова И.А., Халилов М.А. Опыт использования локальной иммунокоррекции в лечении гнойных ран //Медицинская иммунология, Санкт–Петербург. – 2010. – Т. 12. – № 3. – С. 227-234.
24. Тамразова О.Б., Кулешов И.Ю., Сорокатый А.А., Хусаинов Т.И. Способ лечения длительно не заживающих и хронических ран после их обработки высокоэнергетическим CO₂ лазером // Лазерная медицина. – 2011. – том 15. – С. 58-59.
25. Творогов Д.А. и соавт. Фотодинамическая терапия гноино–воспалительных заболеваний мягких тканей// Клиническая больница. – Санкт–Петербург, 2013. – № 1(04). – С. 146-147.
26. Теоретические и практические аспекты заживления ран. Под редакцией Светухина А.М. – М., 2007. – 96 с.
27. Толстых П.И. и соавт. Длительно не заживающие раны и язвы. – М., 2009. – 168 с.
28. Толстых П.И., Дербенев В.А., Кулешов И.Ю., Тамразова О.Б. и соавт. Новое в лечении гнойных ран и язв различного генеза с использованием лазерного излучения и ФДТ // Лазерная медицина. – 2011. – 15 (2). – С. 21.
29. Толстых П.И., Клебанов Г.И., Шехтер А.Б., Толстых М.П., Тепляшин А. С. Антиоксиданты и лазерное излучение в терапии ран и трофических язв. М.: Издательский дом «Эко». 2006. – 238 с.
30. Ханенко О.Н., Римжа М.И. Факторы, влияющие на продолжительность стационарного лечения пациентов с ожогами // Военная медицина. – 2013. – № 3 (28). – С. 70-73.
31. Хирургические инфекции кожи и мягких тканей. Российские национальные рекомендации. Руководство под редакцией В.С. Савельева. М. – 2009. – 89 с.
32. Шин Ф.Е. и соавт. Новое в лечении гнойных ран // Московский хирургический журнал. – 2011. – № 5. – С. 51-54.
33. Bown S.G. New techniques in laser therapy // Brit. Med. J. –1998. – V. 316. – P. 754-757.
34. Brouwer P.A., Van der Verlen F.W. New qualities of chlorine-e6 photosensitizers // Lasers Med. Pci. – 2000. – Vol. 15. – P. 31-34.
35. Harb H.J., Dinsti K. Grundlangen der Laser Chirurgie // Chir. Paraxis. – 1981. – N.28. – P. 209-216.
36. Jako J. Lasers in medicine and surgery // Laser. Biolog., 1986. – P. 5-16.
37. Jamamoto H., Ooya K., Mansuda K. JAG Laser effect on acid resistance of tooth enamel // Laser. Dent. Res. 1984. – V. 53. – P. 1093-1098.
38. Lasers in Medicine and Dentistry. Basic science and up-to-date Clinical Application of Low Energy–Level Laser Therapy, ed. Simunovic, Grandesberg, 2000.

39. Molan P.C. Potential of honey in the treatment of wounds and burns // Am. J. Clin. Dermatol. – 2001. – V. 2(1). – P. 13-19.
40. Mosher B.A., Cuddigan J., Thomas D.R., Boudreau D.M. Outcomes of 4 methods of debridement using a decision analysis methodology // Adv. Wound Care 1999. – V. 12(2). – P. 81-88.
41. Nitzan Y., Shainberg B. and Malik Z. Photodynamic effects of deuteroporphyrin on Gram positive bacteria // Curr. Microbiol. – 1987. – V.15. – P. 251-258.

ПЕРСПЕКТИВИ ЗАСТОСУВАННЯ ВИСОКОЕНЕРГЕТИЧНОГО ЛАЗЕРНОГО ВИПРОМІНЮВАННЯ ПРИ КОРЕКЦІЇ УСКЛАДНЕНОГО РАНЕВОГО ПРОЦЕСУ

R.M. Михайлусов

Резюме. У статті на основі аналізу даних сучасних вітчизняних і зарубіжних літературних джерел розглядаються можливості і перспективи застосування високoenергетичного лазерного випромінювання при корекції ускладненого раневого процесу. Характеризуються методики впливу на ранову поверхню, ефекти, спостережувані при впливі високoenергетичного лазерного випромінювання, види випускаються високoenергетичних лазерів, особливості їх клінічного застосування та характеристики параметрів випромінювання.

Ключові слова: високoenергетичне лазерне випромінювання, рани.

PROSPECTS OF APPLICATION OF LASER RADIATION WITH HIGH- ENERGY CORRECTION OSLOZHNENNOHO WOUND HEALING PROCESS

R.M. Mikhaylusov

Summary. The article, based on data analysis of contemporary domestic and foreign literature discusses the possibilities and prospects for the use of high-energy laser for the correction of the complicated wound healing process. Characterized by methods of influencing the wound surface, the effects observed when exposed high-energy laser radiation produced by high-energy lasers types, especially their clinical use and characteristics of the radiation parameters.

Key words: high-energy laser radiation, wounds.