

## УПРАВЛЯЕМАЯ ВНУТРИПОЛОСТНАЯ ЛАЗЕРНАЯ ТЕРАПИЯ В ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЙ ХИРУРГИИ

Лебедев М.С.<sup>1</sup>, Урусова А.И.<sup>1</sup>, Фролов П.П.<sup>1</sup>, Албутов А.С.<sup>1</sup>, Басенкова Е.В.<sup>1</sup>,  
Семенова Ю.И.<sup>1</sup>

<sup>1</sup>ГБОУ ВПО «Саратовский государственный медицинский университет им. В.И. Разумовского Минздрава России», Саратов, Россия (410012, г. Саратов, ул. Большая Казачья, 112), e-mail: mlebed2014@yandex.ru

**Цель** – экспериментально обосновать применение интралипида в качестве рассеивающей среды для управляемого распределения лазерного излучения. Для управляемого облучения полости использовали рассеивающую среду, состоящую из эмульсии интралипида в физиологическом растворе хлорида натрия. Для подбора диапазонов концентрации интралипида применили оригинальную установку. Нагрев внутренней поверхности полости регистрировали тепловизором. Антимикробное действие равномерно рассеянного излучения лазера «Матрикс» изучали в отношении чистой культуры клинического штамма *Staphylococcus aureus* № 92. В основной группе применяли рассеивающую среду, группа сравнения – лазерное излучение без рассеивающей среды, группа контроля – без лазерного излучения и рассеивающей среды. Доказана целесообразность применения интралипида в качестве рассеивающей среды для обеспечения управляемого рассеяния лазерного излучения.

Ключевые слова: абсцессы печени, интралипид, управляемое лазерное излучение.

## CONTROLLED INTRACAVITARY LASER THERAPY IN EXPERIMENTAL SURGERY

Lebedev M.S.<sup>1</sup>, Urusova A.I.<sup>1</sup>, Frolov P.P.<sup>1</sup>, Albatov A.S.<sup>1</sup>, Basenkova E.V.<sup>1</sup>,  
Semenova Y.I.<sup>1</sup>

*Saratov State Medical University n.a. V.I. Razumovsky, Russia (410012, Saratov, st. B. Kazachya, 112), e-mail: mlebed2014@yandex.ru*

**The goal is to substantiate experimentally the use of intralipid as a dispersing medium for the controlled distribution of the laser radiation. Materials and methods.** For the controlled irradiation of the cavity it is used the dispersing medium consisting of the intralipid emulsion in physiologic solution of sodium chloride. For the selection of intralipid concentration ranges we used the original installation. The heating of the cavity inner surface was registered by thermovision. The antimicrobial action of the homogeneously dispersing radiation of laser “Matrix” was studied regarding a pure culture of *Staphylococcus aureus* № 92 clinical strain. The dispersing medium was used in main group, in group of comparison – the laser radiation without dispersing medium, in control group - without laser radiation and the dispersing medium. It is proved the usefulness of intralipid as the dispersing medium to provide controlled distribution of the laser radiation.

Keywords: liver abscesses, intralipid, controlled laser radiation.

Современные диагностические возможности способствуют увеличению количества и объема хирургических вмешательств у больных с очаговыми образованиями печени [4]. Несмотря на прогресс в диагностике и лечении, летальность при абсцессах печени варьирует в пределах 11-31% [8]. Для выполнения органосохраняющих операций на печени успешно применяются лазерные скальпели, что снижает травматичность хирургического вмешательства, уменьшает послеоперационные осложнения и летальность [7]. В настоящее время известны противовоспалительные, бактерицидные, регенеративные свойства низкоинтенсивного лазерного излучения (ЛИ) в лечении гнойных ран [9], однако в хирургии абсцессов печени и околопеченочных пространств они не нашли широкого применения.

Для улучшения результатов лечения и исключения осложнений малоинвазивных методик предложены новые экспериментальные разработки: способ моделирования

фиброзной кисты печени [1] и способ транскутанной пункции очаговых образований паренхиматозных органов [2]. Судя по результатам чрездренажной лазертерапии [5; 6], нерешенным остается вопрос о равномерности распределения узконаправленного лазерного излучения.

**Цель исследования:** экспериментально обосновать применение интралипида в качестве рассеивающей среды для управляемого распределения лазерного излучения.

#### **Материалы и методы исследования**

Для управляемого облучения полости использовали рассеивающую среду (рис. 1), состоящую из эмульсии интралипида в физиологическом растворе хлорида натрия [3], с размером частиц интралипида 97 нм при минимальном поглощении лазерного излучения в спектральной области 400-1100 нм [10]. Для подбора диапазонов концентрации интралипида нами использована оригинальная установка, представленная на рисунке 1. В качестве источника ЛИ применяли следующие лазерные аппараты: Lasermed -1-10 с длиной волны 1064 нм и мощностью 100 мВт и «Матрикс» с лазерной головкой КЛЮ4, имеющей длину волны 630 нм мощностью излучения 30 мВт. ЛИ передавалось по кварцевому световоду диаметром 600 мкм с числовой апертурой 0,15, введенному через стенку в центр цилиндрической кюветы с эмульсией интралипида. Угловое распределение лазерного излучения, рассеянное интралипидом, регистрировали соосным с источником фотодетектором, закрепленным на гониометре ГС-5. Для получения диаграммы рассеяния света фотодетектор перемещали в диапазоне углов  $\pm 180^\circ$  с шагом  $5^\circ$ . Данные с фотодетектора передавались на измеритель лазерной мощности.

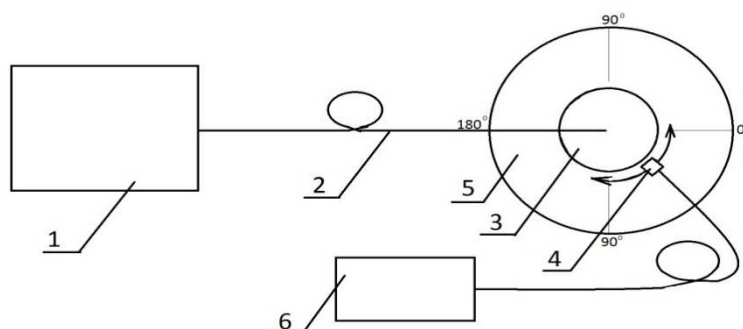


Рис. 1. Схема экспериментальной установки для подбора концентраций рассеивающей среды: 1 – лазерный аппарат, 2 - оптический световод, 3 – кювета, 4 – фотодетектор, 5 – гониометр, 6 - измеритель лазерной мощности

Для определения параметров рассеяния жировой эмульсии нами выполнено 40 экспериментальных исследований *in vitro* и 18 исследований на 3 препаратах печени свиньи (нефиксированный материал). В препарате моделировали полости неправильной формы, заполняли рассеивающей средой и облучали в течение двух минут лазерным аппаратом Lasermed-1-10 мощностью 10 Вт. Результаты действия высокоэнергетического

лазера регистрировали тепловизором IRISYS серии IRI 4000 (Великобритания). Для визуализации характера рассеяния ЛИ использовали цифровой фотоаппарат Panasonic Lumix DMC-TZ4 (Япония).

Антимикробное действие равномерно рассеянного излучения лазерным аппаратом «Матрикс» изучали в отношении чистой культуры клинического штамма *Staphylococcus aureus* с лабораторным шифром № 92. Проведено 30 исследований в трех экспериментальных группах: основная - 10 исследований (с использованием ЛИ+интралипид), группа сравнения - 10 исследований (узконаправленное ЛИ) и группа контроля - 10 исследований (без эмульсии интралипида и лазерного воздействия). Суточные культуры опытного штамма *S. aureus*, выращенные из отдельной колонии на скошенном агаре, суспензировали в физиологическом растворе хлорида натрия, доводя до конечной концентрации  $2 \times 10^6$  КОЕ/мл по оптическому стандарту мутности Макфарланда. Полученную суспензию в объеме 0,1 мл засеивали в пробирки с мясо-пептонным бульоном (МПБ).

Выполнено 30 исследований *in vitro* как в присутствии рассеивающей среды, так и без таковой. Облучение проводили в течение 3 минут лазерным аппаратом «Матрикс» мощностью излучения 30 мВт в постоянном режиме через световод, введенный в центр пробирки. Через 30, 60, 120 и 180 минут культивирования производили мерный высев по 0,1 мл на чашки с мясо-пептонным агаром и через 24 часа инкубации при 37 °С подсчитывали количество выросших колоний (n). Статистическую обработку полученных результатов осуществляли с применением пакета прикладных статистических программ Statistica 8.0 (for Windows; StatSoft Inc., США), Microsoft Excel 2007 (for Windows 7). Статистические результаты считались достоверными при  $p < 0,05$ .

### **Результаты исследования**

Экспериментально определена концентрация интралипида, обеспечивающая равномерное рассеяние ЛИ, равная 0,24%. Данную концентрацию получали путем добавления 2 мл 10%-ного интралипида к 81,33 мл изотонического раствора хлорида натрия. Во всех исследованиях с данной концентрацией рассеивающей среды значение интенсивности лазерной мощности в измеряемом угловом диапазоне для лазерного аппарата Lasermed -1-10 составляло 2,09 мВт, а для аппарата «Матрикс» – 0,62 мВт. Для визуализации равномерно рассеянного ЛИ к центру модели шаровидной полости, заполненной эмульсией интралипида, подводили световод лазера длиной волны – 1064 нм мощностью – 1 Вт (рис. 2).



Рис. 2. Фото равномерного рассеяния ЛИ длиной волны 1064 нм, доставленного по световоду в полость, заполненную эмульсией интралипида концентрацией 0,24%

В нефиксированном препарате печени с помощью хирургического скальпеля моделировали полости неправильной формы. Через правую стенку по игле проводили световод лазера в центральную область полости, заполненную эмульсией интралипида концентрацией 0,24% (рис. 3).

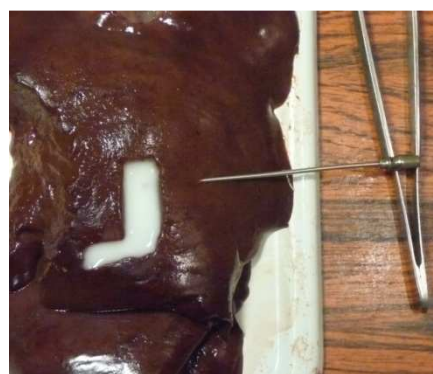


Рис. 3. Нефиксированный препарат печени с полостями овальной и Г-образной формы, заполненными интралипидом концентрацией 0,24%. Световод лазера проведен по игле через правую стенку в центральную область полости

Результаты воздействия высокоэнергетического лазерного излучения, зарегистрированные тепловизором, представлены на рис. 4. Независимо от геометрии внутренней поверхности полости тепловизором регистрировали равномерное нагревание стенок вертикального и горизонтального колен полости.

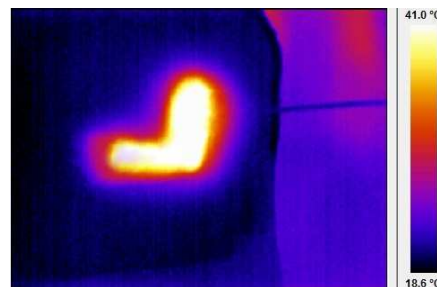
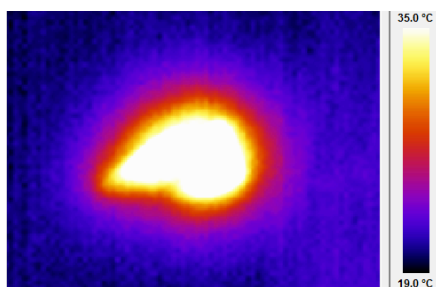


Рис. 4. Термограмма печени с равномерно рассеянным ЛИ по внутренней поверхности овальной и Г-образной полостей. Концентрация эмульсии интралипида 0,24%. Лазерное излучение длиной волны 1064 нм и мощностью 10 Вт. Длительность облучения 2 минуты

При изучении антимикробного действия узконаправленного ЛИ (группа сравнения) нами установлено, что значение  $n$  через 30 минут после воздействия ЛИ без рассеивающей среды существенно не отличалось от контроля и составляло  $2058 \pm 45$  (рис. 5). В присутствии

интралипида равномерно рассеянное ЛИ (основная группа) приводило к снижению значения  $n$  до  $1064 \pm 32$ .

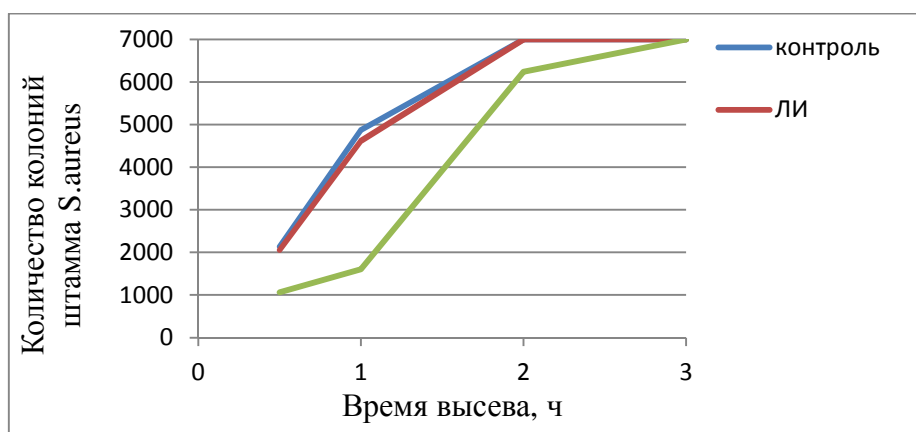


Рис. 5. Количество колоний штамма *S. aureus* в зависимости от времени посева после воздействия ЛИ

На первом часе культивирования минимальное значение  $n$  наблюдали в основной группе ( $1607 \pm 40$ ). Не рассеянное ЛИ в меньшей степени сдерживало рост культуры стафилококка ( $n=4621 \pm 68$ ). Ко второму часу значение  $n$  в основной группе с интралипидом увеличилось до  $6241 \pm 79$ . В варианте без интралипида и контроле отмечали сплошной рост в виде газона. Во всех вариантах к третьему часу получен сплошной рост колоний стафилококка.

### Обсуждение

Подобранная на экспериментальной установке концентрация рассеивающей среды применима к лазерному излучению длиной волн 630 и 1064 нм. При воздействии ЛИ ближнего ИК-диапазона с длиной волны 1064 нм пространственное распределение соответствует воздействию ЛИ 630 нм. Снижение интенсивности лазерной мощности в 3 раза при использовании аппарата «Матрикс» обусловлено более низкой выходной мощностью ЛИ. Регистрируемый тепловизором тепловой эффект высокоэнергетического лазера на внутренней стенке сложной полости демонстрирует характер рассеяния ЛИ. Бактерицидные свойства узконаправленного ЛИ группы сравнения неудовлетворительны, что подтверждено бактериологическими методами: количество колоний опытного штамма практически не отличалось от контроля. Антибактериальный эффект исследований основной группы превышает группу сравнения на 30 и 60 минутах культивирования в 1,9 и 2,9 раза соответственно. Полученную концентрацию жировой эмульсии можно в дальнейшем использовать в экспериментальной медицине.

### Выводы

1. Подобранная нами концентрация жировой эмульсии интралипида для парентерального питания является оптимальной рассеивающей средой для получения равномерного распределения лазерного излучения по внутренней поверхности полостей.

2. Одним из критериев равномерности распределения ЛИ путем рассеивающей среды является снижение количества КОЕ штамма *S. Aureus*.

3. Разработанный способ равномерного рассеяния лазерного излучения может быть использован при лечении моделированных абсцессов в экспериментальной хирургии.

### Список литературы

1. Алипов В.В. Новые способы эндоскопической коррекции гастродуоденальной перфорации в экспериментальной хирургии / В.В. Алипов, А.Ф. Тараскин, Н.О. Челнокова [и др.] // Вопросы реконструктивной и пластической хирургии. – 2007. – № 3-4. – С. 22-24.
2. Алипов В.В. Экспериментальные лазерные нанохирургические технологии. Первые результаты и перспективы / В.В. Алипов, М.С. Лебедев, Х.М. Цацаев [и др.] // Вестник экспериментальной и клинической хирургии. – 2011. – Т. IV, № 2. – С. 330-333.
3. Алипов В.В. [и др.] Способ лазерного облучения внутренней поверхности полости биоткани : Патент России № 2492882. 2013. Бюл. №26.
4. Альперович Б.И. Хирургия печени. – М. : ГЭОТАР-Медиа, 2010. – С. 352.
5. Ануфриева С.С. [и др.] Способ хирургического лечения доброкачественных узловых образований молочной железы с применением высокоинтенсивного лазерного излучения : Патент России № 2319469. 2008. Бюл. № 8.
6. Козель А.И. [и др.] Способ лечения глиальных опухолей головного мозга : Патент России № 2346712. 2009. Бюл. № 5.
7. Шапкин Ю.Г. Применение лазеров в абдоминальной медицине / Ю.Г. Шапкин, Ю.В. Чалык, В.Ю. Климашевич // Новые технологии в экспериментальной и клинической хирургии. – 2011. – С. 169.
8. Alvarez Perez J.A. Clinical course, treatment, and multivariate analysis of risk factors for pyogenic liver abscess / J.A. Alvarez Perez, J.J. Gonzalez, R.F. Baldonado [et al.] // American Journal of Surgery. – 2001. – № 181 (2). – P. 177-86.
9. Corazza A.V. Photobiomodulation on the angiogenesis of skin wounds in rats using different light sources / A.V. Corazza, J. Jorge, C. Kurachi // Photomed Laser Surgery. – 2007. – P. 102-106.
10. Hugo. J. van Staveren. Light scattering in Intralipid-10% in the wavelength range of 400-1100 nm / Hugo. J. van Staveren, C.J.M. Moes, J. van Marle, S.A. Prahl and M.J.C. van Gemert // Applied Optics. – 1991. – Vol. 30, Issue 31. – P. 4507-4514.

**Рецензенты:**

Громов М.С., д.м.н., профессор, ректор НОУ ВПО «Медицинский институт «Реавиз»  
Саратовский филиал, г. Саратов;

Капралов С.В., д.м.н., заведующий 1-м хирургическим отделением, МУЗ «Городская  
клиническая больница № 2 им. В.И. Разумовского», г. Саратов.