

Влияние различных видов низкоинтенсивного лазерного излучения на заживление венозных трофических язв нижних конечностей

© Н.А. СЕРГЕЕВ, М.С. ШЕСТАКОВ, Е.Д. ФОМИНА

Тверской государственный медицинский университет, ул. Советская, д. 4, Тверь, 170100, Российская Федерация

Актуальность. Венозные трофические язвы голени и стопы представляют собой наиболее тяжелое осложнение хронической венозной недостаточности нижних конечностей. Результаты лечения этой сложной патологии до настоящего времени оставляют желать лучшего. Успехи в лечении этой категории больных во многом связаны с применением низкоинтенсивного лазерного излучения. Однако до настоящего времени недостаточно изучена эффективность различных видов низкоинтенсивного лазерного излучения в лечении венозных трофических язв.

Цель. В сравнительном аспекте изучить эффективность различных видов низкоинтенсивного лазерного излучения в процессе консервативного лечения венозных трофических язв и выявить разновидность лазерного излучения, способствующую достижению наилучшего клинического результата.

Материалы и методы. Изучено влияние трех видов низкоинтенсивного лазерного излучения на заживление венозных трофических язв нижних конечностей у 82 больных (VI класс по СЕАР): непрерывного излучения гелий-неонового лазера (I подгруппа), модулированного инфракрасного лазерного излучения (II подгруппа) и комбинированного лазерного излучения (импульсное инфракрасное излучение и непрерывное излучение в видимом диапазоне спектра) (III подгруппа). В процессе консервативного лечения трофических язв применялись терапевтические лазерные аппараты: «АФДЛ-1» (длина волны – 0,63 мкм), «Скаляр-1/40» (длина волны – 0,89 мкм) и «Улан-БЛ-20» (длины волн: 0,44; 0,52; 0,57; 0,64 и 0,89 мкм). Для проведения объективного сравнения эффективности различных видов лазерного излучения использовались планиметрические методы, включающие определение в динамике площади язвенных дефектов и скорости их эпителизации.

Результаты. В результате проведенного лечения у всех больных наступило полное заживление трофических язв. У пациентов I подгруппы средняя скорость эпителизации составила $0,26 \pm 0,05$ см²/сутки, у больных II подгруппы – $0,17 \pm 0,06$ см²/сутки, у пациентов III подгруппы – $0,33 \pm 0,05$ см²/сутки. Выявлены преимущества лазерного излучения в видимом диапазоне спектра как в изолированном (гелий-неоновый лазер), так и комбинированном вариантах.

Заключение. Наилучшие результаты получены при использовании комбинированного лазерного излучения, генерируемого с помощью портативных устройств, которые обеспечивают распределение низкоинтенсивного лазерного излучения в пределах всех пораженных тканей. При проведении консервативного лечения венозных трофических язв нижних конечностей целесообразно сочетание традиционных лечебных методов с комбинированным лазерным излучением.

Ключевые слова: низкоинтенсивное лазерное излучение, венозные трофические язвы нижних конечностей

The Influence of Different Types of Low-intensive Laser Radiation to Healing of Venous Trophic Ulcers in Lower Extremities

© N.A. SERGEEV, M.S. SHESTAKOV, E.D. FOMINA

Tver State Medical University, 4 Sovetskaya str., Tver, 170100, Russian Federation

The influence of three types of low-intensive laser radiation to healing of lower extremities venous trophic ulcers in 82 patients was estimated (class VI, CEAP classification): the continuous radiation helium-neon laser (subgroup I), the modulated infrared laser radiation (subgroup II) and the combined laser radiation (pulse infrared radiation and continuous radiation of visible range) (subgroup III). The therapeutic laser devices such as "AFDL-1" (wavelength – 0,63 microns), "Scalar-1/40" (wavelength – 0,89 microns) and "Ulan-BL-20" (lengths of waves: 0,44; 0,52; 0,57; 0,64 and 0,89 microns) were used for conservative treatment of trophic ulcers. The planimetric methods such as evaluation of the ulcer defects area and speed of its epithelization in dynamics were used for objective comparison of different types of laser radiation efficiency. Due to this treatment in all patients the complete healing of trophic ulcers was achieved. In patients of subgroup I the average speed of epithelization was $0,26 \pm 0,05$ cm²/days, in patients of subgroup II – $0,17 \pm 0,06$ cm²/days, in patients of subgroup III – $0,33 \pm 0,05$ cm²/days. The advantages of laser radiation in the visible range in isolated (helium-neon laser) and combined options are revealed. The best results are received in case of combined laser radiation generated by portable devices which provide distribution of low-intensive laser radiation within all effected tissues. The combination of traditional medical methods with combined laser radiation is expedient in conservative treatment of lower extremities venous trophic ulcers.

Key words: low-intensive laser radiation, venous trophic ulcers of the lower extremities

Известно, что частота возникновения венозных трофических язв нижних конечностей, несмотря на имеющиеся достижения последних лет в этой области, не имеет существенной тенденции к снижению [4]. Это обстоятельство является основанием для поиска более эффективных методов решения данной проблемы. Хирургическое лечение этой патологии предусматривает устранение основной причины язвообразования – патологического кровотока и венозной гипертензии в пораженных конечностях [7]. Однако при наличии открытой трофической язвы возможности хирургических операций на венозной системе ограничены ввиду реальной опасности развития гнойно-некротических осложнений. Поэтому не потеряли своей актуальности многочисленные консервативные методы лечения венозных трофических язв нижних конечностей [1, 2], которые, в то же время, могут использоваться при подготовке язвенных дефектов к оперативному лечению.

В настоящее время в ряде отечественных клиник с целью местного лечения венозных трофических язв наряду с другими методами успешно применяется низкоинтенсивное лазерное излучение [3]. Однако многие вопросы в рамках этого направления по-прежнему остаются нерешенными. В частности, нет единого мнения о том, какой вид низкоинтенсивного лазерного излучения предпочтительнее при лечении венозных трофических язв нижних конечностей.

Цель. Сравнение эффективности различных видов низкоинтенсивного лазерного излучения при местном консервативном лечении венозных трофических язв нижних конечностей.

Материалы и методы

Под наблюдением находилось 82 пациента с венозными трофическими язвами голени и стопы (VI класс по СЕАР). У этих больных в процессе консервативного лечения трофических язв применялись флеботропные препараты, эластическое бинтование нижних конечностей, мазовые повязки и низкоинтенсивное лазерное излучение (три вида).

Возраст пациентов колебался от 19 до 83 лет ($60,35 \pm 1,65$), первоначальная площадь трофических язв – от 0,3 до 47,0 см² ($8,14 \pm 0,96$), а длительность их существования до начала лазеротерапии – от 1 недели до 35 лет ($4,12 \pm 0,83$ года). Мужчин – 22 (26,8%), женщин – 60 (73,2%). Варикозное расширение вен диагностировано у 36 больных (43,9%), посттромбофлебитический синдром – у 46 (56,1%). У 46 пациентов (56,1%) трофические язвы локализовались на левой нижней конечности и у 36 (43,9%) – на правой, причем у 50 больных (61,0%) они располагались на голени, у 24 (29,2%) – на стопе и у 8 (9,8%) – на голени и стопе одновременно. У 59 пациентов (72,0%) трофические язвы были одиночными и у 23 (28,0%) – множественными, причем у 16 из них наблюдалось два, у 3 – три, у 1 – четыре и у 3 – пять (1) и более дефектов.

Медикаментозное лечение предусматривало использование флеботропных препаратов, в частности детралекса. Компрессионная терапия осуществлялась путем бинтования пораженных конечностей на уровне стопы и голени эластическими бинтами средней растяжимости. Местно во время перевязок, выполняемых ежедневно или через день, применялись мазовые повязки с учетом фазы раневого процесса. При этом использовались мази на гидрофильной основе (левомеколь, левосин) и индифферентные мази (метилурацил, солкосерил).

Лазеротерапия венозных трофических язв нижних конечностей проводилась с помощью терапевтических лазерных аппаратов: «АФДЛ-1», «Скаляр-1/40» и «Улан-БЛ-20».

Аппарат «АФДЛ-1» представляет собой гелий-неоновый лазер, предназначенный для дистанционного облучения тканей в непрерывном и модулированном режимах (длина волны – 0,63 мкм; мощность – до 20 мВт).

Аппарат «Скаляр-1/40» – одноканальный полупроводниковый инфракрасный лазер (длина волны – 0,89 мкм), работающий в непрерывном и модулированном режимах с частотой модуляции до 40 кГц (мощность при использовании модулированного режима – до 20 мВт).

Аппарат «Улан-БЛ-20» – полупроводниковый двухканальный инфракрасный импульсный лазер (длина волны базовых излучателей – 0,89 мкм). Аппарат снабжен универсальными блоками-излучателями (синим, зеленым, желтым и красным), каждый из которых имеет базовый инфракрасный импульсный излучатель и десять «цветных» излучателей, непрерывно работающих в видимом диапазоне спектра (длины волн: 0,44; 0,52; 0,57 и 0,64 мкм соответственно) с максимальной мощностью 20 мВт.

Универсальные блоки-излучатели обеспечивают двухполосное действие излучения на пораженные ткани, при этом глубина проникновения лазерного излучения, определяемая режимом работы и длиной волны отдельных излучателей, составляет соответственно: 0,44 мкм – до 5 мм; 0,52 мкм – до 8 мм; 0,57 мкм – до 9 мм; 0,64 мкм – до 10 мм; 0,89 мкм – до 60 мм.

Сеансы лазеротерапии проводили ежедневно или через день во время перевязок после санации трофических язв 0,02% раствором хлоргексидина (раствор антисептика после обработки полностью удаляли). Применяли дистанционное и контактное облучение язвенных дефектов в зависимости от решаемой задачи.

Дистанционное облучение трофических язв гелий-неоновым лазером (непрерывное излучение) проводили с помощью гибкого кварцевого световода, соединенного с аппаратом «АФДЛ-1» и размещенного на определенном расстоянии от облучаемого объекта. С целью равномерного распределения энергии лазерного излучения в пределах облучаемой поверхности

использовали разработанный ранее «Способ лечения трофических язв гелий-неоновым лазером» (патент на изобретение №2171699 от 10.08.2001) [5].

Облучение инфракрасным модулированным лазерным излучением проводили через стерильную сухую марлевую салфетку (контактный метод). Излучатель от лазерного аппарата «Скаляр-1/40» размещали перпендикулярно по отношению к облучаемой поверхности в проекции трофической язвы и выполняли облучение избранного участка в соответствующем режиме. С целью облучения язвы, размеры которой превышали диаметр излучателя, последовательно перемещали последний на соседние участки язвенного дефекта.

Облучение комбинированным (двухполосным) лазерным излучением проводили следующим образом. Универсальный блок-излучатель (синий, зеленый, желтый или красный) от лазерного аппарата «Улан-БЛ-20» размещали перпендикулярно по отношению к облучаемой поверхности на расстоянии 5 мм от последней (дистанционный метод) и проводили облучение в соответствующем режиме. При этом придерживались разработанного ранее «Способа лечения трофических язв и длительно незаживающих ран» (патент на изобретение №2231377 от 27.06.2004) [6], который предусматривает использование каждого из четырех универсальных (цветных) блоков-излучателей в течение нескольких сеансов в известной последовательности.

В процессе лазеротерапии стремились к тому, чтобы доза лазерной энергии, расходуемой в течение 1 сеанса, составляла около 10 Дж. Среди 82 больных этот показатель колебался от 5 до 15 Дж и в среднем составил $9,33 \pm 0,31$ Дж. Количество сеансов, проводимых в течение 1 курса лазеротерапии, в среднем составило $12,83 \pm 0,58$.

Независимо от применяемой аппаратуры и способов облучения, по окончании очередного сеанса лазеротерапии на язвенную поверхность накладывали мазевую повязку и затем выполняли эластическое бинтование пораженной конечности на уровне стопы и голени.

У 82 больных применялись следующие виды низкоинтенсивного лазерного излучения: I – непрерывное излучение гелий-неонового лазера (длина волны – 0,63 мкм, видимый диапазон спектра); II – модулированное инфракрасное лазерное излучение (длина волны – 0,89 мкм, частота модуляции – 1500 Гц); III – комбинированное (двухполосное) лазерное излучение, включающее импульсное инфракрасное лазерное излучение (длина волны – 0,89 мкм, частота импульсов – 1500 Гц) и непрерывное излучение светодиодных лазеров, работающих в видимом диапазоне спектра (длины волн: 0,44; 0,52; 0,57 и 0,64 мкм).

Первый вид лазерного излучения (I) применен у 31 больного (I подгруппа). Второй вид лазерного излучения (II) применен у 20 больных (II подгруппа).

Третий вид лазерного излучения (III) применен у 31 больного (III подгруппа).

У пациентов I подгруппы первоначальная площадь трофических язв колебалась от 0,3 до 30,83 см² ($7,73 \pm 1,33$), у пациентов II подгруппы – от 0,38 до 20,42 см² ($5,51 \pm 1,25$), у больных III подгруппы – от 0,69 до 47,0 см² ($10,23 \pm 1,97$). Все подгруппы сопоставимы по первоначальной площади трофических язв ($p > 0,05$).

В работе применялись качественные и количественные бактериологические и цитологические методы исследования венозных трофических язв голени и стопы, а также ультразвуковое исследование вен нижних конечностей (доплерография, дуплексное сканирование). Однако для проведения объективного сравнения эффективности различных видов низкоинтенсивного лазерного излучения в процессе лечения венозных трофических язв первостепенное значение имели планиметрические методы, включающие определение в динамике площади язвенных дефектов и скорости их эпителизации.

Площадь трофических язв определялась по методу Л.Н.Поповой (1942) при первом обращении и в последующем. Скорость эпителизации язвенных дефектов вычислялась по формуле: $S - S_n / t$, где S – площадь дефекта при предыдущем измерении, S_n – площадь дефекта при последующем измерении и t – количество суток между измерениями.

Для статистической обработки результатов исследований применялся адаптированный для медицинских целей пакет статистических программ Biostat 4.03.

Результаты и их обсуждение

В результате проведенного консервативного лечения с применением низкоинтенсивного лазерного излучения у всех 82 больных с венозными трофическими язвами нижних конечностей наступило полное заживление язвенных дефектов. В целом средняя скорость эпителизации трофических язв составила $0,26 \pm 0,03$ см²/сутки, а средняя продолжительность лечения – $36,44 \pm 2,57$ суток.

У пациентов I подгруппы скорость эпителизации трофических язв колебалась от 0,01 до 1,18 см²/сутки ($0,26 \pm 0,05$), у больных II подгруппы – от 0,01 до 1,28 см²/сутки ($0,17 \pm 0,06$), у пациентов III подгруппы – от 0,02 до 1,04 см²/сутки ($0,33 \pm 0,05$).

Средняя скорость эпителизации у больных I и III подгрупп больше или равна средней скорости эпителизации у 82 пациентов в целом и только у больных II подгруппы этот показатель меньше ($0,17$ см²/сутки против $0,26$ см²/сутки). Примечательно, что средняя скорость эпителизации в подгруппах достоверно не отличалась от средней скорости эпителизации у всех 82 больных.

При сравнении скоростей эпителизации трофических язв у пациентов I и II подгрупп достоверной

разницы не выявлено ($p > 0,05$). При сравнении скоростей эпителизации язв у больных I и III подгрупп достоверной разницы также не получено ($p > 0,05$). При сравнении скоростей эпителизации венозных трофических язв у пациентов II и III подгрупп обнаружена достоверная разница ($p < 0,05$).

Полученные данные свидетельствуют о том, что изолированное излучение гелий-неонового лазера и комбинированное (двухполосное) излучение оказывают положительное воздействие на процесс заживления венозных трофических язв нижних конечностей, причем в этом отношении их эффективность представляется сопоставимой. В отличие от этого изолированное инфракрасное излучение менее эффективно. В то же время существенной разницы во влиянии на скорость эпителизации трофических язв при использовании изолированного излучения гелий-неонового лазера и изолированного инфракрасного излучения не получено, что говорит о преимуществах комбинированного (двухполосного) лазерного излучения.

Следовательно, при организации консервативного лечения венозных трофических язв нижних конечностей целесообразно использовать портативный аппарат «Улан-БЛ-20» с универсальными блоками-излучателями. С помощью этого аппарата можно успешно выполнять лазеротерапию в любых условиях, что выгодно отличает его от стационарной лазерной установки «АФДЛ-1».

Очевидно, что два вида низкоинтенсивного лазерного излучения (излучение гелий-неонового лазера и комбинированное лазерное излучение), дающие явный положительный эффект при лечении венозных трофических язв, отличаются тем, что они имеют близкие спектральные характеристики. В частности, у гелий-неонового лазера длина волны – 0,63 мкм (видимый диапазон спектра), а комбинированное лазерное излучение, имеющее инфракрасную составляющую, также включает излучение в видимом диапазоне спектра с длинами волн от 0,44 до 0,64 мкм.

Таким образом, по-видимому, положительный эффект этих видов излучения (I и III) при лечении венозных трофических язв объясняется тем, что они относятся к видимому диапазону спектра. Поэтому

наиболее вероятно, что получаемый клинический эффект связан с глубиной погружения лазерных лучей в измененные мягкие ткани. При использовании излучения с длинами волн в видимом диапазоне от 0,44 до 0,64 мкм лазерное излучение проникает в пораженные ткани на глубину до 5–10 мм, то есть, распределяется именно там, где наблюдаются основные патологические изменения у больных с венозными трофическими язвами. При использовании изолированного инфракрасного лазерного излучения значительная часть расчетной дозы световой энергии распределяется в более глубоких отделах пораженных тканей и поэтому данный вид излучения не столь эффективен.

Преимуществом комбинированного лазерного излучения является то, что наряду с положительным влиянием излучения в видимом диапазоне спектра, инфракрасное излучение проникает на глубину до 60 мм и оказывает лечебное воздействие на измененные мягкие ткани, включая соединительные и глубокие вены, расположенные под язвенным дефектом, что актуально, в том числе, при лечении посттромботических язв.

Выводы

Низкоинтенсивное лазерное излучение способствует достижению полной эпителизации венозных трофических язв нижних конечностей, первоначальной площадью которых менее 50 см².

Наилучшие результаты получены при использовании лазерного излучения в видимом диапазоне спектра в изолированном (гелий-неоновый лазер) или комбинированном (излучение в видимом диапазоне спектра и инфракрасное излучение) вариантах.

При организации лазеротерапии варикозных и посттромботических язв целесообразно применение портативного лазерного аппарата с набором универсальных блоков-излучателей, обеспечивающих комбинированное лазерное излучение.

Дополнительная информация

Конфликт интересов

Авторы декларируют отсутствие явных и потенциальных конфликтов интересов, связанных с публикацией настоящей статьи.

Список литературы

1. Богачев В.Ю., Васильев В.Е., Лобанов В.Н., Голованова О.В., Кузнецов А.Н., Ершов П.В. Электромышечная стимуляция в лечении венозных трофических язв. *Флебология*. 2014; 8: 3: 18-22.
2. Богданец Л.И., Лобанов В.Н., Смирнова Е.С. Компрессионное лечение венозных трофических язв. *Флебология*. 2013; 7: 4: 44-51.
3. Жуков Б.Н., Кукольникова Е.Л. Использование низкоинтенсивного лазерного излучения в комплексном лечении больных с осложненными формами хронической венозной недостаточности нижних конечностей. *Казанский медицинский журнал*. 2011; 92: 4: 468-471.
4. Покровский А.В., Сапелькин С.В. Хроническая венозная недостаточность нижних конечностей – современные проблемы диагностики, классификации, лечения. *Ангиология и сосудистая хирургия*. 2003; 9: 1: 53-58.
5. Сергеев Н.А. Способ лечения трофических язв гелий-неоновым лазером. *Изобретения. Полезные модели. Официальный бюллетень*.

References

1. Bogachev Vlu, Vasil'ev VE, Lobanov VN, Golovanova OV, Kuznetsov AN, Ershov PV. Electromedical stimulation in the treatment of venous trophic ulcers. *Flebologiya*. 2014; 8: 3: 18-22. (in Russ.)
2. Bogdanets LI, Lobanov VN, Smirnova ES. Compression treatment of venous trophic ulcers. *Flebologiya*. 2013; 7: 4: 44-51. (in Russ.)
3. Zhukov BN, Kukul'nikova EL. The Use of low-intensity laser radiation in complex treatment of patients with complicated forms of chronic venous insufficiency of the lower extremities. *Kazanskii meditsinskii zhurnal*. 2011; 92: 4: 468-471. (in Russ.)
4. Pokrovskii AV, Sapelkin SV. Chronic venous insufficiency of the lower limbs – modern problems of diagnosis, classification, treatment. *Angiologiya i sosudistaya khirurgiya*. 2003; 9: 1: 53-58. (in Russ.)
5. Sergeev NA. The method of treatment of trophic ulcers of a helium-neon laser. *Izobreteniya. Poleznye modeli. Otsialnyi byulleten' Rossiiskogo agentstva po patentam i tovarnym znakam*. 2001; 22 (1): 209-210. (in Russ.)

- ть *Российского агентства по патентам и товарным знакам*. 2001; 22 (1): 209-210.
- Сергеев Н.А. Способ лечения трофических язв и длительно незаживающих ран. *Изобретения. Полезные модели. Официальный бюллетень Российского агентства по патентам и товарным знакам*. 2004; 18 (III): 414.
 - Яблоков Е.Г., Кириенко А.И., Богачев В.Ю. *Хроническая венозная недостаточность*. М.: Издательство «Берег». 1999; 128 .

- Sergeev NA. The method of treatment of trophic ulcers and nonhealing wounds. *Izobreteniya. Poleznye modeli. Ofitsial'nyi byulleten' Rossiiskogo agentstva po patentam i tovarnym znakam*. 2004; 18 (III): 414. (in Russ.)
- Iablokov EG, Kirienko AI, Bogachev VIu. *Khronicheskaja venoznaia nedostatochnost'*. M.: Izdatel'stvo «Bereg». 1999; 128 . (in Russ.)

Информация об авторах

- Сергеев Николай Александрович - д.м.н., зав. кафедрой хирургических болезней Тверского государственного медицинского университета, e-mail: sergnicalex@rambler.ru
- Шестаков Максим Святославович - ассистент кафедры хирургических болезней Тверского государственного медицинского университета, e-mail: sergnicalex@rambler.ru
- Фомина Елизавета Дмитриевна - ассистент кафедры хирургических болезней Тверского государственного медицинского университета, e-mail: sergnicalex@rambler.ru

Information about the Authors

- Nikolay Aleksandrovich Sergeev - M.D., head. the surgical diseases chair of the Tver state medical University, e-mail: sergnicalex@rambler.ru
- Maxim Svytoslavovich Shestakov - assistant of the surgical diseases chair of the Tver state medical University, e-mail:sergnicalex@rambler.ru
- Elizabeth Dmitrievna Fomina - assistant of the surgical diseases chair of the Tver state medical University, e-mail: sergnicalex@rambler.ru

Цитировать:

Сергеев Н.А., Шестаков М.С., Фомина Е.Д. Влияние различных видов низкоинтенсивного лазерного излучения на заживление венозных трофических язв нижних конечностей. *Вестник экспериментальной и клинической хирургии* 2018; 11: 1: 46-50. DOI: 10.18499/2070-478X-2018-11-1-46-50.

To cite this article:

Sergeev N.A., Shestakov M.S., Fomina E.D. The Influence of Diffent Types of Low-intensive Laser Radiation to Healing of Venous Trophic Ulcers in Lower Extremities. *Journal of experimental and clinical surgery* 2018; 11: 1: 46-50. DOI: 10.18499/2070-478X-2018-11-1-46-50.