

**В. А. Привалов<sup>1</sup>, И. В. Крочек<sup>1</sup>, С. В. Сергийко<sup>1</sup>, Я. И. Крочек<sup>2</sup>**

<sup>1</sup> Южно-Уральский Государственный медицинский Университет

<sup>2</sup> Челябинская городская клиническая больница № 1

## РЕВАСКУЛЯРИЗИРУЮЩАЯ ЛАЗЕРНАЯ ОСТЕОПЕРФОРАЦИЯ В ЛЕЧЕНИИ СИНДРОМА ДИАБЕТИЧЕСКОЙ СТОПЫ

Представлены результаты лазерной реваскуляризирующей остеоперфорации (ЛОП) с целью стимуляции окольного кровотока нижних конечностей у 112 больных с синдромом диабетической стопы (СДС). У больных группы сравнения в качестве непрямой реваскуляризирующей операции применяли открытую механическую остеоперфорацию сверлом электродрели. После ЛОП клиническое улучшение наступало на 3–4 дня раньше, чем у больных группы сравнения. Исследования состояния микроциркуляции и кислородного обмена (ТсРО<sub>2</sub>) в тканях выявили существенные положительные сдвиги после ЛОП. Частота высоких ампутаций снизилась в 3,8 раза по сравнению с результатами использования механической остеоперфорации, что позволило снизить летальность с 14,6 до 5,3%.

**Ключевые слова:** синдром диабетической стопы, реваскуляризирующая непрямая лазерная остеоперфорация, высокие ампутации нижних конечностей.

По данным ВОЗ, численность больных сахарным диабетом в мире в 2000 г. составила 160 млн. человек. Прогнозируется удвоение численности к 2025 году. СДС является одной из причин инвалидизации больных сахарным диабетом. Особо следует выделить его ишемическую форму, отмечаемую в 15–25% наблюдений синдрома ДС. Из-за преобладания сосудистого компонента при этом синдроме нередко производится высокая ампутация пораженного сегмента конечности (Дедов И. И. с соавт., 2003 г; Зусманович Ф. Н., Дмитриев В. М., 1995).

Традиционная схема лечения пациентов с ишемической формой СДС включает как методы медикаментозной терапии, так и хирургические. Первые направлены на предупреждение и частичное купирование проявлений ангиопатий. Отдается предпочтение методикам, включающим приемы как прямой реконструкции пораженных сосудов (шунтирование магистральных артерий, баллонная ангиопластика, артериализация венозного кровотока и др.) так и непрямой реваскуляризации (А. J. Boulton et al., 2000; А. Abidia, et al., 2001; Y. Higash, et al., 2004). Однако анализ отдаленных результатов прямых реваскуляризирующих операций свидетельствует, что их эффективность оставляет желать лучшего и что не всегда они могут быть использованы (А. Abidia, et al., 2001). Очень часто попытки реконструкции заканчиваются тромбозами шунтов уже в ближайшем послеоперационном периоде (Ф. Н. Зусманович, В. М. Дмитриев, 1995; А. Abidia, et al., 2001). Даже при использовании современных методов ангиохирургии в 25–50% приходится прибегать к высоким ампутациям,

чаще всего на уровне бедра (Ф. Н. Зусманович., В. Н. Дмитриев., 1995; Y. Higashi, et al., 2004).

В 80–90х годах прошлого столетия разработаны методики опосредованной или непрямой стимуляции кровообращения в сегментах ишемизированных конечностей благодаря физических, механических и других воздействий на ткани, прежде всего, на кость. Установлено, что формирование костной мозоли при переломах способствует образованию новой сосудистой сети мышц, фасций и костей, что приводит к значительному увеличению объёмного регионального кровоснабжения. Такие методики, в том числе и основанные на методе Г. А. Илизарова, получили широкое применение при лечении хронической ишемии конечностей различной этиологии (Ф. Н. Зусманович, В. М. Дмитриев, 1995; В. И. Шевцов, 2005). Они подразделяются на остеотрепанацию, остеоперфорацию, различные виды остеотомий. Но казавшиеся вначале привлекательными, эти технологии имеют ряд существенных недостатков: развитие остеомиелита «по ходу» спиц, в зонах остеотомий и костного «отщепы»; нагноения в мягких тканях и в местах стояния спиц; продолжительность курса лечения; травматичность вмешательства (В. А. Привалов и соавт., 2001). Становится понятным стремление хирургов разработать новые малоинвазивные и более эффективные методы реваскуляризации. Одним из них является метод с использованием высокоинтенсивного лазерного излучения (В. А. Привалов и соавт., 2001).

**Цель исследования:** улучшение результатов хирургического лечения больных с синдромом ДС за счет стимуляции окольного кровообраще-

ния в результате лазерной реваскуляризирующей остеоперфорации.

### Материал и методы

Анализируются результаты лечения 201 пациента с ишемической формой СДС. Выделены 2 группы больных в зависимости от характера реваскуляризирующих операций: основная (112) и группа сравнения (89). Больные обеих групп были репрезентативны по полу, возрасту, тяжести состояния, сопутствующей патологии и проводимому лечению, различались только методами непрямой реваскуляризации. У больных основной группы в комплексе лечебных пособий, кроме консервативных мероприятий (вазоактивные препараты, ГБО, инсулинотерапия), вскрытия гнойников и некрэктомий проводилась чрескожная реваскуляризирующая лазерная остеоперфорация (ЛОП). У больных группы сравнения аналогичное лечение сочеталось с непрямой реваскуляризирующей остеоперфорацией, осуществляемой из небольших разрезов с помощью сверла электродрели (открытая механическая остеоперфорация – ОМОП).

Выраженность ишемии оценивали по классификации Покровского А. В.: у 18 пациентов отмечалась II А степень, у 19 – II Б, у 164 – III–IV.

**Технология открытой механической реваскуляризирующей остеоперфорации.** Из небольших разрезов кожи по всей нижней конечности обнажали кости бедер, голеней и стоп на ограниченных участках и сверлом электродрели (диаметром 3 мм) производили до 15–20 остеоперфорационных отверстий на расстоянии 4–5 см друг от друга. Продолжительность операции составляла 40–60 минут. Для уменьшения времени операции и минимизации травматического воздействия нами предложен метод закрытой чрескожной лазерной остеоперфорации. Он разработан в эксперименте на кроликах для лечения остеомиелита и был успешно использован в клинике для лечения различных форм хронического и острого остеомиелита (И. В. Крочек и соавт., 2004; В. А. Привалов и соавт., 2001).

**Техника проведения лазерной остеоперфорации** проста и занимает не более 10–15 минут. Использовали полупроводниковые лазеры инфракрасного диапазона – 0,97 мкм и 1,9 мкм мощностью 30–35 Вт в импульсно-периодическом режиме. С помощью моноволоконного кварцевого световода в термостойкой оболочке с диаметром кварцевого волокна 0,4 мм во всех трубчатых костях ишемизированной конечности, включая бедро, кости голени и стопы, чрескожно (без разрезов) формировали до 35–55 сквозных отверстий во взаимно-перпендикулярных плоскостях на расстоянии 2,0–2,5 см друг от друга. В зависимости от диаметра костей конечности, возраста пациентов, использовалась средняя мощность

лазерного излучения от 8 до 20 Вт с длительностью остеоперфорации от 3,0 до 8,0 секунд. Пиковая мощность в импульсе достигала 20–30 Вт. При наличии острого гнойного процесса на стопе и голени лазерная остеоперфорация сочеталась с оперативным вскрытием гнойников в мягких тканях, лазерной некрэктомией и лазерной обработкой гнойных ран расфокусированным пучком в режиме коагуляции или локальной лазерной гипертермии.

Эффективность лечения оценивали на основании отмеченного клинического улучшения и длительности гипертермии, динамики улучшения показателей биохимических анализов крови, динамики изменений дистанционной термографии, изучения состояния кровотока методом лазерной флоуметрии (микро- и макродинамика), транскутанной оксигенометрии и спектрометрии, длительности стационарного лечения, сроков реабилитации, наличия и характера осложнений, показателей летальности. С целью оценки эффективности использовали соотношение числа пациентов с низкими ампутациями (АГ), выполненными в пределах стопы, к числу пациентов с высокими ампутациями (АБ), выполненными на уровне голени и бедра. Низкий показатель индекса АГ/АБ указывает на неудовлетворительную результативность лечения (Ю. И. Павлов, 2008).

### Результаты и обсуждение

После реваскуляризирующих лазерных операций уменьшались боли, зябкость стоп, цианоз. Кожа становилась более теплой и влажной чем у пациентов, которым выполнялась механическая остеоперфорация. После последней регресс местных клинических изменений наступал на 8–10 день, после лазерной реваскуляризации – на 5–6. Первые симптомы клинического улучшения после лазерной остеоперфорации проявлялись уже на следующие сутки. На 2–3 сутки стихали боли, с 14–18 суток достоверно увеличивалась дистанция безболевого ходьбы. Язвенные дефекты, начиная с 3 дня, хорошо очищались от некротических тканей, фибрина, гноя. К 7–10 суткам отмечалась хорошая краевая и островковая эпителизация.

Уменьшение местных проявлений СДС объясняется улучшением микроциркуляции. Начиная с 3 суток после лазерной остеоперфорации, показатели перфузии улучшались на 50–70% по сравнению с исходными ( $p < 0,05$ ). На 10–15 сутки происходило незначительное снижение этих показателей (до 5%), но которые оставались стабильными в течение длительного времени (до 6–8 месяцев). У больных контрольной группы показатели тканевой перфузии практически не изменялись.

Чем лучше кровоток, тем лучше снабжение

клеток кислородом. К тому же хорошая тканевая перфузия обеспечивает устойчивую противомикробную защиту, способствуя репарации поврежденных тканей и лучшему заживлению ран. Напряжение кислорода в тканях пораженной конечности до операции у пациентов обеих групп было сниженным на 40–50% по сравнению с показателями в области грудины (контроль). После ревазуляризирующих лазерных операций нормализация кислородного обмена ( $TcPO_2$ ) в тканях происходила на 2-3 месяца раньше, чем у больных группы сравнения.

Динамическая инфракрасная термография с определением температурного коэффициента ( $\Delta t^\circ C$ ), отражающего возрастание тканевой температуры в процессе лечения, выявила положительные сдвиги в 86,8%. Коэффициент  $\Delta t^\circ C$  на стопе у пациентов основной группы увеличился на 27,9% (с  $0,68 \pm 0,04$  до  $0,87 \pm 0,05$  ед.,  $p < 0,05$ ), а у пациентов группы сравнения – на 14,5% (с  $0,69 \pm 0,03$  до  $0,79 \pm 0,04$  ед.,  $p < 0,5$ ). По данным исследования мазков-отпечатков из ран у первых отмечено, что к 7–10 суткам цитологическая картина соответствовала «регенераторному типу», тогда как у вторых характер цитогрaмм расценивался как «дегенеративно-воспалительный». Лишь к 14–15 суткам у больных этой группы отмечались элементы «регенераторного типа».

Несмотря на проводимое лечение, у 49 из 201 (24,4%) преодолеть критическую ишемию конечности не удалось, у них производили ампутации на уровне бедра. Частота высоких ампутаций у больных основной группы была существенно ниже (9,8%), чем у больных группы сравнения (42,7%). У 152 (75,6%) из 201 лечение СДС завершилось низкими ампутациями конечностей на различных уровнях (от фаланг пальцев до голени). При этом индексы АГ/АБ в зависимости от вида ревазуляризации значительно отличались. Они в основной группе почти в 4 раза превышали индексы у больных группы сравнения (3,1 ед. и 0,65 ед. соответственно).

Применение высокоинтенсивного лазерного излучения для лечения СДС с наличием ишемического компонента способствует нормализации кислородного обмена за счет улучшения микроциркуляции не только в тканях пораженного сегмента конечности, но и в костном мозге. Об этом косвенно свидетельствуют положительные сдвиги в гемо- и лимфопоэзе. Показателем положительного эффекта ревазуляризации явилось изменение популяционного спектра лимфоцитов периферической крови, выявленное через 4 недели после ревазуляризирующих операций у пациентов основной группы с критической ишемией. Число лейкоцитов достоверно снизилось, а количество лимфоцитов увеличилось, что можно отнести за счет положительного влияния ревазуляризации на лимфопоэз. Нормализация численности лимфоцитов обусловлена увеличением показателей CD3, CD4, CD8 клеток. У больных группы сравнения данные показатели практически мало изменились. Аналогичная тенденция выявлена в отношении гемоглобина и эритроцитов, показатели которых после лазерной ревазуляризации быстро возрастали и нормализовались, чего не наблюдалось у больных, у которых использовалась механическая ревазуляризация. Сроки пребывания на стационарном лечении составили  $21,4 \pm 6,4$  дня у больных основной группы и  $29,9 \pm 8,2$  дня – группы сравнения. Летальность из числа первых – 5,3% (6), вторых – 14,6% (13).

#### Выводы

Использование ревазуляризирующих лазерных остеоперфораций при лечении ишемической формы СДС позволяет снизить число высоких ампутаций нижних конечностей более чем в 4 раза (с 42,6% до 9,8%), а летальность с 14,6% до 5,3%. Это свидетельствует об эффективности разработанного способа непрямо́й ревазуляризации путем чрескожной лазерной остеоперфорации.

Стаття надійшла до редакції: 25. 07. 2013

**В. А. Привалов<sup>1</sup>, І. В. Крочек<sup>1</sup>, С. В. Сергійко<sup>1</sup>, Я. І. Крочек<sup>2</sup>**

<sup>1</sup> Південно-Уральський Державний медичний Університет

<sup>2</sup> Челябінська міська клінічна лікарня № 1

## РЕВАСКУЛЯРИЗУЮЧА ЛАЗЕРНА ОСТЕОПЕРФОРАЦІЯ У ЛІКУВАННІ СИНДРОМУ ДІАБЕТИЧНОЇ СТОПИ

Представлені результати лазерної ревазуляризовуючої остеоперфорациї (ЛОП) з метою стимуляції околного кровотоку нижніх кінцівок у 112 хворих з синдромом діабетичної стопи (СДС). У хворих групи порівняння в якості непрямої ревазуляризовуючої операції застосовували відкриту механічну остеоперфорацию свердлом електродрилі. Після ЛОП клінічне поліпшення наставало на 3–4 дні раніше, ніж у хворих групи порівняння. Дослідження стану мікроциркуляції і кисневого обміну ( $TcPO_2$ ) в тканинах виявили суттєві

позитивні зрушення після ЛОП. Частота високих ампутацій знизилася в 3,8 рази в порівнянні з результатами використання механічної остеоперфорації, що дозволило знизити летальність з 14,6 до 5,3%.

**Ключові слова:** синдром діабетичної стопи, реваскуляризуюча непряма лазерна остеоперфорація, високі ампутації нижніх кінцівок.

*V. A. Privalov<sup>1</sup>, I. V. Krochek<sup>1</sup>, S. V. Sergiyko<sup>1</sup>, Ya. I. Krochek<sup>2</sup>*

<sup>1</sup> *Yuzhnouralsk State Medical University*

<sup>2</sup> *Chelyabinsk city clinical hospital № 1*

## REVASCULARIZING LASER OSTEOPERFORATION IN THE TREATMENT OF DIABETIC FOOT

Presented are the results of laser revascularization osteoperforation (LSP) with the purpose of stimulation back-way of blood circulation of the lower extremities in 112 patients with diabetic foot syndrome. In the comparison group as indirect revascularization operations used open mechanical osteoperforation by drill. After a LOP clinical improvement occurred in 3–4 days earlier than in the comparison group. The study of the state of microcirculation and oxygene exchange (TcPO<sub>2</sub>) in the tissues revealed a significant positive changes after the LSP. Frequency of high amputations decreased 3,8 times compared with the mechanical osteoperforation, which allowed to reduce lethality from 14,6 to 5,3%.

**Keywords:** diabetic foot syndrome, revascularisation indirect laser osteoperforation, high amputations of lower extremities.