

На правах рукописи

Мараев Владимир Викторович

**ЛАЗЕРНОЕ ИЗЛУЧЕНИЕ В КОМПЛЕКСНОМ ЛЕЧЕНИИ БОЛЬНЫХ
С СИНДРОМОМ ДИАБЕТИЧЕСКОЙ СТОПЫ В АМБУЛАТОРНЫХ
УСЛОВИЯХ**

14.00.27. - хирургия

АВТОРЕФЕРАТ

диссертации на соискание ученой степени

кандидата медицинских наук

Москва –2007

Работа выполнена в Федеральном Государственном Учреждении «Государственный научный центр лазерной медицины» Федерального агентства по здравоохранению и социальному развитию Российской Федерации

Научный руководитель: - доктор медицинских наук,
Дуванский Владимир Анатольевич

Научный консультант: - доктор медицинских наук,
Тепляшин Александр Сергеевич

Официальные оппоненты: - доктор медицинских наук, профессор
Буриев Илья Михайлович

- доктор медицинских наук
Калинников Валентин Валентинович

Ведущее учреждение: - Государственный институт
усовершенствования врачей Министерства обороны РФ

Защита состоится «___» _____ 2007 года в ___ часов на заседании диссертационного совета К 208.022.01 при ФГУ «Государственный научный центр лазерной медицины Росздрава» по адресу: 121165. г. Москва, ул. Студенческая, дом 40, строение 1.

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке ФГУ «ГНЦ лазерной медицины Росздрава».

Автореферат разослан «___» _____ 2007 года.

Ученый секретарь
диссертационного совета,
доктор медицинских наук

Дербенёв Валентин Аркадьевич

Список использованных сокращений слов и терминов

ЛДФ – лазерная доплеровская флоуметрия.
ЛАКК – лазерный показатель капиллярного кровотока.
КК – компьютерная капилляроскопия.
ИК – инфракрасный.
СД – сахарный диабет.
СДС – синдром диабетической стопы.
ПМ – показатель микроциркуляции.
СКО – среднее квадратичное отклонение.
Кv – коэффициент вариации.
Гр – градиент асимметрии.
Ка – коэффициент асимметрии.
АЧС – амплитудно-частотная составляющая.
НИЛИ – низкоинтенсивное лазерное излучение.
ЛТ – лазерная терапия.
А – амплитуда ритмов колебаний кровотока.
LF - низкочастотные колебания кровотока.
HF - высокочастотные колебания кровотока.
CF - пульсовые волны.
РКК - резерв капиллярного кровотока.
АО – артериальный отдел.
ПО – переходный отдел.
ВО – венозный отдел.
СКК – скорость капиллярного кровотока.
ПЗ – периваскулярная зона.
Пл – плотность капиллярной сети.

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность проблемы

Число людей, больных сахарным диабетом, продолжает катастрофически увеличиваться. Согласно международным статистическим данным в настоящее время 194 миллиона человек страдает сахарным диабетом. Пропорционально росту заболеваемости диабетом соответственно растет число его хронических осложнений (Гурьева И.В., 2003, 2006; Amos A.F. et al., 1997; Trautner C. et al., 2002; Jeffcoate W.J. et al., 2003, 2004). 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. Несмотря на достигнутые успехи в изучении синдрома диабетической стопы, имеющиеся

данные о частоте ампутаций не являются оптимистическими. По прежнему 50-70% всех ампутаций нижних конечностей производится у больных сахарным диабетом (Дедов И.И. и соавт., 1998; Светухин А.М. и соавт., 2006). Эффективность консервативного лечения больных сахарным диабетом с сформировавшимся синдромом диабетической стопы не превышает 30% (Зеленов М.А. и соавт., 2006). 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. К локальным факторам можно отнести нарушение цитокинового фона и избыточную активность протеаз в ране. К системным – снижение функции лейкоцитов и нарушение периферического кровообращения (Толстых П.И. и соавт., 1998, 2001; Галстян Г.Р., 2006).

Для решения данной проблемы предлагается большой арсенал физических методов лечения, в частности плазменные потоки, высокоэнергетические и низкоэнергетические лазеры (Толстых П.И., 2000, 2001; Калинин М.Р., 2001; Дуванский В.А., 2004, 2005). В ряде работ последних лет доказана эффективность применения внутривенного лазерного облучения крови (ВЛОК) при лечении гнойно-некротических форм синдрома диабетической стопы (Лебедьков Е.В., 1996; Доценко Н.М., 1998; Толстых П.И. и соавт., 1998, 2001; Гейниц А.В. и соавт., 2006). Вопросам применения неинвазивных методик лазерной терапии больных с синдромом диабетической стопы посвящены единичные работы (Телианиди А.Г., 1999; Лебедьков Е.В. и соавт., 2000; Калинин М.Р., 1997, 2001). В тоже время способность неинвазивного свето-лазерного воздействия восстанавливать эластичность клеточных мембран, нормализовать лимфо- и гемомикроциркуляцию в зоне воздействия, восстанавливать регулирующие функции тканей, органов и всего организма за счет активации ферментных систем, метаболизма может быть весьма полезна при лечении больных с

синдромом диабетической стопы (Козлов В.И. и соавт., 1993; Клебанов Г.И., 2000; Москвин С.В. и соавт., 2006).

В то же время, в литературе нет сообщений о сочетанном применении лазерной стимуляции микроциркуляции и местной лазерной терапии в лечении длительно не заживающих ран и трофических язв у больных с синдромом диабетической стопы. Это и определило актуальность настоящего исследования.

Цель исследования

Улучшить результаты амбулаторного лечения длительно не заживающих ран и трофических язв у больных с синдромом диабетической стопы путем применения низкоинтенсивного инфракрасного лазерного излучения.

Задачи исследования

1. Оценить эффективность применения низкоинтенсивного инфракрасного лазерного излучения в лечении длительно не заживающих ран и трофических язв у больных с синдромом диабетической стопы.

2. Дать с помощью цитологических и гистологических исследований сравнительную характеристику течения раневого процесса при лечении больных с синдромом диабетической стопы с применением низкоинтенсивного инфракрасного лазерного излучения и лечения традиционным методом.

3. Изучить у больных с синдромом диабетической стопы методом компьютерной капилляроскопии, лазерной доплеровской флоуметрии и полярографии регионарную микроциркуляцию и влияние на ее показатели низкоинтенсивного инфракрасного лазерного излучения.

4. Разработать и внедрить в клиническую практику метод лечения длительно не заживающих ран и трофических язв у больных с синдромом

диабетической стопы с использованием низкоинтенсивного инфракрасного лазерного излучения.

Научная новизна

Впервые проведено комплексное сравнительное исследование влияния низкоинтенсивного инфракрасного лазерного излучения на течение раневого процесса у больных с синдромом диабетической стопы в амбулаторных условиях. Доказано, что сочетание лазерной рефлекторной стимуляции микроциркуляции и местной лазерной терапии приводит к активации макрофагальной реакции, пролиферации фибробластов, роста грануляционной ткани и эпителизации раневого дефекта.

Изучено влияние низкоинтенсивного инфракрасного лазерного излучения на микроциркуляцию у больных с синдромом диабетической стопы. Установлено, что применение данной методики способствует быстрому восстановлению симпатической регуляции сосудистого тонуса, нормализации веноло-артериолярных взаимоотношений, что приводит к адекватному кровоснабжению тканей и купированию воспалительных явлений.

Разработана новая патогенетически обоснованная методика комплексного лечения больных с синдромом диабетической стопы с использованием низкоинтенсивного инфракрасного лазерного излучения, позволяющая значительно улучшить результаты лечения данной категории больных.

Практическая значимость исследования

Разработана новая методика лечения больных с синдромом диабетической стопы с использованием низкоинтенсивного инфракрасного лазерного излучения. Применение разработанной методики способствует сокращению сроков очищения раневой поверхности от гнойно-некротических масс, стимуляции процессов пролиферации и эпителизации в

1,3 -1,7 раза по сравнению с традиционным методом, что позволяет улучшить результаты лечения длительно не заживающих ран и трофических язв у больных с синдромом диабетической стопы, сокращая сроки их заживления.

Апробация работы

Основные положения диссертации доложены и обсуждены на научном форуме «Хирургия 2002» (Москва, 2002); международной научно – практической конференции «Лазерные технологии в медицинской науке и практическом здравоохранении» (Москва, 2004); международной научной конференции "Новые технологии в медицине - 2007" (Санкт-Петербург, 2007).

Внедрение в практику

Разработанная методика комплексного лечения больных с синдромом диабетической стопы с применением низкоинтенсивного лазерного излучения внедрена и используется в городской поликлиники №139 г. Москва, на кафедре лазерной медицины ФПК МР РУДН.

Публикации

По теме диссертации опубликовано 6 научных работ.

Структура и объем диссертации

Диссертация изложена на 155 страницах машинописного текста и состоит из введения и 3 глав: обзор литературы, материалы и методы исследования, результаты обследования и лечения, заключения, выводов, практических рекомендаций и указателя литературы, включающего 236 источников, из них 145 отечественных и 91 зарубежных. Работа иллюстрирована 14 таблицами и 30 рисунками.

СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

Общая характеристика наблюдений и методов исследования

Проведен анализ результатов амбулаторного обследования и лечения 102 больных с синдромом диабетической стопы, наблюдавшихся в ФГУ "ГНЦ лазерной медицины Росздрава", городской поликлинике № 162, городской поликлинике № 139 и на кафедре лазерной медицины ФПК МР РУДН за период с 2002 по 2007 годы. Среди пациентов было 73 (71,6%) женщин и 29 (28,4%) мужчин. Возраст пациентов был от 41 лет до 66 лет. Средний возраст составил $53 \pm 1,4$ лет.

У всех пациентов был сахарный диабет II типа. 89 (87,3%) пациентов диагностирован диабет легкой степени (содержание сахара в крови натощак у этих больных составляло $8,2 \pm 0,3$ ммоль/л, в моче за сутки 20-25 грамм). У 13 (17,7%) больных сахарный диабет был средней тяжести. Содержание в крови этих больных натощак не превышало 14 ммоль/л, в моче за сутки - не более 40 грамм, периодически в моче определяли ацетон.

Больные с синдромом диабетической стопы были распределены по глубине распространения язвенного дефекта следующим образом: 1 степени – 45 (46,1%); 2 степени – 57 (53,9%) (табл. 1).

Таблица 1

Распределение больных с синдромом диабетической стопы по глубине распространения язвенного дефекта (W.Wagner, 1979г.) n, (%)

Степень	Группы больных			Всего
	1 группа (контрольная)	2 группа	3 группа	
1	12 (40)	16 (45,7)	17 (45,9)	45 (46,1)
2	18 (60)	19 (54,3)	20 (54,1)	57 (53,9)
Всего	30 (29,4)	35 (34,3)	37 (36,3)	102 (100)

По форме диабетической стопы: пациентов с нейропатической формой диабетической стопы было 89 (87,3%), с нейроишемической формой диабетической стопы составило 13 пациентов (12,7%) (табл. 2).

Таблица 2

Распределение больных по форме диабетической стопы n, (%)

Форма	Группы больных			Всего
	1 группа (контрольная)	2 группа	3 группа	
Нейропатическая	27 (90)	31 (88,6)	31 (83,8)	89 (87,3)
Нейроишемическая	3 (10)	4 (11,4)	6 (16,2)	13 (12,7)
Всего	30 (29,4)	35 (34,3)	37 (36,3)	102 (100)

У 41 (40,2%) пациента были диагностированы трофические язвы стоп, у 61 (59,8%) - длительно не заживающие раны. Больные с длительно не заживающими ранами ранее находились на стационарном лечении, где были оперированы по поводу острых гнойных процессов стоп и получали комплексное стационарное лечение. Эти больные были выписаны из стационара на амбулаторное долечивание. Размеры раневых дефектов стоп до 5 см² были у 41 (40,2%) пациентов; от 6 до 10 см² – у 52 (51%); от 11 до 15 см² были у 9 (8,8%).

При лечении больных с синдромом диабетической стопы серьезное внимание уделяли коррекции сопутствующих заболеваний, которые утяжеляют течение основного заболевания. Ишемическая болезнь сердца выявлена у 41 (40,2%) больных, гипертоническая болезнь - у 52 (50,9%) пациентов, ожирение 2-3 степени - у 26 (24,5%) человек, состояние после ОМНК – у 9 (8,6), постинфарктный кардиосклероз – у 4 (3,8%) пациентов.

Лечение сопутствующих заболеваний проводили совместно с профильными специалистами.

В зависимости от применяемых методик лечения больные были разделены на 3 группы (табл. 3).

Группа 1 (контрольная) была представлена 30 (29,4%) пациентами, которым проводили традиционную терапию: терапию, направленную на компенсацию углеводного обмена, согласно рекомендациям эндокринолога (диета, таблетированные сахароснижающие препараты или инсулин), метаболическую терапию (альфа липоевая кислота, витамины группы В), антиагрегантную терапию (трентал, сулодексид). Антибиотикотерапию проводили при инфицировании раневого дефекта на стопе. Местное лечение включало перевязки с антисептическими растворами (р-р иодопирона 1%, р-р хлогексидина 0,1%), с ферментативными покрытиями (дальцекс-трипсин), гидрофильными мазями (левосин, левомеколь), препаратами на основе гиалуроновой кислоты (куриозин).

Группа 2 (основная) включала 35 (34,4%) пациентов, которым помимо традиционной терапии проводили лазерную рефлекторную стимуляцию микроциркуляции. Лазерное воздействие осуществляли с помощью инфракрасного лазера «Матрикс», длина волны—0,89 мкм, частота — 80 Гц, мощность — 10Вт, экспозиция — 2 мин на одну зону. Терапевтическое воздействие осуществляли паравертебрально по зонам сегментарной иннервации (ганглии пояснично-крестцовой области), на область проекции крупных сосудов (бедренной и подколенной артерий, артерии тыла стопы) с обеих сторон, и на заднюю группу мышц голени с обеих сторон. Курс лазерной терапии включал 10 сеансов.

Группа 3 (основная) включала 37 (36,3%) пациентов, которым проводили традиционную терапию и комбинированную лазерную терапию, включающую, воздействие на точки рефлекторной стимуляции микроциркуляции (аналогично 2 группе) и непосредственно на рану (язву). Воздействие осуществляли на точки рефлекторной стимуляции

микроциркуляции стандартной импульсной инфракрасной лазерной головкой, а воздействие на рану (язву) - матричной импульсной инфракрасной лазерной головкой - с длиной волны—0,89 мкм, частота — 80 Гц, мощность импульса — 10Вт, экспозиция — 2 мин. Курс лазерной терапии включал 10 сеансов.

Таблица 3

Распределение больных в зависимости от метода лечения

п/п	Методы лечения	Количество больных	
		Абс.	%
1	Традиционное лечение	30	29,4
2	Традиционное лечение + лазерная рефлекторная стимуляция микроциркуляции	35	34,3
3	Традиционное лечение + лазерная рефлекторная стимуляция микроциркуляции + местная лазеротерапия	37	36,3
Всего		102	100,0

Больные в группах сравнения были репрезентативны по возрасту, полу, длительности, тяжести и распространенности поражения, наличию сопутствующих заболеваний.

Для научной аргументации и подтверждения эффективности воздействия методики на течение раневого процесса использовались наряду с клиническими методами исследования, использовали морфологические и патофизиологические (компьютерная капилляроскопия, лазерная доплеровская флоуметрия и полярография).

Результаты исследования и их обсуждение

Оценка клинических результатов лечения показала, что у пациентов 1 (контрольной) группы, получавших только традиционное лечение отмечали незначительную динамику в изменениях клинической картины. Через 14

суток лечения отечность стопы уменьшилась лишь у 12 (40%) пациентов, а болевой синдром был купирован лишь у 5 (16,7%). Во 2 (основной) группе, где кроме традиционной терапии проводили лазерную рефлекторную стимуляцию микроциркуляции, в отличие от контрольной группы пациентов получавших только традиционное лечение, отмечали уменьшение болей в стопах и явлений парестезий на 7-10 сутки, быстрое уменьшение воспалительных явлений в области длительно не заживающих ран и язв. Отмечали выраженное уменьшение местного отека в среднем на 5-7 сутки, гиперемия окружающих тканей сохранялась в течение 3-4 суток, а инфильтрация в области краев ран 4-5 суток. В 3 (основной) группе, где традиционную терапию и рефлекторную лазерную стимуляцию микроциркуляции сочетали с местной лазеротерапией ран (язв) матричным излучателем отмечали наиболее выраженную положительную динамику. Так уменьшение местного отека отмечали уже на 4-5 сутки, гиперемии окружающих тканей на 2-3 сутки, а инфильтрации в области краев ран (язв) на 3-4 сутки.

Оценка основных показателей течения раневого процесса у пациентов с синдромом диабетической стопы в группах показала, что в группе больных, пролеченных традиционным способом средние сроки очищения длительно не заживающих ран и трофических язв составили $10,1 \pm 0,4$ суток, появление грануляционной ткани отмечено на $18,4 \pm 0,6$ сутки, а заживление (эпителизация на 50%) на $27,8 \pm 1,2$ сутки. Во второй группе больных, которым помимо традиционного лечения проводили лазерную рефлекторную стимуляцию микроциркуляции, средние сроки очищения от гнойно-некротических масс, появления грануляции и эпителизации ран составили соответственно: $8,2 \pm 0,6$, $16,6 \pm 0,4$ и $22,0 \pm 0,8$ сутки. Наилучшие показатели мы отметили в 3 группе, где традиционную терапию и рефлекторную лазерную стимуляцию микроциркуляции сочетали с местной лазеротерапией ран (язв) матричным излучателем. Средние сроки очищения длительно не заживающих ран и трофических язв от девитализированных тканей

составили $5,8 \pm 0,2$ суток, появление грануляционной ткани отмечено на $14,2 \pm 1,2$ сутки, а заживление (эпителизация на 50%) на $20,5 \pm 0,7$ сутки. Применение разработанной методики лечения длительно не заживающих ран и трофических язв у больных с синдромом диабетической стопы способствовало сокращению сроков очищения раневых дефектов в 1,7 раза, появления грануляций в 1,3 раза и заживления (эпителизация на 50%) в 1,3 раза.

Проводили оценку результатов лечения через 6 месяцев. Клиническая динамика у больных с синдромом диабетической стопы через 6 месяцев после лечения, во 2 и 3-х группах, где применяли низкоинтенсивное лазерное излучение, характеризовалась улучшением общего самочувствия, снижением чувства «усталости» в ногах, уменьшением отечности стоп. В первой группе клиническая картина соответствовала таковой до начала курса лечения. По нашему мнению, очень показательными являются результаты заживления длительно не заживающих ран и трофических язв у больных с синдромом диабетической стопы, в группах. Так, среди пациентов, получавших только традиционную терапию, заживление длительно не заживающих ран и трофических язв через 6 месяцев отмечено у 14 (46,6%) пациентов. У больных, получавших традиционную терапию и лазерную рефлекторную стимуляцию микроциркуляции, у 22 (62,8%) больных произошла эпителизация ран (язв). И, наконец, комплексное лечение больных с синдромом диабетической стопы, где традиционную терапию и лазерную рефлекторную стимуляцию микроциркуляции сочетали с местной лазеротерапией ран (язв) матричным излучателем, позволило добиться у 32 (86,5%) пациентов заживления длительно не заживающих ран и трофических язв (табл. 4).

Таблица 4

Основные показатели течения раневого процесса в исследуемых группах

Группы больных	Очищение раневой поверхности	Появление грануляций	Заживление (эпителизация на 50%)	Заживления через 6 месяцев
	Средние сроки в сутках	Средние сроки в сутках	Средние сроки в сутках	n, (%)
1 группа (контрольная) (n=30)	10,1±0,4	18,4±0,6	27,8±1,2	14 (46,6)
2 группа (n=35)	8,2±0,6*	16,6±0,4*	22,0±0,8*	22 (62,8)
3 группа (n=37)	5,8±0,2*#	14,2±1,2*#	20,5±0,7*#	32 (86,5)

* - достоверность отличия от показателей 1 (контрольной) группы ($p < 0,01$).

#- достоверность отличия от показателей 2 группы ($p < 0,01$).

Из результатов гистологических исследований тканевых биоптатов, с дна и краев длительно не заживающих ран и трофических язв у больных с синдромом диабетической стопы до начала лечения было видно, что морфологическая картина характеризуется наличием обширного слоя некроза и фибринозно-гнойного экссудата с многочисленными бактериальными колониями, жировая клетчатка с выраженными воспалительными и некротическими изменениями: отек, диффузная (гнойная) лейкоцитарная инфильтрация, очаговые некрозы и кровоизлияния. Сосуды (капилляры, венулы, артериолы) имеют выраженные признаки микроциркуляторных нарушений: сладж эритроцитов, формирование эритроцитарных и тромбоцитарных «пробок» и часто микротромбы. В этих микрососудах и в тех, просвет которых свободен, отмечается пролиферация эндотелия, деструкция его ядер и цитоплазмы, десквамация клеток в просвет.

В части сосудов отмечается пролиферация эндотелия с резким сужением просвета. Стенки сосудов утолщаются также за счет фиброза, прорлиферации перицитов, а в сосудах более крупного калибра – адвентициальных клеток. Наблюдается также инфильтрация нейтрофилами, лимфоцитами и макрофагами стенок мелких артерий и вен, а также периваскулярных пространств. Выраженный инфильтративно-пролиферативный панваскулит и периваскулярный фиброз ведет к формированию вокруг сосудов специфических «муфт». В сочетании с плазматическим пропитыванием стенок сосудов и часто обнаруживаемым фибринозным некрозом стенок все это приводит к резкому нарушению микроциркуляции и проницаемости сосудов. К этому присоединяется выраженный лимфостаз, повышенная проницаемость ведет к диапедезу эритроцитов и миграции в ткань нейтрофилов – нейтрофильной инфильтрации.

При включении в комплексное лечение больных лазерной рефлекторной стимуляции микроциркуляции патоморфологически к 7-14 суткам отмечалось уменьшение воспалительного процесса: снижение отека и нейтрофильной инфильтрации, некоторое уменьшение признаков микроциркуляторных нарушений, очищение раневой поверхности от гнойно-некротических масс. К 10-14 суткам наблюдалось усиление макрофагальной реакции и пролиферации фибробластов, новообразование капилляров, появление полноценной (не патологической) грануляционной ткани с вертикальными капиллярами. В поздних сроках (21 сутки) отмечается краевая регенерация эпидермиса. Однако и к концу наблюдения еще имеется воспалительная клеточная инфильтрация и отек грануляционной ткани, недостаточно активно идет формирование коллагеновых волокон, очаги склероза и гиалиноза перемежаются с рыхлыми незрелыми участками соединительной ткани.

Применение сочетания лазерной рефлекторной стимуляции микроциркуляции и местной лазерной терапии раневых дефектов матричным излучателем показало, что непосредственно после первого сеанса отмечалась

дилатация микрососудов, уменьшение внутрисосудистого сладжирования эритроцитов. На 4-6 сутки при ежедневных сеансах лазерной терапии выявилось значительное снижение или исчезновение выраженных в исходных (до начала лечения) биоптатах признаков микроциркуляторных нарушений: микротромбов, сладжа эритроцитов, агрегации тромбоцитов, лейкоцитарных «пробок», васкулита, деструкции эндотелия, сужения и облитерации просвета. Значительно уменьшается или исчезает микробное обсеменение, усиливается фагоцитарная активность нейтрофилов и макрофагов по отношению к бактериям и некротическому детриту, происходит очищение раны от фибринозно-гнойного экссудата и детрита. Резко снижаются воспалительные проявления: проницаемость стенок микрососудов, отек, нейтрофильная инфильтрация. Уменьшаются дистрофические и некротические изменения клеток и тканей, усиливается реакция тучных клеток, макрофагальная реакция, макрофагально - фибробластическое взаимодействие, пролиферация фибробластов и новообразование капилляров. С 5-7 суток формируется грануляционная ткань с вертикальными сосудами, в дальнейшем претерпевающая фиброно-рубцовую трансформацию с уменьшением клеток и сосудов и увеличением коллагеновых волокон. Происходит нормализация гистоиммунных проявлений – лимфоцитарной и плазмоклеточной инфильтрации. На 10-14 сутки происходит активная регенерация эпителия на краях раны, который характеризуется повышенным содержанием РНК и гликогена.

Результаты компьютерной капилляроскопии у больных с синдромом диабетической стопы показали обеднение капиллярной сети, плотность капилляров в среднем составила $4,58 \pm 1,37$ на 1 мм^2 , размеры (диаметр) артериального отдела $8,714 \pm 2,26$ мкм, переходного отдела $15,57 \pm 4,033$ мкм, венозного отдела $17,84 \pm 2,83$ мкм. Периваскулярная зона составила $124,1 \pm 30,32$ мкм, что может свидетельствовать о наличии выраженного интерстициального отека. Скорость капиллярного кровотока была низкой, в среднем $306,2 \pm 161,5$ мкм/сек, такая низкая скорость в артериальном отделе

может обуславливать недостаточную диффузию в нутритивном отделе капилляров и, как следствие, нарушение трофики тканей. У больных с синдромом диабетической стопы отмечали характерные особенности морфологической структуры капилляров: артериальный и венозный отделы были закручены по спирали вокруг друг друга, переходный отдел в большинстве случаев выглядел по типу спичечной головки. Мы отмечали полиморфизм в морфологии капилляров, однако в морфологической структуре капилляров превалировал тип «d» в 68,6% и комбинации типов «dh» в 17,2% и типов «bd» в 14,1% , по классификации морфологической конфигурации капилляров Bollinger A., (1982). Таким образом, изменения диаметров различных отделов капилляров, плотность капиллярной сети, состояние периваскулярной зоны и скорость капиллярного кровотока объективно отражают структурно-функциональные изменения в микроциркуляторном русле у больных с синдромом диабетической стопы. Что выражается в уменьшении диаметров капилляров: артериального отдела на 23%, переходного отдела на 5,6%, увеличении диаметра венозного отдела на 23%; в снижении плотности капиллярной сети на 42,9%; в увеличении периваскулярного отёка на 67% и снижении скорости капиллярного кровотока в артериальном отделе на 71,8%. Отмечали наличие сладжей при капилляроскопическом исследовании у 39,3% пациентов и стаза у 7,1% больных с синдромом диабетической стопы.

Результаты исследования микроциркуляции методом лазерной доплеровской флоуметрии у больных синдромом диабетической стопы показали, что имеется значительное снижение показателя микроциркуляции, ПМ составил на плантарной поверхности – $1,8 \pm 2,6$ перф.ед., градиент (Гр) становился выше 4,0 ($5,4 \pm 0,52$), коэффициент асимметрии (Ка) составил в среднем $0,76 \pm 0,14$. Амплитуда вазомоторных колебаний кровотока в микрососудах была резко снижена, как за счет абсолютных значений, так и за счет уменьшения вклада вазомоций ($6,1 \pm 0,9\%$) в микрокровооток в тканях и активности вазомоций. Это, а также

то, что все проведенные функциональные пробы показали снижение реакции микрососудов. Отмечали снижение эффективности регуляции микроциркуляции на 63%, что составило $0,82 \pm 0,16$.

В группе, где применяли традиционную терапию, незначительно улучшился нутритивный кровоток, о чем свидетельствует увеличение ПМ лишь до 2,27 перф.ед. В соотношении пассивных и активных механизмов регуляции микроциркуляции, по-прежнему, как и до лечения, преобладали пассивные механизмы. В результате лечения больных с синдромом диабетической стопы с применением лазерной рефлекторной стимуляции микроциркуляции значительно улучшился нутритивный кровоток, о чем свидетельствует увеличение ПМ до 4,38 перф.ед. Так же нормализовалось соотношение пассивных и активных механизмов регуляции микроциркуляции с преобладанием активных механизмов. Полученные данные свидетельствуют об улучшении трофики тканей, а так же о восстановлении нейрогенной регуляции микрососудистого русла. При анализе данных, полученных через 6 месяцев, отметили незначительное снижение показателей микроциркуляции ПМ и СКО, а так же изменения вклада ритмических составляющих амплитудно-частотного спектра характеризующиеся снижением амплитуды низкочастотных колебаний (LF- и VLF-колебаний) до 39,2% и 50,1% соответственно, и увеличением амплитуды высокочастотных (HF- и CF- колебаний) до 8,4% и 2,3% соответственно, что свидетельствует, вместе с тем, о целесообразности проведения повторного курса лазерной рефлекторной стимуляции микроциркуляции через 6 месяцев. При сочетании традиционной терапии с рефлекторной лазерной стимуляцией микроциркуляции и местной лазеротерапией ран (язв) матричным излучателем ПМ как в области зажившей раны, так и в области неповрежденной кожи дорзальной и плантарной поверхности стопы нормализовался и практически не отличался от контрольных цифр. Отмечали уменьшение Гр п/д за счет выравнивания уровня перфузии в прекапиллярной и посткапиллярной зоне

микрососудистого модуля, восстановлением некоторого баланса между веноулярным и артериолярным звеньями микроциркуляторной системы. Анализ данных, полученных через 6 месяцев, отметил незначительное снижение показателей микроциркуляции ПМ и Ка, а так же изменения вклада ритмических составляющих амплитудно-частотного спектра, характеризующиеся снижением амплитуды низкочастотных колебаний (LF- и VLF-колебаний) до 39,8% и 52,9% соответственно, и увеличением амплитуды высокочастотных (HF- и CF- колебаний) до 5,9 % и 1,6% соответственно. Эти данные свидетельствуют о целесообразности проведения повторного курса лазерной рефлекторной стимуляции микроциркуляции, а у пациентов с незажившими раневыми дефектами еще и местной лазеротерапией ран (язв).

Проведенные исследования напряжения кислорода в тканях у больных синдромом диабетической стопы показали снижение данного показателя на стопах у всех пациентов (нормальные показатели уровня $T_{sp}O_2$ у здоровых людей на стопе составляет 60-70 мм рт.ст. в горизонтальном положении). У больных с синдромом диабетической стопы до лечения уровень $T_{sp}O_2$ составил в нашем наблюдении в среднем $52,4 \pm 1,84$ мм.рт.ст. Уровень $T_{sp}O_2$ у больных, которым проводили традиционное лечение, после курса терапии (14 дней) незначительно повысился до $55,4 \pm 1,18$ мм.рт.ст., его прирост составил всего 5,5% по сравнению с результатами до лечения ($p < 0,01$). Через 6 месяцев после лечения уровень $T_{sp}O_2$ составил $54,8 \pm 1,56$ мм.рт.ст. Анализ динамики $T_{sp}O_2$ у больных 2 группы, получавших традиционное лечение и лазерную рефлекторную стимуляцию микроциркуляции, свидетельствует о существенном увеличении данного показателя после курса до $58,2 \pm 0,76$ мм.рт.ст., прирост показателя составил 10,5% по сравнению с результатами до лечения ($p < 0,01$). При осмотре через 6 месяцев пациентов этой группы отметили снижение уровня $T_{sp}O_2$ до $56,4 \pm 1,14$ мм.рт.ст. Эти данные свидетельствуют о целесообразности проведения повторного курса лазерной рефлекторной стимуляции микроциркуляции раз в пол года. Самое

значительное повышение уровня $T_{cрO_2}$ мы отметили после курса лечения у больных 3 группы, получавших традиционное лечение, рефлекторную лазерную стимуляцию микроциркуляции и местную лазеротерапию ран (язв) матричным излучателем, где он достиг нормы ($60,2 \pm 1,62$), его прирост составил 16,5%. по сравнению с результатами до лечения ($p < 0,01$). При контрольном исследовании через 6 месяцев $T_{cрO_2}$ изменился незначительно оставаясь близким к норме $59,7 \pm 1,26$ мм.рт.ст. Вместе с тем тенденция к снижению уровня $T_{cрO_2}$ у больных синдромом диабетической стопы через 6 месяцев после комплексного лечения свидетельствует о целесообразности проведения повторного курса лазерной рефлекторной стимуляции микроциркуляции, а у пациентов с незажившими раневыми дефектами еще и местной лазеротерапией ран (язв).

Таким образом, на основании проведенных общеклинических, функциональных и морфологических исследований было установлено, что комбинированная лазерная терапия, включающая лазерную рефлекторную стимуляцию микроциркуляции и местную лазеротерапию ран (язв) у больных с синдромом диабетической стопы является патогенетически обоснованной и практически оправданной.

ВЫВОДЫ

1. Разработанная методика комплексного лечения длительно не заживающих ран и трофических язв у больных с синдромом диабетической стопы, основанная на применении низкоинтенсивного инфракрасного лазерного излучения, по данным клинических, морфологических и патофизиологических исследований по своей лечебной эффективности значительно превосходит традиционную терапию и может быть рекомендована к внедрению в широкую клиническую практику.

2. Клинические и патоморфологические исследования у больных с синдромом диабетической стопы показали, что низкоинтенсивное инфракрасное лазерное излучение способствует быстрому очищению раневой поверхности от гнойно-некротического детрита, усилению фагоцитоза, нормализации микроциркуляции, ослаблению воспалительной инфильтрации, усилению макрофагальной реакции и пролиферации фибробластов и стимуляции ангиогенеза, отмечается ускорение образования и созревания грануляционной ткани и эпителизации раны в 1,3 раза, по сравнению с традиционной методикой.

3. По данным компьютерной капилляроскопии нарушения микроциркуляции у больных с синдромом диабетической стопы выражаются в полиморфизме структуры капилляров, нарушении соотношения размеров отделов капилляра, с увеличением венозного отдела, снижении плотности капиллярной сети на 42,9%, увеличении превазкулярной зоны на 67% и снижении скорости капиллярного кровотока на 71,8%.

4. По данным лазерной доплеровской флоуметрии специфическими чертами нарушений микроциркуляции у больных с синдромом диабетической стопы являются стазический тип микроциркуляции со сниженной активностью компонентов микроциркуляторного русла, застоем крови в венулярном звене и ослаблением кровотока, со снижением индекса эффективности микроциркуляции на 63%.

5. Применение лазерной рефлекторной стимуляции микроциркуляции и местной лазеротерапии в комплексном лечении больных с синдромом диабетической стопы активизирует транскапиллярный обмен, способствует восстановлению структуры и функции микроциркуляторного русла за счет повышения миогенной активности гладкомышечных клеток артериол и прекапилляров, и нормализации артериоло-венозных взаимоотношений, что обеспечивает повышение парциального давления кислорода в тканях стопы на 16,5% от исходного уровня.

ПРАКТИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ

При обследовании больных, страдающих синдромом диабетической стопы, для детального изучения состояния микроциркуляции и выбора терапии, необходимо проводить:

1. компьютерную капилляроскопию;
2. лазерную доплеровскую флоуметрию;
3. транскутанное измерение напряжения кислорода в тканях стопы.

В арсенал современных средств комплексного лечения больных с синдромом диабетической стопы следует рекомендовать включение лазерной терапии.

В комплексе с традиционной терапией ежедневно проводить сеансы лазерной терапии. Для проведения лазерной терапии использовать полупроводниковый лазерный терапевтический аппарат со стандартными лазерными и матричными головками. Параметры воздействия: длина волны 0,89 мкм; частота 80 Гц; мощность — 10Вт., экспозиция на зону 2 мин. Зоны воздействия: контактно - паравертебрально по зонам сегментарной иннервации (ганглии пояснично-крестцовой области), на область проекции крупных сосудов (бедренной и подколенной артерий, артерии тыла стопы) с обеих сторон, и на заднюю группу мышц голени с обеих сторон; лабильно – рана (язва). На курс проводят 10 процедур.

Перевязки с антисептиками и гидрофильными мазями применяют до очищения язв от гнойно-некротических масс. В дальнейшем рекомендуется применение средств, стимулирующих репаративные процессы (куриозин).

Мы рекомендуем проводить повторный курс лазерной терапии через 6 месяцев.

**СПИСОК РАБОТ,
ОПУБЛИКОВАННЫХ ПО ТЕМЕ ДИССЕРТАЦИИ**

1. Плазменные технологии в лечении больных с гнойно-некротическими поражениями стоп у больных сахарным диабетом II типа // Научный форум "Хирургия 2002": Сб. науч. тр./ - М., 2002. - С. 73-74. (Соавт. Дуванский В.А., Дзагнидзе Н.С.).
2. Применение воздушно-плазменных потоков в режиме «НО-терапии» при пластическом закрытии гнойных ран // Научный форум "Хирургия 2002": Сб. науч. тр./ - М., 2002. - С. 74-75. (Соавт. Дуванский В.А., Дзагнидзе Н.С.).
3. Результаты исследования микроциркуляции у больных с синдромом диабетической стопы методом лазерной доплеровской флоуметрии // Лазерная медицина, - Т. 8(3), - М., 2004. - С. 177-178. (Соавт. Дуванский В.А., Дзагнидзе Н.С., Терешкин Д.В.).
4. Микроциркуляция гнойных ран по данным лазерной доплеровской флоуметрии // Лазерная медицина, - Т. 11(1), - М., 2007. - С. 46-49. (Соавт. Дуванский В.А., Дзагнидзе Н.С.).
5. Лазерные технологии в лечении больных с гнойно-некротическими формами диабетической стопы // "Bulletin of the International Scientific Surgical Association", Vol.2, N. 1, 2007. - p. 35-36. (Соавт. Дуванский В.А., Дзагнидзе Н.С.).
6. Лазерная терапия в коррекции микроциркуляторных расстройств у больных с синдромом диабетической стопы // "Bulletin of the International Scientific Surgical Association", Vol.2, N. 1, 2007. - p. 37-38. (Соавт. Дуванский В.А., Дзагнидзе Н.С.).