

# Эффективное лечение телеангиэктазии вен нижних конечностей с помощью нового диодного лазера с длиной волны 940 нм

ПЕТЕР КАУДЕВИЦ (PETER KAUDEWITZ), Д.М.Н.,\* ВИНФРИД КЛЕВЕКОРН (WIENFRIED KLÖVEKORN), Д.М.Н.,<sup>+</sup>  
ВЕРНЕР РОТТЕР (WERNER ROTHER), Д.ФАРМ.Н. <sup>++</sup>

\* Отделение дерматологии, Университет Людвига Максимилиана (Ludwig-Maximilians-University Munich, Munich, Germany), Мюнхен, Федеративная республика Германия, <sup>+</sup> Лазерный центр Гилхинг, Гилхинг, Федеративная республика Германия (Laser Center Gilching, Gilching, Germany) и <sup>++</sup> Дорнье Медициналэзер ГмбХ, Гермеринг, Германия (Dornier MedizinLaser GmbH, Germering, Germany)

## ИСТОРИЯ ВОПРОСА

К настоящему времени предпринимались многочисленные попытки использования различных лазеров для лечения телеангиэктазии вен нижних конечностей.

## ЦЕЛЬ ПРОВЕДЕНИЯ ИССЛЕДОВАНИЯ

Оценка возможности применения нового диодного лазера с длиной волны 940 нм для лечения телеангиэктазии вен нижних конечностей.

## МЕТОДЫ

Диодный лазер использовался для лечения тридцати одного пациента, страдающего телеангиэктазией вен нижних конечностей; лечение 26 пациентов из этой группы проводилось за один проход с длиной волны 940 нм, плотностью энергии от 300 до 350 Дж/см<sup>2</sup>, длительностью импульса от 40 до 70 мсек, фокусирующей насадкой 1,0 мм, лечение пяти пациентов этой же группы проводилось за один проход с длиной волны 940 нм, плотностью энергии 815 Дж/см<sup>2</sup>, длительностью импульса 50 мсек, фокусирующей насадкой 0,5 мм. Схема лечения каждого

пациента: 3 сеанса терапии пораженного участка одной и той же локализации с 4-недельным интервалом. Фотографии, снятые до проведения лечения и 4 недели спустя после последнего сеанса лечения, были представлены двум независимым экспертам для оценки очищения сосудов.

## РЕЗУЛЬТАТЫ

Из 26 пациентов, получивших лечение с плотностью энергии от 300 до 350 Дж/см<sup>2</sup>, у 20 пациентов (76%) степень очищения сосудов более 50%, у 12 из них степень очищения сосудов превысила 75%. У шести пациентов отмечена степень очищения сосудов менее 50%, у трех из них этот показатель был меньше 25%. У пяти пациентов, получивших лечение с плотностью энергии 815 Дж/см<sup>2</sup>, была установлена степень очищения более 75%.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Проведенное предварительное исследование показало, что диодный лазер с длиной волны 940 нм является безопасным и эффективным средством лечения телеангиэктазии вен нижних конечностей.

ИЗБИРАТЕЛЬНЫЙ ЛАЗЕРНЫЙ фототермолиз высоко эффективен при лечении определенных сосудистых изменений, таких как телеангиэктазия лица, „пылающие“ невусы (портвейновые пятна), гемангиомы или паукообразные невусы.<sup>1</sup> В отличие от этих не вызывающих сомнений областей применения, роль лазеров, как средства лечения телеангиэктазии вен, определена не столь четко.<sup>2</sup> Ранее применявшиеся лазеры, при использовании которых были получены превосходные результаты лечения перечисленных выше сосудистых изменений, были использованы и для лечения вен нижних конечностей, однако эффект от их применения оказался менее убедительным. Лазеры с более короткими длинами волн, типа КТР и Nd:YAG лазеров удвоенной частоты, характеризуются высокой степенью поглощения меланином, что не позволяет работать с высокими плотностями энергии, т.к. в противном случае неизбежны эпидермальные нарушения. Кроме того, излучение этих лазеров не проникает глубоко в кожу и в кровь. В связи с этим при попытке расширения области применения указанных лазеров использовались пятна большего диаметра. В зависимости от представленных протоколов лечения степень очищения оценивается в диапазоне от 63 до 100%. 3-5 Существует мнение, что это оптимальный метод лечения для сосудов, не чувствительных к другим лазерам, интенсивному импульсному свету, или склерозирующей терапии 6.

Была предпринята модификация лазеров на красителях для генерации длинных и сверхдлинных импульсов с целью получения лучших результатов при лечении больших сосудов вен нижних конечностей. Полученные результаты: более 60% пациентов сообщило об умеренных результатах после одного сеанса лечения и около 80% очищения после четырех курсов лечения. 7

Видимо, необходимы повторные сеансы лечения, так как данные, полученные при проведении других исследований показывают, что лечение телеангиэктазии вен нижних конечностей за один сеанс при использовании 4- и 1.5-мсек излучения лазеров с накачкой от лампы-вспышки не приводит к получению эффективных результатов.<sup>8</sup>

Клинические исследования указывают некоторую эффективность лазеров, испускающих более длинные волны,

например, александритный или Nd:YAG лазеры. Было сообщено об уменьшении на 63 % телеангиэктазии нижних конечностей после трех сеансов лечения новым длинноимпульсным александритным лазером<sup>9</sup> и об улучшении на 75 % при использовании нового Nd:YAG лазера, испускающего мультисинхронизируемые импульсы длиной волны 1064 нм.<sup>10</sup> В целом все эти исследования исходили из того, что лазерная терапия является потенциальным средством для лечения вен нижних конечностей. Обилие разнообразных применяемых методов наглядно демонстрирует отсутствие общепринятой стандартной методики лазерной терапии. Телеангиэктазия вен нижних конечностей трудно поддается лечению и является широко распространенным заболеванием. В связи с этим очевиден интерес к вопросу об эффективности лазерной терапии для лечения телеангиэктазии нижних конечностей.

Использование диодной технологии позволяет создавать лазеры, удовлетворяющие специфическим требованиям лечения нижних конечностей. В предлагаемой работе мы рассматриваем лазер с длиной излучения 940 нм как новый инструмент лечения указанного поражения сосудов. Возможность и эффективность применения этого нового устройства была оценена в ходе клинического испытания, проводившегося на 31 пациентке с различными типами телеангиэктазии вен нижних конечностей. Полученные результаты позволяют сделать выводы о многообещающей перспективе применения диодного лазера с длиной волны излучения 940 нм с указанной приведенной клинической настройкой.

## Материалы и методы

После получения письменного информированного согласия, рассматриваемый здесь метод был применен для лечения 31 пациента.

Проводилось лечение телеангиэктазии нижних конечностей различной локализации, включая бедро, икры и лодыжку, диаметр сосуда менее 1 мм. Исследование охватило синюю и красную телеангиэктазии, преобладала синяя телеангиэктазия. У всех женщин тип кожи I-III при полном отсутствии загара. Критерии исключения пациенток из исследуемой группы, в том числе клинические: глубокий тромбоз вен, плохое заживление или формирование келоида, поверхностный тромбофлебит или гиперкоагуляция, наличие больших извилистых вен, беременность или кормление грудью, склерозирующая терапия, или же любое лечение вен нижних конечностей с помощью лазера за последние три месяца. Из числа исследуемых были исключены пациентки с недостаточностью большинства видимых и невидимых через кожу вен, а также перфорацией вен, что определялось методом Доплеровской эхографии и дуплексным УЗИ.

Лечение пациенток проводилось новым диодным лазером (Medilas D Skinpulse, Dornier MedizinLaser GmbH, Germering, Германия). Этот лазер испускает излучение длиной волны 940 нм. Плотность энергии и длительность импульса регулировались, соответственно в диапазоне от 200 до 1000 Дж/см<sup>2</sup> и от 10 до 100 мсек. Доставка лазерной энергии осуществлялась ручной насадкой со сменными оптическими элементами, обеспечивающими размер пятна диаметром 0,5, 1,0 и 1,5 мм.

В ходе первого контролируемого изучения этого лазера мы поставили перед собой задачу оценки фиксированного набора параметров лечения, считавшихся наиболее эффективными с теоретической точки зрения, а также по результатам предварительных испытаний, с тем, чтобы в ходе дальнейших исследований оптимизировать их в последующем. Лазерная терапия проводилась с применением следующих параметров: плотность энергии – от 300 до 350 Дж/см<sup>2</sup>, продолжительности импульса – от 40 до 70 мсек, интервалы между импульсами – от 400 до 600 мсек. Использовался диаметр лазерного пятна 1 мм.

Дополнительно к указанным выше 26 пациенткам, для 5 пациенток с поверхностными венами нижних конечностей, диаметром вен менее 0,5 мм, в том числе и для одной женщины с эссенциальной телеангиэктазией голени (см. рис. 1), была проведена лазерная терапия со следующими параметрами: диаметр пятна - 0,5 мм, плотность энергии - 815 Дж/см<sup>2</sup>, продолжительность импульса – 50 мсек.

Сосуды обрабатывались от периферии к центру за один проход независимо от наблюдаемой клинической конечной точки.

До проведения лазерной терапии охлаждение не проводилось, так как ранее проведенные исследования показали отсутствие



**Рисунок 1.** Эссенциальная телеангиэктазия голени. Очистление малых сосудов в зоне терапии (красный прямоугольник) выполнено без побочных эффектов с применением плотности энергии 815 Дж/см<sup>2</sup>

существенного дискомфорта у пациенток и каких-либо эпидермальных повреждений. По требованию пациентки использовались упаковки льда для смягчения дискомфорта после проведения лазерной терапии. Уход после проведения лазерной терапии не требовался, компрессионные и специальные поддерживающие чулки не использовались. Лечение пациенток проводилось в три сеанса с 4-недельными интервалами.

Участок, подвергаемый лазерной терапии, идентифицировался с помощью шаблона, накладываемого поверх обрабатываемого участка, при этом выбор участка осуществлялся с учетом рисунка окружающих сосудов, меланоцитных невусов, ангиом, себорейного кератоза, или других стойких отметок тела. Таким образом, участок, подвергаемый лазерной терапии, точно идентифицировался при проведении повторных сеансов лечения, что обеспечивало проведение лечения точно тех же сосудов. Фотографии до проведения лазерной терапии были сняты после маркировки зоны, которая будет подвергаться лазерной терапии. Фотографии после проведения лазерной терапии снимались в идентичных условиях перед каждым последующим сеансом лечения и 4 недели спустя после последнего сеанса лечения.

Цветные слайды оценивались двумя независимыми врачами. Степень очищения сосудов, подвергнутых лазерной терапии, оценивалась разбивкой на следующие группы степени очистки: менее 25 %, от 25 до 50 %, от 50 до 75 %, и более 75 %.

Для гистопатологической оценки изменений, вызванных лазерным излучением, сразу после сеанса лечения и спустя 6 дней брались 4-миллиметровые пункции биопсии. Образцы биопсии подвергались стандартной обработке и окрашивались гематоксилином и эозином.

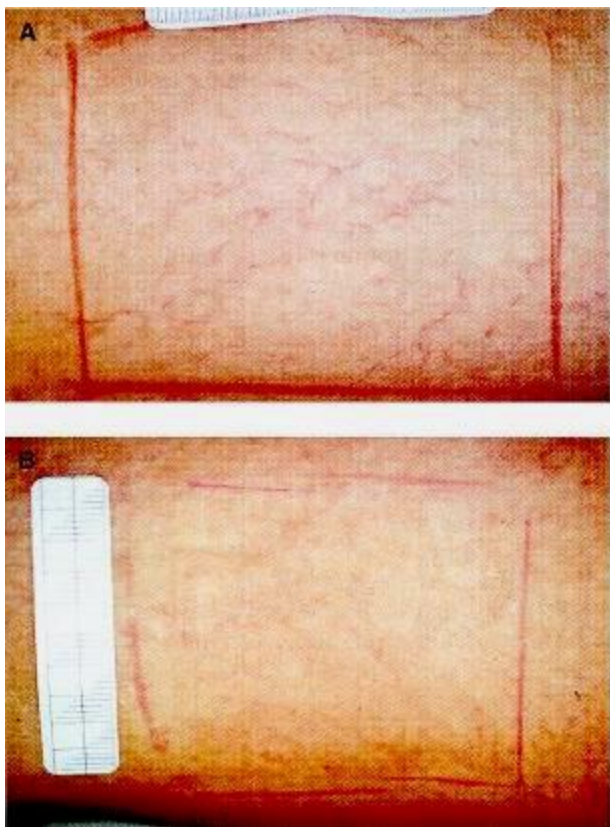
## Результаты

Из 26 пациенток степень очищения, оцениваемая более 50 %, наблюдалась у 20 пациенток (76 %). Что касается остальных пациенток, то у 6 (24 %) степень очищения оценивалась меньшей 50 %, и у 3 (12 %) степень очищения оказалась менее 25 %. Обобщенные результаты сведены в таблицу, представленную на рис. 2. На рисунках 3-5 представлены примеры фотографий до и после проведения лечения телеангиэктазии вен нижних конечностей.

В связи с тем, что настоящее исследование носило ограниченный характер, реакцию на полученное лечение невозможно соотносить с такими характеристиками сосуда, как локализация, цвет, предположительная глубина и точный диаметр.

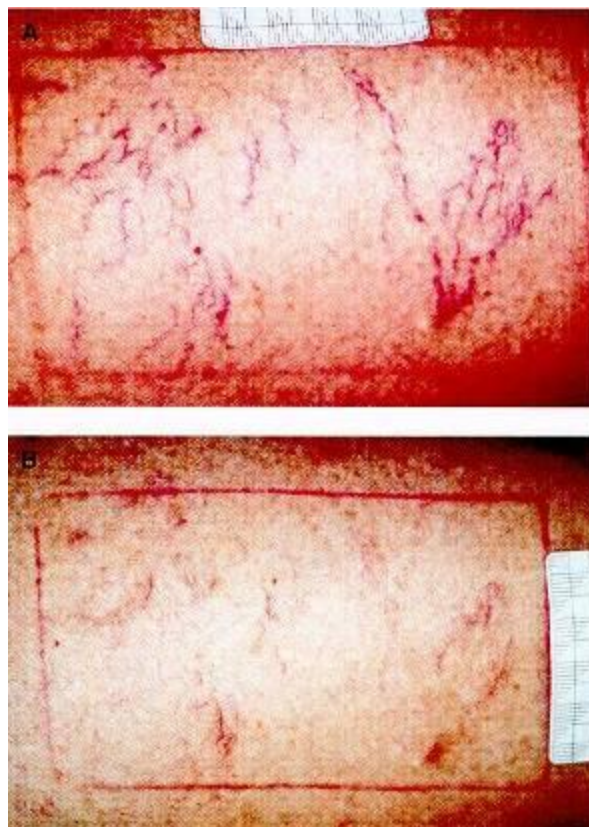


**Рисунок 2.** Очищение телеангиэктагических сосудов после трех сеансов лечения 26 пациенток диодным лазером с длиной волны 940 нм



**Рисунок 3.** (А) Небольшие телеангиэктатические сосуды до проведения лечения. (В) Полное очищение сосудов после проведения трех сеансов лечения

Для лечения пяти пациенток использовалась плотность мощности  $815 \text{ Дж/см}^2$ , которая передавалась пятном диаметром  $0,5 \text{ мм}$ , степень очищения сосудов превысила  $75 \%$  без эпидермальных побочных эффектов. Побочные эффекты, вызываемые лазерной терапией, носят умеренный и обратимый характер. Сразу же после проведения сеанса лечения отмечалось жжение, напоминающее эффект прикосновения к крапиве, и эффект размывания границ сосуда, подвергнувшегося воздействию лазерного излучения. Наблюдалось регулярное исчезновение этих эффектов спустя 24 часа после проведения сеанса. У пяти пациенток имело место легкое поверхностное изменение ткани. У четырех пациенток были отмечены изменения пигментации. У одной пациентки наблюдалась гипопигментация вдоль сосуда, подвергнувшегося лечению. У трех пациенток отмечалась гипопигментация в месте локализации сосуда. Эти изменения обесцвечивались через несколько недель. У одной пациентки полное исчезновение гиперпигментации произошло лишь спустя несколько месяцев. Минимальное телеангиэктатическое образование матовой поверхности наблюдалось у двух пациенток (см. рис. 5В). О возникновении болевых ощущений сообщали большинство пациенток, при этом они оценивали болевые ощущения как терпимые. Опрос женщин, подвергшихся склерозирующей терапии на другой нижней конечности, с целью сравнения ощущений, возникающих при проведении лазерной терапии, дал противоречивые результаты. Некоторые пациентки оценивали лазерную терапию как более удобный и более подходящий для них метод лечения, в то время как другие сообщали о том, что острая боль при лазерном воздействии является более интенсивной. Как и в склерозирующей терапии, интенсивность боли изменяется в зависимости от локализации участка, выбранного для проведения лечения.

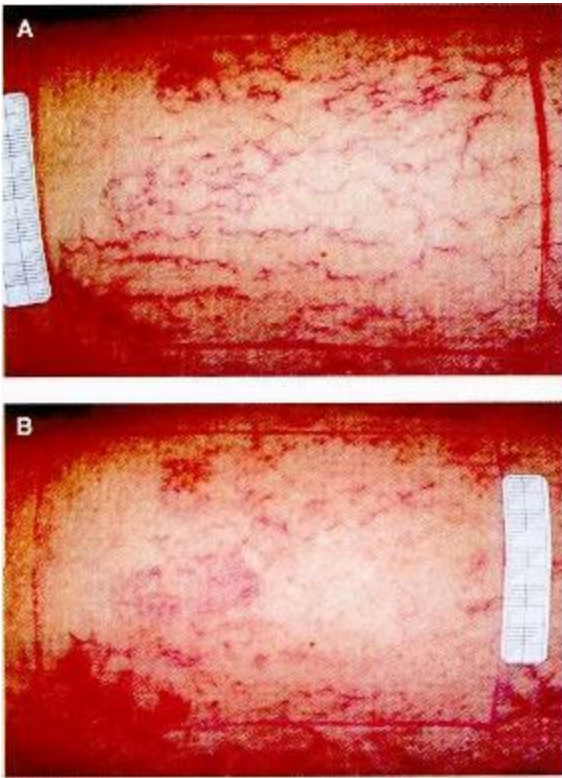


**Рисунок 4.** (А) Большие поверхностные разветвляющиеся сосуды до проведения лечения. (В) Заметное уменьшение сосудов после трех сеансов лечения при небольшом количестве оставшихся сосудов.

Непосредственно сразу после проведения лечения отмечались минимальные гистопатологические изменения. В биопсийных пробах, взятых спустя 6 дней после проведения лечения, было выявлено: распухание эндотелиальных клеток, проникновение лимфоцитов и гистиоцитов, и начальные некробиотические изменения, что морфологически коррелируется с воздействием лазерного излучения. Исследование отдельных гистологических срезов под микроскопом не показало наличие тромбоза или фиброза, при этом серийные срезы для проведения исследования не подготавливались.

### Обсуждение

Первоначально термин телеангиэктазия использовался для описания поверхностного сосуда, различаемого человеческим взглядом на коже. В настоящее время этот термин, т.е. телеангиэктазия вен нижних конечностей, включает в себя венозные паукообразные гемангиомы, солнечную эритему вен, расширенные венулы, венулектасиас (venulectasias), поверхностные варикозы, и телеангиэктатические сосуды.<sup>11,12</sup> Результаты гистопатологических исследований показали связь телеангиэктазии с варикозными венами в ретикулярных и сосочковых слоях дермы и в подкожном жире, располагающемся главным образом параллельно эпидермису<sup>13</sup>. У большинства перечисленных сосудов проявляются признаки расширенных кожных венул; в меньшей степени телеангиэктазия представлена расширенными капиллярными сосудами или артериолами.<sup>13</sup> Соответственно, различают красные и синие телеангиэктазии, большее насыщение кислородом имеет место у красных телеангиэктазий.<sup>14</sup>



**Рисунок 5.** (А) Телеангиэктатические сосуды до проведения лечения. (В) Полное очищение сосудов после проведения трех сеансов лечения на большей части области, выбранной для проведения лечения. Наблюдается начальная матовая телеангиэктатическая поверхность

В соответствии с классификацией варикозных сосудов по Weiss и Weiss сосуды диаметром до 1,0 мм были отнесены к венам паукообразной гемангиомы типа I.11 Сосудами типа II по этой классификации являются сосуды диаметром от 1,0 до 2,0 мм, и для их обозначения используется термин венолектазий (venulectasias). Они могут явно выступать над поверхностью кожи. У пациенток, рассматриваемых в данном исследовании, диаметр сосудов был менее 1 мм, пациенток классифицировали только по размеру сосуда, и исследовавшаяся группа пациенток давала точное представление о различных типах телеангиэктазии вен нижних конечностей, встречающихся в повседневной практике.

Анатомические характеристики вен нижних конечностей, которые были подробно описаны выше, определяют требования к медицинским лазерам, применяемым для их лечения. Так, особо следует выделить следующие критические параметры: глубина пенетрации лазерного излучения в кожу и кровь, длительность импульса и доля лазерной энергии, абсорбируемая эпидермальным хромофором, главным образом меланином. Глубина пенетрации в кожу излучения длиной волны 940 нм составляет приблизительно 3 мм, что обеспечивает удобный доступ к большинству типов телеангиэктазий поверхностных вен нижних конечностей, описанных выше. Проникновение лазерного излучения в кровь характеризуется в основном его поглощением гемоглобином и рассеянием в клетках крови.<sup>15</sup> Преимущество излучения длиной волны 940 нм заключается в наличии незначительного пика поглощения оксигемоглобина при 910 нм. На эту длину волны должны реагировать красные телеангиэктазии, содержащие хромофор в сравнительно более высокой концентрации.

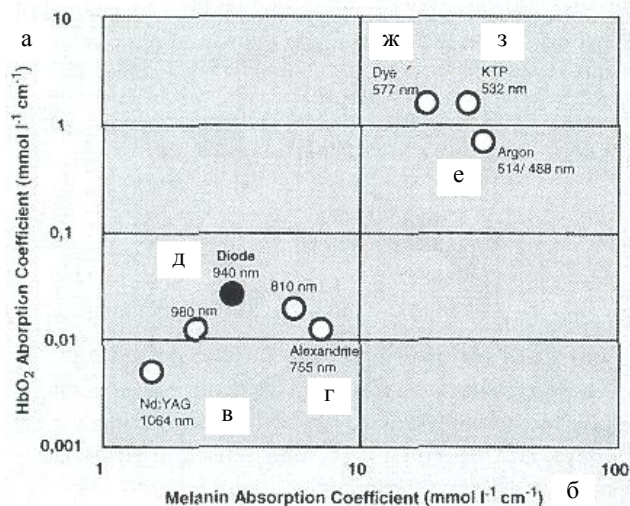
Эффективная глубина пенетрации в кровь лазерного излучения с длиной волны 940 нм составляет, согласно теории

диффузии от 260 до 360 мкм и зависит от концентрации кислорода.<sup>16,17</sup> Лазерное излучение, пенетрирующее на такую глубину в выбранный сосуд, способно передать достаточное количество энергии в просвет потока сосуда и вызвать клинически наблюдаемое сморщивание стенки сосуда. Гистологические исследования сосудов, прошедших такое лечение, позволяют делать предположение о том, что лазерное воздействие может приводить к структурным изменениям обрабатываемого сосуда. Излучение длиной волны 940 нм способно пенетрировать на полную глубину телеангиэктатической вены и позволяет проводить лечение сосудов диаметром до 1 мм. Локализация таких сосудов на большей глубине приводит к необходимости использования большей плотности энергии, как минимум от 250 до 400 Дж/см<sup>2</sup>.

Избирательность, т.е. пропорционально лучшая абсорбция объектом, подвергающимся лечению, по сравнению с окружающими хромофорами, достигнута за счет того, что коэффициент абсорбции крови значительно выше, чем у окружающей ткани. Это подтверждается тем, что глубина пенетрации в кровь составляет 300 мкм, в то время как глубина пенетрации в кожу составляет 3 мм.<sup>18</sup> Дополнительная пространственная избирательность, способствующая минимизации повреждения прилегающей ткани, обеспечивается за счет выбора размера пятна, наиболее близкого к диаметру сосуда. Эпидермальные повреждения маловероятны из-за низкого поглощения излучения меланином. Это отличает использованный лазер от лазера на красителях, аргонового лазера, KTP-лазера, и Nd:YAG-лазера с удвоенной частотой.

Для эффективной коагуляции обрабатываемого сосуда без повреждения прилежащих тканей необходимо, чтобы длительность импульсов была достаточно продолжительной для медленной коагуляции сосуда, но одновременно с этим она не должна выходить за пределы времени тепловой релаксации, зависящего главным образом от диаметра сосуда. Согласно проведенным расчетам, время тепловой релаксации для сосудов диаметром от 200 до 800 мкм, т.е. таких, как телеангиэктатические вены нижних конечностей, составляет от 20 до 300 мсек.<sup>19</sup> В диодном лазере с длиной волны 940 нм возможно изменение продолжительности импульса только в диапазоне от 10 до 100 мсек. На основании приведенных выше результатов расчетов для обеспечения точного воздействия лазерными импульсами мы использовали импульсы длительностью от 40 до 70 мсек с интервалом в 700 мсек.

Приведенные ранее физические характеристики диодного лазера с длиной волны 940 нм удовлетворяют основным требованиям, предъявляемым к лазерам, которые могут эффективно применяться для вен нижних конечностей. Для лечения телеангиэктазии вен нижних конечностей используется эффект абсорбции различных длин волн в меланине и гемоглобине, см. рис. 6. В отличие от диодного лазера с длиной волны 940 нм, излучение лазерных установок других типов, например KTP, лазера Nd:YAG с удвоенной частотой, лазеров на красителях и аргоновых лазеров поглощается в большей степени меланином и гемоглобином. Указанные физические характеристики приводят к интенсивному поглощению энергии эпидермисом, что приводит к высокому риску эпидермального травмирования, низкой пенетрации в обрабатываемый сосуд и к неполной деструкции.



**Рисунок 6.** Коэффициент поглощения излучения меланином и оксигемоглобином для различных сосудистых лазеров

а – коэффициент поглощения  $HbO_2$  (ммоль  $л^{-1} см^{-1}$ )

б – коэффициент поглощения меланином (ммоль  $л^{-1} см^{-1}$ )

в – Nd:YAG-лазер

г – лазер на александрите

д – диодный лазер

е – аргоновый лазер

ж – лазер на красителе

з – KTP лазер

Для данной длины волны эпидермальный меланин является сильным конкурентом хромофора, в связи с чем необходимо интенсивное охлаждение, позволяющее существенно минимизировать отрицательный эффект, оказываемый на эпидерму. Несмотря на указанные меры при применении таких лазеров по окончании лечения пациентов с типом кожи II и III по Фитцпатрик (Fitzpatrick) до 82 % пациентов<sup>3</sup> поступали сообщения об образовании корки, а от 13%<sup>4</sup> до 20%<sup>3</sup> пациентов поступали сообщения об образовании пузырей. Гиперпигментация произошла в 94 % у темнокожих пациентов.<sup>6</sup> Лазеры на александрите, Nd:YAG-лазеры и диодные лазеры с длиной волны 810 нм генерируют импульсы, энергия которых не столь интенсивно поглощается меланином и гемоглобином, однако по сравнению с излучением длиной волны 940 нм, комбинированная оценка поглощения мощности в гемоглобине и передачи энергии через эпидермис не кажутся столь уж привлекательными.

Мы впервые сообщаем об использовании диодного лазера с длиной волны 940 нм для лечения вен нижних конечностей. Поставленная перед нами задача заключалась в оценке возможности эффективного практического воплощения детально разработанных и указанных выше теоретических положений. Степень эффективности очищения – 50% у 76 % пациентов и степень очищения от 75 до 100 % у 46 % пациентов выглядит убедительно по сравнению с другими лазерными методиками. При проведении рассмотренного в этой статье начального исследования применялся довольно однородный набор параметров, не зависящий от локализации сосуда, его диаметра, и глубины, иными словами, параметры в ряде случаев просто не могли оптимально соответствовать каждой конкретной ситуации. Рабочие параметры диодного лазера с длиной волны излучения 940 нм можно смело назвать универсальными, именно за счет такой универсальности реализуема стратегия индивидуального лечения с учетом специфических особенностей пациента. Это утверждение также подтверждается хорошим откликом на лечение сосудов с диаметрами меньше чем 0.5 мм при использовании другой комбинации параметров.

При проведении рассматриваемого исследования применялся один лазер, что также позволяет сделать предположение о возможном повышении эффективности по мере увеличения числа проходов.

Мы не наблюдали серьезных побочных эффектов даже при использовании высокой плотности энергии. Эпидермальное нарушение было минимально и носило проходящий характер. При этом следует отменить тот факт, что у нескольких пациенток наблюдалась начальная матовая телеангиэктатическая картинка. Широко распространенное мнение по этому поводу заключается в следующем: работа лазера неизбежно влечет за собой работу других механизмов и устройств, однако вряд ли можно отнести за их счет проявление этого негативного эффекта, обычно связанного с проведением склерозирующей терапии. Следует указать, что по интегральной оценке побочных эффектов диодный лазер с длиной волны 940 нм выгодно отличается от других лазеров.

Диодный лазер с длиной волны 940 нм особенно привлекателен для лечения малых вен, красных вен и вен, локализация которых делает неудобной проведение склерозирующей терапии. Эти методы лечения можно эффективно комбинировать друг с другом: диодный лазер компактен, мобилен, относительно недорог. По сравнению с лазерными трубками срок службы диодов чрезвычайно долгов.

Полученные нами результаты позволяют сделать следующий вывод: диодный лазер с длиной волны 940 нм является эффективным медицинским прибором для лечения телеангиэктазии вен нижних конечностей. Все потенциальные возможности этого лазера будут выявлены в ходе крупномасштабных исследований с использованием разнообразных наборов различных параметров.

## Литература

- Goldman MP, Bennet RG. Treatment of telangiectasia: a review. *J Am Acad Dermatol* 1987;17:167–82.
- Dover JS, Sadick NS, Goldman MP. The role of lasers and light sources in the treatment of leg veins. *Dermatol Surg* 1999;25:328–36.
- Adrian MR. Treatment of leg telangiectasias using a long-pulse frequency-doubled neodymium:YAG laser at 532 nm. *Dermatol Surg* 1998;24:19–23.
- Bernstein EF, Kornbluth S, Brown DB, Black J. Treatment of spider veins using a 10 millisecond pulse-duration frequency-doubled neodymium:YAG laser. *Dermatol Surg* 1999;25:316–20.
- Massey RA, Katz BE. Successful treatment of spider leg veins with a high-energy, long-pulse, frequency-doubled neodymium:YAG laser (HELP-G). *Dermatol Surg* 1999;25:677–80.
- Goldman MP, Weiss RA. Treatment of leg telangiectasias with laser and high-intensity pulsed light. In: Goldman MP, Weiss RA, Bergan JJ, eds. *Varicose veins and telangiectasias. Diagnosis and treatment*. St. Louis: Quality Medical Publishing, 1999;470–97.
- Reichert D. Evaluation of the long-pulse dye laser for the treatment of leg telangiectasias. *Dermatol Surg* 1998;24:737–40.
- Alora MB, Stern RS, Arndt KA, Dover JS. Comparison of the 595 nm long-pulse (1.5 msec) and ultralong-pulse (4 msec) lasers in the treatment of leg veins. *Dermatol Surg* 1999;25:445–9.
- McDaniel DH, Ash K, Lord J, Newman J, Adrian RM, Zukowski M. Laser therapy of spider leg veins: clinical evaluation of a new long pulsed alexandrite laser. *Dermatol Surg* 1999;25:52–8.
- Weiss RA, Weiss MA. Early clinical results with a multiple synchronized pulse 1064 nm laser for leg telangiectasias and reticular veins. *Dermatol Surg* 1999;25:399–402.
- Weiss RA, Weiss MA. Painful telangiectasias: diagnosis and treatment. In: Goldman MP, Weiss RA, Bergan JJ, eds. *Varicose veins and telangiectasias. Diagnosis and treatment*. St. Louis: Quality Medical Publishing, 1999:498–517.
- Somjen GM. Anatomy of the superficial venous system. *Dermatol Surg* 1995;21:35–45.
- Faria JL, Moraes IN. Histopathology of the telangiectasia associated with varicose veins. *Dermatologica* 1963;127:321–9.
- Sommer A, Van Mierlo PLH, Neumann HAM, Kessels AGH. Red and blue telangiectasias. Differences in oxygenation. *Dermatol Surg* 1997;23:55–9.
- Jaques SL. The role of skin optics in diagnostic and therapeutic uses