

Особенности лазерного лечения сосудистых патологий

Брагина Ирина Юрьевна, к.м.н., врач - дерматолог, косметолог, физиотерапевт, геронтолог. Эксперт-инструктор Европейской Лазерной Академии Здоровья LA&HA, вице-президент Медицинской Лазерной Академии России (МЛАР), член Американского общества лазерной медицины и хирургии (ASLMS), член Общества эстетической медицины России (ОЭМ) специалист в области лазерных технологий и реабилитации. Научный руководитель лазерного направления и куратор бренда Fotona ГК "СпортМедИмпорт".

1

Лазерная коррекция сосудистых нарушений позволяет добиться выраженного клинического результата без побочных явлений. Аппаратные технологии наиболее эффективны при работе с проблемами, расположенными в поверхностных слоях кожи.

Для диагностики сосудистых НОК необходимы:

- анамнез хронических заболеваний;
- наследственный анамнез;
- визуальный осмотр;
- УЗ-сканирование;
- дерматоскопия, СИАскопия;
- функциональные пробы.

Принципы выбора длины волны при работе с сосудами

Для достижения оптимального терапевтического эффекта при выборе длины волны важно учитывать глубину залегания сосуда, его строение, основной и конкурентный хромофоры.

В коррекции сосудистых НОК ведущими хромофорами выступают коллаген и гемоглобин, а конкурентным – меланин. Выбирая длину волны, следует принимать во внимание другие уровни хромофора (в том числе конкурирующего). Они могут располагаться на более поверхностном уровне, чем эстетическая проблема. Необходимо также учитывать коэффициент поглощения хромофора и его концентрацию.

Адаптация режимов передачи светового излучения обеспечивается двумя условиями:

1. Пакетированность импульсов. Она необходима для постепенного набора энергии без дополнительной температурной нагрузки на эпидермис.
2. Динамическая обработка ограниченного участка тканей коротким импульсом и малой плотностью энергии. Обеспечивает постепенный набор энергии за определенный интервал времени и препятствует перегреву эпидермиса.

Особенности поглощения гемоглобина

В процессе лазерной обработки кожи излучение поглощается циркулирующим гемоглобином. Этот хромофор преобразует энергию в тепло, которое передается стенке сосуда и приводит к его

нагреванию вплоть до эндотелиальной стенки. Данные процессы запускают воспалительную реакцию, вследствие которой сосуд замещается фиброзной тканью.

Гемоглобин условно делится на 3 подвида:

1. **Оксигемоглобин.** При работе лазером в ультрафиолетовой области излучения наблюдаются две полосы поглощения хромофора:
 - 343-360 нм, обусловленная связанным железом;
 - 925 - 930 нм. Эта малоинтенсивная полоса поглощения находится в ближней инфракрасной области спектра.
2. **Дезоксигемоглобин.** Данный хромофор поглощает лазерное излучение в области 620-680 нм во много раз сильнее, чем оксигемоглобин. Спектр карбоксигемоглобина COHb имеет две полосы поглощения при длинах волн 564-579 и 523-536 нм. В ближней инфракрасной области спектра полоса поглощения хромофора достигает максимального показателя при длине волны 910 нм.
3. **Метгемоглобин.** Спектральные свойства данного хромофора мало зависят от pH среды. При pH-7 он находится в кислой форме. Метгемоглобин имеет узкую полосу поглощения с максимумом при 500 нм. Она становится широкой в области 630 нм и интенсивной – в интервале 405-407 нм. По мере увеличения pH происходят изменения в спектре поглощения лазерного света. Полоса исчезает с максимумом при длине волны 630 нм и заменяется не отчетливым перегибом при 600 нм. В желто-зеленой области спектра появляются две полосы поглощения с максимумами на 577 и 540 нм.

Лазерные методы позволяют устранить сосудистые патологии, расположенные на разных глубинах. В зависимости от уровня сплетения данные эстетические проблемы делятся на 4 типа:

1. Поверхностные ТАЭ при ФС, эритема как компонент воспалительных заболеваний кожи, КАД, неоваскулогенез в атрофическом рубце. Глубина расположения этих объектов – 50 – 140 мкм, 70 – 260 мкм.
2. Глубокие вторичные ТАЭ при выраженном ФС, возрастные ТАЭ, ТАЭ при розацеа, коллагенозах, васкулиты, КАД, вишневая и паукообразная ангиомы, рубцы. Находятся на глубине 460 – 2235 мкм.
3. Веноуэктазы, ангиомы, гемангиомы, гипертрофированные КАД, артериовенозные мальформации, VM. Располагаются на глубине 1560 – 4000 мкм.
4. Гемангиома, артериовенозная мальформация, венозная мальформация, ретикулярный варикоз, патология подкожной венозной системы (вн). Это наиболее глубоко расположенные сосудистые патологии (1800 – 4750 и глубже).

При выборе длины волны необходимо учитывать глубину расположения структуры-мишени (хромофора).

Лазерная коррекция сосудистых нарушений

Лазерное лечение сосудистых патологий кожи основано на тепловом воздействии. Его эффект заключается в тепловом разрушении сосуда без изменения структуры прилегающих тканей. Для обеспечения избирательности действия лазера необходимы следующие условия:

1. Работа лазерным излучением, которое слабо поглощается эпидермисом и хорошо поглощается кровью – область 490-590 нм (хромофор – преимущественно оксигемоглобин) и область 490-700 нм (хромофор – дезоксигемоглобин).
2. Учет времени релаксации сосуда (TR), от которого зависит выбор параметров лазерного излучения. Время тепловой релаксации соответствует периоду, необходимому для

перехода энергии за пределы сосуда и снижения температуры в его центре до 50% от максимально достигнутого значения.

Ключевыми параметрами лазерного излучения являются длина волны, плотность мощности, длительность импульса, частота следования импульсов.

Выбор длительности импульса соотносится с временем тепловой релаксации рабочего объекта и основан на методе селективного фототермолиза.

Плотность энергии определяется ее общим количеством и диктует общее количество тепловой энергии, данной в выбранной длительности импульса.

Выбор режима лазерного воздействия определяется длительностью импульса. Различают два ключевых метода:

1. **Селективный фототермолиз.** При работе в данном режиме происходит очень быстрое нагревание сосуда до температуры выше 100 °С с минимальным нагревом дермы. Применяются очень интенсивные лазерные импульсы ($I=20$ кВт/см²) с длительностью короче периода релаксации сосуда. Для работы с эстетической проблемой используют лазер, излучающий импульсы порядка миллисекунд (0,5-1,5 мс). В крови энергия поглощенного излучения преобразуется в тепло, которое не успевает рассеиваться, вследствие чего накапливается в сосуде. По этой причине внутри сосуда значительно повышаются температура и давление, что приводит к разрыву его стенки и к кровоизлиянию (не всегда).

Режим Frac3 лазера Nd:Yag компании Fotona рассчитан на работу в течение короткого времени (0,3 мс; 0,6 мс; 1 мс) при достаточно большой плотности энергии. Это позволяет быстро сформировать большой тромб и воздействовать на сосуды всех типов. Возможен выбор трех размеров пятен: 4 мм; 6 мм; 9 мм.

2. **Селективная коагуляция.** Данный режим предполагает ограниченное тепловое воздействие на ткани. Температура порядка 75 °С вызывает коагуляцию стенки сосуда. Излучение также поглощается кровью и сопровождается избирательным повышением температуры стенки сосуда. Данного эффекта можно добиться только путем передачи тепла. Время импульса должно быть больше, чем время релаксации сосуда, но ограниченным, иначе могут произойти значительные изменения в обширной зоне окружающей дермы.

Режим Versa лазера Nd:Yag компании Fotona функционирует на базе расширенного фототермолиза и позволяет работать длинными импульсами. Время воздействия на рабочую зону – от 30 до 40-50 мс, флюенс – 60-80 Дж/см². Для удаления сосуда выполняют 3-4 прохода, добирая нужную температуру в тромбе и переизлучая тепло в окружающие ткани. Ключевая идея – создание широкого тромба, который перекрывает 80% сосуда.

Короткоимпульсный и длинноимпульсный режимы Frac3 и Versa можно комбинировать в зависимости от состояния пациента и желаемого результата. Лазерное оборудование компании Fotona является универсальным, поскольку позволяет работать с широким спектром сосудистых патологий.

Выбор параметров лазеров для работы с сосудистыми нарушениями

При выборе параметров лазерного оборудования необходимо учитывать зависимость глубины проникновения излучения от длины волны. Выполнять коагуляцию поверхностных и

мелкокалиберных сосудов рекомендуется лазерами с короткой длиной волны (532, 595 нм). Их свет проникает неглубоко и обладает высокой абсорбцией по отношению к оксигемоглобину. Для пенетрации крупных сосудов используют длину волны 1064 нм, поскольку она проникает глубже и меньше поглощается гемоглобином.

На получение желаемого эстетического результата влияет диаметр пятна лазера. При одинаковом размере пятна лазерное излучение с большей длиной волны проникает глубже. Меньший размер пятна обеспечивает лучшее рассеивание света и меньшую глубину проникновения. Для удаления сосуда размер пятна должен коррелировать с глубиной его залегания.

Сосуды удаляют лазерами с разными длинами волн, которые подбирают в зависимости от глубины расположения объекта. **Основные виды лазеров:**

- аргонный. Длина волны – 488, 511 нм;
- криптоновый, желтый. Длина волны – 568 нм;
- лазер, работающий на парах меди, желтый. Длина волны – 578 нм;
- пульсирующий лазер (на красителе, на вспышке). Длина волны – 585 нм;
- лазер с аргонной накачкой, на красителе с подстройкой. Длина волны – 585-690 нм;
- неодимовый. Длина волны – 1064 нм.

Для улучшения терапевтического эффекта удаление сосудов выполняют комбинированными лазерами.

Импульсный лазер на красителе (585 нм)/Nd:YAG лазер (1064 нм) с генерацией импульсов двух длин волн последовательно друг за другом эффективны при лечении поверхностных и глубоких сосудистых образований. Излучение обладает синергическим эффектом при фотокоагуляции сосудов. Использование низких значений плотности потока энергии излучения Nd:YAG лазера снижает риск образования рубцов и появления других побочных эффектов.

Александритовый лазер (755 нм) используют в комбинации с Nd:YAG лазером (1064 нм) с генерацией импульсов двух длин волн последовательно друг за другом. Их применение показано для удаления крупных сосудов (более 0,4 мм в диаметре), глубоко расположенных сосудов, ретикулярных вен на лице и ногах, гемангиом, которые плохо поддаются лечению другими лазерами. Использование комбинации этих лазеров противопоказано для пациентов с III-V фототипами кожи. Длина волны 755 нм является пиковой для поглощения меланином, и у данной категории пациентов могут развиваться нарушения пигментации кожи обрабатываемых участков.

Применение **неодимового лазера Nd: YAG с длиной волны 1064 нм** обеспечивает лучший терапевтический эффект при использовании последовательных, а не единичных импульсов. Это объясняется более высоким коэффициентом поглощения оксигемоглобином излучения с длиной волны 1064 нм, чем у окружающих тканей. Разница в коэффициентах поглощения обеспечивает селективность лечения глубоких кровеносных сосудов. Нагревание гемоглобина вызывает его окисление в метгемоглобин, который в 3 раза лучше поглощает излучение с длиной волны 1064 нм.

В процессе работы неодимовым лазером важно обеспечить адекватное охлаждение и местную анестезию обрабатываемой поверхности для уменьшения отека, боли и жжения. Применение Nd:YAG показано для работы с розацеа, телеангиэктазией лица, пойкилодермией Сиватта, гемангиомой «винными» пятнами, вишневыми ангиомами и венами нижних конечностей.

Принципы работы с различными типами сосудистых нарушений

Тип сосуда	Глубина залегания	Диаметр сосуда, TTR	Патология	Хромофор	Длина волны	Механизм действия	Оценка результата
I	Субэпидермальный слой 70-170 мм, дермальный 170-270 мм	0,2 мм, 0,86-10 мс	Эритроз (розацеа и купероз), сыпь, поверхностные ТАЭ при ФС, эритема как компонент воспалительных заболеваний кожи, КАД, неоваскулогенез в атрофическом рубце	Гемоглобин	532, 568, 578, 585, 595, 1064 нм	Образование пристеночного тромба	Усиление цвета в момент проведения процедуры. Затем – побледнение
II	Дермальный 170-270 мм		Купероз и мелкие поверхностные сосудистые звездочки, красные на ногах, глубокие вторичные ТАЭ при выраженном ФС, возрастные ТАЭ, ТАЭ при розацеа, коллагенозах, васкулиты, КАД, вишневая и паукообразная ангиомы, рубцы	Гемоглобин, коллаген	595, 1064 нм	Образование пристеночного тромба, денатурация коллагена	Потемнение, сужение синего сосуда, сужение красного сосуда
III	Дермальный 1000-2235 мм		Венулоэктазы, ангиомы, гемангиомы, гипертрофированные КАД, артериовенозные мальформации, ВМ	Гемоглобин, Коллаген	1064 нм	Образование пристеночного тромба, денатурация коллагена	Потемнение, сужение синего сосуда, сужение красного сосуда

Применение режимов лазеров компании Fotona при коррекции сосудистых патологий

Использование лазерного оборудования Fotona показывает высокую эффективность в удалении сосудов независимо от типа строения и глубины залегания. Лазеры данного бренда позволяют достичь выраженных результатов коррекции с меньшим риском негативных явлений, а также сделать процедуры максимально щадящими для пациентов. По данным показателям техника Fotona является лидером современного рынка лазерного оборудования.

Примеры применения режимов Fotona при лечении пациентов с разными формами сосудистых патологий:

1. Женщина, Фитц 2, 66 лет. Проблема: видимые капилляры. Без медикации.

Фото: до и после проведения двух процедур с применением лазера Nd:Yag.

Параметры:

T1 – LP Nd:Yag, R33, 2 mm, 170 j/cm², 40 ms

T2 – LP Nd:Yag, R33, 2 mm, 170 j/cm², 20 ms



2. Женщина, Фитц 3, 41 год. Проблема: видимые капилляры, диффузная краснота. Без медикации.

Фото: до и после проведения двух процедур с применением лазера Nd:Yag Plus Frac3 для подбородка.

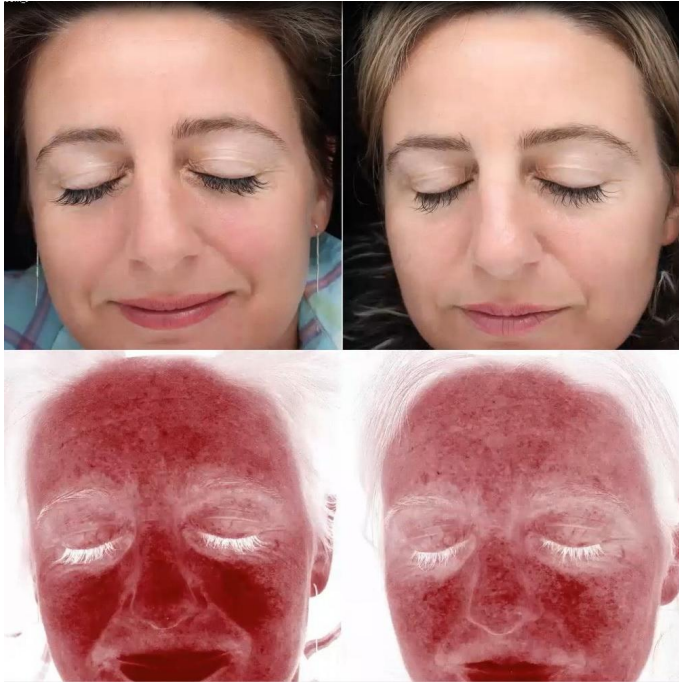
Параметры:

T1 – LP Nd:Yag, R33, 2 mm, 160 j/cm², 40 ms, 10 hrs

Frac3 on forehead – S11, 6 mm, 20 j/cm², 1 ms

T2 – LP Nd:Yag, R33, 2 mm, 170 j/cm², 30 ms, 10 hrs

Frac3 on forehead – S11, 6 mm, 20 j/cm², 1 ms



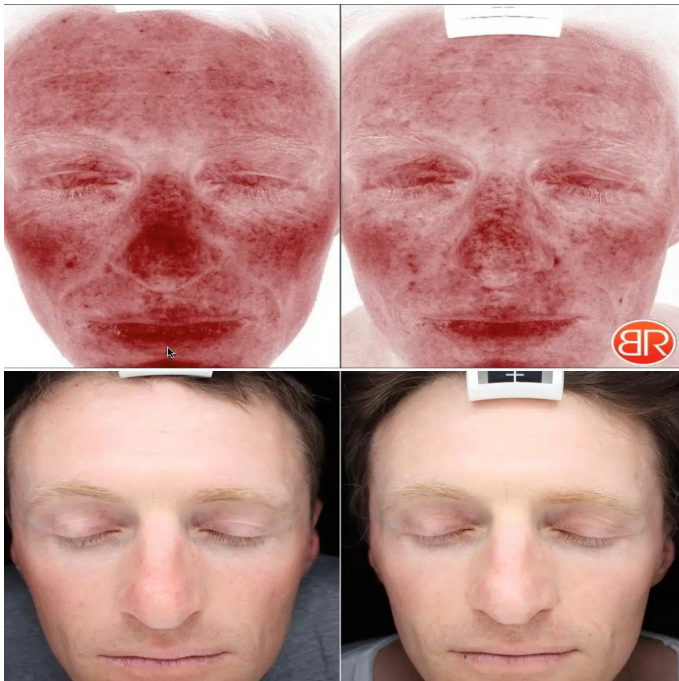
3. Мужчина, Фитц 1, 41 год. Проблема: видимая телеангиэктазия.

Фото: до и после проведения двух процедур с применением Targeted Nd:Yag.

Параметры:

T1 – LP Nd:Yag, R33, 2 mm, 160 j/cm², 40 ms, 5 hrts

T2 – LP Nd:Yag, R33, 2 mm, 170 j/cm², 30 ms, 5 hrts



4. Женщина, Фитц 1, 58 лет. Проблема: первая стадия розацеа. Представлена диффузной краснотой, болезненностью и пигментацией.

Фото: до и после проведения трех процедур с применением R3 лазера.

Параметры:

T1 – Frac3, S11, 6 mm, 20 j/cm², 1 ms

LP Nd:Yag, R33, 9 mm, 30 j/cm², 30 ms

QS KTP, R28, 8 mm, 2 j/cm², 10 hrs

T2 – Frac3, S11, 6 mm, 20 j/cm², 1 ms

LP Nd:Yag, R33, 9 mm, 30 j/cm², 30 ms

QS KTP, R28, 8 mm, 4 j/cm², 10 hrs

T3 – Frac3, S11, 6 mm, 20 j/cm², 1 ms

LP Nd:Yag, R33, 9 mm, 30 j/cm², 30 ms

QS KTP, R28, 8 mm, 4 j/cm², 10 hrs



5. Женщина, Фитц 1, 43 года. Проблема: 1 стадия розацеа. Представлена диффузной краснотой и серьезным румянцем.

Фото: до и после пяти процедур с применением R3 лазера

Параметры:

T1 – Frac3, S11, 6 mm, 20 j/cm², 1 ms

LP Nd:Yag, R33, 9 mm, 30 j/cm², 30 ms

QS KTP, R28, 8 mm, 2 j/cm², 10 hrs

T2 – Frac3, S11, 6 mm, 20 j/cm², 1 ms

LP Nd:Yag, R33, 9 mm, 30 j/cm², 30 ms

QS KTP, R28, 8 mm, 3 j/cm², 10 hrts

T3 – Frac3, S11, 6 mm, 20 j/cm², 1 ms

LP Nd:Yag, R33, 9 mm, 30 j/cm², 30 ms

QS KTP, R28, 8 mm, 4 j/cm², 10 hrts

T4 – Frac3, S11, 6 mm, 20 j/cm², 1 ms

LP Nd:Yag, R33, 9 mm, 40 j/cm², 20 ms

QS KTP, R28, 8 mm, 4 j/cm², 10 hrts

T5 – Frac3, S11, 6mm, 20j/cm², 1ms

LP Nd:Yag, R33, 9mm, 40j/cm², 10ms

QS KTP, R28, 8mm, 4j/cm², 10hrts



Оценка результатов работы с сосудистыми патологиями

Для оценки результатов лечения учитывают следующие факторы:

- проблема;
- длина волны;
- рабочее вещество;
- построение импульса;
- пакетирование импульса.

Работа с винными пятнами имеет характерные особенности. Данный дефект располагается преимущественно на большой глубине – 8-10 мм. Для повышения эффективности лазерного воздействия на эти сосуды целесообразно использовать лазеры с широким пучком, с

фокусировкой на мишень (угол расходимости 5 - 25°). Необходимо применение внутривенного введения красителя. Лазер выбирают с длиной волны, соответствующей цвету красителя.

Важным фактором, способным повлиять на результат работы, является цвет кожи пациента. У лиц со смуглой кожей наблюдается более выраженное повреждение эпидермиса.

Факторы риска и противопоказания к лазерной коррекции сосудов

Существует ряд факторов, способных привести к появлению нежелательных побочных эффектов в процессе лазерного удаления сосудов.

Экзогенные факторы:

- избыточная инсоляция;
- метеоусловия;
- перепады температуры;
- перепады давления;
- курение;
- употребление алкоголя;
- длительная работа за компьютером;
- частое употребление шоколада, острых приправ, очень горячей пищи, томатов.

Эндогенные факторы:

- наследственная предрасположенность;
- нарушения обмена веществ;
- гормональная дисфункция;
- соматические заболевания;
- постоянный прием некоторых лекарственных препаратов.

Противопоказания к удалению сосудов при помощи лазера Nd:YAG:

- загар;
- прием антикоагулянтов (аспирин, тромбо АСС, весселдуэф, кардиомагнил и тд.);
- васкулиты;
- прием растительных антикоагулянтов (малина, черешня, имбирь) менее чем за 7 дней до процедуры;
- склеродермия;
- прием фотосенсибилизаторов;
- употребление алкоголя менее чем за 3 дня до процедуры;
- сахарный диабет;
- фототип IV и V;
- menses (неделя до и 1 неделя после);
- прием контрацептивов;
- употребление в пищу специй менее чем за 7 дней до процедуры;
- прием препаратов железа (Феррум лек, Сорбифер и тд.) менее чем за 1 месяц до процедуры;
- употребление кофе в день приема.

За 3 дня до процедуры необходимо исключить посещение бани, сауны, массажа.

Лазерная коррекция сосудов – безопасный и высокоэффективный метод с минимальным сроком реабилитации. При условии соблюдения необходимых ограничений и правильной подготовке к процедуре риск негативных побочных эффектов сведен к минимуму.