

ОБЗОРНАЯ СТАТЬЯ

Селективный фототермолиз длинноимпульсным Nd:YAG-лазером при лечении паукообразных вен и ретикулярного варикоза

Авторы: A. A. M. Fratila¹, G. G. Gauglitz², A. Strohbücker¹, D. Radu³

Аффилированные лица

¹ Jungbrunnen-Klinik GmbH, Bonn

² Klinik and Poliklinik für Dermatologie and Allergologie, Ludwig-Maximilians-Universität München

³ Clinica 1 Chirurgie, Universitatea de Medicina si Farmacie Victor Babes, Timisoara, Romania

Ключевые слова: паукообразные вены, телеангиэктазии, сетчатые вены, длинноимпульсный (LP) Nd:YAG-лазер, фотосклерозирование

РЕЗЮМЕ

Лечение паукообразных вен, телеангиэктазий и ретикулярных вен нижних конечностей можно успешно проводить путем склеротерапии или с применением длинноимпульсного (LP) Nd:YAG-лазера. Однако темой для обсуждения является то, какие параметры лазера (длина волны, флюенс, длительность импульса, количество импульсов) использовать для эффективной процедуры селективного фототермолиза без каких-либо побочных эффектов. Селективный фототермолиз был представлен в 1983 году учеными Anderson и Parrish [1] как метод лазерной терапии, предполагающий избирательное (селективное) термическое разрушение целевых структур (хромофоров – молекул, поглощающих свет, в данном случае – это кровеносные сосуды) под воздействием определенных длин волн с минимальным повреждением окружающих тканей (кожи). Эффективность селективного фототермолиза с применением длинноимпульсного Nd:YAG-лазера с длиной волны 1064 нм для лечения телеангиэктазий диаметром до 2 мм на ногах, является результатом 30-летнего клинического опыта, подкрепленного удовлетворенностью пациентов и подтвержденного фотодокументацией. Применение двойного и тройного импульсов, по-видимому, является главным залогом успешного лечения,

Статья получена 28.06.2018, принята к печати 16.01.2019

Ссылка на публикацию DOI <https://doi.org/10.1055/a-0865-5296> Phlebologie 2020; 49: 16–21

© Georg Thieme Verlag KG, Stuttgart · New York ISSN 0939-978X

Контакты для переписки Prof. Dr.-medic (RO) Alina Fratila alina.fratila@jungbrunnenklinik.de

в том числе и более крупных сосудов, и показало наивысшую безопасность и эффективность. Даже крупные телеангиэктазии, ретикулярные вены или другие расширенные вены в области шеи, верхней области живота или на лице можно успешно лечить длинноимпульсным Nd:YAG.

ВВЕДЕНИЕ

Телеангиэктазии, известные также как паукообразные и ретикулярные вены, больше распространены среди женского населения (около 40 %), чем у мужчин (около 15 %). Они в первую очередь являются эстетической проблемой, но их появление имеет генетические и гормональные причины. Длительное пребывание в стоячем положении на работе также может являться основанием развития паукообразных вен. Еще одной причиной является избыточный вес [2, 3]. Даже если пациент обращается к доктору главным образом за решением эстетической проблемы, следует провести тщательное обследование его венозной системы и исключить любую возможную несостоятельность глубоких или перфорантных вен [4].

Анатомические факторы

Ретикулярные вены – это небольшие голубые варикозные вены в коже, как правило, менее 3 мм в диаметре [5]. Паукообразные вены или телеангиэктазии, которые могут быть темно-красного или синего цвета, также залегают в коже, но имеют меньший диаметр (0,2–2 мм) и чаще расположены более поверхностно. Они имеют вид паутины или звездочек. Очень маленькие телеангиэктазии залегают непосредственно под поверхностью кожи и поэтому идеально подходят для лазерной терапии. Эти расширенные сосуды как красного, так и синего цвета, очень тонкие или же более крупные, являются основной причиной визита пациента к флебологу и могут также присутствовать даже если нет венозной недостаточности [6]. Если при обследовании диагностируют клапанную недостаточность подкожных вен, лечение рекомендуется начинать с крупных вен методами эндовенозной термической абляции (радиочастотной или лазерной), лигатурной коррекции сафено-фemorального соустья или стриппинга вен в более серьезных случаях. После этого приступают к работе с ретикулярными и паукообразными венами, используя метод склеротерапии или длинноимпульсный Nd:YAG-лазер [7]. Как было показано в многочисленных исследованиях, склеротерапия является хорошим методом лечения варикозных вен за счет ее эффективности и финансовой доступности [3].

Длинноимпульсный (LP) Nd:YAG-лазер

Различные лазерные и IPL устройства в течение последних 30 лет пробуют применять при лечении телеангиэктазий на ногах (длинноимпульсный alexandritовый лазер, длинноимпульсный лазер на красителе, KTP, диодный лазер и IPL). Результаты лечения лазерами, которые применяли ранее, были или совсем не удовлетворительными, или лишь умеренными [8, 9]. Сравнительные исследования показали, что длинноимпульсный Nd:YAG более эффективен, чем диодный (810 нм) и alexandritовый (755 нм). Многочисленные исследования

[10–14] подтвердили, что длинноимпульсный Nd:YAG с длительностью импульса 3–100 мс очень эффективен и безопасен при лечении телеангиэктазий диаметром 0,2–3 мм [6]. При лечении кровеносных сосудов лазером тремя наиболее важными хромофорами (молекулами, поглощающими свет) являются гемоглобин в крови, меланин и вода в коже. Когда определенная длина волны поглощается конкретным хромофором, вся энергия передается ему. Свет различных длин волн поглощается разными целевыми хромофорами. В случае с кровеносными сосудами – это гемоглобин. В идеале выбирать следует ту длину волны, на которой энергия поглощается исключительно гемоглобином и никакими другими хромофорами (вода или меланин). Как раз это и происходит в случае воздействия длинноимпульсным Nd:YAG с длиной волны 1064 нм. Чтобы разрушить сосуд, хромофор должен поглотить достаточно тепла (достаточный флюенс). Кроме того, необходимо достаточно длительное нагревание (длительность импульса = время, за которое сосуд нагревается), чтобы достигнуть избирательного нагрева и медленной коагуляции сосуда без повреждения окружающих структур. Эти элементы – оптимальная длина волны, достаточные флюенс и длительность импульса – лежат в основе теории селективного фототермолиза. Низкий коэффициент поглощения энергии длинноимпульсного Nd:YAG-лазера меланином означает, что лазерный луч не поглощается эпидермисом, а проникает в более глубокие слои кожи, поэтому им также можно лечить темную кожу с пигментом. Хотя степень поглощения энергии длинноимпульсного Nd:YAG (1064 нм) гемоглобином относительно слабая по сравнению с лазером на красителе (585 нм), она все же в десять раз выше, чем поглощение водой, являющейся главным хромофором дермы [15]. Поскольку абсорбция в крови относительно низкая, требуется очень высокая плотность энергии (флюенс), и это возможно, потому что абсорбция меланина еще ниже. Воздействие длинноимпульсным Nd:YAG-лазером преобразует некоторые молекулы гемоглобина в метгемоглобин (MetHb) [16, 17]. Вены ног, расположенные глубже, содержат больше деоксигемоглобина (Hb), чем оксигемоглобина (HbO₂) [17]. Коэффициент поглощения длины волны 1064 нм у MetHb примерно в 20 раз выше, чем у Hb. Преобразование в MetHb начинается через несколько миллисекунд после первой лазерной вспышки, поэтому очень важно подать двойной или тройной импульс, чтобы максимально использовать термический эффект второго и третьего импульса. Кроме того, общая доставляемая энергия в этом случае намного выше, чем при одном импульсе. Лечение длинноимпульсным Nd:YAG вызывает фототермическое повреждение стенок сосудов за счет поглощения гемоглобином и последующего фотосклерозирования (склерозирование за счет лазерной энергии = фотонов) [18]. Совместное применение длительных и множественных импульсов позволяет сосуду нагреваться медленно и равномерно, без ожога кожи и не вызывает субпурпурной реакции, формирования гематом и внутрисосудистой коагуляции [6, 19]. Во время лазерного воздействия хромофоры гемоглобина преобразуются следующим образом: HbO₂ в результате коагуляции и денатурации преобразуется в Hb, который в свою очередь в результате оксидации и денатурации клеточных мембран преобразуется в MetHb [8] (Рисунок 1).

Лечение ретикулярных и паукообразных вен также следует проводить последовательно, от более крупных к более мелким сосудам. В этом случае несостоятельные перфорантные вены лечат в первую очередь. Мы рекомендуем использовать больший диаметр пятна (≥ 6 мм). Преимуществом является то, что большой размер пятна не дает большого рассеивания излучения и более высокая энергия достигает желаемой цели в глубоких слоях. Выбор длительности импульса также очень важен для эффективного лечения. Более длительный, длиннее 10 мс,

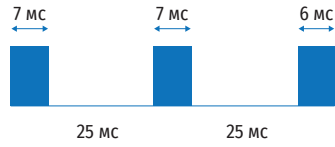
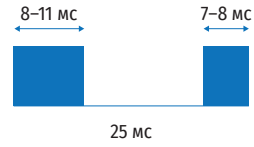
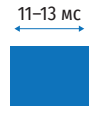
Варикозные ретикулярные вены диаметром более 2 мм, глубокие, темно-синие	Варикозные ретикулярные вены диаметром менее 2 мм, темно-красные	Сосудистые звездочки менее 0,5 мм, насыщенные HbO ₂
 <p>7 мс 7 мс 6 мс</p> <p>25 мс 25 мс</p> <p>Флюенс 140–150 Дж/см²</p>	 <p>8–11 мс 7–8 мс</p> <p>25 мс</p> <p>Флюенс 140–150 Дж/см²</p>	 <p>11–13 мс</p> <p>Флюенс 120–130 Дж/см²</p>
С умеренным давлением	С умеренным давлением	Без давления

Рисунок 1. Лечение ретикулярных вен разного размера

импульс вызывает оптимальное сжатие коллагена, что приводит к лучшей окклюзии сосуда. Медленный нагрев сосуда кажется наиболее важным механизмом полной его окклюзии. Следуя теории селективного фототермолиза, идеальный импульс должен быть достаточно длительным, чтобы вызвать термическую коагуляцию эндотелия с минимальными побочными эффектами вокруг сосуда [6, 14, 19].

Таким образом, длинноимпульсный Nd:YAG-лазер представляет собой оптимальное решение для лечения телеангиэктазий на лице по следующим причинам: у него оптимальная длина волны, хорошая поглощаемость целевым хромофором (сосуд), он достаточно глубоко проникает в кожу, чтобы прицельно воздействовать на целевые сосуды (также можно эффективно лечить небольшие перфорантные вены); у него самый лучший из всех других типов лазеров эффект благодаря минимальной абсорбции в эпидермисе и самой низкой абсорбции меланином. Это означает, что поствоспалительная гиперпигментация (PHN) встречается очень редко.

Три последовательных импульса с разным временем задержки между ними обеспечивают динамическое охлаждение эпидермиса (без значительного охлаждения дермы) так, чтобы достаточные флюенс и длительность импульса достигали нужных структур, производя селективный нагрев и медленную коагуляцию целевого сосуда и его интимы, не нанося никакого повреждения окружающим тканям (коже). Длительность импульса должна соответствовать времени термической релаксации целевой структуры (быть короче или той же продолжитель-



Рисунок 2. а. Телеангиэктазия в подглазничной области до лечения; б. Через три месяца после терапии Nd:YAG-лазером

ности). Время термической релаксации – это время, которое требуется целевым тканям, чтобы передать поглощенное тепло окружающим структурам.

Более крупные телеангиэктазии, ретикулярные вены или общую эктазию вен в области груди, в верхней области живота или даже на лице можно успешно лечить длинноимпульсным Nd:YAG (Рисунок 2).

Процедура с применением длинноимпульсного Nd:YAG

Хотя часть пациентов считает процедуру лечения длинноимпульсным Nd:YAG-лазером болезненной, большинство все же хорошо переносят лечение и даже готовы терпеть большее количество импульсов. Рекомендуется сделать несколько тестовых вспышек, чтобы проверить чувствительность пациента. Можно также рекомендовать пероральный прием анальгетиков за 30 минут до процедуры или нанесение местного анестезирующего геля, не обладающего эффектом вазоконстрикции, за 15 минут до процедуры [7]. Непосредственно перед процедурой анестезирующий гель следует тщательно удалить и обезжирить кожу.

Затем на участок воздействия следует нанести прозрачный охлаждающий ультразвуковой гель. Если гель приобретает молочную текстуру во время процедуры, наконечник лазера и кожу следует очистить и нанести гель заново [7]. Имеются четыре световода, которые можно подсоединить к рукоятке: круглые диаметром 1,5; 6 и 9 мм, и прямоугольный 2 x 4 мм [7]. Доктору следует сначала выбрать размер пятна в зависимости от размера сосудов, которые намерен лечить: маленький диаметр для поверхностных вен и большой диаметр для более толстых и более глубоких вен. В программном обеспечении лазерной системы имеются рекомендации, которые очень помогают новичкам [7]. Мы начинаем с более глубоких ретикулярных вен и используем тройной импульс длительностью 7 мс и соответствующую задержку между импульсами 25 мс: 7-25-7-25-6 мс (Рисунок 1). Выбранный флюенс составляет 140–150 Дж/см². Телеангиэктазии, имеющие диаметр менее 2 мм и темно-красный и пурпурный цвет, лечат двойным импульсом: 8–11 мс для первого импульса и 7–8 мс – для второго, с задержкой в 25 мс и одинаковым флюенсом 140–150 Дж/см². И наконец, мы лечим самые тонкие паукообразные вены диаметром менее 0,5 мм, которые имеют ярко-красный свет и богаты HbO₂. Настоящая статья представляет метод терапии, который проводят при помощи рукоятки Nd:YAG многофункциональной платформы M22 от Lumenis®. Параметры, приведенные в настоящей статье, следует рассматривать исключительно в качестве рекомендаций и ни в коем случае не следует повторять их при работе с другими Nd:YAG-лазерами. В целом лечение длинноимпульсным Nd:YAG в меньшей степени зависит от технического сходства устройств, чем от выбираемых параметров и опыта доктора. После каждой вспышки сосуд следует помассировать хорошо охлажденным световодом, чтобы разогнать скопление крови в сосуде и предупредить последующее образование гематом [7]. Перед началом процедуры участок следует охладить, сделав несколько движений (1–2 секунды) рукояткой с охлаждаемым наконечником вперед-назад. Такой массаж является подготовительным этапом и позволяет определить направление кровотока. Перед воздействием длинноимпульсным Nd:YAG-лазером вести рукоятку следует по направлению кровотока, чтобы отогнать кровь. Для надлежащего контакта лазерную рукоятку следует располагать под углом к коже и применять от легкого до умеренного давления. Это давление должно соответствовать размеру и глубине залегания вены, чтобы уменьшить диаметр вены и

поддерживать хорошую плотность. Действие тепла уменьшается с уменьшением объема крови. В результате процедура, разумеется, будет менее болезненной, особенно в случае крупных

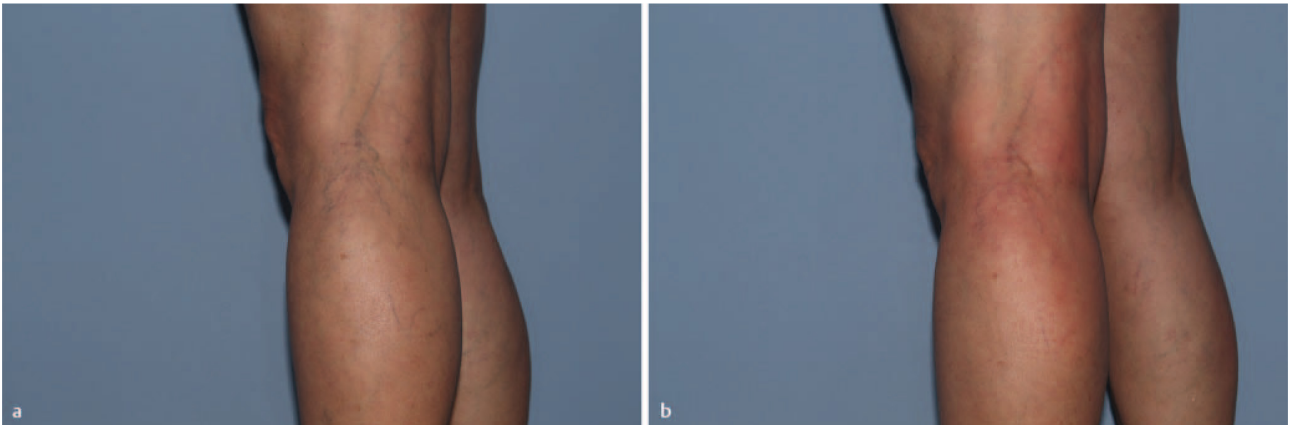


Рисунок 3. а. Ретикулярные вены в подколенной ямке до лазерной терапии; б. Типичные клинические реакции непосредственно после лечения длинноимпульсным Nd:YAG-лазером: вазоспазм, эритема, отек

вен, и таким образом также предотвратит формирование больших внутрисосудистых гематом. Если приток крови замедлен, направление движения световода не так важно. Независимо от размера пятна, схлопывание тонких кровеносных сосудов происходит менее болезненно, чем крупных. Расположение световода LP Nd:YAG под острым углом и воздействие по всей длине сосуда также может сократить вероятность открытия просвета сосуда. Очевидно, что очень загорелую кожу или кожу после воздействия средствами для автозагара, лечить не следует. Не слишком гиперпигментированную кожу лечить можно, и мы готовы проводить процедуры в том числе в летний период. В этом случае рекомендуется уменьшать флюенс на 10–15 % и использовать только один двойной или тройной импульс, в этом случае интервал между импульсами следует увеличивать до 30 мс. Имеется несколько клинических реакций, по которым определяют эффективность лечения: мгновенное исчезновение крови из сосуда; темный цвет крови, что показывает коагуляцию и требует массажа световодом; отсроченная эритема, отек (Рисунок 3) или пурпуроподобные пятна. Даже если мгновенная реакция не видна, на тот же

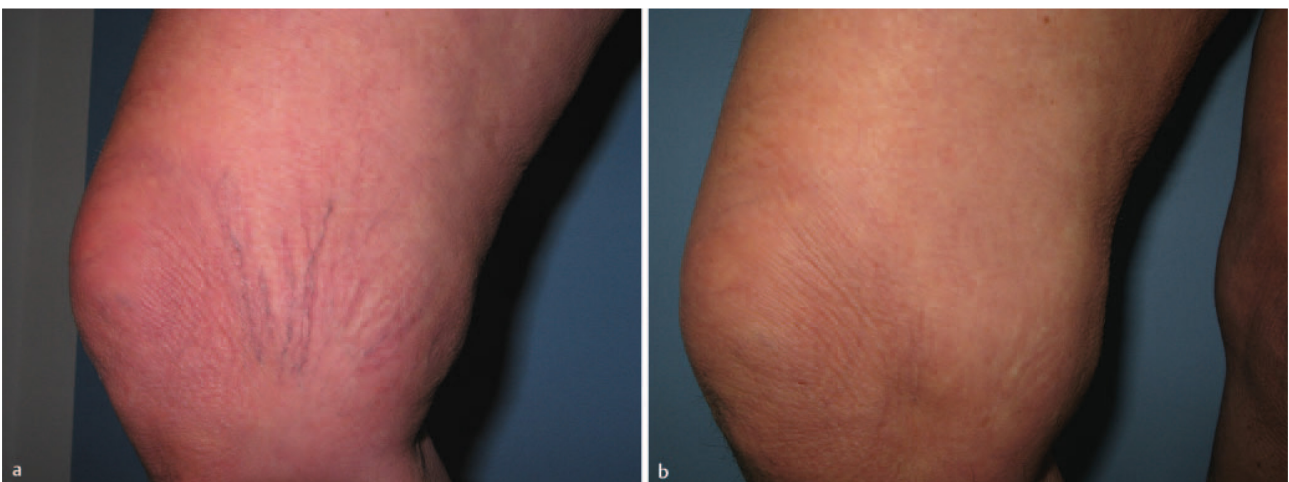


Рисунок 4. а. Ретикулярные и паукообразные вены на внутренней стороне бедра до лазерной терапии; б. После трех сеансов терапии длинноимпульсным Nd:YAG-лазером



Рисунок 5. а. Паукообразные вены на внешней стороне бедра до лазерной терапии; б. После четырех сеансов терапии длинноимпульсным Nd:YAG-лазером с интервалом 2–3 месяца. Фотография сделана более чем через 8 месяцев после последнего сеанса курса

участок не следует воздействовать сразу следующей последовательностью импульсов, требуется несколько секунд подождать перед повторным воздействием. Это позволяет избежать образования волдырей. Если слышны легкие хлопки, это говорит о чрезмерном локальном нагреве, который мог вызвать разрыв сосуда. Этот участок следует проверить в конце процедуры или через несколько дней после нее, и при необходимости сосуд следует удалить, чтобы избавиться от возможных микротромбов. Это помогает предупредить поствоспалительную гиперпигментацию. Охлаждение кожи сразу после процедуры очень важно и сдерживает распространение гемосидерина. Более того, мы рекомендуем наносить гидрокортизон в форме крема в течение 2–3 дней после процедуры. Если вопреки ожиданию развивается большая гематома, может помочь гепариновый крем или гель. Но мы его, как правило, не назначаем.

Последующие сеансы терапии следует планировать с интервалом 6–8 недель (Рисунок 4–6). Пациентам необходимо избегать чрезмерного воздействия солнца до следующей процедуры и не использовать средства автозагара. Солнцезащитные средства следует использовать постоянно [7].

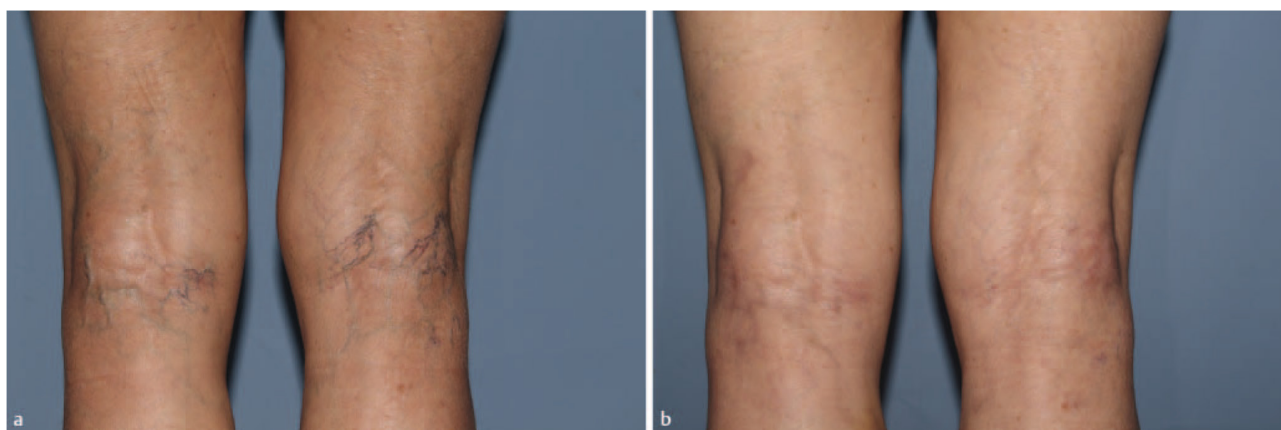


Рисунок 6. а. Ретикулярные и паукообразные вены в подколенной ямке обеих ног до лечения. Пенная склеротерапия была проведена только на правой стороне в день фотографирования; б. Через три месяца после второго сеанса терапии длинноимпульсным LP Nd:YAG-лазером в области подколенной ямки на обеих ногах

Преимущества лечения ретикулярных и паукообразных вен при помощи длинноимпульсного Nd:YAG-лазера

Аллергические реакции во время или после лазерной процедуры отсутствуют. Болевые ощущения минимизируются благодаря использованию местного анестезирующего геля или пероральных анальгетиков. До настоящего времени тромбоза в качестве побочного эффекта не наблюдалось, поэтому ограничения по количеству вен или участков, которые можно лечить, отсутствуют. Все ретикулярные и паукообразные вены можно лечить во время одного сеанса, учитывая, насколько это позволяет болевой порог пациента. Ретикулярные вены на ногах на внутренней или внешней сторонах лодыжки можно также лечить без риска тромбоза глубоких вен. Гипопигментация и гиперпигментация при корректном применении лазера встречаются крайне редко. Однако для успешного лечения требуется большой опыт доктора. В компрессионных повязках необходимости нет. Необходимость компрессионных чулок на самом деле тоже отсутствует, но после терапии крупных ретикулярных вен мы рекомендуем носить компрессионные чулки класса I на протяжении 1–2 недель [7]. Пациенты, ограниченные во времени, часто предпочитают лазерный метод терапии, поскольку на процедуру необходимо приходить только раз в два месяца, как правило, в общей сложности требуется 3–5 сеансов. При наличии мэттинга возможно и рекомендуется сочетание лазера с IPL, и в наших системах такая опция присутствует. Для пациента, настроенного на лазерную терапию, это будет важной причиной выбора в пользу вашей клиники.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Длинноимпульсный Nd:YAG с длиной волны 1064 нм способен проникать глубже, чем все другие неинвазивные сосудистые лазеры. Высокая энергия позволяет проникать в дерму и разрушать крупные сосуды. Длинноимпульсный Nd:YAG с большим размером пятна проникает глубже. Множественные импульсы также позволяют проникать глубже и обеспечивают большее время термической релаксации. Большая длительность импульса ведет к более медленному и равномерному нагреву сосуда, не вызывая разрушения и уменьшая вероятность появления пурпуры и гиперпигментации.

Конфликт интересов

Первые два автора являются лидерами мнения компании Lumenis®. Они получают гонорары от этой компании за проводимые презентации. Они не получили никаких платежей за настоящую статью.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. Anderson RR, Parrish JA. Selective photothermolysis: precise microsurgery by selective absorption of pulse radiation. *Science* 1983; 220:524–727

Fratila AAM et al. Selective photothermolysis of... *Phlebologie* 2020; 49: 16–21

2. Parlar B, Blazek C, Cazzaniga S et al. Treatment of lower extremity telangiectasias in women by foam sclerotherapy vs. Nd:YAG laser: a prospective, comparative, randomized, open-label trial. *J EADV* 2014
3. Lohr JM, Bush RL. Venous disease in women: Epidemiology, manifestations, and treatment. *J Vasc Surg* 2013; 57: 37–45
4. Munia MA, Wolosker N, Munia CG et al. Comparison of laser versus sclerotherapy in the treatment of lower extremity teleangiectases: a prospective study. *Dermatol Surg* 2012; 38: 635–639
5. Meissner MH. Lower extremity venous anatomy. *Semin Intervent Radiol* 2005; 22 (3): 147–156
6. Ross EV, Domankevitz Y. Laser Treatment of Leg Veins: Physical Mechanisms and Theoretical Considerations. *Lasers Surg. Med* 2005; 36: 105–116
7. Lumenis®, Wittig C. Leg veins – Long-pulsed (LP) Nd:YAG Guidelines/CD-1008960 Rev A 2017.
8. Gloviczki P, Comerota AJ, Dalsing MC et al. Society for Vascular Surgery; American Venous Forum. The care of patients with varicose veins and associated chronic venous diseases: Clinical practice guidelines of the Society for Vascular Surgery and the American Venous Forum. *J Vasc Surg* 2011; 53: 2–48
9. Eremia S, Li C, Umar SH. A side-by-side comparative study of 1064 nm Nd:YAG, 810 nm diode and 755 nm alexandrite lasers for treatment of 0.3–3 mm leg veins. *Dermatologic Surgery* 2002; 28 (3): 224–230
10. Dover JS, Sadick NS, Goldman MP. The role of laser s and light sources in the treatment of leg veins. *Dermatol Surg* 1999; 25: 328–335
11. Adamic M, Troilius A, Adatto M et al. Vascular laser s and IPLS: Guidelines for care from the European Society for Laser Dermatology. *J Cosmet Laser Ther* 2007; 9: 113–124
12. Sadick NS, Weiss RA, Goldman MP. Advances in laser surgery for leg veins: Bimodal wavelength approach to lower extremity vessels, new cooling techniques and longer pulse durations. *Dermatol Surg* 2002; 28: 16–20
13. Levy JL, Elbahr C, Jouve E et al. Comparison and sequential study of long pulsed Nd:YAG 1,064 nm laser and sclerotherapy in leg telangiectasias treatment. *Lasers in Surgery and Medicine* 2004; 34: 273–276
14. Trelles MA, Allones I, Martín-Vázquez MJ et al. Long pulse Nd:YAG laser for treatment of leg veins in 40 Patients with assessments at 6 and 12 months. *Lasers in Surgery and Medicine* 2004; 35: 68–76
15. Bäuml W, Ulrich H, Hartl A et al. Optimal parameters for the treatment of leg veins using Nd:YAG lasers at 1064 nm. *British Journal of Dermatology* 2006; 155: pp364–pp371
16. Randeberg LL, Bonesrønning JH, Dalaker M et al. Methaemoglobin formation during laser-induced photothermolysis of vascular skin lesions. *Lasers Surg Med* 2004; 34: 414–419
17. Black JF, Barton JK. Chemical and structural changes in blood undergoing laser photocoagulation. *Photochemistry and Photobiology* 2004; 80: 89–97
18. Mordon S, Brisot D, Fournier N. Using a “non uniform pulse sequence” can improve selective coagulation with a Nd:YAG laser (1.06 mm) thanks to Met-hemoglobin absorption: a clinical study on blue leg veins. *Lasers in Surgery and Medicine* 2003; 32: 160–170
19. Parlette EC, Groff WF, Kinshella MJ et al. Optimal pulse durations for the treatment of legtelangiectasias with a Neodymium YAG laser. *Lasers in Surgery and Medicine* 2006; 38: 98–105