Micropulse – новый взгляд на лазерное лечение сосудистой патологии кожи

1 ВСТУПЛЕНИЕ, ИЛИ ВСЕ ЛИ ТАК ПОНЯТНО В КОАГУЛЯЦИИ СОСУДОВ?

В вопросах коагуляции сосудов на лице существуют некие противоречия. Предлагаемые лазерные методики ориентированы то на лечение поверхностной сосудистой сети, то на лечение глубоко залегающих сосудов и порой технологически прямо противоположны друг другу. Физические параметры предлагаемых лазерных систем варьируют от лазеров, генерирующих излучение с низкой плотностью энергии и малой длительностью импульса в желто-зеленом спектре, до аппаратов, генерирующих свет с высокой плотностью энергии и большой длительностью импульса в ближнем инфракрасном спектре. С уверенностью можно сказать одно: практически все лазерные методики, генерирующие разные длины волн, основаны в большей или меньшей степени на поглощении излучения гемоглобином. Возможно, именно это не позволяет создать единый стандартный протокол лазерной коагуляции сосудов.

В современной лазерной медицине в ходе детального изучения патофизиологических особенностей поглощающих хромофоров произошло оттачивание лазерных методик, применяемых для коррекции пигментной патологии, татуировок, эпиляции волос. Сегодня для решения данных проблем используют прецизионное воздействие с минимальным повреждением окружающих тканей.

Н.Н. Гераськова, *врач-дерматовенеролог, косметолог, главный врач центра эстетической и лазерной медицины «Лорексиния», Москва, Россия*

Что же касается сосудистой патологии, то здесь все несколько сложнее ввиду большого разнообразия этиологических факторов, нозологий (от сосудистой дисплазии до разных типов нарушения микроциркуляции крови при компенсаторных и патологических изменениях), многоуровневого расположения сосудов разного калибра с сохраненным кровотоком и без него. Кроме того, ранее целью коррекции была коагуляции в основном крупных, линейных сосудов и единичных сосудистых звездочек, при удалении которых проблем не возникает.

Современные реалии диктуют другие задачи. Частота обращаемости пациентов со сложной сосудистой патологией кожи возрастает. Это связано с увеличением как внешних, так и внутренних нагрузок на систему кровоснабжения кожи– возрастанием УФ- и химической нагрузки (в виде бесконтрольного использования косметических и фармацевтических препаратов), учащением развития инфекционных и аллергических заболеваний кожи, частым посещением бань и саун, изменением пищевого поведения, пребыванием в состоянии хронического стресса и напряжения. В связи с этим перед нами все чаще встают, казалось бы, нереальные задачи– коагулировать сосуды разного калибра, разной глубины залегания, плотно расположенные друг к другу, на фоне загорелой кожи и в любое время года без ущерба внешнему виду кожи. Безопасность и гарантии отсутствия осложнений становятся не менее важны, чем эффективность процедур.

Отсутствие единого мнения кроется, возможно, в неполном понимании того, какие сосуды выступают в качестве поглощающих хромофоров и какие патофизиологические изменения приводят к визуализации сосудов на поверхности кожи.

2 ФУНКЦИОНАЛЬНЫЕ ЕДИНИЦЫ МИКРОСОСУДИСТОГО РУСЛА

Периферическое кровоснабжение кожи

Кожа–самый крупный (после мышц) орган человеческого тела–занимает площадь примерно 2 кв.м. Это один из наиболее васкуляризированных органов [1].

Кровоснабжение кожи осуществляется системой микроциркуляции – важнейшей частью периферического кровеносного русла, организованной для обеспечения метаболических функций кожи (транскапиллярного обмена) и действующей по особым законам гемодинамики. Помимо обеспечения гемато-тканевого обмена венозный отдел микроциркуляции несет еще и коллекторную, или емкостную, функцию. Границами микроциркуляторного русла служат сосуды, диаметр просвета которых со стороны артериол не превышает 100 мкм, а со стороны венул –200 мкм.

Микроциркуляторное русло кожи человека устроено по сетевому типу: артериолы образуют замкнутые кольцевидные сети, от которых отходят прекапилляры, последние, в свою очередь, делятся на капилляры. Далее эти микрососуды собираются в посткапилляры, затем в венулы, которые вновь образуют замкнутые сети (рис. 1) [2].

В коже можно выделить 5 уровней залегания кровеносных сетей– сосочковый, подсосочковый, дермальный, субдермальный и глубокий (фасциальный), в каждом из них имеются артериолярная и венулярная горизонтальные сети (рис. 1а) [1]. Эти сети сообщаются между собой посредством вертикально ориентированных анастомозов (рис. 1б).

По данным А.М. Чернух и соавт. [3]:

– сосочковая сеть, представлена вертикально ориентированными капиллярами, по одному на каждый сосочек;

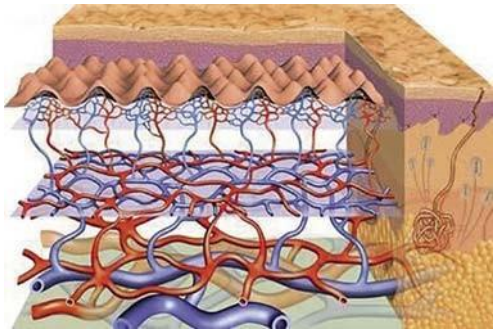


Рис. 1. *Артериолярная и венулярная горизонтальные сети [1]*

– подсосочковая сеть образована артериолярным сплетением и первым и вторым венулярными сплетениями в виде многоугольных петель;

– дермальная сеть в сетчатом слое образована глубокой дермальной артериолярной аркадой и венулярным сплетением, а также капиллярной сетью в виде перифолликуллярных муфт вокруг волосяных фолликулов, сальных и потовых желез;

– в гиподерме располагаются глубокое кожное (или субдермальное) артериолярное сплетение и крупноячеистая глубокая венулярная сеть, в которой осуществляется теплообмен.

– соединяются сети посредством множественных артериоло-венулярных и венуло-венулярных анастомозов.

Ультраструктура микрососудов

Сегодня в микроциркуляторном русле принято выделять следующие звенья (рис. 2) [1]:

– крупные артериолы диаметром 50–100 мкм;

– конечные артериолы диаметром 15–50 мкм;

– прекапилляры (метартериолы) диаметром 7–15 мкм;

– капилляры с диаметром артериального отдела капиллярной петли 7–9 мкм, венозного отдела –15–18 мкм;

– посткапилляры диаметром 15–30 мкм;

– собирательные венулы диаметром 30–50 мкм;

– мышечные венулы диаметром 50–200 мкм;

– артериоло-венулярные анастомозы диаметром 15–100 мкм.

Стенка артериолы состоит из слоя эндотелиальных клеток, расположенных на базальной мембране, и двух-трех слоев гладкомышечных клеток, имеющих различную ориентацию. По мере приближения к капиллярам в артериолах остается один слой гладких миоцитов, который становится прерывистым. Ультраструктура капиллярных стенок включает слой эндотелия и прерывистый слой

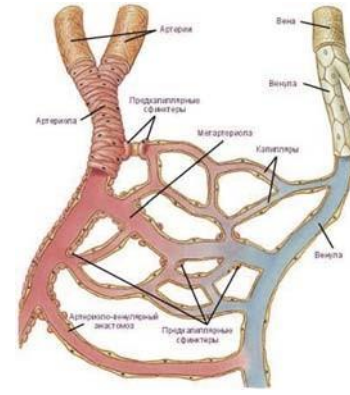


Рис. 2. *Звенья микроциркуляторного русла*

перицитов, заключенных в листки базальной мембраны. В коллекторных венулах слой перицитов становится непрерывным, по мере увеличения диаметра появляются незрелые гладкомышечные клетки, а затем сплошной слой типичных гладкомышечных клеток [3].

Модульное строение

С учетом сложной организации микроциркуляторного русла кожи разработаны и обоснованы такие понятия, как «кожный ангион» и «артериолокапиллярно-венулярные единицы кожи» (АКВЕК). Выделены субпапиллярные, парафолликулярные, дермальные и гландулярные АКВЕК, существенно различающиеся по строению и функции. Каждая АКВЕК обеспечивает работу определенной структуры кожи. Это объясняет очаговость сосудистых поражений кожи и позволяет понять причину существования мозаичной и микроочаговой сосудистой патологии кожи [1].

3 ГЕМОДИНАМИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ МИКРОЦИРКУЛЯЦИИ

Движение крови в микрососудах отличается от ее движения в макрососудах, подчиняясь иным закономерностям. Специфика биореологических феноменов, возникающих в микроциркуляторном русле, определяется тем, что помимо транспортной функции эта группа сосудов осуществляет и жизненно важную трофическую функцию.

Скорость кровотока. По мере разветвления микрососудов и приближения к капиллярам движение крови замедляется, что необходимо для создания оптимальных условий для обменных процессов. В капиллярах с относительно медленным кровотоком скорость движения эритроцитов составляет 0,2–0,7 мм/с, в капиллярах с быстрым кровотоком – 0,9–1,4 мм/с [2]. Интенсивность кровотока в микроциркуляторном русле зависит от артериоло-венозной разности давлений (перфузионного давления) и от сосудистого сопротивления. При этом скорость кровотока может значительно меняться при изменении физиологических условий, особенно при возникновении какой-нибудь патологии [4].

Перфузионное давление в капиллярах составляет 30 мм.рт.ст. на артериальном конце и 10 мм.рт.ст. на венозном конце.

Гематокрит изменчив, что обусловлено временными динамическими эффектами, связанными с перераспределением потока крови в капиллярных сетях, и колеблется от 2 до 33%.

Структура кровотока. Структура кровотока в микроциркуляторном русле существенно отличается от его структуры в крупных артериях и венах и характеризуется рядом особенностей. Это связано с тем, что кровь– не однородная жидкость, а состоит из плазмы и взвешенных в ней форменных элементов, размеры которых близки к диаметру просвета мельчайших сосудов, особенно капилляров. Из форменных элементов крови главную для реологических свойств крови роль играют эритроциты.

В системе центрального кровообращения – в относительно широких сосудах – текущая кровь ведет себя как гомогенная, или так называемая ньютоновская, жидкость. Это объясняется сравнительно большой разницей между величиной эритроцитов и диаметром просвета этих сосудов. При нормальной скорости кровотока эритроциты перемещаются в сосудах параллельно их стенкам.

Совершенно иным становится поведение кровотока в микрососудах, поскольку величина просвета в капиллярах и прилегающих к ним артериолах и венулах сопоставима с величиной эритроцитов. Структура кровотока в артериолах и венулах «переходная», ориентация эритроцитов весьма вариабельна– от параллельной до почти перпендикулярной. В капиллярах движение крови «поршневое»: эритроциты движутся как «поршни», увлекая за собой весь столб плазмы крови, расположенный между ее отдельными форменными элементами [4].

4 НАРУШЕНИЕ ГЕМОДИНАМИКИ КАК ФАКТОР ВИЗУАЛИЗАЦИИ МИКРОСОСУДОВ

Как уже было отмечено, при нормальных условиях кровоток в микрососудах имеет специфическую структуру. Одно из основных условий, необходимых для поддержания этой структуры, – наличие в текущей крови отдельных, не связанных между собой эритроцитов, которые могут перемещаться в просвете микрососудов относительно независимо друг от друга. Вместе с тем даже в нормальных условиях замедление кровотока (в результате ослабления движущих сил) вызывает агрегацию эритроцитов, которые опять оказываются дезорганизованными, как только кровоток ускоряется.

Однако агрегация эритроцитов может быть значительно усилена в патологических условиях, в результате чего кровь превращается из эмульсии

эритроцитов с очень высокой степенью текучести в сетчатую суспензию с весьма низкой текучестью. Текучесть крови может снизиться до того критического уровня, когда нормальные движущие силы уже не в состоянии поддерживать нормальное течение крови, вследствие чего кровоток замедляется вплоть до полной остановки [4]. Наиболее низкие скорости сдвига зарегистрированы в посткапиллярах и венулах. Именно в этом звене микроциркуляторного русла чаще всего выявляется спонтанное образование различных эритроцитарных агрегатов.

Феномен агрегации эритроцитов известен давно. Он заключается в склеивании красных кровяных телец между собой с образованием устойчивых эритроцитарных конгломератов. В патологических условиях происходит существенное усиление агрегации эритроцитов, при этом образующиеся агрегаты отличаются высокой регидностью и большой устойчивостью, что приводит к значительному повышению вязкости и внутрисосудистого сопротивления.

Стаз крови – типичное расстройство микроциркуляции, отмечаемое при разных видах патологии. Многочисленные экспериментальные данные свидетельствуют о том, что замедление и остановка кровотока в посткапиллярно-венулярном звене при развитии стаза крови зависят от усиленной внутрисосудистой агрегации эритроцитов [4].

Формирование длительного стаза крови и сладжа эритроцитов меняет физические свойства сосудов. Визуально неопределяемые в норме, кровенаполненые сосуды начинают определяться при дерматоскопическом и макроскопическом осмотре. Сосуды увеличиваются как в длину, так и в ширину, становятся извитыми, формируются саккулярные расширения, завитки и клубочки. Их диаметр увеличивается в десятки раз, достигая 100, 300, 500, 1000 и даже 2000 мкм. Таким изменениям более всего подвержены посткапилляры и венулы.

Приведенные данные позволяют прийти к заключению, что основное проявление различных расстройств микроциркуляции – замедление линейной скорости кровотока. К ранним признакам нарушений относят локальный спазм приносящих артериолярных сосудов, застойные явления в посткапиллярно-венулярных сосудах и снижение интенсивности кровотока в нутритивном звене капиллярного русла. При развитии патологического процесса, связанного с объемным дефицитом капиллярного кровотока, страдают тонкие механизмы, регулирующие транскапиллярный массоперенос и обменные процессы в тканях.

Патофизиологические механизмы нарушения микроциркуляции могут развиваться в виде:

— нарушения притока крови (как в результате его усиления при артериальной гиперемии, так и его ослабления при артериальной ишемии);

— нарушения оттока, сопровождающегося, как правило, венозным застоем;

— первичной патологии капилляров.

При различных типах гемодинамических расстройств в патофизиологический механизм вовлекаются также нарушение проницаемости стенки микрососудов и гемореологические сдвиги, что приводит к нарастающей гипоксии и ишемии тканей [2].

Классификация расстройств микроциркуляции

Сегодня принято пользоваться классификацией расстройств микроциркуляции крови в коже, разработанной В.И. Козловым (табл. 1) [2].

Для понимания возможностей лазерной коагуляции сосудов кратко рассмотрим следующие виды нарушения микроциркуляции.

Гиперемические расстройства характеризуются усилением притока крови в микроциркуляторное русло, расширением артериол, артериовенозных анастомозов, увеличением количества функционирующих капилляров, расширением артериальных отделов функционирующих капилляров, расширением венул, увеличением линейной скорости кровотока в капиллярах, увеличением концентрации эритроцитов, розовым цветом.

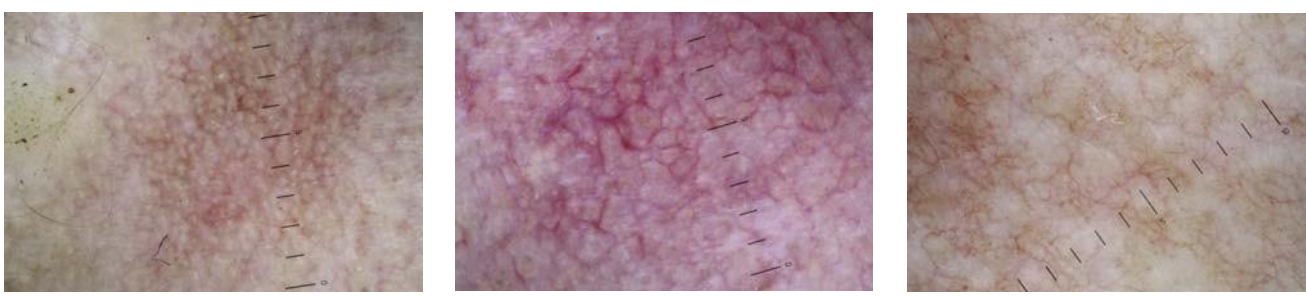


Рис. 3. *«Проявление» патологически измененных микрососудов под микроскопом (ув. 200х)*

ТАБЛ. 1. Классификация расстройств микроциркуляции по В.И. Козлову [2]

По этиологии	Воспалительные Аллергические Циркуляторные Инфекционные Токсические	
По типу расстройств	Циркуляторные	Структурные
	Гиперемические Спастические Спастико-атонические Атонические (застойные) Стазические	Дистрофические Дисплазические
По генезу	Первичные	Вторичные
По характеру течения	Острые	Хронические
По локализации	Системные	Регионарные
По степени недостаточности	Ст. I – легкая Ст. II – среднетяжелая Ст. III – тяжелая Ст. IV – очень тяжелая	Компенсированные изменения Субкомпенсированные изменения Декомпенсированные изменения Угнетение кровотока

Спастические расстройства связаны с уменьшением притока крови в микроциркуляторное русло, обусловленным спазмом артерий, снижением числа функционирующих капилляров, замедлением кровотока и усилением агрегации эритроцитов.

Спастико-атонические расстройства характеризуются комплексом изменений, связанных с уменьшением притока и затруднением оттока крови в микроциркуляторном русле. При этом происходит выраженное нарушение соотношения артериоловенулярных диаметров микрососудов, расширение и увеличение извитости венул и их саккулярных расширений.

Застойные расстройства проявляются комплексом изменений, связанных с резким затруднением оттока крови из микроциркуляторного русла, значительным изменением реологических свойств крови, нарушением структуры микрососудов и барьерной функции их стенки. Артериолы сужены, артериовенозные анастомозы расширены, функционирующие капилляры расширены в венозных отделах, венулы расширены, линейная скорость кровотока снижена, цвет органа синюшный, усилено образование тканевой жидкости, появляется отек, трофика ткани нарушена.

Стазические расстройства обусловлены резким снижением кровотока в капиллярном звене микроциркуляторного русла и повышенной агрегацией эритроцитов. При этой форме расстройств преобладают реологические сдвиги и нарушение барьерной функции микрососудов. Микроциркуляция резко ослаблена, наблюдаются очаговые стазы.

Г.И. Мчедлишвили [4] отдельно выделяет расстройством микроциркуляции в очаге воспаления, которое проявляется расширением артериол, сужением артериовенозных анастомозов, резким расширением функционирующих капилляров, особенно в венозных отделах, увеличением количества функционирующих капилляров, расширением венул, резким снижением линейной скорости кровотока, стазом крови, диапедезом эритроцитов из капилляров.

5 СОСУДЫ КАК ПОГЛОЩАЮЩИЙ ХРОМОФАКТОР

Таким образом, можно утверждать, что расширенная сосудистая сеть на лице –это результат спастико-атонических, застойных и стазических расстройств микроциркуляции, сопровождающихся стазом крови, сладжем эритроцитов и выраженными застойными процессами в посткапиллярно-венулярном звене. Такие нарушения приводят к изменению физических свойств сосудов– увеличению их длины и диаметра, перерастяжению стенок, повышению извитости, формированию петель и клубочков (рис. 4).

В качестве поглощающего хромофора выступают сосуды микроциркуляторного русла, чаще всего это



Рис. 4. *Спастико-атонические, застойные и стазические расстройства микроциркуляции приводят к изменению физических свойств сосудов – увеличению их диаметра, растяжению стенок, повышению извитости, формированию «петель» и «клубочков»*

посткапилляры и венулы разной глубины залегания – сосочкового, подсосочкового, дермального и субдермального уровней. Стенки сосудов тонкие. Внутри сосудов формируются стаз крови и сладж эритроцитов с высокой концентрацией дезоксигемоглобина. Резко замедлен или отсутствует линейный кровоток.

Обобщая дерматоскопические данные осмотра кожи при различных нарушениях микроциркуляции, мы зафиксировали следующие виды сосудистых рисунков:

– в виде точек, завитков и клубочков разного диаметра (при нарушении микроциркуляции в сосочковом слое (рис. 5а) и расширении перифолликулярных капилляров дермального слоя (рис. 5));

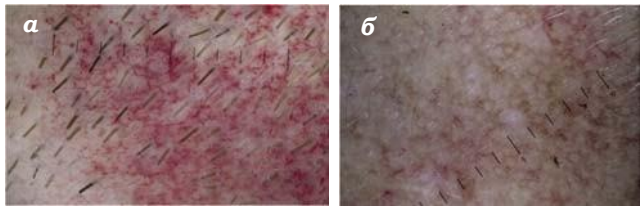


Рис. 5. *Рисунок в виде точек, завитков и клубочков разного диаметра, формирующийся при расстройствах микроциркуляции в сосочковом (а) и дермальном (б) слоях*

– сетчатый рисунок (при расширении сосудов подсосочковой и дермальной микроциркуляторной сети (рис. 6));

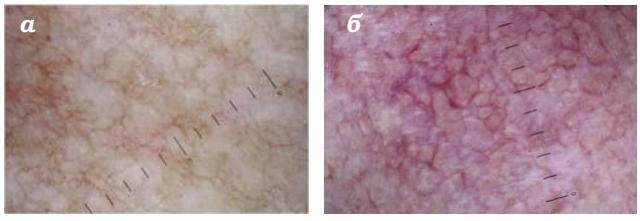


Рис. 6. *Сетчатый рисунок, формирующийся при расширении сосудов в подсосочковом (а) и дермальном (б) слоях*

– Древовидный рисунок (при расширении сосудов глубокого кожного (субдермального) сплетения (рис. 7)).



Рис. 7. *Древовидный рисунок, формирующийся при расширении сосудов субдермального кожного сплетения*

6 ЛАЗЕРНАЯ КОАГУЛЯЦИЯ СОСУДОВ В ЛЕЧЕНИИ СОСУДИСТОЙ ПАТОЛОГИИ

Одна из самых популярных и востребованных процедур в лазерной эстетической медицине – коагуляция сосудов. Ее применяют для коррекции различных нозологий: нарушений микроциркуляции – купероза, розацеа, телеангиэктазий, сенильных ангиом, гемангиом, сосудистой дисплазии, поствоспалительных изменений микроциркуляторного русла, а также при лечении сосудистой патологии в области нижних конечностей. Эти патологические состояния характерны для людей любого возраста и пола и наблюдаются у самого широкого круга населения. Они приводят к ухудшению внешнего вида кожи, изменяют ее функциональное состояние.

Для удаления патологически расширенной сосудистой сети широко используют лазерные методики. Излучение практически всех лазеров, генерирующих волны разной длины (от желто-зеленого до ближнего инфракрасного (ИК-) спектра), поглощается гемоглобином. Как правило, при коагуляции единичных сосудов проблем не возникает. Однако при коагуляции плотной сосудистой сети, сосудов разного калибра, разной глубины залегания, на загорелой коже или летом тепловая и лучевая нагрузка на кожу возрастает и повышаются риски развития осложнений– ожогов, нарушения пигментации, формирования рубцов.

Лазеры, генерирующие энергию в желто-зеленом спектре, относят к категории «сосудистых» в связи с высокой степенью поглощения их излучения по оксигемоглобину. Так сложилось исторически, поскольку данный тип лазеров был одним из первых применен для целей лазерной коагуляции. Их успешно используют для коагуляции сосудистой дисплазии, телеангиоэктазий и другой сосудистой патологии. Но лазерное излучение этого спектра имеет большую степень рассеяния энергии в коже из-за высокого поглощения по другому хромофору – меланину. Это приводит к «перетеканию» энергии в окружающие ткани с соответствующим их нежелательным нагревом и ограничивает глубину проникновения излучения 1,5 мм, что существенно сокращает возможность эффективного решения других сосудистых проблем.

Лазеры, генерирующие излучение в ближнем инфракрасном спектре, характеризуются более низким поглощением по оксигемоглобину, но более высокой оптической селективностью, низким рассеянием и, соответственно, большей глубиной проникновения излучения– до 4 мм. Для коагуляции

используют более высокую плотность энергии и более длительные импульсы.

В частности, неодимовые лазеры традиционно применяют для коагуляции сосудов нижних конечностей при патологии вен. Методики ориентированы на воздействие на движущийся хромофор в условиях повышенного венозного давления и сохраненной или высокой скорости кровотока, что обеспечивает ускоренный перенос тепла от места воздействия, препятствуя таким образом эффективной коагуляции. Это вызывает оправданную необходимость использования высокой длительности импульса, или длинноимпульсной технологии, при которой время воздействия составляет обычно от 5 до 15 мс. Возможное перераспределение энергии в окружающие ткани при столь высокой длительности импульса относят к нежелательным факторам, весомость которых врач и пациент могут оценить, исходя из конечной цели выполнения процедуры. Как правило, риск возникновения нежелательных побочных эффектов, в том числе эстетического характера, в зоне проведения процедуры остается высоким.

Таким образом, для коагуляции сосудов применяют разные лазеры и методики (режимы) обработки тканей – от аппаратов, излучающих средние по длительности импульсы с низкой плотностью энергии в желто-зеленом спектре, до систем, генерирующих длительные импульсы с высокой плотностью энергии в ближнем ИК-спектре. Существуют также лазерные системы, позволяющие сочетать оба режима в ходе одной процедуры путем попеременного излучения разных импульсов.

Лазеры, работающие в желто-зеленом спектре, имеют ограничения по сезону, цвету кожи и глубине проникновения. Лазеры, излучающие в ИК-спектре, лишены этих недостатков, но уменьшение поглощения по оксигемоглобину принуждает использовать высокую плотность энергии и традиционно принятую при работе с относительно крупными сосудами и венами высокую длительность импульса, что приводит к увеличению термической нагрузки на ткани и риска появления ожогов. Но поскольку наши пациенты категорически не готовы заменить один эстетический дефект на другой, осложнения в виде гипо- или гиперпигментации и образования рубцов недопустимы.

Обеспечить эффективность лазерной коагуляции и гарантировать безопасность можно, имея в руках инструмент, действующий по принципу оптической и термической селективности. Обеспечить абсолютную оптическую и термическую селективность крайне сложно. Лазер генерирует высокоэнергетическое световое излучение, взаимодействие с которым неизбежно сопровождается повышением температуры в поглощающих его хромофорах. Окружающие ткани обладают теплопроводностью и также могут поглощать лазерное излучение.

Оптимальным видится тип лазера, обладающий такими физическими параметрами, которые, с одной стороны, максимально ограничат «перетекание» тепла в окружающие ткани, а с другой, – обеспечат силу воздействия, гарантирующую эффективную коагуляцию патологически измененного или эстетически неприемлемого для пациента сосуда. Предложить практикующим специалистам систему, обладающую вышеизложенными свойствами, можно, если использовать излучение с длиной волны, которая будет селективно поглощаться нужным хромофором, и длительностью импульса, не превышающей время термической релаксации (ВТР)ткани-мишени и меланина.

Преимущества неодимового лазера с длиной волны 1064 нм

Излучение с длиной волны 1064 нм характеризуется высокой степенью поглощения по дезоксигемоглобину и метгемоглобину. Традиционно рассматривается степень поглощения лазерного излучения оксигемоглобином. Так как этот хромофор окрашен в ярко-красный цвет, самая высокая степень поглощения по оксигемоглобину будет наблюдаться для излучения желто-зеленого спектра, излучение инфракрасного спектра будет хуже поглощаться этим хромофором. Сосуды, насыщенные оксигемоглобином, – это артериолы и прекапилляры.

В дезоксигемоглобине повышена концентрация углекислого газа, он окрашен в темно-красный или бордовый цвет, а при высокой концентрации CO_2–в синий. Содержится в посткапиллярах и венулах. Этот хромофор будет поглощать излучение с длиной волны 1064 нм максимально эффективно.

При нарушении микроциркуляции застойные процессы чаще всего формируются в посткапиллярно-венулярном звене, при этом за счет стаза и сладжа эритроцитов здесь повышается концентрация дезоксигемоглобина. Следовательно, в качестве основного поглощающего хромофора выступает именно дезоксигемоглобин.

Расширение артериол происходит в редких случаях. При спастико-атоническом нарушении микроциркуляции спастические процессы чаще развиваются в артериолярном звене. Но при застойных процессах может нарушаться гемо-тканевой обмен, и тогда в посткапиллярно-венулярном звене могут скапливаться как окси-, так и дезоксигемоглобин.

При лазерной коагуляции расширенных артериол с помощью излучения с длиной волны 1064 нм после первого же импульса в микрососудах появляется более темный по цвету метгемоглобин (окисленный гемоглобин), и степень поглощения данного излучения по метгемоглобину увеличивается в 10-ки раз.

Излучение с длиной волны 1064 нм характеризуется самой высокой степенью оптической селективности. Самая высокая степень поглощения по меланину отмечается для излучения ультрафиолетового спектра; излучение инфракрасного спектра поглощаются меланином значительно хуже, а на длине волны 1064 нм поглощение по меланину оказывается минимальным. Меланин содержится в окружающих сосуды тканях в фоновых концентрациях, поэтому излучение длиной волны 1064 нм окружающими тканями практически не поглощается, т.е. они оказываются прозрачны для данного вида излучения.

Таким образом, излучение неодимового лазера поглощается тканями-мишенями строго избирательно: степень его поглощения по дезоксигемоглобину очень высока, по меланину –минимальна.

Излучение с длиной волны 1064 нм слабо рассеивается и глубоко проникает. Низкое поглощение по меланину дает еще и такие немаловажные преимущества, как низкое рассеяние излучения и как следствие этого –глубокое проникновение в ткани. Учитывая, что при нарушениях микроциркуляции могут поражаться сосудистые сети, расположенные в коже на разной глубине– от сосочкового до субдермального слоя, возможность избирательно коагулировать сосуды разных слоев кожи дает явные преимущества.

Термическая селективность. Длительность импульса 650 мкс

Нарушения микроциркуляции спастико-атонического, застойного и стазического видов на любых участках тела (чаще на лице, шее, в зоне декольте и интимной области) приводят к образованию мишеней в виде статичных объектов с высокой концентрацией поглощающего хромофора. Для коагуляции такой мишени достаточно использовать экспозицию импульса, не превышающую ВТР меланина (т.е.менее 1 мс) (рис. 8).

Опытным путем группа исследователей из США, выяснила, что оптимальная длительность импульса при работе излучением с длиной волны 1064 нм и высокой мощностью импульса, дающая возможность получения необходимой для коагуляции плотности энергии при размере пятна от 2 до 4 мм, составляет 650 мкс [ссылка]. Использование лазерной

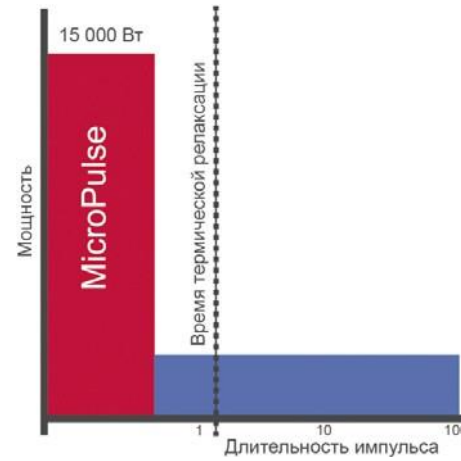


Рис. 8. *Для коагуляции мишени в виде статичного объекта достаточно использовать длительность импульса, не превышающую ВТР меланина (т.е. менее 1 мс)*

системы с подобными техническими параметрами позволяет решить задачу эффективной коагуляции мишени при максимально ограниченной передаче тепла в окружающие ткани. Именно так в 1996 году компанией Aerolase (до 2006 года FriendlyLight) была разработана технология MicroPulse, обеспечивающая соблюдение принципов термической и оптической селективности двумя путями:

— путем ограничения нежелательного поглощения лазерного излучения окружающими мишень тканями (благодаря оптической селективности – низкому поглощению по меланину);

— путем ограничения передачи тепла в окружающие мишень ткани (благодаря длительности импульса 650 мкс, не превышающей ВТР меланина).

Отличительная особенность технологии MicroPulse Nd:YAG от компании Aerolase– сочетание высокой плотности энергии (до 1000 Дж/см2) и средней длительности импульса (650 мкс) с длиной волны лазерного излучения 1064 нм, что увеличивает энергетический потенциал импульса и ограничивает перетекание тепла в окружающие ткани. Технология MicroPulse позволяет разбить эритроцитарные сладжи, коагулировать сосуды, создать высокий температурный перепад между поглощающим хромофором и окружающими здоровыми тканями (до 60° С в хромофоре и 40–45° С в окружающих тканях).

При коротких импульсах выделяемое тепло не успевает распространиться в окружающие ткани, поэтому температурный перепад между ними и интенсивно поглощающей тканью будет тем больше, чем короче импульсы лазерного излучения [5]. При большом температурном перепаде в окружа-

ющих тканях создается температура, стимулирующая регенерацию, и активируется синтез белков теплового шока, что значительно сокращает реабилитационный период. Коагуляционные микроочаги привлекают клетки иммунной системы, оказывая выраженное иммуномодулирующее действие.

Лазер Aerolase с технологией MicroPulse –это безопасная прецизионная коагуляция плотно расположенных, разнокалиберных, залегающих на разной глубине сосудов у пациентов с кожей любого фототипа. Более чем 20-летняя клиническая практика использования этой технологии, доказанная эффективность и безопасность применения для лечения и коррекции сложных случаев абсцедирующего акне, фурункулеза, тяжелых форм розацеа, сосудистой дисплазии, гемангиом доказывает максимально возможную термическую селективность данной методики. Таким образом, лазер Aerolase MicroPulse занимает «золотую середину» между сосудистыми лазерами желто-зеленого спектра и длинноимпульсными неодимовыми лазерами, позволяя врачу проводить эффективное патофизиологическое лечение сосудистой патологии кожи.

7 КЛИНИЧЕСКИЕ РЕЗУЛЬТАТЫ

Для оценки результатов лечения был использован цифровой дерматоскоп Heine Delta 20 Plus. Осмотр и фотодокументирование проводили для участков кожи с нарушением микроциркуляции и наличием какого-либо эстетического дефекта (пигментации, рубцов постакне), чтобы подтвердить, что снимки были сделаны в одной и той же локализации. Дерматоскопию выполняли до процедуры и через неделю после одной процедуры. Лазерной коагуляции подвергали только измененные сосуды, не воздействуя на пигментные образования. Используемое оборудование – Aerolase Nd:YAG 1064 нм; длительность импульса 650 мкс, плотность энергии 42–96 Дж/кв. см, диаметр пятна 2–3 мм, частота следования импульсов 1,5 Гц.

Клинический пример №1

Пациентка 55 лет. Тип кожи –сухая, фототип III. Состояние кожи после солнечной инсоляции. При осмотре на фоне эритемы определяются расширенная подсосочковая венулярная сеть и локальная вишневая ангиома, которая возникла вследствие сферического или тубулярного расширения капиллярных петель в дермальных сосочках. Согласно классификации В.И. Козлова [2], это первичное острое воспалительное атоническое расстройство микроциркуляции II степени тяжести, субкомпенсированное. На снимке, сделанном через неделю после одной процедуры, можно видеть полное исчезновение и ангиомы, и эритемы, что свидетельствует о хорошей коагуляции нарушенной сосудистой сети (рис. 9).

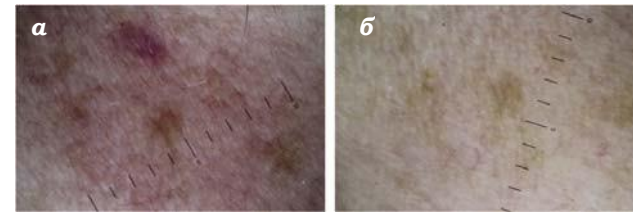


Рис. 9. *Лечение локальнойвишневой ангиомы и эритемы, возникшей вследствие расширения подсосочковой венулярной сетимикроциркуляции. Вид до (а) и через неделю (б) после одной процедурыс применением лазера Aerolase Nd:YAG 1064 нм*

Клинический пример №2

Пациентка 47 лет. Тип кожи –жирная, фототип III. В анамнезе угревая болезнь тяжелой степени тяжести, злоупотребление косметическими и аптечными средствами для жирной кожи и лечения акне, частая активная инсоляция. При осмотре определена расширенная дермальная венулярная сеть, венулы с признаками выраженного стаза увеличены как в диаметре, так и в длину, бордового цвета. Согласно классификации В.И. Козлова, это хроническое циркуляторное атоническое расстройство микроциркуляции III степени тяжести, декомпенсированное. На снимке, сделанном через неделю после одной процедуры, визуализируется выраженная коагуляция расширенной венулярной сети (рис. 10).

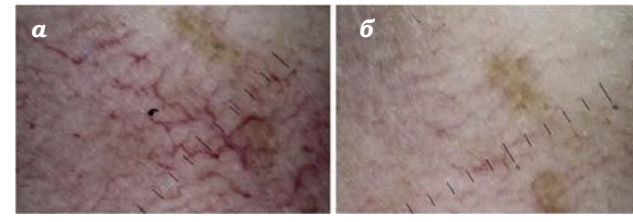


Рис. 10. *Лечение расширенной дермальной венулярной сети микроциркуляции. Вид до (а) и через неделю (б) после одной процедуры с применением лазера Aerolase Nd:YAG 1064 нм*

Клинический пример №3

Пациентка 53 лет. Лечение фотостарения кожи в области декольте. Тип кожи –сухая, фототип II. При осмотре отмечены признаки фотостарения в

виде расширенной венулярной сети подсосочкового и дермального уровней залегания и неравномерной пигментации. Согласно классификации В.И. Козлова, это хроническое воспалительное циркуляторное атоническое расстройство микроциркуляции III степени тяжести, декомпенсированное. На дерматоскопическом снимке, выполненном через неделю после процедуры, видно, что коагулирована практически вся венулярная сеть (рис. 11). Так как пигментация имела рассеянный характер, то и она подверглась коагуляции. Через неделю пигмент сгруппировался, но еще не весь отшелушился.

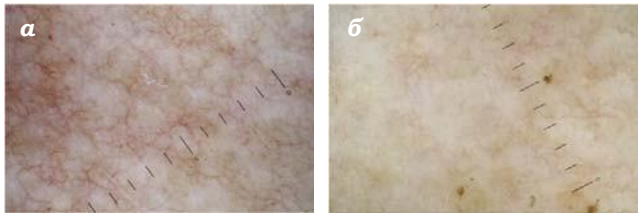


Рис. 11. *Лечение признаков фотостарения кожи в области декольте в виде расширенной венулярной сети микроциркуляции подсосочкового и дермального уровней. Вид до (а) и через неделю (б) после одной процедуры с применением лазера* AEROLASE *Nd:YAG 1064 нм*

Клинический пример №4

Пациентка 43 лет. Тип кожи –жирная, фототип III. Кожа в состоянии постакне. В анамнезе акне тяжелой степени тяжести, активное использование средств для жирной кожи, содержащих салициловую кислоту, фруктовые кислоты, неионногенные ПАВ. При осмотре наблюдается расширенная перифолликулярная капиллярная дермальная сеть в виде завитков и клубочков. Согласно классификации В.И. Козлова, это хроническое воспалительное атоническое (застойное) расстройство микроциркуляции III степени тяжести, декомпенсированное. Через неделю после процедуры отмечена выраженная коагуляция измененных сосудов (рис. 12).

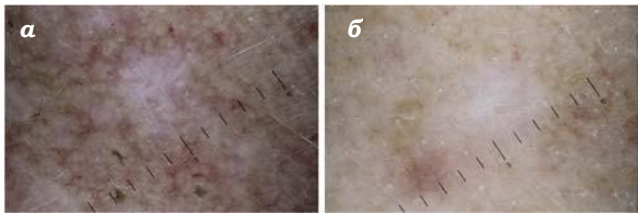


Рис. 12. *Лечение нарушения микроциркуляции в перифолликулярной капиллярной дермальной сетив виде завитков и клубочков.Вид до (а) и через неделю (б) после процедуры с применением лазера* AEROLASE *Nd:YAG 1064 нм*

8 ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Технология MicroPuls 650 мкс отвечает требованиям высокой эффективности и безопасности процедур лазерной коагуляции патологически расширенных сосудов кожи в эстетической медицине и дерматологии. Она позволяет максимально ограничить передачу тепла в окружающие ткани и избирательно коагулировать сосуды разных слоев кожи. Это расширяет спектр применения лазерного лечения: дает возможность работать с тяжелыми декомпенсированными нарушениями микроциркуляторного русла, с кожей любого фототипа, в любое время года, может применяться для лечения сложных форм розацеа, демодекоза, акне и постакне.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Адаскевич ВП, Мяделец ОД. Морфофункциональная дерматология. – М.: Медицинская литература, 2006. С. 353–359.*
2. *Козлов ВИ. Капилляроскопия в клинической практике. – М.: Практическая медицина, 2015.*
3. *Чернух АМ, Александров ПН, Алексеев ОВ. Микроциркуляция.– М.: Медицинская литература, 1984. С. 178.*
4. *Мчедлишвили ГИ. Микроциркуляция крови. – Ленинград: Наука, 1989.*
5. *Плетнев СД. Лазеры в клинической медицине. – М.: Медицина, 1996. С.72.*