

Глава 3

Сосудистые дефекты

Сосудистая патология кожи является одной из наиболее распространенных причин обращения в дерматокосметологические клиники, занимая третье место после эпиляции и коррекции возрастных изменений кожи. Это обусловлено тремя причинами:

1. Многообразие кожной сосудистой патологии.
2. Высокая частота встречаемости.
3. Доказанная клиническая эффективность лазерных технологий.

Успешность лазерной терапии сосудистой патологии зависит от разных факторов, и во многом — от квалификации специалиста, оказывающего услугу. Врачи, работающие с сосудистыми лазерами, должны обладать компетенцией, необходимой для **корректной диагностики сосудистого поражения кожи, объяснения необходимых нюансов лечения, оценки возможных рисков терапии, а также подбора параметров лазерного воздействия и обеспечения безопасности во время процедуры.**

3.1. Диагностика сосудистого поражения кожи

Сосудистая патология кожи может проявляться:

- **расширением сосудов** (преимущественно капиллярной вазодилатацией), что ведет к увеличению кровотока;
- **сужением капилляров** — вазоконстрикцией и, как следствие, снижением кровотока;
- **нарушением проницаемости сосудистой стенки**, что приводит к нарушению транспорта веществ из крови в ткани и наоборот, а также к экссудации плазмы и выходу форменных элементов крови в ткани дермы (диapedезу);
- **нарушением сосудистой реактивности**, проявляющимся изменением механореактивности (дермографизма), термореактивности, нейрои гормональной реактивности, что может лежать в основе развития различных патологических реакций на эндогенные раздражители.

Локализация сосудистых дефектов весьма разнообразна и по глубине залегания (**табл. II-3-1**), и по площади — от ограниченных очагов (иногда очень мелких в пределах одной микроциркуляторной единицы) до диффузных и даже генерализованных, занимающих значительные площади или почти весь кожный покров.

Таблица II-3-1. Глубина залегания различных видов сосудистой патологии кожи

УРОВЕНЬ	ВИД ПАТОЛОГИИ	ГЛУБИНА, мкм
Субэпидермальный	Поверхностные телеангиэктазии (ТАЭ) при фотостарении, эритема как компонент воспалительных заболеваний кожи, капиллярная ангиодисплазия (КАД), также известная как «винное пятно»), неоваскулогенез в рубце, атрофодермии	40–50 70–260
Дермальный	Глубокие вторичные ТАЭ при выраженном фотостарении, возрастные ТАЭ, ТАЭ при розацеа, коллагенозах, васкулиты, КАД, вишневая и паукообразная ангиомы	460–2235
Субдермальный	Венулэктазии (синие ретикулярные сосуды 1–3 мм в диаметре), ангиомы, гемангиомы, артериовенозные мальформации, венозные мальформации	1560–4000
Подкожный	Гемангиома, артериовенозная мальформация, венозная мальформация, ретикулярный варикоз, патология подкожной венозной системы	1800–4750 и глубже

Важно понимать, что правильный диагноз — основа успешной терапии. Значительное число пациентов с врожденными сосудистыми аномалиями (vascular birthmark) получают неэффективное и потенциально опасное лечение, основанное на неправильном диагнозе. Для определения точного характера сосудистой патологии необходим сбор подробного анамнеза и тщательное обследование пациентов (Gloviczki P. и соавт., 2023).

Согласно шкале GRADE (используется для оценки степени злокачественности опухолей), большинство врожденных и приобретенных сосудистых поражений кожи имеют **класс 1А** в отношении лазерной терапии. Рекомендации класса 1А являются «вескими», имеют значимую доказательную базу и должны применяться к большинству пациентов в большинстве случаев. Клиницисты должны следовать этим рекомендациям, если нет четкого и убедительного обоснования альтернативного подхода.

В настоящее время лазерная терапия может применяться при следующих сосудистых дефектах:

1. Сосудистые пороки развития:

- Врожденные сосудистые опухоли (разные формы инфантильных гемангиом, врожденные гемангиомы, пиогенная гранулема, ангиокератома).
- Сосудистые мальформации (капиллярная мальформация («винное пятно») — как отдельная патология, так и ассоциированная с другими аномалиями (синдром Штурге — Вебера, Клиппеля — Треноне и др.), телеангиэктазии (ТАЭ), простой невус, венозные мальформации).

2. Приобретенные сосудистые поражения кожи:

- ТАЭ на лице и нижних конечностях.
- Розацеа.
- Паукообразная ангиома.
- Венозная ангиома.
- Вишневая ангиома.
- Сенильная ангиома.
- Пойкилодерма Сивата.
- Пиогенная гранулема.
- Ангиофиброма.
- Кожные поражения при саркоме Капоши.
- Красные и гипертрофические рубцы.
- Вирусные бородавки.
- «Свежие» красные растяжки (стрии).
- Воспалительный линейный веррукозный эпидермальный невус.
- Акне.
- Псориаз.

Использование лазеров в случае артериальных пороков развития не рекомендуется, поскольку имеет низкую доказательную базу (**класс 1C** по шкале GRADE).

3.2. Как работают сосудистые лазеры и IPL

Мишенью при лечении сосудистой патологии является **гемоглобин эритроцитов**, который находится в многочисленных расширенных сосудах дермы. Поглощая лазерное излучение, гемоглобин нагревается, а также нагреваются стенки сосуда, что приводит к их коагуляции (фототермический эффект) или разрыву (фотомеханический эффект) (Zhang С. и соавт., 2023).

- **Фотомеханический эффект** формируется при передаче хромофору большого количества энергии за короткий промежуток времени. Происходит т.н. фотодинамический удар, приводящий к разрыву

сосуда и выходу его содержимого в ткани — т.е. образованию пурпуры, петехий, гемангиом.

- **Фототермический эффект** возникает при более медленном нагреве мишени (более длинный импульс) с постепенным склеиванием (коагуляцией) сосуда. Кровь, подвергшаяся фотокоагуляции, образует тепловой коагулят — аморфное скопление поврежденных и агглютинированных эритроцитов и компонентов плазмы, которыми в дальнейшем закупоривается сосудистый просвет. Гистологически отмечается избирательное повреждение сосуда с тромбозом, некрозом стенки сосуда и периваскулярным повреждением коллагена с относительно небольшим тепловым повреждением эпидермиса и дермы.

Поскольку IPL-устройства испускают широкий диапазон длин волн, которые поглощаются различными хромофорами кожи, то большую часть этой энергии абсорбируют поверхностные мишени, такие как пигмент и расширенные сосуды. Для того чтобы нагреть более глубокие объекты, должны быть использованы более высокие энергетические параметры, которые повышают риск возникновения ожогов и других осложнений: гипер- и гипопигментации, рубцов (Шептий О.В., 2018).

3.3. Важные параметры сосудистых лазеров

Длина волны

Независимо от вида сосудистых поражений (артериального, венозного или капиллярного происхождения) основной мишенью для лазерного воздействия остается гемоглобин (**рис. II-3-1**):

- в случае мелких поверхностных сосудов (преимущественно на лице и шее) мишенью является **оксигемоглобин**, имеющий максимальный пик поглощения 542 нм (пик а) и 577 нм (пик b);
- сосуды на ногах обычно расположены глубже и содержат больше **дезоксигемоглобина** — в этом случае используется излучение с длиной волны от 800 до 1200 нм;
- для лазерной терапии мальформаций посткапиллярных венул, таких как «винные пятна», используется излучение с длиной волны 630–780 нм.

Чем больше длина волны, тем глубже излучение проникает в кожу (**рис. II-3-2**). Например, излучение Nd:YAG с длиной волны 1064 нм может проникать на несколько миллиметров ниже эпидермиса. **Более**

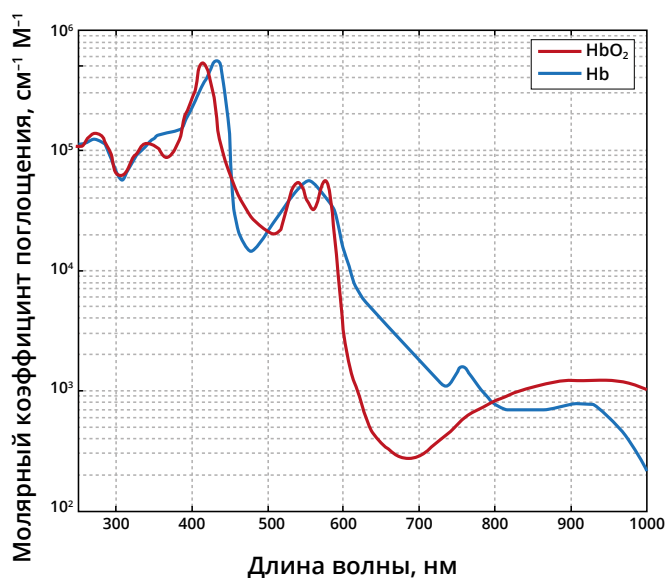


Рис. II-3-1. Кривые абсорбции оксигемоглобина (HbO₂) и дезоксигемоглобина (Hb)

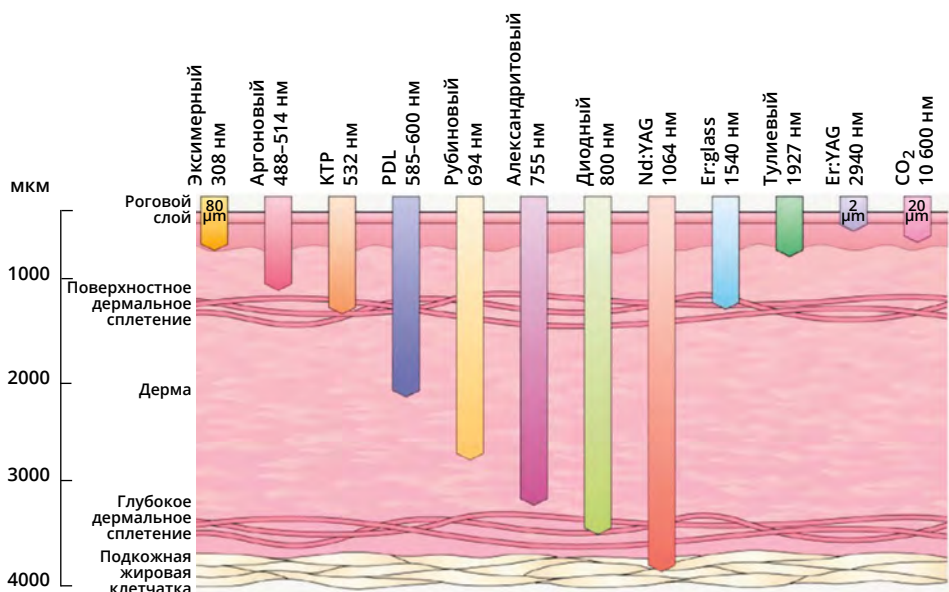


Рис. II-3-2. Глубина проникновения излучения различных видов лазеров

длинноволновой свет «обходит» эпидермальный меланин, что делает его сравнительно безопасным для темных типов кожи. Однако для коагуляции глубоко расположенного сосуда в этом случае требуется гораздо более высокая плотность энергии излучения.

Излучение инфракрасного диапазона эффективнее при лечении более глубоких «синих» сосудов, а более коротковолновой свет — для поверхностных «красных» телеангиэктазий.

Длительность импульса

Как известно, эффективная и безопасная длительность импульсов для удаления конкретных мишеней определяется, исходя из **времени термической релаксации (ВТР)**. В случае терапии сосудистых дефектов наша цель — не сам гемоглобин, а стенка сосуда. В соответствии с концепцией расширенного селективного фототермолиза, гемоглобин мы используем как мишень для нагрева в расчете на то, что выделяющегося тепла будет достаточно, чтобы повредить сосудистую стенку.

Мы говорим о нагревании не только самого хромофора — гемоглобина эритроцитов, но и о передаче тепла от него стенкам сосудов (расширенный селективный фототермолиз), поэтому длительность импульсов сосудистых лазеров следует рассматривать с учетом активности кровотока и диаметра сосудов (**табл. II-3-2**).

Таблица II-3-2. Время термической релаксации различных структур кожи

МИШЕНЬ	РАЗМЕР, мкм	ВТР, мс
Меланосома	0,1–0,5	0,25
Волосной фолликул	200	18
Сосуды	50	1,2
	100	4,8
	200	19
	300	42,6
	400	160

Что касается активности кровотока, нужно учитывать следующие цифры. Диаметр эритроцита — 7–10 мкм, а средний диаметр капилляра — 5–10 мкм и скорость кровотока в нем — 0,5–1 мм/с. То есть каждая частица крови в капилляре находится примерно 1 секунду. Таким образом, в случае капиллярных дефектов в просвете капилляров может находиться всего один эритроцит, и он движется медленно, поэтому его гемоглобину просто передать ту энергию, которая приведет к термолизу сосудистой стенки (коагуляции или разрыву в зависимости от длительности импульса).

В артериоле скорость кровотока 3 мм/с, а в венуле (из-за более низкого давления) — 0,7 мм/с. Их диаметр существенно больше, чем капилляров.

То есть в более крупных сосудах эритроцитов много, скорость их движения большая, поэтому такие сосуды удалить гораздо сложнее. Здесь должна использоваться другая длительность импульсов и может помочь большой размер пятна.

Частота импульсов

Наложение импульсов или высокая частота подачи импульсов могут приводить к тепловому повреждению ткани. Однако при определенных ситуациях и в руках опытного специалиста такая технология может давать хорошие результаты — аккумулярованные импульсы с меньшей плотностью энергии могут давать эффекты, аналогичные воздействию на мишень единичного импульса с более высокой плотностью энергии (IPL). Например, лечение поверхностных ТАЭ лица с помощью метода «накопления импульсов» может улучшить клинические результаты без значительного увеличения побочных эффектов.

Размер пятна

Кровь находится в непрерывном движении. Соответственно, мы имеем дело с динамическим хромофором. Новая порция крови «забирает» тепло, выделяющееся при поглощении энергии лазерного излучения, защищая сосуд от перегрева. Поэтому для увеличения объема нагрева циркулирующей крови рекомендуется использовать больший размер пятна. Кроме того, больший размер пятна способствует более глубокому проникновению лазерного света в кожу при равных параметрах излучения.

Охлаждение

Для лечения сосудистых дефектов нам нужно доставить высокоэнергетические импульсы к мишеням, расположенным в глубоких слоях кожи, минимизировав при этом повреждения кератиноцитов и меланоцитов. Это достигается в основном путем охлаждения эпидермиса с использованием криогенного аэрозоля, охлажденной струи воздуха или контактных наконечников из сапфира.

Нужно помнить, что устройства для дистанционного охлаждения обеспечивают быстрое снижение температуры эпидермиса до более низких температур без влияния на хромофор. Однако при использовании контактного охлаждения давление на кожу и низкие температуры сапфира могут приводить к снижению желаемого поглощения лазерной энергии гемоглобином.