



Therapie mit Laser und Licht

Dr. Stefan Hammes | Laserklinik Karlsruhe

Dr. Bärbel Greve | Winterthur

Prof. Dr. Christian Raulin | Laserklinik Karlsruhe

Zusammenfassung

Die Lasertherapie vaskulärer Hautveränderungen begann mit Einführung des Argonlasers Ende der 1960er Jahre. In den letzten Jahren haben gepulste Laser und die „Intense-pulsed-light“- (IPL-)Technologie die Ergebnisse optimiert und die Nebenwirkungsrate reduziert. Grundlegender Wirkmechanismus ist das Prinzip der selektiven Photothermolyse. Die gleichzeitige Anwendung von begleitenden Kühlmaßnahmen (Kontaktkühlung, Kaltluft, Kryogenspray) ist mittlerweile obligater Bestandteil einer Laser-/IPL-Therapie geworden. Zu den wichtigsten Indikationen zählen Naevi flammei, Hämangiome und Teleangiektasien. Nach wie vor ist die begrenzte Eindringtiefe limitierend, sodass tief in der Dermis liegende Anteile nicht oder nur ungenügend beeinflusst werden können. Neue konzeptionelle Ansätze umfassen deshalb Kombinationen mit bipolarem Radiofrequenzstrom oder aus zwei verschiedenen Lasersystemen (z. B. Farbstoff- und Nd:YAG-Laser). Im Folgenden werden die unterschiedlichen Gerätetypen, einschließlich deren Effektivität und Limitation, indikationsbezogen diskutiert.

Schlüsselwörter

Naevus flammeus – Hämangiom – Teleangiektasien – Farbstofflaser – IPL-Technologie

Vaskuläre Hautveränderungen sind eine inhomogene Gruppe dermatologischer Erkrankungen. Neben erworbenen Läsionen wie z. B. Teleangiektasien, Spider-Naevi, eruptiven Angiomen, dem Granuloma pyogenicum, Lippenrandangiomen und der Besenreiservarikose stehen angeborene wie Naevi flammei und Hämangiome sowie venöse Malformationen. Im Folgenden werden (in Anlehnung an [13]) Grundlagen der Laser- und „Intense-pulsed-light“- (IPL-)Technologie erläutert, Gewebewechselwirkungen beschrieben und die Effektivität der verschiedenen Geräte bei den unterschiedlichen Indikationen beurteilt. Dabei wird auch der aktuelle Stand der wissenschaftlichen Forschung berücksichtigt.

Grundlagen

» Laser

Aufbau und Prinzip

Die Wirkungsweise des Lasers basiert auf der Lichtemission von Molekülen des Lasermediums in einem angeregten Zustand. Die Aussendung von Strahlung wird dabei durch Lichtquanten (Photonen) stimuliert. Die Wahrscheinlichkeit der stimulierten Lichtemission kann durch den mehrfachen Durchgang von Photonen durch das Lasermedium erhöht werden. Dies wird durch Reflexion von Photonen an beidseitig angeordneten Spie-

geln erreicht. Einer der Spiegel ist dabei teildurchlässig, um die Aussendung der Laserstrahlung zu ermöglichen.

Der Laser basiert somit auf der Lichtverstärkung durch stimulierte Emission von Strahlung („light amplification by stimulated emission of radiation“). Jeder Laser ist aus drei Grundelementen aufgebaut:

- » Pumpquelle (Energiequelle zur Anregung des Lasermediums). Diese kann ein weiterer Laser (Pumplaser), eine Blitzlampe oder eine elektrische, chemische oder nukleare Energiequelle sein.
- » Lasermedium (aktives Medium). Es werden je nach Medium Gaslaser, Festkörperlaser, Farbstofflaser, Freie-Elektronen-Laser und chemische Laser unterschieden.
- » Resonator (Spiegelanordnung). Dieser besteht in einfachen Lasersystemen aus 2 Spiegeln, kann jedoch auch, wie im Fall des Farbstofflasers oder des Titan-Saphir-Lasers, mehr als 5 Spiegel enthalten. Alle Resonatorspiegel verfügen über ein nahezu 100%iges Reflexionsvermögen. Lediglich der Endspiegel (Auskoppelspiegel) weist ein geringeres Reflexionsvermögen auf und lässt einen Teil der Photonen als gebündelten Laserstrahl austreten.

Eigenschaften der Laserstrahlung

Laserstrahlung zeichnet sich durch folgende Eigenschaften aus:

- » Monochromasie („Einfarbigkeit“) bedeutet die Bereitstellung von Strahlung einer einzigen Wellenlänge. Diese Eigenschaft ermöglicht die gezielte Absorption in den zu behandelnden Zielstrukturen (z. B. Wasser, Hämoglobin, Melanin, Tätowierungspigmente).
- » Durch die geringe Divergenz wird eine exzellente Fokussierbarkeit der Strahlung erreicht und eine effiziente Einkopplung in schmale Lichtleiter ermöglicht (z. B. Mikrometerdurchmesser).
- » Die Kohärenz (räumliche und zeitliche Phasenkopplung der Wellenzüge) spielt in der Therapie keine wesentliche Rolle.
- » Hohe Intensität.

Gewebewechselwirkungen

Die Therapie mit Hilfe der gepulsten Lichtsysteme basiert auf den Prinzipien der selektiven Photothermolyse und thermischen Relaxationszeit.

Unter selektiver Photothermolyse versteht man die gezielte Zerstörung von umschriebenen Strukturen in der Haut ohne wesentliche Schädigung der Umgebung und Epidermis [2]. Die Wellenlänge spielt dabei eine entscheidende Rolle und wird in erster Linie unter Berücksichtigung des Absorptionsmaximums der Zielchromophoren gewählt.

In der menschlichen Haut sind Melanin, der rote Blutfarbstoff Hämoglobin und Wasser die wichtigsten absorbierenden Chromophoren. Melanin absor-



1 a Granuloma pyogenicum. b Nach 2 Sitzungen mit CO₂-Laser.

biert im gesamten sichtbaren Bereich (400–700 nm), sein Absorptionskoeffizient nimmt jedoch mit zunehmender Wellenlänge ab. Hämoglobin zeigt ein Absorptionsmaximum bei 410 nm sowie zwei weitere im grüngelben Spektralbereich (bei 577 und 585 nm). Wasser hat einen guten Absorptionskoeffizienten im langwelligen Infrarotbereich. Des Weiteren gilt, je größer die Wellenlänge ist, desto größer ist die Eindringtiefe.

Die thermische Relaxationszeit τ_{th} ist die Zeit, die eine Struktur benötigt, um auf die Hälfte ihrer Temperatur abzukühlen [2]. Die Impulsdauer τ eines Lasers sollte deshalb entsprechend kurz gewählt werden (unterhalb der τ_{th} der jeweiligen Zielstruktur), damit die selektiv absorbierte Energie kumuliert und somit zur thermischen Zerstörung führt. Kapillaren z. B. benötigen für eine effektive Koagulation eine theoretische Impulsdauer von 50 μ s, größere Blutgefäße von 5 ms (» Tab. 1).

Übersicht gefäßselektiver Laser

Der Argonlaser galt anfangs als innovative Therapiemethode für vaskuläre Läsionen, wurde dann jedoch durch selektiv wirkende Lasersysteme wie den gepulsten Farbstofflaser abgelöst (» Tab. 2). Dieser stellt heute die Therapie der Wahl für Feuermale und initiale Säuglingshämangiome dar. Mit einer Wellenlänge von 585 nm liegt er an einem der

» Je größer die Wellenlänge, desto größer die Eindringtiefe des Lasers.

» Selektiv wirkende Lasersysteme wie z. B. der gepulste Farbstofflaser lösten den Argonlaser ab.

T1 Optimale Laserimpulsdauer für die spezifische „Target“-Zerstörung (aus [13])

Target	Durchmesser	[τ]
Tattoo-Pigment	50 nm–50 μ m	1 ns–3 ms
Melanosomen	100 nm–1 μ m	3–300 ns
Kapillare	10 μ m	50 μ s
großes Blutgefäß	100 μ m	5 ms
Haarfollikel	300 μ m	40 ms

» Monochromasie: Bereitstellung von Strahlung einer einzigen Wellenlänge.



Absorptionsmaxima des Hämoglobins und wirkt bei gleichzeitiger Verwendung einer Impulszeit von 0,5 ms nach den Grundprinzipien der selektiven Photothermolysen und thermischen Relaxationszeit. Mittlerweile sind auch Wellenlängen von 590, 595 und 600 nm sowie Impulszeiten bis 40 ms verfügbar.

Im langgepulsten Modus wird der Alexandritlaser ebenfalls für eine Gefäßdestruktion verwendet. Allerdings entspricht dessen Wellenlänge nicht den Absorptionsmaxima des Hämoglobins; daher sind die Einsatzmöglichkeiten begrenzt.

Diodenlaser haben sich in den letzten Jahren zu vielversprechenden Lasersystemen entwickelt. Für die Behandlung von vaskulären Hautveränderungen werden sie mit Wellenlängen zwischen 800 und 940 nm angewendet. Einer der Gründe für eine Verlängerung der Wellenlänge in den Bereich von 900 nm ist das Vorhandensein eines weiteren, minimalen Absorptionsmaximums von Hämoglobin bei 915 nm. Als besondere Vorteile dieser Geräte gelten, dass sie mittlerweile hohe Ausgangsleistungen erreichen, wartungsarm und sehr klein sind.

Der Krypton- und Kupferdampfaser findet in Deutschland eine nur geringe Verbreitung, da eine effektive Therapie wegen geringer Ausgangsleistungen nur mit kleinem Strahldurchmesser (1–2 mm) möglich ist.

Der Neodymium:Yttrium-Aluminium-Granat-(Nd:YAG-)Laser emittiert Licht der Wellenlänge 1064 nm. Durch Zuschalten eines frequenzverdoppelnden Kristalls (Kalium-Titanyl-Phosphat, KTP) kann diese auf 532 nm halbiert werden und entspricht dann grünem Licht im sichtbaren Wellenlängenspektrum. Bei Verwendung der Wellenlänge 1064 nm können Impulse mit sehr hohen Energiedichten und langen Impulszeiten generiert werden. Wird die Wellenlänge auf 532 nm halbiert, sollte korrekterweise vom „langgepulsten KTP-Nd:

YAG-Laser“ gesprochen werden. Als Neuheit gilt die Kombination aus langgepulstem Nd:YAG-Laser (1064 nm) und gepulstem Farbstofflaser (Multiplex™-Technologie). Hierbei erfolgt zunächst die Applikation des Farbstofflasers, der durch die Erzeugung von Methämoglobin die Absorption für den nachfolgenden Nd:YAG-Laser-Impuls optimiert und dadurch die Effektivität der Koagulation erhöhen soll. Erste Ergebnisse hierzu wurden im Jahr 2005 von Tanghetti vorgestellt [21].

Die „Electro-optical-synergy“-Technologie (ELOS™) kombiniert als Therapiekonzept Laser (Diodenlaser) bzw. IPL mit bipolarem Radiofrequenzstrom (RF; [16]). Durch den Lichtimpuls erfolgt eine Vorerwärmung der Zielstrukturen, sodass durch die temperaturbedingt erniedrigte Impedanz die RF-Energie bevorzugt zur Zielstruktur fließt und diese thermisch zerstört. Daher sind für den Lichtimpuls nur geringere Energiedichten notwendig. Ziele sind eine reduzierte Schmerzhaftigkeit der Behandlung sowie ein verkleinertes Begleit- und Nebenwirkungsspektrum bei gleichbleibender bzw. verbesserter Effektivität. Klinische Studien hierzu sind derzeit in der Evaluation und werden den Stellenwert dieser Technik in den nächsten Jahren bestimmen.

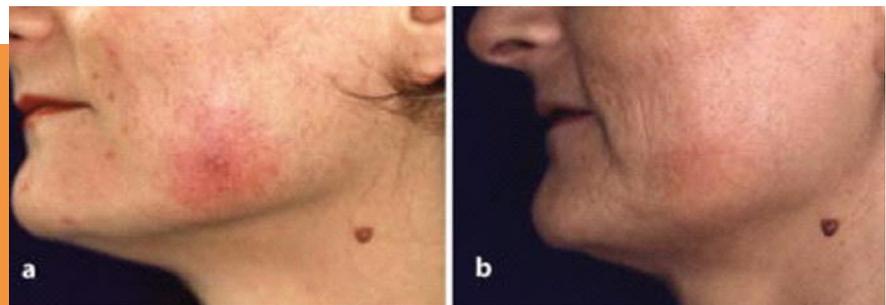
» Lichttherapie bzw. Intense-pulsed-light-Technologie

Im Gegensatz zum Laser zeichnet sich IPL durch ein breites Wellenlängenspektrum (400–1200 nm) aus; deswegen hier darf lediglich von Licht- und nicht von Lasertherapie gesprochen werden. Durch Vorschalten sog. Bandpassfilter (syn. „optische Filter“, „Cut-off-Filter“) werden bestimmte Wellenlängenspektren herausgefiltert. Während also die Wellenlänge eines Lasers weitgehend durch seine Bauart vorgegeben ist, kann der optische Filter vor einer Blitzlampe ausgetauscht und so an das Absorptions-

» Die ELOS™-Technologie kombiniert Laser bzw. IPL mit bipolarem Radiofrequenzstrom.

» Im Gegensatz zum Laser besitzt IPL ein breites Wellenlängenspektrum.

2 a Spider-Naevus.
b Nach 4 Sitzungen mit Intense-pulsed-light-Technologie.



3 a Essenzielle Teleangiectasien. b Nach 7 Sitzungen mit gepulstem Farbstofflaser.



spektrum des Zielchromophors angepasst werden. Das Indikationsspektrum umfasst deshalb neben der Photoepilation auch vaskuläre und pigmentierte Läsionen. Neben den optischen Filtern können bei diesen Geräten Energiedichte, Repetitionsrate, Impulssequenz, Impulsdauer und Verzögerungszeit zwischen den einzelnen Impulsen sowie der Impulsdurchmesser individuell eingestellt werden. Die IPL-Technologie erlaubt durch hohe Repetitionsraten und große Impulsdurchmesser eine zügige Behandlung auch großer Flächen, erfordert allerdings durch die Wahl- und Kombinationsmöglichkeiten viel Erfahrung. In den letzten Jahren ist die Handhabung durch Vorgabe der Einstellungen im Sinne von Standardkombinationen durch den Hersteller jedoch deutlich erleichtert worden. Die Gewebewechselwirkungen entsprechen im Wesentlichen denen der Laser.

» Kühlsysteme

Eine begleitende Oberflächenkühlung ist mittlerweile fast obligater Bestandteil einer dermatologisch-ästhetischen Laser- und Lichttherapie. Diese wird in der Regel in Form einer Kontaktkühlung (z. B. Eisgel, Eiswürfel, „Chilled Tip“[™] beim langgepulsten Nd:YAG-Laser, Saphirlinse beim Diodenlaser) oder einer kontaktlosen Kühlung (Kryogenspraykühlung, Kaltluftkühlung) durchgeführt. Ziel der Kühlverfahren ist zum einen die Analgesie, zum anderen aber auch die thermische Protektion der Epidermis, wodurch der Einsatz höherer therapeutischer Energiedichten ohne epidermale Schädigungen möglich geworden ist.

Überlegungen vor der Therapie

Vor der Behandlung sollte eine Reihe von Überlegungen stattfinden, die nicht nur die klinischen Symptome, die pathologischen Hautveränderungen und Laserparameter, sondern auch Aufklärung, praktische Durchführung und posttherapeutische Maßnahmen einschließen [8][26]. Tiefe Läsionen erfordern z. B. größere Wellenlängen, höhere Energiedichten und einen größeren Impulsdurchmesser.

Bei der Wahl der Impulsdauer steht der Gefäßdurchmesser im Vordergrund und bedingt in der Regel Impulsdauern im Millisekundenbereich.

Bei gebräunten bzw. dunklen Hauttypen sollte die Absorption der Laserstrahlung durch das epidermale Melanin berücksichtigt werden, um posttherapeutische und z. T. lang anhaltende Pigmentverschiebungen (Hypo-/Hyperpigmentierungen) zu vermeiden.

Begleitende Kühlmaßnahmen können epidermale Schädigungen und damit Narben verhindern, zusätzlich wirken sie analgetisch. Eine Überprüfung der Funktionsfähigkeit unmittelbar vor der Therapie hilft, Behandlungsfehler zu vermeiden.

Probebehandlungen und Testimpulse, insbesondere auch vor Verwendung von IPL, liefern wertvolle

T2 Gefäßselektive Laser und Lichtgeräte

Lasertyp	Wellenlänge (nm)	Besonderheiten
Alexandritlaser	755	–
Argonlaser	488/514	kommt nur noch wenig zum Einsatz
Diodenlaser	800–1450	Wellenlänge ist von verwendeten Halbleitermaterialien abhängig
„Electro-optical-synergy“- (ELOS [™] -)Technologie	IPL: 680–980 Laser: 800	Kombination aus IPL-Technologie oder Diodenlaser und bipolarem Radiofrequenzstrom
Farbstofflaser	585/590/595/600	neu: Kombination mit Nd:YAG-Laser (Multiplex-Technologie [™])
„Intense-pulsed-light“- (IPL)-Technologie	400–1200	durch „Cut-off-Filter“ werden bestimmte Wellenlängenspektren gefiltert
Kryptonlaser	520/530/568	in Deutschland geringe Verbreitung
Kupferdampf-/Kupferbromidlaser	510/511/578	in Deutschland geringe Verbreitung
Nd:YAG-Laser	532/1064	–

Hinweise, ob die Parameter korrekt gewählt und eingestellt sind. Häufig kann eine Laser- und Lichttherapie ungeahnte Reaktionen hervorrufen, die sich z. T. erst nach Wochen manifestieren. Es gibt keine Standardeinstellung, sondern nur Erfahrungswerte. Jeder Lasertyp, jeder Patient und auch jede Hautveränderung haben einen individuellen klinischen Endpunkt, der sich durch Gefäßkontraktionen, Purpura sowie Erytheme und Ödeme bemerkbar macht.

Nach der Behandlung sollte eine Kühlung der Hautareale erfolgen und der Patient über spezifische Pflegemaßnahmen (ggf. anzuwendende Lokaltherapeutika, Make-up, Sonnenschutz) aufgeklärt werden.

Neben den technischen und praktischen Seiten ist aber auch ein ausführliches Beratungs- und Aufklärungsgespräch mit dem Patienten zu führen, um auf sämtliche Neben- und Begleitreaktionen hinzuweisen und unrealistische Vorstellungen zu vermeiden. Auch eine Photodokumentation ist in jedem Fall empfehlenswert.

Indikationen

» Therapie erworbener Gefäßveränderungen

Angiom/Lippenrandangiom

Multiple „eruptive Angiome“ können in 1 bis 2 Sitzungen mit hervorragenden Ergebnissen mit dem langgepulsten KTP-Nd:YAG-Laser entfernt werden, sind aber auch einer Therapie mit dem (lang)gepulsten Farbstofflaser oder IPL sehr gut zugänglich.

Lippenrandangiome stellen aufgrund der häufig tief liegenden Anteile eine Herausforderung dar.

Zu empfehlen ist deshalb ein Laser- oder Lichtsystem mit einer höheren Eindringtiefe. Gute

» Die Laser- und Lichttherapie kann häufig ungeahnte Reaktionen hervorrufen.

» Der Patient sollte über spezifische Pflegemaßnahmen nach der Therapie aufgeklärt werden.

» Ziel der Oberflächenkühlung sind Analgesie und Schutz der Epidermis.



» Bei Rückbildung eines Lippenrandangioms kann ein Wechsel des Lasertyps sinnvoll sein.

» Für eine reine Besenreiservarikose empfiehlt sich die klassische Verödung mit Polidocanol.

» Ziel der Lasertherapie bei Spider-Naevi ist der Verschluss des Zentralgefäßes.

Ergebnisse können mit längerwelligen langgepulsten Lasern (Nd:YAG, Dioden, Alexandrit), IPL und neuerdings auch mit der ELOS™-Technologie (in Kombination mit einem Diodenlaser) erzielt werden. Meistens sind 2 bis 3 Sitzungen für eine Entfernung notwendig. Ein Wechsel des Lasertyps kann in Abhängigkeit von der Rückbildung des Lippenrandangioms sinnvoll sein.

Besenreiservarikose

Nach wie vor gibt es kein „ideales“ Laser- oder Lichtsystem, das als Mittel der Wahl für dieses weitverbreitete kosmetische Problem anzusehen ist. Der Grund hierfür liegt in der großen Variabilität der Gefäßgröße, -tiefe und -verzweigung sowie deren zuführenden Venen, ggf. auch an dem erhöhten hydrostatischen Druck in den unteren Extremitäten. Vor Durchführung einer Laser- oder Lichtbehandlung bzw. Sklerosierungstherapie sollte deshalb eine gründliche Voruntersuchung und ggf. Therapie von insuffizienten Venen erfolgen.

Für die reine Besenreiservarikose empfiehlt sich trotz wissenschaftlicher Fortschritte die klassische Verödung mit Polidocanol. Eine Laserbehandlung kann in Betracht gezogen werden, wenn eine Sklerosierung aufgrund des geringen Gefäßdurchmessers nicht mehr möglich ist, aufgrund einer Antikoagulation (Marcumar o. ä.) mit einem erhöhten Nebenwirkungsrisiko zu rechnen ist oder eine Spritzenphobie besteht. Auch therapieresistente Besenreiser und „matting“, eine flächenhafte Rötung, die bevorzugt nach einer Sklerosierung auftreten kann, stellen eine Indikation dar.

Aktuell werden der langgepulste (KTP)-Nd:YAG-, Dioden-, Farbstofflaser und IPL [6][11][22][25] sowie neuerdings, allerdings noch unter Studienbedingungen, die ELOS™- und Multiplex™-Technologie [21][23] eingesetzt.

Der langgepulste Nd:YAG-Laser (1064 nm, Impulsdauer bis 100 ms) erlaubt die Koagulation tiefer gelegener und größerer Gefäße unter Aussparung von kleinen Besenreisern, da diese die Hitze schneller abgeben können und dadurch wenig oder gar nicht geschädigt werden. Da die Wellenlänge nicht dem Absorptionsmaximum des Hämoglobins

entspricht, sind hohe Energiedichten bei kleinem Impulsdurchmesser notwendig; dies bedingt wiederum eine erhöhte Schmerzhaftigkeit.

Der gepulste bzw. langgepulste Farbstofflaser, der ursprünglich für die Entfernung von Feuermalen mit Gefäßdurchmessern im Mikrometerbereich entwickelt wurde, ist für die Besenreiservarikose nicht optimal geeignet. Mit gewissen Erfolgen kann er für das „matting“ eingesetzt werden. Allerdings besitzt er ein hohes Risiko für zum Teil lang anhaltende postinflammatorische Hyperpigmentierungen.

Der Diodenlaser wird aufgrund eines dritten, niedrigeren Absorptionsmaximums von Hämoglobin bei 915 nm für die Besenreiservarikose angewandt. Das Spektrum der eingesetzten Wellenlängen umfasst 800, 810, 900, 940 und 980 nm. Eine abschließende Bewertung ist aufgrund dieses Unterschieds und der damit verbundenen unterschiedlichen Studiendesigns noch nicht möglich.

Intense pulsed light wird seit schon seit Längerem mit entsprechend selektiven „vaskulären“ Filtern für die Photosklerosierung angeboten. Trotzdem mangelt es nach wie vor an ausreichender Erfahrung. Von einem routinemäßigen Einsatz ist nicht nur deshalb, sondern auch wegen der immer wieder beschriebenen, z. T. schwerwiegenden Nebenwirkungen abzuraten [4][8][26].

Granuloma pyogenicum

Für sehr kleine, flache Granulome kann der gepulste Farbstofflaser verwendet werden. In durchschnittlich 1 bis 3 Sitzungen, ggf. in „Multi-pass“-Technik (mehrere Impulse hintereinander), kommt es zur Rückbildung [6].

Bei größeren Läsionen ist der kombinierte Einsatz des Dauerstrich- und ultragepulsten CO₂-Lasers notwendig (» Abb. 1). Der Dauerstrich-CO₂-Laser eignet sich hervorragend zur Koagulation des Tumors und des zentral zuführenden Gefäßes. Im Anschluss daran kann eine schonende Gewebeangleichung im ultragepulsten Modus erfolgen [14].

Spider-Naevus

Das Ziel der Laser- und Lichttherapie ist in erster Linie der Verschluss des Zentralgefäßes.

4 a Rosazea.
b Nach je 2 Sitzungen mithilfe von Intense pulsed light und gepulstem Farbstofflaser.





5 a Initiales Hämangiom. b Nach einer Sitzung mit gepulstem Farbstofflaser. c Nach insgesamt 2 Sitzungen mit gepulstem Farbstofflaser und 4 Sitzungen mit dem KTP-Nd:YAG-Laser.

Ideal ist der Einsatz des (lang)gepulsten Farbstofflasers, ggf. auch des langgepulsten Nd:YAG-Laser. Intense pulsed light kann ebenfalls mit guten Ergebnissen angewendet werden (» Abb. 2). In der Regel ist eine, selten sind 2 Sitzungen notwendig.

Teleangiektasien

Die Therapie primärer und sekundärer Teleangiektasien im Gesicht ist eine der gefragtesten und auch am häufigsten durchgeführten Laserbehandlungen. Neben primären Teleangiektasien ohne nachweisbare Ursache (z. B. Naevus teleangiectaticus etc.) stehen sekundäre, die z. B. durch chronische Sonnenexposition, übermäßigen Alkohol- und Nikotinkonsum, Glukokortikoidtherapie, Röntgenbestrahlung sowie Rosazea und Autoimmundermatosen hervorgerufen sein können (» Abb. 3, Abb. 4).

Rezidive nach einer Laser- oder Lichttherapie liegen deshalb verständlicherweise in der Natur der Erkrankung bzw. sind maßgeblich von der Persistenz des verursachenden Agens abhängig.

Histologisch handelt es sich um dilatierte vorbestehende postkapilläre Venolen in der oberen Dermis mit verdickten Gefäßwänden. Der Gefäßdurchmesser beträgt in der Regel zwischen 0,2 und 0,5 mm, zusätzlich kann auch eine flächenhafte Rötung (Matting, Rubeose) bestehen. Zur Behandlung werden vorwiegend der (lang)gepulste Farbstofflaser, der langgepulste KTP-Nd:YAG-Laser und IPL eingesetzt.

Der gepulste Farbstofflaser hat sich mit guten Erfolgen für primäre und sekundäre Teleangiektasien des Gesichts, Dekolletees und der Extremitäten bewährt. Der klinische Endpunkt dieses Lasers ist eine Koagulation oder Kontraktion der Gefäße, die in unterschiedlicher Ausprägung von typischen purpurschen Makulae (Dauer ca. 7 bis 10 Tage) gefolgt sein kann. Das Risiko für diese störende Nebenwirkung konnte jedoch durch technische Veränderung der Impulserzeugung, durch Verschiebung der Wellenlänge und Verlängerung der Impulsdauer bei den neuen Farbstofflasern deutlich reduziert werden. In

durchschnittlich 1 bis 3 Sitzungen können die erweiterten Gefäße mit diesem Lasertyp nahezu vollständig entfernt werden. Gute Erfolge werden auch bei einer flächenhaften Rötung erzielt. An den Extremitäten kommt es erfahrungsgemäß vermehrt zu transienten Hyperpigmentierungen.

Der langgepulste KTP-Nd:YAG-Laser zeigt nur bei Teleangiektasien <0,5 mm dem Farbstofflaser vergleichbare Ergebnisse, eine flächenhafte Rubeose lässt sich nicht optimal behandeln.

Als Endpunkt kommt es bei diesem Lasertyp zu einer unmittelbaren Kontraktion der Gefäße mit einem sofortigen Verschwinden. Purpura tritt nur in den seltensten Fällen auf, allerdings können, vor allem im Gesicht, postoperativ stärkere, bis zu 3 Tage andauernde Schwellungen beobachtet werden. Die Impulse werden als wenig schmerzhaft empfunden. Hyperpigmentierungen treten ebenso wie beim Farbstofflaser gehäuft nach einer Behandlung der unteren Extremitäten auf. Die Anzahl der erforderlichen Sitzungen ist mit der des Farbstofflasers und von IPL vergleichbar. Adrian et al. [1] erzielten bei 90% der Patienten mit fazialen Teleangiektasien nach einer Behandlung eine Abheilrate von 75%.

Intense-pulsed-light zeichnet sich bei dieser Indikation ebenfalls durch eine gute Effektivität aus. Klinischer Endpunkt ist das Verschwinden der Gefäße bzw. eine unmittelbar auftretende weißlich-gräuliche Verfärbung, die von einem milden Erythem gefolgt sein sollte. Intrakutane Hämatome treten nur selten auf. Schroeter u. Neumann [17] zeigten bei fazialen Teleangiektasien nach nur einer Behandlung Abheilraten von bis zu 90%. Auch für ausgedehnte progressive essenzielle Teleangiektasien am Integument ist IPL wegen der großen Behandlungsfläche geeignet. Bei entsprechend vorsichtiger Handhabung sind Nebenwirkungen wie Narbenbildung oder Pigmentstörungen ähnlich selten wie beim gepulsten Farbstofflaser. Allerdings sollten auch IPL-Anwendungen nicht von Kosmetikerinnen ohne ärztliche Supervision durchgeführt werden [4].

» In der Regel ist eine Sitzung zur Therapie eines Spider-Naevus ausreichend.

» Bei Teleangiektasien beträgt der Gefäßdurchmesser zwischen 0,2 und 0,5 mm.

» IPL-Anwendungen sollten nicht von Kosmetikerinnen ohne ärztliche Aufsicht durchgeführt werden.



6 a Naevus flammeus.
b Nach 5 Sitzungen mit gepulstem Farbstofflaser.



7 a Venöse Malformation.
b Nach 2 Sitzungen mit dem langgepulsten Nd:YAG-Laser (1064 nm).



» Therapie angeborener Gefäßveränderungen Hämangiome

Die höchsten Ansprechraten auf eine Laser- und Lichttherapie haben oberflächliche (initiale) Hämangiome, die in den ersten Lebenstagen und -wochen als rötliche oder hypopigmentierte Makulae sowie in Form von Teleangiektasien oder rötlichen Papeln in Erscheinung treten. Da sie innerhalb weniger Tage oder Wochen dramatisch wachsen und je nach Lokalisation erhebliche Komplikationen (z. B. Ulzerationen, mechanische Kompression wichtiger Nachbarstrukturen, funktionelle Störungen etc.) mit sich bringen können, ist eine abwartende Haltung nur in Einzelfällen gerechtfertigt. Diese umfasst beispielsweise Kinder mit Hämangiomen an wenig exponierten Körperstellen, wie z. B. dem behaarten Kopf, und „ältere“ Kinder nach den ersten 12 Lebensmonaten, bei denen die Wachstumstendenz der Hämangiome erfahrungsgemäß nachlässt.

Hämangiome im Gesicht und im Anogenitalbereich gelten nach Cremer u. Djawari als „Notfälle“, die innerhalb weniger Tage einer geeigneten Behandlung zugeführt werden sollten [5]. Neben der Kontaktkryotherapie kommt der Laser- und IPL-Therapie dabei eine entscheidende Bedeutung zu.

Der gepulste Farbstofflaser gilt als die nebenwirkungsärmste und effektivste Therapiemethode. Vor allem großflächige Läsionen können hiermit unproblematisch, rasch und erfolgreich behandelt werden (» Abb. 5). In über 90% der Fälle kann in 1 bis 4 Sitzungen im Abstand von 2 bis 4 Wochen ein Wachstumsstopp erzielt werden; Hohenleutner et al. [9] berichten sogar über 97%. Eine vollständige Aufhellung wird dabei bei ca. 40%, eine über 75%ige Abheilrate bei etwa 70% der Hämangiome erzielt. Die besten Ergebnisse werden bei einer Dicke von ≤ 3 mm erreicht. Das Risiko für bleibende Neben-

wirkungen ist äußerst niedrig ($<1\%$). Am häufigsten wird über atrophe, hypopigmentierte Narben berichtet, die in erster Linie jedoch nicht auf die Lasertherapie zurückzuführen sind, sondern als narbige Residuen der Hämangiome diskutiert werden müssen.

Auch Säuglinge mit ulzerierten Hämangiomen in der Proliferations- oder Involutionsphase können von einer Farbstofflasertherapie profitieren. Eine kleine Studie und die eigene Erfahrung zeigen, dass eine solche die Abheilungszeit verkürzen kann [10]. Die Energiedichte sollte allerdings etwas niedriger gewählt werden, um zusätzliche laserinduzierte Ulzerationen zu vermeiden.

Trotz zahlreicher positiver Ergebnisse muss auch auf therapieresistente Fälle hingewiesen werden, in denen das Wachstum von proliferierenden Hämangiomen bzw. die Umwandlung von kutanen in subkutane Läsionen nicht aufgehalten werden kann. Des Weiteren ist zu beachten, dass tiefer gelegene Anteile durch den Farbstofflaser nicht beeinflusst werden können.

Ist der richtige Behandlungszeitpunkt verpasst oder kommt es trotz Laser- bzw. Kryotherapie zum unkontrollierten Wachstum der Hämangiome, sollte insbesondere bei Bedrohung lebenswichtiger Organe und Funktionen (z. B. Orotrachealtrakt, Auge) eine Therapie mit dem (cw)-Nd:YAG Laser (interstitiell/perkutan), ggf. in Kombination mit chirurgischen Maßnahmen, erwogen werden.

Als Alternativen zum gepulsten Farbstofflaser können der langgepulste KTP-Nd:YAG-Laser oder die IPL-Technologie zur Anwendung kommen. Aufgrund seiner niedrigen Nebenwirkungsrate und geringen Schmerzhaftigkeit kann der langgepulster KTP-Nd:YAG-Laser, insbesondere zur Folgebehandlung von Hämangiomen in der Regressions-

» Auch Säuglinge mit ulzerierten Hämangiomen können von einer Farbstofflasertherapie profitieren.

» Der gepulste Farbstofflaser gilt als die nebenwirkungsärmste und effektivste Therapiemethode bei Hämangiomen.

phase, empfohlen werden [12]. Intense pulsed light wird, wenn auch im Gegensatz zum gepulsten Farbstofflaser seltener, sowohl für initiale, flache als auch für subkutane Hämangiome eingesetzt.

Naevus flammeus

Der richtige Zeitpunkt für den Beginn einer Laserbehandlung wird in der Literatur unterschiedlich diskutiert. Aus eigener langjähriger Erfahrung wird ein frühzeitiger Therapiebeginn im Säuglingsalter empfohlen, um eine soziale Ausgrenzung und psychische Belastungen zu verhindern.

Der „klassische“ gepulste Farbstofflaser (585 nm, 0,5 ms) ist als Therapie der Wahl anzusehen. Etwa 65% der Patienten erzielen eine Clearance zwischen 50 und 90%, 15% liegen bei über 90% [19]. Im Durchschnitt werden 8 bis 10 Sitzungen im Abstand von 4 bis 6 Wochen durchgeführt (» Abb. 6). Seukeran et al. [18] haben das Nebenwirkungsspektrum dieses Lasers anhand von 701 Feuermalpatienten mit insgesamt 3877 Behandlungen ausgewertet. Zu Blasen- bzw. Krustenbildung kam es in 5,9 bzw. 0,7% der Fälle. Hyperpigmentierungen waren die häufigste transiente Nebenwirkung mit 9,1%, Hypopigmentierungen wurden mit 1,4% seltener beobachtet. Atrophe bzw. hypertrophe Narben traten in 4,3% bzw. 0,7% auf. In Einzelfällen ist die Induktion eines Granuloma pyogenicum beschrieben worden.

Je nach Alter, Lokalisation und Ausdehnung des Feuermals sind unterschiedliche Verfahren zur Schmerzreduktion der Laserimpulse zu empfehlen.

Im Kindesalter ist bei ausgedehnten Befunden bzw. Feuermalen im Gesicht meist eine Behandlung in Vollnarkose erforderlich. Alternativ können eine Anästhesie mit lokal betäubenden Cremes (z. B. EMLA®-Creme, Anestop®) oder/und spezielle Kühlsysteme eingesetzt werden.

Trotz technischer Fortschritte gibt es immer noch zahlreiche therapieresistente Feuermale. Ein Wechsel zwischen den Laser- und Lichtsystemen sowie ein Variieren der Parameter ist aus diesem Grund empfehlenswert. So werden als Alternative der langgepulste Farbstofflaser mit variabler Wellenlänge, der langgepulste KTP-Nd:YAG-Laser und IPL mit guten Erfolgen eingesetzt.

Der subjektiv empfundene Erfolg nach einer Lasertherapie, auch wenn das Feuermal in den

selteneren Fällen komplett entfernt ist, wird von den Patienten in aller Regel als gut angegeben. Sowohl Troilius et al. [24] als auch Augustin et al. [3] berichten, dass die Patienten posttherapeutisch deutlich selbstsicherer, angstbefreiter und kontaktfreudiger wurden. Tan et al. [20] konnten feststellen, dass 80% der Behandelten mit dem Ergebnis einer Farbstofflasertherapie zufrieden waren und 90% der Patienten die Therapie auch weiterempfehlen würden.

Venöse Malformationen

Venöse Malformationen können angeboren, aber auch erworben sein. Bei oberflächlichen Läsionen sind der (lang)gepulste Farbstofflaser, der langgepulste Nd:YAG- bzw. KTP-Nd:YAG-Laser einsetzbar, bei tief liegenden Veränderungen mit größeren Gefäßdurchmessern müssen IPL [15], Nd:YAG-Laser (langgepulst, perkutan/interstitiell) oder auch Sklerosierung und chirurgische Exzision gewählt oder kombiniert werden (» Abb. 7).

Seltene Indikationen

Zu den seltenen Indikationen einer Laser- und Lichttherapie gehören z. B. Angioblastome, Angiokeratome, das Angioma serpiginosum, das „blue rubber bleb naevus syndrome“, Glomustumoren, Hämato-lymphangiome sowie der Morbus Osler. Hierzu sind zahlreiche Einzelberichte und kleine Studien erschienen, die sowohl positive als auch negative Ergebnisse zeigen. Therapeutische Richtlinien lassen sich daraus noch nicht ableiten.

Schlussfolgerung und Ausblick

Die Laser- und Lichttherapie hat in den letzten 2 bis 3 Jahrzehnten die Therapie von vaskulären Hautveränderungen revolutioniert. Für Feuermale und initiale Hämangiome ist sie zu einem nebenwirkungsarmen Standardverfahren geworden. Als wesentlicher Forschungsschwerpunkt in der Zukunft sollte die Aufklärung der Gewebewechselwirkungen gelten, um die Technik, die Parameter sowie auch Gerätekombinationen gezielt weiterentwickeln und Anwendungsmöglichkeiten optimieren zu können.

Literaturliste beim Verlag

» IPL wird für initiale, flache und subkutane Hämangiome eingesetzt.

» Therapie der Wahl bei Naevus flammeus ist der „klassische“ gepulste Farbstofflaser.

» Ein Systemwechsel sowie Variation der Parameter ist bei therapieresistenten Feuermalen empfehlenswert.

Interessenkonflikt

Der korrespondierende Autor gibt an, dass kein Interessenkonflikt besteht.



Dr. Stefan Hammes, DALM

Laserklinik Karlsruhe
Kaiserstraße 104
76133 Karlsruhe
E-Mail: info@rauln.de



Online fortbilden und Punkte sammeln unter: CME.springer.de

CME in jeder Ausgabe!

Dieser CME-Beitrag ist von der Landesärztekammer Hessen und der Nordrheinischen Akademie für Ärztliche Fort- und Weiterbildung mit 3 CME-Punkten zertifiziert und damit auch für andere Ärztekammern anerkennungsfähig.



Durch welche Eigenschaften zeichnet sich Laserstrahlung aus?

- durch Inkohärenz
- durch Erzeugung langer Lichtimpulse
- durch Monochromasie
- durch große Divergenz
- durch einen breitbandigen Wellenlängenbereich

Welche Aussage zum Farbstofflaser trifft zu?

- Er ist Therapie der Wahl für größere Läsionen eines Granuloma pyogenicum.
- In der Therapie von Feuermalen ist der Argonlaser dem Farbstofflaser überlegen.
- Der Farbstofflaser hat eine Wellenlänge von 755 nm.
- Er arbeitet nach den Grundprinzipien der selektiven Photothermolyse und thermischen Relaxationszeit.
- Postinflammatorische Hyperpigmentierungen kommen nach einer Behandlung mit dem Farbstofflaser nicht vor.

Welche Aussage zur Therapie von Hämangiomen trifft zu?

- Die besten Ansprechraten auf eine Lasertherapie haben oberflächliche, initiale Hämangiome.
- Bei Säuglingen mit Hämangiomen im Gesichtsbereich sollte man zunächst den Spontanverlauf abwarten.
- Der gepulste Farbstofflaser eignet sich nicht zur Behandlung von großflächigen Hämangiomen.
- Die IPL-Technologie eignet sich nicht zur Behandlung von Hämangiomen.
- Bei unkontrolliert wachsenden Hämangiomen ist eine Laserbehandlung kontraindiziert.

Ein 18 Monate altes Kind mit einem 12 mm großen Hämangiom am Oberarm, das seit dem sechsten Lebensmonat nicht mehr gewachsen sei, wird Ihnen vorgestellt. Was empfehlen Sie den Eltern des Kindes?

- eine Kryotherapie
- eine Behandlung mit dem Farbstofflaser
- eine Behandlung mit dem Argonlaser
- eine chirurgische Exzision
- eine abwartende Haltung

Welche Behandlung empfehlen Sie einer ansonsten gesunden Patientin mit reiner Besenreisevarikose?

- eine Verödung mit Polidocanol
- eine Behandlung mit dem langgepulsten Nd:YAG-Laser
- eine Behandlung mit dem Diodenlaser
- eine Behandlung mit dem Farbstofflaser
- eine Behandlung mit dem Alexandritlaser

Welche Hautveränderungen können effektiv mit der IPL-Technologie behandelt werden?

- Condylomata acuminata
- Teleangiektasien
- dermale Nävi
- Granuloma pyogenicum
- Tätowierungen

Welche Aussage zu Nebenwirkungen der Lasertherapie trifft zu?

- Bei gebräunten Hauttypen kommt es nicht zu lang anhaltender Hyperpigmentierung.
- Nach der Laserbehandlung ist auf die Anwendung von Sonnenschutzcremes zu verzichten.
- Nach einer Farbstofflaserbehandlung kann es zu typischen purpurischen Makulae kommen.
- Transiente Hyperpigmentierungen nach Lasertherapie treten bevorzugt am Stamm auf.
- Intrakutane Hämatome sind eine häufige Nebenwirkung der IPL-Behandlung.

Welche Aussage zu Kühlsystemen im Rahmen der Laser- und Lichttherapie trifft zu?

- Eine begleitende Oberflächenkühlung im Rahmen der Lasertherapie ist nur in Ausnahmefällen indiziert.
- Ziel des Kühlverfahrens ist die thermische Protektion der Subkutis.
- Sie ermöglichen den Einsatz höherer therapeutischer Energiedichten ohne jede epidermale Schädigung.
- Eine Kühlung kann in Form einer Kontaktkühlung oder einer kontaktlosen Kühlung durchgeführt werden.
- Eine begleitende Oberflächenkühlung ist für den Patienten schmerzhaft.

Welche Aussage zu den Gewebewechselwirkungen der Lasertherapie trifft zu?

- Unter selektiver Photothermolyse versteht man die gezielte Zerstörung von umschriebenen Strukturen der Haut mit Schädigung der Epidermis.
- Zielchromophoren in der Haut sind z. B. Melanin, Hämoglobin und Wasser.
- Wasser hat einen großen Absorptionskoeffizienten im grüngelben Spektralbereich.
- Je größer die Wellenlänge ist, desto niedriger ist die Eindringtiefe.
- Die thermische Relaxationszeit ist die Zeit, die eine Struktur benötigt, um auf ein Viertel ihrer Temperatur abzukühlen.

Welcher Laser eignet sich zur Therapie einer oberflächlichen venösen Malformation?

- der gepulste Farbstofflaser
- der Rubinlaser
- der gütegeschaltete Alexandritlaser
- der Erbium:YAG-Laser
- der CO₂-Laser

Teilnehmen in 4 Schritten

Die Teilnahme ist online unter CME.springer.de für 12 Monate möglich

- 1. Registrieren/Anmelden:** Bei der 1. Teilnahme registrieren Sie sich bitte auf CME.springer.de.
- 2. Auswählen:** Wählen Sie auf cme.springer.de unter dem Punkt „Fortbildungseinheiten für Ärzte“ die Zeitschrift *Ästhetische Dermatologie & Kosmetologie* aus. Die Teilnahme an der Einheit der aktuellen Ausgabe ist kostenlos.
- 3. Teilnehmen:** Es ist immer nur eine Antwort richtig. Die Reihenfolge der Fragen und der Antworten wird online neu durchmischt.
- 4. Punkte sammeln:** Mit mindestens 7 richtigen Antworten haben Sie bestanden. Sie erhalten sofort per E-Mail eine Teilnahmebestätigung mit 3 CME-Punkten.

Kontakt CME-Helpdesk: Tel.: +49 (0) 6221-487-8926, E-Mail: CME@springer.com

» Kostenlos teilnehmen bis zum 13. Oktober 2009!