Lasertherapie der Haut

R. Dummer[a], P. H. Bloch[b]

Einleitung

Laserbehandlungen der Haut werden heute von Ärzten unterschiedlicher Fachrichtungen (und im nahen Ausland auch von Nichtärzten) durchgeführt. Laserinstitute ohne dermatologisch geschulte Mitarbeiter versprechen jugendliche Schönheit ohne Risiken. Gleichwertige und viel kostengünstigere Therapiemöglichkeiten werden oft nicht beherrscht und folglich auch nicht angeboten [1]. Um einen minimalen Patienten- bzw. Konsumentenschutz zu gewährleisten, gibt die Vereinigung der chirurgisch tätigen Fachgesellschaften FMS (Foederatio medicorum scrutantium) seit Anfang 2001 Ärzten und Ärztinnen mit entsprechender Qualifikation verschiedene Typen von Fertigkeitsausweisen für «Laserbehandlungen der Haut und hautnahen Schleimhäute» ab [2]. Diese Fertigkeitsausweise sollen langfristig zu einer verbesserten (Laser-)medizinischen Versorgung führen.

Laserlicht und Laserwirkung

Der erste Laser wurde 1960 von T. H. Maiman entwickelt [3]. Die abgegebene Strahlung ist elektromagnetischer Natur wie sichtbares Sonnenlicht. Je nach Wellenlänge ist Laserlicht mit dem Auge nicht wahrnehmbar. Trotzdem hat es sich eingebürgert auch von «Laserlicht» zu sprechen, da es sich wie sichtbares Licht durch Linsen fokussieren, durch Prismen brechen und an Oberflächen reflektieren lässt. So kann Laserlicht durch Linsen zu hohen Intensitäten gebündelt werden.Laser steht für das Akronym «**l**ight **a**mplification by **s**timulated **e**mission of **r**adiation» (= Lichtverstärkung durch stimulierte Emission von Strahlung). In geeigneten Materialien, sog. *aktiven Medien*, induzieren («stimulieren») durchlaufende Lichtquanten – unter dauernder Energiezufuhr verschiedener Quellen – die Emission von weiteren Lichtquanten der gleichen Wellenlänge. Diese schwingen auch alle im gleichen Takt (zeitliche und räumliche Kohärenz).
Beim medizinischen Einsatz von Laserlicht auf Haut und Schleimhaut geht es immer um die spurlose Entfernung von Hautveränderungen ohne Narbenbildung. Dies wird durch die selektive Zerstörung einer bestimmten Zielstruktur, des sog. **Chromophors**, unter Schonung des umliegenden Gewebes erreicht. Dabei wird Laserlicht geeigneter Wellenlänge vom Chromophor absorbiert und in Wärme umgewandelt. Chromophoren in der Haut sind Hämoglobin, Melanin, exogene Pigmente und Wasser bzw. Gewebsflüssigkeit. Die Selektivität, die sog. **selektive Photothermolyse,** wird erzielt durch die Wahl der richtigen Wellenlänge (bzw. des richtigen Lasergerätes), durch Kühlung der Haut und durch die richtige Impulsdauer [4]. So benötigen kleinere Strukturen (z.B. Pigmente) kürzere Pulszeiten als grössere Strukturen (z.B. hämoglobingefüllte Gefässe), da die zur Zerstörung notwendige Hitze bei kleinen Strukturen schneller an die Umgebung verloren wird.
Gemäss den Einsatzmöglichkeiten unterscheidet man grob zwischen Gefässlasern, Pigmentlasern und chirurgischen oder ablativen Lasern. Tabelle 1 fasst die Zielstrukturen (selektiv), absorbierte Wellenlängen und entsprechende Hautveränderungen zusammen.
Tabelle 2 gibt Antwort auf die Frage, bei welchen Hautveränderungen eine Lasertherapie indiziert, vertretbar respektive nicht angebracht ist.
Tabelle 3 schliesslich zeigt in Stichworten die alternativen bzw. zur Lasertherapie ergänzenden Behandlungsmethoden auf, deren Kosten zum Teil auch von den Krankenkassen übernommen werden.
Bei einem alternativen Verfahren, der sog. Blitzlampentechnologie oder IPL (**i**ntense **p**ulsed **l**ight) wird normales (polychromatisches) Licht durch variable optische Filter auf einen umschriebenen therapeutischen Wellenlängenbereich reduziert. Der breiten Einsatzmöglichkeit steht leider eine geringe therapeutische Breite gegenüber, d.h. Wirkung und Nebenwirkung (= Verbrennung) liegen näher beieinander als bei «richtigen» Lasergeräten [5].
Im folgenden behandeln wir die häufigsten Einsatzgebiete der Gefässlaser, Pigmentlaser und chirurgischen Laser und stellen am Schluss noch einige wirtschaftliche Überlegungen an.

Vaskuläre Läsionen

Am eindrucksvollsten zeigen sich die Fortschritte der Lasertechnologie wohl bei der Entfernung von Blutgefässerweiterungen und -wucherungen (Abb. 1a, b). Während für Feuermale (Naevi flammei), Couperosen (Rosacea

[a] Dermatologische Klinik des USZ (Direktor: Prof. G. Burg)
[b] FMH Dermatologie und Venereologie, FMH Allergologie und klin. Immunologie, Solothurn

Korrespondenz:
Prof. Dr. med. R. Dummer
Dermatologische Klinik USZ
Gloriastrasse 31
CH-8091 Zürich

teleangiectoides) und die Erythromelanosis interfollicularis colli (Poikiloderma Civatte) keine adäquaten therapeutischen Alternativen zur Verfügung stehen [6–8], können grosse und mittelgrosse Besenreiser auch sehr gut (und kostengünstig) sklerosiert werden. Sehr feine Besenreiser, die häufig nur als homogenes bläuliches oder rötliches Geflecht («matting») erscheinen und Besenreiser auf Knöchel und Füssen (= Gefahr der arteriovenösen Anastomosen!) sind jedoch eher für den Laser geeignet.

Eine Sonderstellung nehmen die **Säuglingshämangiome** (Blutschwämmchen) ein, da sich deren Wachstumstendenz nicht voraussagen lässt. Bei kritischen Lokalisationen (v.a. am Kopf sowie im Brustbereich bei Mädchen) empfiehlt es sich frühestmöglich, d.h. solange die Hämangiome noch flach und gut zugänglich

Tabelle 1. Einsatz gepulster Laser.

Zielstruktur (Chromophor)	Bevorzugte Wellenlängen/ mögliche Lasertypen	Typische Hautläsionen
Hämoglobin	**(Gefässlaser)** 532 nm (fd Nd-YAG) 585 nm (Farbstoff)	Vaskuläre Läsionen (Feuermale, Hämangiome, Couperosen, Besenreiser)
Melanin	**(Pigmentlaser)** 694 nm (Rubin) 755 nm (Alexandrite)	Pigmentflecken/Altersflecken Vermehrte Körperbehaarung
Exogene Pigmente	810 nm (Diodenlaser)	Tätowierungen
Wasser bzw. Gewebswasser	**(Chirurgische/ablative Laser)** 10640 nm (CO_2)	Gutartige Tumoren
	2940 nm (Er-YAG)	Narbige, faltige, lichtgeschädigte Haut Kondylome

Tabelle 2. Indikation zur Lasertherapie.

Laser als beste Therapie	Vergleichbare Alternativmethoden vorhanden	Laser nicht angezeigt
Vaskuläre Läsionen	Besenreiservarikose	Pigmentierte Muttermale
(Feuermale, Hämangiome, Couperosen)	Narbige, faltige, lichtgeschädigte Gesichtshaut	Bösartige Geschwulste
Altersflecken/ Pigmentflecken	Gutartige Tumoren	Plantarwarzen
Tätowierungen	Virale Warzen palmoplantar	
Vermehrte dunkle Körperbehaarung	Kondylome Vermehrte helle Körperbehaarung	

Tabelle 3. Alternativen zur Lasertherapie.

Hautveränderung	Alternative oder ergänzende Methode
Besenreiser auf Beinen	Verödungs- bzw. Sklerotherapie
Narbige, faltige, lichtgeschädigte Gesichtshaut	Dermabrasio, Implantate, Face-lifting, Kryotherapie bzw. Kryopeeling, Vitamin-A-Säure, Fruchtsäuren, chemische Peelings mit verschiedenen Substanzen
Altersflecken/ Pigmentflecken	Kryotherapie, Vitamin-A-Säure, Fruchtsäuren, chemische Peelings
Gutartige Tumoren	Elektrokoagulation, Cürettage, Kryotherapie, Exzision (Vorteil der feingeweblichen Untersuchung)
Virale Warzen palmoplantar	Kryotherapie, verschiedene Interna und Externa, Bleomycin und Interferon sub- und intraläsionär
Spitze Kondylome	Elektrokoagulation, Kryotherapie, Podophyllin, Imiquimod
Vermehrte helle Körperbehaarung	Elektrische Epilation, Wachsmethode, Rasur

Abbildung 1a, b.
Naevus flammeus bei einem Kind vor Behandlung (links) und nach vier Behandlungen mit dem langgepulsten Nd:YAG-Laser (532 nm) VersaPulse (rechts).

Abbildung 1a.

Abbildung 1b.

sind, eine ambulante Behandlung bei einem Spezialisten (Kinderarzt oder Dermatologe) zu beginnen. Bei fortgeschrittener Wucherung der Blutschwämmchen bietet sich ein operatives Vorgehen an oder aber der Laserlichtleiter wird in entsprechend ausgerüsteten Kinderkliniken direkt in das befallene Gewebe eingebracht (interstitielle Lasertherapie bzw. «bare-fibre»-Technik) [9].

Tätowierungen

Bei Tätowierungen handelt es sich um manuell oder maschinell (oder allenfalls akzidentell) in die Haut eingebrachte Farbpartikel. Verschiedene, sog. **gütegeschaltete** oder **Q-switched,** Lasertypen (mit Impulslängen im nsec-Bereich) zerstäuben durch Mikroexplosionen die Farbpigmente zu kleineren Partikeln, welche dann phagozytiert und abtransportiert werden können [10, 11] (Abb. 2a, b). Bei der Entfernung von sog. **Permanent-Make-ups** (im Lippen- und Lidrandbereich) kommt es gelegentlich zum Farbumschlag der Pigmente, welche anschliessend den Einsatz eines anderen Lasertyps erfordern [12].
Die vielfarbigen professionellen Tätowierungen benötigen verschiedene Wellenlängen bzw. Lasertypen und sind deshalb viel aufwendiger zu entfernen. Besonders gewisse weissliche, gelbliche und grünliche Farbtöne sind zurzeit noch schwer angehbar. Erstaunlicherweise werden Farbpigmente, welche in Karosserielacken Verwendung finden und von der Autoindustrie als toxisch eingestuft werden, neuerdings als Tätowierpigmente eingesetzt. Die Laserbehandlung ist heute den früher angewandten blutigen Methoden (Exzision, Dermabrasio, Salabrasio, Verätzen, Kryotherapie usw.) deutlich überlegen.

Vermehrte Körperbehaarung

Genetisch und ethnisch (oder auch hormonell) bedingte vermehrte Körperbehaarung (**Hypertrichose/Hirsutismus**) hauptsächlich beim mediterranen Frauentyp empfinden die Betroffenen als ästhetisch störend. Die Entfernbarkeit der Haare beruht darauf, dass die Haare (vorwiegend bei Dunkelhaarigen) in der Wachstumsphase besonders viel Melanin eingelagert haben bzw. dunkel pigmentiert sind. Der Laserpuls erhitzt nun selektiv die entsprechenden Haare und zerstört damit die umliegenden haarbildenden Strukturen [13, 14]. Da sich aber immer nur ein Teil der Haare in der Wachstumsphase befindet, sind mehrere Sitzungen (in mehrwöchigen Abständen) notwendig. Nachteilig ist, dass Blonde und Grauhaarige einer Behandlung oft trotzen. Allerdings sind bei jenen die Haare auch optisch weniger störend. Einschränkend ist festzuhalten, dass die Erfahrungen nur bis 1996 zurückreichen und ein Teil der Haarfollikel bloss miniaturisiert und nicht vollständig zerstört wird. Infolgedessen sind langfristige Prognosen bezüglich Dauerhaftigkeit der Haarentfernung sicher verfrüht.

Abbildung 2a, b.
Tätowierung vor Behandlung (links) und nach sechs Behandlungen mit den Q-switched Alexandrite- (755 nm) und Nd:YAG-Lasern (532 nm) (rechts).

Abbildung 2a.

Abbildung 2b.

Gutartige Hauttumoren

Gutartige Hauttumoren lassen sich mit den vorhandenen Methoden (Exzision, Cürettage, Elektrokoagulation, Kryotherapie) meist durchaus kosmetisch befriedigend behandeln. Nur in Ausnahmefällen (z.B. bei Syringomen und Xanthelasmen im Lidbereich) sollten Laser hierfür eingesetzt werden [15, 16]. Prinzipiell empfehlen wir – wenn immer möglich – bei solchen Massnahmen eine feingewebliche Untersuchung von Gewebe, um die Gutartigkeit der Läsionen zu dokumentieren.

Narbige, faltige, lichtgeschädigte Gesichtshaut

Durch das sog. **Skin-Resurfacing** kann narbige (z.B. nach starker Akne), faltige, licht- und nikotingeschädigte Gesichtshaut geglättet werden. Dabei werden durch die ablativen Laser die oberflächlichsten Hautschichten abgedampft. Danach kommt es zur Regeneration der Oberhaut sowie zur Kollagenneogenese in der Lederhaut mit teilweiser Rückbildung der Falten [17]. Nach einer nässenden Anfangsphase (vor der Überhäutung) von 7–10 Tagen, während welcher die Patienten nicht arbeitsfähig sind, ist die Haut während Wochen bis Monaten leicht gerötet, berührungs- und lichtempfindlich. Geeignet sind vor allem Hellhäutige, weil bei mediterranen Hauttypen nicht selten störende Farbverschiebungen (Depigmentierungen) verbleiben [18]. Die Methode wird häufig zusammen mit andern plastisch-chirurgischen Massnahmen (Face-Lifting, Lidplastiken usw.) angewandt. Da die prä- und postoperative Betreuung äusserst aufwendig ist, eignet sich das Verfahren nur für wenige Spezialisten (meist Dermatologen und/oder plastische Chirurgen). Neuerdings wird auch das sog. **Subsurfacing** propagiert. Hierbei wird die (gekühlte) Hautoberfläche durch längerwelliges und damit tiefer reichendes Laserlicht nicht mehr zerstört, sondern nur noch die Bindegewebsfasern in der Tiefe erhitzt. Allerdings werden die Ergebnisse zur Zeit noch sehr kontrovers diskutiert [19].

Pigmentierte Muttermale

Vor der heute gelegentlich noch geübten kritiklosen Entfernung von pigmentierten Muttermalen, sog. **Naevuszellnaevi,** muss eindringlich gewarnt werden. Die Verdampfung dieser Muttermale mit dem Laser verunmöglicht eine feingewebliche Untersuchung und kann die Diagnose **Melanom** entscheidend verzögern. Selbst für den erfahrenen Dermatologen ist eine sichere Abgrenzung zwischen Naevuszellnaevi und Melanomen, auch unter Zuhilfenahme der Auflichtmikroskopie, oftmals sehr schwierig; Überraschungen sind deshalb nicht selten. Auch vorgängige Shave-Biopsien sind je nach Schnittrichtung oft zu wenig aussagekräftig. Zudem können die häufigen Rezidive – ausgehend von persistierenden

Abbildung 3a, b.
Altersflecken vor Behandlung (3a) und 4 Wochen nach einmaliger Behandlung mit dem Q-switched Nd:YAG-Laser (532 nm) (3b).

Abbildung 3a.

Abbildung 3b.

Quintessenz

- Der Blitzlampengepulste Farbstofflaser oder der langgepulste Nd:YAG-Laser (532 nm) ist die erste Wahl bei Behandlung von Naevus flammei und anderen vaskulären Malformationen.
- Gütegeschaltete (Q-switched) Laser (Nd:YAG, Alexandrite, Ruby), aber nicht andere Lasersysteme oder laserähnliche Systeme sind Behandlungsformen der Wahl für Tätowierungen.
- Bei vielen dermatologischen Problemen existieren preiswertere und sichere Behandlungsmethoden als die Lasertherapie.
- Die Behandlung von pigmentierten Hautveränderungen (Naevi oder Lentigines) mit dem Laser ist nur nach sicherer Diagnostik (Biopsie) akzeptabel, sollte aber in der Regel vermieden werden.

Naevuszellen unterhalb des Hautniveaus – feingeweblich nur sehr schwer von echten Melanomen abgegrenzt werden (sog. Pseudomelanome) [20, 21]. Wir bevorzugen demzufolge praktisch immer die operative Entfernung.
Reine Pigmentflecken dagegen, wie z.B. Alters- oder Sonnenflecken, lassen sich mit den Pigmentlasern hervorragend entfernen [22] (Abb. 3a, b). Allerdings ist auch hier eine gewisse Vorsicht angebracht, denn die Abgrenzung Pigmentfleck/Muttermal ist auch für den Spezialisten nicht immer einfach.

Kosten

Lasertherapien werden in der Regel von den Krankenkassen nicht vergütet. Je nach Lasertyp und Rahmenbedingungen werden den Patientinnen und Patienten Stundenansätze zwischen 1000.– und 2000.– Fr. berechnet. Die hohen Beträge sind auf die bedeutenden Anschaffungs- und Unterhaltskosten sowie die Notwendigkeit der kurzfristigen Amortisation der Geräte zurückzuführen. Dazu kommen oft Service- und Unterhaltskosten von einigen Zehntausend Franken pro Jahr. Diese wenigen Zahlen verdeutlichen auch, dass bei gewissenhafter Indikationsstellung moderne Lasergeräte nur von wenigen Spezialisten kostendeckend eingesetzt werden können.

Fazit

Trotz ihrer eindrucksvollen Möglichkeiten ist die Lasertherapie nur eine Behandlung unter vielen. Für eine zufriedenstellende Patientenversorgung ist die richtige Diagnosestellung und kompetente Beratung wichtiger als die eigentliche Technik der Laserbehandlung. Allerdings sind Kenntnisse der biophysikalischen Grundlagen und Vertrautheit mit allen alternativen Behandlungsverfahren unerlässliche Voraussetzungen für den richtigen Einsatz [23]. Der erfahrene Arzt wird diese Methode auch sorgfältig und kostenbewusst einsetzen. Dann stellt der Laser ein segensreiches Instrument dar.

Literatur

1 Bloch PH. Lasertherapie der Haut. Der informierte Arzt 1998;19:701–5.
2 Neue und revidierte Weiterbildungsprogramme per 1. Januar 2001. Schweiz Ärztezeitung 2001;82:861.
3 Maiman TH. Stimulated optical radiation in ruby. Nature 1960;187: 493–4.
4 Anderson RR, Parrish JA. Selective photothermolysis: precise microsurgery by selective absorption of pulsed radiation. Science 1983; 220:524–7.
5 Raulin C, Schröter CA, Maushagen-Schnaas E. Einsatzgebiet einer hochenergetischen Blitzlampe (PhotoDerm VL). Hautarzt 1997;48:886–93.
6 Dummer R, Graf P, Greif C, Burg G. Treatment of vascular lesions using the VersaPulse® variable pulse width frequency doubled neodymium:YAG laser. Dermatology 1998; 197:158–61.
7 Ashinoff R, Geronemus RG. Capillary hemangiomas and treatment with flashlamp-pumped pulsed dye laser. Arch Dermatol 1991;127:202–5.
8 Wheeland RG, Aoolebaum J. Flashlamp-pumped pulsed dye laser therapy for poikiloderma of Civatte. J Dermatol Surg Oncol 1990;16:12–6.
9 Werner S, Raulin C. Aktueller Stand der Lasertherapie bei Säuglingshämangiomen. Kasuistiken und Literaturrecherche. Hautarzt 1999; 50:841–7.
10 Reid WH, McLeod PJ, Ritchie A, Ferguson-Pell M. Q-switched ruby laser treatment of black tattoos. Br J Plast Surg 1983;36:455–9.
11 Werner S, Drosner M, Raulin C. Entfernung von Tätowierungen mit dem gütegeschalteten Rubinlaser (694 nm) und dem gütegeschalteten Nd-YAG-Laser (532 und 1064 nm). Eine Retrospektivstudie. Hautarzt 1999; 50:174–80.
12 Anderson RR, Geronemus R, Kilmer SL, Farinelli W, Fitzpatrick RE. Cosmetic tattoo ink darkening. A complication of Q-switched and pulsed-laser treatment. Arch Dermatol 1993;129:1010–4.
13 Grossman MC, Dierickx CC, Farinelli WA, Flotte T, Anderson RR. Damage to hair follicles by normal-mode ruby laser pulses. J Am Acad Dermatol 1996;35:889–94.
14 Campos VB, Dierickx CC, Farinelli WA, Lin TY, Manuskiatti W, Anderson RR. Hair removal with an 800-nm pulsed diode laser. J Am Acad Dermatol 2000;43:442–7.
15 Dmovsek-Olup B, Vedlin B. Use of the Er:YAG laser for benign skin disorders. Lasers Surg Med 1997; 21:13–9.
16 Kaufmann R, Hibst R. Pulsed Erbium:YAG laser ablation in cutaneous surgery. Lasers Surg Med 1996;19: 324–30.
17 Lowe NJ, Lask G, Griffin ME, Maxwell A, Lowe P, Quilada F. Skin resurfacing with Ultrapulse® carbon dioxide laser. Observation on 100 patients. Dermatol Surg 1995; 21:1025–9.
18 Fulton JE Jr. Complications of Laser resurfacing. Methods of prevention and management. Dermatol Surg 1998;24:91–9.
19 Trelles MA, Allones I, Luna R. Facial rejuvenation with a nonablative 1320 nm Nd:YAG laser: a preliminary clinical and histological evaluation. Dermatol Surg 2001;27: 111–6.
20 Dummer R, Kempf W, Burg G. Pseudo-melanoma after laser therapy. Dermatology 1998; 197:71–3.
21 Trau H, Orenstein A, Schewach-Miller M, Tsur H. Pseudomelanoma following laser therapy for congenital nevus. J Dermatol Surg Oncol 1986; 12:984–6.
22 Kopera D, Hohenleutner U, Landthaler M. Quality-switched ruby laser treatment of solar lentigines and Becker's nevus: a histopathological and immunohistochemical study. Dermatology 1997;194: 338–43.
23 Raulin C, Kimmig W, Werner S. Lasertherapie in der Dermatologie und Ästhetischen Medizin – Nebenwirkungen, Komplikationen und Behandlungsfehler. Hautarzt 2000; 51:463–73.