

Lasertherapie in der Dermatologie und Ästhetischen Medizin - Nebenwirkungen, Komplikationen und Behandlungsfehler

Laser therapy in dermatology and aesthetic medicine - Side effects, complications, and treatment faults

Christian Raulin¹, Wolfgang Kimmig², Saskia Werner¹

¹Praxis für Dermatologie, Phlebologie und Allergologie, Dr. C. Raulin, Karlsruhe und Laserklinik
Karlsruhe

²Universitäts-Krankenhaus Hamburg-Eppendorf - Hautklinik, Direktorin: Prof. Dr. med. Ingrid Moll

Zusammenfassung:

In der Dermatologie werden unterschiedliche Lasersysteme eingesetzt. Für die Anwender ist nicht nur das jeweilige Behandlungsspektrum von Bedeutung, sondern auch welche unerwünschten Reaktionen im Rahmen einer Laserbehandlung auftreten können. Das Nebenwirkungs- und Komplikationsprofil der gängigen Lasersysteme wird in der vorliegenden Arbeit vorgestellt und verglichen und deren Möglichkeiten und Grenzen dargestellt. Typische Behandlungsfehler werden aufgezeigt. Eine dermatologische Facharztausbildung, umfangreiche lasertherapeutische Erfahrungen sowie die Einhaltung und Erfüllung von definierten Qualitätsrichtlinien sind Voraussetzungen für ein sicheres Behandlungsergebnis.

Schlüsselwörter: Laser - Nebenwirkungen - Komplikationen - Behandlungsfehler

Summary:

In dermatology, various laser systems are used. For the users, not only the respective treatment spectrum is of importance, but also the question which unwanted reactions could appear in the course of a laser treatment. In this publication, the side effect and complication profiles of the common laser systems will be introduced and compared; furthermore their possibilities and limitations will be presented. Typical treatment faults will be pointed out. A dermatological specialization training, extensive experience in laser therapy as well as the compliance and fulfillment of defined quality guidelines are prerequisites for a safe and successful treatment.

Keywords: laser - side effects - complications - treatment faults

Einleitung

Die Lasertechnologie in der Dermatologie hat sich in den letzten drei Jahrzehnten schnell entwickelt. Der zuerst eingesetzte medizinische Laser war ein Prototyp des Rubinlasers (Wellenlänge 694 nm), der Anfang der 60er Jahre von Maiman konstruiert und von Goldman klinisch getestet wurde (31,53). Die ersten Laser arbeiteten im Dauerstrich(continuous wave/cw)-Modus, der einen kontinuierlichen Laserstrahl erzeugt, welcher insbesondere von dermalen Zielstrukturen absorbiert wird. Der limitierende Faktor ist jedoch, daß die Laserenergie durch Wärmeleitung auch auf benachbarte Hautstrukturen einwirkt. Der Argonlaser war der erste klinisch weitverbreitet angewendete Laser. Narbenbildungen, Hypopigmentierungen und Fibrosierungen wurden beobachtet. Ähnliche Nebenwirkungen treten beim cw-CO₂-Laser auf, der seit über mehr als zwei Jahrzehnte zur Exzision und Hautablation eingesetzt wird.

Die Sicherheit und Effektivität der neuen Lasergeneration sind im wesentlichen den Arbeiten von Anderson und Parrish zuzuschreiben (7). Ihre Theorie der selektiven Photothermolyse legte den Grundstein für ein neues Verständnis zur Interaktion zwischen Laserstrahl und Gewebe. Eine Chromophore oder eine bestimmte Zielstruktur kann selektiv zerstört werden mit minimaler thermischer Gewebsschädigung im Randbereich, wenn das emittierte Laserlicht optimal von den entsprechenden Zielstrukturen (z.B. Hämoglobin, Melanin oder Wasser) absorbiert wird und wenn die Einwirkzeit des Laserlichts kürzer ist als die thermische Relaxationszeit (= Zeit, die die entsprechende Zielstruktur benötigt, um auf die Hälfte abzukühlen). Dieses Konzept hat in den 80er Jahren die Lasertechnologie revolutioniert. Es wurden gütegeschaltete (sog. Q-switched; Pulslänge: nsec) und gepulste (Pulslänge: µsec [kurzgepulst] bis msec [langgepulst]) Lasersysteme entwickelt, die das Einsatzspektrum der cw-Laser immer mehr einschränkten. Unter Kenntnis des o.g. Prinzips läßt sich bereits das Nebenwirkungsprofil des jeweiligen Lasertyps vorhersagen. Laser mit Wellenlängen, die gut von Melanin absorbiert werden, können melaninhaltige Zellen zerstören, aber auch Hypopigmentierungen hervorrufen. Laser, die die Absorptionskurve des Oxyhämoglobins kreuzen, können eine Blutgefäßschädigung und Purpura erzeugen. Alle Laser besitzen ein gewisses Potential zur Bildung postinflammatorischer Hyperpigmentierungen, wenn die Epidermis verletzt wird. Beim cw- und quasi-continuous -wave Laser besteht aufgrund der nichtspezifischen, thermischen Diffusion ein größeres Risiko zu Narbenbildungen und Texturveränderungen. Laser, die nach dem Konzept der selektiven Photothermolyse gebaut wurden, wirken spezifischer auf das Gewebe und haben ein geringeres Risiko der Narbenbildung, besitzen jedoch auch ein eigenes Nebenwirkungsprofil. Abhängig von der Wellenlänge, Energie und Pulsdauer, können Pigmentveränderungen, epidermale Zellschädigung, Texturveränderungen und auch Krustenbildung auftreten. Es ist in diesem Zusammenhang wichtig zu erwähnen, daß prinzipiell jeder Laser Verletzungen und Gewebeveränderungen verursachen kann, wenn er nicht korrekt angewendet wird (z.B. Einsatz eines falschen Lasertyps; zu hohe Energiedichte; Überlappung der Impulse).

Die folgende Arbeit gibt einen Überblick über die Nebenwirkungen und Komplikationen der in der Dermatologie und Ästhetischen Medizin eingesetzten Lasersysteme. Es werden des weiteren Behandlungsfehler aufgezeigt und diskutiert.



Abb.1: Atrophe Narbe nach Behandlung von Teleangiektasien mit dem langgepulsten Nd:YAG-Laser bei fehlendem Kontakt des Cooltips zur Haut

I. Nebenwirkungen und Komplikationen der Lasersysteme

Neodym-Yttrium-Aluminium-Granat(Nd:YAG)-Laser (1064nm)

Im cw-Modus kommt es im Gewebe durch homogene Absorption zu einer unspezifischen Koagulation. In histologischen Untersuchungen fanden sich epidermale und dermale Nekrosen sowie zerstörte Gefäße mit koagulierten Erythrozyten (49). Die relativ hohe Wellenlänge bedingt eine Eindringtiefe von bis zu 5-10mm (32,36,76). Im cw-Modus wird dieser Laser deshalb insbesondere in der interstitiellen und perkutanen Therapie tiefliegender Hämangiome eingesetzt (10,34,77,78). Nebenwirkungen, insbesondere Narbenbildungen, treten aufgrund der Eindringtiefe und unspezifischen Wirkung im Gewebe nicht selten auf (40). Durch die sog. Eiswürfelkühlung kann bei perkutaner Laseranwendung eine oberflächliche Karbonisation vermindert werden (78).

In der Dermatologie wird der Nd:YAG-Laser zunehmend im gütegeschalteten (Q-switched) Modus eingesetzt. Durch Absorption in Gewebspigmenten und einer Pulszeit von 5-20 ns wirkt der Laser nach dem Prinzip der selektiven Photothermolyse. Es können somit schwarze und schwarzblaue Tätowierungen sowie Schmutztätowierungen und melanozytäre Hautveränderungen, wie z.B. der Naevus Ota, entfernt werden (32,45,60,69,76). Unmittelbar nach Auftreffen des Laserimpulses kommt es zu einer umschriebenen weißlichen Verfärbung der Haut; jene stellt das Ergebnis einer explosionsartigen Hitzeentwicklung ($>1000^{\circ}\text{C}$) mit anschließendem Verdampfen von Gewebswasser dar. Nach einigen Minuten ist diese wieder verschwunden. Bei hohen Energiedichten ($>5 \text{ J/cm}^2$) treten obligat epidermale Rupturierungen mit nachfolgenden punktförmigen Blutungen und Krustenbildung auf. Innerhalb von 10-12 Tagen erfolgt die Abheilung. Das Risiko für die Entwicklung atrophischer oder hypertropher Narben ist mit $<4,5\%$ sehr gering (19,33,46,52,76). Textur- und Pigmentveränderungen treten selten auf (55) und meist nur dann, wenn in zu kurzen Zeitabständen (<4 Wochen) oder sehr häufig mit hohen Energiedichten behandelt wurde (8,76).

Über generalisierte kutane allergische Reaktionen auf Tätowierungspigmente nach Nd:YAG-Laserbehandlung wurde berichtet (11). Als weitere Komplikation ist das sog. ink-darkening

insbesondere nach Behandlung weißer, fleisch- oder rosafarbener Permanent-Make ups oder von Schmucktätowierungen bekannt. Hierbei wird direkt nach der Behandlung ein Farbumschlag zu dunkelgrün, braun oder grauschwarz erkennbar. Die genauen chemischen Hintergründe sind noch unklar. Es wird eine Umwandlung von Fe_2O_3 zu FeO und/oder anderen Eisenverbindungen diskutiert (6). In der Mehrzahl der Fälle lassen sich diese Discolorationen unter Einsatz verschiedener anderer gütegeschalteter Laser wieder entfernen.

Neodym:Yttrium-Aluminium-Granat(Nd:YAG)-Laser (532nm)

Durch Vorschaltung eines Kalium-Titanyl-Phosphat(KTP)-Kristalls wird das 1064nm-Nd:YAG-Laserlicht in seiner Frequenz verdoppelt, d.h. die Wellenlänge wird auf 532nm halbiert. Das entstehende grüne Licht wird gut von melanin- und oxyhämoglobinhaltigen Strukturen absorbiert. Daraus ergibt sich seine Anwendung in der Behandlung epidermaler pigmentierter Läsionen, vaskulärer Hautveränderungen und auch in der Entfernung roter, orangefarbener und gelber Tätowierungspigmente (2,15,25,29,40,45,76).

Zu den Nebenwirkungen, die bei Einsatz des gütegeschalteten Lasers beobachtet wurden, gehören ein transientes Erythem, das energieabhängig bis zu 6 Wochen anhalten kann, Purpura für ca. eine Woche, Pigment- und Texturveränderungen sowie Blasenbildung (29,72,76). Meist treten oberflächliche Krusten auf. Es gibt keine Berichte über bleibende Narbenbildungen. Zu postinflammatorischen Hyperpigmentierungen kommt es in bis zu 8% der Fälle, insbesondere bei dunklen Hauttypen (29,40,55,72). Bei höheren Energiedichten können wie beim 1064nm-Nd:YAG-Laser Punktblutungen auftreten (52,72). Unter der Behandlung wird ein mehr oder weniger stark brennender Schmerz empfunden, der auch nachhaltig bis zu 2 Tage persistieren kann. Ein häufiges Problem ist die unvollständige Entfernung epidermaler pigmentierter Hautveränderungen und das damit verbundene Auftreten von Rezidiven, z.B Becker-Naevi oder Café-au-lait-Flecke (eigene Erfahrungen).

Seit 1995 sind auch langgepulste 532nm-Nd:YAG-Laser (Pulsdauer bis 50ms) zur Behandlung vaskulärer Hautveränderungen verfügbar (2,17). Obligat treten hierbei ein transientes Erythem und eine Schwellung bis zu 4 Tage auf. Gelegentlich finden sich Purpura und oberflächliche Krüstchen, die innerhalb von 7-10 Tage abheilen. Die im langgepulsten Modus eingesetzten höheren Energiedichten machen eine vorgeschaltete Hautkühlung erforderlich. Ist diese unzureichend oder trifft der Laserimpuls auf nicht gekühlte Haut, kann es zu Blasenbildung und Ulzerationen mit anschließenden Hypopigmentierungen und/oder atrophischen Narben kommen (Abb. 1). Postinflammatorische Hyperpigmentierungen wurden beobachtet, besonders bei der Behandlung an den Beinen sowie bei dunkleren Hauttypen (III und IV nach Fitzpatrick) oder sonnengebräunter Haut.



Abb.2: Ink-Darkening einer hautfarbenen kosmetischen Übertätowierung von Verätzungsnarben nach Rubinlaserbehandlung

Rubinlaser (694 nm)

Dieser Laser ist in einem gütegeschalteten und einem langgepulsten Modus verfügbar.

Der gütegeschaltete Rubinlaser emittiert Laserimpulse mit einer Dauer von wenigen Nanosekunden (25-40ns). Das rote Licht, das besonders gut von Melanin und exogenen dunklen Farbteilchen absorbiert wird, ist mit seiner kurzen Expositionszeit und dadurch minimaler thermischer Schädigung des umliegenden Gewebes für die Behandlung epidermaler (Café-au-lait-Fleck, Lentigo benigna, Epheliden u.s.w.) und dermaler (Naevus Ota, Schmutz- und Schmucktätowierungen) Pigmente geeignet (28,60,61,74,76). Jedoch treten auch hier Nebenwirkungen wie Gewebsalterationen, Ödeme, Blasenbildung und selten Punktblutungen auf (70,76). Wie alle gütegeschalteten pigmentspezifischen Laser erzeugt auch der Rubinlaser eine gräulich-weiße epidermale Gewebsreaktion von kurzer Dauer. Ein ähnliches Phänomen ist an zufällig mitbehandelten Haaren zu beobachten. Die Weißfärbung dunkler Haare ist dabei reversibel. Da das physiologisch in der Epidermis enthaltene Melanin ebenfalls das Rubinlaserlicht absorbiert, ist das Risiko zu transienten Hypopigmentierungen, die bis zu 6 Monate persistieren können, mit 25-50% relativ hoch (40,54,55). Postinflammatorische Hyperpigmentierungen treten seltener auf. Gewöhnlich ist mit einer Krustenbildung zu rechnen, die innerhalb von 10-12 Tagen abheilt. Häufig sind transiente epidermale Atrophien (bis 50%) zu finden; eine permanente Narbenbildung kommt jedoch bei weniger als 5% der Patienten vor (52,55,62).



Abb.3: Hypopigmentierung einen Monat nach Rubinlaserbehandlung von Beinhaaren

Das bereits beim Nd:YAG-Laser beschriebene Dunklerwerden weißer, haut- oder pinkfarbener Tätowierungspigmente kann auch bei Behandlung mit dem Rubinlaser auftreten (Abb. 2)(6). Des Weiteren wurden kutane allergische Reaktionen nach Rubinlasertherapie von Tätowierungen beschrieben. Es wird angenommen, daß durch die Laserbehandlung intrazelluläres Pigment in den Extrazellularraum freigesetzt wird, wo es zum Antigen wird. Sowohl lokalisierte als auch generalisierte urtikarielle, pruriginöse oder ekzematöse Hautreaktionen können sich entwickeln (11).

Die Gefahr der Rezidivbildung bei Behandlung pigmentierter Hautläsionen besteht auch beim Rubinlaser. So können behandelte Café-au-lait-Flecke und Becker-Naevi innerhalb von 6-12 Monaten teilweise repigmentieren (28). Dies ist besonders bedeutsam für melanozytäre Naevi, deren Behandlung mit dem gütegeschalteten Rubinlaser kontrovers diskutiert wird.

In der Behandlung von postinflammatorischen Hyperpigmentierungen (z.B. hyperpigmentierte Verbrennungsnarben, Hyperpigmentierung nach Besenreiser-Sklerosierung) haben wir entgegen anderen Autoren (54,70) gute Resultate erzielt. Bei vorsichtiger Vorgehensweise kann bei Energiedichten zwischen 4 und 10 J/cm² eine Aufhellung erreicht werden (59,61). Als Ursachen für eine mögliche Therapieresistenz werden neben der individuellen Neigung zu Hyperpigmentierungen und dem Hauttyp (dunklere Hauttypen sind häufiger betroffen) auch die sehr variable Lage des Melanins in Epidermis und Dermis diskutiert (unvollständige Entfernung dermalen Melanins). Möglicherweise wird die Melaninproduktion durch die Lasertherapie sogar angeregt (stärkere Hyperpigmentierungen) (54,70).

Seit einigen Jahren werden langgepulste (270µs - 3ms) Rubinlaser zur Haarentfernung eingesetzt (37). Schwellung, Blasen- und Krustenbildung, Follikulitiden sowie Hypopigmentierungen (Abb. 3) sind als mögliche Nebenwirkungen zu nennen. Durch die Behandlung an der Oberlippe kann ein

Herpes simplex ausgelöst werden (eigene Erfahrungen).



Abb.4: Hyperpigmentierung drei Wochen nach Behandlung mit dem langgepulsten Alexandritlaser

Alexandritlaser (755nm)

Der Alexandritlaser im gütegeschalteten Modus (50-100 ns) wird zur Entfernung schwarzer, blauschwarzer und grüner Tätowierungen sowie benigner pigmentierter Hautveränderungen (z.B. Lentigo benigna, Café-au-lait-Flecke, Naevus Ota) eingesetzt (3,21,40). Sowohl Hypo- als auch Hyperpigmentierungen können nach einer Alexandritlasertherapie auftreten. Bei Patienten, die wegen Tätowierungen behandelt werden, kommen in bis zu 50% der Fälle transiente Hypopigmentierungen vor (Dauer: 3-6 Monate), besonders bei Patienten dunkleren Hauttyps und nach einer großen Anzahl von Lasersitzungen (durchschnittlich >7) (40,55). Bei hoher Energiedichte (>7,5 J/cm² bei jungen, intensiv pigmentierten Tätowierungen; >9 J/cm² bei alten, blassen Tätowierungen) können Punktblutungen und oberflächliche Gewebsdefekte entstehen, jedoch seltener als beim Nd:YAG-Laser (3,21,55). In weniger als 4% werden Narben und Texturveränderungen beobachtet (21). Das sog. ink-darkening bei Tätowierungsbehandlungen ist auch beim gütegeschalteten Alexandritlaser beschrieben worden (55).

Der Alexandritlaser im langgepulsten Modus (bis 40 ms) wird seit einigen Jahren zur langanhaltenden Haarentfernung angewendet. Posttherapeutisch sind ein perifollikuläres Ödem und ein Erythem zu beobachten, welche sich innerhalb von 3-4 Stunden auflösen. Blasen- und epidermale Krustenbildung mit nachfolgender Hyperpigmentierung können in 6-15 % der Fälle, insbesondere bei dunkleren Hauttypen und gebräunter Haut (Abb. 4), auftreten (20,57). Transiente Hypopigmentierungen, die bis zu 3 Monaten anhielten, wurden in einer Studie von 126 Patienten bei etwa 6% beobachtet (20). Bei Therapie im perioralen Bereich treten gelegentlich Herpes-simplex-Infektionen auf (eigene Beobachtungen).



Abb.5: Keloid, Hypopigmentierung und verbliebene Restpigmente nach Behandlung einer
Laientätowierung mit dem Argonlaser



Abb.6: Atrophe hypopigmentierte Närbchen nach Argonlasertherapie eines großflächigen Naevus
flammeus



CW-Argonlaser (488 und 514 nm)

Der CW-Argonlaser ist in den 70er und 80er Jahren primär zur Behandlung vaskulärer Läsionen wie Naevi flammei und Hämangiomen eingesetzt worden. Die Entfernung von Tätowierungen stellt dabei kein Indikationsgebiet dar (Abb. 5). Das Licht dieses Lasers wird effektiv von Oxyhämoglobin, aber auch von epidermalem Melanin absorbiert. Insbesondere bei dunkler pigmentierten Patienten besteht hierdurch ein erhöhtes Risiko für permanente Pigmentstörungen (bes. Hypopigmentierungen) im behandelten Areal (18,38).

Aufgrund seines Dauerstrichmodus (Pulsdauer größer als thermische Relaxationszeit) erzeugt der Argonlaser in radialer Umgebung der Zielgefäße eine gewebeschädigende Hitzeentwicklung (18,40). Ausgedehntere Hautveränderungen (z.B. Naevi flammei) neigen häufiger zur Narbenbildung (Abb. 6) als kleine, wahrscheinlich aufgrund der Hitzestreuung und -akkumulation (18). Hypertrophe Narbenbildungen bereits 4-6 Wochen nach Behandlung von Feuermalen konnte in bis zu 38% nachgewiesen werden (18,55). An besonders vulnerablen Körperstellen, wie Nase (Abb. 7), Oberlippe oder den Extremitäten, sind häufig atrophische Närbchen zu finden (25,55). Bei Behandlung tiefer liegender Gefäße (0.8-1.3mm) kommt es eher zur Narbenbildung als bei oberflächlichen, da hierfür höhere Energiedichten notwendig sind (18). Des weiteren wurde über das Auftreten eines Granuloma pyogenicum (16) und die theoretische Provozierung eines diskoiden Lupus erythematoses (81) nach Argonlasertherapie berichtet. Die posttherapeutische Entwicklung eines Herpes simplex wurde beschrieben (15). Hinzu kommt die recht lange Behandlungsdauer bei einem Pulsdurchmesser von maximal 1mm. Der Argonlaser ist in der Behandlung von Feuermalen bei Kindern und Jugendlichen aufgrund unbefriedigender Ergebnisse und hoher Nebenwirkungsrate mittlerweile kontraindiziert.

Gepulster Farbstofflaser (577/585/590/595/600nm)

Dieser blitzlampengepumpte Laser arbeitet nach dem Prinzip der selektiven Photothermolyse (7): Zielstrukturen sind kleine Gefäße (Erythrozyten, Hämoglobin); die Impulsdauer liegt mit 0,3-1,5 ms unter der thermischen Relaxationszeit dieser Gefäße. Der gepulste Farbstofflaser hat ein breites Indikationsspektrum und ein geringes Nebenwirkungspotential (24,39,40). Die obligat auftretenden Purpura (Extravasation von Erythrozyten) und mögliche Krustenbildungen können bis zu 14 Tage anhalten (82). Blasen treten selten auf (1-5,9%; 67,80). Transiente Hypopigmentierungen wurden in 2,2-26%, Hyperpigmentierungen (bes. an Extremitäten) in bis zu 85% der Fälle beschrieben (14,39,43,67,55,79,80). Atrophische und hypertrophe Narbenbildungen werden sehr selten beobachtet (0,1%-4,3% bzw. 0,7-3,6%; 14,26,55,39,43,67,80). Vereinzelt wurde die Provokation eines Granuloma pyogenicum im behandelten Areal beschrieben (1,80).



Abb.8: Hypertrophe Narben und Keloide als Behandlungsfehler nach Therapie von Tätowierungen mit dem cw-CO₂-Laser



Abb.9: Rezidiv eines behaarten Naevuszellnaevus nach CO₂-Laserbehandlung



Abb.10: Narben nach skin resurfacing mit einem Silktouch-CO2-Laser

CO2-Laser (10600nm)

Das Licht des CO2-Lasers wird von Gewebsflüssigkeit absorbiert, was zu einer Koagulation und Vaporisation des Gewebes führt.

Im continuous-wave-Modus wird dieser Laser u.a. als Lichtskalpell und z.B. zur Therapie von tumorösen Hautveränderungen und Warzen eingesetzt. Häufige Nebenwirkungen sind hierbei Hypopigmentierungen (bis 29%), hypertrophe Narben und Keloide (bis 25%) (55). Die Behandlung von Tätowierungen ist aufgrund der fehlenden Selektivität und dem damit verbundenen hohen Narbenbildungsrisiko obsolet (Abb. 8). Die Rezidivneigung unvollständig entfernter dermaler Naevi ist bekannt (Abb. 9). Die Infektiosität von Rauchgasen und die Gefahr der Ansteckung für den Operateur während der Laserbehandlung von Warzen (HPV) werden unter Einhaltung entsprechender Schutzmaßnahmen (Mundschutz, Rauchabzug) als minimal eingeschätzt (27,66).

Die in den letzten Jahren entwickelten gepulsten CO2-Lasersysteme arbeiten präziser in der Gewebsabtragung und besitzen dementsprechend ein geringeres Risiko von Nebenwirkungen und Komplikationen. Bemerkenswert ist das Nebenwirkungsprofil bei großflächiger Behandlung, wie z. B. beim Skin Resurfacing alters- und sonnenbedingter Fältchenhaut oder Aknenarben. Die am häufigsten vorkommende Begleitreaktion ist das postoperative Erythem, das bei nahezu allen Patienten in den ersten 4-6 Wochen zu beobachten ist. Nicht selten persistieren die Rötungen bis zu 8 Monaten nach der Laserbehandlung (13,23,56,65). Als Ursachen werden ein zu starkes Reiben mit Mullkompressen nach den einzelnen Laserdurchgängen (entsprechend einer manuell-mechanischen Dermabrasion ; 65) sowie eine tiefe Abtragung (mehrere Passes, hohe Energiedichten, Überlappungen) diskutiert (56,65). Auch topisches Tretinoin kann ein ausgeprägtes (bei Vorbehandlung) und prolongiertes Erythem (bei Nachbehandlung) verursachen (65). Der postoperative positive Effekt tretinoinhaltiger Externa (beschleunigte Reepithelialisation der Wundfläche) sollte gegen das mögliche Auftreten einer unerwünscht starken und/oder langedauernden Rötung individuell abgewogen werden. Die Angaben für postinflammatorische Hyperpigmentierungen variieren in der Literatur zwischen 2,8 und 83% (abhängig vom Hauttyp; 41) (13,55,56). Seltener treten Hypopigmentierungen (transient; 1-16,3%) und Narbenbildungen (1-

2,8%) auf (13,55,56). Das Phänomen der sog. Alabaster-Haut nach Skin Resurfacing mit einem Paragon-CO₂-Laser wurde beschrieben (Abnahme des epidermalen Melanins ohne Veränderung der Anzahl an Melanozyten) (50). Eine gefürchtete Komplikation ist das Auftreten eines Ektropiums, besonders nach vorausgegangenen Blepharoplastiken oder einem Facelift (23,56). Durch eine Laserbehandlung wird die Talgproduktion angeregt, wodurch es zu einer vorübergehenden Pustulosis und zu Milienbildungen (in bis zu 14%) kommen kann (23,55,56). Herpes simplex-Infektionen wurden in bis zu 7,4%, bakterielle Infektionen (bes. Pseudomonas aeruginosa, Staphylococcus aureus und epidermidis) in 1- 47% der Fälle beobachtet (12,55,56,68). Als seltene Nebenwirkung wurde über eine transepidermale Eliminierung elastischer Fasern berichtet, die als gelbliche und violettfarbene Papeln 18-22 Tage nach dem Laserresurfacing auftraten (63). Kontaktallergische und toxisch-irritative Hautreaktionen werden im Rahmen der Nachbehandlung mit antibiotikahaltigen Salben und feuchtigkeitsspendenden Externa häufig beschrieben (ca. 10%)(55,56). Ein durchaus gewollter Nebeneffekt ist das sog. Kollagen-Shrinking, bei dem aufgrund der Hitzeentwicklung eine Kontraktion besonders des Typ 1- Kollagens und somit eine zusätzliche Hautstraffung induziert wird (22,64).

Problematisch ist das Skin Resurfacing im Halsbereich. Aufgrund der im Vergleich zum Gesicht veränderten Hautstruktur treten hier häufiger Hypopigmentierungen und Narbenbildungen auf (Abb. 10; 23).



Abb.11: Narbe ein Jahr nach Erbium:YAG-Laserbehandlung von Mimikfalten

Erbium:YAG-Laser (2940nm)

Dieser im mittleren Infrarotbereich arbeitende gepulste Laser hat ein ähnliches Indikationsspektrum wie der gepulste CO₂-Laser. Der thermische Gewebeeffekt ist so gering, daß eine Blutstillung nicht erreicht werden kann. Als ein gewisser Nachteil ist das Fehlen des hitzebedingten Kollagen-Shrinkings bei der Behandlung von Fältchen zu bewerten (Hellwig 1998). Die Schmerzhaftigkeit und das Narbenbildungsrisiko sind geringer ausgeprägt als beim CO₂-Laser, aber bei falscher Vorgehensweise dennoch möglich (Abb. 11). Transiente Hyperpigmentierungen wurden nach Skin Resurfacing in 10% bei Hauttyp III-Patienten beobachtet (75). Gelegentlich kommt es zur Exazerbation einer Akne oder zu Follikulitiden (5,75). Wie beim CO₂-Laser können in der

Nachbehandlung eines Skin Resurfacings kontaktallergische und toxisch-irritative Hautreaktionen sowie Herpes-simplex- und selten bakterielle Infektionen auftreten (5,56).

Weitere Lasersysteme

Kupferdampf/Kupferbromidlaser (511/578nm)

Indikationen für dieses Lasersystem sind vaskuläre Hautveränderungen (32,42,55,58). Die emittierten Einzelimpulse sind sehr kurz (20-50ns) und liefern nicht genügend Energie, um Gefäße zu koagulieren, sondern erreichen nur eine Gefäßruptur. Es müssen hierbei Salven von Einzelimpulsen (Repetitionrate 15-16 KHz) vom Laser erzeugt werden. Im Gewebe wirken diese Impulse additiv, simulieren einen kontinuierlichen Laserstrahl (quasi-cw) und bewirken so eine Koagulation von Gefäßen. Entsprechend den Literaturangaben besteht ein unterschiedlich großes Risiko für das Auftreten von Narben (3,5-20%), Hypopigmentierungen (1,4-47%) und Hyperpigmentierungen (1,4-15%); letztere sind abhängig vom Hauttyp (nach Fitzpatrick) bzw. vom Bräunungsgrad (38,55,58). Über passagere inkomplette Fazialispareesen bei der Behandlung kindlicher Gesichtshämangiome wurde vereinzelt berichtet (42).



Abb. 12: Atrophie, hyperpigmentierte Narbenbildung nach Kryptonlasertherapie

Kryptonlaser (520, 530 und 568 nm)

Der Kryptonlaser emittiert grünes und gelbes Licht mit einer Impulsdauer von 50 ms. Indikationsbereich ist vor allem die Photokoagulation oberflächlicher dermaler Gefäße wie z.B. Teleangiektasien und Spider-Naevi. Thibault berichtet über temporäre, diskrete atrophische Narbenbildungen (Abb. 12) bei 11% der Patienten (71). Seltener werden Hypo- oder Hyperpigmentierungen beschrieben (71).

Pigment-Farbstofflaser (510nm)

Dieser Laser erzeugt kurze Impulse (300-500ns), die gut von epidermalem Melanin absorbiert

werden und somit das Indikationsspektrum prägen (z.B. Tätowierungen, Lentigo benigna, Café-au-lait-Flecke)(4,35,55). Komplikationen wie transiente Hyperpigmentierungen kommen in durchschnittlich 15-33% der Fälle vor, mit Rückbildung nach 2-6 Monaten. Gelegentlich treten Hypopigmentierungen auf, die sich aber schnell repigmentieren (32,55). Über eine bis zu 6 Monaten anhaltende Hypopigmentierung nach Therapie eines Café-au-lait-Flecks wurde berichtet (4). Neben der unmittelbaren Weißfärbung der Haut und der bis einige Stunden anhaltenden Purpura ist auch bei diesem Laser u.U. ein irreversibles Pigmentdarkening bei kosmetischen Tattoos (z.B. Permanent-Make up) zu beobachten (55).

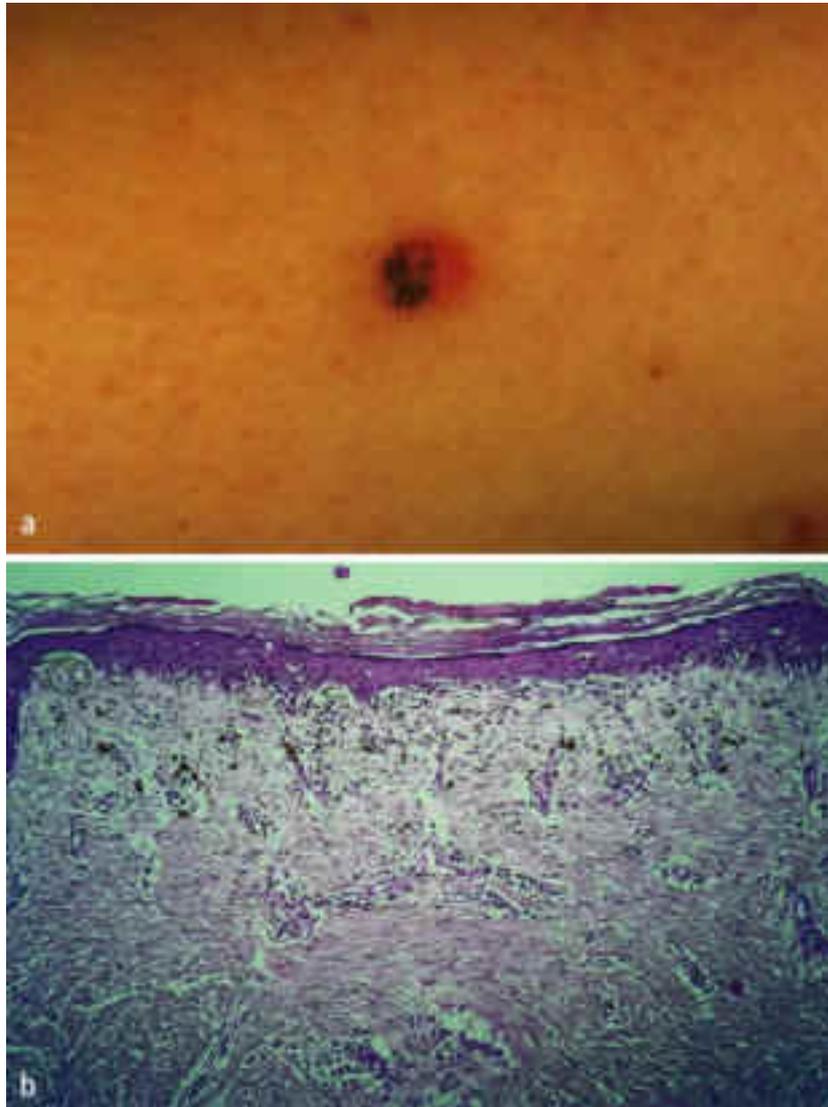


Abb. 13: A: Rezidiv eines Naevuszellnaevus unter dem Bild eines Pseudomelanoms bei einer 28jährigen Frau nach Behandlung mit dem Er:YAG-Laser; B: Histologisches Bild (HE; Vergrößerung:): Typische Dreischichtung mit junctionaler Melanozytenproliferation, angrenzender korialer Narbenzone und in der Tiefe gelegenen residualen banalen Nävomelanozytennestern

II. Kontraindikationen zur Lasertherapie

Naevuszellnaevi

Die Behandlung oberflächlicher erworbener und kongenitaler Naevuszellnaevi mit Lasersystemen,

insbesondere mit dem gütegeschalteten Rubinlaser, ist entsprechend der Laser-Gewebe-Wechselwirkung prinzipiell im Einzelfall theoretisch möglich. Über kontrollierte Therapieversuche kongenitaler Naevuszellnaevi bei Kindern und Jugendlichen sowie bei kleinen kongenitalen Naevi (Durchmesser <5 cm) mittels gütegeschaltetem Rubinlaser wurde in der Literatur berichtet (28,30,73). Aufgrund des histologischen Aufbaus der Naevuszellnaevi kommt es jedoch in vielen Fällen zu Rezidiven, die histologisch als sog. Pseudomelanome imponieren (Abb. 13), was u.U. größere Exzisionen erforderlich macht. Rezidivnaevi entstehen dadurch, daß Naevusanteile, die bis ins mittlere oder tiefere Korium reichen, nicht vollständig entfernt werden. Ursache hierfür können eine zu geringe Energiedichte und zu kurze Impulsdauer (25-40 nsec) bei Verwendung des Rubinlasers sein. Nachteilig bei diesem pigmentspezifischen Laser ist zusätzlich, daß melaninfreie Naevusmelanozyten möglicherweise nicht oder nur unzureichend zerstört werden, also persistieren können (28,30,73). Auch bei Anwendung des CO₂-Lasers für dermale (pigmentierte) Naevi besteht die Gefahr, daß Naevuszellen in der Tiefe verbleiben, insbesondere melanintragende Zellen, da keine pigmentspezifische Thermolyse stattfindet. Rezidive sind daher vorprogrammiert. Die persistierenden Naevomelanozyten infiltrieren vielfach entlang der Hautadnexe die Junktionszone über dem Narbenbereich. Dabei kann zur Tiefe hin eine scheinbar naevuszellfreie Zone entstehen. Die in die Junktionszone neu einwachsenden Naevomelanozyten imitieren jetzt strukturell und zytologisch ein Melanom (daher Pseudomelanom) mit folgenden Kriterien: dominierende Einzelzellen in der Basalzone mit moderater Dysplasie, konfluierende Nester von Naevomelanozyten, lamelläre Fibroplasie. In der Regel sind diese atypischen Naevuszellpopulationen nur auf die Zone unmittelbar über der histologischen Narbe begrenzt (Abb. 13b).

Behandelt man ein oberflächliches Melanom, entsteht ein anderes histologisches Bild. Hier persistieren tatsächlich atypische Naevomelanozyten und führen zu unmittelbarer intraepidermaler Proliferation: histologisch dominiert das Bild eines klassischen oberflächlich spreitenden Melanoms. Dabei fehlt im mittleren und tieferen Korium sehr oft eine Naevomelanozytenpopulation, die als Indiz für einen vorbestehenden Naevuszellnaevus gewertet werden könnte. Es läßt sich somit histologisch zwischen Rezidiv-Melanom und Rezidiv-Naevuszellnaevus nach Lasertherapie differenzieren.

Pigmentierte Hautveränderungen (z.B. Lentigines, Epheliden, seborrhoische Keratosen) sollten somit nicht unkritisch ohne genaue dermatologische Diagnosestellung (Auflichtmikroskopie, Probiopsie) behandelt werden. Die Patienten müssen in kürzeren Zeitabständen (alle 3-4 Wochen) klinisch und auflichtmikroskopisch nachkontrolliert werden. Grundsätzlich sind atypische (dysplastische) melanozytäre Läsionen oder eine Lentigo maligna per se von einer Laserbehandlung auszuschließen. Für den gütegeschalteten Rubinlaser wurde nachgewiesen, daß er derartige Hautveränderungen nicht vollständig entfernen kann (51).



Abb. 14: Hyperpigmentierung (rechts) nach Rubinlasertherapie eines Chloasmas an der Oberlippe bds.

Chloasma

Das Chloasma stellt für viele Frauen eine starke kosmetische Beeinträchtigung dar. Der gütegeschaltete Rubinlaser ist jedoch nach verschiedenen Studien und Erfahrungsberichten keine effektive Methode zur Entfernung dieser pigmentierten Hautveränderungen, da in ca. 33% der Fälle keine Befundverbesserung und bei weiteren 33% sogar eine Befundverschlechterung mit Hyperpigmentierung eintraten (Abb. 14) (47,70).

III. Kommerzielle Vermarktung der Lasertherapie

Zeitschriften, Rundfunk und Fernsehen sind ideale Medien zur Vorstellung neuer Methoden in der Medizin, so auch der Lasermedizin. Neben wissenschaftlich fundierten findet man allerdings ebenso kommerzielle und über PR -Agenturen lancierte Berichte sowie Werbeanzeigen. Im Zeitalter des Internet sind auch zunehmend Informationen und Angebote zahlreicher Institute, Praxen und Kliniken für die verschiedensten Laseranwendungen abrufbar. Nicht selten stößt man hier auf unangemessen euphorisch klingende, nicht zu realisierende (Nach 2-3 Sitzungen sind ca. 80-90% der behandelten Haare beseitigt), als auch - aus dermatologischer Sicht - auf nicht zu vertretende Therapievorschläge und -aussichten (1064nmNd:YAG-Laser hervorragend geeignet zur Beseitigung von: Naevuszellnaevi (pigmentierte Muttermale) und dunkel pigmentierten Pigmentflecken.)(Zitate aus der homepage eines Dermatologen).

Auch sind Vorsicht und Sachkenntnis bei der Orientierung über beworbene neue Laser der zahlreichen Herstellerfirmen geboten. Ein Beispiel war die Einführung des skin resurfacing mit CO₂-Lasersystemen. Umfangreiche, klinische Untersuchungen zu Wirksamkeit, Sicherheit und Nebenwirkungsprofil dieser Methoden waren zum Zeitpunkt der breiten Markteinführung der CO₂-Laser nicht verfügbar. Angewiesen auf eine teils aggressive Werbung der Firmen, die jeweils das eigene Gerät als bestes herausstellen, fehlte einem verantwortungsbewußten Anwender die Grundlage für eine sachlich fundierte Entscheidung.

Once a technique or instrument is brought to the public's attention by newspapers, television, radio, woman's magazines or other forms of advertising, the scientific evaluation is over, and the race is on.... the quickest way to force acceptance of a medical technique or instrument is to convince the public, who in turn convince physicians, who demand approval and use. Again, the rationale is that If I don't do it, someone else will . This is the new scientific method in medicine (R.L. Anderson 1985) (9).

IV. Haftungsrechtliche Probleme

Ein weiteres Problem sind zunehmend Prozesse vor Zivilgerichten und Schlichtungsverfahren vor der Gutachterstelle Für Fragen der Ärztlichen Haftung der jeweiligen Ärztekammern. Meistens liegen folgende Behandlungsfehler vor, die zu einer Schadensersatzpflicht führen:

Auswahl nicht geeigneter Laser für den geplanten Eingriff, somit keine selektive Therapie.

Unterlassung einer Probebehandlung, die in der Regel geboten ist, um Hautreaktionen zu prüfen und mögliche Nebenwirkungen und u.U. mangelnden Therapieerfolg zu erkennen. Wird gerade bei kosmetischen Eingriffen auf eine Probetherapie verzichtet, führt das bei Mißerfolg vielfach zu berechtigten Regressansprüchen, da diese Patienten im Sinne eines Werkvertrags einen Therapieerfolg erwarten. Grundsätzlich ist natürlich eine ausführliche und detaillierte Aufklärung der Patienten unerlässlich.

Beharren auf der Liquidation - Bei fehlendem Therapieerfolg oder Auftreten von Nebenwirkungen wird gegenüber dem Patienten weiterhin auf Erhalt des Honorars bestanden. Dieses unverständliche Verhalten von Ärzten führt zwangsläufig zu einer Verärgerung.

V. Qualitätskriterien und Qualitätssicherung

Ein wichtiges Problem der Lasertherapie ist die Behandlung durch medizinische Laien. Mittlerweile sind die Bestrebungen, dieses zu untersagen, erfolgversprechend. Das Ministerium für Frauen, Familie und Gesundheit des Landes Nordrhein-Westfalen hat im Juli 1998 entschieden, daß die Entfernung von Tätowierungen durch Lasertherapie als Heilkundemethode anzusehen ist und somit nur von ärztlichem Personal ausgeübt werden darf (Entscheidung vom 30.7.98; AZ: III B 2 (neu) - 0401 12-). Zu hoffen bleibt, daß sich diese verantwortungsvolle Einstellung in Deutschland durchsetzt. Die Strahlenschutzkommission (SSK) des Bundesministeriums für Umwelt (Arbeitsgruppe Laserstrahlung) hat zum Thema Gefahren bei Laseranwendung am Menschen durch medizinische Laien eine Stellungnahme der in Vorbereitung. Abzulehnen sind Äußerungen wie aus dem Bundesministerium für Gesundheit: Wenn ein Nichtmediziner diese Leistungen erbringt, muß er selbst wissen, was er tut und gut versichert sein. (Zitat aus 44).

Die Deutsche Dermatologische Lasergesellschaft (DDL) und die Arbeitsgemeinschaft Dermatologische Lasertherapie (ADL) der Deutschen Dermatologischen Gesellschaft (DDG) haben zum Zwecke der Qualitätssicherung Richtlinien zur Durchführung von Laser- und Lichtbehandlungen der Haut erarbeitet. Der Laseranwender findet hier die theoretischen

Voraussetzungen. Auch sind die Anforderungen an die fachliche Befähigung der Ärzte, die dermatologische Lasertherapien durchführen, aufgelistet (Sach- und Fachkundenachweis).

Zusammenfassend ist zu sagen, daß prinzipiell jeder Laser ein bestimmtes Nebenwirkungsprofil hat und auch Narben provozieren kann. Wichtig ist, daß jeweils der geeignete Lasertyp mit optimalen Parametern eingesetzt wird. Wie überall in der Medizin gehören eine fundierte Ausbildung, kontinuierliche Weiterbildung sowie ethische Einstellung und kritische Selbsteinschätzung als Voraussetzung zum Handeln eines jeden Arztes, der mit Lasersystemen arbeitet. Er sollte seine Patienten objektiv, richtig und frei von finanziellem Interesse beraten, dabei auch selbstverständlich über Alternativmethoden aufklären.

If you don't need a laser, don't use one. (Leon Goldman)

Danksagung

Für die fachliche Unterstützung zum Thema Naevuszellnaevi und die Bereitstellung histologischen Bildmaterials danken wir Herrn Dr. Heinz Kutzner (Dermatohistopathologisches Gemeinschaftslabor Friedrichshafen).

Anmerkung

Die vorliegenden Photodokumentationen stammen aus dem Archiv unserer umfangreichen Gutachtertätigkeit. Die Abbildung 14 wurde uns freundlicherweise von PD Dr. M. Drosner und Dr. T. Hebel (München) zur Verfügung gestellt.

(Literatur bei den Verfassern)
