

3/2024 Juni

C 14118

derm

Praktische Dermatologie



omnimed
www.omnimedonline.de

Kaliumtitanylphosphat (KTP)-Laser bei Rosacea erythematoso-teleangiectatica

Gregor Cornelius Weber, Kevin Zimmer, Christian Raulin

Zusammenfassung

Die vorliegende Arbeit zeigt eine innovative, effektive, sichere und non-invasive Behandlungsoption bei Rosacea zur Therapie der Teleangiectasien, des Grunderythems und von Flush-Erscheinungen mittels optional kombinierbarem 532-nm-KTP-Laser und 1.064-nm-Nd:YAG-Laser (DermaV™-Laser). Neben den physikalischen Grundlagen dieser dualen Lasertherapie wird ein besonderes Augenmerk auf die therapeutische Effizienz sowie das Sicherheitsprofil gelegt.

Schlüsselwörter

Rosacea, Teleangiectasien, Flush-Symptomatik, 532-nm-KTP-Laser, 1.064-nm-Nd:YAG-Laser, DermaV™-Laser.

Summary

This paper presents an innovative treatment strategy for telangiectatic rosacea using the DermaV™-Laser to treat telangiectasia and flushing. The technique utilizes selectable or predetermined treatment algorithms of the 532 nm KTP laser and the 1,064 nm Nd:YAG laser. The physical principles of this dual laser therapy are discussed, with particular emphasis on therapeutic efficiency and safety profiles. Through the analysis of clinical case examples, the significant clinical efficacy of this non-invasive treatment method is demonstrated.

Keywords

Rosacea, telangiectasia, flushing symptoms, 532 nm KTP laser, 1.064 nm Nd:YAG laser, DermaV™-laser.

Einleitung

Anhaltende Erytheme mit und ohne Teleangiectasien sind häufige Merkmale bei Patienten mit Rosacea. Sie können isoliert als erythemato-telangiectatische Rosacea auftreten oder als Begleiterkrankung einer papulopustulösen Rosacea und anderer Rosacea-Typen. In den meisten Fällen sind Wangen und Nase betroffen, seltener auch Kinn oder der Stirnbereich. Bei der Rosacea handelt es sich um eine chronisch entzündliche Hautkrankheit, die mit einer Vielzahl von Symptomen einhergehen kann. Das Stadium I, die sogenannte Rosacea erythematoso-teleangiectatica, ist charakterisiert durch ein persistierendes Erythem und kleine Teleangiectasien, wobei die Schwere und Variationsbreite der jeweiligen Symp-

tome individuell variieren kann. Nach einer differenzierten klinischen Bewertung sollten Behandlungsentscheidungen basierend auf dem Ausmaß dieser einzelnen Symptome beim jeweiligen Patienten getroffen werden. Die Hauptmerkmale der Rosacea erythematoso-teleangiectatica sind die Flush-Symptomatik (vorübergehendes Erröten mit oder ohne Hitzeempfindungen), anhaltendes Gesichtserythrem (Hintergrunderröten) und das Auftreten von Teleangiectasien (kleine dauerhafte oberflächliche Gefäßneubildungen). Gerade das unkontrollierbare Erröten des Gesichts wird von den Patienten oft als belastend wahrgenommen. Exogene Reize können zum Beispiel UV-Strahlung, Hitze, Kälte, scharfe Speisen, Stress, alkoholhaltige Getränke aber auch chemische Irritationen in Form von Kosmetika-Unverträglichkeiten sein (1, 2).

Obwohl es unterschiedliche topische und systemische Therapien zur Kontrolle der entzündlichen Komponente der Rosacea gibt, bieten sie keine langfristige Lösung für den Krankheitsverlauf. Spezifische topische Agentien wie Brimonidintartrat, die durch Vasokonstriktion eine Reduktion der Gesichtsrötungen erreichen sollen, bewirken lediglich eine temporäre Symptomlinderung und sind oft mit einem Rebound-Phänomen assoziiert, was sogar zu einer Intensivierung des Erythems führen kann. Zudem treten bei Applikation von Brimonidintartrat die Teleangiectasien sogar verstärkt in Erscheinung (1–3).

Als Lasersysteme zur Behandlung der Rosacea werden vorzugsweise neben der »Intense Pulsed Light« (IPL)-Therapie der frequenzverdoppelte KTP-Laser (532 nm), der Neodym-dotierter Yttrium-Aluminium-Granat-Laser (Nd:YAG, 1.064 nm) und der Farbstofflaser (PDL, gepulster Farbstoff-

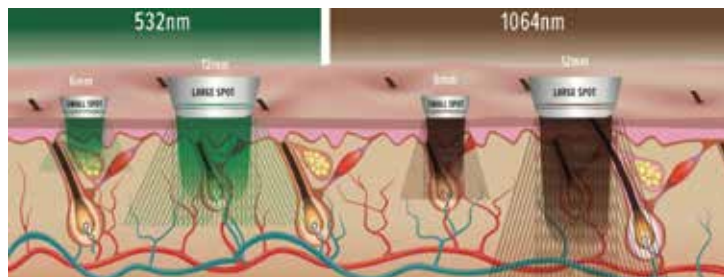


Abb. 1: Eindringtiefe verschiedener Spotgrößen (6 mm + 12 mm) bei dualen 532-nm-KTP-Laser und 1.064-Nd:YAG-Laser DermaV™-Laser (Bildquelle: Lutronic)

laser, 585–595 nm) eingesetzt. Sie alle nutzen Wellenlängen in einem Bereich, der vom Hämoglobin im Blut absorbiert wird und so zu einem selektiven thermischen Gefäßverschluss führt. Über die letzten 3 Jahrzehnte konnten diese Behandlungsmethoden weiterentwickelt werden und haben sich bei der Behandlung der Rosazea etabliert (4, 5).

Die vorliegende Arbeit fokussiert sich im Wesentlichen auf einen effektiven Therapieansatz der Rosacea erythemato-teleangiectatica mit dem langgepulsten 532-nm-Modus des DermaV™-Laser und begleitender Kryogenspraykühlung.

DermaV™-Laser

Der Einsatz von nicht-ablativen Laserverfahren und IPL sind der Goldstandard bei der Behandlung von Teleangiectasien, Erythemen und anderen vaskulären Läsionen (6), wobei verschiedene Systeme, die Hämoglobin als Zielchromophor adressieren, effektiv sind. Zu den häufigsten zählen der 595-nm-gepulste Farbstofflaser (PDL), der 532 nm Kaliumtitanylphosphat (KTP)- oder Lithiumtriborat (LBO)-Laser, der 1.064-nm-Neodym-dotierte Yttrium-Aluminium-Granat (Nd:YAG)-Laser sowie nicht kohärente intensivierte gepulste Lichtquellen (IPL) (500–1200 nm). Längere Wellenlängen sind effektiv für tiefer gelegene Gefäße, während kürzere Wellenlängen oberflächlichere Gefäße ansprechen (7).

In der aktuellen Leitlinie zur Lasertherapie der Haut werden zur Therapie von Teleangiectasien sowohl IPL-Systeme als auch langgepulste »Gefäßlaser« (532-nm-KTP-Laser, 585-bis 595-nm-Farbstofflaser, 1.064-nm-Nd:YAG-Laser) mit der gleichen Evidenz empfohlen (Abb. 1) (8).

Bei dem variabel sequenziert einsetzbaren, langgepulsten 532-nm-KTP/1.064-nm-Nd:YAG Laser (DermaV™; Lutronic, Inc.) können über 3 verschiedene Pulsmodi bei einem Strahlendurchmesser zwischen 2–8 mm Energiedichten von bis zu 140 J bei einer Wellenlänge von 1.064 nm und 13,5 J bei 532 nm erreicht werden. Ein kontinuierlicher Pulsmodus erzeugt quadratische, nahezu kontinuierliche Pulse (bestehend aus Hunderten von Subpulsen) mit Pulsdauern von 0,3–40 ms. Darüber hinaus stehen 2 weitere Modi zur Verfügung, die Subpulse im Millisekundenbereich (»Sub-Milli«-

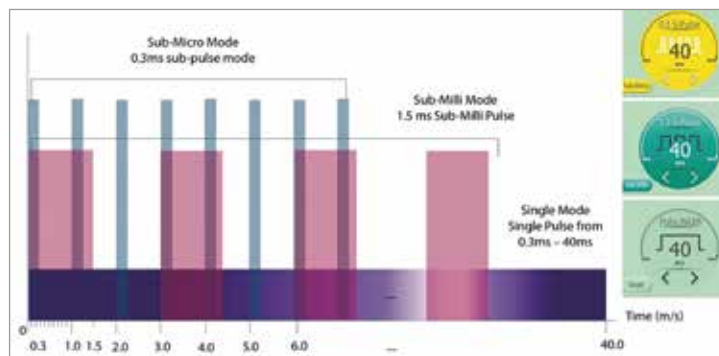


Abb. 2: Übersicht über die verschiedenen Pulsmodi des DermaV™-Lasers (Bildquelle: Lutronic)

Modus) oder im Sub-Mikrosekundenbereich (»Sub-Micro«-Modus) mit Pulsdauern von 5–40 ms generieren können. Diese Pulsanordnungen umfassen bei jeder 5–40 ms Dauer Subpulse im Millisekunden- oder Mikrosekundenbereich, zwischen denen jeweils eine Pause (»off time«) liegt. Die Anzahl der Subpulse und die Dauer der Pause variieren je nach Pulsdauer und gewähltem Subpulsmodus. Längere Pulsdauern setzen sich üblicherweise aus mehreren Subpulsen mit kürzeren Pulsdauern und kürzeren Pausen zusammen, insbesondere beim Einsatz des »Sub-Milli«- oder »Sub-Micro«-Modus (Abb. 2).

Durch diese Variationsbreite an Einstellungsmöglichkeiten bietet der DermaV™-Laser dem Behandler im Vergleich zu allen anderen zuvor genannten Lasersystemen eine Vielschichtigkeit in der Therapie auch bei komplexen, multidimensionalen vaskulären Läsionen wie beispielsweise auch der erythemato-teleangiectatischen Rosazea mit zugleich hohem Sicherheits- und Nebenwirkungsprofil.

Fallbeispiele

In den Abbildungen 3–5 sind Patienten mit verschiedenen Formen der Rosazea vorgestellt, bei denen durch die Behandlung mit dem langgepulsten 532-nm-KTP/1.064-nm-Nd:YAG Laser eine wesentliche Besserung erreicht werden konnte.

Diskussion

Persistierende oder temporär auftretende Rötungen ebenso wie Gefäßneubildungen im Gesichtsbereich können die Lebensqualität belasten und das Selbstwertgefühl sowie das allgemeine Wohlbefinden betroffener Patienten negativ beeinflussen. Die vielschichtige Beeinträchtigung durch die Rosazea unterstreicht die Notwendigkeit einer effektiven differenzierten Behandlungsstrategie, die sowohl die physischen als auch die psychosozialen Aspekte der Erkrankung betrifft bei gleichzeitiger Berücksichtigung der Begleitreaktionen (9).



Abb. 3a und b: a) 51-jähriger Patient mit entzündlich-erythematöser Rosazea. Eine topische Therapie mit Ivermectin erbrachte keine Besserung der Symptome. b) Zustand nach 2 Behandlungen mit dem DermaV™-Laser (532 nm) im Abstand von einer Woche. Signifikante Besserung des Erythems und interessanterweise auch des entzündlichen Aspekts. Nach der Behandlung leichte Schwellungen für die Dauer eines Tages. Parameter: 10 J/10 ms/submicro-Modus/Spotdurchmesser 8 mm

Die von der Expertenkommission der Nationalen Rosazea Gesellschaft (NRSEC) entwickelte Klassifizierung und Stadieneinteilung der Rosazea findet in der klinischen Praxis weltweit Anwendung. Die Diagnosestellung der Rosazea stützt sich auf das Vorliegen mindestens eines charakteristischen Merkmals, das sich auf zentrale Gesichtsbereiche verteilt (10). Diese Symptome umfassen Erytheme, Flushsymptomatik und Teleangiectasien. Eine sorgfältige Anamnese ist hierbei nicht nur zur Abklärung systemischer Erkrankungen als Ursache der Rötungen und Teleangiectasien, sondern auch zur Einschätzung des Leidensdrucks und der Erwartungshaltung der Patienten wichtig. In der Regel reicht hier eine klinische Diagnosestellung aus. Die umfassende Therapie der Rosazea verlangt aufgrund ihrer komplexen Pathogenese individuell angepasste Behandlungsstrategien. Differenzierte topische und systemische Therapiemaßnahmen sowie der Einsatz ausgewählter lasertherapeutischer Verfahren sind zentrale Säulen im Management der Erkrankung (2, 11).

Die lokale Anwendung vasokonstriktorisch wirkender Medikamente kann bei bestimmten Indikationen wie beispielsweise der Behandlung sehr feiner flächiger Teleangiectasien oder zur Behandlung des Hintergrunderythems ebenfalls sinnvoll sein. Unlängst wurde Brimonidintartrat (BT)-Gel 0,33 % (Mirvaso® Gel; Galderma Inc., Lausanne, Schweiz), ein hochselektiver Alpha-2-Adrenozeptoragonist mit starker vasokonstriktiver Aktivität, zur Behandlung von Gesichtserythemen bei Patienten mit Rosazea zugelassen (12). Innerhalb von 30 Minuten tritt eine Abblässung des Erythems ein, was bis zu 12 Stunden anhalten kann, ohne jedoch Einfluss auf größere Gefäße zu haben. Die Anwendung kann aber auch nach einigen

Stunden zu »Rebound«-Erythemen und sogar zu einer vermehrten Sichtbarkeit von gleichzeitig vorhandenen störenden dickeren Teleangiectasien führen (13–15).

Mit der Beschreibung des Prinzips der selektiven Photothermolyse durch *Anderson* und *Parrish* im Jahr 1983 (16) eröffnete sich ein neues Verständnis für die gezielte Behandlung insbesondere von vaskulären Strukturen. Im Laufe der Jahre wurden ständig neue Lasersysteme entwickelt und die Behandlungsparameter verbessert, was zu einer Erweiterung des Indikationsspektrums und somit zu verbesserten Therapieerfolgen führte. In der Praxis haben sich bis dato die Anwendung von Blitzlampen (IPL, 500–1.200 nm), des gepulsten Farbstofflasers (PDL, 585–595 nm), des KTP-Lasers (532 nm) und des Nd:YAG-Lasers (1.064 nm), als wirkungsvoll für die Behandlung vaskulärer Symptome der Rosazea erwiesen (8). Der gezielte Einsatz dieser Lasersysteme führt zu einer hohen Patientenzufriedenheit, da sich hierdurch auch langanhaltende therapeutische Ergebnisse erzielen lassen, die mit anderen Methoden nicht erreicht werden können. Längere Wellenlängen sind wirksamer, um tiefere und dickere Gefäße anzusprechen, während kürzere Wellenlängen eher oberflächliche und dünne Gefäße tangieren (7).

Der 1.064-nm-Nd:YAG-Laser besitzt im Vergleich zu Gefäßlasern mit kürzeren Wellenlängen eine deutlich höhere Eindringtiefe. Aufgrund dieser findet er bei besonders großkalibrigen Teleangiectasien oder auch bei größeren Spider Nävi mit großer zentraler Arteriole, zur Behandlung von Lippenrandangiomen oder auch zur Behandlung periorbital störender Venen Anwendung (17, 18).



Abb. 4a und b: a) 69-jährige Patientin mit ausgeprägter teleangiektatischer Rosazea und typischem Hintergrunderythm an Wangen und Kinn. Eine vorherige topische Behandlung mit Azelainsäure und Erythromycin war sine effectu. b) Zustand nach 2 Behandlungen mit dem DermaV™-Laser (532 nm) im Abstand von 2 Wochen mit wesentlicher Besserung der Teleangiektasien sowie der Grundrötung. Es kam zu einer deutlichen Schwellung der behandelten Areale für die Dauer von 3 Tagen. Parameter Sitzung 1: 10 J/15 ms/submicro-Modus/Spotdurchmesser 8 mm. Parameter Sitzung 2: 9 J/10 ms/submicro Modus/Spotdurchmesser 8 mm

Da Melanin in diesem Wellenlängenbereich kein Absorptionsspektrum besitzt, ergibt sich ein vergleichsweise geringes Risiko für Hypopigmentierungen, wodurch der 1.064-nm-Nd:YAG-Laser gerade bei Patienten mit dunkleren Hauttypen oder bei gebräuntem Integument oft als einzige Therapieoption eingesetzt wird. Wegen seiner Hitzeakkumulation insbesondere bei kurz hintereinander folgenden Impulsen, dem so genannten »Stacking«, besteht bei hohen Energiedichten allerdings ein erhöhtes Risiko der Narbenbildung (19).

Der gepulste Farbstofflaser (»Pulsed Dye Laser« [PDL]) mit einer Wellenlänge von 585–595 nm gilt als Goldstandard der Behandlung von Naevi flammei und zeigt in klinischen Studien ebenfalls seit über 20 Jahren sehr gute Wirksamkeiten zur Behandlung anderer oberflächlicher vaskulärer Erkrankungen (20–22). Allerdings erzeugt er meist außerordentlich störende, transiente posttherapeutische Purpura und hat zudem sehr hohe Betriebskosten. Zudem sind Farbstofflaser störungsanfällig und dadurch wartungsintensiv. Die unerwünschte Nebenwirkung der Purpura beruht nach histologischen Untersuchungen auf Schädigungen der Gefäßwand, in deren Folge es zu einem Extravasat kommt. Dies ist typisch für den gepulsten Farbstofflaser, ohne jedoch mit einem er-

höhten Narbenrisiko einherzugehen. Bei der Behandlung mit dem DermaV™-Laser im KTP-Modus kam es bei unseren Patienten in Abhängigkeit zur Höhe der applizierten Energiedichte und der Ausdehnung der behandelten Areale nur zu Ödemen aber nicht zu Purpura.

Der Einsatz des KTP-Lasers (532 nm) ist aufgrund seiner hohen Melaninabsorption, die zu epidermalen Schäden mit postinflammatorischer Hyperpigmentierung führen kann, auf helle Hauttypen und ungebräunte Haut beschränkt. Aufgrund seiner kurzen Wellenlänge eignet sich der KTP-Laser am besten zur Behandlung oberflächlicher Teleangiektasien. Das günstige Verträglichkeitsprofil der KTP-Lasertherapie ist hier von besonderem Vorteil. Direkt nach Behandlung waren Rötungen, die etwa 2–3 Stunden anhalten sowie bei der Behandlung ausgedehnter Areale Schwellungen und Erytheme zu beobachten. Bei höheren Energiedichten und bei insbesondere Behandlung von großen Flächen sehen wir zum Teil auch ausgedehnte Schwellungen für mehrere Tage. Hierüber müssen die Patienten aufgeklärt werden. Im Anschluss an die Behandlung sollte eine Kühlung der Haut erfolgen.

Im direkten Vergleich zwischen KTP- und PDL-Laser zeigte sich in unterschiedlichen Studien eine ähnliche Effektivität



Abb. 5a und b: a) 32-jährige Patientin ohne vorherige Therapie mit ausgeprägtem Rosazea-Erythem und zusätzlicher teleangiektatischer Note verbunden mit rezidivierendem Brennen und Anschwellungen fast im gesamten Gesicht. b) Zustand nach einer Behandlung mit dem DermaV™-Laser (532 nm). Danach wesentliche Besserung der Teleangiektasien und auch der Grundrötung. Die Patientin berichtet ebenfalls über eine signifikante Linderung des Brennens und der paroxysmalen Schwellungen. Es kam als Begleitreaktion zu ausgeprägten posttherapeutischen Anschwellungen der behandelten Areale für die Dauer von 2 Tagen. Parameter: 10 J/10 ms/submicro-Modus/Spotdurchmesser 8 mm

bei Teleangiektasien und Erythemen im Gesicht, mit leichter Überlegenheit des KTP im Vergleich zum Farbstofflaser, wobei die Farbstofflasertherapie mit vergleichsweise stärkeren Schmerzen und in der Heilungsphase mit meist sehr störenden Purpura von 7–10 Tagen verbunden war, während der KTP-Laser vorrangig posttherapeutische Anschwellungen induzierte (5, 23). Eine wesentliche Einschränkung der frühen KTP-Laser war das Problem, hohe Energiedichten (»Fluence«) bei Pulsdauern von 5 ms oder weniger und einem zugleich großen Strahldurchmesser zu erzeugen (5).

Das hervorzuhebende Alleinstellungsmerkmal der neuen 532-nm-KTP-Laser-Technologie unter Verwendung einer kontaktfreien Kryogenspraykühlung stellen die sub-milli- und sub-mikro-Puls-Einstellungen dar. Hier werden Spitzenleistungen bei gleichbleibender Fluence und großem Strahldurchmesser generiert, was den weiteren Vorteil bietet, dass nach jeder weiteren Behandlung zur Kompensation des reduzierten Zielchromophors Hämoglobin die Energiedichte nicht erneut erhöht werden muss. Dadurch kann eine Gewebewirkung ähnlich einer Fluence-Erhöhung unter Verwen-

dung größerer Strahldurchmesser ermöglicht werden, ohne die Hautstrukturen nennenswert, oder sogar übermäßig zu belasten (24, 25). Die Applikation von sogenannten Subpulsen des DermaV™-Lasers eröffnet in einem variablen Gesamtzeitraum von 5–40 ms alternativ zu einem Einzelpuls auch die Möglichkeit von Subpulsen von 1,5 ms (»Sub-Milli«-Modus) oder 0,3 ms Dauer (»Sub-Micro«-Modus) (Abb. 2). Bernstein et al. beschreiben, dass durch diese Energieverteilung eines langen kontinuierlichen Pulses auf mehrere kürzere Subpulse derselben Energiedosis, also der »Fluence« höhere Gesamtenergiepeaks, der so genannten »Peak Power« generiert werden können, um so eine Steigerung der gesamten Energieausschöpfung zu erzielen. Durch diesen Effekt können auch bei größeren Spotdurchmessern höhere Spitzenenergiedichten erzielt werden, wodurch zum einen bei größeren Flächen vergleichsweise wesentlich schnellere Behandlungszeiten und zum anderen auch höhere Eindringtiefen gewebeschonend erreicht werden können (26).

Während bei der Kontaktkühlung bei der Behandlung eine Gelanwendung erforderlich ist, kann bei der Kryogenspray-

kühlung bei der Behandlung von Rosazea oder Gesichtsteleangiectasien darauf verzichtet werden. Dies kann gerade bei komplexen Regionen wie beispielsweise der Behandlung der Nasenflügel oder im Bereich der Nasenwinkel vorteilhaft sein, da ohne Kontaktabbruch der Haut ohne Verlust der Oberflächenkühlung der Epidermis behandelt werden kann. Die Laserapplikation gewinnt dadurch an Sicherheit. Zudem entsteht dadurch nicht das Problem, Gefäße zu komprimieren, wie es bei der Kontaktkühlung der Fall sein kann. Im direkten Vergleich zur Kaltluftkühlung wird vom Patientenkollektiv häufig so empfunden, dass die Behandlung insbesondere in der Anwendung im Mund-Ohr- und Nasenbereich wegen des fehlenden kontinuierlichen Luftstroms beim »Cold-Air-Cooling« bei Kryogenspray als weniger unangenehm empfunden wird.

Durch die Möglichkeit beim DermaV™-Laser während der Behandlung zwischen den Wellenlängen 532 nm und 1.064 nm zu wechseln, können sowohl feinste Teleangiectasien und großflächige Rötungen als auch dickere und tief liegende Gefäße in einer Sitzung zu behandelt werden (27–29).

Fazit

Der DermaV™-Laser ist mit variablen Pulsmodi bei der Behandlung zahlreicher vaskulärer Hautläsionen, wie auch der erythematös-teleangiectatischen Rosazea, effektiv und sicher einsetzbar. Dieses System ist eine deutliche Weiterentwicklung bei der Behandlung vaskulärer Läsionen. Es besteht die Option über 3 verschiedene Pulsmodi, sogenannte Subpulse im Millisekundenbereich (»Sub-Milli«-Modus) oder im Sub-Mikrosekundenbereich, (»Sub-Micro«-Modus) je nach Behandlungsindikation frei zu wählen. Diese Flexibilität gewährleistet, dass sowohl oberflächliche als auch tiefer gelegene vaskuläre Läsionen effektiv, sicher und zügig unter einer Kryogenspraykühlung behandelt werden können. Bei der Rosazea kommt im Wesentlichen der KTP-Laser (532 nm) zum Einsatz, es kann aber bei Bedarf einfach auf den Nd:YAG-Laser (1.064 nm) gewechselt werden.

Zusammenfassend bietet der DermaV™-Laser durch diese bis dato unübertroffene Vielschichtigkeit der Behandlungseinstellungen eine sichere Behandlungsoption bei komplexen vaskulärer Läsionen wie beispielsweise der erythematös-teleangiectatischen Rosazea mit zugleich sehr hohem Sicherheitsprofil und vergleichsweise außerordentlich kurzer Behandlungsdauer. Das Lasersystem stellt unserer Einschätzung nach mit seinen technologischen Innovationen einen bedeutenden Fortschritt in der dermatologischen Lasertherapie dar.

Interessenkonflikt

Die Autoren geben an, dass kein Interessenkonflikt vorliegt.

Literatur

1. Two AM, Wu W, Gallo RL, Hata TR (2015): Rosacea: part I. Introduction, categorization, histology, pathogenesis, and risk factors. *J Am Acad Dermatol* 72 (5), 749–758
2. Wilkin J, Dahl M, Detmar M, Drake L, Feinstein A, Odom R, Powell F (2002): Standard classification of rosacea: Report of the National Rosacea Society Expert Committee on the Classification and Staging of Rosacea. *J Am Acad Dermatol* 46 (4), 584–587
3. Sharma A, Kroumpouzos G, Kassir M, Galadari H, Goren A, Grabbe S, Goldust M (2022): Rosacea management: A comprehensive review. *J Cosmet Dermatol* 21 (5), 1895–1904
4. Lowe NJ, Behr KL, Fitzpatrick R, Goldman M, Ruiz-Esparza J (1991): Flash lamp pumped dye laser for rosacea-associated telangiectasia and erythema. *J Dermatol Surg Oncol* 17 (6), 522–525
5. Uebelhoefer NS, Bogle MA, Stewart B, Arndt KA, Dover JS (2007): A split-face comparison study of pulsed 532-nm KTP laser and 595-nm pulsed dye laser in the treatment of facial telangiectasias and diffuse telangiectatic facial erythema. *Dermatol Surg* 33 (4), 441–448
6. van Zuuren EJ, Fedorowicz Z, Carter B, van der Linden MM, Charland L (2015): Interventions for rosacea. *Cochrane Database Syst Rev* 2015 (4), CD003262
7. Mansouri Y, Goldenberg G (2014): Devices and topical agents for rosacea management. *Cutis* 94 (1), 21–25
8. AWMF online (2022): S2k-Leitlinie »Lasertherapie* der Haut«. AWMF-Register-Nr.: 013-095. https://register.awmf.org/assets/guidelines/013-095l_S2k_Lasertherapie-der-Haut_2022-03.pdf
9. van Zuuren EJ, Arents BWM, van der Linden MMD, Vermeulen S, Fedorowicz Z, Tan J (2021): Rosacea: New Concepts in Classification and Treatment. *Am J Clin Dermatol* 22 (4), 457–465
10. Wollina U, Verma SB (2009): Rosacea and rhinophyma: not curse of the Celts but Indo Eurasians. *J Cosmet Dermatol* 8 (3), 234–235
11. AWMF online (2022): S2k-Leitlinie »Rosazea«. AWMF-Register-Nr. 013-065. https://register.awmf.org/assets/guidelines/013-065l_S2k_Rosazea_2022-02.pdf
12. Schaller M, Schöfer H, Homey B, Hofmann M, Gieler U, Lehmann P, Luger TA, Ruzicka T, Steinhoff M (2016): Rosacea Management: Update on general measures and topical treatment options. *J Dtsch Dermatol Ges* 14 (Suppl 6), 17–27
13. Micali G, Gerber PA, Lacarrubba F, Schäfer G (2016): Improving Treatment of Erythematotelangiectatic Rosacea with Laser and/or Topical Therapy Through Enhanced Discrimination of its Clinical Features. *J Clin Aesthet Dermatol* 9 (7), 30–39
14. Fowler J, Jarratt M, Moore A, Meadows K, Pollack A, Steinhoff M, Iu Y, Leoni M; Brimonidine Phase II Study Group (2012): Once-daily topical brimonidine tartrate gel 0.5% is a novel treatment for moderate to severe facial erythema of rosacea: results of two multicentre, randomized and vehicle-controlled studies. *Br J Dermatol* 166 (3), 633–641
15. Layton AM, Schaller M, Homey B, Hofmann MA, Bewley AP, Lehmann P, Nohlgård C, Sarwer DB, Kerrouche N, Ma YM (2015): Brimonidine gel 0.33% rapidly improves patient-reported outcomes by controlling facial erythema of rosacea: a randomized, double-blind, vehicle-controlled study. *J Eur Acad Dermatol Venereol* 29 (12), 2405–2410
16. Anderson RR, Parrish JA (1983): Selective photothermolysis: precise microsurgery by selective absorption of pulsed radiation. *Science* 220 (4596), 524–527
17. Leonhard G, Weber GC, Raulin C (2023): Lippenrandangiom (»venous lake«) – Behandlung durch Nd:YAG-Laser (1.064 nm). »Gos« und »No-Gos« am Beispiel eines Case-Reports *derm Praktische Dermatologie* 29 (1), 48–51
18. Sachsenweger F, Cotozana S, Hammes S, Raulin C (2019): Behandlung periorbitaler Venen mit dem Nd:YAG-Laser. *derm Praktische Dermatologie* 25 (5), 494–499
19. Asiran Serdar Z, Fisek Izci N (2020): The evaluation of long-pulsed Nd:YAG laser efficacy and side effects in the treatment of cutaneous vessels on the face and legs. *J Cosmet Dermatol* 19 (7), 1656–1661
20. Hellwig S, Raulin C, Schönermark MP (1995): Behandlung von Gefäßmalformationen und Pigmentstörungen an Gesicht und Hals durch gepulsten Farbstofflaser, PhotoDerm VL und gütegeschalteten Rubinlaser. *Laryngo-Rhino-Otol* 74, 635–641
21. Raulin C, Hellwig S (1996): Der gepulste Farbstofflaser in der Kinderheilkunde. *pädiat praxis* 51, 287–294
22. Clark SM, Lanigan Sw, Marks R (1998): Laser treatment of erythema and telangiectasia associated with rosacea. *Lasers Med Sci* 17 (1), 26–33
23. West TB, Alster TS (1998): Comparison of the long-pulse dye (590–595 nm) and ktp (532 nm) lasers in the treatment of facial and leg telangiectasias. *Dermatol Surg* 24, 221–226
24. Moreira A, Leite I, Guedes R, Baptista A, Mota G (2010): Surgical treatment of rhinophyma using carbon dioxide (CO2) laser and pulsed dye laser (PDL). *J Cosmet Laser Ther* 12 (2), 73–76
25. Bernstein E. F., Schomacker K., Paranjape A., & Jones, C. J. (2018): Pulsed dye laser treatment of rosacea using a novel 15 mm diameter treatment beam: Pulsed dye laser treatment of rosacea. *Lasers in Surgery and Medicine*, 50, 808–812.
26. Bernstein EF (2023): A new 532 nm, variable-pulse-structure, dual-wavelength, KTP laser incorporating cryogen spray cooling, effectively treats rosacea. *Lasers Surg Med* 55 (8), 73–740
27. Karsai S, Roos S, Raulin C (2008): Treatment of facial telangiectasia using a dual-wavelength laser system (595 and 1,064 nm): a randomized controlled trial with blinded response evaluation. *Dermatol Surg* 34 (5), 702–708
28. Raulin C, Greve B (2001): Retrospective clinical comparison of hemangioma treatment by flashlamp-pumped (585 nm) and frequency-doubled Nd:YAG (532 nm) lasers. *Lasers Surg Med* 28 (1), 40–43
29. Greve B, Raulin C (2006): Laser- und Lichttherapie von vaskulären Hautveränderungen. *Hautarzt* 57 (6), 537–550

Anschrift für die Verfasser:

Dr. med. Gregor Cornelius Weber
 Prof. Dr. med. Christian Raulin
 MVZ Dres. Raulin und Kollegen GmbH
 Kaiserstraße 104
 76133 Karlsruhe
 E-Mail info@raulin-und-kollegen.de