

Stefanie Hellwig² · Detlef Petzoldt² · Christian Raulin¹

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

² Universitäts-Hautklinik Heidelberg (Ärztlicher Direktor: Prof. Dr. D. Petzoldt)

Der gepulste Farbstofflaser – Möglichkeiten und Grenzen

Zusammenfassung

Der gepulste Farbstofflaser (Wellenlänge 585 nm, Pulsdauer 0,3–0,45 ms) eignet sich sehr gut zur schonenden Therapie von Feuermalen, initialen Hämangiomen, Teleangiektasien, Spider Nävi, Xanthelasma, Talgdrüsenhyperplasien und flachen roten hypertrophen Narben. Bei kindlichen Feuermalen gilt der gepulste Farbstofflaser als Therapie der Wahl. Begrenzt werden seine Einsatzmöglichkeiten durch die relativ geringe Eindringtiefe von maximal 1,5 mm. In der folgenden Übersicht wird über die Einsatzgebiete und Grenzen des gepulsten Farbstofflasers berichtet.

Schlüsselwörter

Gepulster Farbstofflaser · Feuermale · Hämangiome · Teleangiektasien

Wirkung und Nebenwirkungen

Der gepulste Farbstofflaser der Wellenlänge 585 nm bzw. 577 nm hat sich in zahlreichen Studien als ein sicheres und nebenwirkungsarmes Verfahren erwiesen. Das Narbenbildungsrisiko ist gering. Atrophische Narben entstehen in 0,1–3% und hypertrophe Narben in 0–1%. Nachfolgende transitorische Hyperpigmentierungen treten in 0–57% auf, wobei diese Begleiterscheinung häufiger bei der großflächigen Behandlung von Feuermalen als bei kleineren Läsionen wie initialen Hämangiomen und Spider Nävi aufzutreten scheint [7, 23, 25, 27, 31, 35, 38, 44–47, 58]. Transitorische Hypopigmentierungen werden in 0–10% beobachtet [7, 22, 23, 26, 31, 38, 42, 44, 45]. Nach der Lasertherapie auftretende Pigmentstörungen bilden sich nahezu immer nach maximal 6 Monaten zurück. Vereinzelt wurde die Ausbildung eines Granuloma pyogenicum im behandelten Areal beschrieben [1, 65].

Die Wirkung des gepulsten Farbstofflasers beruht auf dem Prinzip der selektiven Photothermolyse [5]. Selektive Photothermolyse bedeutet thermisch bedingte Zerstörung kleinster Zielstrukturen im Gewebe durch selektive Absorption der Laserbestrahlung [5]. Um diese Wirkung zu erreichen, sind drei wesentliche Voraussetzungen zu erfüllen:

- eine Wellenlänge, die bevorzugt von der jeweiligen Zielstruktur (beim Farbstofflaser dermale Blutgefäße) absorbiert wird,
- eine Impulsdauer, die möglichst kürzer ist als die Zeit, die die Zielstruktur nach dem Laserimpuls zum Abkühlen benötigt,
- eine genügend hohe Energie, um eine thermische Schädigung zu erreichen [26].

Die Dauer der Laserimpulse liegt beim gepulsten Farbstofflaser deutlich unter der thermischen Relaxationszeit kleiner dermalen Gefäße, den Zielstrukturen dieses Lasers. Thermische Relaxationszeit ist diejenige Zeitspanne, in der die Hälfte der von der Zielstruktur absorbierten Wärmeenergie in das umgebende Gewebe abfließt [26]. Liegt die Impulsdauer des Lasers unter der thermischen Relaxationszeit der angesteuerten Struktur, wird eine dauerhafte Schädigung des umliegenden Gewebes vermieden.

Auf feingeweblicher Ebene geschieht nach der Farbstofflaserbehandlung folgendes:

Es kommt zur Agglutination der Erythrozyten in papillären und dermalen Blutgefäßen mit gleichzeitiger Schädigung der Gefäßwände [24, 26, 56]. Nach einer Woche sind die derart geschädigten Blutgefäße durch Granulationsgewebe ersetzt [24]. Die histologischen Veränderungen werden bis zu einer Tiefe von 0,7–1,2–1,5 mm beobachtet [24, 26, 33, 56].

Die Eindringtiefe des Farbstofflasers ist abhängig vom Spottedurchmesser des einzelnen Impulses – je größer der Spottedurchmesser, desto höher die Eindringtiefe ins Gewebe [57].

Klinisch sichtbar sind nach der Laserbehandlung purpurische erythematöse Makulae, die auf der Erythrozytenagglutination und der Schädigung der Gefäßwände beruhen [35]. Zusätzlich kommt es zum Auftreten von Ödemen und Krusten. Die Stärke von Ödem- und Krustenbildung ist zum einen individuell sehr unterschiedlich, zum anderen von der verwendeten Energiedichte abhängig. Bei Anwendung eines großen

Dr. C. Raulin
Kaiserstraße 104, D-76133 Karlsruhe

S. Hellwig · D. Petzoldt · C. Raulin

Pulsed dye laser therapy – efficiency and limitation

Summary

The pulsed dye laser (wavelength 585 nm, pulse duration 0,3–0,45 ms) is very effective in the treatment of port-wine stains, beginning hemangiomas, telangiectasias, spider nevi, xanthelasma and red hypertrophic scarring. It is the laser of choice in the therapy of young patients with port-wine stains. The pulsed dye laser is limited by its relatively superficial penetration into the skin with a maximum of 1,5 mm.

Key words

Pulsed dye laser · Port-wine stains · Hemangiomas · Telangiectasias

Spotdurchmessers von 10 mm wurde gegenüber kleineren Spotgrößen eine geringere Ausprägung von Erythem, Ödem und Krusten beobachtet. In der Regel heilen die laserbedingten Hautveränderungen nach 10–14 Tagen ab.

Die bei der Behandlung auftretenden Schmerzen werden von Erwachsenen meist ertragen, während bei Kindern je nach Größe des zu behandelnden Areals schmerzlindernde Maßnahmen wie anästhesierende Externa (z.B. EMLA®-Creme) oder eine Allgemeinanästhesie erforderlich sind. Säuglinge lassen sich bis etwa zum 7. Lebensmonat relativ problemlos therapieren, da der Schmerz scheinbar ziemlich schnell „vergessen“ wird. Ab diesem Lebensalter bis etwa zum 7. Lebensjahr gestaltet sich die Behandlung schwieriger, nicht zuletzt, weil die Kinder oft nicht von der Manipulation der Krusten abzuhalten sind [28, 32, 42].

Gegenüber dem in der Dermatologie weit verbreiteten Argonlaser (488 nm bzw. 514 nm) bietet der gepulste Farbstofflaser (577 nm bzw. 585 nm) einige Vorteile: Hypertrophe Narben treten bei Argonlasertherapie in etwa 1% auf, beim Farbstofflaser zwischen 0% und 1%. Eingesunkene Narben resultieren nach Argonlaserbehandlung in etwa 7%, nach Farbstofflaserbehandlung in 0,1–3% [22, 25, 37]. Ein weiterer Vorteil des gepulsten Farbstofflasers liegt im erheblich größeren Spotdurchmesser – mit einem einzelnen Impuls wird beim Farbstofflaser eine Fläche von 0,4 cm² behandelt (7-mm-Sonde), beim Argonlaser dagegen eine Fläche von 0,03 cm². Dadurch lassen sich mit dem Farbstofflaser in erheblich kürzerer Zeit auch ausgedehnte Areale in einer Sitzung behandeln [11].

Indikation

Hämangiome

Die Entwicklung des Hämangioms ist im Einzelfall unvorhersehbar im Hinblick auf Wachstum und Komplikationen [19, 23]. Jedes Hämangiom sollte in der frühen Proliferationsphase, also möglichst bald nach seinem Auftreten, einer adäquaten Behandlung zugeführt werden [7, 9, 23, 28, 32, 42, 52]. Hämangiome im Gesicht, im Orotrachealtrakt und in der Anogenitalregion sind als Notfall zu betrachten und innerhalb von 3 Tagen einer Therapie zuzuführen [12].

Gerade für kleine initiale Hämangiome bieten sich 2 wenig eingreifende und nebenwirkungsarme Therapieformen an: die Kontaktkryochirurgie und die Behandlung mit dem gepulsten Farbstofflaser [7, 13, 16, 23, 32]. Hier kommt es nur selten zur Narbenbildung oder nachfolgenden, zumeist transienten Pigmentstörungen. Kleine kapilläre Hämangiome mit einer vertikalen Ausdehnung bis etwa 3 mm und einer Flächenausdehnung bis maximal 3 cm² bieten die günstigsten Voraussetzungen für eine erfolgreiche Behandlung mit dem Farbstofflaser [23, 28, 30, 32, 49]. Kapilläre Hämangiome in dieser Größenordnung können je nach Wachstumstendenz in 2 bis 6wöchigen Intervallen mit Energiedichten zwischen 6 und 8 J/cm² in wenigen Sitzungen meist vollständig entfernt werden (Abb. 1, 2). Besondere Vorsicht ist bei Lokalisation an den Labien, perianal und im Mundschleimhautbereich sowie an Handinnenflächen und Fußsohlen geboten. Wegen der relativ hohen Ulzerationsgefahr sollte die anfängliche



Abb. 1 ◀ Kapilläres Hämangiom bei einem Säugling

Abb. 2 ◀ Vollständige Entfernung nach 5 Behandlungen mit dem gepulsten Farbstofflaser

Übersicht

Energiedichte hier etwas niedriger gewählt werden.

In einigen Fällen kommt es bei zunächst kleinen kapillären Hämangiomen trotz sofortiger Therapie zu einem überraschend schnellen Wachstum zwischen den einzelnen Sitzungen. Hier sollte eine Farbduplex-Untersuchung zum Ausschluß einer tiefergehenden Gefäßverbindung durchgeführt werden.

Feuermale

Der gepulste Farbstofflaser hat sich in der Therapie von Nävi flammei im Kindes- und Erwachsenenalter als sehr nebenwirkungsarme Methode mit guten bis hervorragenden Ergebnissen erwiesen [4, 6, 21, 27, 31, 34, 38, 53, 58]. Gute und sehr gute Ergebnisse (Aufhellung über 50% bzw. über 75%) werden in 70–91,4% der Fälle erzielt [31, 44, 45, 58]. Insbesondere zartrote Feuermale bei Säuglingen und Kindern sprechen sehr gut auf den Farbstofflaser an. Der früher häufig verwendete Argonlaser birgt gerade in dieser Patientengruppe ein erhöhtes Risiko der Narbenbildung [3, 31, 51, 54].

Bei hellen kindlichen Feuermalen können durch wenige Farbstofflaserbehandlungen meist bessere Resultate er-

zielt werden als bei den oft dunkleren Läsionen Erwachsener. Die häufig mit zunehmendem Alter entstehenden nodulären Strukturen innerhalb des Feuermals sprechen dagegen oft nicht zufriedenstellend auf die Therapie an [21, 26, 27, 31]. Aus diesen Gründen und auch wegen der mangelnden Kooperation älterer Kinder empfiehlt sich aufgrund eigener Erfahrungen, Feuermale schon früh im Säuglingsalter zu behandeln (Abb. 3, 4). In der Regel genügen dann 2–5 Behandlungen im Abstand von 6–8 Wochen mit relativ niedrigen Energiedichten ($5\text{--}7\text{ J/cm}^2$ mit der 7-mm-Sonde). Auch große Läsionen sind gefahrlos bei Säuglingen zu behandeln, da die intravaskuläre Hämolyse nach der Lasertherapie sehr gering ist [18]. Im Erwachsenenalter erhöht sich die durchschnittliche Anzahl an Lasersitzungen je nach Beschaffenheit des Nävus flammeus auf 5–10.

Nicht nur das Alter und die hellere oder dunklere Farbe eines Feuermals spielen eine Rolle für den Erfolg der Laserbehandlung, sondern auch die anatomische Lokalisation. Feuermale am Kopf, im Nacken und am Stamm reagieren im allgemeinen besser und schneller auf die Farbstofflasertherapie als solche an den Extremitäten [21, 27, 53]; im Gesicht sprechen zentrofazial gele-

gene Feuermale schlechter an als laterale und periorbitale [44]. Bei therapieresistenten Feuermalen wurden wiederholt ansprechende Ergebnisse mit dem Photoderm VL, einer hochenergetischen Blitzlampe mit breitem Wellenlängenspektrum, erzielt [41, 43].

Die Impulse werden bei jeder Sitzung dicht nebeneinander, evtl. auch leicht überlappend, appliziert, so daß zunächst nach Aufhellung der Läsion eine netzförmige Struktur übrig bleibt. Dieses Netz wird dann in der folgenden Sitzung behandelt. Ein leichtes Überlappen der Impulse birgt keine Risiken, da die Energiedichte in ihrer Intensität zum Außenrand des kreisförmigen Impulses hin abnimmt [15].

Teleangiektasien

Teleangiektasien im Gesicht, essentielle oder durch Rosazea oder Corticoide verursacht, stellen eine erfolgversprechende Indikation für den gepulsten Farbstofflaser dar [11, 29, 46, 47]. Auch bei den häufig nach operativer Nasenkorrektur auftretenden Teleangiektasien werden gute bis sehr gute Ergebnisse erzielt. Von Patientenseite wird häufig der Argonlaser bevorzugt, da diese Therapie weniger transiente Begleiterscheinungen aufweist [11, 26, 64]. Das erhöhte Narbenbildungsrisiko des Argonlasers wird bei korrekter Handhabung minimiert. Kostengründe dürften ebenfalls eine Rolle spielen [64].

Nachteilig ist beim Farbstofflaser das Auftreten purpurischer Makulae, die von den Patienten vielfach als sehr störend empfunden werden. Als Alternative bietet sich hier das Photoderm VL an, wobei es in der Regel lediglich zu leichten Erythemen und eventuell Ödemen im infraorbitalen Bereich kommt, die nach maximal 48 Stunden wieder verschwinden [29, 30]. Bei korrekter Handhabung dieses sehr viel komplizierteren Geräts sind die Risiken als ebenso gering anzusehen wie bei der Farbstofflaserbehandlung.

Spider Nävi

Spider Nävi bei Kindern und Erwachsenen sind durch den gepulsten Farbstofflaser in 1–2 Sitzungen problemlos zu entfernen [29, 48]. Auch multipel auftretende senile Angiome lassen sich auf diese Art narbenfrei therapieren.



Abb. 3 ▲ Feuermal bei einem Säugling

Abb. 4 ▲ Vollständige Entfernung der Läsion nach dreimaliger Farbstofflasertherapie im Abstand von jeweils 8 Wochen

Fragliche Indikationen und Grenzen der Methode

Durch die relativ geringe Eindringtiefe des gepulsten Farbstofflasers sind der Therapie Grenzen gesetzt. Im folgenden werden Krankheitsbilder aufgeführt, die keine Hauptindikation für den Einsatz des Farbstofflasers darstellen, bei denen ein Therapieversuch jedoch gerechtfertigt ist.

Xanthelasmen können alternativ zur chirurgischen Exzision mit dem Farbstofflaser behandelt werden [50]. Ein Vorteil liegt dabei im unblutigen Vorgehen und in der im Gegensatz zum ebenfalls einsetzbaren Argon- und CO₂-Laser geringeren Schmerzhaftigkeit [17, 60]. Auch sehr ausgedehnte Befunde können mit dem Farbstofflaser therapiert werden, da es nicht zum Verlust an Haut kommt. Für ein ansprechendes Ergebnis sind allerdings mehrere Lasersitzungen in 4 bis 8wöchigen Intervallen notwendig.

Bei flachen *roten Keloiden* kann mit dem Farbstofflaser eine Verminderung der Rötung und in nicht wenigen Fällen auch eine Abflachung erzielt werden [2, 14, 29]. Meist sind einige Sitzungen mit relativ hohen Energiedichten (8 J/cm²) erforderlich. In dieser Indikation gilt die Kontaktkryotherapie allerdings als Mittel der ersten Wahl.

Angiofibrome im Rahmen eines Morbus Pringle können durch den gepulsten Farbstofflaser erfolgreich behandelt werden, sofern es sich um rote und relativ flache Läsionen handelt [10]. Andernfalls sind Argon- und CO₂-Laser besser geeignet.

Initiale rote Kaposi-Sarkome bei HIV-Infektion werden durch den Farbstofflaser erfolgreich therapiert – wobei mit rasch auftretenden Rezidiven zu rechnen ist, die diese Therapiemöglichkeit in Frage stellen [59].

Ein Behandlungsversuch *therapieresistenter Viruspapillome* mit dem Farbstofflaser ist gerechtfertigt, wobei die Ergebnisse unterschiedlich ausfallen [26, 55].

Als vielversprechende Therapiemöglichkeit hat sich auch die Beeinflussung kutaner Läsionen beim *Lupus erythematodes* herausgestellt [39, 40].

Bei *Besenreiservarizen* zieht eine Farbstofflaserbehandlung sehr häufig eine langanhaltende Hyperpigmentierung nach sich [63], ohne bessere Erfolge

zu erzielen als die herkömmliche Sklerosierung.

Tiefliegende kavernöse Hämangiome und andere hämangiomatöse Malformationen werden aufgrund der geringen Eindringtiefe des Farbstofflasers nicht erreicht [8]. Derartige Hämangiome sollten einer interstitiellen Nd:YAG-Laserbehandlung zugeführt werden [61, 62]. Bei lebens- und visusbedrohenden Hämangiomen kommt auch eine Interferon Alpha-2a-Behandlung in Frage [21]. Als ultima ratio kann die chirurgische Exzision in Erwägung gezogen werden [9, 36]. Auch mit dem Photoderm VL konnten gute Ergebnisse bei hämangiomatösen Malformationen erzielt werden [29].

Zusammenfassend ist der gepulste Farbstofflaser der Wellenlänge 585 nm ein nebenwirkungsarmes Therapieverfahren, das in einer Reihe von Indikationen den Stellenwert einer Standardtherapie erlangt hat und im Falle von kindlichen Hämangiomen frühzeitig eingesetzt werden sollte. Der Einsatz des gepulsten Farbstofflasers ist durch die verhältnismäßig geringe Eindringtiefe limitiert.

Literatur

1. Abd-el-Raheem TA, Hohenleutner U, Landthaler M (1994) **Granuloma pyogenicum as a complication of flashlamp-pumped pulsed dye laser.** *Dermatology* 189:283–285
2. Alster TS (1994) **Improvement of erythematous and hypertrophic scars by the 585 nm flashlamp-pumped pulsed dye laser.** *Ann Plast Surg* 32:186–190
3. Alster TS, Kurban AK, Grove GL, Grove MJ, Tan OT (1993) **Alteration of argon laser-induced scars by the pulsed dye laser.** *Lasers Surg Med* 13:368–373
4. Alster TS, Wilson F (1994) **Treatment of port-wine stains with the flashlamp-pumped pulsed dye laser: extended clinical experience in children and adults.** *Ann Plast Surg* 32:478–484
5. Anderson RR, Parrish RR (1983) **Selective photothermolysis: precise microsurgery by selective absorption of pulsed radiation.** *Science* 220:524–527
6. Ashinoff R, Geronemus RG (1990) **Flashlamp-pumped dye laser for port-wine stains in infancy: early versus later treatment.** *J Am Acad Dermatol* 24:467–472
7. Ashinoff R, Geronemus RG (1991) **Capillary hemangiomas and treatment with the flashlamp-pumped pulsed dye laser.** *Arch Dermatol* 127:202–205
8. Ashinoff R, Geronemus RG (1993) **Failure of the flashlamp-pumped pulsed dye laser to prevent progression to deep hemangioma.** *Pediatr Dermatol* 10:77–80
9. Berlien HP, Cremer H, Djawari D, Grantzow R, Gubisch W (1994) **Leitlinien zur Behandlung angeborener Gefäßerkrankungen.** *Pädiat Prax* 46:87–92
10. Boixeda P, Sanchez-Miralles E, Azana JM, Arrazola JM, Moreno R, Ledo A (1994) **CO₂, argon, and pulsed dye laser treatment of angiofibromas.** *J Dermatol Surg Oncol* 20:808–812
11. Broska P, Martinho E, Goodman MM (1994) **Comparison of the argon tunable dye laser with the flashlamp pulsed dye laser in treatment of facial telangiectasia.** *J Dermatol Surg Oncol* 20:749–753
12. Cremer H (1992) **Gefäßveränderungen im Kindesalter.** *Kinderarzt* 23:24–26
13. Cremer H, Djawari D (1995) **Frühtherapie der kutanen Hämangiome mit der Kontaktkryochirurgie.** *Tägl Prax* 36:91–108
14. Dierickx C, Goldman MP, Fitzpatrick RE (1995) **Laser treatment of erythematous/hypertrophic and pigmented scars in 26 patients.** *Plast Reconstr Surg* 95:84–92
15. Dinehart SM, Flock S, Warner M (1994) **Beam profile of the flashlamp pumped pulsed dye laser: support for overlap of exposure spots.** *Lasers Surg Med* 15:277–280
16. Djawari D (1994) **Kontaktkryochirurgische Frühbehandlung des Säuglingshämangioms: Zeit zum Umdenken?** *Hautnah Derm* 10:639–642
17. Drosner M, Vogt HJ (1992) **Xanthelasma palpebrarum: Behandlung mit dem Argonlaser.** *Z Hautkr* 67:144–147
18. Eppley BL, Sadove AM (1994) **Systemic effects of photothermolysis of large port-wine stains in infants and children.** *Plast Reconstr Surg* 93:1150–1153
19. Esterly NB (1987) **Cutaneous hemangiomas, vascular stains and associated syndromes.** *Curr Probl Pediatr* 17:1–69
20. Ezekowitsch RA, Mulliken JB, Folkman J (1992) **Interferon alfa-2a therapy for life-threatening hemangiomas of infancy.** *N Engl J Med* 326:1456–1463
21. Fitzpatrick RE, Lowe NJ, Goldman MP, Borden H, Behr KL, Ruiz-Esparza J (1994) **Flashlamp-pumped pulsed dye laser treatment of portwine stains.** *J Dermatol Surg Oncol* 20:743–748
22. Garden JM, Bakus AD (1993) **Clinical efficacy of the pulsed dye laser in the treatment of vascular lesions.** *J Dermatol Surg Oncol* 19:321–326
23. Garden JM, Bakus AD, Paller AS (1992) **Treatment of cutaneous hemangiomas by the flashlamp-pumped pulsed dye laser: prospective analysis.** *J Pediatr* 120:555–560
24. Garden JM, Tan OT, Kerschman R (1986) **Effect of dye laser pulse duration on selective cutaneous vascular injury.** *J Invest Dermatol* 87:653–657
25. Geronemus RG (1993) **Pulsed dye laser treatment of vascular lesions in children.** *J Dermatol Surg Oncol* 19:303–310
26. Goldman MP, Fitzpatrick RE (1994) **Cutaneous laser surgery. The art and science of selective photothermolysis.** Mosby, St. Louis

Übersicht

27. Goldman MP, Fitzpatrick RE, Ruiz-Esparza J (1993) **Treatment of port-wine stains (capillary malformation) with the flashlamp-pumped pulsed dye laser.** *J Pediatr* 122:71–77
28. Hellwig S, Raulin C (1996) **Die Behandlung von Hämangiomen im Säuglings- und Kindesalter mit dem gepulsten Farbstofflaser.** *Z Hautkr* 71:910–914
29. Hellwig S, Schönemark M, Raulin C (1995) **Behandlung von Gefäßmalformationen und Pigmentstörungen an Gesicht und Hals durch gepulsten Farbstofflaser, Photoderm VL und gütegeschalteten Rubinlaser.** *Laryngorhinootologie* 74:635–641
30. Hellwig S, Schröter C, Raulin C (1996) **Behandlung essentieller Teleangiektasien durch das Photoderm VL.** *Z Hautkr* 71:44–47
31. Hohenleutner U, Abd-el Raheem AT, Bäumler W, Wlotzke U, Landthaler M (1995) **Nävi flammei im Kindes- und Jugendalter.** *Hautarzt* 46:87–93
32. Hohenleutner U, Bäumler W, Karrer S, Michel S, Landthaler M (1996) **Die Behandlung kindlicher Hämangiome mit dem blitzlampen-gepumpten gepulsten Farbstofflaser.** *Hautarzt* 47:183–189
33. Hohenleutner U, Hilbert M, Wlotzke U, Landthaler M (1995) **Epidermal damage and limited coagulation depth with the flashlamp-pumped pulsed dye laser: histochemical study.** *J Invest Dermatol* 104:798–802
34. Holy A, Geronemus RG (1992) **Treatment of periorbital port-wine stains with the flashlamp-pumped pulsed dye laser.** *Arch Ophthalmol* 110:793–797
35. Hruza GJ, Geronemus RG, Dover JS, Arndt KA (1993) **Lasers in dermatology – 1993.** *Arch Dermatol* 129:8–17
36. Joppich I, Schiele U (1988) **Die Indikation zur operativen Behandlung von Hämangiomen im frühen Säuglingsalter.** *Kinderarzt* 5:619–625
37. Landthaler M, Braun-Falco O (1991) **Lasertherapie in der Dermatologie.** *Deutsches Ärzteblatt* 88:2638–2644
38. Levine VJ, Geronemus RG (1995) **Adverse effects associated with the 577- and 585-nm pulsed dye laser in the treatment of cutaneous vascular lesions.** *J Am Acad Dermatol* 32:613–617
39. Nunez M, Boixeda P, Miralles ES, de Misa RF, Ledo A (1995) **Pulsed dye laser treatment in lupus erythematoses telangiectoides.** *Br J Dermatol* 133:1010–1011
40. Nunez M, Boixeda P, Miralles ES, de Misa RF, Ledo A (1996) **Pulsed dye laser treatment of telangiectatic chronic erythema of cutaneous lupus erythematoses.** *Arch Dermatol* 132:354–355
41. Raulin C, Goldman MP, Weiss MA, Weiss RA (1997) **Treatment of adult port-wine stains using intense pulsed light therapy (Photoderm VL).** *Dermatol Surg* 22:323–330
42. Raulin C, Hellwig S (1996) **Der gepulste Farbstofflaser in der Kinderheilkunde.** *Pädiatr Prax* 51:287–294
43. Raulin C, Hellwig S, Schönemark M (1997) **Treatment of a nonresponding portwine stain with a new pulsed light source (Photoderm VL).** *Lasers Surg Med (im Druck)*
44. Renfro L, Geronemus RG (1993) **Anatomical differences of port-wine stains in response to treatment with the pulsed dye laser.** *Arch Dermatol* 129:182–188
45. Reyes BA, Geronemus RG (1990) **Treatment of port-wine stains during childhood with the flashlamp-pumped pulsed dye laser.** *J Am Acad Dermatol* 23:1142–1148
46. Ruiz-Esparza J, Goldman MP, Fitzpatrick RE, Lowe NJ, Behr KI (1993) **Flashlamp-pumped dye laser treatment of telangiectasia.** *J Dermatol Surg Oncol* 19:1000–1003
47. Scheepers JH, Quaba AA (1994) **Clinical experience in the treatment of the „red nose“ using the flashlamp-pumped pulsed dye laser.** *Anesthet Plast Surg* 18:57–60
48. Scheepers JH, Quaba AA (1995) **Treatment of nevi aranei with the pulsed tunable dye laser at 585 nm.** *J Pediatr Surg* 30:101–104
49. Scheepers JH, Quaba AA (1995) **Does the pulsed tunable dye laser have a role in the management of infantile hemangiomas? Observations based on 3 years experience.** *Plast Reconstr Surg* 95:305–312
50. Schönemark M, Raulin C (1996) **Treatment of xanthelasma palpebrarum with the pulsed dye laser.** *Lasers Surg Med* 19:336–339
51. Schwager K, Waner M, Höhmann D (1994) **Lasertherapiekonzept bei Telenagiectasien und beim Naevus flammeus.** *Laryngorhinootologie* 73:287–290
52. Sherwood KA, Tan OT (1990) **The treatment of a capillary hemangioma with the flashlamp pumped dye laser.** *J Am Acad Dermatol* 22:136–137
53. Taieb A, Touati L, Cony M, Leaute-Labreze C, Mortureux P, Renaud P, Boineau D, Malleville J (1994) **Treatment of port-wine stains with the 585 nm flashlamp-pulsed tunable dye laser: a study of 74 patients.** *Dermatology* 188:276–281
54. Tan OT, Carney JM, Margolis R (1986) **Histologic responses of port-wine stains treated by argon, carbon dioxide and tunable dye lasers: a preliminary report.** *Arch Dermatol* 122:1016–1022
55. Tan OT, Hurwitz RM, Stafford TJ (1993) **Pulsed dye laser treatment of recalcitrant verrucae: a preliminary report.** *Lasers Surg Med* 13:127–137
56. Tan OT, Morrison P, Kurban AK (1990) **585 nm for the treatment of portwine stains.** *Plast Reconstr Surg* 86:1112–1117
57. Tan OT, Motamedi M, Welch AJ, Kurban AK (1988) **Spotsitze effects on guinea pig skin following pulsed irradiation.** *J Invest Dermatol* 90:877–882
58. Tan OT, Sherwood R, Gilchrist BA (1989) **Treatment of children with port-wine stains using the flashlamp-pulsed tunable dye laser.** *N Engl J Med* 320:416–421
59. Tappero JW, Grekin RC, Zanelli GA, Berger TG (1992) **Pulsed dye laser therapy for cutaneous Kaposi's sarcoma associated with acquired immunodeficiency syndrome.** *J Am Acad Dermatol* 28:526–530
60. Ullmann Y, Har-Shai Y, Peled IJ (1993) **The use of CO₂ laser for the treatment of xanthelasma palpebrarum.** *Ann Plast Surg* 31:504–507
61. Werner JA, Lippert BM, Godbersen GS, Rudert H (1992) **Die Hämangiombehandlung mit dem Neodym:Yttrium-Aluminium-Granat-Laser (ND:YAG-Laser).** *Laryngo Rhino Otol* 71:388–395
62. Werner JA, Lippert BM, Hoffmann P, Rudert H (1995) **Nd:YAG-Laser therapy of voluminous hemangiomas and vascular malformations.** *Adv Otorhinolaryngol* 49:75–80
63. Wiek K, Vanscheidt W, Ishkanian S, Weyl A, Schöpf E (1996) **Selektive Photothermolyse von Besenreiservarizen und Teleangiectasien der unteren Extremität.** *Hautarzt* 47:258–263
64. Wlotzke U, Donhauser S, Hohenleutner U, Bäumler W, Landthaler M (1995) **Zur Lasertherapie von Telenagiectasien des Gesichts-Argonlaser vs. Blitzlampen-gepumpter gepulster Farbstofflaser.** *Z Hautkr* 70:514–517
65. Wlotzke U, Hohenleutner U, Abd-el-Raheem TA, Bäumler W, Landthaler M (1996) **Side-effects and complications of flashlamp-pumped pulsed dye laser therapy of port-wine stains. A prospective study.** *Br J Dermatol* 134:475–480

Eingegangen am 14. Mai 1996

Angenommen am 15. November 1996