Hautarzt
1999 · 50:181–185 © Springer-Verlag 1999

Sabine Bethge · Rudolf Stadler · Hautklinik am Klinikum Minden (Direktor: Prof. Dr. R. Stadler)

Der langgepulste frequenzverdoppelte Neodymium:YAG-Laser in der Behandlung von Besenreisern

Erste klinische Erfahrungen

Zusammenfassung

Zur Behandlung der Besenreiservarikosis werden unterschiedliche Therapieansätze gewählt. Neben Sklerosierungstherapie, Kryochirurgie, elektrischer Stichelung u.a. kamen in den letzten Jahren verschiedene Laser (Argon-, Neodymium:YAG- und Farbstofflaser) zur Anwendung. Die Wirksamkeit ist bei dieser Indikation unbefriedigend und mit einer Reihe unerwünschter Nebeneffekte verbunden. Der neu entwickelte, langgepulste frequenzverdoppelte Neodymium:YAG-Laser hat durch seine speziellen physikalischen Eigenschaften deutliche Vorteile (Vermeiden von Gefäßrupturen im Gegensatz zum Farbstofflaser, Vermeiden von Epidermisschäden im Gegensatz zum Argonlaser) gegenüber den bisherigen Lasersystemen in der Behandlung von Besenreiser. In der klinischen Anwendung zeigte sich eine hohe Effektivität bei einem niedrigen Nebenwirkungspotential.

Schlüsselwörter

Langgepulste frequenzverdoppelter Neodymnium:YAG-Laser · Besenreiservarizen · Teleangiektasien

Die Entfernung von vaskulären Läsionen, insbesondere an der unteren Extremität, ist bis heute schwierig und für den Arzt und Patienten häufig unbefriedigend. Dazu werden bisher unterschiedliche Therapieansätze gewählt, die ihre eigenen Gefahren und unerwünschten Effekte in sich bergen. Die als Standardverfahren durchgeführte Sklerosierungsbehandlung von Besenreiservarizen ist beispielsweise erst ab einem Gefäßdurchmesser von 0,8– 1,0 mm möglich und hat eine Reihe von Nebenwirkungen, wie Hyperpigmentierung, Hautnekrosen, Thrombosen bis hin zu allergischen Reaktionen [7].

An den Einsatz von Laserlicht (Argonlaser, Farbstofflaser) in der Behandlung von Gefäßläsionen (Besenreiservarizen, Teleangiektasien, Naevi flammei) wurden große Erwartungen geknüpft. Die Therapieergebnisse sind in vielen Fällen als nicht befriedigend zu bewerten. Störende Nebeneffekte beim Argon- und Farbstofflaser in der Behandlung von vaskulären Läsionen sind Pigmentstörungen und Epidermisschäden mit nachfolgender Narbenbildung [2, 6, 10, 12, 14, 15].

Beide Lasersysteme haben ihre Grenzen bei tiefer liegenden Gefäßläsionen und an der unteren Extremität [8]. Dies konnten wir beim Argonlaser in langjährigen eigenen klinischen Erfahrungen beobachten. Auf der Suche nach verbesserter Lasertechnologie zur Behandlung von Gefäßläsionen wurde der langgepulste frequenzverdoppelte Neodymium:YAG-Laser (fd Nd:YAG-Laser; Versa Pulse Vascular Laser) entwickelt. Die Vorteile liegen v.a. in den veränderten physikalischen Eigenschaften (variable und im Vergleich zu anderen Lasersystemen mit 2 bis 10 ms längere Pulsdauer) und seiner Wellenlänge von 532 nm [5]. Hierdurch wird die Agglutination der Erythrozyten im Gefäß ohne die Integrität der Gefäßwand zu zerstören möglich. Dies konnten wir anhand von histologischen Untersuchungen der gelaserten Besenreiser darstellen (Abb. 3b). Die Laserstrahl-Applikation erfolgt durch ein gekühltes Glas mit einer Temperatur zwischen 3 und 5° Celsius zur Vermeidung epidermaler Schäden.

Ziel dieser Studie ist es, die Wirksamkeit und das Nebenwirkungspotential des fd Nd:YAG-Lasers in der Behandlung von Besenreiservarizen zu untersuchen.

Klinische Anwendung

Im Zeitraum von Juli bis November 1997 wurden freiwillige Probandinnen mit Besenreiservarizen mit dem fd Nd:YAG-Laser (Versa Pulse Vascular Laser Fa. COHERENT) behandelt. 15 Probandinnen zeigten Besenreiservarizen Typ I, Ia und/oder II nach der Klassifikation nach Weiss (Tabelle 1). Duplexsonografisch wurde vor Therapiebeginn bei diesen Probandinnen eine Stammvarikosis der V. saphena magna und V. saphena parva ausgeschlossen.

Prof. Dr. R. Stadler, Dr. Sabine Bethge
Hautklinik, Klinikum Minden, Portastraße 7–9, D-32423 Minden

Hautarzt
1999 · 50:181–185 © Springer-Verlag 1999

S. Bethge · R. Stadler

Long-pulsed frequency-doubled neodymin: YAG laser in the treatment of starburst veins – initial clinical experience

Summary

Many different therapeutic approaches are employed to treat small vessels on the leg. In recent years a variety of lasers (argon, Neodymium: YAG and dye lasers) have been used as well as sclerotherapy, cryosurgery and electrosurgery. None of these lasers are entirely satisfactory, and there are a number of side effects. Because of its special physical characteristics, the newly developed long-pulsed frequency-doubled neodymium: YAG laser has clear advantages in the treatment of vascular lesions compared to other laser systems. These include: no vessel rupture compared to dye laser, no epidermal lesions compared to argon laser. In clinical tests it shows a high rate of effectiveness with minimal side effects.

Key words

Long pulsed frequency doubled Neodymnium YAG laser · Vascular lesions · Teleangiectasia

Tabelle 1
Varizenklassifizierung nach Weiss

		Durchmesser	Farbe
Typ I	Teleangiektasien	0,1–1 mm	rot
Typ Ia	„Matting"	<0,2 mm	hellrot, flächig
Typ II	Venektasien	1–2 mm	violett
Typ III	Retikuläre Venen	2–4 mm	cyan-blau
Typ IV	Seitenastvarikosis	3–8 mm	blau-grün
Typ V	Stammvarikosis	>8 mm	blau-grün

Nach eigenen Voruntersuchungen und den Erfahrungen von Adrian (persönliche Mitteilung) wurde mit einer Energiedichte von 10–16 J/cm² bei Besenreiservarizen behandelt. Die Pulsdauer betrug 10 ms, der Impulsmesser hatte eine Größe von 3 mm. Die Laserstrahl-Applikation erfolgt durch ein auf 3–5°C gekühltes, im Handstück integriertes Glas. Die Behandlungsabstände betrugen 3 bis 4 Wochen. Bei den Besenreiservarizen waren 2 bis 5 Behandlungen bis zum Erreichen eines guten kosmetischen Ergebnisses nötig. Unmittelbar nach der Laser-Behandlung wurde das betreffende Hautareal für mindestens 20 min gekühlt.

Die Probandinnen wurden gebeten, ihre Schmerzempfindung während der Behandlung auf einer analogen Schmerzskala von 0 bis 100 einzuordnen. Alle Probandinnen hatten den Hauttyp I bis III.

Ergebnisse

Mit einer Energiedichte von 10–16 J/cm², einer Pulsdauer von 10 ms und einem 3 mm Impulsmesser waren bei den 15 Probandinnen 2 bis 5 Behandlungen im Abstand von 3 bis 4 Wochen nötig, um das kosmetisch erwünschte Ergebnis zu erzielen.

Ein sehr gutes Ergebnis, welches definiert ist durch das Verschwinden von mindestens 90% der Besenreiservarizen, zeigten 7 von 15 behandelten Probandinnen. Bei 6 Probandinnen sahen wir ein gutes Ergebnis (mindestens 80% der vaskulären Läsionen waren nicht mehr sichtbar), ein geringerer Effekt wurde bei 2 Probandinnen gesehen. Damit konnten 87% der Probandinnen sehr erfolgreich mit dem fd Nd:YAG-Laser behandelt werden. Ein optisch herausragendes Ergebnis ließ sich bei Besenreiservarizen mit einem Durchmesser bis 1 mm erzielen (Abb. 1a, b, 2a,b). Aber auch große Besenreiservarizen (im Durchmesser bis 1,5 mm) ließen sich mit dem fd Nd:YAG-Laser erfolgreich behandeln. Je größer der Durchmesser, je livider die Farbe und je tiefer die anatomische Lage der Besenreiservarize, desto häufiger mußte die Laserbehandlung durchgeführt werden, d.h. desto höher war die Gesamtenergiedichte, die benötigt wurde, um ein

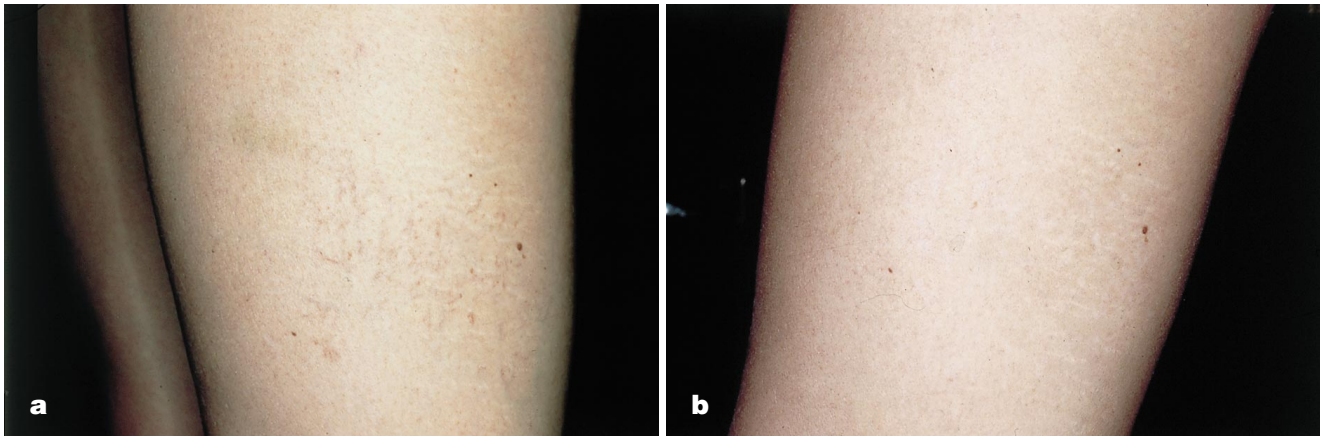


Abb. 1 ▲ a **Besenreiservarikosis Typ I vor Laserung.** b **Besenreiservarikosis Typ I nach 3maliger Laserung**



Abb. 2 ▲ a **Besenreiservarikosis Typ I–II vor Laserung.** b **Besenreiservarikosis Typ I–II nach 3maliger Laserung**

gutes kosmetisches Ergebnis zu erzielen. Im Durchschnitt waren dazu 50 J/cm² nötig (entspricht ca. 3 Behandlungen).

Unerwünschte Effekte

Nach der Behandlung kam es häufig zur Rötung und Schwellung des Hautareals, die bis zu 48 h anhielt und bei einigen Probandinnen anfangs mit einem leichten brennenden Gefühl verbunden war. Blasenbildung mit nachfolgender Krustenbildung sahen wir bei 3 Probandinnen.

Zwei Probandinnen zeigten purpuriforme Hautveränderungen im gelaserten Areal, welche sich nach 10 bis 14 Tagen wieder vollständig zurückbildeten. Pigmentveränderungen (3 Hypopigmentierungen, 1 Hyperpigmentierung) waren innerhalb von 4 bis 5 Monaten reversibel. Narbenbildungen wurden nicht gesehen (Tabelle 2). Die unerwünschten Effekte zeigten keine Abhängigkeit vom Besenreisertyp und von der angewandten Energiedichte.

Auf einer analogen Schmerzskala von 0 (kein Schmerz) bis 100 (maximal vorstellbarer Schmerz) gaben die Probandinnen ihre Schmerzempfindung während der Behandlung an. Übereinstimmend sprachen sich 87% der Probandinnen für geringe Schmerzsensationen aus (Skala: 10–30); nur zwei Probandinnen klagten über erhebliche Schmerzen (Skala: 90–100). Mit Hilfe eines anaesthesierenden Externums (Emla Creme), okklusiv 1 bis 2 h vor der Behandlung angewendet, konnte völlige Schmerzfreiheit erzielt werden.

Histologie

Zur feingeweblichen Dokumentation der selektiven Photothermokoagulation durch den fd Nd:YAG-Laser wurde 6 Tage nach Behandlung einer Besenreiservarize ein im Durchmesser 4 mm großes Hautareal vom lateralen Oberschenkel entnommen. Das histologische Bild zeigt eine intakte Epidermis. Die Gefäßwand ist leicht verdickt, in der Umgebung einzelne neutrophile Granulozyten und gering ausgeprägte lymphomononukleäre Infiltratzellen. Das Gefäß ist durch einen Thrombus verschlossen, die Gefäßwand ist intakt (Abb. 3a,b).

Besprechung

Mit der Entwicklung des ersten Lasers 1960 (einem Rubinlaser, Wellenlänge 694 nm) wurden vaskuläre Läsionen rasch ein lohnendes Ziel, denn bisherige Therapieversuche wie z.B. Kryochirurgie, elektrische Stichelung und Röntgenbestrahlung hatten ein hohes Nebenwirkungspotential. Die Weiterentwicklung führte zum Argonlaser, der im Gegensatz zum Rubinlaser mit seinen Wellenlängen von 488 und 514 nm dem Absorptionsgipfel von Oxyhämoglobin (418, 542 und 577 nm) näher kam. Damit ließen sich erstmals vaskuläre Läsionen erfolgreich behandeln. Bis heute ist der Argonlaser im Einsatz. Sein großer Nachteil liegt jedoch in der Schädigung des umliegenden Gewebes einschließlich der Epidermis. Dies stellt sich klinisch u.a. als Depigmentierung, epidermale Atrophie und Narbenbildung dar [2, 9]. Eine noch bessere Gefäßselektivität zeigt der in den frühen 80er Jahren entwickelte gepulste Farbstofflaser (577 nm bzw. 585 nm), der inzwischen in der Behandlung kindlicher Naevi flammei zum Standard zählt. Der Nachteil dieses Lasers ist, daß er mit einer kurzen Pulsdauer von 300 bis 500 µs zur Gefäßruptur und damit zu kosmetisch störender Purpura führt [3, 9, 11, 14]. Untersuchungen haben gezeigt, daß sich Gefäßrupturen durch eine längere Pulsdauer im Bereich von 1 bis 10 µs vermeiden lassen [5].

Dies macht sich der fd Nd:YAG-Laser (Versa Pulse Vascular Laser) zunutze. Er arbeitet mit einer variablen Pulsdauer von 2 bis 10 µs und hat dadurch einen Vorteil gegenüber dem Farbstofflaser. Darüber hinaus wird während der Laserung die Hautoberfläche gekühlt, wodurch der thermische Einfluß auf das umgebende Gewebe reduziert wird [4].

Das Prinzip der selektiven Photothermolyse [1] besagt, daß Laserlicht eines gepulsten Lasers an definierten pigmentierten Strukturen im Gewebe in Abhängigkeit von der Wellenlänge absorbiert wird. In den Bereichen hoher Absorption kommt es zu einer starken thermischen Schädigung, während das benachbarte Gewebe kaum betroffen ist. Die Impulszeiten liegen unter der thermischen Relaxationszeit der Zielstruktur, so daß diese die absorbierte

Tabelle 2
Unerwünschte Effete (*n*=21)

Blasenbildung	3
Hypopigmentierung	3
Hyperpigmentierung	1
Purpura	2
Narbenbildung	0

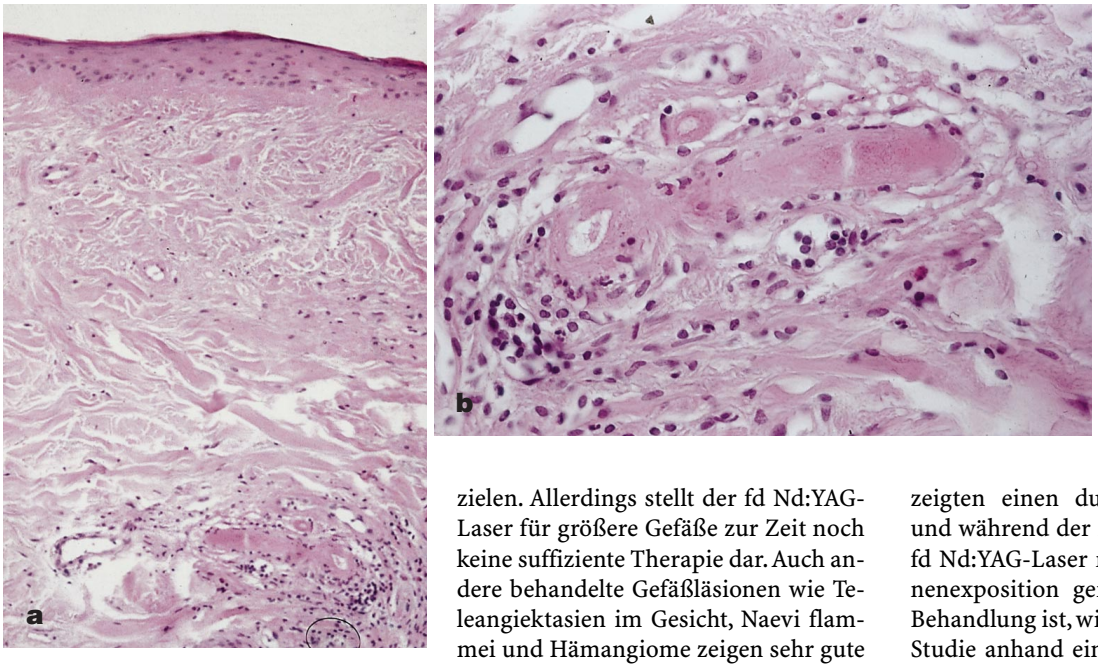


Abb. 3 ◀ a **Intakte Epidermis mit thrombotisch verschlossener Venole in der unteren Dermis (HE, 10fach).** b **Thrombotisch verschlossenes Gefäß (HE, 40fach)**

Energie nicht an die Umgebung abgeben kann.

Mit einer Wellenlänge von 532 nm wird das emittierte Licht des fd Nd:YAG-Lasers besonders durch Hämoglobin absorbiert, wodurch die Gefäßselektivität resultiert und umliegendes Gewebe geschont wird. Durch die thermische Energie kommt es zur Agglutination der Erythrozyten im Gefäß (Koagulation). Wie beschrieben wird das Platzen der Gefäßwände durch die Emission einer hohen Energie bei langer Pulsdauer verhindert. Es zeigt sich vielmehr eine Schrumpfung des Gefäßdurchmessers.

Diese speziellen biologischen Eigenschaften des fd Nd:YAG-Lasers konnten in den durchgeführten histologischen Untersuchungen sehr anschaulich belegt werden.

Daher sollte insgesamt in Anlehnung an das Prinzip der selektiven Photothermolyse bei der Wirkungsweise des fd Nd:YAG-Laser auf vaskuläre Strukturen von der „selektiven Photokoagulation" gesprochen werden. Mit dem fd Nd:YAG-Laser lassen sich bei Besenreiservarizen höhere Erfolgsraten bei geringem Nebenwirkungsspektrum erzielen.

Durch 3 Behandlungen konnten bei 13 von 15 Probandinnen (87%) mehr als 80% der Besenreiservarizen komplett entfernt werden. Erstmals ist es nun auch möglich, einen Effekt auf Besenreiser bis zu 1,5 mm Durchmesser zu erzielen. Allerdings stellt der fd Nd:YAG-Laser für größere Gefäße zur Zeit noch keine suffiziente Therapie dar. Auch andere behandelte Gefäßläsionen wie Teleangiektasien im Gesicht, Naevi flammei und Hämangiome zeigen sehr gute therapeutische Ergebnisse (hier nicht dokumentiert). Bemerkenswert ist vor allem, daß sich im Gegensatz zum Farbstofflaser die nodösen Anteile eines Naevus flammeus sehr gut mit dem fd Nd:YAG-Laser behandeln lassen.

Bei korrekter Benutzung des fd Nd:YAG-Lasers ist das Nebenwirkungsspektrum im Vergleich zu alternativen Therapieverfahren gering. Es ist besonders darauf zu achten, daß eine Gefäßläsion pro Sitzung nur einmal behandelt wird und vor Behandlungsbeginn eine Probelaserung durchgeführt wird, um die für den Patienten geeignete Energiedichte festzulegen. Die Kühlung der Hautoberfläche während der Lasertherapie minimiert den thermischen Einfluß auf die Haut. Ein Kontaktverlust zwischen dem kühlenden Handstück und der Hautoberfläche führt zur epidermalen Schädigung.

Kosmetisch störende purpuriforme Hautveränderungen, wie sie beim Farbstofflaser regelhaft auftreten, finden sich nur sehr selten. Postinflammatorische Hyperpigmentierung, die durch Hämosiderinablagerung entsteht und Hypopigmentierung als Ausdruck einer epidermalen Melanozytenschädigung, sind im Verlauf von 4 bis 5 Monaten reversibel. Die Therapieerfolge auf ungebräunter Haut sind bedeutend besser, da das Laserlicht teilweise durch das Melanin in der Epidermis absorbiert wird [6]. Beide Probandinnen aus unserem Kollektiv, deren Therapieergebnis wir als nicht befriedigend bewerten mußten, zeigten einen dunklen Hauttyp. Vor und während der Behandlung mit dem fd Nd:YAG-Laser muß daher eine Sonnenexposition gemieden werden. Die Behandlung ist, wie in der vorliegenden Studie anhand einer Schmerzskala belegt werden konnte schmerzarm, nur in Ausnahmefällen ist der Einsatz eines Oberflächenanaesthetikums erforderlich (Emla Creme).

Mit den hier dargestellten Ergebnissen konnte gezeigt werden, daß die Behandlung von Gefäßläsionen mit dem fd Nd:YAG-Laser ein sehr wirkungsvolles und dazu weitgehend schmerz- und nebenwirkungsarmes Verfahren darstellt. Darüber hinaus zeichnet sich der Versa Pulse Vascular Laser durch eine hohe Anwendungssicherheit aus. Direkte Vergleichsstudien zu anderen Lasersystemen stehen bisher aus.

Schwerpunkt dieser Arbeit war die Behandlung von Besenreiservarizen. Das vorgestellte Laserverfahren bietet die Möglichkeit, Besenreiservarizen erfolgreich zu behandeln. Die Erfolge bei den anderen behandelten vaskulären Läsionen sind vielversprechend, so daß sich für den fd Nd:YAG-Laser in der Zukunft ein breites Einsatzgebiet abzeichnet.

Literatur

1. Anderson RR, Parrish JA (1983) **Selective photothermolysis: precise microsurgery by selective absorption of pulsed radiation.** Science 220: 524–527
2. Arndt KA (1982) **Argon laser therapy of small cutaneous vascular lesions.** Arch Dermatol 118: 220–224
3. Ashinoff R, Geronemus RG (1991) **Capillary hemangiomas and treatment with the flash lamp-pumped pulsed dye laser.** Arch Dermatol 127: 202–205

4. Chess C, Chess Q (1993) **Cool laser optics treatment of large telangiectasia of the lower extremities.** J Dermatol Surg Oncol 19: 74–80
5. Dierickx CC, Casparian JM, Venugopalan V, Farinelli WA, Anderson RR (1995) **Thermal relaxation of port-wine stain vessels probed in vivo: the need for 1–10-millisecond laser pulse treatment.** J Invest Dermatol 105: 709–714
6. 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
7. Goldman MP, Sadick NS, Weiss RA (1995) **Cutaneous necrosis, telangiectatic matting, and hyperpigmentation following sclerotherapy. Etiology, prevention, and treatment.** Dermatol Surg 21: 19–29
8. Hohenleutner U, Hilbert M, Wlotzke U, Landthaler M (1995) **Epidermal damage and limited coagulation depth with the flashlamp-pumped pulsed dye laser: a histochemical study.** J Invest Dermatol 104: 798–802
9. Hruza GJ, Geronemus RG, Dover JS, Arndt KA (1993) **Lasers in dermatology – 1993.** Arch Dermatol 129: 1026–1035
10. Kaplan I, Peled I (1975) **The carbon dioxide laser in the treatment of superficial telangiectases.** Br J Plast Surg 28: 214–215
11. Levine VJ, Geronemus RG (1995) **Adverse effects associated with the 577- and 585-nanometer pulsed dye laser in the treatment of cutaneous vascular lesions: a study of 500 patients.** J Am Acad Dermatol 32: 613–617
12. Polla LL, Tan OT, Garden JM, Parrish JA (1987) **Tunable pulsed dye laser for the treatment of benign cutaneous vascular ectasia.** Dermatologica 174: 11–17
13. Weiss RA, Weiss MA (1993) **Painful telan giectasias: diagnosis and treatment.** In: Bergan JJ, Goldman MP (eds) Varicose veins and telangiectasias: diagnosis and treatment. Quality Medical, St. Louis, pp 389–406
14. Wiek K, Vonscheidt W, Ishkhamian S, Weyl A, Schöpf E (1996) **Selektive Photothermolyse von Besenreiservarizen und Teleangiektasien der unteren Extremität.** Hautarzt 47: 258–263
15. 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.** J Dermatol 134: 475–480

Eingegangen am 7. Mai 1998
Angenommen am 14. Oktober 1998

Buchbesprechung

W. Krause, I. Effendy
Genitale Hautkrankheiten

(2. überarb. und erw. Auflage)
Stuttgart: Enke, 1998
100 S., 149 Abb., DM 88,–

Das Buch „Genitale Hautkrankheiten" von Walter Krause und Isaak Effendy wird nach 5 Jahren jetzt in 2. überarbeiteter und erweiterter Auflage vorgestellt. Es enthält 149 Farbabb. von überwiegend guter Qualität. Neu hinzugekommen sind histologische Befunde und Abb. die zum Verständnis der Erkrankungen beitragen. Der Text ist sehr kurz gehalten. Bei einigen Erkrankungen wäre eine detailliertere Darstellung auf dem aktuellen Wissensstand wünschenswert. So fehlt z.B. beim Herpes genitalis die Beschreibung der primären HSV-Infektion und des ulzerierenden Herpes simplex genitalis bei Patienten mit Immundefekt. Die Bezeichnung des Erregers als Herpesvirus hominis ist taxonomisch nicht korrekt, vielmehr sollte es Herpes-simplex-Virus Typ I und II heißen. Nicht nur Typ II, sondern auch Typ I kommt bei genitalen Infektionen vor.

Neuere Therapieverfahren werden oft nicht erwähnt, so z.B. bei der Therapie von Condylomata acuminata Podophyllotoxin und Imiquimod. Wichtig wären auch exakte Angaben zur Therapie der Gonorrhoe und Syphilis. Insgesamt ist die Monographie jedoch sehr hilfreich für die tägliche Praxis. Zielgruppen sind v.a. Gynäkologen und Urologen. Für die geplante englische Auflage wäre zu wünschen, daß der Text nochmals überarbeitet wird und Diagnostik und Therapie mit größerer Präzision dargestellt werden.

H. Hofmann (München)