

Vergleich der endovenösen Laserablation mit Crossektomie und Stripping

Comparison of Endovenous Laser Ablation with Conventional Crossectomy plus Vein Stripping

Autoren

V. Meyer¹, T. Vogt¹, K. Rass²

Institute

¹ Klinik für Dermatologie, Venerologie und Allergologie, Universitätsklinikum des Saarlandes, Homburg/Saar
² Eifelklinik St. Brigida, Zentrum für Venen und Haut, Simmerath

Bibliografie

DOI <http://dx.doi.org/10.1055/s-0034-1377977>
 Online-Publikation: 29.9.2014
 Akt Dermatol 2014; 40: 499–503
 © Georg Thieme Verlag KG
 Stuttgart · New York
 ISSN 0340-2541

Korrespondenzadresse

Dr. Volker Meyer
 Klinik für Dermatologie,
 Venerologie und Allergologie
 Universitätsklinikum
 des Saarlandes
 Kirrberger Straße
 66424 Homburg/Saar
 volker.meyer@uks.eu

Zusammenfassung

Die Behandlung der Varikosis hat sich innerhalb der letzten 15 Jahre erheblich gewandelt. Wo früher ohne Wenn und Aber eine Crossektomie mit Stripping (C/S) durchgeführt wurde, stehen heute zahlreiche endoluminale, alternative Therapieoptionen zur Auswahl, von denen die endoluminale Lasertherapie oder -ablation (ELT) diejenige mit der weitesten Verbreitung und Erfahrung ist. Mit dieser kurzen Übersicht möchten wir die aktuelle Studienlage zum Vergleich C/S auf der einen und ELT auf der anderen Seite aufzeigen.

Crossektomie und Stripping

Die Crossektomie mit anschließendem Stripping wird in Deutschland weiterhin als Goldstandard zur Therapie der Stammvarikosis angesehen [1]. Ziel der operativen Varizenbehandlung ist die Entfernung variköser Anteile des oberflächlichen Venensystems und insbesondere die Unterbindung von Refluxen aus dem tiefen ins oberflächliche Venensystem. In abgewandelter Form findet bei der Operation der Varikosis nach wie vor die Methode nach Babcock von 1907 Anwendung [2]. Ganz entscheidend für den Therapieerfolg ist dabei die Crossektomie, bei der die insuffiziente V. saphena magna und ihre einmündenden Seitenäste inguinal von der V. femoralis communis getrennt und möglichst bündig ligiert werden (Abb. 1). Im Falle einer insuffizienten V. saphena parva erfolgt die Crossektomie popliteal unter Ligatur der V. saphena parva zur V. poplitea. Anschließend wird die zuvor sondierte V. saphena magna oder parva von proximal bis zum distalen Insuffizienzpunkt gestrippt, wobei verschiedene Möglichkeiten der Sondierung u.a. von einem starren Pin-Stripper über eine flexible Nabatoff-Sonde bis hin zum Kryo-Stripper reichen.

Zuvor markierte Seitenäste werden zumeist über kleine Inzisionen extrahiert („Miniphlebektomien“).

Die Methode hat sehr geringe Nebenwirkungsraten. In der kürzlich veröffentlichten LaVaCro-Studie [3], die ein Kollektiv von 1070 operierten Extremitäten umfasste, wurde eine Inzidenz tiefer Venenthrombosen postoperativ von 0,093% (1 Fall) ermittelt. Sensible Nervenschädigungen wurden in 3,17% der Fälle ermittelt, bei 2,15% traten oberflächliche Infekte auf, 1,4% hatten Serome und unter 1% der Patienten zeigten Leistenhämatome.

Systematische Untersuchungen zur Effektivität der Stripping-Operation wurden maßgebend erst in den vergangenen 20 Jahren durchgeführt und zeigten, dass die Operationsmethode mit einer relevanten Rezidivquote behaftet ist. Die Rezidivquote in der LaVaCro-Studie lag nach einem Jahr bei 2,24% im Crossenbereich sowie 8,53% jenseits der Crosse an der Extremität [3]. Aktuelle randomisierte Studien weisen duplexsonografische Rezidive (inguinale Neorefluxe nach VSM-Crossektomie und Stripping) 5 Jahre postoperativ mit einer Häufigkeit von bis zu 46% auf [4]. Eine klinische Relevanz mit entsprechend ausgeprägter Rezidiv-Varikosis und bestehender Indikation für eine erneute Behandlung eines inguinalen oder poplitealen Crossenrezidivs mittels chirurgischer Revision wird 5 Jahre postoperativ bei ca. 10% der Patienten beobachtet [5]. Als hauptursächlich für inguinale Rezidive (Neovaskularisation) wurde das nach Crossektomie freiliegende Endothel der V. saphena magna ausgemacht und u.a. eine Übernähung des Stumpfes mit nicht resorbierbarem Material [6] oder die Vernähung der Fascia cribrosa über der Fossa ovalis vorgeschlagen [7].



Abb. 1 Blick auf die zur V. femoralis communis ligierte V. saphena magna mit nicht resorbierbarer Endothelnaht nach Crossektomie.



Abb. 2 Anwendung des endoluminalen Lasers im Bereich der Vena saphena magna.

Endovenöse Lasertherapie (ELT)

Erste Untersuchungen zu endoluminalen Laserverfahren im Bereich der Varikosis wurden von Navarro und Min [8,9] durchgeführt. Im Gegensatz zur klassischen operativen Behandlung wird das Konzept der Crossektomie hierbei vollständig verlassen. Stattdessen wird die V. saphena magna (VSM) im Bereich des distalen Insuffizienzpunktes punktiert und eine Laserfaser mit Hilfe der Seldingertechnik eingeführt (Abb. 2). Alternativ kann auch eine „Venensectio“ erfolgen, also eine Offenlegung der VSM über einen unmittelbar darüber befindlichen Hautschnitt. Der Lichtleiter wird sonografisch kontrolliert bis ca. 1–2 cm vor der Einmündung in die tiefe Vene vorgeschoben. Nach Festlegung der korrekten Lage des Lichtleiters wird die Tumescenzanästhesie entlang der zu behandelnden Vene eingebracht, was neben der Analgesie den Vorteil hat, eine überschüssige Wärmeentwicklung außerhalb der Vene abzuf puffern.

Üblicherweise werden Diodenlaser mit einer Wellenlänge von 810, 940 oder 980 nm verwendet, es gibt aber auch Berichte über die Anwendung endoluminaler Nd:Yag-Laser mit 1320 nm [10] oder von Diodenlasern mit 1470 nm Wellenlänge [11]. Die Laserenergie wird im Wellenlängenspektrum von 810–980 nm durch das Hämoglobin absorbiert, wodurch es zu einem Anstieg der intravasalen Temperatur auf durchschnittlich mehr als 700 °C bis über 1300 °C in unmittelbarer Nähe der Katheterspitze kommt [12]. Als Folge der Hitzeentwicklung kommt es zur Ausbildung von Dampfblasen und anschließend zu einer Gefäßwandschädigung mit Thrombusbildung [13]. Höhere Wellenlängen sollen statt des Hämoglobins stärker direkt die Venenwand treffen, sodass die kollagenendenaturierenden Effekte im Vordergrund stehen. Venenwandperforationen und dadurch bedingte Nebenwirkungen der ELT treten im Gegensatz zum Spektrum 810–980 nm seltener auf [14]. Die praktischen Konsequenzen werden jedoch noch kontrovers beurteilt [15]. Als Energiedosis für einen möglichst zuverlässigen Verschluss der VSM wurden 80 J/cm Vene vorgeschlagen [16]. Dabei kann die Laserenergie entweder kontinuierlich (continuous wave/cw) oder stoßweise (Impuls/pulsed) abgegeben werden.

Als Nebenwirkungen werden in einem Kollektiv von 1700 Fällen Sensibilitätsausfälle (0,7%), TVT (0,3%), Thrombophlebitiden (0,24%), Hämatome (0,3%) und Infektionen (0,12%) genannt [17]. Die postoperativen Ergebnisse endoluminaler Laserverfahren sind sehr gut mit Verschlussraten der VSM von 80–100% [18,24

–30,32,33]. Die klinisch relevanten Rezidivraten liegen laut einer Metaanalyse bei 0,9% [23], allerdings gibt es auch einzelne Studien, die bis zu 50% klinischer Rezidive zeigen konnten, bei allerdings relativ kleiner Fallzahl [24,26]. Anders als bei der Crossektomie werden nach ELT Rekanalisierungen der behandelten Vene und insuffiziente Crossenseitenäste als Ursache angesehen. Weitere Möglichkeiten der endoluminalen Behandlung der Varikosis umfassen die Schaumsklerosierung, die Radiowellenobliteration, die mechanochemische Ablation, die Heißdampfokklusion und als aktuellste Entwicklung die Cyanoacrylatverklebung, die aber nicht Gegenstand dieses Artikels sind.

Vergleich der beiden Verfahren

In Tab. 1 finden sich randomisierte klinische Studien (RCT), die das Ziel hatten, die „klassische“ OP-Methode der Crossektomie mit anschließendem Stripping der Stammvene (C/S) in Vergleich mit der endoluminalen Lasertherapie (ELT) zu setzen. Die Nachbeobachtungszeiten umfassen 2–60 Monate. Die direkt postoperativ festgestellten Verschlussraten betragen dabei 88,5% bis 100% auf Seiten der ELT und die angegebenen Erfolgsraten auf Seiten der C/S (korrekte Crossenligatur und vollständiges Stripping) zwischen 87,5% und 100% [19]. Die duplexsonografisch nachweisbaren Rezidivraten im Bereich der behandelten Crosse 2 bis 5 Jahre nach ELT werden mit 7%–22% angegeben, für die C/S lassen sich Werte zwischen 0%–28% für diesen Zeitraum finden. Eigene Untersuchungen im Rahmen der sog. RELACS-Studie weisen darauf hin, dass inguinale Crossenrezidive nach ELT häufiger sind als nach C/S, jedoch 2 Jahre postoperativ noch keine klinisch relevante Rezidivvarikosis bedingen, die mit Raten um 20% in beiden Gruppen gleichermaßen auftrat [29]. In der Arbeit Rasmussens [26] wird bei einer Nachbeobachtungszeit von 5 Jahren über hohe Verschlussraten von 88–90% für beide Verfahren ohne signifikanten Unterschied berichtet, bei allerdings auch ähnlich hohem Aufkommen einer Rezidivvarikosis von um die 50%. Auch Disselhoff [31] konnte nach 5 Jahren sonografisch variköse Rezidivraten von 49% für die Crossektomie und 38% für die ELT nachweisen, bei einem Auftreten saphenofemorale Refluxes von 28% (C/S) bzw. 22% (ELT). Die hohen Raten klinischer Rezidive sind dadurch zu erklären, dass alle neu auftretenden Varizen – auch außerhalb der operierten Region – mit einbezogen werden. Insofern entsprechen diese Angaben in den Studien

Tab. 1 Übersicht über randomisierte klinische Studien, die den Vergleich zwischen ELT (endovenöse Lasertherapie) und C/S („klassische“ Crossektomie mit Stripping) zum Inhalt haben. VSM = Vena saphena magna. VSP = Vena saphena parva.

Autor	Jahr	Verfahren	Anzahl Prozeduren, Lokalisation	Nachbeobachtungszeit	Ergebnis (Verschlussrate)
Mozafar [24]	2014	ELT: Diodenlaser, 980 nm, Impuls (0,5 – 1 s), 10 W C/S	ELT: 30 C/S: 35 VSM	18 Monate	ELT: 93,6% C/S: 88,3% Rezidivrate: 6,7% (ELT), 11,7% (C/S) Signifikant geringerer Aberdeen Varicose Vein Severity Score für ELT
Biemans [25]	2013	ELT: Diodenlaser, 940 nm, cw, 60 J/cm C/S	ELT: 80 C/S: 80 VSM	1 Jahr	ELT: 88,5% C/S: 88,2%
Rasmussen [26]	2013	ELT Diodenlaser 980 nm C/S in Tumescenz	ELT: 59 C/S: 62 VSM	5 Jahre	ELT: 82,1% C/S: 89,9% Rezidivrate: 46,6% (ELT), 54,4% (C/S)
Samuel [27]	2013	ELT: Diodenlaser, 810 nm, 14 W, 80 – 100 J/cm C/S	ELT: 53 C/S: 53 VSP	1 Jahr	ELT: 96,2% C/S: 71,7% Postoperativer Schmerz und sensible Ausfälle sign. geringer bei ELT. QoL und VCSS (Venous Clinical Severity Score) kaum unterschiedlich
Flessenkämper [28]	2013	ELT mit (+ C) und ohne (- C) Crossektomie, 980 nm C/S	ELT + C: 148 ELT - C: 142 C/S: 159 VSM	2 Monate	ELT - C: 98,6% ELT + C: 98,6% C/S: 100% Inguinaler Reflux („VSM-Stumpf“): 26,7% (ELT - C), 6,7% (ELT + C), 0% (C/S)
Rass [29]	2012	ELT: Diodenlaser, 810 nm, 20 W, cw, 20 J/cm ² C/S	ELT: 185 C/S: 161 VSM	2 Jahre	Rezidivrate: 16,2% (ELT), 23,1% (C/S) Saphenofemorale Reflux: 17,8% (ELT) vs. 1,3% (C/S). QoL und Scoring ähnlich
Carradice [30]	2011	ELT: Diodenlaser, 810 nm, 14 W, cw C/S	ELT: 140 C/S: 140	1 Jahr	ELT: 99,3% (initial post OP) C/S: 92,4% (initial post OP) Rezidivrate 1 Jahr: 4% (ELT) vs. 20,4% (C/S)
Disselhoff [31]	2011	ELT: Diodenlaser, 810 nm C/S (Kryostripping)	ELT: 60 C/S: 60	5 Jahre	ELT: 78%; C/S: 72% Rezidivraten: ELT 38%, C/S 49% Scoring ohne Unterschiede
Pronk [32]	2010	ELT: Diodenlaser 980 nm, C/S	ELT: 62 C/S: 68 VSM	1 Jahr	Rezidivrate 9% (ELT) vs. 10% (C/S). Signifikant mehr Schmerzen und Mobilitäts- einschränkungen in den ersten Tagen post OP bei ELT
Christenson [33]	2010	ELT: Diodenlaser 980 nm, 25 W C/S	ELT: 104 C/S: 100 VSM	2 Jahre	100% (C/S) 93% (ELT) Scoring ohne Unterschiede
Darwood [19]	2008	ELT1: gepulst ELT2: cw, je 810 nm Diodenlaser C/S	ELT1: 42 ELT2: 29 C/S: 32	1 Jahr	ELT1: 86%, ELT2: 90% C/S: 92% Saphenofemorale Reflux: ELT1: 18%, ELT2: 10% C/S: 8%

zumeist eher der „Krankheitsprogression“ und sind weniger Ausdruck einer „echten“ Rezidivvarikosis, die sich z. B. aus der operierten/gelaserten Crossektomie entwickelt. Nur wenige Studien klassifizieren klinische Rezidive nach dem Ursprung.

Flessenkämper [28] verfolgte einen sich von den anderen Arbeiten unterscheidenden Ansatz: Anstatt lediglich ELT und C/S miteinander zu vergleichen, wurde noch eine dritte Gruppe eingeführt, bei der Crossektomie und ELT kombiniert wurden. Hierbei zeigte sich 2 Monate postoperativ, dass Reflux im saphenofemorale Übergang bei 27% der ELT-Patienten ohne Crossektomie und bei 7% in der ELT-Gruppe mit Crossektomie auftraten, während solche bei der „klassischen“ C/S-Gruppe gar nicht beobachtet wurden. Langzeitergebnisse liegen hier noch nicht vor.

Die meisten Studien hatten auch die Messung der Lebensqualität oder die Erfassung des Schweregrades der Venenerkrankung (z. B. mittels *Homburg Varicose Vein Severity Score* [20]) zum Inhalt. Mozafar fand in einem verhältnismäßig kleinen Kollektiv einen signifikant niedrigeren Erkrankungsgrad nach ELT im Ver-

gleich zu C/S [24]. Pronk hingegen beobachtete eine bessere Lebensqualität in den ersten postoperativen Wochen nach C/S im Vergleich zu ELT [32]. Alle übrigen RCTs (► **Tab. 1**) demonstrierten diesbezüglich eine Gleichwertigkeit der beiden Verfahren.

Studien zum Kostenvergleich sind rar gesät. In einer Arbeit, die das Verfahren der Crossektomie mit Kryostripping mit ELT verglich, ließen sich nur geringe Unterschiede bzgl. Kosteneffektivität der Verfahren ausmachen, mit der Tendenz etwas geringerer Kosten beim Strippingverfahren [21].

In einer Cochrane-Analyse von 2011 wurden die verfügbaren Studien zu endoluminaler Lasertherapie bzw. konventioneller Crossektomie mit Stripping zusammengestellt [22]. Die Autoren kommen zu dem Ergebnis, dass die initiale Erfolgsrate der beiden Verfahren ähnlich zu werten sei, dass die längerfristige Rekanalisierungsrate höher bei der ELT sei, aber das Risiko der Neovaskularisation erhöht bei C/S. Die Arbeitsfähigkeit sei bei dem endoluminalen Verfahren schneller gegeben. Peri- und postoperative

Tab. 2 Vergleich der konventionellen Crossektomie samt Stripping (C/S) mit der endoluminalen Lasertherapie (ELT), (0 = keine wesentlichen Unterschiede zu belegen, + = Überlegenheit, - = Unterlegenheit).

Aspekt	C/S	ELT
Primäre Verschlussrate	0	0
Rezidivrate Varikosis	0	0
Saphenofemorale Reflux	+	-
Nebenwirkungen/Komplikationen	-	+
Anwendbarkeit ¹	+	-
Kontraindikationen	0	0
Arbeitsfähigkeit	-	+
Kosten ²	0	0

¹ Anwendbarkeit = Breite der Anwendbarkeit bei varikösen Erkrankungen.

² Schlechte Studienlage.

Risiken seien bei C/S etwas höher als bei ELT. Insgesamt könne Patienten sowohl zu C/S als auch zu ELT geraten werden.

In einer ein Jahr später erschienenen Metaanalyse kommt Sirimungwong zu dem Ergebnis, dass primäre Effektivität und Rezidivraten der Verfahren ähnlich zu bewerten seien [23]. Allerdings bestehe bei der ELT eine geringere Rate an Komplikationen, wie Wundinfektionen oder Hämatomen, außerdem seien die endoluminal behandelten Patienten schneller wieder arbeitsfähig. Allerdings wird auch nicht unerwähnt gelassen, dass sich die ELT nicht bei ausgeprägt zu Konvoluten zusammenballenden Varizen oder sehr voluminösen Aussackungen anwenden lässt. Hier besteht im Zweifel weiterhin die Indikation zur OP. Arbeiten, die tatsächlich dazu beitragen würden, anhand definierter Kriterien eine Differenzialindikation für eines der beiden dargestellten Verfahren zu stellen, fehlen bislang vollständig.

In **Tab. 2** wird versucht, die bisherigen Ergebnisse der Vergleichsarbeiten gegenüberzustellen.

Zusammenfassung und Ausblick

Bis dato galt und gilt die konventionelle Crossektomie mit Stripping der Stammvene als der Goldstandard in der Therapie der Varikosis. Gerade neuere Studien belegen aber zumindest keine Unterlegenheit der endoluminalen Lasertherapie und anderer endoluminaler Verfahren gegenüber der OP. Dafür sprechen die bereits gut publizierten 2-Jahres-Ergebnisse und einzelne Studien mit 5-Jahres-Follow-Up [26, 31]. Leider lassen sich anhand der Studien nicht immer direkte Vergleiche zwischen den Rezidivraten treffen, weil einige Autoren als Rezidiv auch einen neu aufgetretenen Reflux außerhalb des ursprünglichen OP-Gebietes definieren. Dies ist aber eher als Fortschreiten der Grunderkrankung zu werten. Weitere Langzeitergebnisse werden die Wertigkeit der OP-Techniken noch besser charakterisieren und zur präziseren Indikationsstellung in der Zukunft beitragen. Neben der klinischen Effektivität der verschiedenen Verfahren zur Behandlung der Stammvarikosis werden zunehmend auch Aspekte der Lebensqualität und der Kosteneffektivität, gerade angesichts der Diskussionen um Ressourcenknappheit, künftig stärker ins Blickfeld geraten.

Bis dahin ist die Anwendung der noch nicht im Leistungskatalog der gesetzlichen Krankenversicherung in Deutschland verankerten ELT bei dafür geeignet scheinenden Patienten gut vertretbar. In einigen Punkten, wie insbesondere der frühen Wiedererlangung der Arbeitsfähigkeit, ist sie der Stripping-OP sogar überlegen. Neue Lasertechniken (z.B. Radiallaser) und die Verfahren

der Radiofrequenzablation (z.B. ClosureFast) bieten möglicherweise weitere Vorteile im Hinblick auf die Nebenwirkungsrate. Studien hierzu bleiben abzuwarten. Konvolutartige und „unübersichtliche“ Varizen sollten zunächst weiterhin der konventionellen OP überlassen bleiben.

Interessenkonflikt

V. Meyer und T. Vogt geben an, dass kein Interessenkonflikt besteht. K. Rass erhielt Honorare durch Referententätigkeit für Covidien und Reisekostenunterstützung durch Covidien und Ofa Bamberg.

Abstract

Comparison of Endovenous Laser Ablation with Conventional Crossectomy plus Vein Stripping

The treatment of varicose veins in Germany has undergone a considerable shift within the last 15 years. While in the past the crossectomy and stripping (C/S) of varicose veins was accepted unquestioningly, a multitude of alternative methods is available today. Wide experiences have been collected with the endovenous laser ablation (EVLA). Latest publications show no inferiority of EVLA to C/S concerning effectivity and rate of recurrence. Side effects are seen less often in EVLA and fitness for work is reached faster after EVLA. After all, EVLA can be recommended for patients with varicose veins. However, in complicated cases with distinct varicose veins and convolutes, the „classical“ stripping method still seems to be more adequate.

Literatur

- 1 Kluess HG, Noppeney T, Gerlach H et al. Leitlinien der Deutsche Gesellschaft für Phlebologie. Leitlinie zur Diagnostik und Therapie des Krampfaderleidens, www.phlebologie.de
- 2 Babcock WW. A new operation for the extirpation of varicose veins. *New York Med J* 1907; 23: 153–156
- 3 Papapostolou G, Altenkämper H, Bernheim C et al. Die LaVaCro-Studie: Langzeitergebnisse der Varizenoperation mit Crossektomie und Stripping der V. saphena magna. *Phlebologie* 2013; 42: 253–260
- 4 van Rij AM, Jones GT, Hill BG et al. Mechanical inhibition of angiogenesis at the saphenofemoral junction in the surgical treatment of varicose veins: early results of a blinded randomized controlled trial. *Circulation* 2008; 118: 66–74
- 5 Faubel R, Schäfer I, Augustin M et al. Long-term results and analyses of correlations 5 years after varicose vein stripping. *Phlebologie* 2010; 39: 263–269
- 6 Frings N, Nelle A, Tran P et al. Reduction of neoreflux after correctly performed ligation of the saphenofemoral junction. A randomized trial. *Eur J Vasc Endovasc Surg* 2004; 28: 246–252
- 7 De Maeseneer MG, Philipsen TE, Vandenbroeck CP et al. Closure of the cribriform fascia: an efficient anatomical barrier against postoperative neovascularisation at the saphenofemoral junction? A prospective study. *Eur J Vasc Endovasc Surg* 2007; 34: 361–366
- 8 Navarro L, Min RJ, Boné C. Endovenous laser: a new minimally invasive method of treatment for varicose veins – preliminary observations using an 810 nm diode laser. *Dermatol Surg* 2001; 27: 117–122
- 9 Min RJ, Zimmet SE, Isaacs MN et al. Endovenous laser treatment of the incompetent greater saphenous vein. *J Vasc Interv Radiol* 2001; 12: 1167–1171
- 10 Moul DK, Housman L, Romine S et al. Endovenous laser ablation of the great and short saphenous veins with a 1320-nm neodymium:yttrium-aluminum-garnet laser: retrospective case series of 1171 procedures. *J Am Acad Dermatol* 2014; 70: 326–331

- 11 Schwarz T, von Hodenberg E, Furtwängler C et al. Endovenous laser ablation of varicose veins with the 1470-nm diode laser. *J Vasc Surg* 2010; 51: 1474–1478
- 12 Weiss RA. Comparison of endovenous radiofrequency versus 810nm diode laser occlusion of large veins in an animal model. *Dermatol Surg* 2002; 28: 56–61
- 13 Rass K. Modern aspects of varicose vein surgery. *Hautarzt* 2005; 56: 448–456 Review
- 14 Pröbstle TM, Moehler T, Gül D et al. Endovenous treatment of the great saphenous vein using a 1,320nm Nd:YAG laser causes fewer side effects than using a 940nm diode laser. *Dermatol Surg* 2005; 31: 1678–1683
- 15 Mordon SR, Wassmer B, Zemmouri J. Mathematical modeling of 980-nm and 1320-nm endovenous laser treatment. *Lasers Surg Med* 2007; 39: 256–265
- 16 Timperman PE, Sichlau M, Ryu RK. Greater energy delivery improves treatment success of endovenous laser treatment of incompetent saphenous veins. *J Vasc Interv Radiol* 2004; 15: 1061–1063
- 17 Hamel-Desnos C, Gérard JL, Desnos P. Endovenous laser procedure in a clinic room: feasibility and side effects study of 1,700 cases. *Phlebology* 2009; 24: 125–130
- 18 Altin FH, Aydin S, Erkoc K et al. Endovenous laser ablation for saphenous vein insufficiency: Short- and mid-term results of 230 procedures. *Vascular* 2014 Feb 19 [Epub ahead of print]
- 19 Darwood RJ, Theivacumar N, Dellagrammaticas D et al. Randomized clinical trial comparing endovenous laser ablation with surgery for the treatment of primary great saphenous varicose veins. *Br J Surg* 2008; 95: 294–301
- 20 Rass K, Daschzeren M, Gräber S et al. Construction and evaluation of a multidimensional score to assess varicose vein severity – the Homburg Varicose Vein Severity Score (HVSS). *Eur J Dermatol* 2011; 21: 577–584
- 21 Disselhoff BC, Buskens E, Kelder JC et al. Randomised comparison of costs and cost-effectiveness of cryostripping and endovenous laser ablation for varicose veins: 2-year results. *Eur J Vasc Endovasc Surg* 2009; 37: 357–363
- 22 Nesbitt C, Eifell RK, Coyne P et al. Endovenous ablation (radiofrequency and laser) and foam sclerotherapy versus conventional surgery for great saphenous vein varices. *Cochrane Database Syst Rev* 2011 Oct 5: CD005624. DOI: 10.1002/14651858. CD005624.pub2. Review.
- 23 Siribumrungwong B, Noorit P, Wilasrusmee C et al. A systematic review and meta-analysis of randomised controlled trials comparing endovenous ablation and surgical intervention in patients with varicose vein. *Eur J Vasc Endovasc Surg* 2012; 44: 214–223
- 24 Mozafar M, Atqiaee K, Haghghatkhah H et al. Endovenous laser ablation of the great saphenous vein versus high ligation: long-term results. *Lasers Med Sci* 2014; 29: 765–771
- 25 Biemans AA, Kockaert M, Akkersdijk GP et al. Comparing endovenous laser ablation, foam sclerotherapy, and conventional surgery for great saphenous varicose veins. *J Vasc Surg* 2013; 58: 727–734.e1
- 26 Rasmussen L, Lawaetz M, Bjoern L et al. Randomized clinical trial comparing endovenous laser ablation and stripping of the great saphenous vein with clinical and duplex outcome after 5 years. *J Vasc Surg* 2013; 58: 421–426
- 27 Samuel N, Carradice D, Wallace T et al. Randomized clinical trial of endovenous laser ablation versus conventional surgery for small saphenous varicose veins. *Ann Surg* 2013; 257: 419–426
- 28 Flessenkämper I, Hartmann M, Stenger D et al. Endovenous laser ablation with and without high ligation compared with high ligation and stripping in the treatment of great saphenous varicose veins: initial results of a multicentre randomized controlled trial. *Phlebology* 2013; 28: 16–23
- 29 Rass K, Frings N, Glowacki P et al. Comparable effectiveness of endovenous laser ablation and high ligation with stripping of the great saphenous vein: two-year results of a randomized clinical trial (RELACS study). *Arch Dermatol* 2012; 148: 49–58
- 30 Carradice D, Mekako AI, Mazari FA et al. Clinical and technical outcomes from a randomized clinical trial of endovenous laser ablation compared with conventional surgery for great saphenous varicose veins. *Br J Surg* 2011; 98: 1117–1123
- 31 Disselhoff BC, der Kinderen DJ, Kelder JC et al. Five-year results of a randomized clinical trial comparing endovenous laser ablation with cryostripping for great saphenous varicose veins. *Br J Surg* 2011; 98: 1107–1111
- 32 Pronk P, Gauw SA, Mooij MC et al. randomised controlled trial comparing sapheno-femoralligation and stripping of the great saphenous vein with endovenous laser ablation (980 nm) using local tumescent anaesthesia: one year results. *Eur J Vasc Endovasc Surg* 2010; 40: 649–656
- 33 Christenson JT, Gueddi S, Gemayel G et al. Prospective randomized trial comparing endovenous laser ablation and surgery for treatment of primary great saphenous varicose veins with a 2-year follow-up. *J Vasc Surg* 2010; 52: 1234–1241