

Zeitschrift für Gefäßmedizin

Bildgebende Diagnostik • Gefäßbiologie • Gefäßchirurgie •
Hämostaseologie • Konservative und endovaskuläre Therapie •
Lymphologie • Neurologie • Phlebologie

Nicht-operative invasive Therapie der Perforansinsuffizienz // Nonoperative Therapy in the Treatment of Varicose Vein Disease

Zerweck C

Zeitschrift für Gefäßmedizin 2016;

13 (3), 12-19

Homepage:

www.kup.at/gefaessmedizin

Online-Datenbank
mit Autoren-
und Stichwortsuche

**Offizielles Organ der
Österreichischen Gesellschaft
für Phlebologie und
dermatologische Angiologie**



**Offizielles Organ des Österreichischen
Verbandes für Gefäßmedizin**



**Offizielles Organ der
Österreichischen Gesellschaft für
Internistische Angiologie (ÖGIA)**



Indexed in EMBASE/COMPENDEX/GEOBASE/SCOPUS

Datenschutz:

Ihre Daten unterliegen dem Datenschutzgesetz und werden nicht an Dritte weitergegeben. Die Daten werden vom Verlag ausschließlich für den Versand der PDF-Files der Zeitschrift für Gefäßmedizin und eventueller weiterer Informationen das Journal betreffend genutzt.

Lieferung:

Die Lieferung umfasst die jeweils aktuelle Ausgabe der Zeitschrift für Gefäßmedizin. Sie werden per E-Mail informiert, durch Klick auf den gesendeten Link erhalten Sie die komplette Ausgabe als PDF (Umfang ca. 5–10 MB). Außerhalb dieses Angebots ist keine Lieferung möglich.

Abbestellen:

Das Gratis-Online-Abonnement kann jederzeit per Mausklick wieder abbestellt werden. In jeder Benachrichtigung finden Sie die Information, wie das Abo abbestellt werden kann.

Das e-Journal

Zeitschrift für Gefäßmedizin

- ✓ steht als PDF-Datei (ca. 5–10 MB) stets internetunabhängig zur Verfügung
- ✓ kann bei geringem Platzaufwand gespeichert werden
- ✓ ist jederzeit abrufbar
- ✓ bietet einen direkten, ortsunabhängigen Zugriff
- ✓ ist funktionsfähig auf Tablets, iPads und den meisten marktüblichen e-Book-Readern
- ✓ ist leicht im Volltext durchsuchbar
- ✓ umfasst neben Texten und Bildern ggf. auch eingebettete Videosequenzen.

Nicht-operative invasive Therapie der Perforansinsuffizienz

C. Zerweck

Kurzfassung: Nicht-operative Therapieverfahren gewinnen in der modernen Varizentherapie zunehmend an Bedeutung. Um eine uneingeschränkte Varizensanierung mit kathetergestützten Therapieverfahren durchführen zu können, sind analog zur operativen Sanierung für sämtliche Varizenformen potente Okklusionsverfahren notwendig. Diese Arbeit soll einen Überblick zum derzeitigen Stand der Ablationserfolge von inkompetenten Perforansvenen geben. Neben den thermischen Ablationsverfahren wie Laser-, Radiowellen- und Dampfablation sowie sonstigen chemischen Sklerosierungsarten gibt die Arbeit praktische Anleitung und Tipps zur Durchführung einer Perforansvenenablation. Die große Anzahl von Studien zur Perforansvenenablation

zeigt, dass die Behandlung mit Kathetersystemen einen bedeutenden und festen Platz in der Therapie der Perforansvarikosis hat.

Schlüsselwörter: thermische Ablation, Varikosis, Perforansvenen, inkompetente Laser, Radiofrequenz, Dampf, Sklerotherapie

Abstract: Nonoperative Therapy in the Treatment of Varicose Vein Disease. Nonoperative therapy options in the treatment of varicose vein disease have gained more in importance over the last decade. A profound, catheter-based varicose vein therapy must accomplish powerful therapy solutions for all kinds

of varicose vein anatomies, such as saphenous veins, side branches and incompetent perforating veins. This overview, focused on thermal ablation techniques such as laser-, radiofrequency- or steamablation and other chemical sclerotherapy options provides also step-by-step guidance and tricks on perforating vein ablation. The enormous quantity of incompetent perforating vein ablation studies shows great interest in this method and occupies an important place in the field of chronic venous disease therapy. **Z Gefäßmed 2016; 13 (3): 12–9.**

Key words: thermal ablation, varicose, veins perforating, incompetent laser, radiofrequency, steam, sclerotherapy

■ Einleitung

Die Pathologie inkompetenter Perforansvenen (IPV) und ihr Stellenwert bei der Entstehung der chronisch-venösen Insuffizienz wurde durch Linton und Cockett ins Bewusstsein gerückt [1, 2]. Mit dem Aufkommen von neuen Kathedertechnologien und Fortschritten bei der chemischen Sklerosierungstherapie konkurrieren die klassischen operativen Behandlungsverfahren zunehmend mit den minimal-invasiven Therapien. Die traditionelle operative Therapie der Perforansveneninsuffizienz soll in diesem Beitrag ausgespart werden, da in den vergangenen Jahren keine relevanten Verbesserungen im Vergleich zur Perforansligatur oder subfasziären endoskopischen Perforansanierung (SEPS) auf diesem Gebiet erreicht werden konnten. Die Klappenrekonstruktion insuffizienter Klappen, wie sie in der Stammvene gelegentlich bereits Anwendung findet, wird aktuell in den Perforantes nicht praktiziert.

Die erste Publikation zum Therapieverfahren der endovenösen Laserablation (EVLA) von Krampfadern erschien im Jahr 1999 [3], seitdem sind diverse Arbeiten zum Thema veröffentlicht worden. Die Therapie wurde mit unterschiedlichen Lasergeneratoren, dickeren oder dünneren Laserfasern unterschiedlicher Abstrahlungscharakteristiken, Energiedichten, Pulsdauern und in wechselnden Zielgefäßen (Vena saphena magna, -parva, Seitenastvarizen, Perforansvenen) durchgeführt. Hauptsächlich wurde der Ablationserfolg in den großen und kleinen Stammvenen evaluiert. Schließlich veröffentlichten Proebstle und Herdemann im Jahr 2007 eine erste Arbeit über die Laserablation von inkompetenten Perforansvenen mit einem Diodenlaser bei 940 nm und 1320 nm Wellenlänge [4].

In den Jahren danach finden sich lediglich spärliche Veröffentlichungen zum Thema, vermutlich auch deswegen, weil keine optimalen Punktionssets am Markt verfügbar waren und sich die Sondierung einer Perforansvene mit einer 6F-Schleuse und einem Seldinger-Draht schwierig gestaltete. Proebstle und Herdemann lösten dieses Problem mit einer 16G-Kanüle, über die ein Laserkatheter mit 600-nm-Faserkern eingebracht werden konnte. Ozkan favorisierte hingegen die Seldinger-Technik als Zugangsweg [5]. Insgesamt führte die kathetergesteuerte Perforansvenenablation ein Nischendasein.

Im Jahr 2008 brachte die Firma Angiodynamics einen dünneren Laserkatheter mit einem 400-nm-Faserkern auf den Markt, welcher durch eine 21G-Kanüle passte. Der Laser-generator für den Katheter arbeitete mit 810 nm Wellenlänge und hatte als Absorptionsmedium Hämoglobin zum Ziel. Zwei Jahre später brachte die Firma Biolitec einen konstruktionsbedingt etwas dickeren Katheter (400-nm-Faserkern) auf den Markt, welcher zum einen bei 1470 nm intravasales und intrazelluläres Wasser als Absorptionsziel hatte und zum anderen eine radiale Abstrahlungscharakteristik an der Katheterspitze bot. Diese Bauweise ermöglichte niedrigere Temperaturen im Spitzenbereich und eine homogenere Energieabgabe ohne Zerstörung des Faserkopfes im Vergleich zur Energieabgabe über eine „bare fiber“-Abstrahlungsoptik [6]. Zu diesem Zeitpunkt konnten Schwarz et al. beste Ablationserfolge mit einer radial abstrahlenden Laserfaser bei 1470 nm mithilfe einer 600-nm-Faser zeigen [7].

Die erwähnte dünnere Faser schlankere Bauart mit 400 nm kann durch eine kurze 16G- (graue Viggo-) Verweilkanüle eingeführt werden und bietet dadurch eine sehr gute Manövrierbarkeit bei tolerierbarem Punktionschmerz ohne Bedarf für eine Lokalanästhesie. Gleichzeitig kann diese Faser auch zur Ablation sämtlicher Stamm- und Seitenastvarizen verwendet werden. Wir konnten damals zeigen, dass dieses Setting gute Kurzzeit-Ablationserfolge sowohl in Stammvenen als in IPV ermöglichte [8].

Eingelangt am 1. Juni 2016, angenommen am 2. Juni 2016; Pre-Publishing Online am 14. Juli 2016

Aus dem Universitäts-Herzzentrum Freiburg-Bad Krozingen

Korrespondenzadresse: Dr. med. Christof Zerweck, Klinik für Kardiologie und Angiologie II, Universitäts-Herzzentrum Freiburg-Bad Krozingen, D-79189 Bad Krozingen, Südring 15; E-Mail: christof.zerweck@universitaets-herzzentrum.de

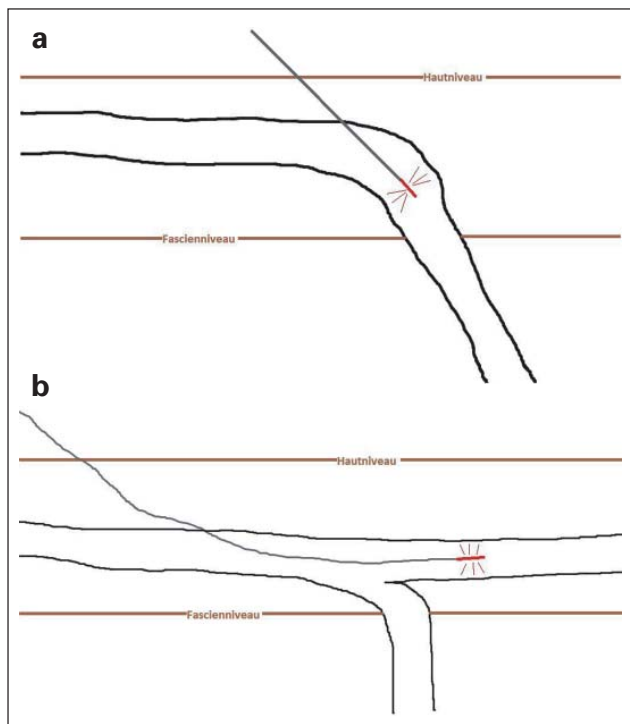


Abbildung 1: (a): L-förmige und (b): T-förmige Perforante mit möglicher Katheterpositionierung. © C. Zerweck

Die Ablation von IPV mit Radiowellentechnologie war initial mit den mehreren Zentimeter langen Hitzeabgabesegmenten bei kaliberstärkeren Kathetern (Celon ProCurve; Olympus) in häufig sehr kurzen IPV nicht gut möglich. Bauartbedingt war eine universelle Radiowellenablation aller Perforantes erst mit der Einführung eines speziellen stiftförmigen Ablationsgerätes (Closure RFS Stylet, Venefit; Medtronic) möglich, allerdings kann mit diesem Gerät nicht simultan die Stammvene mitbehandelt werden. Dementsprechend existieren hier auch nur vergleichsweise wenige Publikationen [9, 10]. Zur Dampfsklerosierung von IPV existieren derzeit keine Publikationen, das Verfahren wird jedoch in unserer Abteilung seit Jahren erfolgreich in schwierigsten Anatomien erfolgreich eingesetzt.

■ Anatomie, Physiologie und Pathogenese

Perforansvenen im Ober- und Unterschenkel sind physiologische Verbindungen zwischen dem tiefen und dem epifaszialen Venensystem. Sie drainieren oberflächliches Blut in die tiefen Venen und sind teilweise nach typischer Lokalisation mit Eigennamen benannt, z. B. im proximalen und distalen Oberschenkel die Dott-Perforantes sowie die Hunter-Perforante und im Unterschenkel die Boyd-, mehrere Cockett-, May- und Sherman-Perforantes. Neben diesen häufiger insuffizienten Perforansvenen existiert eine Vielzahl von meist physiologisch in Erscheinung tretenden Perforantes, die – jedoch selten – ebenfalls Ursache für Beschwerden und Hautveränderungen darstellen können.

Für die Pathogenese ist es entscheidend, ob die Perforantes den proximalen oder distalen Insuffizienzpunkt darstellen. Nicht selten leiten insuffiziente Oberschenkelperforantes Reflux aus der Vena femoralis via Muskelvenen oder Direktver-

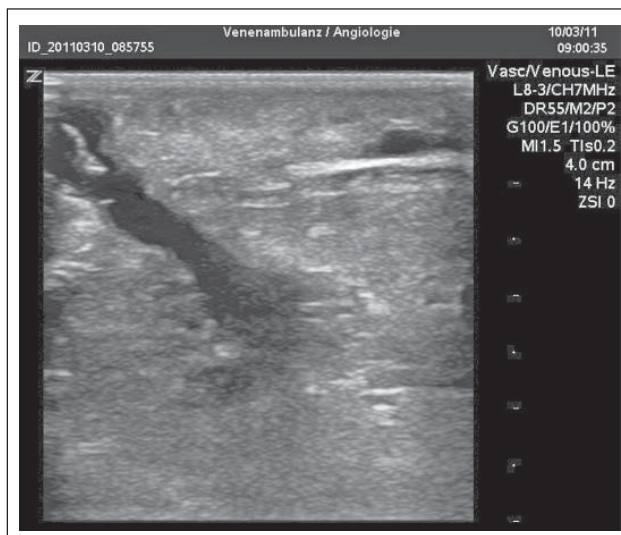


Abbildung 2: Perforante mit Laserkatheterspitze links oben einliegend. © C. Zerweck

bindung in die Vena saphena magna ein, welche ihrerseits diesen nach distal weiterleitet, während die eigentliche inguinale Vena saphena magna-Crosse suffizient darstellbar ist. Analog verhält sich die Situation in Vena saphena parva-Position. Besonders häufig kann diese Situation nach operativer Crossektomie ohne Stripping (z. B. nach Abriss der Stammvene während des Strippens) der Stammvene gefunden werden. Des Weiteren fördert Reflux im tiefen Venensystem, z. B. durch ein postthrombotisches Syndrom, die Entstehung von IPV. In einer Studie konnte nachgewiesen werden, dass bis zu 2/3 aller IPV durch Reflux im tiefen Venensystem hervorgerufen wurden [11]. Einige Autoren vertreten zudem die Meinung, dass das Blow-out-Syndrom bei Muskelkontraktion die Entstehung von IPV begünstigt [12].

Prinzipiell existieren zwei Perforansvenenformen: eine L-förmige und eine T-förmige Ausprägung. Der Katheter kann wie in Abbildung 1 demonstriert eingeführt werden. Es ist auf eine extrafasziale Position der Katheterspitze zu achten, eine intramuskuläre oder intrafasziale Position ist unerwünscht und kann zu Muskel- oder tiefen Beinvenenthrombosen führen (Abb. 2). Vor Energieabgabe sollte immer sicher die Position der Katheterspitze durch Manipulation am Katheter ermittelt werden.

■ Klinik

IPV sind meist nur ein untergeordneter Teil der Gesamterkrankung der chronisch-venösen Insuffizienz. Die hierfür typischen Beschwerden wie Schmerz, Schwellung, Juckreiz, Schwere im Bein, nächtliche Krampfneigung, Völlegefühl im Bein werden in der zweiten Tageshälfte angegeben und verstärken sich mit Immobilisation und Wärme. Bei sportlicher Aktivität kann auch eine *Claudicatio venosum* mit Krampfneigung auftreten. Beschwerdelinderung erbringt oft die Beinhochlagerung und das Tragen von Kompressionsstrümpfen unterschiedlicher Stärke. Andere häufigere Ursachen für eine Perforansvenendiagnostik stellen therapierefraktäre Ulzera dar. Inspektorisch können lokale, eher kleinräumigere Hautveränderungen wie Ekzeme, sklerosierende Hypodermatitis und Lipodermatofasiosklerosen wegweisend für ursächli-

che IPV sein. Eine weitere typische Erstmanifestation einer relevanten Perforansvarikosis stellen Muskelvenen- oder tiefe Beinvenenthrombosen dar, welche durch Thrombusprogression von initial eher harmloseren Varikothrombophlebitiden entstanden sind [13].

Zuletzt berichtet auch ein kleinerer Teil der Patienten über sehr spezifische Beschwerden an typischen Lokalisationen für Perforansvenen. Hier wird oft über Stechen, Juckreiz, Druckgefühl, Hypersensibilität oder belastungsabhängigen dumpfen Schmerz berichtet. Sonographisch korrelieren diese Angaben oft mit IPV.

■ Behandlungsindikation

Es besteht teilweise die Meinung, dass die Mehrheit der Patienten mit IPV keine Behandlung dieser Pathologie durch Operation, thermische Ablation oder sonstige invasive Maßnahmen benötigt [14]. Vor einer Entscheidung zur invasiven Therapie von IPV muss darum eine Funktionstestung der Perforante erfolgen. Des Weiteren muss geklärt werden, in welchem Verhältnis der lokale Befund zur Gesamterkrankung steht und ob eine Beseitigung der Perforante überhaupt von therapeutischer Relevanz ist. Die farbkodierte Duplexsonographie mit Flussmessung in der Perforante stellt hierbei den Goldstandard zur Klärung der Flussrichtungen dar, nebenbei kann der Durchmesser der Perforanslücke im B-Bild ein weiteres Entscheidungskriterium für oder gegen eine Therapie darstellen. Entsprechend der Empfehlungen des „American Venous Forum“ haben IPV ab einem Durchmesser von 3,5 mm und einer Refluxdauer > 500 ms bei aktivem oder abgeheilten *Ulcus cruris venosum* (CEAP-Stadium C5 + C6) eine Behandlungsindikation.

Aber auch in niedrigeren Krankheitsstadien kann eine Behandlung oft indiziert sein, z. B. bei lokalen Schmerzen, schweren Hautveränderungen oder im Setting der endovenösen Ablationen von Stammvenen mit alleiniger Schaumsklerosierung der Seitenäste ohne Ablation der IPV. In diesem Regime kommt es unserer Erfahrung nach häufig zu Rezidiven im Seitenastbereich am Ober- und Unterschenkel durch verbleibende IPV als proximaler oder distaler Insuffizienzpunkt. Ozkan konnte zudem zeigen, dass durch die Behandlung von IPV nach 6 Monaten mehr neue klappensuffiziente Perforantes nachgewiesen werden können [15]. Inkompetente Perforantes fanden sich ebenfalls, jedoch außerhalb des Stammvenengebietes, meist am lateroventralen Unterschenkelbereich.

■ Material und Methoden

Chemische Sklerosierung

Als die am wenigsten invasive Therapie von IPV darf die Schaumsklerosierung gelten. Je nach Durchmesser und Ausdehnung des Gefäßsystems der Seitenastvarize wird im Abstand von einigen Zentimetern (ca. 3 cm Abstand zur Perforante) ein Polidocanol- (Aethoxysklerol-) Luftgemisch (oder andere Wirkstoffe/spezielle Gasmischungen) als Schaum in Mengen von wenigen Millilitern appliziert. Während der Injektion des Sklerosans kann die Perforante manuell komprimiert werden, um die Schaumapplikation via Perforante in die tieferen Venen zu vermeiden. Erfahrungsgemäß verhindert

diese Vorsichtsmaßnahme jedoch nicht effektiv die Thrombusprogression im Verlauf der nächsten Tage und nach Beenden der manuellen Kompression kann möglicherweise noch reaktives Polidocanol in die Tiefe drainiert werden. Insgesamt sind die Empfehlungen zur optimalen Vorgehensweise für diese Anatomie unter den praktizierenden Kollegen international sehr heterogen. Mäßig guter Langzeiterfolg nach Schaumsklerosierung von Stammvenen sowie eigene Erfahrungen in der Sklerotherapie von Perforantes zeigen, dass initial erfolgreich schaumsklerosierte Perforantes nach einiger Zeit nicht selten rekanalisieren.

Kathetergestützte Methoden

Die thermischen Ablationsmethoden und auch Cyanoacrylat-Kleber können im Gegensatz zur Schaumsklerosierung einen punktgenauen, sofortigen Verschluss der Perforante erreichen. Eingeschränkt gilt dies auch für Heißdampf-Ablation, da hier heißes Blut durch den Dampfstoß unwillkürlich in die intrafaszialen Venen „eingeblassen“ wird. Nach duplexsonographischem Verschluss der IPV kann ohne Gefahr der Schaumeinbringung in das tiefe Venensystem epifaszial sklerosiert werden. Derzeit konkurrieren mehrheitlich Lasersysteme mit verschiedenen Laserkathetern mit thermischen Methoden auf Radiowellenbasis.

Die Dampfablation steht als weitere thermische Ablationsform zur Verfügung, ist insgesamt jedoch weniger weit verbreitet. Mechano-chemische Ablationsverfahren wie Clarivein scheiden methodenbedingt in dieser Anatomie aus. Als rein chemisches Verfahren ist nun auch in den USA seit 2016 die Cyanoacrylatablation zur Therapie der Varikosis regulär zugelassen. Bei der Auswahl geeigneter Ablationskatheter zur Perforansvenenablation ist insbesondere der dickste Durchmesser der Energieabgabeeinheit, in der Regel die Katheterspitze, ausschlaggebend. Je dünner, desto einfacher gelingt die Sondierung der Perforante. Aufgrund von Fertigungstoleranzen und unterschiedlichen Kanülendesigns ist für einige Katheter erst die übernächste Kanülengröße passend. Insbesondere Venenverweilkanülen mit Stichschutzmechanismus mancher Hersteller sind bauartbedingt mit Metallteilen gefertigt, welche das Verschieben eines Katheters stark erschweren oder unmöglich machen.

Eine Übersicht zu den derzeit im mitteleuropäischen Raum jeweils dünnsten verfügbaren Ablationskathetern nach Hersteller gibt Tabelle 1.

■ Prozedur

Bislang sind keine Empfehlungen zur Perforansvenenablation publiziert. Aus diesem Grund beschreiben wir den Eingriff, wie er in unserer Abteilung durchgeführt wird. Andere Abteilungen verwenden teilweise andere Anästhesie- oder Narkoseregimes, die Nachsorge kann ebenfalls unterschiedlich ausfallen. Auf Narkose, Hautschnitte oder Stichinzision wird bei unserem Vorgehen komplett verzichtet. In unserer Abteilung haben sich die Therapien mit einem Diodenlaser bei 1470 nm Wellenlänge von Biolitec mit einer ELVeS Radial Slim Fiber oder die Dampfablation mit einem Flexivein-Katheter von CermaVein als optimal erwiesen. Ersteres Verfahren eignet sich wegen Zeitvorteilen gut in Standardsituatio-

Tabelle 1: Übersicht der derzeit im mitteleuropäischen Raum dünnsten verfügbaren Ablationskatheter. © C. Zerweck

Technologie	Hersteller	Generator	Katheter/Dicke	Schleuse (F)/ Kanüle (G)
Heißdampf	CermaVein SAS, Archamps, F	Veno Steam System	FlexiVein; Ø = 1,2 mm TribVein; Ø = 0,8 mm	16 G => 1,3 mm ID 18 G => 1,0 mm ID
Radiowelle, Venefit	Covidien, Dublin, Irland (Medtronic)	Closure RFG	Closure Fast 3+7 cm Closure RFS Stylet	7 F => 2,3 mm AD 6 F => 2,0 mm AD
Radiowelle, RFITT	Olympus Surgical Techno- logies, Hamburg, D	Celon Precision	Celon ProCurve Applikator; Ø 5,4 F => 1,8 mm	6 F => 2,0 mm AD
Laser 980,1470 nm	Biolitec Biomedical Techno- logy GmbH, Jena, D	Leonardo Dual 45 980 nm (30 W) und 1470 nm (15 W)	ELVeS Radial slim Fiber, IC; Ø 4 F => 1,3 mm ELVeS Radial 2 Ring slim Fiber, IC; Ø 4 F = 1,3 mm ELVeS Radial Fiber, IC; Ø = 1,85 mm ELVeS Radial 2 Ring Fiber, IC; Ø = 1,85 mm	16 G => 1,3 mm ID 6 F => 2,0 mm AD
Laser 1470 nm	A.R.C Laser GmbH, Nürnberg, D	Wolf 1470 nm (10 W)	Donut Fiber 400 µm + 600 µm	16 G => 1,3 mm ID 12 G => 2,7 mm AD
Laser 980,1470 nm	ENDOTEC Medizinische Laser Deutschland GmbH, Düsseldorf, D	neoV Laser 1470 nm (10 W) oder 980 nm (20 W)	ETO 360° FUSED Fiber; Ø = 1,8 mm ETO 360° FUSED Fiber SLIGHT; Ø = 1,3 mm	6 F => 2,0 mm AD 16 G => 1,3 mm ID
Laser 1470 nm	Intros GmbH, Heilbad Heiligenstadt, D	LINA-1470 1470 nm (15 W)	introsRadialTip Surgical LaserFiber 600 µm Ø ~1,3 mm introsRadialTip Surgical LaserFiber 400 µm Ø ~ 1,3 mm	14 G/5 F => 1,7 mm AD 16 G/4 F => 1,3 mm ID
Laser 810, 1470 nm	Angiodynamics, Latham, NY, USA	VenaCure 1470 nm (12 W) oder 810 nm (30 W)	NeverTouch Direct Ø 0,9 mm bei 600 µm NeverTouch Gold-Tip Ø 0,9 mm bei 600 µm 400 µm bare Fiber	4 F => 1,3 mm AD 21 G => 0,8 mm AD
Laser 532, 810, 940, 980, 1064, 1320, 1470 nm	TotalVeinSystems, Houston, TX, USA	TVS 1470 oder 1470 Nano (7, 14, 17, 30 W)	ThermaShield Fiber diverse Diameter HCS Bare-tip-Fiber 400,600 µm	4 F => 1,3 mm AD
Kleber N-Butyl-2-Cyanoacrylat	Covidien IIC, Morrisville, USA (Medtronic)	VenaSeal Closure System	Katheter Ø 5 F => 1,7 mm	7 F => 2,4 mm AD

ID: Innendurchmesser; AD: Außendurchmesser; 600/400 µm: Dicke des optisch leitenden Faserkerns, F: French; G: Gauge; W: Watt

nen (z. B. erste Therapie Stammvene + Perforantes). Letzteres, die Dampfablation, wird bei uns vorrangig in Fällen von inguinalen oder poplitealen Crosserezidiven, in sehr großen und schwer torquierten Seitenastvarizen (1–2 cm Durchmesser) und sehr großen IPV angewendet. Methodenbedingt muss hier auf sehr gute Kühlung des Katheters geachtet werden, um keine Verkochungen der Punktionsstelle oder der sonstigen Haut zu verursachen.

Es wird bei der Untersuchung der Venen der Extremitäten empfohlen, einen Standardablauf einzuhalten [16, 17]. Anfangs verfolgt man von proximal nach distal den Stammvenenverlauf, um den optimalen Punktionsort für dieses Gefäß festzulegen, danach werden die relevanten IPV aufgesucht und markiert. Wir empfehlen, dies in sitzender oder stehender Position durchzuführen, da im Liegen durch den fehlenden Druck die IPV kleiner und irrelevanter erscheinen. Durch Darstellung in Längs- und Querrichtung zum Perforansvenenverlauf bekommt man einen dreidimensionalen Eindruck der Anatomie. Nach mittiger Zentrierung des Schallkopfes

über der Zielvene kann durch Hin- und Herfahren über dem zentrierten Venenverlauf und Drehung des Schallkopfes die optimale Stichrichtung ermittelt werden. Die Markierung mit Richtungspfeilen erleichtert später nach steriler Abdeckung des Arbeitsfeldes eine schnellere Arbeitsweise. Insbesondere in fortgeschrittenen Stadien der chronisch-venösen Insuffizienz mit schwerer Dermatosklerose ist nach Punktion oft keine subkutane Richtungsänderung der Kanüle im verhärteten Gewebe möglich, sodass die Stichrichtung von vornherein optimal sein muss, um die Zielvene zu punktieren.

Nach Markierung aller Zielvenen kann die Desinfektion und sterile Vorbereitung erfolgen. Danach werden nacheinander alle Venenverweilkanülen in oberflächlicher subkutaner Anästhesie platziert. Die mäßige Anti-Trendelenburg-Lagerung des Patienten erleichtert die Punktion durch druckbedingte Venendilatation (CAVE: steile Lagerung => vasovagale Reaktionen!). Auf die Positionierung des Katheters kann die eigentliche Tumescenzanästhesie im perivenösen Raum erfolgen. Wir verwenden als Tumescenzflüssigkeit eine auf 5° C



Abbildung 3: Prozedur. **Oben links:** Sonographisch platzierte 16 Kanülen (die linke in der Vena saphena magna, die rechten beiden in IPV); **oben rechts:** Vorschub der Katheterfaser in die Stammvene mit sichtbarem roten Positionslight auf Kniehöhe; **Mitte links:** Laserablation der Stammvene beendet. Einführung der Faser in die IPV; **Mitte rechts:** Fixierung der Faser mit dem Finger, Kanüle entfernt; **unten links:** Behandlung der zweiten IPV; **unten rechts:** erneute Tumescenzanästhesie vor Laseraktivierung zur Kühlung. © C. Zerweck

gekühlte Mischung von 25 ml 2 % Ultracain + 25 ml 8,4 % Natriumkarbonat + 0,5 mg Epinephrin in 500 ml NaCl 0,9 %.

Zuerst werden die proximalen Stamm- oder Seitenastvarizen okkludiert. Die Katheterspitze sollte hier analog zu den Empfehlungen des Herstellers ca. 1–3 cm von der Crossempfindung entfernt positioniert werden. Je nach verwendeter Technologie erfolgt dann die Ablation der Varize entsprechend gängiger Energieempfehlungen.

Beispiele für Einstellungen Laser-, Radiowelle und Dampftherapie:

- 1470-nm-Diodenlaser:
 - ELVeS Radial slim Fiber 9 W, 60 J/cm
 - ELVeS Radial 2Ring Fiber 10 W, 60 J/cm
- VenoSteam:
 - 2–3 Dampfstöße/cm (60 J/Dampfstoß)
- Radiowelle:
 - 85 °C für 1 Minute, ggf. wiederholt

Bei der Radiowellentherapie entfallen durch selbstständige Energiedosisoptimierung weitere Einstellungen. Bei der VenaSeal-Therapie ist die Klebstoffmenge entsprechend der Herstellerempfehlungen zu wählen.

Nach Behandlung der Stammvenen wird der Katheter in den IPV positioniert. Die Venenverweilkanüle/Schleuse kann ent-

fernt werden, um ein Verkochen derselben zu vermeiden. Dabei muss darauf geachtet werden, dass der Katheter nicht aus dem oft nur wenige Zentimeter langen Zielgefäß herausgleitet. Zur Vermeidung von thermischen Nervenläsionen empfiehlt sich die großzügige Verwendung von kalter Tumescenzanästhesie direkt vor der IPV-Ablation. Pannier et al. konnten durch diese Maßnahme außerdem eine deutliche Verringerung des Schmerzmittelbedarfs dokumentieren [18]. Während der Ablation der Perforante können mittels Ultraschall die intravenöse Lage des Katheters und der Ablationserfolg kontrolliert werden. Alternativ kann mit Palpation über der Ablationsstelle eine Änderung der Vibrationen beim Verlassen der Vene verspürt werden, sodass die Energieabgabe beendet werden kann. Aufgrund der kurzen Ablationsstrecke haben sich höhere Energiedosen (69–130 J/cm) als in der längeren Stammvene als effektiv herausgestellt [8, 19]. Nach Ablation aller Zielgefäße sollte vor Applikation von Aethoxysklerol oder einer ergänzenden Seitenastphlektomie eine orientierende Ausschlussdiagnostik von Thrombosierungen des tiefen Venensystems erfolgen [20, 21]. Der Eingriff ist in Abbildung 3 illustriert.

■ Nachsorge

Es existieren keine Empfehlungen zu einer postinterventionellen Thromboseprophylaxe im ambulanten Setting, meist wird für 1–5 Tage ein niedermolekulares Heparin in Pro-

Tabelle 2: Vergleich verschiedener Laser-IPV-Ablationsstudien. © C. Zerweck

	Corcos	Zerweck	Hissink	Sang Woo Park	Mert	Proebstle	Proebstle	Ozkan [26]	Chehab [27]
Ablationsgerät	Diodenlaser CereLas D™, Biolitec AG, Jena, D	Diodenlaser CereLas D™, Biolitec AG, Jena, D	Diodenlaser Diomed delta 15 W, Daejeon, Korea Andover, MA, USA	Daedeok Laser, Daejeon, Korea	Diodenlaser CereLas D™, Biolitec AG, Jena, D	Nd:YAG Laser	Diodenlaser	Diodenlaser Dornier, MedTech Laser GmbH, Germering, D	Diodenlaser VenaCure, Angiodynamics, Latham, NY, USA
Verwendeter Katheter	600 µm Eufoton flat surface of emission	400 µm ELVeS-radial- slim kit™	400 µm Angiodynamics, Queensbury, NY, USA	600 µm bare tip	400 µm ELVeS-radial- slim kit™	600 µm	600 µm	600 µm	400 µm bare fiber
Wellenlänge	808 nm	1470 nm	810 nm	980 nm	1470 nm	1320 nm	940 nm	940 nm	1470
IPV (N)	530	69	58	69 (34/35)	23	47	20	7	171
IPV-Durchmesser	2–4 mm n = 203 ~4 mm n = 222 4–6 mm n = 99 > 6 mm n = 10	5,1 ± 1,6 mm	Keine Daten	Keine Daten	Keine Daten	3,3 mm (1,1–8)	3,3 mm (1,1–8)	3–4,6 mm	Keine Daten
Energieabgabe Watt (W)	Kontinuierlich 6–10 W	Kontinuierlich 8 W	Kontinuierlich 14 W	Kontinuierlich 10 W (14 W)	Kontinuierlich 10 W	Gepulst 5–10 W	Gepulst 8–30 W	Gepulst 10 W	Gepulst 3x 25 J Puls/mm
LEED (J/cm)	15 J/cm	132 J/cm	Keine Daten	Keine Daten	69 J/cm	~400 J/cm	~400 J/cm	~60 J/cm	157–238 J/cm
Mittlere Energie pro IPV (Joule)	Keine Daten	241 J ± 121	187 J (87–325)	Keine Daten	174 J ± 75	290 J (90–625)	250 J (103–443)	Keine Daten	300–500 J
Kurzzeitkontrolle Verschlussrate	Keine Daten	1 Tag 100 % 1 Woche 94,2 %	Keine Daten	1 Woche 96,1 %	1 Tag 100 %	1 Tag 100 %	1 Tag 100 %	Keine Daten	1 Monat 94 %
Langzeitkontrolle Verschlussrate	3 Monate– 6 Jahre 72,2 %	1 Monat 95,6 %	3 Monate 78 %	Hohe Verlustrate im Verlauf	1 Jahr 86,9 %	3 Monate Schrumpfung, keine Daten Hohe Verlustrate im Verlauf	3 Monate Schrumpfung, keine Daten Hohe Verlustrate im Verlauf	1 Monat 83,3 %	3 Monate 98 %

phylaxedosis appliziert (z. B. Enoxaparin 40 mg 1x tägl. s. c.). Eine postinterventionelle Kompressionstherapie zur Thromboseprophylaxe, Schwellungsreduzierung und Schmerzlimitierung ist in der ersten Woche nach dem Eingriff empfehlenswert [22]. In der Regel kann dies mit einem angepassten Kompressionsstrumpf der Klasse II je nach Interventionsgebiet als Ober- oder Unterschenkelstrumpf erfolgen. In unserer Abteilung wird der Strumpf 24 h nach dem Eingriff und danach über einen Zeitraum von 1–3 Wochen je nach Beschwerden angewandt. Nichtsteroidale Antiphlogistika (Ibuprofen 400 mg 2–3x tägl. oder topisch als Schmerzgel) können effektiv die teils recht schmerzhaften Postablationsphlebitis eindämmen. Die Antibiotikagabe, wie sie auch teils in der älteren Fachliteratur in solchen Fällen praktiziert wird, ist nach unserer Erfahrung nicht zielführend, da es sich um ein abakterielles, steriles Entzündungsgeschehen handelt.

In der Regel kann der Patient am nächsten Tag seinen üblichen Aktivitäten nachgehen, allerdings wird für eine Woche von starker Erschütterung oder Sport abgeraten. Nach einer Woche erfolgt die duplexsonographische Erfolgskontrolle sowie ein Thromboseauschluss mittels Kompressionssonographie. Ggf. kann dabei mit Verödungsbehandlungen im Seitenastbereich nachbehandelt werden.

■ Komplikationen

Die meisten Komplikationen bei der Ablation von IPV gleichen denen der Ablation in den Stammvenen. Es treten auf: Muskelvenenthrombose, oberflächliche oder tiefe Beinvenenthrombose,

Lungenembolie, Postablationsphlebitiden, Nervenverletzungen, neurologische Symptome durch Polidocanol, hypotone Reaktionen beim Eingriff, Hyperpigmentierungen der Haut, teleangiektatisches Matting und länger anhaltende Schmerzen im Interventionsgebiet.

Eine spezielle Komplikation der gezielten Behandlung von IPV stellt das Auftreten von Muskelvenenthrombosen im intramuskulären Anschlussstück der Perforante dar. Gelegentlich kommt es zu einer vermutlich stase- oder hitzebedingten Thrombosierung auf wenigen Zentimetern ab Faszieniveau. Die Bedeutung dieses intramuskulären Thrombusprogresses ist ungeklärt, eine Relevanz entsteht nur im Falle eines ausgedehnten Progresses bis in das tiefe Venensystem. Bei nur kurzer intramuskulärer Thrombosierung erfolgt in unserer Abteilung in der Regel eine Kontrolluntersuchung im Abstand von 2–3 Wochen ohne Gabe von Antithrombotika, im englischsprachigen Raum sind auch Gaben von ASS 325 mg für kürzere Zeiträume nicht unüblich. Bei sehr seltenen, ausgedehnten Thrombosierungen erfolgt die Therapie entsprechend den gängigen Leitlinien.

■ Diskussion

Studienlage Laser

Mittlerweile existieren einige Studien zur Sicherheit und Effizienz der Laserablation von IPV, auch hinsichtlich der Effekte auf Ulzera und Lebensqualität. Eine Auswahl von Laserstudien mit detaillierten Prozedurdaten gibt Tabelle 2 wieder. Man beachte, dass die Studien hinsichtlich der verwendeten Materialien und unterschiedlicher Energieabgabemodi sehr heterogen sind, sodass die LEED (linear endovenous energy dose = J/cm), welche bei moderaten Rückzugsgeschwindigkeiten des Laserkatheters zu Vergleichen herangezogen werden kann, nur eine ungefähre Idee der benötigten Energiedosis darstellt. Analog zu den Daten von Darwood und Gough glauben wir jedoch, dass eine Mindestenergie von 60 J/cm notwendig ist, um einen langanhaltenden Ablationserfolg zu erreichen, wengleich mit deutlich niedrigeren Dosen um 20 J/cm initial ebenfalls eine Thrombosierung der IPV erreicht werden kann [23].

Die erste Studie zum Thema publizierte Proebstle und Herdemann 2007 mit einem 940- und 1320-nm-Laser und einer „bare fiber“ (Lichtwellenleiter ohne Optik mit unidirektionaler Energieabgabe) [4]. Nach einer Pilotphase wurde schließlich zwischen 250–290 J pro IPV appliziert, wengleich auch mit der Hälfte der Energie suffiziente Kurzzeit-Ablationserfolge erzielt werden konnten. Die Studie fokussierte auf IPV-Schrumpfung, nicht auf Verschlussfolgerfolg. Nach 3 Monaten konnte bei einer 76%-Drop-out-Rate ein anhaltender Schrumpfungserfolg nachgewiesen werden. Wie bei der „bare fiber“ bekannt, hatte die Hälfte der Patienten größere Einblutungen im Interventionsgebiet, Parästhesien wurde mit 16 % berichtet.

Die Studie von Sang Woo Park et al. wurde mithilfe von Angiographien durchgeführt [24]. Ziel war es zu untersuchen, ob die „Überlaserung“ des Abganges der IPV von der Stammvene besser sei als die direkte Lasertherapie der IPV. Mit 96 % Ablationserfolg nach einer Woche konnten hohe Verschluss-

raten der IPV gezeigt werden, die Ergebnisse sprachen für die indirekte Ablation der Perforante via Stammvene. Allerdings war dies den Autoren zufolge den schwierigeren Punktionsbedingungen geschuldet. Die verwendeten „bare fiber“-Katheter führten zu recht starken Beschwerden und Hämatomen im Zielgebiet.

Später publizierten Hisslink et al. ihre Ergebnisse bei Patienten mit schweren CEAP-Stadien (C4–6) [11]. Die meisten IPV waren hier mit Reflux im tiefen Venensystem vergesellschaftet. Es konnte eine Verschlussrate von 78 % erreicht werden. Ekchymosen oder größere Hämatome traten nicht auf, dies hing wahrscheinlich mit der verwendeten „gold-tip-fiber“ zusammen, welche eine gewisse Streuung der Energieabgabe in der Vene erreicht und so Perforationen der Venenwand verhindern kann. Mert et al. und unsere Abteilung haben Daten mit einem Ceralas-D-Diodenlaser (Biolitec) und gleicher Faser publiziert, die mittlere LEED lag bei Mert bei 69 J/cm, während in unserer Abteilung die etwa doppelte Leistung appliziert wurde [8, 19]. Nach einem Monat konnten Verschlussraten von 96 %, nach einem Jahr von 87 % erzielt werden.

Das größte Kollektiv haben bislang Corcos et al. mit 530 IPV in den Jahren 2002–2008 untersucht [25]. Es konnten bei stark unterschiedlichem Kontrollzeitraum Verschlussraten von 72 % bei sehr geringen Energiedosen von 15 J/cm erreicht werden, allerdings wiesen 4/5 der IPV's eher einen kleinen Durchmesser von 2–4 mm auf, was die gute Erfolgsrate erklären mag.

Studienlage Radiowelle

Zur Radiowellentherapie von IPV sind einige kleinere Studien und Einzelfallberichte publiziert worden, die größte Datenbasis publizierten Marrocco et al. 2010. Sie erreichten nach 5 Monaten einen hervorragenden 100%-Ablationserfolg in 241 IPV [28]. Marsh et al. konnten nach 14 Monaten bei 124 IPV mit dem speziellen Ablationsset ClosureRFS (Venefit; Medtronic) eine Verschlussrate von 82 % dokumentieren [9]. Bei dieser Studie wurde das Ende des Stilett's subfaszial platziert, nicht epifaszial wie bei den oben erwähnten Eingriffen.

Studienlage Dampf

Derzeit liegen keine publizierten Daten zur Dampfablation von IPV vor. Eine Studie unsererseits ist in Planung.

Studienlage Kleber

Toonder et al. haben jüngst die Ergebnisse mit dem VenaSeal-System zur Okklusion von IPV veröffentlicht [29]. Sie konnten bei 33 IPV eine Thrombosierung in 76 % herbeiführen. Der Kontrollzeitraum erstreckte sich über 3 Monate, sodass die Methode bei vergleichbaren Ergebnissen wie bei thermischer Therapie als effektiv gelten kann. Langzeitergebnisse und größere Kollektive fehlen bislang.

Studienlage Schaum

Im vergangenen Jahrzehnt sind zunehmend auch gezielte Studien zur Schaumsklerosierung von IPV veröffentlicht worden. Typisch für das Verfahren ist, dass oft mehrere Verödungsbehandlungen der IPV notwendig sind, um einen dauerhaften Verschluss zu erreichen [30]. Masuda et al. konnten beispiels-

weise zeigen, dass sich der initiale 98%-Sklerosierungserfolg im Laufe von fast 2 Jahren mit einer 75%-Verschlussrate sehr nachhaltig zeigte, wenngleich hier das in Europa weniger übliche Natrium-Morhuat (5 %) verwendet wurde [31]. In dieser Serie traten bemerkenswerterweise keine tiefen Beinvenenthrombosen auf, während in anderen Studien und unserer Erfahrung nach mit Inzidenzen für eine kurzstreckige Thrombosierung der kommunizierenden tiefen Vene im Bereich der IPV von 5–10 % zu rechnen ist [30].

Eine vergleichende Arbeit zu IPV-Verschlussraten für die Radiofrequenz-, Laser- und Schaumsklerosierungstherapie ist von Hager et al. publiziert worden [32]. Hier zeigten sich nach 2 Wochen Vorteile für die Radiofrequenztherapie (73 %) vor der Lasertherapie (61 %). Die Schaumsklerosierung schloss mit 57%-Erfolg zwar schlechter ab, aufgrund der geringen Invasivität, der Kosten und einfacher Wiederholbarkeit bleibt die Methode trotzdem eine sehr attraktive Option. Eine Meta-Analyse über die erwähnten Methoden gibt die Arbeit von Dillavou et al., welche dieses Jahr publiziert wurde [33]. Beste Erfolgsergebnisse werden hier den thermischen Ablationsmethoden zugeschrieben, während Kosten, Anwendbarkeit in Ulkusnähe und Schlichtheit der Prozedur für die Schaumsklerosierung sprechen.

■ Schlussfolgerung

Die Daten zeigen, dass es derzeit keine „beste“ nicht-operative Therapie für IPV gibt. Allerdings zeigt die Fülle der Studien, dass die Ablation von IPV mit Kathetersystemen einen bedeutenden und festen Platz in der Therapie der Perforansvarikosis hat. Im Zusammenspiel von thermischen und chemischen Ablationsmethoden ist es inzwischen möglich, bei der Varikosisanierung komplett auf Narkose und Schnittinzisionen zu verzichten, was von Patientenseite oft gewünscht wird. Insgesamt fehlen jedoch große, randomisierte Studien mit adäquater Power, um Empfehlungen hinsichtlich einer zu bevorzugenden Therapie zu geben. Wir glauben, dass derzeit hauptsächlich die Erfahrung des Arztes mit der jeweiligen Methode ausschlaggebend für den Therapieerfolg sein dürfte und nicht so sehr das gewählte Gerät.

■ Relevanz für die Praxis

Analog zur chirurgischen Perforansligatur inkompetenter Perforantes kann auch bei endovenöser Varizentherapie eine Behandlung von Perforansvenen ohne chirurgisches Eingreifen erfolgen.

Die thermische Ablation von inkompetenten Perforansvenen ist mit den am Markt befindlichen Ablationssystemen auf Laser-, Radiowellen- und Dampfbasis sowie mit Acrylatkleber wissenschaftlich evaluiert und wird in einigen Zentren im Rahmen der Regelversorgung durchgeführt.

Im Vergleich zur Schaumsklerosierung von inkompetenten Perforansvenen kann mit thermischen Ablationsmethoden millimetergenau ein sofortiger Verschluss der Perforante erreicht werden, wenngleich sich die Eingriff spezifischen Komplikationen gleichen.

■ Interessenkonflikt

Es besteht kein Interessenskonflikt mit in dieser Arbeit erwähnten Firmen oder Personen. Eigene zitierte Studien wurden durch Eigenmittel finanziert.

Literatur:

- Linton RR. The communicating veins of the lower leg and the operative technique for their ligation. *Ann Surg* 1938; 107: 582–93.
- Cockett F. The pathology and treatment of venous ulcers of the leg. *Br J Surg* 1955; 43: 260–78.
- Boné C. Tratamiento endoluminal de las varices con laser de diodo. Estudio preliminar. *Patol Vasc* 1999; V: 31–9.
- Proebstle TM, Herdemann S. Early results and feasibility of incompetent perforator vein ablation by endovenous laser treatment. *Dermatol Surg* 2007; 33: 162–8.
- Ozkan U. Endovenous laser ablation of incompetent perforator veins: a new technique in treatment of chronic venous disease. *Cardiovasc Intervent Radiol* 2009; 32: 1067–70.
- Amzayyb M, van der Bos RR, Kodach VM, de Bruin DM, Nijsten T, et al. Carbonized blood deposited on fibres during 810, 940 and 1470 nm endovenous laser ablation: thickness and absorption by optical coherence tomography. *Lasers Med Sci* 2010; 25: 439–47.
- Schwarz T, von Hodenberg E, Furtwängler C, Rastan A, Zeller T, Neumann FJ. Endovenous laser ablation of varicose veins with the 1470-nm diode laser. *J Vasc Surg* 2010; 51: 1474–8.
- Zerweck C, von Hodenberg E, Knittel M, Zeller T, Schwarz T. Endovenous laser ablation of varicose perforating veins with the 1470-nm diode laser using the radial fibre slim. *Phlebology* 2014; 29: 30–6.
- Marsh P, Price BA, Holdstock JM, Whiteley MS. One-year outcomes of radiofrequency ablation of incompetent perforator veins using the radiofrequency stylet device. *Phlebology* 2010; 25: 79–84.
- Spiliopoulos S, Theodosiadou V, Sotiriadi A, Karnabatidis D. Endovenous ablation of incompetent truncal veins and their perforators with a new radiofrequency system. Mid-term outcomes. *Vascular* 2015; 23: 592–8.
- Hissink RJ, Bruinis RM, Erkens R, Castellanos Nuijts ML, van den Berg M. Innovative treatments in chronic venous insufficiency: endovenous laser ablation of perforating veins: a prospective short-term analysis of 58 cases. *Eur J Vasc Endovasc Surg* 2010; 40: 403–6.
- Cockett FB, Jones DE. The ankle blow-out syndrome; a new approach to the varicose ulcer problem. *Lancet* 1953; 3: 17–23.
- Bozzato S, Rancan E, Ageno W. Fondaparinux for the treatment of superficial vein thrombosis in the legs: the CALISTO study. *Expert Opin Pharmacother* 2011; 12: 835–7.
- Gloviczki P, Gloviczki ML. Guidelines for the management of varicose veins. *Phlebology* 2012; 1: 2–9.
- Ozkan U. The fate of calf perforator veins after saphenous vein laser ablation. *Diag Interv Radiology* 2015; 21: 410–4.
- Schwarz T, Schmidt B, Schellong SM. Inter observer agreement of complete compression ultrasound for clinically suspected deep vein thrombosis. *Clin Appl Thromb Hemost* 2002; 8: 45–9.
- Schellong SM, Schwarz T, Halbritter K, Beyer J, Siebert G, et al. Complete compression ultrasonography of the leg veins as a single test for the diagnosis of deep vein thrombosis. *Thromb Haemost* 2003; 89: 228–34.
- Pannier F, Rabe E, Maurins U. 1470 nm diode laser for endovenous ablation (EVLA) of incompetent saphenous veins – a prospective randomized pilot study comparing warm and cold tumescence anaesthesia. *Vasa* 2010; 39: 249–55.
- Dumantepe M, Tarhan A, Yurdakul I, Özler A. Endovenous laser ablation of incompetent perforating veins with 1470 nm, 400 µm radial fiber. *Photomed Laser Surg* 2012; 30: 672–7.
- Rabe E, Pannier F. Sclerotherapy of varicose veins with polidocanol based on the guidelines of the German Society of Phlebology. *Dermatol Surg* 2010; 36 (Suppl 2): 968–75.
- Harlander-Locke M, Jimenez JC, Lawrence PF, Derubertis BG, Rigberg DA, Gelabert HA. Endovenous ablation with concomitant phlebectomy is a safe and effective method of treatment for symptomatic patients with axial reflux and large incompetent tributaries. *J Vasc Surg* 2013; 58: 166–72.
- Elderman JH, Krasznai AG, Voogd AC, Hulstse KW, Sikkink CJ. Role of compression stockings after endovenous laser therapy for primary varicosis. *JVS Venous Lymphat Disord* 2014; 2: 289–96.
- Darwood RJ, Gough MJ. Endovenous laser treatment for uncomplicated varicose veins. *Phlebology* 2009; 24 (Suppl 1): 50–61.
- Park SW, Hwang JJ, Yun IJ, Lee SA, Kim JS, et al. Randomized clinical trial comparing two methods for endovenous laser ablation of incompetent perforator veins in thigh and great saphenous vein without evidence of saphenofemoral reflux. *Dermatol Surg* 2012; 38: 640–6.
- Corcos L, Pontello D, DE Anna D, Dini S, Spina T, et al. Endovenous 808-nm diode laser occlusion of perforating veins and varicose collaterals: a prospective study of 482 limbs. *Dermatol Surg* 2011; 37: 1486–98.
- Ozkan U. Endovenous laser ablation of incompetent perforator veins: a new technique in treatment of chronic venous disease. *Cardiovasc Interv Radiol* 2009; 32: 1067–70.
- Chehab M, Dixit P, Antypas E, Juncal M, Wong O, Bischoff M. Endovenous laser ablation of perforating veins: feasibility, safety and occlusion rate using a 1470 nm laser and bare-tip fiber. *J Vasc Interv Radiol* 2015; 26: 871–7.
- Marrocco CJ, Atkins MD, Bohannon WT, Warren TR, Buckley CJ, Bush RL. Endovenous ablation for the treatment of chronic venous insufficiency and venous ulcerations. *World J Surg* 2010; 34: 2299–304.
- Toonder I, Lai Lam Y, Lawson J, Wittens C. Cyanoacrylate adhesive perforator embolization (CAPE) of incompetent perforating veins of the leg, a feasibility study. *Phlebology* 2014; 29: 49–54.
- Kiguchi MM, Hager ES, Winger DG, Hirsch SA, Chaer RA, Dillavou ED. Factors that influence perforator thrombosis and predict healing with perforator sclerotherapy for venous ulceration without axial reflux. *J Vasc Surg* 2014; 59: 1368–76.
- Masuda EM, Kessler DM, Lurie F, Puggioni A, Kistner RL, Eklof B. The effect of ultrasound-guided sclerotherapy of incompetent perforator veins on venous clinical severity and disability scores. *J Vasc Surg* 2006; 43: 551–7.
- Hager E, Washington C, Steinmetz A, Wu T, Singh M, Dillavou E. Factors that influence perforator vein closure rates using radiofrequency ablation, laser ablation, or foam sclerotherapy. *J Vasc Surg Venous Lymphat Disord* 2016; 4: 51–6.
- Dillavou ED, Harlander-Locke M, Labropoulos N, Elias S, Ozsvath KJ. Current state of the treatment of perforating veins. *J Vasc Surg Venous Lymphat Disord* 2016; 4: 131–5.

Mitteilungen aus der Redaktion

Besuchen Sie unsere Rubrik

[Medizintechnik-Produkte](#)



Neues CRTD Implantat
Intica 7 HF-T QP von Biotronik



Artis pheno
Siemens Healthcare Diagnostics GmbH



Philips Azurion:
Innovative Bildgebungslösung

Aspirator 3
Labotect GmbH



InControl 1050
Labotect GmbH

e-Journal-Abo

Beziehen Sie die elektronischen Ausgaben dieser Zeitschrift hier.

Die Lieferung umfasst 4–5 Ausgaben pro Jahr zzgl. allfälliger Sonderhefte.

Unsere e-Journale stehen als PDF-Datei zur Verfügung und sind auf den meisten der marktüblichen e-Book-Readern, Tablets sowie auf iPad funktionsfähig.

[Bestellung e-Journal-Abo](#)

Haftungsausschluss

Die in unseren Webseiten publizierten Informationen richten sich **ausschließlich an geprüfte und autorisierte medizinische Berufsgruppen** und entbinden nicht von der ärztlichen Sorgfaltspflicht sowie von einer ausführlichen Patientenaufklärung über therapeutische Optionen und deren Wirkungen bzw. Nebenwirkungen. Die entsprechenden Angaben werden von den Autoren mit der größten Sorgfalt recherchiert und zusammengestellt. Die angegebenen Dosierungen sind im Einzelfall anhand der Fachinformationen zu überprüfen. Weder die Autoren, noch die tragenden Gesellschaften noch der Verlag übernehmen irgendwelche Haftungsansprüche.

Bitte beachten Sie auch diese Seiten:

[Impressum](#)

[Disclaimers & Copyright](#)

[Datenschutzerklärung](#)