

Ultraschallbildgebung von Nerven der unteren Extremitäten: Implikationen für venöse Interventionen

Ultrasound imaging of lower limbs nerves: implications to venous interventions

Autoren

Natalia Matveeva¹, Egor Ogarev¹, Nikolay Eskin¹, Igor Zolotukhin²

Institute

- 1 Nationales Medizinisches Forschungszentrum für Traumatologie und Orthopädie N.N. Priorova; Moskau, Russland
- 2 Russische Nationale Medizinische Forschungsuniversität Pirogov; Moskau, Russland

Schlüsselwörter

Nerven der unteren Extremitäten, Schädigung, Ultraschallbildgebung, Varikose, venöse Intervention

Key words

lower limb nerves, damage, ultrasound imaging, varicose veins, venous intervention

Bibliografie

Phlebologie 2020; 49: 378–389

DOI 10.1055/a-1246-7326

ISSN 0939-978X

© 2020. Thieme. All rights reserved.

Georg Thieme Verlag KG, Rüdigerstraße 14, 70469 Stuttgart, Germany

Korrespondenzadresse

Prof. Igor Zolotukhin

Russische Nationale Medizinische Forschungsuniversität Pirogov, Ostrovityanova str. 1, Moskau, Russland
zoloto70@bk.ru

ZUSAMMENFASSUNG

In den letzten beiden Jahrzehnten ist die Zahl venöser Interventionen bei primärer Varikose erheblich gestiegen. Eine der häufigsten Komplikationen von Venenoperationen ist eine Schädigung peripherer Nerven der unteren Extremitäten. Sowohl konventionelle offene Eingriffe als auch weniger invasive, thermisch-ablative Verfahren können zu Nervenverlet-

zungen führen. In einigen Bereichen besteht typischerweise das größte Risiko einer Nervenschädigung im Rahmen verschiedener venöser Interventionen. Eine mögliche Methode zur Prävention von Nervenschäden sind präoperative Ultraschallaufnahmen. Moderne Ultraschallgeräte vereinfachen die Darstellung peripherer Nerven. Außerdem können Nerven in der Nähe von Zielvenen zum Zeitpunkt der Venenoperation lokalisiert werden, was eine entsprechende Anpassung von Verfahrensschritten an die Anatomie von Nerven und Venen ermöglicht.

Ziel des Artikels ist eine Darstellung praktischer Erfahrungen der Autoren in der Sonografie von Nerven, die bei verschiedenen Venenoperationen verletzt werden können. Die klassische Anatomie und die sonografische Anatomie der meisten Nerven von Interesse sind bildlich dargestellt.

ABSTRACT

In the last two decades number of venous interventions for primary varicose veins increased significantly. One of the most frequent complications of venous procedures is damage of peripheral nerves of lower limbs. Both conventional open surgery and less invasive thermal ablative methods may lead to nerves injury. There are some typical areas where nerves are at most risk when different venous interventions are performed. One of the possible tools to prevent nerve damage is preoperative ultrasound scanning. With the use of modern ultrasound devices it is not very difficult to visualize peripheral nerves. It is also possible to find nerves, lying close to targeted veins at the time of venous procedure and thus to adjust technical steps to nerves and veins anatomy.

The article aims to present authors' experience in sonography of nerves that may be injured during different venous procedures. The classic anatomy and sonographic anatomy of most nerves of interest are presented with images.

Varikose gehört in westlichen Ländern zu den häufigsten Krankheitsbildern bei Erwachsenen. Sie betrifft bis zu 30 % der Bevölkerung [1, 2]. Die meisten CVI-Patienten sind Kandidaten für Venenoperationen. Jahrzehntlang war der offene chirurgische Eingriff,

eine Kombination aus Crossektomie (hoher Ligatur), Stripping und Phlebektomie, bei Varikosepatienten die Methode der Wahl.

Wenngleich wirksam bei der Beseitigung von Varizen, führen offene Operationen doch häufig zu Komplikationen, die durch die Invasivität des Verfahrens und die entsprechende Methodik

► **Tab. 1** Nerven der unteren Extremitäten, die für Venenspezialisten wichtig sind.

Nerv	Unterteilung (motorisch/ensorisch/gemischt)	Innervationsgebiet	Symptome von Verletzungen
Femoralis	Gemischt	Motorisch: Unterschenkelstrecker Sensorisch: vordere und mediale Seite der unteren Extremität (überwiegend)	Motorisch: Quadrizepsschwäche, Schwierigkeiten beim Strecken des Knies, Einknicken im Knie Sensorisch: Taubheit, Kribbeln (vorwiegend an der vorderen und medialen Seite der unteren Extremität), dumpfe Schmerzen in der Leiste
Saphenus	Sensorisch	Anteromediale Seiten von Knie und Unterschenkel; Medialseite des Fußes	Komplette Durchtrennung: Verlust der Hautsensibilität Inkomplette Durchtrennung oder physisches Trauma: unterschiedliche Symptome einschließlich lokaler Taubheit, Hyperästhesie, Schmerzen, Parästhesie
Tibialis	Gemischt	Motorisch: M. gastrocnemius, soleus, plantaris und popliteus Sensorisch: Medialseite des Unterschenkels, Plantarseite des Fußes und der Ferse	Motorisch: Verlust der Zehen- und Plantarflexion, Schwächung der Fußinversion Sensorisch: Aufgehobene oder herabgesetzte Sensibilität des medialen Unterschenkels, Plantarinnenseite von Fuß und Ferse
Fibularis communis	Gemischt	Motorisch: Fuß- und Zehenstrecker Sensorisch: lateraler Unterschenkel, vorderer und anterolateraler Fußrand	Motorisch: Hängefuß Sensorisch: aufgehobene Sensibilität des lateralen Unterschenkels, des vorderen und anterolateralen Fußrands
Suralis	Sensorisch	Lateraler Fuß und posterolaterale Seite des Unterschenkels	Aufgehobene Sensibilität des lateralen Fußes und des posterolateralen Unterschenkels
Fibularis superficialis	Gemischt	Motorisch: MM. fibularis brevis und longus Sensorisch: lateraler unterer Unterschenkel, Fußrücken	Motorisch: geschwächte Fußversion Sensorisch: aufgehobene Sensibilität im distalen Drittel des Unterschenkels und des Fußrückens

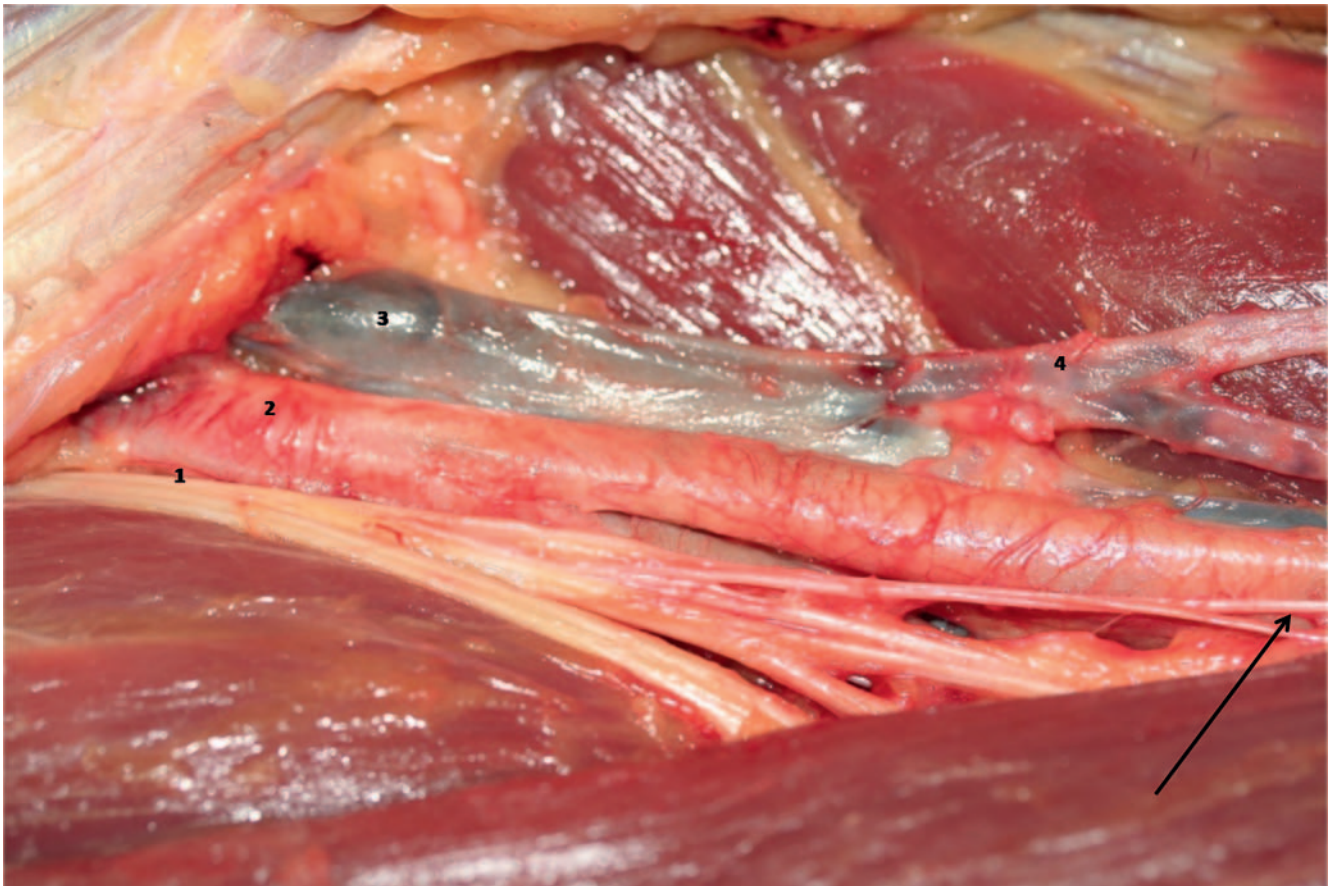
bedingt sind. Zu den nachteiligsten und störendsten Komplikationen zählen Nervenschädigungen. Diese werden bei bis zu 40 % der Patienten verzeichnet [3–6]. Nervenverletzungen hängen hauptsächlich mit dem Stripping der V. saphena magna oder parva zusammen. Die Häufigkeit dieses unerwünschten Ereignisses kann durch eine Verkürzung des für das Stripping vorgesehenen Segments der V. saphena reduziert werden. Mit dem sogenannten Kurzstripping kann das Risiko von Nervenschäden signifikant gesenkt werden. Selbst nach weniger invasivem Stripping treten aber bei etwa 7 % der Patienten infolge einer Schädigung sensibler Nervenäste Neuropathiesymptome auf [6].

Crossektomie ist eine weitere potenzielle Quelle für Nervenverletzungen bei offenen Eingriffen. Bei Crossektomien der V. saphena magna zwar untypisch, kommt es jedoch bei 4,7 % der Patienten nach operativer Unterbrechung der V. saphena parva in der Kniekehle zu einer Schädigung des N. fibularis communis [7]. Die schwerwiegendste Komplikation, die in diesem Fall auftreten kann, ist eine motorische Schwäche mit Hängefuß.

Minimalinvasive venöse Interventionen, d. h. thermal-ablative Verfahren, haben offene chirurgische Eingriffe an Varizen in den letzten zwei Jahrzehnten in vielen Ländern weitgehend ersetzt.

Die thermische Ablation gilt als sicherer für Patienten, da sie sowohl ohne Crossektomie als auch ohne Stripping auskommt. Allerdings sind Parästhesien nach Laser- oder Radiofrequenztherapie nicht selten. Nervenschäden treten bei 3,8–5,2 % der Patienten auf [8–10]. Diese Raten liegen weit unter denen, die nach offenen Operationen verzeichnet werden. Berücksichtigt werden muss jedoch, dass mit zunehmender Verbreitung thermischer Ablationen bei immer mehr Patienten venöse Interventionen durchgeführt werden. Von 1996 bis 2014 stieg die Zahl endovenöser Ablationsverfahren in den USA pro Jahr um 4529 % [11]. Das bedeutet, dass das Risiko für Nervenverletzungen bei viel mehr Patienten besteht als zuvor, im Zeitalter von Crossektomie und Stripping.

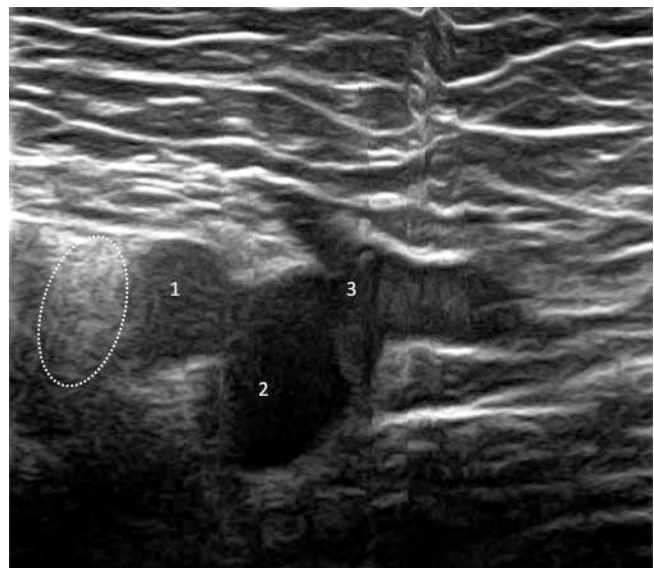
Eine Möglichkeit, Nervenschädigungen während venöser Interventionen zu vermeiden, ist die Visualisierung von „Risikostellen“, an denen sich Nerven in enger Nachbarschaft zu Zielvenen für die Ablation befinden. Das kann mithilfe von Ultraschallbildgebung erfolgen. Ziel dieses Artikels ist es aufzuzeigen, wie Nerven der unteren Extremitäten, die bei venösen Interventionen verletzungsgefährdet sind, mithilfe von Ultraschall sichtbar gemacht werden können.



► **Abb. 1** Normale Anatomie der Femoralgefäße und Femoralnerven. 1 – N. femoralis; 2 – A. femoralis; 3 – V. femoralis; 4 – Crosse; Pfeil – N. saphenous.



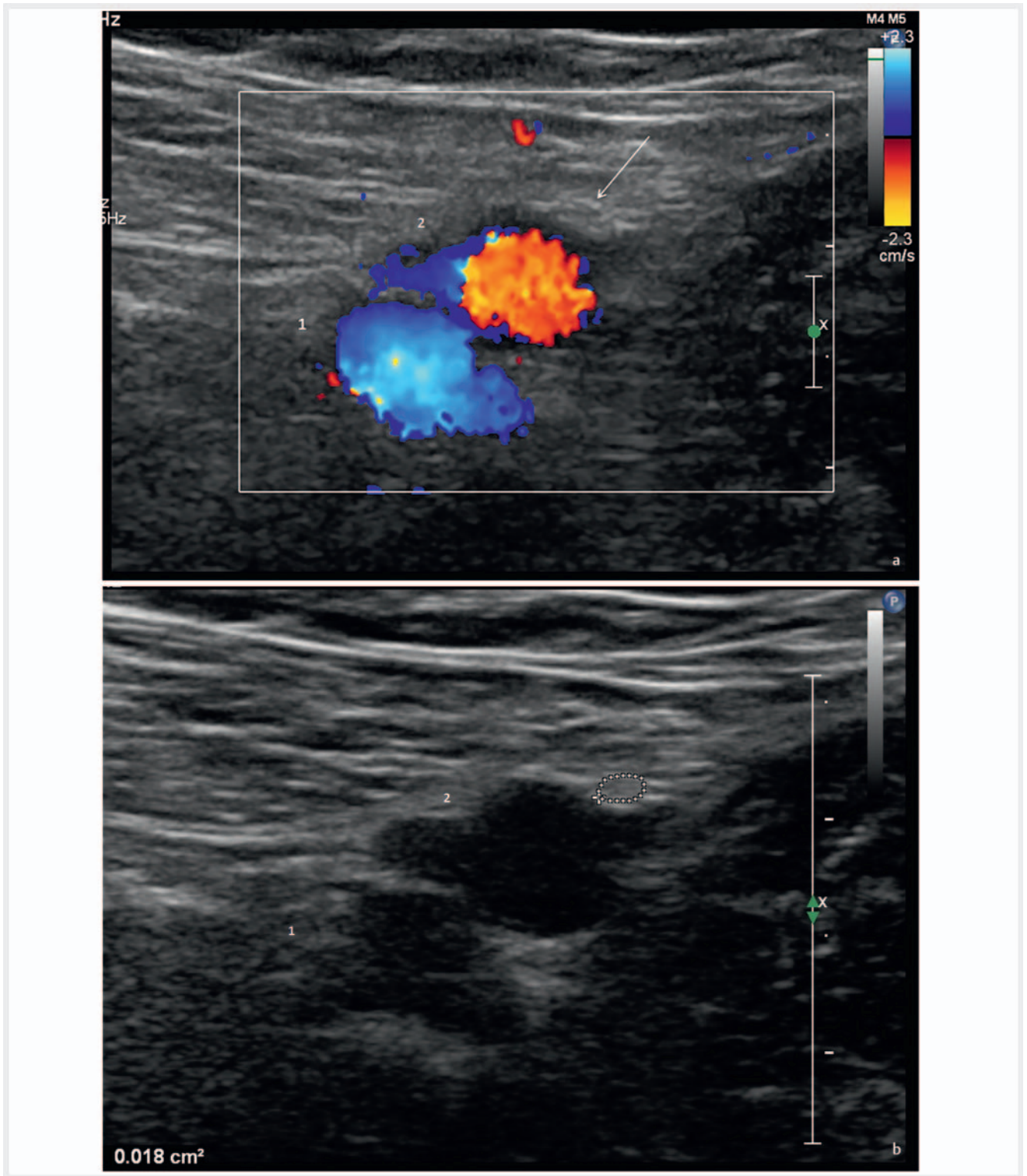
► **Abb. 2** Hautinnervation durch den N. femoralis, seine Muskeläste (Linien) und den N. saphenus (dünne Linie = Adduktorenkanal-Abschnitt, gestrichelte Linie = subkutaner Abschnitt).



► **Abb. 3** Panorama-Transversalschnitt des Crossebereichs. 1 – A. femoralis; 2 – V. femoralis; 3 – Crosse. Der Femoralnerv ist durch einen gestrichelten Kreis gekennzeichnet.

Allgemeine Aspekte der Visualisierung von Nerven

Im Gegensatz zu anderen Strukturen in den unteren Extremitäten, zum Beispiel Sehnen und Bändern, sind Nerven bei einer Ultraschallbildgebung nicht so leicht zu erkennen. Zunächst einmal gibt es wenige anatomische Marker wie Knochen, Muskeln oder große Gefäße, die als Bezugspunkte für die oberflächlichen Ner-



► **Abb. 4** Nervus saphenus im mittleren Oberschenkel an der vorderen Wand der A. femoralis communis. **a** 1 – V. femoralis; 2 – A. femoralis. Der Pfeil zeigt auf den N. saphenus. **b** Dieselbe Abbildung im B-Bild-Modus. Der Saphenusnerv ist durch einen gestrichelten Kreis gekennzeichnet.

ven im Unterhautzellgewebe herangezogen werden können. Zweitens haben die subkutanen sensiblen Nerven, die bei venösen Interventionen häufig verletzt werden, einen sehr kleinen Durchmesser. Sie weisen mitunter nur wenige Faszikel auf. Der Ein-

satz herkömmlicher Ultraschallwandler mit Frequenzen von 7,5–10 MHz schließt eine Unterscheidung von Strukturen dieser Größe und von Echogenität benachbarter Gewebe nahezu aus. Die beste Bildgebung peripherer Nerven kann mit hochauflösen-

den Ultraschallsonden mit 12 oder mehr MHz erreicht werden. Für eine gute Ortung von Nerven sind außerdem genaue Kenntnisse der normalen und sonografischen Anatomie subkutaner Nerven wichtig.

Aber nicht nur präoperativ ist die Visualisierung von Nerven in der Nachbarschaft von Venen, die wir behandeln wollen, von Bedeutung. Auch für postoperative Kontrollen, wenn es bei einem Patienten nach einer Venenoperation zu sensorischen Störungen kommt, kann eine Ultraschallbildgebung sinnvoll sein, um die Schädigung und deren Ausmaß zu lokalisieren. Für die Visualisierung kleiner Nerven sollten Sonden mit bis zu 17 MHz eingesetzt werden. Der Aufnahmebereich kann entsprechend der Lokalisation sensorischer Symptome und der Interventionsstelle eingegrenzt werden. Der geschädigte Teil des Nervs ist normalerweise sogar besser sichtbar als der gesunde Teil. Der Durchmesser des verletzten Nervs nimmt aufgrund des posttraumatischen Ödems zu, und die Echogenität der Fasern nimmt ab.

Typische Stellen, an denen Venenspezialisten bei der Behandlung von CVI-Patienten auf Nerven treffen können

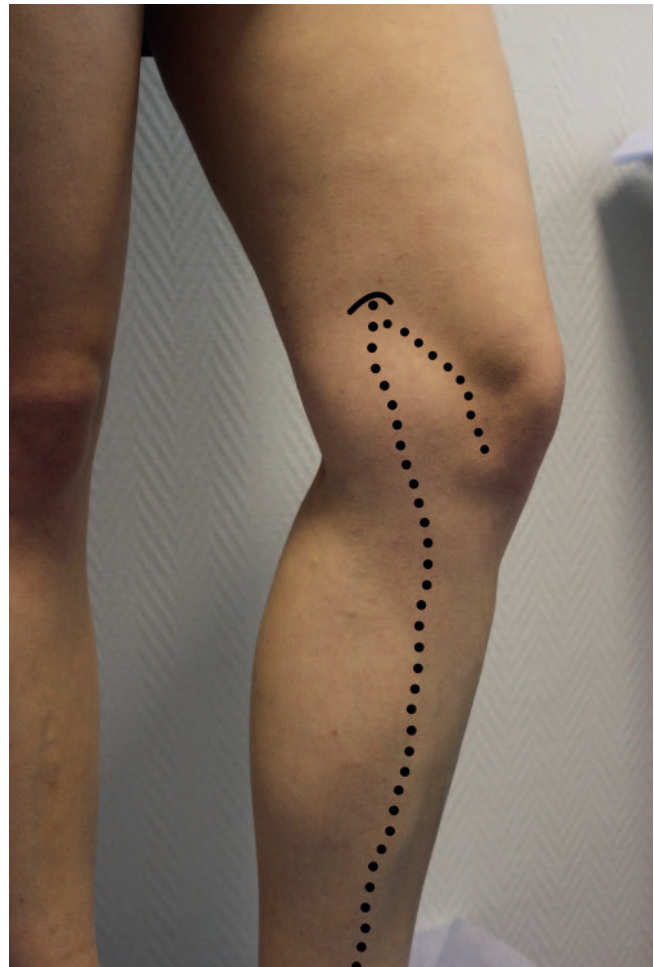
Es gibt einige kritische Stellen, an denen invasive Verfahren zu verschiedenen Nervenschäden führen können.

1. Leistengegend. Bei Durchführung einer Crossektomie oder während der Tumescenzanästhesie für eine thermische Ablation kann der N. femoralis gefährdet sein.
2. Oberschenkelinnenseite. An dieser Stelle werden häufig der N. saphenus oder dessen Äste durch das Anziehen des Strippers bzw. thermisch während der Radiofrequenz- oder Laserablation verletzt.
3. Kniekehle. Dort besteht das größte Risiko für den N. tibialis und den N. fibularis communis bei offener Operation zur Unterbrechung der Parvacrosse.
4. Unterschenkel, Knöchel, Fuß. Bei einer Punktion oder Ablation der V. saphena parva ist der N. suralis gefährdet. Die Fortsetzung des N. saphenus kann sowohl bei offenen als auch bei thermischen Verfahren verletzt werden. Im Bereich des Knöchelgelenks können viele kleine Äste des N. saphenus (medial), des N. fibularis superficialis (lateral und auf dem Fuß) sowie des N. suralis (dorsal) verletzt werden, wenn an dieser Stelle eine Phlebektomie durchgeführt wird.

Gefäßspezialisten sollten daher die normale und sonografische Anatomie der peripheren Nerven in diesen aufgeführten Bereichen beachten. Kenntnisse der Nervenfunktion und der Hauptsymptome entsprechender Nervenschäden sind essenziell (► Tab. 1).

Leistengegend: Identifikation des N. femoralis

Der N. femoralis ist einer der größten peripheren Nerven. Er wird von den Ventralästen des Plexus lumbosacralis gebildet und empfängt Nervenfasern aus den Segmenten L2–L4.

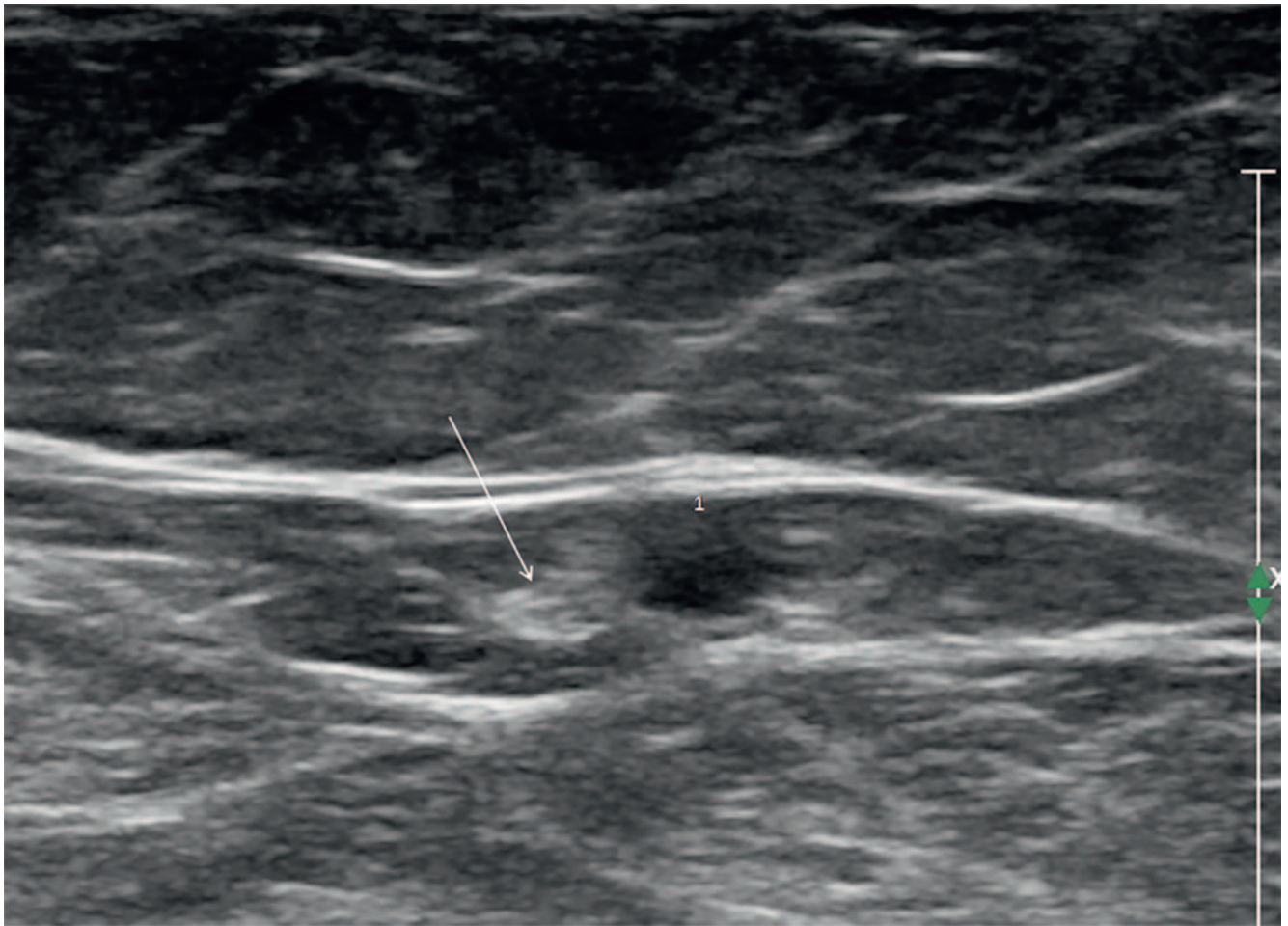


► **Abb. 5** Hautinnervation durch den N. saphenus und seinen infrapatellaren Ast (gestrichelte Linie). Die kurze geschwungene Linie zeigt den Beginn des subkutanen Abschnitts des Saphenus.

Beim Scannen der Crosse kann der N. femoralis recht einfach sichtbar gemacht werden. Er befindet sich lateral zu den Femoralgefäßen in unmittelbarer Nachbarschaft der A. femoralis communis (► Abb. 1). Der N. femoralis zieht distal weiter und teilt sich in die Muskeläste für den Quadrizeps und den M. sartorius sowie in den sensiblen N. saphenus (► Abb. 2).

Im Transversalschnitt erscheint der Nerv als ovale Struktur mit einer hyperechogenen äußeren Schicht (Epineurium). Die innere Struktur des Nervs auf dem Ultraschallbild kann als „Salz- und Pfeffer-“ oder „Wabenmuster“ beschrieben werden. Bei dem gestrichelten Erscheinungsbild kleiner hypo- und hyperechogener Anteile handelt es sich um Nervenfaszikel, die im Epineurium verankert sind (► Abb. 3).

Das Risiko für eine Schädigung des N. femoralis ist äußerst gering, da der Nerv sowohl bei Crossektomie als auch bei thermischer Ablation sehr weit vom Manipulationsbereich entfernt ist.



► **Abb. 6** Nervus saphenus im unteren Oberschenkel in der Nähe der V. saphena magna. Der Nerv erscheint als ovale, hyperechogene Struktur (Pfeil).

Oberschenkelinnenseite: Identifikation des N. saphenus

Der N. saphenus ist der längste sensible Ast des Femoralnerven. Er versorgt die Haut an der Medialseite des Kniegelenks, Unterschenkels und der inneren Knöchelregion. Er verläuft an der lateralen Seite der A. femoralis superficialis im Adduktorenkanal am Oberschenkel. Danach kreuzt der N. saphenus die Arterie an ihrer vorderen Wand (► **Abb. 4**) und zieht zu ihrer medialen Seite. Weiter distal, am Übergang vom mittleren zum unteren Oberschenkel, durchstößt der N. saphenus zusammen mit der A. genus descendens zwischen den Sehnen des M. sartorius und des M. gracilis die Fascia lata. Dort wird der N. saphenus subkutan und gibt einen infrapatellaren Ast ab (► **Abb. 5**). Im Unterschenkel verläuft der N. saphenus distal in der Nähe der V. saphena magna (► **Abb. 6**).

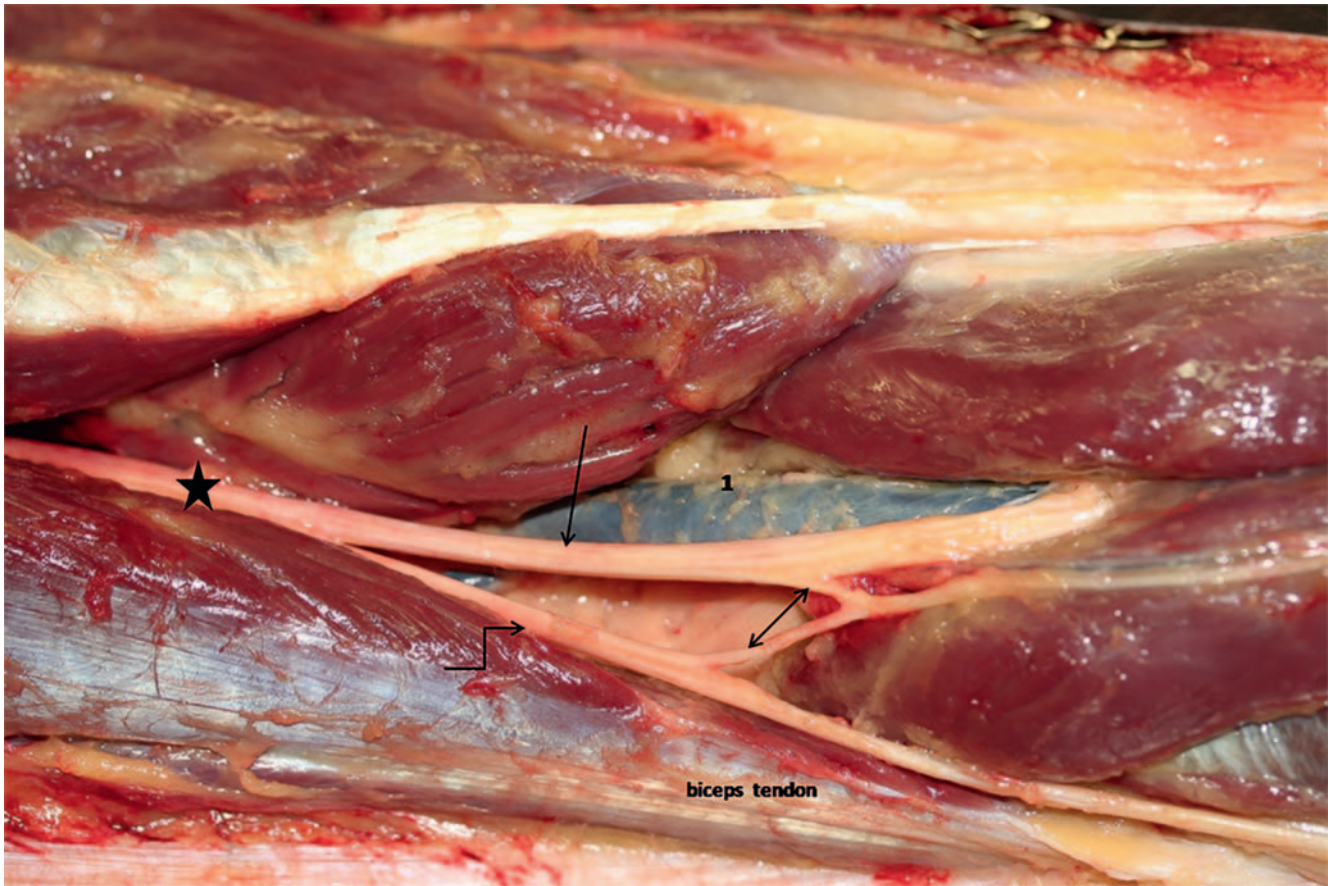
Der N. saphenus hat einen relativ kleinen Durchmesser (1–1,5 mm). Sein Verlauf kann im Einzelfall erheblich abweichen, und es gibt keine anatomischen Bezugspunkte. Diese Faktoren können die Bildgebung des N. saphenus erschweren. Der am meisten verletzungsgefährdete Abschnitt des N. saphenus beginnt an seiner Eintrittsstelle in die Faszie und nach distal.

Der infrapatellare Ast versorgt die Haut an der unteren Medialseite im Bereich des Kniegelenks und kann bei einer Arthroskopie verletzt werden. Der N. infrapatellaris kann theoretisch bei der Punktion während der Tumescenzanästhesie für eine thermische Ablation verletzt werden. Die betroffenen Patienten können Schmerzen in einem eng umschriebenen Bereich haben.

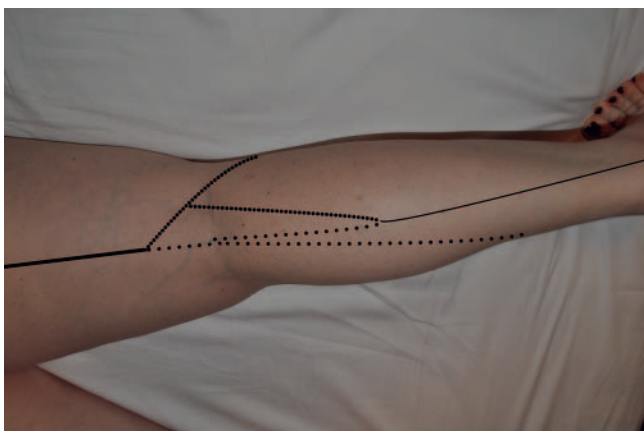
Nerven der Kniekehle

Im oberen Teil der Kniekehle verzweigt der N. ischiadicus in den N. tibialis (medialer Abschnitt) und den N. fibularis communis (lateral Abschnitt) (► **Abb. 7, 8**). Weiter distal, auf der Höhe der Kniebeuge, kann der N. tibialis unter der Faszie in der Nähe der Poplitealgefäße sichtbar gemacht werden. Der Nerv liegt näher zur Oberfläche, während die V. poplitea medial zum Nerven sichtbar wird (► **Abb. 9**).

Im äußeren Teil der Kniekehle verläuft der N. fibularis communis in der Nähe und etwas medial von der Sehne des Bizepsmuskels im Oberschenkel. Der Nerv zieht um den Fibulakopf, wo er nur von Haut und Faszie bedeckt ist (► **Abb. 10**). Dort teilt er sich in zwei Äste, den N. fibularis superficialis und den N. fibularis profundus.

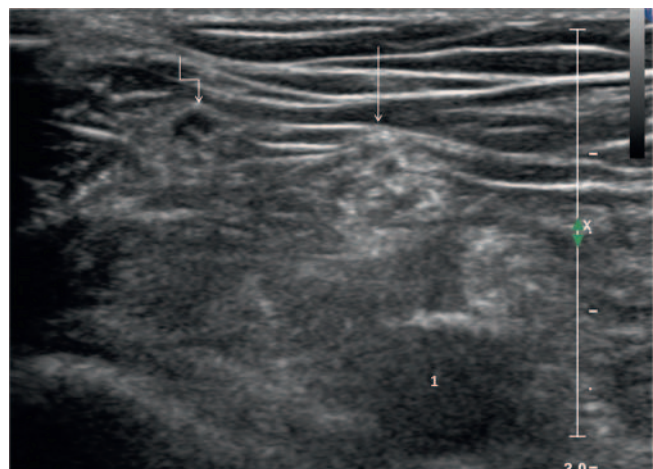


► **Abb. 7** Normale Anatomie der Kniekehlenerven. 1 – V. poplitea; schwarzer Stern – N. ischiadicus; Pfeil mit einer Spitze – N. tibialis; gebrochener Pfeil – N. fibularis communis; Pfeil mit zwei Spitzen – N. cutaneus surae medialis (Ast des N. tibialis) und N. cutaneus surae lateralis (Ast des N. fibularis communis) bilden den distal verlaufenden N. suralis.



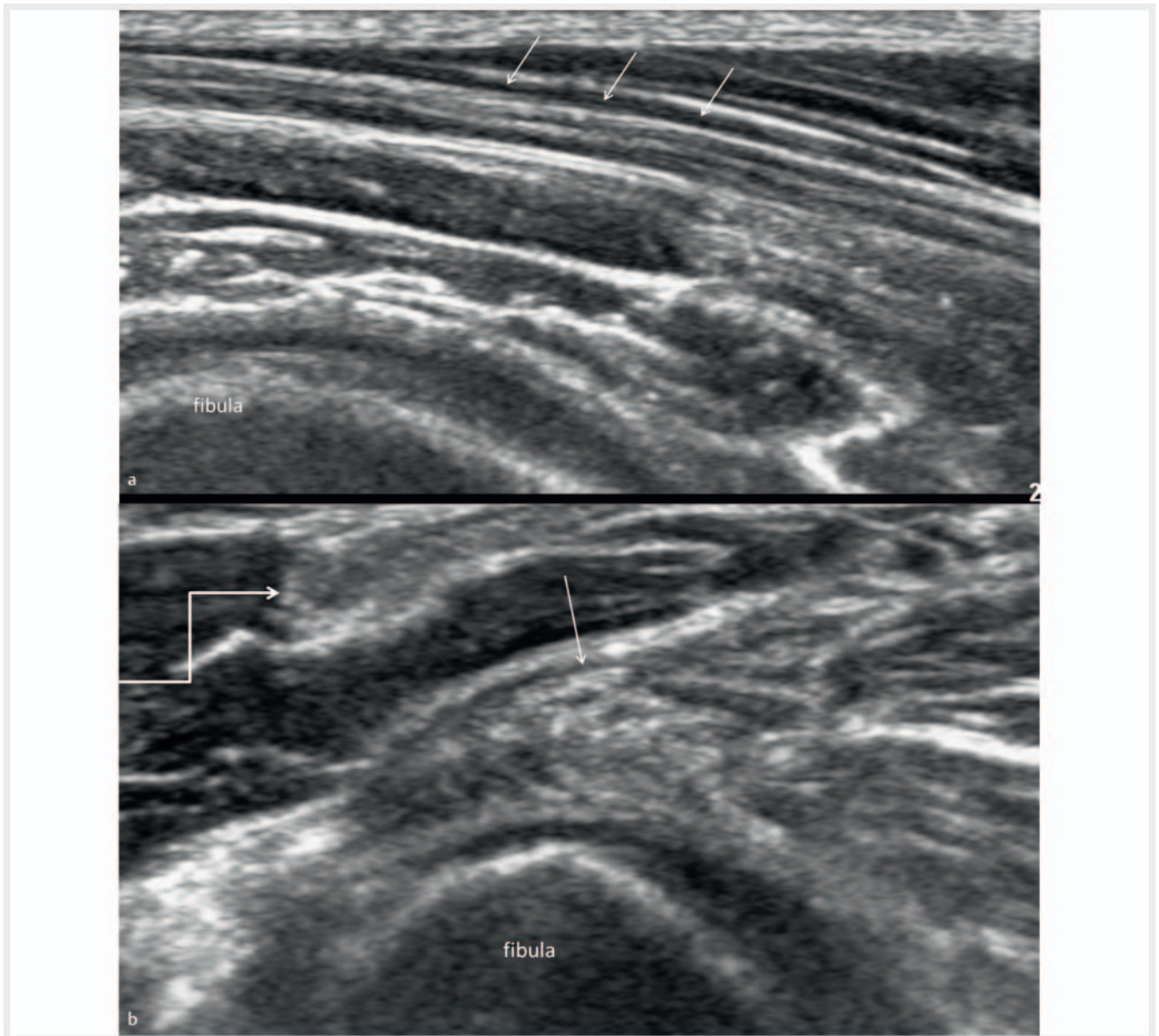
► **Abb. 8** Hautinnervation durch den Ischiasnerv (dicke Linie) und seine Äste. Dicht gestrichelte Linie – N. fibularis communis und N. cutaneus surae lateralis. Weit gestrichelte Linie – N. tibialis und N. cutaneus surae medialis, nach lateral verlaufend, Letzterer um den N. suralis zu bilden (dünne Linie).

Die Intervention mit dem höchsten Risiko für Nervenverletzungen in der Kniekehle ist eine korrekt ausgeführte Crossektomie mit Dissektion der V. saphena parva bis zu ihrer Mündung in die



► **Abb. 9** Transversalschnitt der Kniekehle. 1 – V. poplitea; Pfeil mit einer Spitze – N. tibialis; gebrochener Pfeil – N. fibularis communis.

V. poplitea. An dieser Stelle kann der N. tibialis verletzt werden. Die thermische Ablation ist weniger riskant, da bei dieser Intervention die eigentliche Mündung meist nicht einbezogen ist. Wenn aber die Katheterspitze zu nah an der Parvacrosse anliegt, besteht auch dort eine Verletzungsfahr für den N. tibialis. Der



► **Abb. 10** **a** Längsschnitt. Verlauf des N. fibularis communis (durch Pfeile markiert) in unmittelbarer Nähe zur Haut. **b** Transversalschnitt. Verlauf des N. fibularis communis (durch Pfeil markiert) in unmittelbarer Nähe zur Haut. Der gebrochene Pfeil weist auf die Bizepssehne.

Nerv kann auch während einer Tumescenzanästhesie verletzt werden, insbesondere wenn diese mit einer Sonde in Längsposition durchgeführt wird. Bei einer Aufnahme im Longitudinalschnitt ist der Nerv oft schwer zu lokalisieren, da er nicht zusammen mit der V. poplitea und der V. saphena parva zu sehen ist (► **Abb. 11a**). Im Transversalschnitt kann der N. tibialis hingegen leicht sichtbar gemacht werden (► **Abb. 11b**).

Das gleiche Risiko besteht bei einer versuchten Ablation der Kniekehlen-Perforansvene. Der N. tibialis befindet sich in unmittelbarer Nachbarschaft der Perforansvene (► **Abb. 12**) und kann bei der Tumescenzanästhesie durch die Nadel verletzt werden.

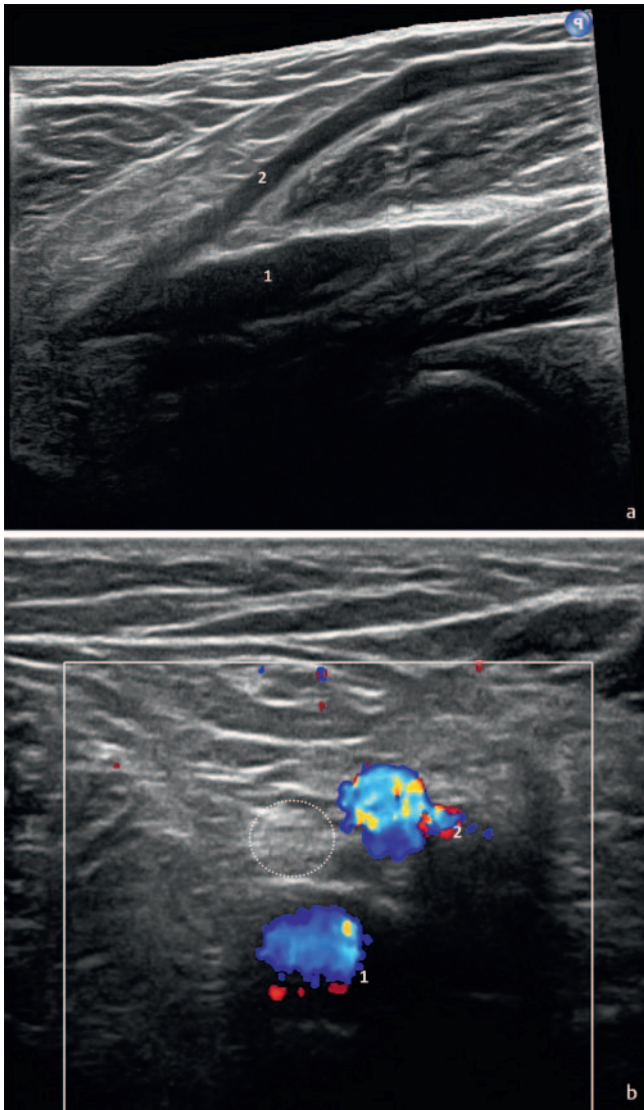
Bei einer Schädigung des Nervs kommt es für gewöhnlich zu einer erheblichen Vergrößerung des Durchmessers (► **Abb. 13**).

Ein reales Risiko besteht für den N. fibularis communis im lateralen Teil der Kniekehle und nahe dem Fibulakopf bei Durchfüh-

rung einer Phlebektomie. Aufgrund der oberflächlichen Lage des Nervs kann es sehr leicht zu Verletzungen durch Phlebektomie-Haken kommen.

Unterschenkel: Identifikation des N. suralis

Der N. suralis ist einer der am besten untersuchten Nerven im Zusammenhang mit Venenoperationen [12]. Grund dafür ist nicht nur seine häufige „Kollateralschädigung“ bei invasiven Routineeingriffen an Venen. Im Gegensatz zu vielen anderen Nerven kann der N. suralis normalerweise auch leicht sonografisch erfasst und verfolgt werden. Er entsteht aus der Vereinigung des N. cutaneus surae medialis (Ast des N. tibialis) und des N. cutaneus surae lateralis, eines Asts des N. fibularis communis (► **Abb. 7, 8**). Die

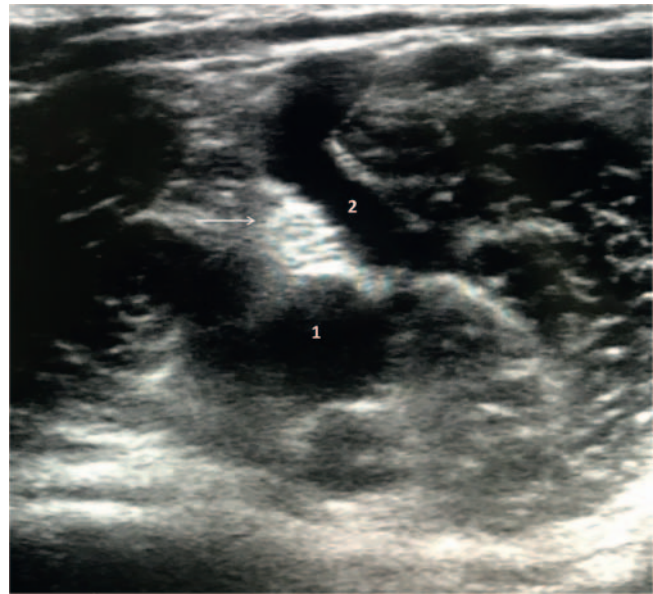


► **Abb. 11** **a** Longitudinalschnitt der Kniekehle. 1 – V. poplitea; 2 – Parvacrosse. Es ist kein Nerv zu sehen. **b** Transversalschnitt beim selben Patienten. Der Tibialisnerv ist durch einen gestrichelten Kreis gekennzeichnet.

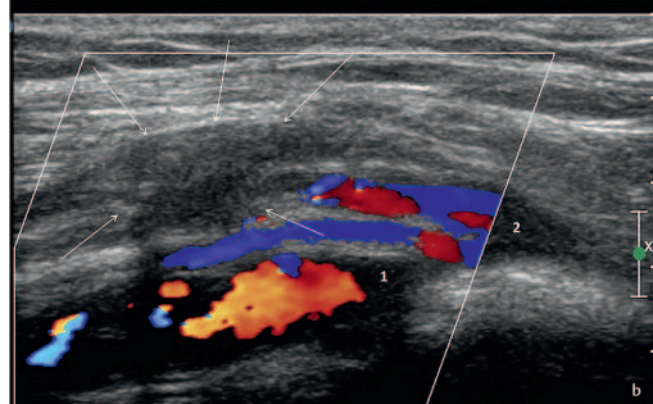
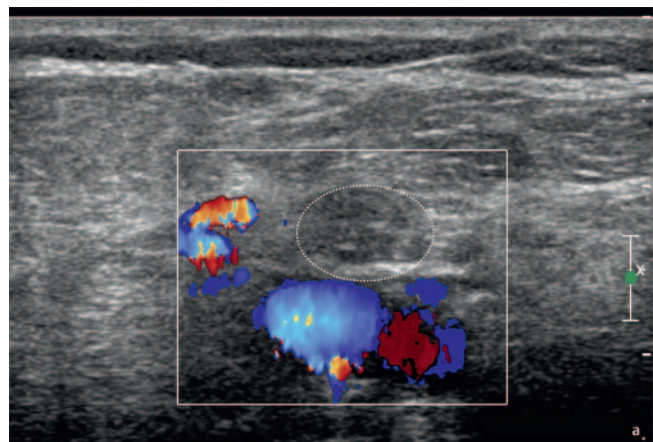
Stelle der Vereinigung ist individuell verschieden. Bei nur etwa 10% der Menschen bildet sich der Hauptstamm des N. suralis im oberen Drittel des Unterschenkels. Etwa bei der Hälfte vereinen sich N. cutaneus surae medialis und N. cutaneus surae lateralis im mittleren Unterschenkel. In einem von 3 Fällen bildet sich der N. suralis im distalen Unterschenkel. Nach der Vereinigung durchbricht der N. suralis die Fascia cruris und zieht in unmittelbarer Nachbarschaft mit der V. saphena parva in deren Kompartiment nach distal (► **Abb. 14**). Dort versorgt er die Haut des hinteren Unterschenkels.

Im distalen Unterschenkel verläuft der N. suralis lateral neben der Achillessehne, zieht dann um den lateralen Knöchel und versorgt die Ferse (► **Abb. 15**).

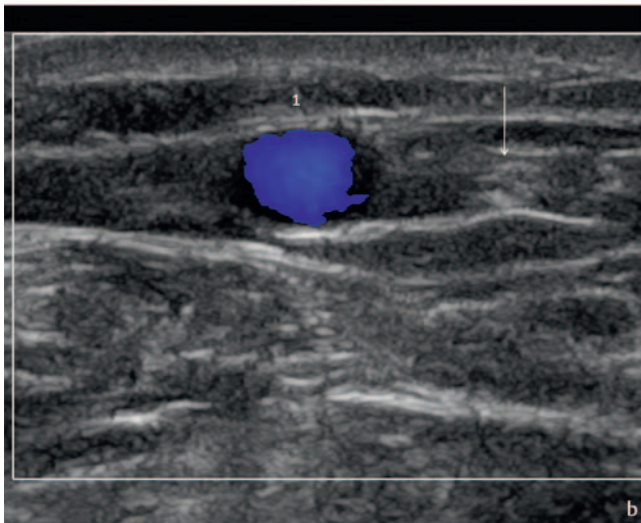
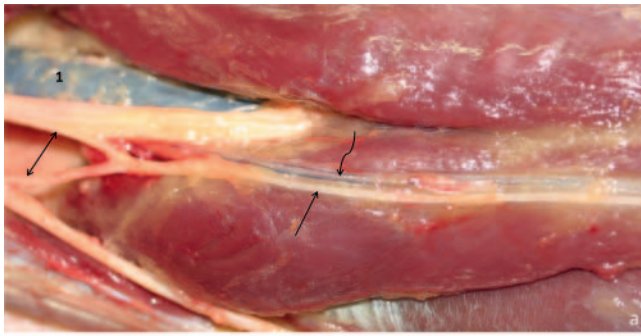
Verletzungen des N. suralis können aufgrund seiner engen Nachbarschaft zur V. saphena parva entstehen. Sowohl Stripping als auch die thermische Ablation stellen ein Risiko für den N. sura-



► **Abb. 12** Transversalschnitt der Kniekehle. 1 – V. poplitea; 2 – Kniekehlen-Perforansvene. Der Pfeil zeigt auf den N. tibialis.



► **Abb. 13** Neuropathie des N. tibialis nach Crossektomie. **a** Transversalschnitt auf Höhe der Kniebeuge. Erheblich vergrößerter hypoechogener N. tibialis ist leicht zu sehen (gestrichelter Kreis). **b** Longitudinalschnitt des vergrößerten N. tibialis beim selben Patienten (Pfeile). Lokales Ödem des N. tibialis. Es sind keine Faszikel zu sehen.

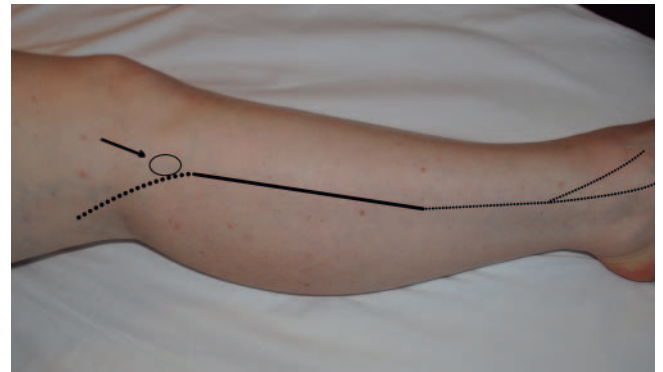


► **Abb. 14 a** Normale Anatomie des N. suralis. 1 – V. poplitea. Der Pfeil mit zwei Spitzen zeigt auf den N. cutaneus surae medialis und den N. cutaneus surae lateralis kurz vor der Vereinigung zum N. suralis. Der gerade Pfeil weist auf den N. suralis, der gebrochene Pfeil auf die V. saphena parva. **b** Transversalschnitt des mittleren Unterschenkels. 1 – V. saphena parva; der Pfeil zeigt auf den N. suralis.

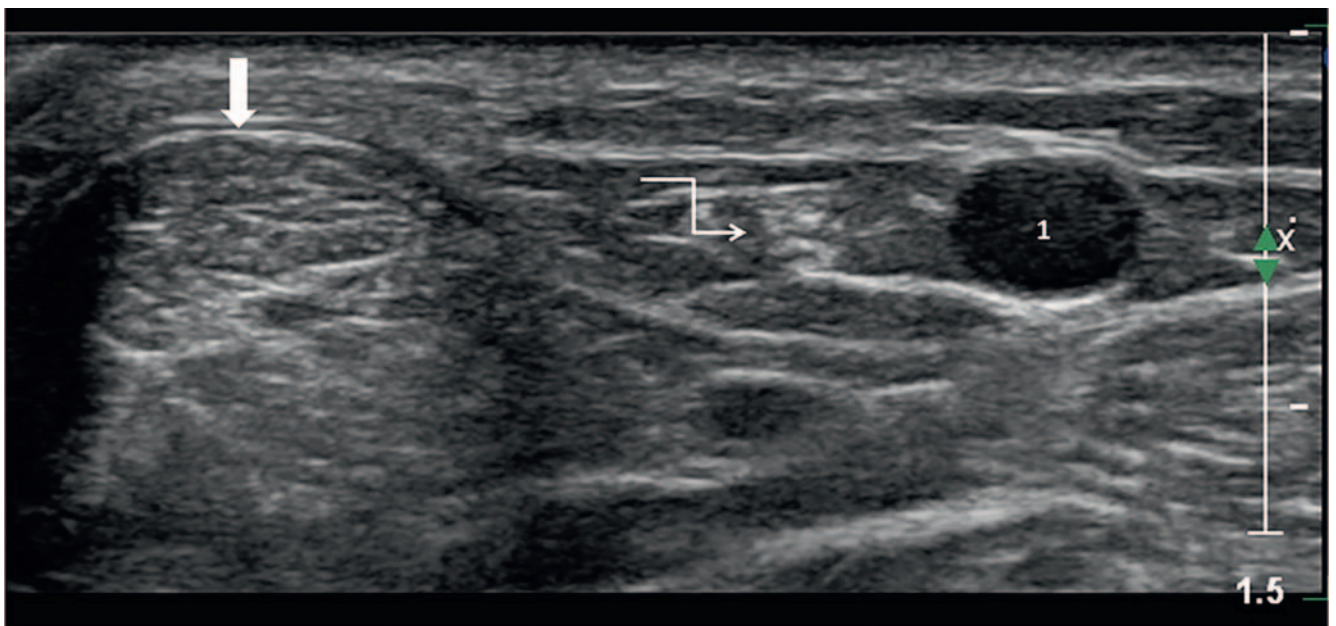
lis durch die Intervention an sich dar. Kleine Äste des N. suralis im distalen Unterschenkel können durch Phlebektomie-Haken verletzt werden. Neuropathien können sich indirekt infolge der adhäsiven Läsion bei Vernarbung entwickeln.

Unterschenkel: Identifikation des N. fibularis superficialis

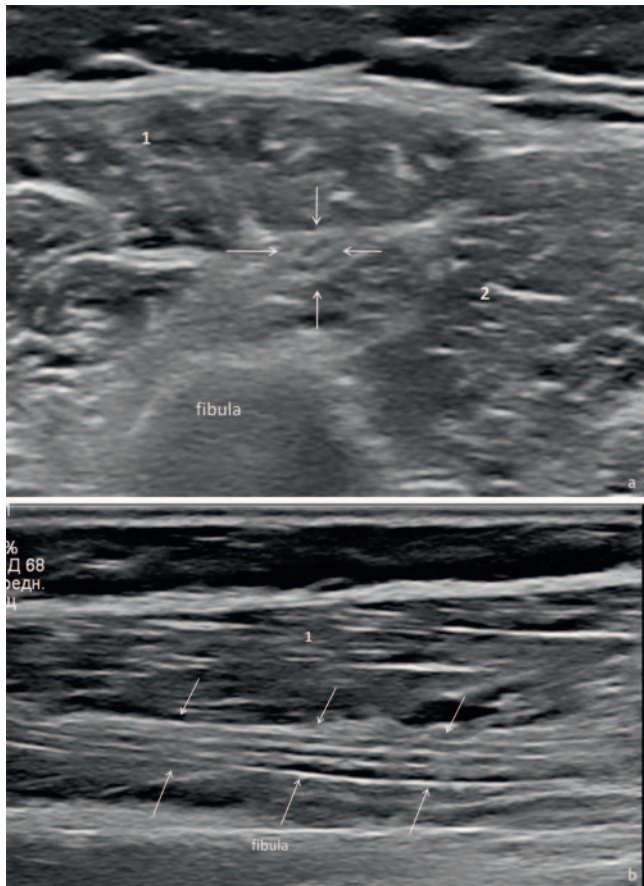
Nach seiner Abspaltung am Fibulakopf zieht der N. fibularis superficialis zwischen den MM. fibularis brevis und longus, die er versorgt, nach unten. Die kleinen Terminaläste innervieren die Haut des lateralen Unterschenkels und den Großteil des Fußrückens



► **Abb. 16** Hautinnervation durch N. fibularis communis (dicke gestrichelte Linie) und N. fibularis superficialis an der Lateralseite des Unterschenkels. Im oberen und mittleren Unterschenkel verläuft der N. fibularis superficialis unter der Faszie zwischen den MM. fibularis brevis und longus (Linie). Im unteren Unterschenkel verläuft der Nerv subkutan (dünne gestrichelte Linie). Die Position des Fibulakopfs ist durch einen ovalen Kreis und einen Pfeil markiert.



► **Abb. 15** Posteriorer Transversalschnitt eines lateralen Knöchels. 1 – V. saphena parva. Der gerade Pfeil zeigt auf die Achillessehne, der gebrochene Pfeil auf den N. suralis.

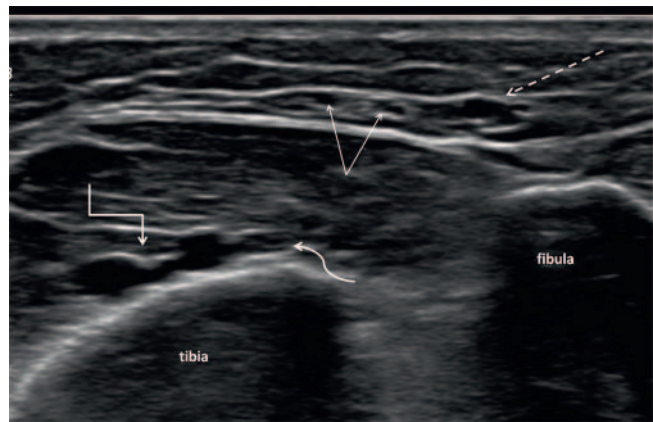


► **Abb. 17** Transversalschnitt **a** und Longitudinalschnitt **b** des N. fibularis superficialis im mittleren Unterschenkel (Pfeile), wo er zwischen M. fibularis longus (1) und M. fibularis brevis (2) verläuft.

sensibel (► **Abb. 16**). Der N. fibularis superficialis kann im gesamten Verlauf leicht sonografisch identifiziert werden (► **Abb. 17, 18**). Der Nerv und seine Äste können nur im distalen Unterschenkel oder am lateralen Fußrand oder Fußrücken verletzt werden, wenn eine Phlebektomie durchgeführt wird. Der mittlere Abschnitt, der tiefer zwischen den Fibularismuskeln verläuft, ist bei venösen Interventionen nicht verletzungsgefährdet.

Unterschenkel: Identifikation des N. saphenus

Ab Höhe des Knies abwärts zur Knöchelregion zieht der N. saphenus an der anteromedialen Seite des Unterschenkels, wo er viele kleine Äste abgibt. Sie versorgen die Haut des medialen und teilweise auch des vorderen und hinteren Unterschenkels. Der Nervendurchmesser im Unterschenkel ist zunehmend kleiner als im Oberschenkel. Das erschwert die Bildgebung. Möglicherweise muss der Ultraschallwandler zwischen Knie und medialem Knöchel mehrmals geschwenkt werden, um den Nerv im Transversalschnitt zu lokalisieren. Der Durchmesser des Nervs ist etwa 1 mm, häufig sind nur 3–5 Faszikel zu sehen (► **Abb. 19**). Eine Bildgebung der kleinen kutanen Äste ist aufgrund des winzigen Durchmessers nicht möglich.



► **Abb. 18** Transversalschnitt des N. fibularis superficialis im unteren Unterschenkel nach der Aufzweigung in zwei Äste (Pfeile). Der gestrichelte Pfeil weist auf die Zuflussvene, der gebrochene Pfeil auf die vorderen Unterschenkelarterien. Der gemeinsam verlaufende N. fibularis profundus ist ebenfalls zu sehen (gebogener Pfeil).



► **Abb. 19** Nervus saphenus im mittleren Unterschenkel in der Nähe der V. saphena magna (Pfeil).

Stripping, die Punktion bei einer Tumescenzanästhesie oder die thermische Energie bei einer Laser- oder Radiofrequenzablation können den N. saphenus und seine kleinen Äste im Unterschenkel und in der inneren Knöchelregion schädigen. Phlebektomie im medialen Knöchel ist ebenfalls ein riskantes Verfahren.

Im Bereich des Knöchelgelenks können kleine Äste des N. saphenus, N. fibularis superficialis sowie N. suralis verletzt werden, wenn an dieser Stelle eine Phlebektomie durchgeführt wird. Das Sichtbarmachen derart kleiner Strukturen ist allerdings nicht möglich.

Schlussfolgerungen

Moderne Ultraschallgeräte ermöglichen es Ärzten, Nerven effektiv sichtbar zu machen – wenn sie wissen, wo diese verlaufen. Infolge der gestiegenen Zahl venöser Interventionen besteht für viele Patienten das Risiko von Nervenverletzungen. Das impliziert eine Verantwortung für Venenspezialisten, diese Komplikation zu

vermeiden, zumal Duplex-Ultraschall jetzt vor einer Venenoperation obligatorisch ist. Die Bildgebung von Nerven an typischen Risikostellen sollte Teil der Entscheidungsfindung vor einer Intervention sein. Kenntnisse der Nerven und Kompetenz bei der Visualisierung von Nerven vor einer Intervention sind das Mindeste, was zur Prävention vermeidbarer Schäden getan werden kann.

Interessenkonflikt

Die Autorinnen/Autoren geben an, dass kein Interessenkonflikt besteht.

Literatur

- [1] Rabe E, Pannier-Fischer F, Bromen K et al. Bonner Venenstudie der Deutschen Gesellschaft für Phlebologie. Epidemiologische Untersuchung zur Frage der Häufigkeit und Ausprägung von chronischen Venenkrankheiten in der städtischen und ländlichen Wohnbevölkerung. *Phlebologie* 2003; 32: 1–14
- [2] Zolotukhin IA, Seliverstov EI, Shevtsov YN et al. Prevalence and Risk Factors for Chronic Venous Disease in the General Russian Population. *Eur J Vasc Endovasc Surg* 2017; 54 (6): 752–758. doi:10.1016/j.ejvs.2017.08.033
- [3] Hirsch T. Varicose Vein Therapy and Nerve Lesions. *Vasa* 2017; 46 (2): 96–100. doi:10.1024/0301-1526/a000588. Epub 2016 Dec 16
- [4] Morrison C, Dalsing MC. Signs and symptoms of saphenous nerve injury after greater saphenous vein stripping: Prevalence, severity and relevance for modern practice. *J Vasc Surg* 2003; 38: 886–890
- [5] Aremu MA, Mahendran B, Butcher W et al. Prospective randomised controlled trial: Conventional versus powered phlebectomy. *J Vasc Surg* 2004; 39: 88–94
- [6] Holme JB, Skajaa K, Holme K. Incidence of lesions of the saphenous nerve after partial or complete stripping of the long saphenous vein. *Acta Chir Scand* 1990; 156: 145–148
- [7] Atkin GK, Round T, Vattipally VR et al. Common peroneal nerve injury as a complication of short saphenous vein surgery. *Phlebology* 2007; 22 (1): 3–7
- [8] Dermody M, O'Donnel T, Balk E. Complications of endovenous ablation in randomized controlled trials. *J Vasc Surg: Vein and Lymph* 2013; 1 (4): 427–36
- [9] Anwar MA, Lane TR, Davies AH et al. Complications of radiofrequency ablation of varicose veins. *Phlebology* 2012; 27 (Suppl. 1): 34–39
- [10] Dexter D, Kabnick L, Berland T et al. Complications of endovenous lasers. *Phlebology* 2012; 27 (Suppl. 1): 40–45
- [11] Lawrence P. "Better" (sometimes) in vascular disease management. *J Vasc Surg* 2016; 63 (1): 260–269. doi:10.1016/j.jvs.2015.10.022
- [12] Ricci S, Moro L, Antonelli Incalzi R. Ultrasound Imaging of the Sural Nerve: Ultrasound Anatomy and Rationale for Investigation. *Eur J Vasc Endovasc Surg* 2010; 39 (5): 636–641. doi:10.1016/j.ejvs.2009.11.024