

Anaesthesist 2017 · 66:177–185
 DOI 10.1007/s00101-017-0268-6
 Eingegangen: 11. November 2016
 Angenommen: 23. Dezember 2016
 Online publiziert: 24. Januar 2017
 © Springer Medizin Verlag Berlin 2017



T. Geiser¹ · J. Apel² · O. Vicent³ · J. Büttner¹

¹ Abteilung für Anästhesiologie und Intensivmedizin, Berufsgenossenschaftliche Unfallklinik Murnau, Murnau am Staffelsee, Deutschland

² Klinik für Anästhesiologie, Intensiv-, Rettungs- und Schmerzmedizin, Kantonsspital St.Gallen, St. Gallen, Schweiz

³ Klinik und Poliklinik für Anästhesiologie und Intensivtherapie, Universitätsklinikum Carl Gustav Carus, Technische Universität, Dresden, Deutschland

Ischiadikusblockade „out-of-plane“ distal der Bifurkation: effektiv und sicher

Einführung

Die distale Blockade des N. ischiadicus proximal, distal oder unmittelbar im Bereich der Aufteilung in den N. tibialis (NT) und den N. peroneus communis (NPC) ermöglicht in Verbindung mit einer Blockade des N. saphenus eine komplette Blockade des Unterschenkels für operative Eingriffe am Fuß. Darüber hinaus lässt sich mithilfe einer kontinuierlichen Technik eine suffiziente postoperative Schmerztherapie nach oftmals extrem schmerzhaften Eingriffen im Bereich des distalen Unterschenkels und des Fußes erzielen.

Anatomische Studien belegen, dass der N. ischiadicus ausgehend vom Durchtritt durch das Foramen infrapiriforme bis in den Bereich der Bifurkation von einer bindegewebigen Hülle umgeben ist [14, 15], die auch als „paraneural sheath“ (Paraneurium) bezeichnet wurde und eindeutig vom den Nerven direkt anliegenden Epineurium zu differenzieren ist [1, 5]. Tran et al. [12] wiesen 2011 nach, dass eine alleinige ultraschallgesteuerte „subparaneurale“ Injektion (im Originaltitel der Arbeit noch als „subepineurale“ Injektion bezeichnet) unmittelbar im Bereich der Bifurkation deutliche Vorteile im Vergleich zur selektiven Blockade des N. peroneus communis und des N. tibialis distal der Bifurkation bietet. Dauer der Durchführung, Erfolgsrate und Anschlagzeit zeigten sich verbessert. In der Einlei-

tung zu einer Folgestudie [13] geben die Autoren allerdings zu bedenken, dass die ultraschallgesteuerte exakte Bestimmung des Injektionsortes im Bereich der Bifurkation, unmittelbar im Trennungsbereich des N. ischiadicus, in die Einzelnerven (NT und NPC) eine Herausforderung für unerfahrene, noch im Training befindliche Anästhesisten darstellt. Tran et al. [13] verglichen in dieser Arbeit eine Injektion unmittelbar an der Bifurkation mit einer weiter proximal durchgeführten subparaneuralen Injektion am N. ischiadicus und berichten von ebenbürtigen Ergebnissen.

Nur wenig distal der Bifurkation (0,5–2 cm) lassen sich NT und NPC bereits eindeutig als getrennt voneinander verlaufende Nerven darstellen. Die Bindegewebshülle erstreckt sich ebenso geteilt über beide Nervenanteile nach distal weiter. Eine ultraschallgesteuerte Punktion zwischen beiden Nerven (Darstellung in der kurzen Achse, Punktion „out-of-plane“) ist in diesem Bereich auch für den weniger ultraschallerfahrenen Regionalanästhesisten möglich, mit dem Vorteil, den NT und den NPC nicht selektiv aufsuchen zu müssen und damit das Risiko einer Gefährdung neuraler Strukturen zu minimieren. Ziel der vorliegenden Studie war es, die Effektivität einer einzelnen Punktion 0,5–2 cm distal der Bifurkation zwischen NT und NPC mit einer ca. 2–4 cm proximal der Bifurkation durchgeführten Blockade des N. ischiadicus zu vergleichen. Diese wird

lehrbuchmäßig [8] in Anlehnung an die mit Nervenstimulator durchgeführte sogenannte „distale Ischiadikusblockade“ auch als ultraschallgesteuerte Standardtechnik (Darstellung des Nervs in der kurzen Achse, Punktion „in-plane“) beschrieben.

Methodik

Nach Zustimmung der zuständigen Ethikkommission der Bayerischen Landesärztekammer (Nr. 11137) und schriftlicher Einwilligung der Patienten wurde in einer prospektiven, kontrollierten, randomisierten Studie an zwei Gruppen mit jeweils 60 Patienten die Hypothese überprüft, dass durch eine N. ischiadicus-Blockade mittels einer Injektion 0,5–2 cm distal der Bifurkation im Vergleich zur proximal der Bifurkation durchgeführten Blockade die Anschlagzeit verkürzt und die Wirkung verbessert werden kann.

Patientenkollektiv

Untersucht wurden ausschließlich Patienten mit elektiven Operationen an distalem Unterschenkel, Sprunggelenk oder Fuß, für die entsprechend den in der Abteilung gültigen Standard Operating Procedures (SOPs) der operative Eingriff in Regionalanästhesie (RA) oder kombinierter Regional- und Allgemeinanästhesie empfohlen wurde. Sowohl „Single-Shot“- als auch konti-

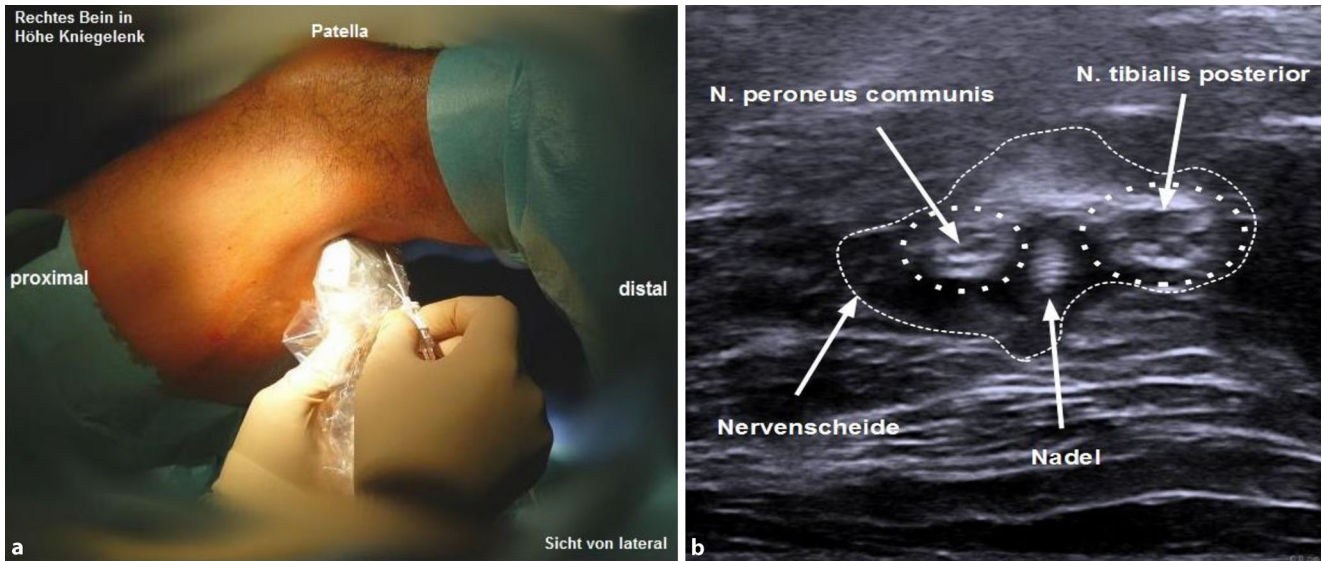


Abb. 1 ▲ a Punktionssetting distal out-of-plane. b Sonografisches Bild distal der Bifurkation

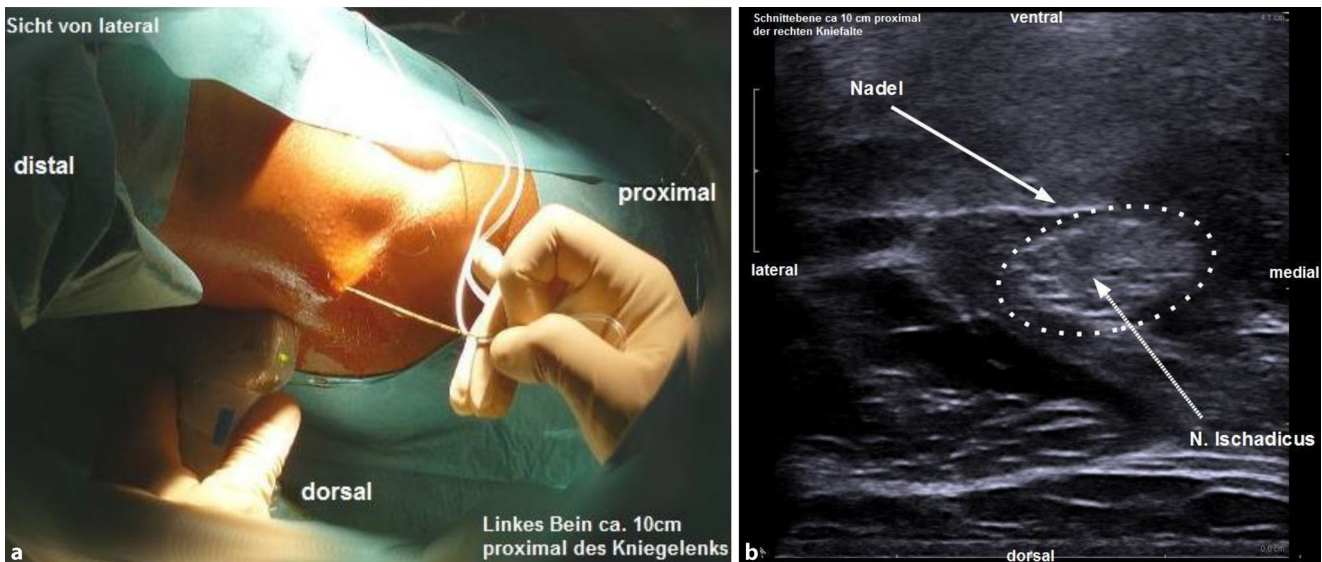


Abb. 2 ▲ a Punktionssetting in-plane proximal. b Sonografisches Bild proximal der Bifurkation

nuerliche Regionalanästhesieverfahren kamen zum Einsatz. Es fanden die üblichen Einschlusskriterien (18–75 Jahre, schriftliche Einwilligung, ASA I–III [auch außerhalb der Studie wäre eine Ultraschall-gesteuerte Ischiadikus-Blockade als regional-anästhesiologisches Verfahren gewählt worden]) und Ausschlusskriterien (ASA IV und höher, Allergie auf das verwendete Lokalanästhetikum [LA], Infektion oder Hämatom an der Einstichstelle, bekannte periphere Neuropathie, Schwangerschaft, Alkoholabusus, Einnahme von Psychopharmaka, schwere Koagulopathie) Anwendung.

Ebenso wurden Patienten ausgeschlossen, bei denen u.a. auf Grund von Verbänden, motorischen Einschränkungen, neurologischen Vorerkrankungen eine Austestung entsprechend dem Studiendesign unmöglich gewesen wäre.

Die Eignung der Patienten für die geplante Untersuchung wurde spätestens am Vortag im Rahmen der regulären Prämedikation durch den in der Ambulanz eingeteilten Anästhesisten überprüft. Neben einer mündlichen Aufklärung über Zweck, Vorgehen und Risiken der Studie wurde ein Aufklärungsbogen ausgehän-

dig, der zur Einwilligung für die Teilnahme unterzeichnet wurde.

In der Vorausberechnung der notwendigen Fallzahl gingen wir davon aus, dass durch die Technik der Ischiadikusblockade distal der Bifurkation die sensorische Blockade nach 15 min bei 50 % der Patienten verbessert ist (Kontrast = 1). Unter der Annahme einer Standardabweichung eines Score-Punktes innerhalb einer Gruppe ergab sich bei einer Irrtumswahrscheinlichkeit von 0,05 und einer Power von 0,8 eine Fallzahl von mindestens 56 zu untersuchenden Patienten pro Gruppe.

T. Geiser · J. Apel · O. Vicent · J. Büttner

Ischiadikusblockade „out-of-plane“ distal der Bifurkation: effektiv und sicher

Zusammenfassung

Hintergrund. Die ultraschallgesteuerte distale Ischiadikusblockade (DIB) auf Höhe der Bifurkation hat eine hohe Erfolgsrate bei schneller Anschlagzeit. Die sichere Durchführung kann hier für Unerfahrene allerdings schwierig sein. Wenig distal der Bifurkation sind die abzweigenden N. peroneus communis (NPC) und N. tibialis (NT) aber bereits deutlich voneinander getrennt darstellbar. Wir untersuchten, ob hier, verglichen mit der Blockade proximal der Bifurkation, eine ebenbürtige Qualität erreicht werden kann bei jedoch potenziell geringerer Gefahr von Nervenschäden.

Material und Methoden. Je 56 Patienten erhielten prospektiv randomisiert eine DIB distal der Bifurkation „out-of-plane“ (dist.) bzw. proximal der Bifurkation „in-plane“ (prox.) mit 30 ml Mepivacain 1 %. Nach 15 und 30 min wurde der Erfolg (NT und NPC: sensorische und motorische Blockade: 0 =

keine bis max. 2 = vollständig, Veränderung der Hauttemperatur) untersucherverblindet geprüft. Videosequenzen der Blockaden wurden retrospektiv bezüglich Ausbreitung des Lokalanästhetikums und akzidenteller intraneuraler Injektionen von einem unabhängigen Experten gesichtet. **Ergebnisse.** Addierte Einzelmessungen und Temperaturverlauf zeigen bei vergleichbarer Anlagedauer eine signifikant kürzere Anschlagzeit und bessere Wirkung (dist/prox.: 15 min: $3,13 \pm 1,86/1,82 \pm 1,62$; 30 min: $5,73 \pm 1,92/3,21 \pm 1,88$; $T_{15 \text{ min}}$: $30,3 \pm 3,48/28,0 \pm 3,67$, $T_{30 \text{ min}}$: $33,0 \pm 2,46/30,6 \pm 3,86$; Mittelwert/Standardabweichung; ANOVA; p jeweils $<0,01$) sowie häufiger eine subparaneurale Lokalanästhetikum-Ausbreitung (41/51 vs. 12/53; χ^2 ; $p < 0,01$) in der distalen Gruppe. Komplikationen traten in beiden Gruppen nicht auf.

Diskussion. Für die signifikant besseren Ergebnisse in der distalen Gruppe zeigt sich die subparaneurale Ausbreitung des Lokalanästhetikums (LA) entscheidend. Der steile Annäherungswinkel in „out-of-plane“-Technik erleichtert die Penetration des Paraneuriums mit der Plexusnadel, der hier deutliche Abstand der Nerven voneinander ermöglicht die sichere LA-Applikation. Dies bewirkt mit einer Injektion eine effektive Blockade von NT und NPC.

Fazit. Die DIB wenig distal der Bifurkation, „out-of-plane“ zwischen den abzweigenden Nerven, ist rasch, effektiv und sicher durchführbar.

Schlüsselwörter

Distale Ischiadikusblockade · Ultraschall · Paraneurium · Out-of-plane · Nervenschaden

Sciatic nerve block “out-of-plane” distal to the bifurcation: effective and safe

Abstract

Background. Ultrasound guided distal sciatic nerve block (DSB) at bifurcation level shows fast onset and provides excellent success rates. However, its safe performance might be difficult for the unexperienced physician. Just slightly distal to the bifurcation, the tibial nerve (TN) and common fibular nerve (CFN) can be shown clearly separated from each other. Therefore, we investigated if a block done here would provide similar quality results compared to the DSB proximally to the division, with a potentially lower risk of nerve damage.

Methods. In this randomized, prospective trial, 56 patients per group received either a DSB distal to the bifurcation “out-of-plane” (dist.) or proximally “in-plane” (prox.) with 30 ml of Mepivacaine 1% each. Success was

tested by a blinded examiner after 15 and 30 min respectively (sensory and motor block of TN and CFN: 0 = none, 2 = complete, change of skin temperature). Videos of the blocks were inspected by an independent expert retrospectively with regard to the spread of the local anesthetic (LA) and accidental intraneural injection. **Results.** Cumulative single nerve measurements and temperature changes revealed significant shorter onset and better efficacy (dist/prox.: 15 min: $3.13 \pm 1.86/1.82 \pm 1.62$; 30 min: $5.73 \pm 1.92/3.21 \pm 1.88$; $T_{15 \text{ min}}$: $30.3 \pm 3.48/28.0 \pm 3.67$, $T_{30 \text{ min}}$: $33.0 \pm 2.46/30.6 \pm 3.86$; MV/SD; ANOVA; $p < 0.01$) combined with a higher rate of subparaneural spread in the dist. group (41/51 vs. 12/53; χ^2 ; $p < 0,01$).

Procedure times were similar. There were no complications in either group.

Discussion. The subparaneural spread of the LA turned out to be crucial for better results in the distal group. The steep angle using the out-of-plane approach favors needle penetration through the paraneural sheath. The distance between the branches allows the safe application of the LA, so an effective block can be done with just one injection.

Conclusion. DSB slightly distal to the bifurcation, in an out-of-plane technique between the TN and CFN, can be done fast, effectively and safe.

Keywords

Sciatic nerve block · Ultrasound · Paraneural sheath · Out-of-plane · Nerve damage

Diese wurden den Behandlungsarmen nach dem Zufallsprinzip mittels Online-Randomisation „QuickCalcs Random Number Calculator“, Graphpad Software (<http://www.graphpad.com/quickcalcs/RandMenu.cfm>) zugeordnet.

Vorbereitung

Alle Studienteilnehmer erhielten am Morgen des Eingriffs eine durch den prämedizierenden Arzt entsprechend der sonst üblichen Routine festgelegte orale Prämedikation (Midazolam, Dikaliumclorazepat, Clonidin). Eine Analgosedierung während der Durch-

führung der Blockade erfolgte nicht, sodass während der Austestung eine ungestörte Kommunikation mit den Patienten gewährleistet war.

Alle Patienten wurden in Rückenlage positioniert. Nach Etablieren des Standard-Monitorings (3-Punkt-EKG-Ableitung, SpO₂, NIBP-Messung), Einbringen eines peripheren Venenzuganges

Tab. 1 Charakteristika der verglichenen Prozeduren

	Gruppe dist: (n = 60)	Gruppe prox: (n = 60)
Technik	„out-of-plane“	„in-plane“
Zugang	dorsal	lateral
Nadel	19 G Sprotte 60 mm	19 G Sprotte 12 cm
Zielgebiet LA	0,5–2 cm dist. der Bifurkation	2–4 cm prox. der Bifurkation
Ausbreitung LA	zwischen NT und NPC	zirkumferent um NI

und Anschließen einer Vollelektrolytlösung wurde die zu betäubende Extremität mithilfe einer Beinstütze in etwa 45° Beugung im Hüft- und circa 30° Beugung im Kniegelenk gelagert (Abb. 1a und 2a).

Unmittelbar vor Beginn der Blockade bis zum Abschluss der Austestung wurde die Hauttemperatur (°C) beider Großzehen beugeseitig gemessen. (Hautmessfühler, TOF-Watch® SX, Fa. Organon GmbH, Deutschland).

Alle Blockaden wurden von demselben Anästhesisten durchgeführt, der über eine umfangreiche Erfahrung mit ultraschallgestützten Blockaden verfügte. Die Austestung der Blockade wurde nach einem festen Protokoll vorgenommen, und der jeweils austestende Anästhesist war bezüglich der Art der Blockade verblindet. Während der Durchführung der Blockade war der Raum durch Sichtschutz entsprechend abgeschirmt, die Verbände zur Abdeckung der Einstichstelle wurden bei allen Patienten jeweils an beiden potenziellen Punktionsorten angebracht, um einen Rückschluss auf die Gruppenzugehörigkeit zu vermeiden. Auch im Fall einer Katheteranlage zur postoperativen Schmerztherapie wurden der Verband und die Fixierung so angebracht, dass keine Rückschlüsse auf den Zugangsweg gezogen werden konnten.

Nach großflächiger Desinfektion gemäß den Hygieneempfehlungen der Deutschen Gesellschaft für Anästhesiologie und Intensivmedizin (DGAI) [9] (Skinsept G, Ecolab Deutschland GmbH, 10 min Einwirkzeit) erfolgte eine sterile Abdeckung, die beide potenziellen Blockadetechniken ermöglichte.

Bei allen Patienten wurde zunächst die Bifurkation mit der Aufteilung in den NPC und NT in kurzer Achse mittels linearer Ultraschallsonde (MyLab 25 Gold, CE 0051; Sonde: LA523; Vascular, Small

Parts, Contrast Agents Procedures, Rheumatology, Anaesthesiology, 7,5–12 MHz, beide Fa. Esaote Biomedica Deutschland GmbH), aufgesucht, von hier aus wurden der N. ischiadicus weiter nach proximal und die abzweigenden Äste nach distal verfolgt.

Die initiale Betäubung der Haut mit Mepivacain 1 %, 0,5 ml an der jeweiligen Einstichstelle wurde als Zeitpunkt des Blockadebeginns erfasst.

Das weitere Vorgehen richtete sich nach der Studiengruppe (siehe auch Tab. 1).

Gruppe dist: Die ultraschallgesteuerte Punktion erfolgte von dorsal (SonoLong NanoLine cannula special, Sprotte, 19 G × 60 mm, CE 0124, Fa. Pajunk GmbH Germany) in „out-of-plane“-Technik (siehe Abb. 1a). Die Kanülenspitze wurde ca. 0,5–2 cm distal der Aufzweigung des N. ischiadicus in NPC und NT zwischen diesen beiden Nerven positioniert (siehe Abb. 1b). Die anschließende Injektion erfolgte unter sonografischer Kontrolle mit dem Ziel der zirkulären Ausbreitung des LA um die beiden Einzelnerven. Korrekturen der Kanülenlage wurden nur bezüglich der Eindringtiefe der Kanüle vorgenommen, seitliche Richtungsänderungen erfolgten nicht, es wurde insbesondere ein Aufsuchen eines der beiden Endäste des N. ischiadicus (NPC, NT) oder ein Kontakt zu selbigen vermieden.

Gruppe prox: Ultraschallgesteuerte Punktion ca. 2–4 cm proximal der Bifurkation von lateral (PlexoLong/Meier NanoLine SPROTTE Special 19 G × 120 mm, CE 0124, Fa. Pajunk GmbH Germany) mittels „in-plane“-Technik (siehe Abb. 2a). Ziel war die Positionierung der Kanülenspitze unmittelbar am Nerven. Hierfür wurde die Kanüle zunächst ventral tangential direkt am Nerv vorbeigeführt, um eventuelle

Tab. 2 Blockadewirkung, Ausprägung und zugeordnete Punktwerte

Wert	Sensibilität	Motorik
0	Voll erhalten	Volle Kraft
1	Analgesie	Bewegung möglich
2	Anästhesie	Keine Bewegung möglich

Membranen, die vor der Kanülenspitze hergeschoben werden, zu durchstoßen. Im Anschluss wurde die Kanüle so weit zurückgezogen, dass die Spitze direkt am Nerv zu liegen kam (siehe Abb. 2b). Die Applikation des Lokalanästhetikums erfolgte ultraschallkontrolliert mit dem Ziel einer zirkumferenten Ausbreitung um den gesamten Nerv. Zeichnete sich nach Injektion der ersten Hälfte des LA keine adäquate Ausbreitung ab, erfolgte eine Positionsänderung der Kanüle mit dem Ziel, die zweite Hälfte des zu verabreichenden LA unterhalb (dorsal) des Nervs direkt an den Nerv zu applizieren.

Alle Patienten erhielten insgesamt 300 mg Mepivacain (30 ml Mepivacain 1 %).

Nach Abschluss der Applikation des gesamten Lokalanästhetikums wurde der Zeitpunkt „Blockadeende“ erfasst.

War die Anlage eines Katheters zur postoperativen Schmerztherapie geplant, erfolgte diese erst im Anschluss. Eingebrachte Katheter wurden frühestens nach Abschluss der Austestung mit LA beschickt.

Austestung

Zum Zeitpunkt 15 und 30 min nach Blockadeende wurde in beiden Gruppen die Qualität der sensorischen und motorischen Blockade geprüft (siehe Tab. 2). Ferner wurde die Veränderung der Hauttemperatur an den Großzehen beider Extremitäten protokolliert.

Prüfung der sensorischen Blockade: Spitz/stumpf – Diskrimination im Versorgungsgebiet des N. ischiadicus plantar (Großzehenballen, NT) und dorsal (Fußrücken, NPC).

Prüfung der motorischen Blockade: Krafttestung durch aktive Plantar- (NT) und Dorsalflexion (NPC) des Fußes.

Tab. 3 Demografische Daten der Studienteilnehmer (MW \pm StAW)

	Distal	Proximal	p	Test
Alter (J)	49,8 \pm 11,7	47,2 \pm 13,8	0,28	t
m/w	40/16	43/13	0,49	χ^2
Gewicht (kg)	90,5 \pm 21,9	85,6 \pm 21,0	0,24	t
Größe (cm)	176,6 \pm 10,0	177,7 \pm 9,6	0,56	t

Tab. 4 Hauttemperatur im Blockadeverlauf (MW, StAW)

	Distal (°C)	Proximal (°C)	p
Start	27,0 \pm 2,84	27,2 \pm 3,22	0,768
15 min	30,3 \pm 3,48	28,0 \pm 3,67	<0,01
30 min	33,0 \pm 2,46	30,6 \pm 3,86	<0,01

Für Sensibilität und Motorik war jeweils eine maximale Punktzahl von 4 (aus den Versorgungsgebieten des NT und des NPC) erreichbar.

Prüfung der Temperatur: Messung der Hauttemperatur an den Großzehen beider Extremitäten beugeseitig mittels Hauttemperatursensor.

Unerwünschte Ereignisse (z. B. Parästhesien, Gefäßpunktionen) waren zu protokollieren.

Videosequenzen der Studienblockaden

Die entscheidenden Sequenzen aller im Rahmen der Studie durchgeführten Regionalanästhesien wurden als Sonografie-Video (geräteseitig) festgehalten. Die aufgezeichneten Videosequenzen wurden zur Beurteilung der Qualität hinsichtlich Ausbreitung des LA in Relation zum Nerv (gut: zirkuläre Aus-

breitung um den/die Nerven; mäßig: LA hat Kontakt zu Nerven, zeigt aber keine zirkuläre Ausbreitung; schlecht: LA hat keinen unmittelbaren Kontakt zum Nerv), des Vorliegens einer subparaneuralen Ausbreitung (ja/nein) oder einer potenziell intraneuralen Injektion einem unabhängigen externen Experten zur Beurteilung vorgelegt.

Statistische Auswertung

Wir verfolgten die Hypothese, dass eine Ischiadikusblockade distal der Bifurkation eine schnellere und bessere Blockade Wirkung erzielt als eine proximal der Bifurkation durchgeführte Blockade (primäre Endpunkte).

Untersucht wurde zudem, ob sich ein Verfahren bezüglich der Anlagedauer und der Komplikationsrate als überlegen erweist (sekundärer Endpunkt).

Die Erfassung der Studiendaten erfolgte in Metavision (iMD-soft, USA). Nach Transfer der protokollierten Daten in eine Excel-Tabelle wurde die statis-

Hier steht eine Anzeige.

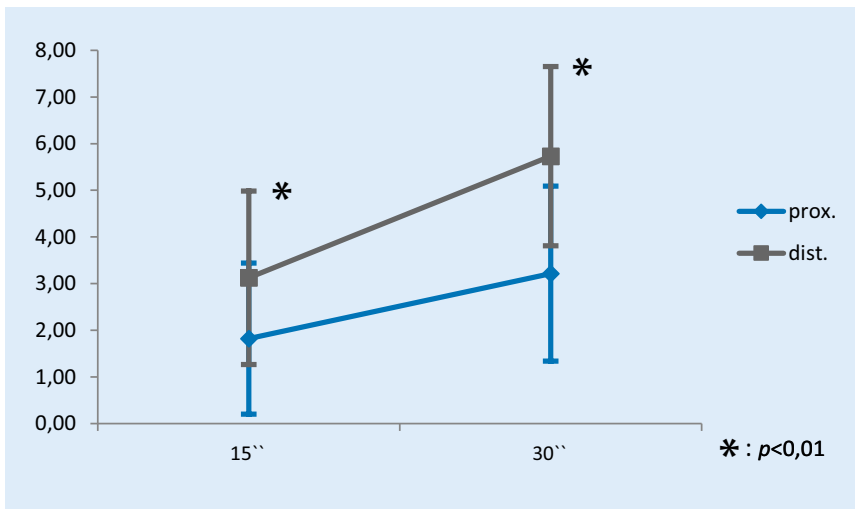


Abb. 3 ▲ Blockadeentwicklung, Summe der Einzelwerte (MW, StAW)

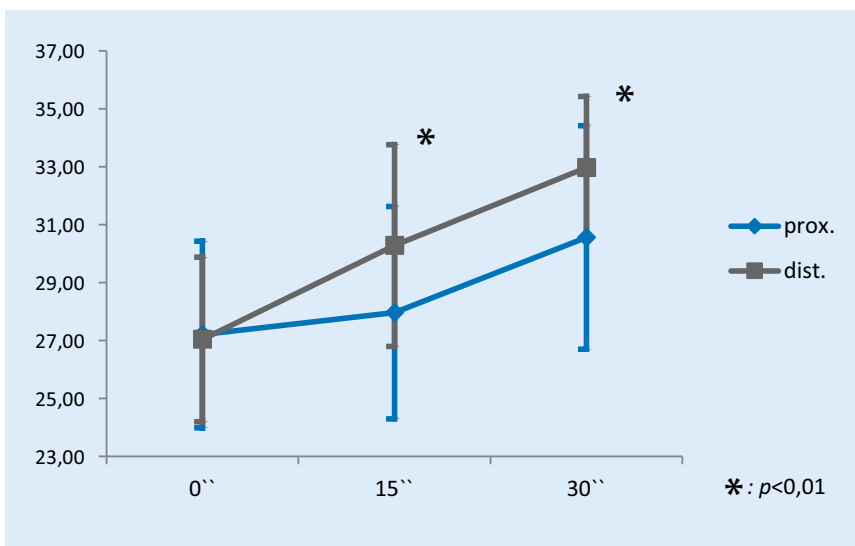


Abb. 4 ▲ Blockadeentwicklung anhand des Temperaturverlaufs (° Celsius)

tische Auswertung mittels Excel (2010, Microsoft Corporation) sowie SPSS Statistics (Version 19, IBM, USA) durchgeführt.

Die Auswertung der Einzelmessungen hinsichtlich Sensibilität, Motorik und Hauttemperatur zu den verschiedenen Zeitpunkten erfolgte nach Überprüfung der Gültigkeit mittels Repeated Measures ANOVA. Die Ergebnisse werden als Mittelwerte (MW) ± Standardabweichung (StAW) angegeben. Ein p -Wert $< 0,05$ wurde als signifikant definiert.

Ergebnisse

Es wurden primär 120 Patienten in die Studie eingeschlossen. Wegen Protokollverletzungen mussten 8 Patienten ausscheiden (Injektion des gesamten LA erst über Katheter, anatomisch keine motorische Austestung möglich, vorbestehende periphere Neuropathie). Für die endgültige Ergebnisauswertung standen somit in jeder Gruppe jeweils 56 Patienten zur Verfügung.

Beide Studiengruppen (Gruppe *dist.*: Blockade distal der Aufzweigung; Gruppe *prox.*: Blockade proximal der Ischiadikusbifurkation) waren homogen in Bezug auf Alter, Größe und Gewicht. Auch

die Geschlechterverteilung war in beiden Gruppen ausgeglichen (siehe Tab. 3).

Der maximal erreichbare Wert der addierten Einzelmessungen pro Messzeitpunkt war für Sensibilität (Testung an zwei Messpunkten; 2 $\hat{=}$ komplette Anästhesie) und Motorik (Plantar- und Dorsalflexion; 2 $\hat{=}$ keine Bewegung mehr möglich) jeweils 4. Die Auswertung der addierten Einzelmessungen ergab zu den Zeitpunkten 15 und 30 min nach Ende der Blockadeanlage folgende Ergebnisse (MW ± StAW; ANOVA):

- Sensibilität: die mittlere erreichte Punktzahl lag zu beiden Messzeitpunkten in der Gruppe der distalen Blockaden signifikant höher als bei den proximalen Blockaden (dist/prox 15 min: 1,75 ± 1,07/0,96 ± 1,04; 30 min: 2,91 ± 1,05/1,71 ± 1,02; $p < 0,01$)
- Motorik: auch hier ließen sich in der distalen Gruppe zu beiden Messzeitpunkten signifikant höhere Punktzahlen ermitteln (dist/prox: 15 min: 1,38 ± 1,09/0,86 ± 0,10; 30 min: 2,82 ± 1,11/1,50 ± 1,16; $p < 0,01$).

Der maximal erreichbare Wert der addierten Einzelmessungen aus Motorik (keine Dorsal- und Plantarflexion mehr möglich $\hat{=}$ 4) und Sensibilität (komplette Anästhesie an beiden Messpunkten $\hat{=}$ 4) zu den Zeitpunkten 15' und 30' war jeweils 8. Analog zu den Einzelqualitäten ergab auch die Überprüfung der Summe der erfassten Werte für Motorik und Sensibilität in der distalen Gruppe zu beiden Messzeitpunkten signifikant höhere Werte (dist/prox: 15 min: 3,13 ± 1,86/1,82 ± 1,62; 30 min: 5,73 ± 1,92/3,21 ± 1,88; $p < 0,01$).

Die absolut gemessene Hauttemperatur, gemessen als Starttemperatur vor Blockadeanlage und jeweils 15 bzw. 30 min nach Blockadeende stieg in der Gruppe der distalen Blockaden bei beiden Messungen nach Ende der Anlage signifikant höher an als in der proximalen Gruppe (siehe Tab. 4; Abb. 3 und 4).

Die benötigte Zeit zur Durchführung der Blockade (Setzen der Hautquaddel bis Ende der Applikation des gesamten Lokalanästhetikums, MW ± StAW; t-Test)

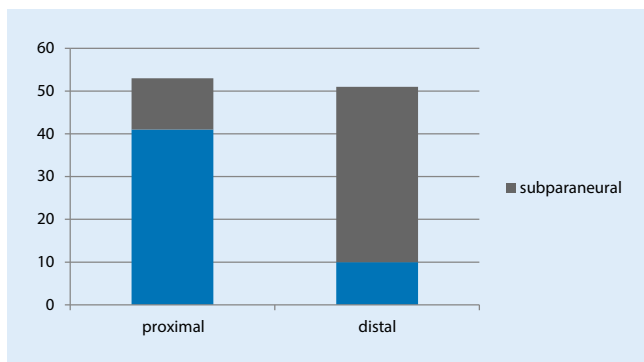


Abb. 5 ▲ Visuelle Beurteilung der subparaneuralen Ausbreitung

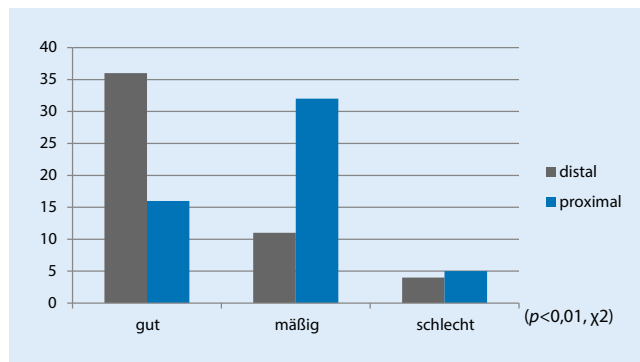


Abb. 6 ▲ Visuelle Beurteilung der Ausbreitung des LA bezogen auf die Zielnerven ($p < 0,01, \chi^2$)

betrug im Mittel in der distalen Gruppe $3,2 \pm 1,43$ min, in der proximalen Gruppe $3,3 \pm 0,85$ min ($p = 0,42$).

Komplikationen wurden in beiden Patientengruppen nicht beobachtet. Auch im Rahmen der routinemäßigen postoperativen Kontrolle nach Abklingen der Blockade wurden keine neurologischen Beeinträchtigungen festgestellt.

Visuelle Auswertung der Videosequenzen

Zur Auswertung standen 51 Videosequenzen aus der distalen und 53 aus der proximalen Gruppe zu Verfügung.

Die Beurteilung der Ausbreitung des Lokalanästhetikums um den N. ischiadicus (proximale Gruppe) bzw. NT und NPC (distale Gruppe) ist in **Tab. 5** aufgeführt.

Ferner wurde anhand der Videosequenzen dokumentiert, wie häufig eine subparaneurale Ausbreitung des Lokalanästhetikums erreicht wurde:

- Subparaneurale Injektion distal 41/51; proximal 12/53 ($p < 0,01; \chi^2$, **Abb. 5 und 6**)

In keiner der beurteilten Sequenzen fanden sich Hinweise auf eine potenziell intraneurale Injektion.

Diskussion

Die Ischiadikusblockade distal der Bifurkation erweist sich in unserer Untersuchung der proximalen Punktion signifikant überlegen. Es zeigte sich eine kürzere Anschlagzeit bei besserer sensibler und motorischer Blockade. Der Zeitauf-

wand für die Anlage war vergleichbar. Als zusätzlicher Parameter für die Überprüfung der Entwicklung der Blockade wurde die Temperaturmessung an der beugeseitigen Großzehe mit einbezogen. Der Temperaturanstieg ist ein zusätzlicher, im Gegensatz zur Prüfung von Motorik und Sensibilität objektiver Indikator für eine suffiziente Blockadeentwicklung [6, 16]. Die Temperaturentwicklung bestätigt den Vorteil der distal angewandten „out-of-plane“-Punktionstechnik gegenüber einer proximal der Bifurkation durchgeführten ultraschallgesteuerten „in-plane“-Blockade des N. ischiadicus.

Andere Studien, die ebenfalls eine ultraschallkontrollierte Injektion distal der Bifurkation mit einer proximal der Bifurkation angelegten Blockade vergleichen, kommen zu ähnlichen Ergebnissen [3, 4, 11]. Den zitierten Studien gemeinsam ist, im Gegensatz zur vorliegenden Studie, dass in der Gruppe der distal der Bifurkation durchgeführten Blockaden der N. peroneus und der N. tibialis jeweils getrennt „in-plane“ aufgesucht und gesondert voneinander blockiert worden sind.

Vloka et al. [14] wiesen eine gemeinsame bindegewebige Hülle nach, die den tibialen und peronealen Anteil des N. ischiadicus umgibt und sich in die beiden Einzelnerven fortsetzt. Sie sprachen von einer „epineural sheath“. Andersen et al. [1] berichteten, dass diese gemeinsame Hülle sich deutlich vom Epineurium trennen lässt und damit eine zusätzliche bindegewebige, befüllbare Hülle darstellt. Sie benannten diese „paraneural sheath“. Nomenklatorisch ist dieser Be-

griff nicht unumstritten. Boezaart etwa schlug 2014 zur etymologisch korrekten Bezeichnung dieser Bindegewebshülle die „circumneural sheath“ vor [2]. Zur Beschreibung des Raumes der adäquaten LA-Applikation wird der Begriff des Paraneuriums aber klinisch häufig verwendet.

Tran et al. [12] verglichen eine „subparaneurale“ ultraschallgesteuerte „out-of-plane“-Punktion zwischen dem peronealen und tibialen Anteil des N. ischiadicus direkt an der Bifurkation mit einer ebenfalls „out-of-plane“ durchgeführten Einzelinjektion LA an beide Nerven distal der Bifurkation. Sie konnten hier einen Vorteil bezüglich der Anschlagzeit, Erfolgsquote und Durchführungszeit zugunsten der Blockade im Bereich der Bifurkation feststellen.

In einer Folgestudie verglichen Tran et al. [13] diese Methode (subparaneurale Injektion im Bereich der Bifurkation) mit einer proximal der Bifurkation durchgeführten Blockade am N. ischiadicus, ebenfalls „out-of-plane“, mit dem Ziel, das Lokalanästhetikum auch hier subparaneural zu injizieren. Hier ließen sich keine signifikanten Unterschiede bezüglich Erfolgsquote, Anschlagzeit und Durchführungszeit zwischen beiden Blockadetechniken finden. Tran et al. [13] erhoben in dieser Studie einen „composite score“ nach 30 min für beide Gruppen von 7,1 (Injektion proximal der Bifurkation) bzw. 7,4 (periphere Injektion im Bereich der Bifurkation). Der „composite score“ entspricht dem in der vorliegenden Studie erfassten maximal erreichbaren Wert der addierten Einzelmessungen eines Patienten für die Kombination aus

Tab. 5 Visuelle Auswertung der erstellten Videosequenzen

LA-Ausbreitung	Distal	Proximal
Gut	36	16
Mäßig	11	32
Schlecht	4	5
Gesamtzahl	51	53

Sensibilität (komplette Anästhesie) und Motorik (keine Bewegung mehr möglich), der hier, wie auch in der 2013 publizierten Studie [13], bei maximal 8 lag.

Bezogen auf diese Daten von Tran et al., wick vor allem der von uns in der proximalen Gruppe nach 30 min erhobene Wert von 3,2 vs. 7,4 (Tran et al. [13]), deutlich ab. Ursächlich hierfür ist vermutlich, dass es uns bei Anwendung der „in-plane“-Punktion trotz einer Positionierung der Kanülenspitze unmittelbar am Nerv mit dem Ziel einer zirkulären Ausbreitung des Lokalanästhetikums um den N. ischiadicus nicht immer gelungen ist, das Lokalanästhetikum „subparaneural“ zu applizieren.

Dies deckt sich mit der Videoauswertung unserer Blockaden durch einen unabhängigen Gutachter: In der distalen Gruppe mit „out-of-plane“-Injektion zwischen NPC und NT war signifikant häufiger (41/51 Patienten) eine subparaneurale Injektion zu erkennen als in der proximalen Gruppe mit „in-plane“-Injektion am N. ischiadicus proximal der Bifurkation (12/53). Dieses Ergebnis überrascht, da die Kanüle in der proximalen Gruppe unter sonografischer Kontrolle direkt tangential an den N. ischiadicus herangeführt wurde, in den meisten Fällen sogar ventral und dorsal des Nervs. Vermutlich ist es mittels des lateralen Zugangs und einer „in-plane“-Punktion schwierig, das Paraneurium tatsächlich zu durchdringen, insbesondere, wenn man nicht den Nerv direkt bei der Punktion ansteuert, sondern versucht, tangential an den Nerv heranzugehen.

Dabei war auch wiederholt zu beobachten, dass das Paraneurium vor der Nadelspitze hergeschoben wurde, ohne eine Perforation desselben zu erzielen. Dies mag an dem kleinen Punktionswinkel gelegen haben, mit dem die Kanüle bei tangentialer („out-of-plane“-)

Annäherung an den Nerv auf das Paraneurium trifft. Eine weitere Ursache könnte in dem unterschiedlichen Nadel-design liegen, welches jeweils verwendet wurde. Während in der eigenen Studie eine Sprötte-Kanüle verwendet wurde, haben Tran et al. [13] die proximale N. ischiadicus-Blockade „in-plane“ mit einer Tuohy-Kanüle durchgeführt. Insbesondere bei direkter Ansteuerung des Nervs in der „out-of-plane“-Technik kann vermutlich mittels der eher „schneidenden“ Tuohy-Kanüle besser eine Durchdringung des Paraneuriums erreicht werden. Bei diesem Vorgehen wird von Tran et al. allerdings auch von einer Parästhesiefrequenz von 35 % (proximale Punktion) bzw. 24 % (Punktion im Bereich der Bifurkation) und einer neuralen Schwellung als Ausdruck einer intraneuralen Injektion bei 6 % bzw. 8 % (in 2 Fällen mit konsekutiv passagerer Taubheit) berichtet.

In der vorliegenden Studie waren in beiden Gruppen keine Parästhesien zu verzeichnen. Auch in der Videoauswertung wurde kein Fall einer intraneuralen Injektion mit Anschwellen des Nervs beobachtet. Ebenso kam es zu keinerlei neurologischen Komplikationen nach Abklingen der Blockade.

Tran et al. geben einleitend in ihrer Publikation zu bedenken, dass es schwierig sein kann, den exakten Punkt im Bereich der Bifurkation zu bestimmen, an dem die Injektion optimal durchzuführen ist. Sie zitieren Andersen et al. [1] mit dem Hinweis, dass das Paraneurium, welches sich um die aus dem N. ischiadicus entspringenden Einzelnerve (NPC und NT) fortsetzt, nur für eine kurze Distanz distal der Bifurkation vorhanden ist. Um einen potenziell schädigenden Nadel-Nerv-Kontakt zu vermeiden, geht es darum, den optimalen distalen Abstand zur Bifurkation im Rahmen einer subparaneuralen Punktion zu finden, der einerseits eine rostrale Ausbreitung des Lokalanästhetikums um den N. ischiadicus im subparaneuralen Raum, andererseits aber einen gewissen „Sicherheitsabstand“ zur Bifurkation und den daraus hervorgehenden Einzelnerve ermöglicht.

Der Vorteil der in unserer Studie in der distalen Gruppe angewandten Technik, die Punktion etwas distal der Bifurkation

zwischen beiden Nerven durchzuführen, liegt darin, auf der einen Seite eine Annäherung an nervale Strukturen weitestgehend zu vermeiden, andererseits aber mit einer einzigen subparaneuralen Injektion eine rasche Anschlagzeit und ein sicheres Blockadeergebnis zu erzielen, begünstigt durch das nahezu orthogonale Heranführen der Nadelspitze an das Paraneurium, welches so problemlos durchdrungen werden kann.

Eine bei einigen Patienten im Anschluss an die Punktion zwischen N. peroneus und N. tibialis durchgeführte sonografische Kontrolle der Ausbreitung des Lokalanästhetikums nach proximal zeigte regelhaft, dass sich das Lokalanästhetikum bis weit in den Oberschenkel hinein zirkulär schlauchförmig um den N. ischiadicus ausbreitete. Eine Injektion „out-of-plane“, ca. 0,5–2 cm distal der Bifurkation, dem Bereich also, in dem beide Einzelnerve schon deutlich voneinander getrennt sind, scheint durchaus eine subparaneurale Injektion mit dem Vorteil einer raschen Blockadeentwicklung zu ermöglichen, ohne hierbei direkt mit den Nerven in Kontakt zu kommen.

Ein weiterer Vorteil dieser Zugangsweise gegenüber der „in-plane“ durchgeführten Blockaden proximal der Bifurkation oder auch den Einzelblockaden des N. peroneus und des N. tibialis distal der Bifurkation ist eine problemlose Katheteranlage. Eigene Untersuchungen an Kadavern konnten nachweisen, dass es unter Verwendung von Plexuskathetern mit gerader Endigung bei einer „in-plane“-Punktion häufig zu erheblichen Katheterfehllagen kommt, wenn der Katheter 3 cm über die Kanülenspitze hinaus vorgeschoben wird [10]. Ein knappes Verschieben des Katheters führt dagegen zu häufigeren Dislokationen [7], sodass eine „out-of-plane“-Punktion bezüglich der Positionierung gerader Katheter unserer Erfahrung nach deutliche Vorteile aufweist, da sich der Katheter über eine längere Strecke im „subparaneuralen“, mit Lokalanästhetikum gefüllten Raum verschieben lässt, ohne zu dislozieren. Dies allerdings wäre durch eine klinische Studie zu objektivieren.

Fazit für die Praxis

Unsere Untersuchung zeigt, dass eine „out-of-plane“ Blockade ca. 0,5–2 cm distal der Bifurkation, in dem Bereich, wo sich NPC und NT bereits als Einzelnerven voneinander getrennt haben und somit sonografisch klar abgrenzbar sind, zu einer signifikant besseren und rascheren Blockadeentwicklung führt als eine proximal der Bifurkation „in-plane“ durchgeführte Blockade. Diese Vorgehensweise scheint zudem im Hinblick auf potenzielle Nervenschädigungen sicherer zu sein, da es bei korrekter Durchführung zu keinem direkten Nadel-Nerv Kontakt kommt.

Korrespondenzadresse



Dr. med. T. Geiser

Abteilung für Anästhesiologie und Intensivmedizin,
Berufsgenossenschaftliche
Unfallklinik Murnau
Murnau am Staffelsee,
Deutschland
geiser@bgu-murnau.de

Einhaltung ethischer Richtlinien

Interessenkonflikt. T. Geiser und J. Büttner erhalten Vortragshonorare von der Firma Pajunk. O. Vicent erhält Honorare von den Firmen Pajunk, B. Braun und CSL Behring. J. Apel gibt an, dass kein Interessenkonflikt besteht.

Alle beschriebenen Untersuchungen am Menschen wurden mit Zustimmung der zuständigen Ethik-Kommission, im Einklang mit nationalem Recht sowie gemäß der Deklaration von Helsinki von 1975 (in der aktuellen, überarbeiteten Fassung) durchgeführt. Von allen beteiligten Patienten liegt eine Einverständniserklärung vor.

Literatur

- Andersen HL, Andersen SL, Tranum-Jensen J (2012) Injection inside the paraneural sheath of the sciatic nerve: direct comparison among ultrasound imaging, macroscopic anatomy, and histologic analysis. *Reg Anesth Pain Med* 37(4):410–414
- Boezaart AP (2014) The sweet spot of the nerve: is the “paraneural sheath” named correctly, and does it matter? *Reg Anesth Pain Med* 39(6):557–558
- Buys MJ, Arndt CD, Vagh F, Hoard A, Gerstein N (2010) Ultrasound-guided sciatic nerve block in the popliteal fossa using a lateral approach: onset time comparing separate tibial and common peroneal nerve injections versus injecting proximal to the bifurcation. *Anesth Analg* 110(2):635–637
- Germain G, Lévesque S, Dion N, Nadeau MJ, Coté D, Nicole PC, Turgeon AF (2012) Brief reports: a comparison of an injection cephalad or caudad to the division of the sciatic nerve for ultrasound-guided popliteal block: a prospective randomized study. *Anesth Analg* 114(1):233–235
- Karmakar MK, Shariat AN, Pangthipumpai P, Chen J (2013) High-definition ultrasound imaging defines the paraneural sheath and the fascial compartments surrounding the sciatic nerve at the popliteal fossa. *Reg Anesth Pain Med* 38(5):447–451
- Lange KH, Jansen T, Asghar S, Kristensen PL, Skjønnemand M, Nørgaard P (2011) Skintemperature measured by infrared thermography after specific ultrasound-guided blocking of the musculocutaneous, radial, ulnar, and median nerves in the upper extremity. *Br J Anaesth* 106(6):887–895
- Marhofer D, Marhofer P, Triffetter L, Leonhardt M, Weber M, Zeitlinger M (2013) Dislocation rates of perineural catheters: a volunteer study. *Br J Anaesth* 111(5):800–806
- Meier G, Büttner J (2013) Distale Blockade des Nervus ischiadicus. In: Meier G, Büttner J (Hrsg) *Atlas der peripheren Regionalanästhesie*. Thieme, Stuttgart, S 244–262
- Morin AM, Kerwat KM, Büttner J, Litz RJ, Koch T, Mutters R, Lohoff M, Geldner G, Wulf H (2006) Hygiene recommendations for the initiation and continued care of regional anaesthetic procedures. The 15 “musts” of the Scientific Working Group Regional Anaesthetic Procedures. *Anaesth Intensivmed* 47:372–379
- Parzinger A, Feigl G, Büttner J (2013) Periphere regionale Blockaden: Katheteranlage „in-plane“ oder „out-of-plane“. *Hauptstadtkongress der DGAI für Anästhesiologie und Intensivmedizin 2013*, Berlin. *Anaesth Intensivmed* 54:471–5479
- Prasad A, Perlas A, Ramlogan R, Brull R, Chan V (2010) Ultrasound-guided popliteal block distal to sciatic nerve bifurcation shortens onset time: a prospective randomized double-blind study. *Reg Anesth Pain Med* 35(3):267–271
- Tran DQ, Dugani S, Pham K, Al-Shaafi A, Finlayson RJ (2011) A randomized comparison between subepineural and conventional ultrasound-guided popliteal sciatic nerve block. *Reg Anesth Pain Med* 36(6):548–552
- Tran DQ, González AP, Bernucci F, Pham K, Finlayson RJ (2013) A randomized comparison between bifurcation and prebifurcation subparaneural popliteal sciatic nerve blocks. *Anesth Analg* 116(5):1170–1175
- Vloka JD, Hadzić A, Lesser JB, Kitain E, Geatz H, April EW, Thys DM (1997) A common epineural sheath for the nerves in the popliteal fossa and its possible implications for sciatic nerve block. *Anesth Analg* 84(2):387–390
- Vloka JD, Hadzić A, April E, Thys DM (2001) The division of the sciatic nerve in the popliteal fossa: anatomical implications for popliteal nerve blockade. *Anesth Analg* 92(1):215–217
- Werdehausen R, Braun S, Hermanns H, Freynhagen R, Lipfert P, Stevens MF (2007) Uniform distribution of skin-temperature increase after different regional-anesthesia techniques of the lower extremity. *Reg Anesth Pain Med* 32(1):73–78

Hier steht eine Anzeige.

