

Intraneurale Ganglionzysten der unteren Extremität

Intraneural Ganglion Cysts of the Lower Limb

Autoren

Tobias Fricke¹, Anne Dorothee Schmitt², Olav Jansen¹

Institute

- 1 Department of Radiology and Neuroradiology, Universitätsklinikum Schleswig-Holstein, Campus Kiel, Germany
- 2 Department of Neurosurgery, Universitätsklinikum Schleswig-Holstein, Campus Kiel, Germany

Key words

nervous-peripheral, muscular, intraneural ganglion cyst, neuropathy, MR imaging

eingereicht 28.06.2018

akzeptiert 16.10.2018

Bibliografie

DOI <https://doi.org/10.1055/a-0777-2525>

Online-Publikation: 19.11.2018

Fortschr Röntgenstr 2019; 191: 732–738

© Georg Thieme Verlag KG, Stuttgart · New York

ISSN 1438-9029

Korrespondenzadresse

Dr. Tobias Fricke

Radiologie und Neuroradiologie, Universitätsklinikum Schleswig-Holstein Campus Kiel, Arnold-Heller-Straße 3, 24105 Kiel, Germany

Tel.: ++ 49/4 31/50 01 65 00

tobiasfricke2@hotmail.de

ZUSAMMENFASSUNG

Hintergrund Bei intraneuralen Ganglionzysten handelt es sich um eine seltene Pathologie, welche die peripheren Nerven betrifft. Die Zysten entstehen gemäß der anerkanntesten Theorie (Gelenk-/Synovial-Theorie) aus einem Kapseldefekt eines benachbarten Gelenks, sodass sich Gelenkflüssigkeit entlang des Epineuriums eines Nervenastes ausbreitet. Dadurch kommt es zu den entsprechenden neurologischen Symptomen. Anhand von 3 eigenen Kasuistiken soll dieses Krankheitsbild dargestellt werden.

Methoden Die Patienten wurden zwischen 2011 und 2018 mittels MRT der unteren Extremitäten untersucht. Auch für die Nachuntersuchungen wurden MRTs durchgeführt.

Kasuistiken und Diskussion Die von uns beschriebenen Patienten zeigten vielfältige Symptome. Durch die MRT konnten wir die intraneuralen Ganglionzysten exakt detektieren und so den behandelnden Kollegen die Basis für die durchzuführenden Operationen liefern. Die operative Therapie bei

intraneuralem Ganglion besteht in der Dekompression der Nerven/der Ganglionzysten und Ligatur des versorgenden Gelenkastes; letzteres ist für die Prognose entscheidend, da nur so der Ursprung der Erkrankung behandelt wird und Rezidive verhindert werden. Durch unsere Fallbeispiele können wir die allgemein favorisierte Gelenk-/Synovial-Theorie unterstützen.

Kernaussagen:

- Intraneurale Ganglionzysten können vielfältige neurologische Symptome verursachen, abhängig von ihrer Lokalisation.
- Die Pathogenese wird durch die Gelenk-/Synovial-Theorie sinnvoll erklärt. Diese besagt, dass die Zysten aus einem Kapseldefekt eines Gelenkes entstehen.
- Die MRT ist die Methode der Wahl zur exakten Diagnosestellung intraneuraler Ganglionzysten. Aber auch die Sonografie hat einen wichtigen Stellenwert.
- Eine Operation ist die einzige kurative Therapie, wobei der Behandlungserfolg entscheidend von der Ligatur des versorgenden Gelenkastes abhängt.

Zitierweise

- Fricke T, Schmitt AD, Jansen O. Intraneural Ganglion Cysts of the Lower Limb. Fortschr Röntgenstr 2019; 191: 732–738

ABSTRACT

Background Intraneural ganglion cysts are rare. They affect the peripheral nerves. According to the most widely accepted theory (articular/synovial theory), the cysts are formed from a capsular defect of an adjacent joint, so that synovial fluid spreads along the epineurium of a nerve branch. This leads to diverse neurological symptoms. We will illustrate this disease based on three of our own cases.

Methods Patients were examined between 2011 and 2018 using lower limb MRI. MRI scans were also performed for the follow-up examinations.

Case studies and Discussion The patients had many symptoms. We were able to accurately detect the intraneural ganglion cysts on MRI and provide the treating surgeons with the basis for the operation to be performed. The success of surgical therapy depends on the resection of the nerve endings supplying the joint as the only way to treat the origin of the disease and prevent recurrence. Based on our case studies, we can support the commonly favored articular/synovial theory.

Hintergrund

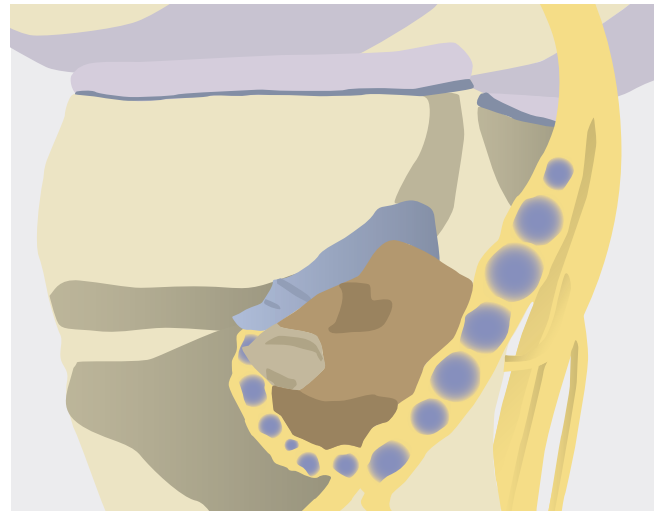
Schädigungen peripherer Nerven können unterschiedliche Symptome verursachen, abhängig von den beteiligten Nerven und der Schwere der Verletzung. Sie können multiple Ursachen haben, wie z. B. penetrierende Verletzungen, indirekte Traumata oder metabolische Krankheiten, wie Diabetes mellitus [1]. Während Verletzungen peripherer Nerven, wie z. B. des N. tibialis, häufig sind, sind intraneurale Ganglionzysten in peripheren Nerven deutlich seltener. Sie treten üblicherweise bei Erwachsenen auf. Intraneurale Ganglien sind nicht neoplastische Zysten, welche durch Ansammlungen von muzinöser Flüssigkeit innerhalb der dichten, faserigen Kapsel des Epineuriums entstehen. Diese Zysten können zur Kompression der anliegenden Nervenfaszikel führen, was zu entsprechenden Symptomen, wie Schmerzen, Parästhesien, Schwäche, Muskel-Denervierung und Muskelatrophie führen kann [2].

Die Ätiologie intraneuraler Ganglionzysten ist umstritten; in den letzten Jahren wird jedoch die Gelenk-/Synovial-Theorie favorisiert. Diese besagt, dass die Zysten aus einem Kapseldefekt eines benachbarten Gelenks entstehen und Gelenkflüssigkeit sich entlang des Epineuriums eines Nervenastes ausbreitet (► **Abb. 1**) [3]. Daher entstehen intraneurale Ganglionzysten an Orten, an denen ein gelenkversorgender Nervenast existiert, welcher sensorische Informationen aus dem Gelenk, insbesondere Nozizeption und Propriozeption, an das zentrale Nervensystem weiterleitet [4]. Intraneurale Ganglionzysten können bei MRT-Untersuchungen nahezu unsichtbar sein und trotzdem bei Patienten zu einer Neuropathie führen. Das liegt daran, dass diese Zysten in ihrer Größe und Morphologie schwanken können [5]. Allerdings hat auch die MRT-Methodik einen entscheidenden Einfluss auf die Nachweisbarkeit intraneuraler Zysten. Mittels MR-Neurografie lässt sich eine hohe strukturelle Auflösung erzielen, wodurch einzelne Nervenfaszikel dargestellt werden können und sich intraneurale Zysten bereits im inzipienten Stadium nachweisen lassen [8, 9]. Einige Zysten breiten sich beispielsweise vom N. peroneus in den N. ischiadicus und weiter in den N. tibialis aus [6]. Die Flüssigkeit, welche aus der Gelenkkapsel austritt, folgt dem Weg des geringsten Widerstandes. Aufgrund der Druckverhältnisse, welche um das Kniegelenk auf die Ganglionzysten ausgeübt werden, lässt sich die Dynamik erklären, mit der sich einige Ganglionzysten ihren Weg bahnen und innerhalb des Epineuriums ascendieren, Nervenastverzweigungen kreuzen und descendieren [7].

Intraneurale Ganglionzysten können zwar mit jedem Gelenk assoziiert sein, am häufigsten betroffenen ist jedoch der N. peroneus in Verbindung mit dem proximalen Tibiofibular-Gelenk [10]. Intraneurale Ganglionzysten des N. tibialis sind dagegen eher selten [2, 11].

Die MRT ist die Methode der Wahl für die Diagnosestellung intraneuraler Ganglionzysten. Sie erlaubt eine detaillierte Charakterisierung der Läsionen und zeigt die muskulären Folgeerscheinungen der Denervierung [12, 13].

Nachfolgend werden 3 eigene Kasuistiken beschrieben, anhand derer die klinische und MR-morphologische Vielfalt dieses Krankheitsbildes dargestellt werden soll.



► **Abb. 1** Entstehung von intraneuralen Ganglionzysten entlang des N. peroneus aus dem proximalen Tibiofibular-Gelenk.

Methoden

In allen Fällen wurden MRT-Untersuchungen im Zeitraum zwischen 2011 und 2018 durchgeführt. Die Geräte und Sequenzen waren wie folgt:

Patient 1, männlich, 66 Jahre, Erstuntersuchung des linken Beins (Philips Achieva 3.0-T, Philips Medical Systems, Best, The Netherlands): Nativ wurden folgende Sequenzen gewählt: Eine koronare, T1-gewichtete Turbospinecho-Sequenz; eine transversale, T2-gewichtete Turbospinecho-Sequenz; eine koronare, fettgesättigte SPAIR-Sequenz; eine koronare, T1-gewichtete SPIR-Sequenz. Nach Kontrastmittelgabe wurden folgende Sequenzen durchgeführt: Eine transversale, T1-gewichtete, 3D-fähige Sequenz; eine transversale, fettgesättigte, T1-gewichtete Sequenz; eine sagittale, fettgesättigte, T1-gewichtete Sequenz; eine transversale, T1-gewichtete SPIR-Sequenz.

Patient 2, männlich, 15 Jahre, Erstuntersuchung des rechten Beins (Philips Achieva 1.5-T, Philips Medical Systems, Best, The Netherlands): Folgende Sequenzen wurden nativ durchgeführt: Eine koronare STIR-Sequenz; eine sagittale, T1-gewichtete SPIR-Sequenz; eine koronare STIR-Sequenz; eine transversale, T1-gewichtete Turbospinecho-Sequenz. Nach Kontrastmittelgabe wurden folgende Sequenzen gewählt: Eine transversale, fettgesättigte, T1-gewichtete Turbospinecho-Sequenz.

Auswärtige Nachuntersuchung des rechten Beins (Philips Gyrosan NT 1.5-T, Philips Medical Systems, Best, The Netherlands): Folgende Sequenzen wurden nativ durchgeführt: Eine koronare und transversale STIR-Sequenz; eine sagittale, T2-gewichtete Turbospinecho-Sequenz; eine koronare, T1-gewichtete Turbospinecho-Sequenz. Nach Kontrastmittelgabe wurden folgende Sequenzen gewählt: Eine transversale und sagittale, T1-gewichtete SPIR-Sequenz.

Patientin 3, weiblich, 64 Jahre, auswärtige Erstuntersuchung des linken Beins (Philips Ingenia 1.5-T, Philips Medical Systems, Best, The Netherlands): Die Untersuchung wurde nativ durchgeführt; es wurden folgende Sequenzen ausgewählt: Eine 3D-re-

konstruierbare, T1-gewichtete Sequenz; eine 3D-rekonstruierbare, fettgesättigte, T1-gewichtete Sequenz; eine sagittale, T1-gewichtete Turbospinecho-Sequenz; eine sagittale, eine koronare und eine transversale SPAIR-Sequenz; eine 3D-mFFE-WATs.

Nachuntersuchung des linken Kniegelenks (Siemens Aera 1.5-T, Siemens Healthcare, Erlangen, Germany): Die Untersuchung wurde nativ durchgeführt; folgende Sequenzen wurden gewählt: Eine koronare und transversale, PD- und T2-gewichtete Turbospinecho-Sequenz; eine transversale, T1-gewichtete TIRM-Sequenz; diffusionsgewichtete Sequenzen; eine sagittale, PD-gewichtete SPACE-Sequenz.

Kasuistiken

Patient 1, männlich, 66 Jahre

Der Patient stellte sich mit seit etwa 1 Jahr bestehenden, heftigen, stechenden Schmerzen des Unterschenkels und der linken Fußsohle sowie einer Zehenbeuger-Schwäche links vor. Klinisch fanden sich eine Areflexie und eine Pallanästhesie. Es bestand sowohl eine Fußheber- wie auch eine Fußsenker-Parese (Kraftgrad IV/V).

Seit 6 Jahren bestand ein Churg-Strauss-Syndrom, offenbar auch mit Beteiligung der Vasa nervorum. Zudem erfolgte in der Vergangenheit die Beschreibung einer Schwerpunktneuropathie des rechten Fußes bei elektrophysiologischem Nachweis einer Polyneuropathie, die als Folge der Grunderkrankung einzustufen war. Nach Beginn der akuten Symptomatik wurde eine tiefe Beinvenenthrombose des linken Unterschenkels bei zeitweilig deutlichem Unterschenkelödem festgestellt. Im Rahmen der sonografischen Untersuchung war zudem eine Auftreibung des N. tibialis aufgefallen. Zur genaueren Abklärung wurde ein MRT durchgeführt.

In der MRT zeigten sich zystisointense, perlschnurartige Läsionen entlang des N. tibialis vom diaphysären Übergang des distalen Oberschenkels bis auf Höhe des proximalen Tibiofibular-Gelenks. Entlang des N. tibialis gab es keine kompakten Weichgewebsvermehrungen und es waren keine suspekten Kontrastmitelanreicherungen nachzuweisen. Daneben zeigten sich größere, zystisointense Läsionen im Verlauf von gelenkversorgenden Ästen des Femorotibial-Gelenks, welche vom N. tibialis ausgingen. Des Weiteren zeigten sich ein Kniegelenkserguss mit Synovitis bei Gonarthrose und eine Retropatellararthrose. Im M. tibialis posterior fand sich ein Denervierungs-Ödem (► **Abb. 2**).

Aus neurochirurgischer Sicht wurde die Indikation zur operativen Therapie gestellt.

In der Operation lag der Schwerpunkt auf dem Aufsuchen der gelenkversorgenden Nervenäste. Diese konnten am tibiofibularen Gelenk und an der dorsalen Seite des Kniegelenks dargestellt und abgesetzt werden. Die perlschnurartig den Nerv umgebenden Zysten wurden nur an prominenten Stellen inzidiert, sodass sich epineurale, gallertartige Flüssigkeit entleeren konnte; auf ein Ausstreichen im Nervenverlauf wurde verzichtet.

Im postoperativen Verlauf besserten sich die Beschwerden deutlich. Die Paresen waren zum Zeitpunkt der Entlassung rückläufig (Kraftgrad IV+/V). Auch der Patient berichtete, dass es ihm

nach der Operation insgesamt gut ergehe. Die vorbestehenden, einschließenden Schmerzen traten nicht mehr auf.

Patient 2, männlich, 15 Jahre

Der Patient schilderte seit 1 Jahr bestehende Schmerzen im rechten Schienbein, diese habe er besonders beim Schulsport bemerkt. Zusätzlich bestanden seit ca. 2 Monaten eine Fußheber-Plegie rechts sowie ein Taubheitsgefühl im Bereich des rechten Schienbeins vom Knie abwärts. In der klinisch-neurologischen Untersuchung bestätigte sich die rechtsseitige Fußheber-Plegie sowie eine Dysästhesie am rechten lateralen Schienbein und im Interdigitalspalt I/II. Ansonsten bestand kein sensomotorisches Defizit. In der elektrophysiologischen Untersuchung zeigte sich ein kompletter Leitungsblock im Nervus peroneus rechts.

In der MRT zeigten sich zystisointense, perlschnurartige Läsionen, welche von einem gelenkversorgenden Nervenast des Tibiofibular-Gelenks ausgingen. Diese dehnten sich über den Nervus peroneus profundus in den distalen Nervus peroneus communis aus und deszendierten in den Nervus peroneus superficialis. In der Extensoren-Loge zeigten sich Ödeme im Musculus tibialis anterior und im M. extensor hallucis longus (► **Abb. 3a-c**).

Auch in diesem Falle wurde die Indikation zur Operation gestellt. Die intraneuralen Ganglionzysten wurden entlastet, indem die perlschnurartig dem Nerv anliegenden Veränderungen an prominenten Stellen eröffnet und die gallertartige, epineurale Flüssigkeit ausgestrichen wurde. Ein gelenkversorgender Nervenast konnte nicht dargestellt und abgesetzt werden.

Die Fußheber-Plegie und das Taubheitsgefühl bestanden weiter wie präoperativ. Der Patient erhielt eine Peroneus-Schiene rechts sowie Unterarmgehstützen und bekam Physiotherapie. In der Kontroll-MRT zeigten sich die operativ entlasteten, intraneuralen Ganglionzysten nahezu unverändert, sodass eine erneute operative Entlastung diskutiert wurde. Der Patient stand bei unveränderter klinischer Symptomatik einem erneuten Eingriff jedoch kritisch gegenüber, sodass zunächst eine MRT-Kontrolluntersuchung in 2 Jahren vereinbart wurde.

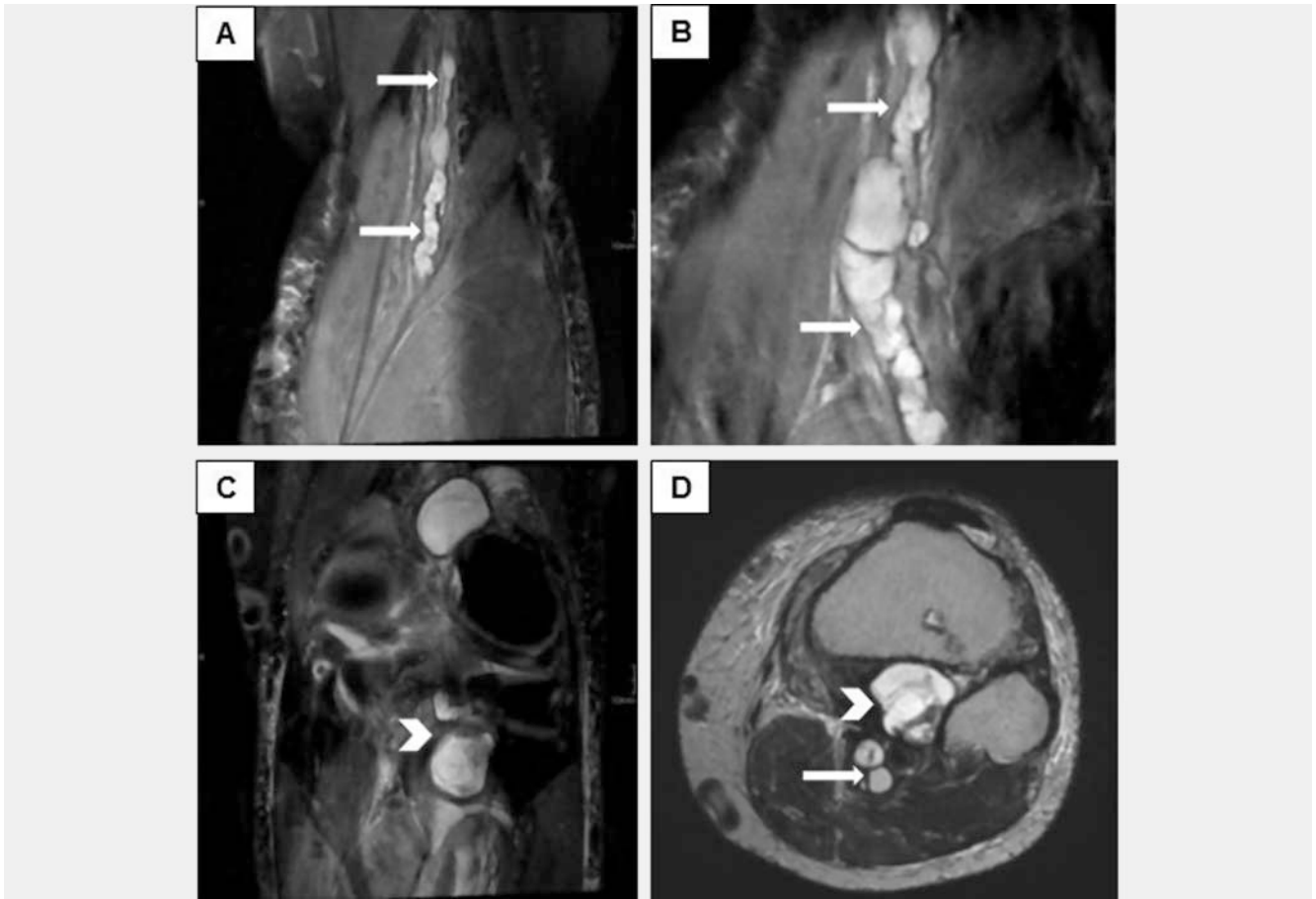
Patientin 3, weiblich, 64 Jahre

Die Patientin klagte über ausgeprägte Schmerzen des linken Außenknöchels und des linken Unterschenkels, welche seit 1 Woche bestünden. Diese hätten bei Belastung und längerer Bewegung zugenommen. Durch Schmerzmittel kam es zunächst zu einer Verbesserung. Bei erneuten Schmerzen erfolgte dann zunächst die Vorstellung bei ihrem Hausarzt, hier wurde zunächst eine Beinvenenthrombose ausgeschlossen.

Im weiteren Verlauf klagte die Patientin über neu hinzugekommene Kribbelparästhesien im Außenrist und der Unterschenkelaußenseite links, eine Fußheber-Parese und eine Hypästhesie des linken Fußes.

Bei der klinischen Untersuchung bot sich eine Fußheber-Schwäche links (Kraftgrad 3/5), der Hackenstand war nicht möglich. Zudem bestand eine Hypästhesie im linken Fuß. Zusammenfassend wurde bei der Patientin der Verdacht auf eine subakute Peroneus-Läsion links gestellt.

In der auswärtig durchgeführten MRT-Untersuchung zeigten sich zystische, perlschnurartige Veränderungen des Nervus peroneus



► **Abb. 2** MRT-Untersuchung von Patient 1. **a, b** Intraneurale Ganglionzysten entlang des N. tibialis (Pfeile) im Verlauf der Kniekehle. **c, d** Verbindung der Zysten im N. tibialis (Pfeil) mit der dorsalen Kniegelenkscapsel über eine große Ganglionzyste (Pfeilspitzen), welche dem Verlauf der gelenkversorgenden Nervenäste entspricht.

profundus und beginnend auch des distalen Nervus peroneus communis, welche von einem gelenkversorgenden Nervenast des Tibiofibular-Gelenks ausgingen und direkt an dieses heranreichten. Es zeigten sich zudem Denervations-Ödeme in der Extensoren-Loge (► **Abb. 3d-f**).

Die Patientin entschied sich zur operativen Therapie. Die intraneuralen Ganglionzysten im Bereich des Nervus peroneus communis wurden operativ inzidiert. Der gelenkversorgende Ast zum Tibiofibular-Gelenk wurde aufgesucht und abgesetzt. Die neurologische Untersuchung, welche direkt postoperativ durchgeführt wurde, zeigte sich unverändert zum präoperativen Ausgangsbefund. Bei der Kontrolluntersuchung nach 3 Monaten waren die Paresen noch vorhanden, aber rückläufig. Ansonsten bestand klinische Beschwerdefreiheit. In der MRT-Nachuntersuchung zeigten sich residuelle Zysten im Verlauf des Nervus peroneus communis und rückläufige, aber noch nachweisbare Denervations-Ödeme in der Extensoren-Loge.

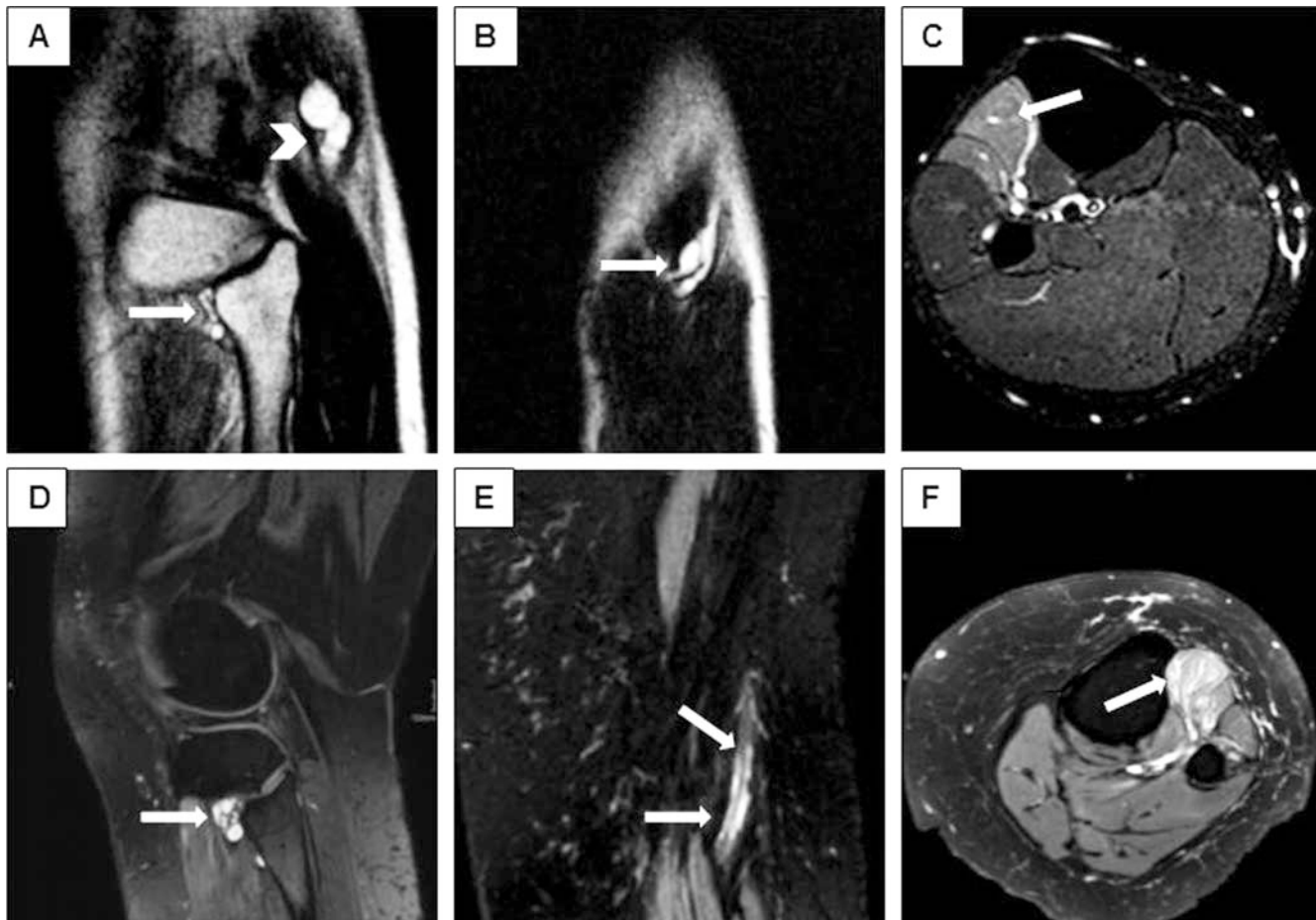
Diskussion

Das bindegewebige Epineurium umgibt die zu Faszikeln zusammengefassten Nervenfasern peripherer Nerven. Jeder Faszikel

steckt in einer eigenen Hülle, dem Perineurium. Innerhalb des Faszikels liegt zwischen den Nervenfasern zartes Bindegewebe, das Endoneurium. Die Bindegewebshüllen dienen u. a. dem mechanischen Schutz der Nervenfasern [14].

Ein peripherer Nerv kann verschiedene Zusammensetzungen aus motorischen und sensiblen Fasern enthalten. Zu den sensiblen Manifestationsformen der Neuropathie gehören Hypästhesien, Hypalgesien, Parästhesien oder Hyperalgesien. Im Falle von Neuropathien, welche durch Kompression bedingt sind, sind die sensiblen Fasern in der Regel zuerst betroffen, wie auch in unseren Fällen. Symptome einer motorischen Neuropathie umfassen normalerweise Paresen, Muskelkrämpfe, Kloni und Faszikulationen [15].

In allen von uns beschriebenen Fallbeispielen hatten die Patienten zunächst Schmerzen in den entsprechenden Versorgungsgebieten der Nerven. Außerdem klagten die Patienten über Dysästhesie, Hypästhesie und Kribbelparästhesien. Parallel zu den sensiblen Störungen, oder kurze Zeit später, traten Lähmungen auf, in unseren Fällen waren es Zehenbeuger-Schwächen und Fußheber- wie auch Fußsenker-Plegien. Weitere Gemeinsamkeiten in allen Fällen waren Denervations-Ödeme der entsprechenden Muskulatur.



► **Abb. 3** MRT-Untersuchungen der Patienten 1 (a–c) und 3 (d–f, Bilder mit freundlicher Genehmigung von O. Lehmborg/ Förde-Radiologicum Kiel). **a, d**: Ursprung intraneuraler Ganglionzysten aus dem proximalen Tibiofibular-Gelenk (Pfeile) und in **a** Fortleitung in den N. peroneus communis (Pfeilspitze). **b** Weiterer Verlauf entlang des N. peroneus profundus (Pfeil) in den N. peroneus communis und deszendierend in den N. peroneus superficialis. **c, f** Denervations-Ödeme in der Extensoren-Loge (Pfeile). **e** Beginnende Ausbreitung der zystischen Läsionen in den N. peroneus communis (Pfeile).

Intraneurale Ganglionzysten treten üblicherweise bei Erwachsenen auf [2]. An einem unserer Fallbeispiele wird jedoch erkenntlich, dass die Erkrankung auch bei Kindern und Jugendlichen auftritt, was auch in anderen Fallbeispielen beschrieben wurde [16, 17].

Pathologische Läsionen peripherer Nerven können durch direkte Traumata (Quetschungen oder Durchtrennungen), Traktion, Kompression oder permanente Reibung entstehen [18]. Intraneurale Ganglionzysten sind vergleichsweise seltene Pathologien. Insbesondere intraneurale Ganglionzysten des N. tibialis sind eine Rarität, häufiger sind der N. peroneus oder seine Äste betroffen. Andere intraneurale Ganglionzysten wurden am N. radialis, am N. ulnaris, am N. medianus, am N. ischiadicus oder am N. interosseus posterior beschrieben. Der Fall einer Zyste am N. tibialis wurde das erste Mal 1967 beschrieben, seitdem gab es hierzu nur wenige Fallberichte in der Literatur [2, 10, 11].

Zur Entstehung der intraneuralen Ganglionzysten gibt es mehrere Theorien, von denen die Gelenk-/Synovial-Theorie am anerkanntesten ist. Sie besagt, dass die Zysten aus einem Kapseldefekt eines benachbarten Gelenks entstehen und Gelenkflüssigkeit sich entlang des Epineuriums eines Nervenastes ausbreitet [19]. Es

kommt vor, dass die Zysten aus dem proximalen Tibiofibular-Gelenk entstehen, sich über den N. peroneus in den N. ischiadicus ausbreiten und anschließend in den N. tibialis deszendieren [7].

Im Falle unseres ersten Patienten mit den Ganglionzysten des N. tibialis reichten die Zysten bis zum proximalen Tibiofibular-Gelenk, zeigten aber auch engen Kontakt zum Femorotibial-Gelenk, welches deutliche Degenerationen zeigte und von einer Synovialitis betroffen war. Da vom N. tibialis kleinere Äste zum Femorotibial-Gelenk abgehen und dieses innervieren [20], ist der Ursprung der Erkrankung in diesem anzunehmen. Aufgrund der präzisen präoperativen Diagnostik wurden die gelenkversorgenden Nervenester am Tibiofibular-Gelenk und am Femorotibial-Gelenk abgesetzt. Auch in der Literatur wurden intraneurale Ganglionzysten beschrieben, welche aus dem Tibiofibular-Gelenk entstanden sind. Diese Kombination ist allerdings sehr selten. Bisher wurden erst 5 Fälle dieser Art in der Literatur beschrieben [21, 22].

In den ersten Fallberichten zu den intraneuralen Ganglionzysten wurde postuliert, dass die Zysten durch einen lokalisierten degenerativen Prozess des Bindegewebes oder der Perineuralscheide auf Basis einer chronischen Irritation entstehen. Andere Theorien besagten, dass die Zysten aufgrund von intraneuralen,

traumatischen Blutungen entstehen. Diese Theorie erscheint jedoch weniger überzeugend, da in den Ganglionzysten keine Hämosiderin-Ablagerungen gefunden wurden. Auch Traumata wurden als mögliche generelle Ursache diskutiert, da mehrere Patienten aus den vergangenen Fallberichten eine Knieverletzung in der Vorgeschichte aufwiesen [2]. Die Patienten in unseren Fallberichten hatten allerdings keine vorausgegangenen Traumata.

Es existiert in der Literatur ein Fallbericht von intraneuralen Ganglionzysten, welche keine Gelenkverbindungen zeigten [8]. Der Verlauf unseres jungen Patienten (Patient 2) zeigt jedoch, dass sich die operativ entleerten Zysten im postoperativen Verlauf wieder füllen, wenn die gelenkversorgenden Äste nicht aufgefunden und abgesetzt werden. Es ist also anzunehmen, dass die Ganglionzysten in den gelenkversorgenden Nervenästen intraoperativ nicht immer auszumachen sind, obwohl sie existieren. Zur Diagnosestellung der intraneuralen Ganglionzysten eignet sich neben dem MRT auch die Sonografie, mit der man die Läsionen in ihrer vollen Ausdehnung nachvollziehen kann [8] und die in der Diagnose der intraneuralen Ganglionzysten ebenfalls einen hohen Stellenwert hat, insbesondere für die Darstellung der intrafaszikulären Strukturen bei Nervenläsionen. Die Sonografie ist jedoch in hohem Maße Untersucher-abhängig. Insbesondere kleinere Läsionen können mit dieser Technik in der primären Diagnostik leichter übersehen werden.

Eine MRT-Untersuchung hat gegenüber der Sonografie weitere Vorteile: Sie bietet die Möglichkeiten, multiplanare 3D-Bilder zu erstellen, vaskuläre Signale können unterdrückt werden und die vollständigen Ausdehnungen der Läsionen können stets genau bestimmt werden. Die Nervenfaszikel werden detailreicher dargestellt, sodass man veränderte Signalintensitäten besser beurteilen kann. Zudem werden die Folgen der Muskel-Denervierungen sehr gut dargestellt [23, 24].

Zysten präsentieren sich in der MRT typischerweise als homogene, multilokuläre Weichgewebeformationen mit Flüssigkeitssignalen. Die intravenöse Gabe von Gadolinium hilft bei der Dignitätsbeurteilung [25]. Rein klinische Unterscheidungen zwischen intraneuralen Ganglionzysten und malignen Läsionen sind unmöglich, insbesondere wenn der Patient isolierte sensorische oder motorische Symptome präsentiert. Hier ist eine Schnittbildgebung unerlässlich, um zwischen traumatischen Nerven Einklemmungen, Tumoren oder anderen Ursachen zu unterscheiden. Die MRT-Bildgebung ist insbesondere zur Diagnostik oder zum Ausschluss von benignen Tumoren, wie z. B. Schwannomen oder Neurofibromen, aber auch zum Ausschluss von malignen peripheren Nervenscheidentumoren geeignet. In unseren Fällen zeigten die Zysten keine soliden Anteile oder Malignitätskriterien, wie beispielsweise Inhomogenitäten innerhalb der Zysten oder kontrastmittelaufnehmende Strukturen [26].

Die Therapie der Wahl einer symptomatischen Ganglionzyste ist eine operative Dekompression der Nerven, Entlastung der Zyste und Ligatur des Gelenkastes. Eine Verlaufsbeobachtung kann im Rezidiv-Fall ohne neurologische Störung in Erwägung gezogen werden.

Die klinische Erholung ist vom präoperativen Ausmaß der Schädigung, der Latenz bis zur operativen Therapie und der Zeitspanne der Verlaufsuntersuchung abhängig, sodass es nicht ungewöhnlich erscheint, wenn sich eine Plegie vorerst nicht bessert.

Alle 3 Patienten, die sich in unserer Klinik vorstellten, entschieden sich für eine Operation. Bei 2 Patienten (Fallbeispiele 1 und 3) besserten sich die Beschwerden nach Entlastung der Zyste und Ligatur des Gelenkastes. Bei dem anderen Patienten (Fallbeispiel 2) brachte die Operation keine wesentliche Besserung, hier wurden die Zysten entlastet, der Gelenkast jedoch nicht ligiert.

Die Unterbindung des Gelenkastes dient der Vermeidung eines Rezidivs. Betrachtet man die mutmaßliche Ätiologie der intraneuralen Ganglionzysten, so ist es unerlässlich, dass man die Nervenverbindung zum Gelenk unterbricht.

Die neurologische Symptomatik, wie beispielsweise eine Fußheber-Plegie, bessert sich nach der operativen Therapie häufig nicht sofort, sodass eine zu frühe Verlaufskontrolle keinen Sinn macht.

Die chirurgische Behandlung kann kompliziert sein, da die Läsionen üblicherweise zwischen den Nervenfaszikeln verlaufen und eine Differenzierung von zystischen Läsionen und Nerv schwierig ist. Eine zu ausgedehnte Exzision kann dagegen zur Schädigung der Nerven führen. Clipping oder Exzision von intraartikulären Nervenenden ist nur in spezialisierten Zentren möglich [19].

Zusammenfassend ist zu sagen, dass es sich bei intraneuralen Ganglionzysten um ein seltenes Krankheitsbild handelt, welches jedoch als Differenzialdiagnose bedacht werden sollte, wenn Patienten Schmerzen, unklare Paresen oder sensorische Störungen in den Extremitäten entwickeln. Obwohl die Ätiologie noch nicht mit letzter Sicherheit geklärt werden konnte, spricht vieles für die Gelenk-/Synovial-Theorie, welche den Ursprung der zystischen Veränderungen in einem Austritt von Synovia in das Epineurium sieht. In den von uns beschriebenen Fällen können wir diese Theorie unterstützen. Die MRT, insbesondere mit MR-neurografischen Techniken, ist diagnostisches Mittel der Wahl zur optimalen Operationsplanung, um durch hochauflösende Darstellung der Nerven-Gelenkbeziehung dem Operateur detaillierte Angaben für eine suffiziente operative Therapie zu geben.

Interessenkonflikt

Die Autoren geben an, dass kein Interessenkonflikt besteht.

Literatur

- [1] Kim DH, Ryu S et al. Surgical management and results of 135 tibial nerve lesions at the Louisiana State University Health Sciences Center. *Neurosurgery* 2003; 53: 1114 – 1124
- [2] Patel P, Schucany WG. A rare case of intraneural ganglion cyst involving the tibial nerve. *Proc (Bayl Univ Med Cent)* 2012; 25: 132 – 135
- [3] Desy NM, Wang H et al. Intraneural ganglion cysts: a systematic review and reinterpretation of the world's literature. *J Neurosurg* 2016; 125: 615 – 630
- [4] Kontinen YT, Tiainen VM et al. Innervation of the joint and role of neuropeptides. *Ann N Y Acad Sci* 2006; 1069: 149 – 154
- [5] Wilson TJ, Hebert-Blouin MN et al. The nearly invisible intraneural cyst: a new and emerging part of the spectrum. *Neurosurg Focus* 2017; 42: E10
- [6] Spinner RJ, Hebert-Blouin MN et al. Extreme intraneural ganglion cysts. *J Neurosurg* 2011; 114: 217 – 224

- [7] Spinner RJ, Amrami KK et al. Dynamic phases of peroneal and tibial intraneural ganglia formation: a new dimension added to the unifying articular theory. *J Neurosurg* 2007; 107: 296–307
- [8] Silveira CRS, Vieira CGM et al. Cystic degeneration of the tibial nerve: magnetic resonance neurography and sonography appearances of an intraneural ganglion cyst. *Skeletal Radiol* 2017; 46: 1763–1767
- [9] Robbins NM, Shah V et al. Magnetic resonance neurography in the diagnosis of neuropathies of the lumbosacral plexus: a pictorial review. *Clin Imaging* 2016; 40: 1118–1130
- [10] Scherman BM, Bilbao JM et al. Intraneural ganglion: a case report with electron microscopic observations. *Neurosurgery* 1981; 8: 487–490
- [11] Adn M, Hamlat A et al. Intraneural ganglion cyst of the tibial nerve. *Acta Neurochir (Wien)* 2006; 148: 885–889; discussion 889–890
- [12] Koltzenburg M, Bendszus M. Imaging of peripheral nerve lesions. *Curr Opin Neurol* 2004; 17 (5): 621–626
- [13] Bendszus M, Koltzenburg M et al. Sequential MR imaging of denervated muscle: experimental study. *AJNR Am J Neuroradiol* 2002; 23: 1427–1431
- [14] Lüllmann-Rauch R. Taschenlehrbuch Histologie. Stuttgart: Thieme. 2009
- [15] Kraychete DC, Sakata RK. Painful peripheral neuropathies. *Rev Bras Anesthesiol* 2011; 61: 641–648
- [16] Akcakaya MO, Shapira Y et al. Peroneal and tibial intraneural ganglion cysts in children. *Pediatr Neurosurg* 2013; 49: 347–352
- [17] Keser N, Akpınar P et al. Irreversible Foot Drop as a Consequence of Neglected Knee Pain in an Adolescent with a Peroneal Intraneural Ganglion Cyst. *World Neurosurg* 2018; 111: 307–310
- [18] Hochman MG, Zilberfarb JL. Nerves in a pinch: imaging of nerve compression syndromes. *Radiol Clin North Am* 2004; 42: 221–245
- [19] Desy NM, Lipinski LJ et al. Recurrent intraneural ganglion cysts: Pathoanatomic patterns and treatment implications. *Clin Anat* 2015; 28: 1058–1069
- [20] Moore KL, Agur AMR et al. Essential clinical anatomy. Baltimore, MD: Lippincott Williams & Wilkins. 2011
- [21] Roger J, Chauvin F et al. Synovial cyst of the knee: A rare case of acute sciatic neuropathy. *Ann Phys Rehabil Med* 2017; 60: 274–276
- [22] Wilson TJ, Amrami KK et al. Intraneural ganglion cysts: A predictable method to their madness. *Ann Phys Rehabil Med* 2017; 60: 414–415
- [23] Petchprapa CN, Rosenberg ZS et al. MR imaging of entrapment neuropathies of the lower extremity. Part 1. The pelvis and hip. *Radiographics* 2010; 30: 983–1000
- [24] Chhabra A, Flammang A et al. Magnetic resonance neurography: technical considerations. *Neuroimaging Clin N Am* 2014; 24: 67–78
- [25] Ahlawat S, Chhabra A et al. Magnetic resonance neurography of peripheral nerve tumors and tumorlike conditions. *Neuroimaging Clin N Am* 2014; 24: 171–192
- [26] Chung WJ, Chung HW et al. MRI to differentiate benign from malignant soft-tissue tumours of the extremities: a simplified systematic imaging approach using depth, size and heterogeneity of signal intensity. *Br J Radiol* 2012; 85: e831–e836