

Den Nerven auf der Spur

Das Nervensystem spielt bei allen muskuloskeletalen Problemen eine Rolle. Um „neuro“ und „ortho“ nicht trennen zu müssen, hat sich der Begriff **neuro-orthopädische Erkrankungen in der Physiotherapie etabliert**. Die Tests und Therapieansätze, die die Mobilisation des Nervensystems ins Auge fassen, geben Aufschluss darüber, inwieweit periphere Nerven an einer Pathologie beteiligt oder sogar die Ursache dafür sind. Martina Egan Moog und Harry von Piekartz zeigen Beispiele, wie Therapeuten die Nerven der unteren Extremität untersuchen können.

☞☞ Von der Leistungsturnerin bis zum Großvater: Bei allen Menschen muss das Nervengewebe adaptierbar sein. Wäre es starr, so würde es bei vielen Bewegungen schmerzen. Diese mechanische und physiologische Anpassungsfähigkeit des Nervensystems fasst man unter dem Begriff **Neurodynamik** zusammen [1]. Die Neurodynamik lässt sich in die neurologisch-orthopädische Befundaufnahme und in verschiedene Therapieansätze integrieren. Mit Hilfe der neurodynamischen Tests (NDT) kann der Physiotherapeut das Nervensystem untersuchen, einerseits auf eine reduzierte Beweglichkeit, andererseits auf Veränderungen der Sensitivität.

Das Nervensystem: ein Kontinuum ▶ Die neurodynamischen Tests beruhen auf der Anatomie und den physiologischen Eigenschaften des peripheren Nervensystems. Das gesamte Nervensystem, vom Gehirn über das Rückenmark bis zu den peripheren Nerven, ist ohne Unterbrechung miteinander verbunden. Eben-

so fortlaufend verbunden sind die drei bindegewebigen Schutzhüllen (☞ Abb. 1). So ist gewährleistet, dass im gesamten neuronalen Gewebe eine weiterlaufende Bewegung stattfinden kann. Das Ausmaß dieser Bewegungsmöglichkeit ist beträchtlich. So hat man zum Beispiel festgestellt, dass sich der Wirbelkanal bei Flexion der Wirbelsäule um bis zu zehn Zentimeter gegenüber der Extension verlängert [2].

Wellen unter dem Mikroskop ▶ Eine Reihe anatomischer Merkmale ermöglicht dem Nervensystem diese Anpassungsfähigkeit. Hierbei sind intrinsische und extrinsische Merkmale zu unterscheiden. Zu den intrinsischen gehören die wellenförmige Struktur der bindegewebigen Hüllen, der wellenförmige Verlauf der Axone (☞ Abb. 2) und die so genannten „Clefts“ (Spalten) in den Myelinscheiden einzelner Nervenfasern. Diese Strukturen entfalten sich bei fortschreitender Dehnung. Auch die Strukturen um einen Nerv herum müssen dessen Dynamik zulassen. Diese Gleitbeweglichkeit des Nervs entlang den knöchernen Strukturen oder Weichteilen bezeichnet man als extrinsische Faktoren. Man spricht auch von der „mechanischen Berührungsfläche“ oder dem „neuronalen Container“ [3].

Peripher neurogene Schmerzen betreffen den Nerv direkt ▶ Je nach Inputmechanismus unterteilt man Schmerz in zwei Arten, nämlich nozizeptive Schmerzen und peripher neurogene Schmerzen. Nozizeptive Schmerzen werden durch einen mechanischen, thermischen oder chemischen Reiz an den Rezeptor-Endigungen im Zielgewebe ausgelöst. Peripher neurogene Schmerzen entstehen im Gegensatz dazu im peripheren neuronalen Gewebe. Das heißt, ein Axon, ein Hinterwurzelganglion oder die bindegewebige Hülle eines Nervs ist betroffen. Besonders anfällig für Verletzungen sind Nerven im Bereich von Tunneln, zum

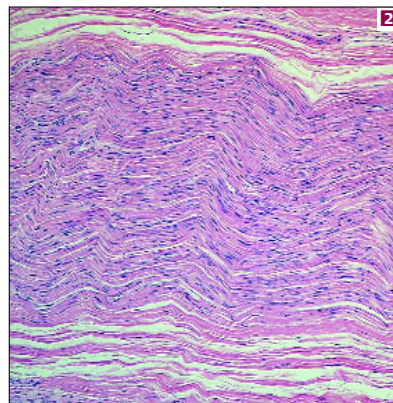
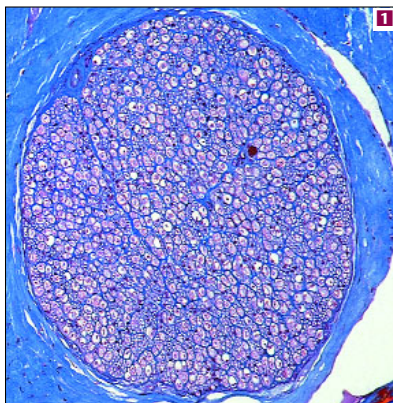


Abb. 1: Querschnitt durch den N. ischiadicus: Das Bindegewebe (Peri- und Endoneurium) ist blau gefärbt.

Abb. 2: Längsschnitt durch den N. ischiadicus: Gut zu erkennen ist die wellenförmige Struktur. Sie verhindert, dass Nervengewebe bei Körperbewegung zerrt.

Fotos: Heinzeller T, Büsing C.M. Histologie, Histopathologie und Zytologie für den Einstieg. Stuttgart: Thieme; 2001

Beispiel in den Foramina intervertebralia oder im Canalis mallearis („Tarsaltunnel“). Auch an Verzweigungen (wie etwa der des N. tibialis im medialen Fersenbereich) und entlang harter Berührungsflächen (wie etwa der des N. peroneus communis superficialis auf dem knöchernen Fußrücken) sind Läsionen der Nerven nicht selten.

Symptome des neurogenen Schmerzes ▶ Nicht jeder Schmerz hat also seine Ursache im Innervationsgebiet des Nerven. Therapeuten sollten bei Untersuchung einer Schmerzsymptomatik immer auch daran denken, dass der Schmerz neurogen sein kann. Folgende Symptome lassen ein peripher neurogenes Schmerzmuster vermuten:

- Schmerzausbreitung: im Innervationsgebiet eines Nerven oder linien-/fleckenförmig entlang seinem Verlauf
- Schmerzqualität: brennend, ziehend, „elektrisch“ und häufig mit Parästhesien (zum Beispiel Kribbeln oder Jucken)
- Schmerzverhalten: nachträgliche Schmerzentladung nach einem Reiz (zum Beispiel nach Bewegung) und häufig erst zwei bis drei Wochen nach einer Verletzung, der Schmerz lässt sich lindern oder provozieren durch bestimmte Bewegungen und Haltungen, oft verstärkt Stress den Schmerz
- Leitungsfähigkeit eines Nerven: kann völlig intakt sein

Periphere Neuropathien sind schmerzmechanistisch verbunden mit Durchblutungsstörungen, so genannten ektopischen Schrittmachern, unphysiologischem axonalen Transport und mit strukturellen Änderungen. Diese Pathomechanismen – einzeln oder zusammen – sind Ursachen für die Beschwerden.

Durchblutung kann vermindert sein ▶ Nerven haben einen überproportionalen Bedarf an Sauerstoff. Ungefähr 20–30% des Sauerstoffs im Körper verbrauchen die Nerven, obwohl ihr Anteil am Körpergewicht längst nicht so groß ist [4]. Ein longitudinales und ein transversales Blutgefäßsystem verlaufen durch die bindegewebigen Schichten. Ihr Funktionieren ist abhängig von der Interaktion mit den mechanischen Berührungsflächen während Bewegung (Pumpmechanismus). Um den Stoffwechsel der Nerven in Engstellen (zum Beispiel in den Foramina intervertebralia) zu gewährleisten, existiert dort ein Druckgefälle zwischen arteriellem, neuralem und venösem Gewebe. Die kritischen Werte für eine adäquate Blutversorgung der Nervenfasern sind niedrig. Verlängert sich beispielsweise ein Nerv um sechs bis acht Prozent oder erfährt er eine geringe Kompression von zirka 30 mmHg, so kann es schon zu einer Ischämie kommen [5]. Der Körper nimmt diese dann als Kribbeln wahr, und man kann von einer erhöhten Sensitivität des Nerven sprechen [6].

Untypische Impulse durch ektopische Schrittmacher ▶ Neben der Durchblutung bestimmen Rezeptoren und Ionenkanäle die Sensitivität des peripheren Nervensystems. Die molekularen Bausteine werden fortlaufend im Hinterwurzelganglion synthetisiert (Proteinbiosynthese) und über den Axoplasmafluss zu den Synapsen und Rezeptorendigungen transportiert. Dort ermöglichen sie die physiologische Übertragung von Aktionspotenzialen von Zelle zu Zelle. Bei einer Verletzung des Axons können sich an der Verletzungsstelle Ionenkanäle und Rezeptoren in der Zellmembran (Axolemma) bilden (also an untypischen Stellen), die so genannten ektopischen Schrittmacher. So entstehen unphysiologische Impulse, die die Nervenzelle weiterleitet.

Klinisch bedeutet das, dass diese ektopischen Schrittmacher oft schon spontan oder durch geringe Reize aktiviert werden – beispielsweise durch Nervenpalpation [7].

Axone: wichtige Autobahnen für Moleküle ▶ Nicht nur die Bausteine für Rezeptoren und Ionenkanäle „durchschwimmen“ den Axoplasmafluss. Das Axon dient dem gesamten Stoffwechsel der Zelle als „Teilchen-Autobahn“. Es müssen zum Beispiel Stoffe vom Zellkern zum Zielgewebe gelangen, was bei peripheren Nerven eine große Distanz sein kann. Schon leichte Kompression des Nerven kann diesen Mechanismus beeinträchtigen. Das wirkt sich langfristig auf die Gesundheit des gesamten Nerven und dessen Zielgewebe aus (zum Beispiel beim Double-crush-Syndrom) [8].

Hüllen der Nerven können schmerzen ▶ Die bindegewebigen Schutzhüllen der Nerven haben „ihre eigenen Nerven“. Ist also das Bindegewebe peripherer Nerven lädiert, kann dies ein typisches, peripher neurogenes Schmerzmuster auslösen. Dabei handelt es sich dann um einen „neurogenen-nozizeptiven Schmerz“, bei dem zwar periphere Nerven selbst den Schaden haben, ihn aber nicht selber leiten. Die Meningen sind von den Sinuvertebralnerven innerviert, die peripheren Nerven durch die Nervi nervorum und die Blutgefäße der Nerven durch sympathische Fasern.

Klinisch interessant ist, dass das Innervationsgebiet eines Sinuvertebralnerven – trotz seiner segmentalen Struktur – bis zu vier Segmente des Rückenmarks umspannen kann. Außerdem interessant: Ein rein motorischer Nerv (wie etwa der N. fascialis) kann aufgrund der sensiblen Innervation seiner Schutzhüllen Schmerzen bereiten [9].

Untersuchung des Nervensystems ▶ Das Nervensystem kann ein Therapeut auf drei Arten untersuchen: mit neurodynamischen Tests (NDT), mit Palpationen und mit Leitfähigkeitsuntersuchungen (Kraft, Sensibilität und Reflexe).

Über die NDT erhält der Therapeut einen Eindruck der (patho-)mechanischen Qualitäten des Nervensystems. Durch Schmerzcharakteristik, Widerstand und Schutzspannung geben die Nerven eine Rückmeldung über ihre (Mechano-)Sensitivität und darüber, ob die Ursache für den Schmerz möglicherweise peripher neurogen ist.



physiospezial

Mit dem richtigen Buch in den richtigen Kurs

Der Anatomiekompass ist ein Taschenatlas, in dem alle Leitungsbahnen des Körpers systematisch abgebildet sind. Zehn Stück gibt es mit dem Stichwort „Kompass“ zu gewinnen.

Außerdem wartet Fortbildung in Hamburg auf einen Teilnehmer am NOI-Einführungskurs. Der Kurs findet vom 14.–16.4.2005 statt. Referent: Harry von Piekartz. Das Stichwort ist „Nervenmobi“. Einfach eine Karte an die Redaktion schicken oder bei physioonline mitmachen. Einsendeschluss: 6.1.2005.



Fortbildung in Hamburg

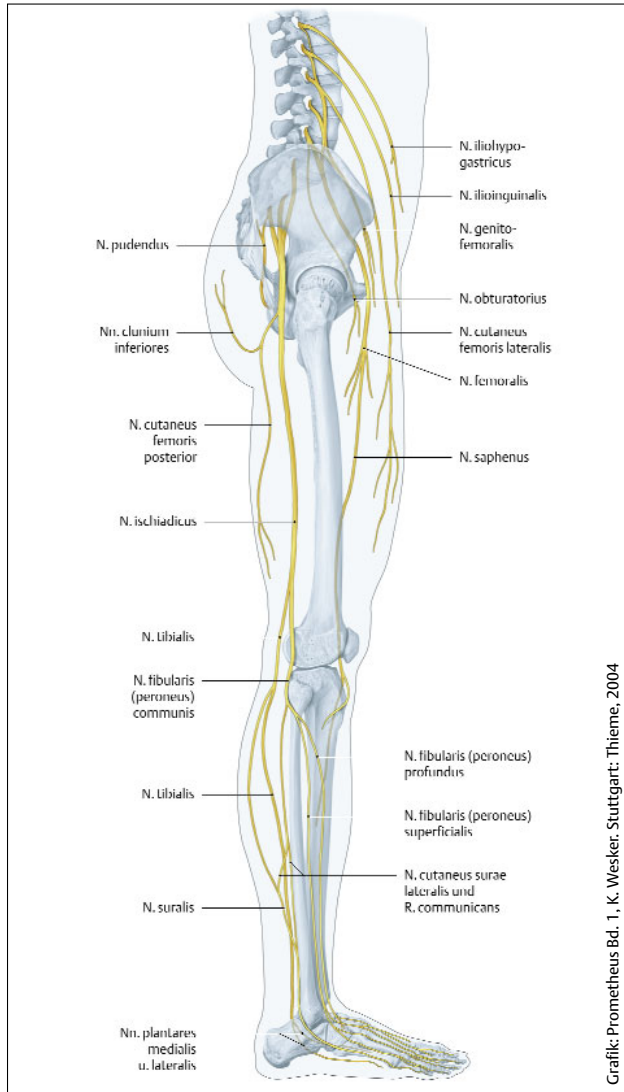


Abb. 3: Topografie des Plexus lumbosacralis

Um einen neurodynamischen Test sinnvoll analysieren zu können, gelten folgende Schlüsselfragen: Können die Symptome des Patienten reproduziert werden? Gibt es Unterschiede zwischen rechter und linker Extremität? Werden die Symptome durch die differentialdiagnostischen Tests verstärkt oder gelindert? Während der Ausführung der NDT sollte der Untersucher zwei wichtige Prinzipien berücksichtigen: „Sensibilisierende Bewegungen“ und „Reihenfolge der Bewegungen“.

Sensibilisierende Bewegungen ► Unter sensibilisierenden Bewegungen oder sensibilisierenden Manövern versteht man das Bewegen von Körperteilen, die vom Gebiet der eigentlichen Symptomatik entfernt sind. Zum Beispiel die Dorsalextension des Fußes bei Schmerzen im Gesäß. Zu jedem neurodynamischen Test gibt es eine Reihe sensibilisierender Manöver, die der Therapeut schrittweise durchführt. Wird dabei das Problem des Patienten reproduziert, sollte man von einer peripher neurogenen Komponente bei dem Problem ausgehen. Die räumliche Distanz spricht dafür. Mögliche sensibilisierende Bewegungen beim Untersuchen der unteren Extremität sind: hochzervikale/zervikale Flexion (= passive Nackenflexion), lumbale Lateral-

flexion zur Gegenseite, Adduktion und Innenrotation der Hüfte, Dorsalextension und Plantarflexion des Fußes. Mit Hilfe dieser Manöver erhält der Therapeut also Informationen darüber, ob er einen Verdacht auf eine dominant peripher neurogene Komponente bekräftigen kann.

Reihenfolge der Bewegung entscheidend ► Es ist entscheidend, dass der Untersucher einen NDT in bewusster Reihenfolge durchführt. Ein Beispiel: Ein Therapeut führt bei einem Patienten mit einem radikulären Syndrom von L5–S1 den so genannten SLR-Test durch. Der SLR-Test beinhaltet passive Flexion der Hüfte mit gleichzeitiger Extension im Knie. Falls der Therapeut erst die Hüfte beugt und danach erst das Knie streckt, verfälscht er das Ergebnis. Verschiedene Abläufe der einzelnen Bewegungskomponenten eines NDT führen also zu verschiedenen neurodynamischen Effekten im Nervensystem, und sie verursachen dadurch andere klinische Antworten [9,10].

Die wichtigsten neurodynamischen Tests heißen SLR (Straight Leg Raise) und PKB (Prone Knee Bend). Auf diese „Standardtests“ bauen weitere sensibilisierende Manöver auf.

Palpation des N. ischiadicus ► Beim SLR befindet sich der Patient in Rückenlage und der Therapeut hebt das Bein. Dieses Manöver hat seinen Schwerpunkt auf dem N. ischiadicus (L4–S2). Der N. ischiadicus besteht aus zwei Komponenten: dem N. peroneus communis und dem N. tibialis. Beide sind im kleinen Becken, im Gesäß und im proximalen Oberschenkel von einer gemeinsamen Bindegewebshülle umschlossen (☒ Abb. 3). Am besten palpieren kann man den N. ischiadicus in Bauchlage. Im Gesäßbereich kann man eine imaginäre Linie ziehen vom Tuber ischiadicum bis zum Trochanter major und dort in der Mitte (oder etwas mehr Richtung Tuber) in der Tiefe palpieren. Auf der Oberschenkelrückseite befindet sich der zweite Palpationspunkt, etwa zwei bis drei Zentimeter distal der Glutealfalten und in der Mitte der ischiokruralen Muskulatur.

Bei manchen Patienten ist es hilfreich, den Nerv für die Palpation in Vorspannung zu bringen, zum Beispiel durch Überhang des Beines.

Palpation des N. peroneus communis und seiner Äste ► Oberhalb des Kniegelenks trennen sich der N. tibialis und N. peroneus communis. Sie sind hier oft als zwei feste Schnüre an der Rückseite des Kniegelenks zu sehen und zu palpieren, wenn sich das Bein in maximaler Hüftflexion mit anschließender Knieextension befindet. (Bei zusätzlicher Dorsalextension des Fußes müssen sich die Strukturen sogar noch weiter bewegen [12, 13].) Palpationsmöglichkeiten für den N. peroneus communis bestehen hinter dem Caput fibulae, wo der Nerv medial der Sehne des



physiokongress

Treffen Sie die Autoren

Erleben Sie die Autoren dieses Artikels auf dem physiokongress vom 5.–7. Mai 2005 in Aachen. Martina Egan Moog im Symposium Chronische Schmerzpatienten, Harry von Piekartz zu den Themen Kopfschmerz bei Kindern und Kieferdysfunktion.



Abb. 4: Der SLR testet hauptsächlich den Nervus ischiadicus.

M. biceps femoris liegt. Plantarflexion und Inversion des Fußes spannen den Nerv. Weiter distal kann man den N. peroneus superficialis auf dem Fußrücken und einige Zentimeter weiter proximal, Richtung lateraler ventraler Tibia, finden. Auf dem Fußrücken erscheint er deutlicher an der Oberfläche, wenn man den Fuß mehrmals in Inversion und Plantarflexion bewegt. Den N. peroneus profundus kann man ebenfalls am Fuß palpieren – in der Tiefe zwischen der ersten und zweiten Phalanx [12].

Palpation des N. tibialis und des N. suralis ▶ Palpiert werden kann der N. tibialis ein bis zwei Zentimeter hinter dem medialen Knöchel. Er ist bei der Kombination aus Dorsalextension und Eversion gespannt [11, 12, 13].

Sensibilisierende Manöver für den SLR

- Hüftadduktion und Hüftinnenrotation: Zug auf den lumbalen Plexus
- Dorsalextension & Eversion des Fußes: N. tibialis (☞ Abb. 5)
- Dorsalextension & Inversion: N. suralis
- Plantarflexion & Inversion: N. peroneus (☞ Abb. 6)
- Hochzervikale & zervikale Flexion: Zug auf durale Strukturen
- Lumbale & thorakale Lateralflexion zur Gegenseite: Distanztechnik für die Nervenwurzeln L4–S2 (☞ Abb. 7)

Kasten 1



Der rein sensible N. suralis zweigt in der Kniekehle vom N. tibialis ab, vereinigt sich mit dem Ramus communicans peroneus und zieht lateral entlang der Achillessehne hinter dem lateralen Knöchel herum zum lateralen Fußrand. Entlang seines Verlaufes lässt er sich verfolgen. Die Dorsalextension und die Inversion spannen ihn [12].

Ausführung des SLR ▶ Der Straight-leg-raise-Test entspricht dem Lasègue-Test. Der Patient liegt so nah wie möglich am Rand der Behandlungsbank. Er liegt ohne Kopfkissen, die Arme sind vor der Brust verschränkt und beide Beine sind gestreckt. Die Hüftgelenke sind in Neutralstellung (keine Außenrotation, Flexion oder Abduktion). Der Therapeut unterstützt das außen liegende Bein des Patienten mit einer Hand unter der Ferse (ohne Druck auf die oberflächlichen Nerven zu geben), die andere Hand liegt proximal der Patella. Mit dem Blick zum Patienten hebt der Therapeut das gestreckte Bein (☞ Abb. 4).

Normale Reaktion: erste Widerstand bei etwa 60–70° und Dehnschmerz auf der Rückseite des Oberschenkels, in der Kniekehle und der Wade [14]. Studien zu diesem Test haben gezeigt, dass das Bewegungsausmaß stark variiert – je nach Beweglichkeit (Sport), Beruf und Tageszeit [6, 10]. Auf den SLR können sechs weitere sensibilisierende Manöver „aufsatteln“ (☞ Kasten 1). Mit diesen Tests ist es möglich, alle „großen“ Nerven der Rückseite des Beines zu testen.

Palpation der ventralen Nerven ▶ Für die Beinvorderseite nutzt man den Prone-Knee-Bend-Test (PKB). Man führt ihn in Bauchlage (oder Seitlage) aus und testet über die passive Kniebeugung die ventral verlaufenden Nerven (L1–L4).

Palpationen beginnen in der Leistengegend. Die drei Nerven N. femoralis, N. cutaneus femoris lateralis und N. obturatorius verlaufen unter dem Ligamentum inguinale, wo sie als kleine harte Schnüre zu tasten sind. Aus dem N. femoralis geht der N. saphenus als weiterlaufender Nerv hervor. Medial und unterhalb des Knies sind kleine, einer Angelschnur ähnliche Strukturen zu spüren. Dies sind die Nervi infrapatellares, die aus dem N. saphenus abgehen.

Abb. 8: Der PKB testet die ventralen Nerven des Beines.



Fotos (4–11): H. J. M. von Piekartz

Ausführung des PKB ► Der Patient liegt in Bauchlage, mit den Armen entlang dem Körper. Die Beine sind zusammen und der Kopf liegt mittig, eventuell kann man bei überbeweglichen Patienten oder bei Schmerzen aufgrund der Ausgangsstellung ein Kissen unter den Bauch legen. Der Therapeut legt eine Hand an die Spitze des Sakrums (ohne Druck), und die andere Hand greift locker um das obere Sprunggelenk und beugt das Knie (Abb. 8). Die normale Reaktion ist ein Dehnungsgefühl im vorderen Oberschenkel.

Für die sensibilisierende Bewegung kann die Bank so eingestellt werden, dass die HWS flektiert ist (Verstärkung der duralen Spannung). Eine Alternative ist der Unterarmstütz mit HWS-Extension oder HWS-Flexion.

Viele Patienten können nicht auf dem Bauch liegen. Die Seitlage ist dann eine gute Ausgangsstellung für den PKB-Test [12]. Dabei liegt das zu testende Bein oben, das untere Bein ist flektiert. Die Wirbelsäule ist in Flexion, soweit ohne Schmerzen möglich. Der Therapeut steht hinter dem Patienten und fixiert mit seiner Hüfte das Becken des Patienten. Er umfasst das gebeugte obere Bein des Patienten und extendiert es langsam in der Hüfte, bis Widerstand und/oder Schmerz im vorderen Oberschenkel auftreten. Handelt es sich vorwiegend um eine neurale Problematik, so würde die Symptomatik durch die Extension der HWS reduziert und der Therapeut könnte den Oberschenkel weiter in Extension bewegen. Aus beiden PKB-Ausgangsstellungen (Bauchlage und Seitlage) sind Tests für den N. saphenus, N. obturatorius und N. cutaneus femoris lateralis möglich (Kasten 2).

Klinische Beispiele ► In der Klinik kann man die NDT ausgezeichnet einsetzen, um einen Eindruck zu bekommen, inwieweit pathomechanische Veränderungen der Nerven eine beitragende oder ursächliche Rolle bei dem Problem des Patienten spielen. Bei vielen Diagnosen lohnt es sich, die NDT zur Differenzialdiagnose einzusetzen. Zum Beispiel:

- Achillodynien (N. suralis)
- Metatarsalgien, etwa durch hohe Schuhe, Plattfüße, Fußballerverletzungen (N. peroneus profundus)
- Schmerzen im lateralen Unterschenkel nach Supinationstraumen (N. peroneus superficialis)
- Fersensporn (N. tibialis)
- Plantarfasziitis (N. tibialis)
- Meralgia paraesthetica (N. cutaneus femoris lateralis)
- Leistschmerzen bei Hüftextensionsbewegungen, etwa bei Hürdenläufern (N. obturatorius)
- Diskushernie mit radikulären Ausstrahlungen (N. ischiadicus – sollte bei lumbaler Lateralflexion zur Gegenseite besser werden; Cave: Der SLR ist recht valide zur Erkennung eines

Sensibilisierende Manöver für den PKB

- Hüftadduktion mit Knieflexion: N. cutaneus femoris lateralis (Abb. 9)
- Hüftabduktion & Knieflexion: N. obturatorius (Abb. 10)
- Hüftabduktion & Hüftaußenrotation mit Knieextension und Dorsalextension/Eversion im Fuß: N. saphenus (Abb. 11)
- Hochzervikale und zervikale Flexion: Zug auf die duralen Strukturen
- Lumbale & thorakale Lateralflexion zur Gegenseite: Distanztechnik für die Nervenwurzeln L1–L4

Kasten 2



Bandscheibenvorfalls. Der Untersucher sollte ihn trotzdem nicht überbewerten [15].)

Fleißige Forschung ► Das neurodynamische Konzept besteht nicht nur aus diesen Standardtests. Es gehören auch Tests für die obere Extremität und für den Rumpf, Behandlungsmöglichkeiten und viele klinische Gesichtspunkte dazu.

Im Rahmen der evidenzbasierten Medizin sind einige Effektstudien bekannt, die den Erfolg mit dem neurodynamischen Konzept wissenschaftlich bestätigen [16,17]. Viele für das Konzept relevante Studienergebnisse kommen zusätzlich aus anatomischen und schmerzphysiologischen Studien.

Martina Egan Moog und Harry J. M. von Piekartz

→ **Literaturverzeichnis unter www.thieme.de/physioonline**



Neuro-orthopädisches Institut

Das Neuro-orthopädische Institut (NOI) ist eine internationale, unabhängige Instruktorengruppe, welche postgraduierte Weiterbildung im Bereich Schmerzmanagement allgemein und Mobilisation des Nervensystems im Speziellen anbietet. Kontaktadresse: www.noigroup.com



Martina Egan Moog, MSc, ist Physiotherapeutin. Sie hat in Australien studiert und am „Pain Management and Research Centre“ in Sydney geforscht. Jetzt arbeitet sie am Bethesda Spital Basel und ist Assistentin der NOI-Gruppe. Kontakt: martina_moog_egan@hotmail.com



Harry J. M. von Piekartz, MSc, ist Physiotherapeut, Fachlehrer für Manuelle Therapie (IMTA) und Dozent im NOI-Konzept. Er arbeitet in Holland, teils praktisch, teils in der Forschung. Er ist Autor verschiedener Publikationen. Kontakt: harryvonpiekartz@home.nl