

# Minimal-invasive Injektionstherapie beim Lumbalsyndrom

Bei lumbalen Wurzelsyndromen haben Injektionsverfahren, die in ihrer Wirkung gezielt auf irritierte morphologische Strukturen gerichtet sind, einen entscheidenden Stellenwert in der Therapie [13]. Die stationäre minimal-invasive Injektionstherapie (MIT) der Wirbelsäule steht zwischen der ambulanten fachorthopädischen Versorgung und der operativen Therapie.

In einem weitgehend standardisierten Behandlungskonzept werden verschiedene Techniken der Injektion sowie verschiedene Wirkstoffe – Lokalanästhetika und Glukokortikoide – kombiniert. Bei bandscheibenbedingten Schmerzsyndromen besteht, außer bei der Facettenganglioninjektion, keine Indikation zu CT-gesteuerten Injektionen, wie dies gelegentlich in der Literatur angegeben wird [32].

Durch diese gezielte orthopädische Schmerztherapie wird eine Schmerzlinderung durch unmittelbare Wirkung auf die Bandscheibe, die Facettengelenke und eine Verminderung der mechanischen Irritation des Nerven erreicht. Hiermit kann der Circulus vitiosus von nervaler Irritation und Muskelverspannung sowie sympathomimetischer Reaktion durchbrochen werden. Mit Erhöhung der Schmerzschwelle lässt sich die Funktionsfähigkeit verbessern. Eine schmerzbedingte Schonhaltung, eventuelle erneute Reizung der Spinalnerven und eine Chronifizierung des Schmerzes kann verhindert werden [31].

Der Einsatz von antiphlogistischen Substanzen wie Triamcinolon zielt darauf

ab, die Kaskade der Schmerzentstehung selbst zu unterbrechen, indem die Synthese von Entzündungs- und Schmerzmediatoren verringert wird. Die antiödematöse Wirkung verschafft dem komprimierten Nervengewebe Raum. Als weitere schmerzlindernde Wirkung ist eine verstärkte lokale Durchblutung des Rückenmarks zu nennen [35].

Die Injektionstherapie wird im Sinne der multimodalen Schmerztherapie von einem Behandlungskonzept adjuvanter physikalisch-trainingstherapeutischer Maßnahmen einschließlich Schmerzbewältigungsstrategien, Rückenschule sowie gezielter muskulärer Übungsbehandlung begleitet.

Neben der therapeutischen hat die Injektionstherapie auch eine diagnostische Funktion. Bei unklarer radikulärer Symptomatik, bei der die beschwerdeführende Nervenwurzel nicht sicher zu ermitteln ist, werden probatorische Injektionen an Nervenwurzeln gesetzt. Ist vorrangig die Wurzel mit der Hauptbeschwerdesymptomatik ausgeschaltet, so ist damit die Beschwerdesymptomatik durch den lokalanästhetischen Effekt detektiert und überwunden [13].

In den meisten Fällen gelingt es, mit täglichen wirbelsäulennahen Injektionen im Rahmen der stationäre Therapie die Beschwerden so nachhaltig zu bessern, dass auch bei diskogen bedingten Nervenwurzelkompressionen eine Operation nicht mehr erforderlich ist [31].

## Injektionsverfahren

### Vorbereitung

In unserem Behandlungskonzept werden bei den Patienten während eines 10-tägigen stationären Aufenthalts 2–3 epidural dorsale oder perineurale Injektionen und entsprechend der sonstigen Beschwerden 2-mal täglich gezielt lumbale Spinalnervenanalgesien (LSPA) oder Gelenkinjektionen durchgeführt.

Vor einer Spritzentherapie muss eine ausführliche orthopädische und neurologische Untersuchung erfolgen. Neben absoluten und relativen Kontraindikationen der Injektionen (■ **Tab. 1**) werden Erkrankungen von Organsystemen mit topographischem Bezug zur Lendenwirbelsäule (LWS) ausgeschlossen (Erkrankungen von Niere, Pankreas, Bauchaorta, Nebennieren, gynäkologische und urologische Erkrankungen [13]).

Selbst bei den nur vereinzelt Injektionen von Steroiden empfiehlt sich beim Diabetiker Zurückhaltung, da es dadurch zu einer Entgleisung des Blutzuckers kommen kann. Zusätzlich besteht wegen der verminderten Abwehrlage ein erhöhtes Risiko für eine lokale Infektion. Bei eindeutigen und objektivierbaren höhergradigen Paresen ist meist eine operative Dekompression des Spinalnerven notwendig, ebenso bei Kaudasympptomatik [11].

Obligat ist eine vorausgehende serologische Basisdiagnostik (Gerinnungswerte, Natrium, Kalium, Entzündungswerte) sowie eine dokumentierte Aufklärung des

**Tab. 1 Kontraindikationen der Injektionstherapie bei Lumbalsyndromen**

Absolute Kontraindikationen	Relative Kontraindikationen
Allergien gegen eine der verwendeten Substanzen in der Vorgeschichte	Fortgeschrittene neurologische Defizite wie motorische Ausfälle
Vorliegen einer absoluten Operationsindikation (z. B. Caudasymptomatik)	Entzündliche Erkrankungen der Wirbelsäule (Spondylitis, Diszitis)
Blutgerinnungsstörungen oder Antikoagulation	Systemische Erkrankungen (Diabetes mellitus etc.)
AV-Block oder jede andere Form der schweren Überleitungsstörung	Neurologische Erkrankungen
Bradykardien	
Schwere akute Herzinsuffizienz	
Infektion am Injektionsort	

**Tab. 2 Komplikationen und unerwünschte Wirkungen der bei der Injektionstherapie eingesetzten Lokalanästhetika und Kortikoide**

Organsystem	Komplikationen
Herz	Erregungsleitungsstörungen bis hin zum AV-Block, Bradykardie bis zum Kammerstillstand, verminderte Erregbarkeit und Kontraktilität
Gefäße	Vasodilatation mit Blutdruckabfall und Kreislaufversagen
ZNS	Nausea, Erbrechen, Euphorie, Unruhe, Desorientiertheit, klonische Krämpfe, Atemstillstand
Immunsystem	Urtikaria bis hin zum anaphylaktischen Schock

Patienten über Risiken, Komplikationen, Behandlungsaussichten und Alternativen der Injektionstherapie.

Die wichtigsten Indikationen für eine gezielte wirbelsäulennahe Spritzentherapie sind das radikuläre Lumbalsyndrom durch Bandscheibendegenerationen, Spinalkanalstenose und Postdiskotomiesyndrom. Bei letzterem muss allerdings daran gedacht werden, dass durch den operativen Eingriff die intraspinale Anatomie verändert wird und durch Verklebungen und Vernarbungen epidural injizierte Lösungen teilweise nicht den gewünschten Ort erreichen [14], was zu einem schlechteren Behandlungsergebnis führen kann.

Bei pseudoradikulären Lumbalsyndromen stehen Facetten- und ISG-Infiltrationen im Vordergrund. Entsprechend der schmerztherapeutischen Vorgaben erfolgt ein standardisiertes therapeutisches Assessment durch einen Verlaufsbogen mit einer Schmerzskala für Rücken- und Beinschmerz, auf welcher der Patient 4-mal täglich sein Schmerzintensität einträgt. Zusätzlich füllen die Patienten den SF-36, den „Oswestry Disability Index“ (ODI) sowie eine visuelle Analogskala (VAS) für Schmerz mit „Paindrawing“ bei stationärer Aufnahme und bei Entlassung aus. Zu den technischen Vorbereitungen der Injektionsverfahren sei

auch auf die Arbeit von Grifka et al. [13] verwiesen.

### Verwendete Medikamente

Je nach Intention werden entweder Lokalanästhetika, Steroide oder beides zusammen verwendet. Kochsalzlösung wird teilweise zur Verdünnung bzw. Volumenvermehrung beigelegt.

### Lokalanästhetika

Alle therapeutisch verwendeten Lokalanästhetika sind synthetische Verbindungen. Es handelt sich um schwache Basen, die nur in der undissoziierten Form in die lipophile Nervenfasern eindringen können. In saurem (z. B. entzündetem) Gewebe ist das Gleichgewicht zur ionisierten Form hin verschoben und daher die Wirkung beeinträchtigt [30]. Im Nerv selbst wirken sie in der dissoziierten Form und blockieren reversibel den Natriumeinstrom in die Nervenzelle und damit die Entstehung und Weiterleitung des Aktionspotentials [2].

Die Blockade der Nozizeptoren bewirkt eine Schmerzreduktion, Herabsetzung der Nervenregbarkeit und eine Steigerung der Durchblutung für 3–8 h in Abhängigkeit vom verwendeten Lokalanästhetikum

[19]. Erfahrungsgemäß hält bei wirbelsäulennahen Injektionen im Bereich des Spinalnervs die schmerzlindernde Wirkung damit länger an als von der Wirkdauer der Lokalanästhetika her zu erwarten wäre. Vor allem bei wiederholter Applikation in einer Serie an 10 aufeinander folgenden Tagen wird der Zustand der verminderten Erregbarkeit so stabilisiert, dass eine Dauerwirkung in Sinne einer Desensibilisierung der überaktiven neuralen Elemente erzielt werden kann [21].

### Aminoestertyp

Lokalanästhetika vom Estertyp (z. B. Procain) haben verglichen mit anderen Lokalanästhetika eine deutlich höhere allergische Potenz und durch den geringen basischen Anteil einen langsameren Wirkungseintritt. Sie haben daher heute an Bedeutung verloren und werden auch bei der MIT nicht verwendet. Vor Verwendung dieses Medikamententyps sollten aufgrund der renalen Ausscheidung Nierenerkrankungen ausgeschlossen werden.

### Aminoamidtyp

Da der Basenanteil die Penetrationsgeschwindigkeit durch die Nervenmembran bestimmt, haben Lokalanästhetika vom Amidtyp (z. B. Lidocain) einen schnellen Wirkungseintritt. Die lokale Applikation dieser Lokalanästhetika ist aufgrund des physiologischen pH-Wertes weniger schmerzhaft [13]. Die Verstoffwechslung erfolgt überwiegend über die Leber. Daher sollten Lebererkrankungen vor der Verabreichung ausgeschlossen sein.

### Kortisonpräparate

Kristalloide Glukokortikoide können zusammen mit Lokalanästhetika oder physiologischer Kochsalzlösung verwendet werden, allerdings nur vereinzelt und in geringer Dosis bei gezielter perineuraler Applikation, also nicht bei kutaner oder muskulärer Injektion.

Ziel ist die antiinflammatorische Wirkung auf Nozizeptoren und afferente Fasern sowie eine analgetische Wirkung durch die Hemmung der Synthese schmerzproduzierender Prostaglandi-

ne und Leukotriene [33]. Da Steroidhormone intrazellulär über eine Modulation der Genexpression wirken, können bis zum Wirkeintritt Stunden bis Tage vergehen. Lokalanästhetika hingegen wirken unmittelbar nach der Injektion und können dem Patienten schnelle Schmerzfreiheit bringen.

Bevorzugt werden Kristallsuspensionen mit einer hohen Rezeptoraffinität wie beispielsweise Triamcinolon-Derivate, mit denen eine hohe lokale Wirkkonzentration bei geringer Abflutungstendenz und entsprechend geringen systemischen Nebenwirkungen erreicht werden kann. Auf die glukosefreisetzende Wirkung der Steroide ist v. a. bei Diabetikern zu achten.

### Unerwünschte Wirkungen und Komplikationen

Um eine Injektionstherapie *lege artis* durchführen zu können, müssen die Voraussetzungen für eine Beobachtung der Patienten nach den Injektionen und die Ergreifung von Gegenmaßnahmen bei eventuellen Komplikationen gegeben sein.

Als lokale Nebenwirkungen der Lokalanästhetika werden Gefäßerweiterungen (möglicher Weise auch der intraspinalen Venen) mit Blutdruckabfall und eventueller konsekutiver vasovagaler Synkope beobachtet [15]. Zur Vermeidung dieser Komplikation empfiehlt es sich, Lokalanästhetika mit kurzer Halbwertszeit und in niedriger Dosis zu verwenden. Signifikante Herzrhythmusstörungen oder Blutdruckänderungen sind sehr selten, sodass ein umfassendes Kreislaufmonitoring zumindest bei der LSPA laut Hanefeld et al. [15] nicht nötig ist. Eine Überwachung während der Injektion durch Pulsoxymetrie ist einfach zu praktizieren und bringt zusätzliche Sicherheit.

Durch zu große Resorptionsgeschwindigkeit oder versehentliche intravasale Injektion kann es zu teilweise letalen systemischen Nebenwirkungen v. a. an Herz und Gehirn kommen (■ **Tab. 2**), [29, 30]. Um erhöhte Blutspiegel der Lokalanästhetika zu vermeiden, werden pro Injektionsbehandlung maximal 10 ml einer 1%igen Lösung verwendet.

Allergische Reaktionen können v. a. durch die Spaltprodukte der Lokalanästhetika auftreten – häufig bei Procain durch den Metaboliten p-Aminobenzoesäure, aber auch alle anderen Esterverbindungen weisen eine deutlich höhere allergische Potenz auf [25].

Lokale Infektionen werden durch eine *lege artis* durchgeführt Desinfektion und steriles Arbeiten minimiert. Die nervennahe Lokalanästhetikaapplikation der LSPA entfaltet die volle Wirkung und kann daher zu passageren motorischen oder sensiblen Ausfällen der betroffenen Wurzel führen [15].

Schwerwiegende Komplikationen bei perineuralen oder epiduralen Injektionen sind selten. Neben der erwähnten versehentlichen intravasalen Applikation mit gravierender Reaktion wurden Infektionen im Spinalkanal [5], Abszesse bei oberflächlicher Injektion [11] und steroidinduzierte Myopathien nach epiduraler Injektion [3, 24] beschrieben. Theoretisch ist vorstellbar, dass es zu einer Verletzung der Nervenwurzel mit transienten Ausfallserscheinungen kommen kann [22]. Selander u. Sjöstrand [28] beschrieben in einer experimentellen Arbeit mit 20 Kaninchen, denen sie Injektionen von Lokalanästhetika endoneural in den Ischiasnerv verabreichten, in 20% der Fälle eine Penetration über den Plexus sacralis hinweg ins Rückenmark. In einem Fall bis zum Cerebellum mit letalem Ausgang. Klinische Berichte hierzu finden sich nicht.

Besonders zu erwähnen ist die Gefahr eines Postpunktionssyndroms bei intrathekalen Applikation bei epiduralen Injektionen. Typische Symptome sind hierbei Kopfschmerz, Schwindel und Übelkeit. Als therapeutische Gegenmaßnahme sollte eine Volumensubstitution mit glukosehaltigen Infusionen sowie eine engmaschige Überwachung des Patienten erfolgen [4]. Auffälligkeiten und jede Verschlechterung des Beschwerdezustands müssen beachtet und differentialdiagnostisch abgeklärt werden. Insgesamt kann die Injektionsbehandlung als komplikationsarm angesehen werden [34].

## Zusammenfassung · Abstract

Orthopäde 2007 · 36:49–58  
DOI 10.1007/s00132-006-1027-6  
© Springer Medizin Verlag 2006

O. Linhardt · M. Madl · D. Boluki · T. Renkowitz · J. Matussek · U. Quint · J. Grifka

### Minimal-invasive Injektionstherapie beim Lumbalsyndrom

#### Zusammenfassung

Die minimal-invasive Injektionstherapie ist eine effektive und risikoarme Therapievariante zur Behandlung von Lumbalsyndromen. Bei entsprechender Diagnose ohne absolute Operationsindikation sollte daher diese Therapieoption genutzt werden.

Im Einzelnen werden in diesem Beitrag die praktischen Vorgehensweisen der speziellen orthopädischen Injektionstechniken wie lumbale Spinalnervenanalgesie, epidural-dorsale/perineurale Injektionen, Facetten- und ISG-Infiltrationen sowie die Radikulographie erläutert.

#### Schlüsselwörter

Multimodale Schmerztherapie · Lumbalsyndrom · Konservative Behandlung · Minimal-invasive Injektionstechniken

### Minimally invasive injection therapy in lumbar syndromes

#### Abstract

Minimally invasive injection therapy is an effective approach for the treatment of sciatica with less complications. This therapy is a sufficient option in cases without absolute indications for operation.

The paper describes in detail the different injection techniques like spinal nerve analgesia, epidural dorsal/perineural injections, vertebral joint infiltrations, and radiculographies.

#### Keywords

Multimodal pain therapy · Sciatica · Clinical use · Minimally invasive injection techniques

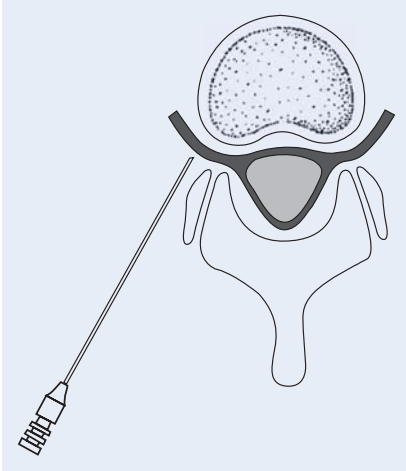


Abb. 1 ▲ Nadelposition bei der LSPA

## Injektionstechniken

### Lumbale Spinalnervenanalgesie

Bei der LSPA wird das Lokalanästhetikum durch eine posterolaterale Injektion im Bereich der foraminoartikulären Region des Bewegungssegments appliziert (■ Abb. 1). Ziel ist eine Schmerzreduktion und eine Desensibilisierung gereizter neuraler Strukturen im lumbalen Bewegungssegment. Neben der erwünschten sensiblen Schmerzreduktion kann es bei dieser paravertebralen Nervenwurzelblockade auch zu einer motorischen Funktionsausschaltung kommen, da Spinalnerv, Spinalganglion, Teile des Sympathikus und rekurrende Nervenanteile wie die Rr. meningeus, communicans und dorsalis gleichzeitig umflutet werden.

Die LSPA wird beim sitzenden Patienten in entlordosierender Haltung durchgeführt. Um die gewünschte foraminoartikuläre Region der Wurzel  $L_4$  zu erreichen, wird der Einstich (Nadel  $0,8 \times 80$  mm) 6–8 cm paravertebral über dem Beckenkamm bzw. zwischen den Dornfortsätzen von  $LWK_4$  und  $5$  gewählt und die Nadel  $60^\circ$  zur Frontalebene geneigt. Die Spitze der Nadel soll idealerweise unterhalb des Querfortsatzes zu liegen kommen.

Um die Wurzel  $L_5$  zu erreichen, wird die Spritze zusätzlich um  $45^\circ$  zur Horizontalen angehoben. Wie CT-kontrollierte Spinalnervenanalgesien gezeigt haben [21], diffundiert die Injektionslösung (10 ml Scandicain  $0,5\%$ ) durch das Foramen intervertebrale auch zur traversierenden Wurzel  $S_1$  und zwar an der Stel-

le, an der sie an der diskalen Ebene von der Bandscheibe  $LWK_5/SWK_1$  bedrängt wird. Zur gezielten Analgesie der Wurzel  $S_1$  sollte eine Radikulographie (s. unten) durchgeführt werden. Um eine intrathekale Injektion in die Wurzelaschen mit konsekutiver kompletter oder inkompletter Spinalanästhesie zu vermeiden, sind beim Vorschieben der Nadel ständige Aspirationsversuche vorzunehmen.

### Lumbale epidural-dorsale Injektion

Die Injektion erfolgt durch das interlaminaäre Fenster in den Epiduralraum des betroffenen Bewegungssegments. Anders als bei der Durchführung einer Periduralanästhesie, bei der eine vollständige Ausschaltung der Schmerzempfindung durch Applikation eines hochkonzentrierten Lokalanästhetikums über einen Periduralkatheter angestrebt wird, ist das Ziel der orthopädischen Infiltrationen die Umflutung betroffener Nervenwurzeln durch wiederholte Einzelinjektionen („single shot“) mit einem Steroid.

Im Vergleich mit einer Katheterbehandlung birgt die „Single-shot-Technik“ geringere Risiken und erlaubt ein größeres physiotherapeutisches Begleitprogramm [21], da der Patient nicht durch einen Katheter in seiner Bewegungsfreiheit eingeschränkt ist. Bei  $L_5$ -Symptomatik wird in der Regel das vorletzte Foramen interarkuale angespritzt, bei  $S_1$ -Symptomatik das letzte Foramen. Zur Orientierung dienen Beckenkämme und Dornfortsätze [23].

Der Patient sitzt in Entlordosierung. Die Nadel (27 G) wird unter Wahrung der Sterilität (chirurgische Desinfektion, Mundschutz, sterile Handschuhe) in der Medianlinie zwischen den Dornfortsätzen vorgeschoben, bis der Widerstand durch das Lig. flavum stark erhöht wird. Nach Penetration verspürt man den typischen Widerstandsverlust (loss of resistance), die Nadelspitze liegt nun epidural (■ Abb. 2). Zeigt sich beim Aspirationsstest keine Schlierenbildung durch Liquor, kann die therapeutische Injektion (40 mg Triamcinolon mit 10 ml NaCl  $0,9\%$ ; bei Diabetikern: 20 mg Triamcinolon) erfolgen. Das Kortison verteilt sich diffus im Epiduralraum und umflutet die Wurzeln.

### Lumbale epidural-perineurale Injektion

Durch diese von Krämer entwickelte Injektion in den anterolateralen Epiduralraum wird gezielt und separat die Scheide der betroffenen Wurzel im lateralen Rezessus umflutet und eine Ausschaltung der sensiblen Fasern erreicht. Konsekutiv können auch die motorischen Fasern mitbetroffen sein. Der Übertritt des Wirkstoffs durch das Foramen intervertebrale erreicht dabei auch das Spinalganglion. Gearbeitet wird hier mit einer 2-Nadel-Technik (Führungskanüle von 21 G und darin enthaltene Injektionskanüle von 29 G).

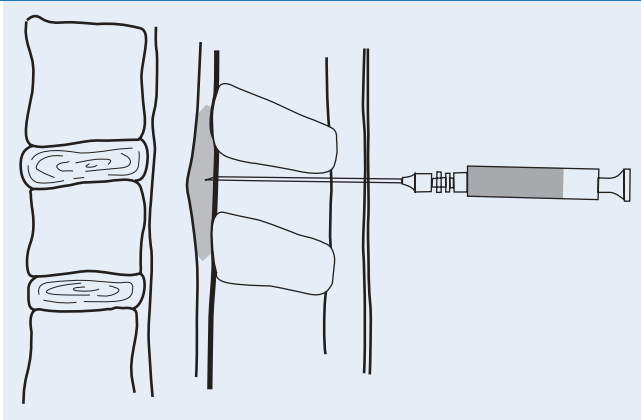
Die Positionierung des Patienten erfolgt wie bei der epidural-dorsalen Injektion. Unter sterilen Bedingungen sticht man mit der Führungsnadel 1–2 cm paraspinal ein, kontralateral zur anvisierten Wurzel und unterhalb des Dornfortsatzes des darüber liegenden Wirbels, also bei  $L_5$ -Symptomatik unterhalb des Processus spinosus von  $L_4$ . Die Nadel ist bis zu  $20^\circ$  zur Frontalebene geneigt. Nach Penetration des Lig. interspinosum wird knöchernen Kontakt erreicht. Bei radikulärer Reizung gibt der Patient einen stechenden Schmerz an (■ Abb. 3). Mit der Injektionsnadel kann nun durch Aspiration eine intrathekale Lage ausgeschlossen und anschließend das Kortikoid (10 mg Triamcinolon) mit geringer Menge Lokalanästhetikum einspritzt werden [3].

### Prolapssteroidinjektion

Vahlensieck et al. [32] berichtet über erfolgversprechende Ergebnisse bei Steroidinjektionen in prolabierte Bandscheibengewebe. Dabei werden 2,5 mg Dexamethason in einen symptomatischen Bandscheibenvorfall injiziert.

### Radikulographie

Therapeutisches Ziel ist es, die Nervenwurzel nach dem Abgang aus dem Foramen intervertebrale selektiv darzustellen und auszuschalten. Darüber hinaus hat die Injektion diagnostische Bedeutung bei nicht eindeutig zuzuordnender radikulärer Symptomatik: Bei Kontakt mit der beschwerdeführenden Wurzel wird von



**Abb. 2** ◀ Nadelposition bei der epidural-dorsalen Injektion

dem Patienten häufig ein „memory-pain“ angeben, also ein einschließend elektrisierender, dermatombezogener Schmerz entsprechend seiner Beschwerdesymptomatik. Nach erfolgter Infiltration im Bereich des irritierten Spinalnervs sollte der Patient beschwerdefrei sein.

Der Patient wird in Bauchlage entlordosierend gelagert. Die Einstichstelle liegt 3 cm paramedian zwischen den Dornfortsätzen. Die Nadel (0,8×120 mm) wird unter Bildwandlerkontrolle orthograd in Richtung des unteren Winkels des Querfortsatzes bis zur Wurzel vorgeschoben. Für die Wurzel S<sub>1</sub> kann die Kanüle über das erste sakrale Wurzelloch geführt werden. Die Nadel wird dabei 3° aus der Sagittalebene nach lateral und 60° nach kaudal aus der Horizontalebene gekippt.

Zur Bestätigung der korrekten Lage an der betroffenen Wurzel erfolgt erst die Applikation von 3 ml Kontrastmittel, das entlang der Nervenscheide – auch retrograd – zu verfolgen ist, dann die Injektion des Lokalanästhetikums und des Kortikoids (2 ml Scandicain 1,0% + 40 mg Triamcinolon mit 10 ml NaCl 0,9%; bei Diabetikern: 20 mg Triamcinolon, **Abb. 4**).

### Lumbale Facetteninfiltration

Ziel ist die Ausschaltung der Nozizeptoren in den Gelenkkapseln. Dementsprechend wird das Lokalanästhetikum im Bereich der Kapsel der Facettengelenke, also nicht zwingend intraartikulär, unter Bildwandlerkontrolle appliziert.

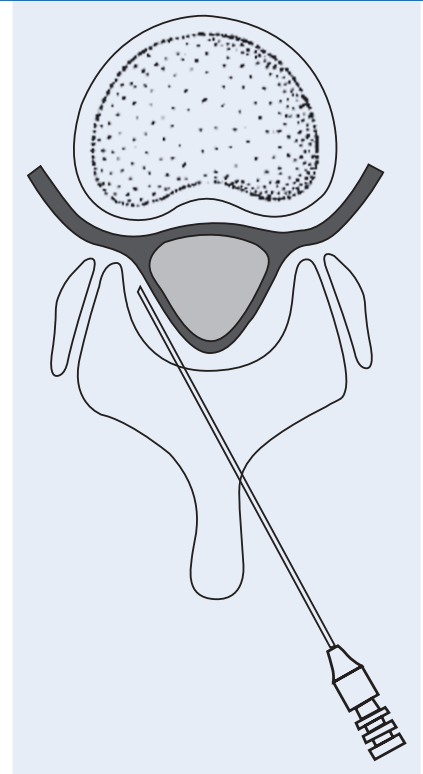
Die Positionierung des Patienten erfolgt entlordosierend in Bauchlage. Die Nadel (0,6×60 mm) wird ca. 2 cm paramedian zwischen den Processus spinosi eingestochen und in sagittaler Richtung

bis zum Knochenkontakt vorgeschoben. Nach negativer Aspiration erfolgt – üblicherweise beidseitig – die Infiltration (maximal 10 ml Lokalanästhetikum 0,5- bis 1%ig mit 40 mg Triamcinolon) der betroffenen Segmente.

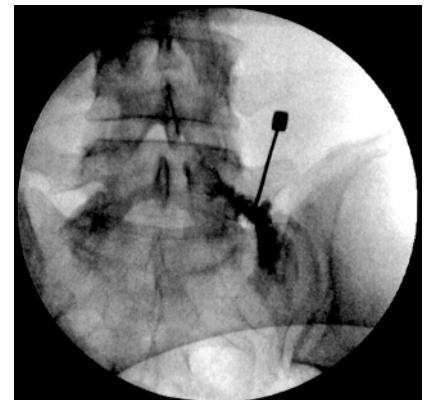
### Kryotherapie und Thermoablation der Facettengelenke

Alternativ zur Facettengelenksinfiltration können Verfahren mit länger anhaltender Wirkung wie die Kryotherapie oder Thermoablation durchgeführt werden. Die Indikation zu diesen Verfahren besteht bei Patienten mit Facettengelenksymptomatik, welche sich durch Infiltrationen kurzzeitig bessert. Das Prinzip der Kryotherapie beruht auf einer durch Kohlendioxid gekühlten Sonde, die mit -50° bis -70° eine Nekrose des Gewebes bis zu 0,5 cm<sup>3</sup> verursacht. Die Myelinscheide bleibt erhalten, wobei der Nerv wieder einsprossen kann. Die Denervation erfolgt an der Gelenkkapsel direkt am oberen und am unteren Pol des Facettengelenks. Eine weitere Technik besteht aus der Denervation des R. medialis dorsaler Spinalnerven. Die Sonde wird dabei medial auf den Übergang des Processus transversus in den Wirbelkörper im oberen Drittel des Querfortsatzes platziert. Bei dieser Vorgehensweise müssen die benachbarten Segmentversorgungen in die Denervation einbezogen werden.

Bei der Thermoablation, welche auf Mikrowellentechnik basiert, gilt das gleiche operative Vorgehen wie bei der Kryotherapie (**Abb. 5**). Das Volumen der verödeten Gewebe beträgt wenige mm<sup>3</sup>, sodass eine genaue Platzierung der Sonde notwendig ist [27].



**Abb. 3** ▲ Nadelposition bei der epidural-perineuralen Injektion



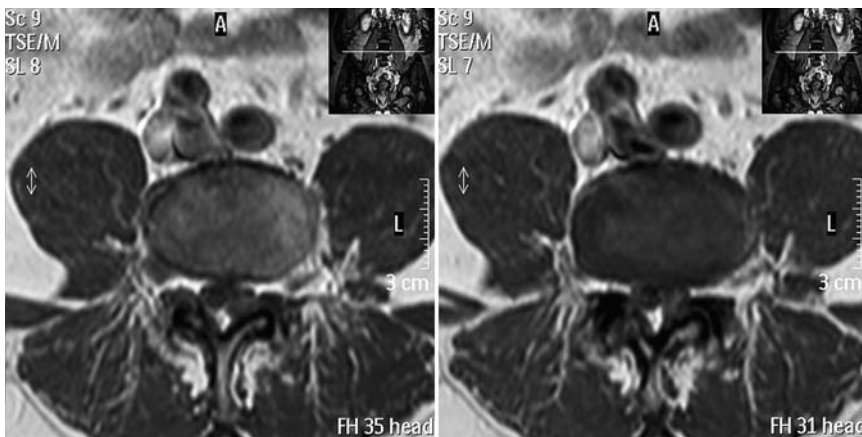
**Abb. 4** ▲ Infiltration der Wurzel L<sub>5</sub> unter Bildwandlerkontrolle

### Facettenganglioninjektion

Facettenganglien oder -Zysten sind häufig bei Degenerationen im Bereich der lumbalen LWS zu finden (**Abb. 6**). Symptomatische Ganglien können durch CT-gesteuerte Injektion von Kortison und Kochsalz zum Platzen gebracht werden. Die Platzierung der Injektionsnadel erfolgt dabei wie bei der epidural-perineuralen Injektion.



**Abb. 5** ◀ Thermoablation der Facettengelenke



**Abb. 6** ▲ MRT-Bilder mit Facettengelenkszyste LWK4/5 links



**Abb. 7** ▲ Nadelposition bei der ISG-Infiltration

### Infiltration des Iliosakralgelenks

Die Infiltration des Iliosakralgelenks kann in liegender oder sitzender Position erfolgen. Die Einstichstelle (Nadel 0,8×80 mm) liegt 2–3 cm medial der Spina iliaca posterior superior. Unter einem Winkel von 45° nach lateral und kaudal wird die Nadel durch die Ligamente bis zum Knochenkontakt vorgeschoben und eine fächerförmige Infiltration (10 ml Scandicain 1,0% mit 10 mg Triamcinolon) vorgenommen (▣ Abb. 7).

### Adjuvante Therapie

Auch wenn die Injektionstherapie einen zentralen Stellenwert in der Behandlung der Lumboischialgien einnimmt, sollte sie sinnvoller Weise in ein multimodales Therapiekonzept eingebunden sein. In den letzten Jahren hat sich bei der

Behandlung von Rückenschmerzen eine Änderung vollzogen. So stehen heute Schmerztherapie und körperliche Aktivierung im Mittelpunkt der Behandlung. Ziel der begleitenden Maßnahmen ist es, die volle Leistungsfähigkeit der wirbelsäulenstabilisierenden Muskulatur zu erhalten oder wiederherzustellen, die koordinativen Fähigkeiten zu schulen und wirbelsäulengerechtes Verhalten zu erlernen. Alle Maßnahmen greifen dabei in den Circulus vitiosus Schmerz-Verspannung-Schmerz ein.

Zum Programm der stationären MIT gehört eine ärztlich geleitete Physio- und Sporttherapie mit Gruppengymnastik, Aquatraining und als begleitende muskeldetonisierende Maßnahmen können Elektrotherapie und Wärmepackungen angewendet werden. Zum Verhaltenstraining werden Rückenschule, die Anleitung zur progressiven Muskelrelaxation sowie ein Koordinationstraining durchgeführt. Ergänzt wird die Behandlung durch eine psychologisch geführte Gesprächstherapie zur Schmerzbewältigung. Nach den jeweiligen Injektionen sollte durch eine Stufenlagerung die Muskulatur entspannt sowie die Wirbelsäule entlastet werden.

Die Auswahl sowie die Häufigkeit der einzelnen Maßnahmen richtet sich nach der Schmerzausprägung und dem Krankheitsbild des Patienten. Krankengymnastik und körperliche Bewegung bringen dem Patienten ein körperliches Erfolgserlebnis, das im Widerspruch zu seinem subjektiven Beeinträchtigungserleben steht. Bei der Injektionstherapie wird Schmerzfreiheit oder -linderung erreicht, wodurch der Patient durch Physio- und Ergotherapie schnell aus seiner schmerzbedingten Schonhaltung und Beeinträchtigung heraus geführt und das Aktivitätsniveau erhöht werden kann.

Die begleitenden Therapiemaßnahmen wirken damit neben dem direkten physikalischen Effekt zusätzlich auf der affektiv-emotionalen Ebene durch Stimulation des Gefühls- und Stimmungsbereichs sowie auf motorisch-psycho-motorischer Ebene durch Erlernen körperlich regulierender Bewegungsabläufe. Der Schwerpunkt liegt auf aktivierenden Therapien, während passive Maßnahmen nachrangig sind.

## Mittelfristige Ergebnisse der minimal-invasiven Injektionstherapie beim Lumbalsyndrom

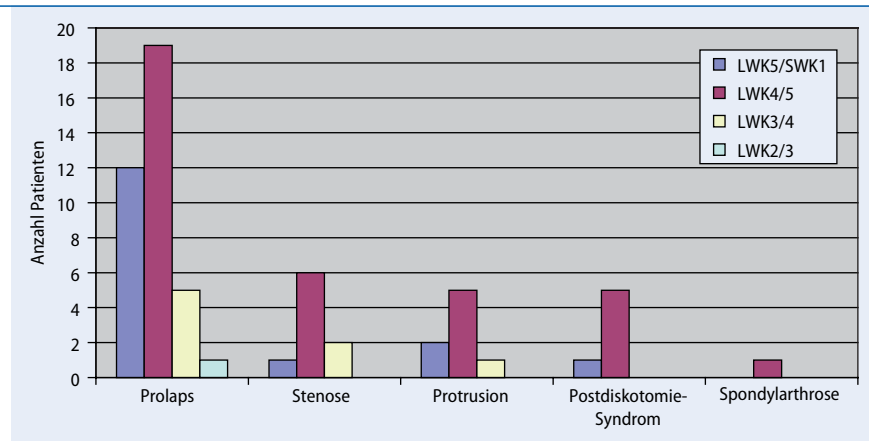
### Methode

In der vorliegenden Studie wurden 61 Patienten (27 weibliche und 34 männliche) prospektiv untersucht, die wegen eines radikulären LWS-Syndroms mit einer 10-tägigen stationären MIT behandelt wurden. Ausgeschlossen wurden Patienten mit rheumatischen oder entzündlichen Wirbelsäulenerkrankungen, Tumoren mit Wirbelsäulenbeteiligung, angeborenen Spinalkanalstenosen sowie Patienten mit rein lokalen oder pseudoradikulären LWS-Beschwerden. Ebenfalls ausgeschlossen wurden Patienten mit deutlicher psychischer Überlagerung oder erkennbarem Rentenbegehren.

Vor der Behandlung wurden klinische Parameter wie radikuläre Symptome, Wirbelsäulenfunktionalität, Gehstrecke, Gebrauch von Analgetika und Voroperationen an der Wirbelsäule erhoben. Die Diagnosen ließen sich durch bildgebende Verfahren bestätigen. Das Schmerzempfinden der Patienten wurde mithilfe der VAS für Schmerz ermittelt: „0“ bedeutet hierbei kein Schmerz, „10“ maximaler Schmerz. Die Beeinträchtigung der Patienten durch Rückenbeschwerden im Alltag wurden mit dem ODI erfasst. Je höher der Prozentwert, desto stärker ist die Beeinträchtigung des Patienten (maximale Beeinträchtigung mit Bettlägrigkeit bei 100%, keinerlei Auswirkung auf den Alltag bei 0%).

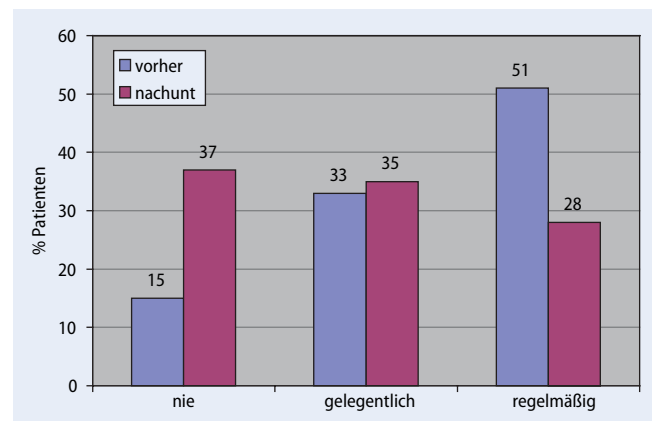
Während des 10-tägigen stationären Aufenthalts erhielten die Patienten 2 epidurale dorsale bzw. perineurale Injektion und entsprechend der sonstigen Symptomatik 2-mal täglich gezielte LSPA, Facetten-/ISG-Infiltrationen oder eine Radikulographie. Zusätzlich erfolgten die zuvor beschriebenen Maßnahmen einschließlich Rückenschule und Ergotherapie.

Die relevanten Parameter wurden erneut bei der Nachuntersuchung durchschnittlich 14,5 (7–26) Monate nach der Therapie erhoben und mit den Daten aus der Aufnahmeuntersuchung verglichen. Zur Berechnung der Signifikanz verwendeten wir den Student-t-Test für unpaar-



**Abb. 8** ▲ Häufigkeitsverteilung der Diagnosen vor MIT mit Angabe des beschwerdeführenden Segments (n=55; ohne Patienten, die nach MIT operiert wurden)

**Abb. 9** ► Vergleichende Darstellung des Analgetikabedarfs vor der MIT und bei der Nachuntersuchung; Prozentuale Angaben dazu, wie viele Patienten nie, gelegentlich oder regelmäßig Analgetika einnehmen mussten (n=55; ohne Patienten, die nach MIT operiert wurden)



rigen Stichproben. Als Signifikanzwert wurde ein  $\alpha$ -Wert von  $p < 0,05$  zugrunde gelegt.

### Resultate

Der Altersdurchschnitt unserer Patienten betrug 56,2 (20–84) Jahre. Bei den Diagnosen standen Protrusion und Prolaps im Vordergrund (75%). Überwiegend betroffen war das Segment LWK4/5 (58%) mit Ausstrahlung in die Dermatome L<sub>4</sub> und L<sub>5</sub> (■ **Abb. 8**). Die Nachuntersuchung zeigte, dass radikuläre Schmerzen sowie dermatombezogene sensible und motorische Defizite jeweils um mehr als die Hälfte in ihrer Häufigkeit reduziert werden konnten (■ **Tab. 3**).

Bei der klinischen Untersuchung wurde eine deutliche Zunahme der Funktionalität der Wirbelsäule festgestellt. Im Vergleich zwischen Erst- und Nachuntersuchung zeigte sich ein signifikant kleinerer FBA ( $p < 0,01$ ). 23 Patienten (42%) konnten durch die Behandlung ihre generel-

le Wirbelsäulenbeweglichkeit verbessern (■ **Tab. 3**).

Auch eine Zunahme der Gehstrecke wurde nach MIT festgestellt, insbesondere bei Patienten mit Spinalkanalstenose (■ **Tab. 3**): 6 Patienten (15% der Patienten) haben vor der MIT wegen ihrer Wirbelsäulenbeschwerden nie Schmerzmittel eingenommen, 13 Patienten (33%) nahmen gelegentlich und 20 (51%) regelmäßig Analgetika ein. Bei der Nachuntersuchung nahmen 22 Patienten (37%) keinerlei Analgetika ein, 21 Patienten (35%) gelegentlich und 17 (28%) regelmäßig (■ **Abb. 9**). 6 Patienten (10%) mussten sich aufgrund von Beschwerdepersistenz nach MIT einer Operation unterziehen. Bei 4 Patienten wurde eine Mikrodiskotomie und bei 2 Patienten eine spinale Dekompression bei knöcherner Spinalstenose durchgeführt.

Vor Beginn der Behandlung gaben die Patienten ihre Schmerzintensität auf einer VAS an. Durchschnittlich zeigte sich hierbei ein Wert von 6,9. Bei der Nachunter-

**Tab. 3** Gegenüberstellung der wichtigsten Daten, die vor der Therapie bzw. bei der Nachuntersuchung erhoben wurden. Prozentuale Angaben beziehen sich auf Anteil der Patienten mit der entsprechenden Symptomatik (FBA, VAS und ODI mit Mittelwerten, Standardabweichung sowie Streubreite, n=55; ohne Patienten, welche nach MIT operiert wurden)

Parameter	Vor MIT	Nachuntersuchung
Radikuläre Schmerzen [%]	91	38
Motorische Defizite [%]	34	16
Sensible Defizite [%]	61	24
Durchschnittlicher FBA [cm]	28 (±17,2; 0–80)	17,6 (±16,2; 0–60)
Bewegungseinschränkung [%]	79	33
Gehstrecke ≤200 m [%]	39	6
Durchschnittlicher Wert: VAS	6,9 (±1,7; 4–10)	4,9 (±3,0; 0–10)
Durchschnittlicher Wert: ODI [%]	46,4 (±17,0; 14–82)	33,9 (±21,7; 0–82)

suchung konnte eine signifikante Verminderung ( $p=0,00012$ ) der VAS-Werte festgestellt werden. Der Durchschnittswert lag zu diesem Zeitpunkt bei 4,9 (■ **Tab. 3**, ■ **Abb. 10**).

Die Beeinträchtigung der Patienten im Alltag wurde durch den ODI festgestellt. Durchschnittlich ergab sich vor der Behandlung ein ODI von 46,4%. Bei der Nachuntersuchung sank der ODI-Wert auf durchschnittlich 33,9%. Im Vergleich zeigten die Patienten bei der Nachuntersuchung einen statistisch signifikant geringeren ODI und damit eine geringere Beeinträchtigung im Alltag als bei der Aufnahmeuntersuchung ( $p=0,004$ ; ■ **Tab. 3**, ■ **Abb. 11**).

Die Patienten wurden nach der Zufriedenheit mit dem Behandlungserfolg befragt. Von den Patienten, die zwischenzeitlich nicht operiert wurden ( $n=55$ ), gaben 20 an, sehr zufrieden zu sein, 14 waren zufrieden, 6 neutral, 9 äußerten sich unzufrieden und 5 waren sehr unzufrieden mit der Injektionstherapie. Insgesamt zeigten sich etwa ein Viertel der Patienten mit der Therapie unzufrieden (■ **Abb. 12**). Während der Injektionsbehandlung traten keine gravierenden Komplikationen auf.

## Diskussion

Bei unseren Patienten dominierten unter den Diagnosen die Bandscheibenvorwölbungen und -vorfälle mit radikulärer Symptomatik. Sie stellten knapp 75% der Diagnosen dar. In verschiedenen Studien konnte gezeigt werden, dass bei Bandscheibenvorfällen mit radikulärem Schmerz hohe Raten an Spontanremissi-

onen erreicht werden können [8, 10, 16]. Die MIT hat hier einen großen Stellenwert in der Überbrückung der schmerzhaften Phase, um die Bereitschaft des Patienten zu erhöhen, eine eventuelle natürliche Regression des Prolaps und damit eine natürliche Beschwerdelinderung abzuwarten, sowie einer möglichen Chronifizierung und Ausbildung eines Schmerzgedächtnisses schon in der Frühphase entgegenzuwirken.

Wenn keine absolute Operationsindikation vorliegt, kann bei Bandscheibenvorfällen mit entsprechender klinischer Symptomatik eine MIT durchgeführt werden [12]. Erst bei persistierenden Beschwerden sollte an die chirurgische Dekompression des Spinalnervs gedacht werden. Es besteht kein Grund zur Annahme, dass das Ergebnis dieser Operation durch einen vorangehenden konservativen Therapieversuch schlechter ausfällt [6].

Anders verhält es sich bei Spinalkanalstenosen: Da die Beschwerden hier oftmals durch knöcherne Anbauten bedingt sind, kommt es spontan nur bei 15% der Patienten innerhalb von 4 Jahren zur Besserung. 70% bleiben klinisch unverändert und 15% zeigen eine Zunahme der Beschwerden [17]. Allerdings können Patienten mit Claudicatio spinalis durch eine Injektion über Monate beschwerdefrei oder zumindest beschwerdeärmer werden, sodass in vielen Fällen eine Operation hinausgezögert oder sogar vermieden werden kann, wie bereits Dvorak u. Grob [11] beschrieben.

Delpont et al. [9] werteten den Therapieerfolg von 140 Patienten mit Spinalkanalstenose im Abstand von bis zu 36 Mo-

naten nach Behandlung aus. Die Patienten wurden mit bis zu 7 epiduralen Steroidinjektionen unter bildgebender Kontrolle behandelt. 32% der Patienten waren für >2 Monate beschwerdegebessert, bei 39% wurde eine Schmerzlinderung für bis zu 2 Monate erreicht; 29% erfuhren durch die Therapie keine Besserung; 20% wurden nach der Behandlung operiert. Demgegenüber zeigten sich bei unserer Studie 56% der Patienten mit der Diagnose einer Spinalkanalstenose nach einem Zeitraum von durchschnittlich 14,8 Monaten deutlich beschwerdegebessert oder beschwerdefrei. Zwei Patienten mussten trotz MIT operiert werden.

Nach einer Studie von Atlas et al. [1] zeigt sich nach 4 Jahren eine Annäherung der Langzeitergebnisse von chirurgischer Behandlung und MIT der Spinalkanalstenose. Demnach stellt die MIT bei Spinalkanalstenosen eine notwendige und effektive Alternative zum chirurgischen Eingriff dar.

Raspe u. Kohlmann [26] befragten stichprobenartig Einwohner von 3 westdeutschen Städten, ob sie an Rückenschmerzen leiden würden und wenn ja, in welcher Intensität. Die 40% der Befragten, die zum Zeitpunkt der Erhebung aktuell an Rückenschmerzen litten, gaben auf einer VAS von 1 = kaum spürbarer bis 10 = unerträglicher Schmerz einen durchschnittlichen Wert von  $4,4 \pm 2,1$  an. Raspe u. Kohlmann gingen davon aus, dass ab einem Punktwert von 5 eine schwere therapiebedürftige Beeinträchtigung vorliegt.

In unserer Studie ergab sich bei der Aufnahmeuntersuchung ein durchschnittlicher VAS-Wert von 6,9. Bei der Nachuntersuchung ermittelten wir einen Mittelwert von 4,9. Nach Raspe u. Kohlmann [26] lagen unsere Studienpatienten somit zum Zeitpunkt der Nachuntersuchung im durchschnittlichen Schmerzbereich, bei welchem keine schwere therapiebedürftige Beeinträchtigung durch Rückenschmerz vorliegt.

Der ODI beleuchtet sehr gut die Krankheitsauswirkung auf das Alltagsleben. In unserer Studie ermittelten wir einen durchschnittlichen ODI vor Therapiebeginn von 46,4% sowie 33,9% bei der Nachuntersuchung. Im Vergleich hierzu erzielte Carette et al. [7] bei Patienten mit



Bandscheibenvorfällen einen ODI von 49,8% vor der Injektionstherapie sowie 33,4% 3 Monate nach der Behandlung.

Beim ODI kann davon ausgegangen werden, dass ab einem Prozentwert von 70–75% eine schwere Beeinträchtigung vorliegt. Dies trifft bei der Nachuntersuchung für 2 unserer Patienten (3%) zu, einer davon wurde zwischen MIT und Nachuntersuchung operiert. Vor der MIT hatten 14% der Patienten einen ODI > 70%.

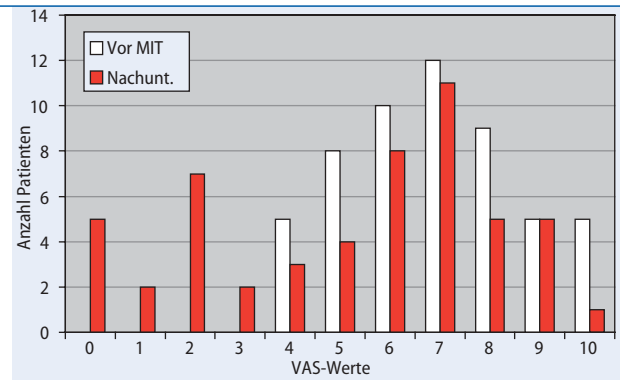
Schwerwiegende Komplikationen bei MIT sind extrem selten [11]. Dazu gehören persistierende Nervenirritationen, Infektionen im Spinalkanal [5] oder subkutane Abszesse bei oberflächlicher Injektion sowie schwere allergische Reaktionen. Allergien sollten bei guter Anamnese weitgehend vermieden und Infektionen bei sterilem Arbeiten *lege artis* minimiert werden können. Bei unseren Patienten konnten keine wesentlichen Komplikationen festgestellt werden.

Weniger schwerwiegend ist das seltene Auftreten eines Blutdruckabfalls, was einerseits vasovagal, andererseits durch die Erweiterung der intraspinalen venösen Gefäße durch die Lokalanästhetika bedingt sein kann. Nach Krämer et al. [20] entsprechen Kreislaufreaktionen mit orthostatischem Kollaps in ihrer Häufigkeit lokalen Muskelinfiltrationen und intramuskulären Injektionen. Diese Nebenwirkung war im Rahmen der Studie gelegentlich zu beobachten. Bei den Patienten mit Neigung zu vegetativen Reaktionen konnten die Beschwerden bei den weiteren Injektionen durch langsames Aufstehen nach der Injektion vermieden werden und führten daher nie zu einem Therapieabbruch.

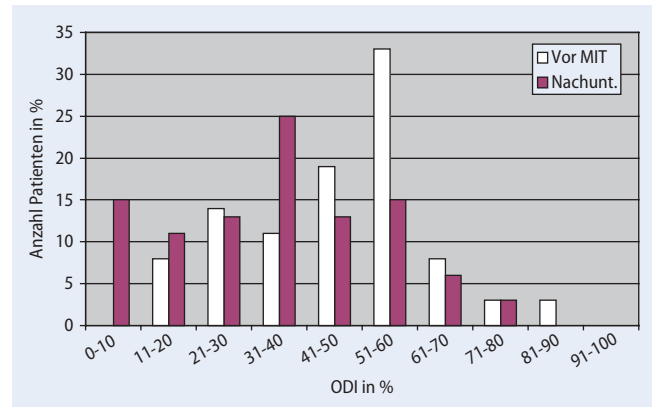
Nach LSPA wurden bei unseren Patienten in seltenen Fällen vorübergehende motorische oder sensible Störungen beobachtet, die auf der temporären Ausschaltung des Spinalnervs beruhen und nach kurzer Zeit folgenlos waren.

Gemäß anderer Studien mussten sich 10–15% [5] oder sogar bis 25% der Patienten [7] mit radikulärem Lumbalsyndrom innerhalb von 12 Monaten nach einer Injektionstherapie einer Operation unterziehen. In unsere Studie war bei 6 Patienten (9,8%) im Durchschnitt 3,5 Monate nach MIT eine chirurgische Intervention

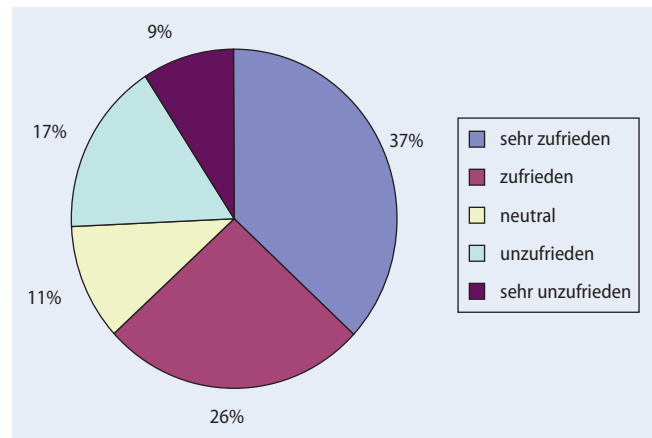
**Abb. 10** ► Häufigkeit der VAS-Werte (angegeben in Anzahl Patienten mit dem jeweiligen Wert) vor der Behandlung (*Vor MIT*) sowie bei der Nachuntersuchung (*Nachunt.*, n=55, ohne Patienten, welche nach MIT operiert wurden)



**Abb. 11** ► Prozentuale Anzahl der Patienten verteilt nach ODI bei der Aufnahme- (*vor MIT*) bzw. Nachuntersuchung (*Nachunt.*); (n=55, ohne Patienten, welche nach MIT operiert wurden)



**Abb. 12** ► Zufriedenheit der Patienten bei der Nachuntersuchung mit dem Gesamterfolg in einer 5-stufigen Einteilung (n=55, ohne Patienten, welche nach MIT operiert wurden)



notwendig. Hiermit lagen unsere Ergebnisse unter der Operationsrate der beiden vorgenannten Studien. Bei 90% unserer Patienten konnte also eine Operation vermieden werden, was die Effektivität unseres Konzepts unterstreicht.

Diese Erfolge sind auf die multimodale Therapie im Rahmen einer stationären MIT zurückzuführen. Der Gesamterfolg wird durch die Abstimmung der einzelnen Therapiemodule erreicht. Eine alleinige Beurteilung der Injektionen ist durch diese Studie nicht möglich. Die Überbrückung der schmerzhaften akuten Phase durch die Injektionen ermög-

licht oft überhaupt erst eine physiotherapeutische Beübung. Die Bereitschaft der oft hoffnungslos schmerzgeplagten Patienten, selbst an einer weiteren Besserung mitzuwirken, kann durch eine initiale Minderung des Schmerzes erhöht werden. Gleichzeitig wird durch den biochemischen Wirkmechanismus der injizierten Substanzen die Heilung im Sinne einer Kompensation im Bereich des gereizten Nervengewebes unterstützt.

Nach unseren Erfahrungen kann bei den meisten Patienten mit radikulärem Lumbalsyndrom durch MIT:

- die schmerzhafteste Phase überwunden werden.
- insbesondere bei noch nicht chronifizierten Verläufen eine dauerhafte Heilung herbeigeführt werden.
- eine drohende Operation aufgeschoben oder verhindert werden.
- der Schmerz des Patienten gemindert und die Lebensqualität verbessert werden.

### Fazit für die Praxis

Die multimodale MIT kann bei radikulären und pseudoradikulären Lumbalsyndromen erfolgreich eingesetzt werden, sofern keine absolute Operationsindikation vorliegt. Hiermit wird der Circulus vitiosus von nervaler Irritation und Muskelverspannung sowie sympathomimetischer Reaktion durchbrochen. Nach unseren Ergebnissen kann durch die MIT eine entscheidende Beschwerde- sowie Funktionsverbesserung der Wirbelsäule bei Patienten mit radikulärem LWS-Syndrom erzielt werden. Vorsichtsmaßnahmen und Nebenwirkungen sollten bei den Injektionen beachtet werden, wesentliche Komplikationen konnten wir bei unseren Patienten nicht beobachten. Die meisten Patienten zeigten sich mit dem Behandlungserfolg zufrieden. Analog zur Literatur konnte auch in unserer Studie festgestellt werden, dass die MIT ein wirkungsvolles und risikoarmes Verfahren zur Behandlung von Patienten mit radikulären Rückenbeschwerden sowie bei gemischt radikulären/pseudoradikulären Spinalkanalstenosen und Postdiskotomiebeschwerden darstellt.

### Korrespondierender Autor

**Dr. O. Linhardt**

Orthopädische Klinik für die Universität Regensburg  
93074 Bad Abbach  
o.linhardt@askleprios.com

**Interessenkonflikt.** Keine Angaben

### Literatur

1. Atlas SJ, Keller RB, Robson D et al. (2000) Surgical and nonsurgical management of lumbar spinal stenosis: four-year outcomes from the Maine lumbar spine study. *Spine J* 25: 556–562

2. Auberger H, Biermann E (1988) Praktische Schmerztherapie. Thieme, Stuttgart
3. Boonen S, Van-Distel G, Westhovens R, Dequeker J (1995) Steroid myopathy induced by epidural triamcinolone injection. *Br J Rheumatol* 34: 385–386
4. Bratzke H, Baur XC, Schramm T (1991) Verletzung der ärztlichen Sorgfaltspflicht bei „Therapeutischer Lokalanästhesie“. *Deutsche Med Wochenschr* 116: 1051–1054
5. Bush K, Hillier S (1991) A controlled study of caudal epidural injection of triamcinolone plus procaine for the management of intractable sciatica. *Spine J* 16: 572–575
6. Butterman GR (2004) Treatment of lumbar disc herniation: Epidural steroid injection compared with discectomy. A prospective, randomized study. *J Bone Joint Surg* 86: 670–679
7. Carette S, Leclaire R, Marcoux S (1997) Epidural corticosteroid injections for sciatica due to herniated nucleus pulposus. *N Engl J Med* 336: 1634–1640
8. Cherkov DC, Deyo RA, Street JH, Barlow W (1996) Predicting poor outcomes for back pain seen in primary care using patients' own criteria. *Spine J* 21: 2900–2907
9. Delpont EG, Cucuzzella AR, Marley JK et al. (2004) Treatment of lumbar spinal stenosis with epidural steroid injections: A retrospective outcome study. *Arch Phys Med Rehabil* 85: 479–484
10. Deyo RA, Weinstein JN (2001) Low back pain – primary care. *N Engl J Med* 344: 363–370
11. Dvorak J, Grob D (2004) Epidurale Injektionen: was ist gesichert? *Orthopäde* 33: 591–593
12. Gerdesmeyer L, Haake M, Hoebel M, Wagner K (2004) Der Rückenschmerz: Grundlagen – Diagnostik – Therapie. *Notfall Hausarztmed* 30: 319–324
13. Grifka J, Broll-Zeitvogel E, Anders S (1999) Injektionstherapie bei Lumbalsyndrom. *Orthopäde* 28: 922–931
14. Grob D, Dvorak J (1998) Sakralblock: Indikationen und Wirksamkeit. *Schweiz Rundsch Med Prax* 87: 305–308
15. Hanefeld C, Miebach T, Bulut D et al. (2005) Auswirkungen der lumbalen Spinalnervenanalgesie (LSPA) auf das Herz-Kreislauf-System. *Z Orthop Grenzgeb* 143: 86–91
16. Hestbaek L, Leboeuf-Yde C, Manniche C (2003) Low back pain: what is the long-term course? A review of studies of general patient populations. *Europ Spine J* 12: 149–165
17. Johnsson KE, Rosen I, Uden A (1992) The natural course of lumbar spinal stenosis. *Clin Orthop Relat Res* 279: 82–86
18. Kay J, Findling JW, Raft H (1994) Epidural triamcinolone suppresses the pituitary-adrenal axis in human subjects. *Anesthesia Analgesia* 79: 501–505
19. Krämer J (1996) Besonderheiten der orthopädischen Schmerztherapie bei Erkrankungen der Wirbelsäule. *Schmerz* 10: 269–275
20. Krämer J, Bickert U, Haaker R, Witte H (1997) Die paravertebrale lumbale Spinalnervenanalgesie zur orthopädischen Schmerztherapie: Standards – Leitlinien – neue Techniken – Ergebnisse. *Z Orthop* 135: 9–14
21. Krämer J, Nentwig CG (1999) Orthopädische Schmerztherapie. Enke, Stuttgart
22. McLain RF, Fry M, Hecht ST (1997) Transient paralysis associated with epidural steroid injection. *J Spin Dis Tech* 10: 441–444
23. Price CM, Rogers PD, Prosser ASJ, Arden NK (2000) Comparison of the caudal and lumbar approaches to the epidural space. *Ann Rheum Dis* 59: 879–882
24. Pühler W, Brack A, Kopf A (2004) Extensive abscess formation after repeated paravertebral injections for the treatment of chronic back pain. *Pain* 113: 427–429
25. Raj P, Nolte H, Stanton H (1988) Atlas der Regionalanästhesie. Springer, Berlin Heidelberg New York
26. Raspe H, Kohlmann T (1993) Rückenschmerzen – eine Epidemie unserer Tage? *Deutsch Ärzteblatt* 90: 2165–2169
27. Rauschmann MA, Warzecha J, Arabmotlagh M et al. (2004) Diagnostik und minimal-invasive Therapie bei chronischen Lumbalgien. *Schmerz* 18: 463–474
28. Selander, Sjöstrand (1978) Longitudinal Spread of Intraneurally Injected Local Anesthetics. *Acta Anaesth Scand* 22: 622–634
29. Sprotte G, Weis KH (1982) Drug interactions with local anaesthetics. *Br J Anaesth* 54: 242–243
30. Smith NT, Miller RD, Corbascio A (1985) Arzneimittelwechselwirkungen in der Anästhesie und Intensivmedizin. Fischer, Stuttgart
31. Theodoridis T, Krämer J (2003) Stationäre minimal-invasive Wirbelsäulentherapie. In: Breitenfelder J, Haake R (Hrsg) Der lumbale Bandscheibenvorfall. Steinkopff, Darmstadt, S 32–55
32. Vahlensieck M, Bruderhofer AF, Waldecker B (2005) CT-gesteuerte Prolaps-Steroidinjektion: Eine kausale Therapie des bandscheibenprolapsassoziierten Schmerzsyndroms. *Rofo* 177(1): 72–76
33. Wehling P (1993) Zum Stellenwert der analgetisch-medikamentösen Therapie bei Schmerzen des Bewegungsapparates. *Orthop Prax* 3: 170
34. Wilburger RE, Knorth H, Haaker R (2005) Nebenwirkungen und Komplikationen der Injektionsbehandlung bei degenerativen Erkrankungen der Wirbelsäule. *Z Orthop Grenzgeb* 143: 170–174
35. Yabuki S, Kikuchi S (1995) Nerve root infiltration and sympathetic block. An experimental study of intradiscal blood flow. *Spine J* 20: 901–906