

# *Invasive rückenmarksnahe Verfahren*

**Sabine Sator-Katzenschlager**

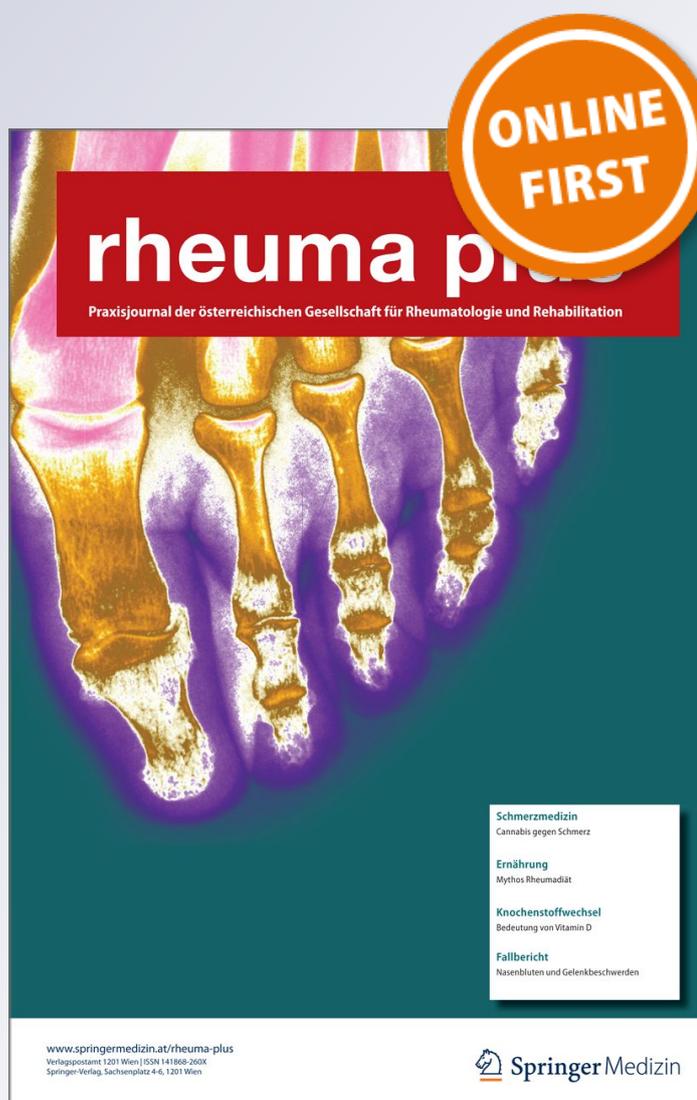
## **rheuma plus**

Praxisjournal der österreichischen  
Gesellschaft für Rheumatologie und  
Rehabilitation

ISSN 1868-260X

rheuma plus

DOI 10.1007/s12688-017-0108-4



**Your article is protected by copyright and all rights are held exclusively by Springer-Verlag Wien. This e-offprint is for personal use only and shall not be self-archived in electronic repositories. If you wish to self-archive your article, please use the accepted manuscript version for posting on your own website. You may further deposit the accepted manuscript version in any repository, provided it is only made publicly available 12 months after official publication or later and provided acknowledgement is given to the original source of publication and a link is inserted to the published article on Springer's website. The link must be accompanied by the following text: "The final publication is available at [link.springer.com](http://link.springer.com)".**



# Invasive rückenmarksnahe Verfahren

Zahlreiche Diagnosen stellen in einem multimodalen Setting eine Indikation für invasive Schmerztherapie dar. Nozizeptive (somatisch und viszeral) sowie neuropathische Schmerzkomponenten treten häufig in Kombination auf. Meist ist Rückenschmerz das Hauptsymptom für invasive Schmerztherapie. Gerade chronische Rückenschmerzen, v. a. Low Back Pain, lassen die Anzahl der Arztbesuche und damit auch die Gesundheitskosten explodieren, wie auch eine rezente Studie in den USA zeigte: Die Kosten für invasive Schmerztherapie bei Low Back Pain gehen in die Billionenbereiche [1].

## » Meist ist Rückenschmerz das Hauptsymptom für invasive Schmerztherapie

Sind die vorliegenden Schmerzen durch eine orale Analgetikatherapie in einem multimodalen Setting (physikalische Therapie, psychologische Therapie/Schmerzbewältigung, Einzeltherapie/Verhaltenstherapie) nicht mehr ausreichend beherrschbar oder ist eine orale Therapie aufgrund von starken Nebenwirkungen bzw. durch die Begleitsymptome Übelkeit und Erbrechen nicht mehr möglich, besteht die Alternative für Patienten in einer invasiven Schmerztherapie mittels Blockadeverfahren bzw. Neuromodulationstechniken. Zu einem multimodalen Setting gehört neben einer medikamentösen Therapieeinstellung immer auch eine physikalische Therapie und eine Schmerzbewältigung mithilfe von Einzeltherapie im verhaltenstherapeutischen Ansatz oder eine Gruppentherapie. Auch nach invasiven Verfahren müssen die multimodalen

Therapien unterstützend weiterlaufen [2–8].

Viele der Verfahren, die in den vergangenen Jahren für die Behandlung von chronischen Schmerzsyndromen entstanden sind, können und sollten aber nur von spezialisierten Schmerztherapeuten mit entsprechender Expertise korrekt ausgeführt und technisch gut dokumentiert werden [9].

### Blockadeverfahren (▣ Tab. 1)

Zur Diagnoseabsicherung und Vorbereitung für invasives Treatment gehören eine exakte Anamnese und psychosoziale Anamnese, ein neurologischer Status, evtl. Nervenleitgeschwindigkeit bis hin zur bildgebenden Diagnostik. Bei Neuromodulationsverfahren ist auch eine psychologische Testung unausweichlich. Die Psychometrie erfolgt mittels mehrerer standardisierter Fragebögen zur Erkennung psychiatrischer Komorbidität (Psychosen, Neurosen, Persönlichkeitsstörungen, organische Psychosyndrome, Sucht). Bei Auffälligkeiten ist ein psy-

chologisches/psychiatrisches Interview erforderlich.

Bereits frühzeitig sollte bei verschiedenen benignen bzw. Tumorerkrankungen, noch bevor die orale Schmerztherapie nach dem WHO-Stufenschema ausgeschöpft ist, an den Einsatz invasiver schmerztherapeutischer Verfahren gedacht werden. Eine ausführliche mündliche und schriftliche Aufklärung über Ablauf, Risiken und Alternativen sowie eine schriftliche Einwilligung der Patienten sind unabdingbar vor allen invasiven Eingriffen.

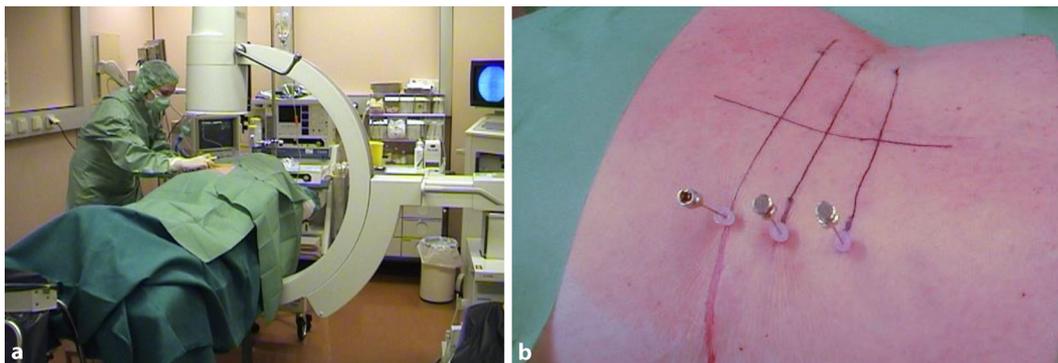
Die Mehrzahl von invasiven Verfahren bedingt eine stationäre Aufnahme von etwa 3 Tagen. Wie bei einem chirurgischen Eingriff sind auch hier Blutbild (Thrombozyten), Gerinnung (ÖGARI-Richtlinien) und Nierenwerte (cave! Röntgenkontrastmittel), die nicht älter als 2 Wochen sind, erforderlich. Bei Patienten, die unter Thrombo ASS stehen, muss dieses mindestens 2 Tage davor pausiert werden. Bei Patienten, welche gerinnungshemmende Medikamente, wie z. B. Marcoumar oder Plavix,

**Tab. 1** Übersicht über mögliche Blockaden

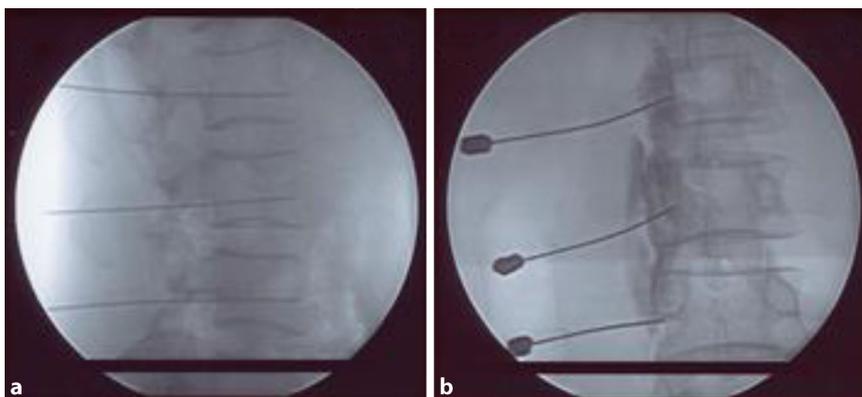
Blockade für chronische Rückenschmerzen	
Facettengelenke	
Sacroiliacalgelenk	
Epidurale Steroidgabe	
Blockaden sympathischer Ganglien	
Plexus coeliacus	Tumorschmerz
Plexus hypogastricus superior/Ganglion impar	
Ganglion stellatum	Sympathisch mediierter Schmerz
Lumbaler sympathischer Grenzstrang	

**Tab. 2** Die Blockade des lumbalen Sympathikus

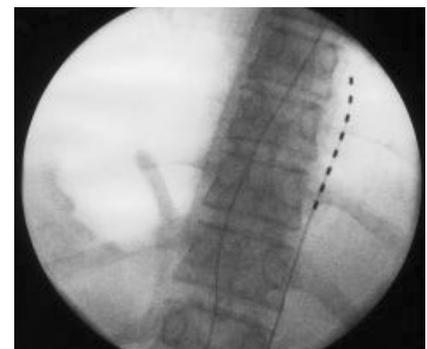
Lumbaler sympathischer Grenzstrang
Nebenwirkungen
– Hypotension
– Hämatom (cave! große Gefäße)
– Lokale Infektion
– Nervenschäden
– Beidseitig: Impotenz
Kontraindikationen
– Allgemeine Kontraindikationen für Regionalanästhesie (Gerinnung, Infekt ...)



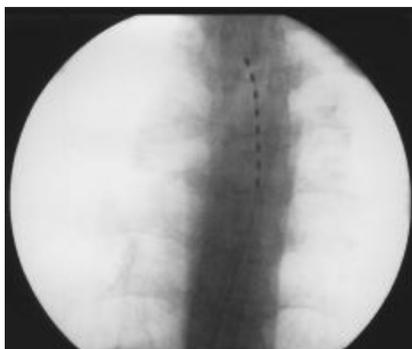
**Abb. 1** ◀ Darstellung der Nadelposition bei Plexus-lumbalis-Blockade (© AKH Wien)



**Abb. 2** ▲ Seitlicher Strahlengang und anterior-posterior Aufnahme mit KM-Darstellung des Plexus lumbalis (© AKH Wien)



**Abb. 3** ▲ Subkutane Elektrode (© AKH Wien)



**Abb. 4** ▲ Epidurale Elektrode (© AKH Wien)

benötigen, ist eine ambulante Umstellung auf niedermolekulares Heparin bis 10–14 Tage vor dem geplanten Eingriff notwendig. Nüchternheitsgrenzen gemäß den für Allgemeinnarkosen üblichen Richtlinien sind einzuhalten [10, 11].

### Lumbale Facettennervenblockade

Die Hauptursache für das Facettensyndrom sind degenerative Schäden der Wir-

belgelenke. Aber auch Schäden an den Bandscheiben können zur Wirbelgelenkarthrose führen. Denn Bandscheibe und Facettengelenke stehen durch ihre ähnliche Funktion in einer engen Wechselbeziehung [12, 13]. Schäden an einer der beiden Strukturen führen meist zu Schäden an der anderen. Neben der Arthrose kann auch eine Arthritis ein Facettensyndrom auslösen. Akute und auch chronische Rückenschmerzen müssen nicht immer durch Bandscheibenvorfälle erzeugt werden. In vielen Fällen sind sie auf Fehlstellung und Abnutzung (Arthrose) der kleinen Wirbelgelenke zurückzuführen. Die Beschwerden sind oft ringförmig bis in das Gesäß, die Schultern, Arme und Beine ausstrahlend. Das Facettengelenk ist oft an rund 80 % der Wirbelschmerzen zumindest beteiligt. Meistens ist der Lendenwirbelbereich betroffen (lumbales Facettensyndrom).

Hauptsymptom des Facettensyndroms ist Schmerz. Dieser Schmerz ist zumeist dumpf, nicht genau lokalisierbar und ein- oder beidseitig. Er kann aber auch stechend oder bohrend sein. Im

Laufe des Tages nehmen die Schmerzen oftmals zu, da die Wirbelsäule durch den aufrechten Gang tagsüber belastet wird, während sie nachts weitgehend entlastet ist. Gleichzeitig kann die Wirbelsäule sich jedoch morgens oder nach längerer Ruhe steif anfühlen.

### » Neben der Arthrose kann auch eine Arthritis ein Facettensyndrom auslösen

Zusätzlich können im Rahmen des Facettensyndroms auch Hüftbeschwerden bis hin zu Beinkrämpfen auftreten. Der Schmerz kann in die Beine ausstrahlen und durch Überstrecken der Wirbelsäule zusätzlich verstärkt werden. Aber auch bei Belastung der Wirbelsäule nimmt der Schmerz zu.

Die wichtigsten Fragen zur Therapieplanung sind:

- Muss man vor Schmerz aufstehen?
- Ist längeres Laufen oder Sitzen unmöglich und

- kommen die Beschwerden bei längeren Belastungen, wie z. B. Autofahren, täglichen Besorgungen, Putzen?

Wichtig ist jedoch einen sogenannten Referred Pain auszuschließen. Da bestimmte Nerven mehrere Gebiete und innere Organe versorgen, kann es sein, dass Signale eines anderen Ortes, die über den gleichen Weg wie die Schmerzfasern des Facettengelenks laufen, falsch zugeordnet werden und so zu einem scheinbaren Facettensyndrom führen. So können beispielsweise Erkrankungen der Bauchspeicheldrüse oder des Dickdarms scheinbare Rückenschmerzen auslösen.

## Vorgehen

Es gibt mehrere Arten der Durchführung der Facettennervenblockade: CT-gezielt, röntgenkontrolliert und mithilfe des Ultraschalls. Ultraschall hat den Vorteil, dass keine Strahlenbelastung für den Patienten stattfindet. Nerven sind im Ultraschall nicht wirklich darstellbar, was meist durch hohe Frequenz zu geringer Eindringtiefe (r 2–6 MHz-Schallkopf ausreichend) verursacht ist. Daher ist als Leitstruktur die Darstellung von Knochenlandmarks sinnvoll.

Unter Röntgenbildwandlerkontrolle/ Ultraschall wird eine spezielle Injektionsnadel zielgenau an den zuführenden Nerven der kleinen Wirbelgelenke (Rami mediales der Facettengelenke) platziert. Die genaue Lokalisation wird mit Kontrastmittel kontrolliert. Anschließend wird ein lokales Betäubungsmittel injiziert.

Diagnostische Blockaden werden mit möglichst kleinen Lokalanästhetikavolumina (LA) durchgeführt und müssen mind. zweimal eine signifikante Schmerzreduktion erzeugen; dies kann auch placebokontrolliert oder mit 2 verschiedenen lang wirksamen LA geschehen.

Diese Problockaden werden 2- bis 3-mal wiederholt. Wenn es dabei immer zu einer Schmerzfremheit kommt, können diese kleinen Nerven der Wirbelgelenke mittels Strom „verödet“ werden (sog. Radiofrequenzablation oder Neurolyse). Diese Blockadetechnik hat auch im Hinblick auf eine „stabilisierende“ Wirbelsäulenoperation (Spondylodese) eine

wichtige diagnostische Stellung. Denn nur wenn sich die Schmerzen durch diese Blockade beheben lassen, ist eine Spondylodese sinnvoll.

Der med. Ast des Ramus dorsalis innerviert Facettengelenke (überlappend über 3 Segmente) – d. h., für eine Etage sind immer mind. 2 Nn. zu blockieren (der betreffende Wirbel und einer darüber).

Referenzpunkt: Oberrand der Basis des Querfortsatzes (andere gelenkversorgende Nn. z. B. N. sinuvertebralis Luschkae oder Ramus ventralis des Spinalnerven können nicht gezielt ausgeschaltet werden).

## Nachbehandlung

Das Verfahren der diagnostischen Infiltration wird ambulant durchgeführt. Nach kurzer Überwachungszeit (ca. 1 h) können die Patienten in Begleitung eines Erwachsenen nach Hause entlassen werden.

Klassische Prädiktoren für eine erfolgreiche Facettennervenblockade (FAB) sind folgende: Es müssen 6 von 7 Kriterien positiv sein:

- Besserung im Liegen,
- kein Schmerz beim Husten,
- kein Schmerz bei Extension,
- kein Schmerz bei Rotation in Extension,
- kein Schmerz beim Aufrichten aus gebeugter Haltung,
- Alter >65 a.

Diagnostische Blockaden: kein Goldstandard:

höherer „positive predictive value“ (63 % vs. 31 %) und verringerte „false positive“ (27 % vs. 38 %), wenn Schmerzreduktion von mind. 80 % als Kriterium angesehen wird.

Nach Lakemeier et al. gibt es keinen Unterschied zwischen FAC-Gelenksinfiltration mit Steroiden oder Denervation [14].

Ausgewählte Studien belegen begrenzt, dass eine Radiofrequenzdenervation nur eine kurzfristige Linderung für chronische Nackenschmerzen zygapophysial gemeinsamen Ursprungs und für chronische Cervicobrachialschmerzen bietet [15, 16].

rheuma plus  
DOI 10.1007/s12688-017-0108-4  
© Springer-Verlag Wien 2017

S. Sator-Katzenschlager

## Invasive rückenmarksnahe Verfahren

### Zusammenfassung

Schmerzfremheit und Linderung kann in den meisten Fällen mittels adäquater oraler bzw. parenteraler Medikamentengabe oder in Kombination invasiver Maßnahmen für die Schmerzpatienten erreicht werden. Die Furcht vor Überdosierung einzelner Medikamente bei Einhaltung der entsprechenden Dosierungsvorschriften sowie die Angst vor Suchtentwicklung bei chronisch leidenden und terminalen Patienten sind nicht gerechtfertigt. Invasive Verfahren sind bei bestimmten chronischen Schmerzkrankungen/Tumorerkrankungen sinnvoll – aber immer im Rahmen eines multimodalen Therapiekonzeptes und nie als alleinige Therapie. Psychologische Schmerzbewältigung in Einzel- und/oder Gruppentherapie, physikalische Therapie sind begleitend unumgänglich.

### Schlüsselwörter

Chronische Schmerzen · Chronische Rückenschmerzen · Medikamentöse Schmerztherapie · Invasive Schmerztherapie · Multimodale Therapie · Schmerzbewältigung

## Invasive treatments for chronic back pain

### Abstract

Analgesia and pain relief can be achieved in most cases using adequate oral and/or parenteral drug administration or in combination with invasive measures for patients in pain. The fear of overdosing on individual medicines by adhering to the appropriate dose prescriptions and anxiety about developing an addiction in chronic and terminal patients are not justified. Invasive procedures are useful in certain chronic pain conditions/tumours – but always in the context of a multimodal treatment concept and never as the sole therapy. It is essential for psychological pain management in personal and/or group therapy to be accompanied by physical therapy.

### Keywords

Chronic pain · Chronic low back pain · Oral pain treatment · Invasive pain treatment · Multimodal therapy · Psychological pain treatments

Schmerz



Abb. 5 ▲ Gasbetriebene Pumpe von FA Codman, Medtronic Handlese-/ Programmiergerät mit elektronischer Pumpe

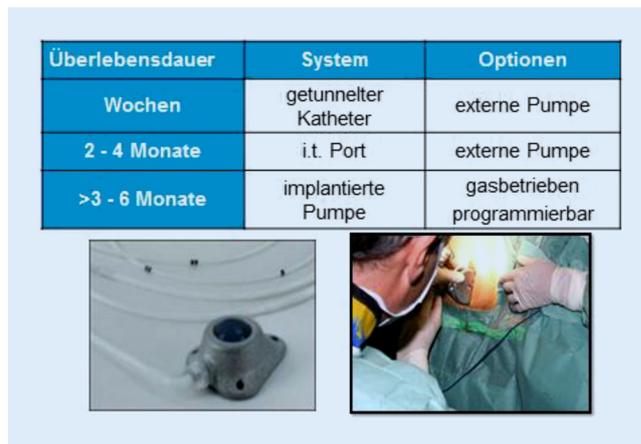


Abb. 6 ▲ Implantation von IT-Pumpen im AKH Wien

**Komplikationen insbes. intravaskuläre**

**Punktion:** Die unerwünschten Ereignisse enthalten intravaskuläres Eindringen von insgesamt 11,4 % mit 20 % im Halsbereich, 4 % im Lendenbereich und 6 % im Brustbereich, signifikant höher in der zervikalen Region pro Begegnung oder Episode (auch Blutungen lumbal seltener als zervikale > thorakal).

**Sacroiliacalgelenks-(SIG-) Blockade**

Ursachen von SIG-Beschwerden können z. B. Beckenschiefstand und einseitige Belastung sein.

Auch bei dieser Blockade unterscheiden wir diagnostisch und therapeutisch. Bei ca. 15 % „chronic low back pain“ (CLBP) ist das Sacroiliacalgelenk betroffen. Für die SIG-Blockade gibt es mäßige Evidenz. Die Innervation ist unklar (Plexus sacralis, Spinalnerven).

Auch die Success-Rate von Corticoidinfiltrationen mit nur ca. 12,5 % ist gering, selbst wenn auch Bänder u. a. extraartikulärer Strukturen miterfasst werden, steigt die Erfolgsrate auf nur schwache 31,25 %.

In anderen Untersuchungen wird die periartikuläre Erfolgsrate von 96 % vs. 62 % intraartikulär angeführt.

SIG-RF-Denervation weist eine limitierte Evidenz auf [17].

**Lumbale epidurale Steroidgabe**

Die lumbale epidurale Steroidgabe stellt eine der häufigsten Schmerzblockaden bei radikulären Schmerzen dar. Ursache können akute Bandscheibenvorfälle und Spinalkanalstenosen sein.

Zugangswege [18, 19]:

- interlaminär,
- transforaminal,
- kaudal,
- blind, röntgen-, CT-gezielt.

Veizi und Hayek [19]: Die Zeichnung illustriert intralaminäre (1) und (2) epidurale Nadelpplatzierung auch in Bezug auf die anatomischen Strukturen.

Da es seit 1952 mäßige bis starke Hinweise für interlaminäre und transforaminal-epidurale Steroidinjektionen existierten, die mindestens zu einer kurzfristigen Linderung von radikulären Schmerzen führten, wurden diese vermehrt eingesetzt.

» Die Mehrzahl der invasiven Verfahren bedingt eine stationäre Aufnahme von etwa 3 Tagen

Dagegen haben Cohen et al. [20] keinen Unterschied bei Verabreichung von Gabapentin vs. epidurale Steroidinjektion (ESI; auch gemischt mit interlaminar) bei Spinalkanalstenose beobachtet (bei 27 % der Patienten waren 26 % der Patienten „unresponsive“ nach den ersten 2 ESI).

Im Cochrane-Review stellten die Autoren fest, dass es keinen starken Beweis für oder gegen die Nutzung jeglicher Art von Injektionstherapie für Patienten mit subakuten und chronischen Rückenschmerzen gibt [18, 21].

**Evidenz**

Es hat sich gezeigt, dass es keine eindeutigen Beweise bei akutem Bandscheibenvorfall im zervikalen und thorakalen Übergang mit epiduralen Injektionen mit oder ohne Steroide gibt. Aber es zeigte sich eine Überlegenheit mit Steroiden in der lumbosakralen Region bei akutem Bandscheibenvorfall und Radikulitis [18–21].

**Chemische intraspinale Neurolyse**

Schmerzen im Rektal- und Vulvabereich bei Diagnosen wie N. recti, N. vesicae und N. vulvae können mit einer chemisch-intraspinalen Neurolyse effektiv behandelt werden. Die Indikationsstellung für dieses Verfahren wird bei einer bereits bestehenden Stuhl- und Harninkontinenz (mögliche Nebenwirkung des Verfahrens) erleichtert. Die Neurolysen werden mit Phenol oder 97 %igem Äthanol durchgeführt [22].

**Tab. 3** Substanzen – intrathekal

Substanz	Max. Dosis (mg/d)	Max. Konzentration (mg/ml)
Morphin	15	20
Hydromorphon	4	10
Bupivacain	30	20
Clonidin	1	2
Fentanyl	?	2
Zikonotide	19,2 µg/d	100 µg/ml

Dosis → Effekt und Nebenwirkungen; Konzentration → Neurotoxizität

**Tab. 4** Evidenz intrathekale Pharmakotherapie

**Umrechnung von Opioiden**

Äquivalente Morphindosen	
Oral	1
i. v., i. m., s. c.	1/3
Epidural	1/15
Intrathekal	1/100

### Lumbale Sympathikusblockade (Tab. 2)

Die Blockade des lumbalen Sympathikus stellt aufgrund der möglichen Komplikationen ein oft schwieriges, aber wirksames Verfahren dar. Chronische Schmerzen können unterteilt werden in Schmerzen, bei denen der Sympathikus nicht involviert ist, und solche mit offensichtlicher Sympathikusbeteiligung, dem sogenannten sympathisch unterhaltenen Schmerz. Das sind chronische Schmerzzustände, die von einer Überaktivität des sympathischen Nervensystems begleitet sind. Der sympathisch unterhaltene Schmerz tritt etwa beim komplexen regionalen Schmerzsyndrom (CPRS) in Armen und Beinen – früher auch als Morbus Sudeck bezeichnet –, bei Herpes zoster, Phantomschmerzen, bestimmten Gesichtsschmerzen im Innervationsareal des Trigemini oder der Ischämieschmerz bei peripherer arterieller Verschlusskrankheit (PaV) auf [23–26].

Die Methode der Sympathikusblockade ist minimalinvasiv und kann zur Diagnose eingesetzt werden: Reagiert jemand bei Blockade der Sympathikusganglien mit einer lang anhaltenden Schmerzerleichterung, liegt ein sympathisch unterhaltener Schmerz zugrunde. Viel wichtiger ist aber ihre Therapiewirkung, die oft effektiver ist als die übliche, relativ stark dosierte pharmakologische Analgetikagabe. Die Blockade erfolgt durch Injektion von Lokalanästhetika, Opioiden oder neurolytischen Substanzen unter Röntgen- oder CT-Kontrolle oder durch Hitzeläsionsradiofrequenz. Lokalanästhetika wirken nur wenige Stunden und werden für die Pro-

beblockade eingesetzt. War die Blockade vorübergehend erfolgreich, kann eine dauerhafte Blockade entweder durch neurolytische Substanzen, welche die Nerven denaturieren, oder durch ein Thermoläsionsverfahren durchgeführt werden.

Auch bei diesem Blockadeverfahren ist eine stationäre Aufnahme von 3 Tagen notwendig. Es gelten dafür präoperative Aufklärung und Labor wie bei den vorhergehenden Blockadeverfahren. Im Eingriffsraum unter sterilen Bedingungen werden die Nadeln in Höhe L2/L3/L4 ungefähr 6 cm lateral von der Mittellinie positioniert (Abb. 1 und 2; [23, 24]).

### Neuromodulationsverfahren

Bei der Neuromodulation handelt es sich im Gegensatz zu destruktiven Verfahren um eine reversible Beeinflussung der neuronalen Transmission afferenter und efferenter Fasern des zentralen und peripheren Nervensystems. Es gibt zwei Verfahren: 1. die Neurostimulation, 2. die intrathekale Pharmakotherapie. Aufgrund der ortsnahen Stimulation/Applikation werden im Gegensatz zur systemischen Applikation hohe lokale Substratkonzentrationen erreicht, die die neuronale Aktivität und postsynaptische Erregbarkeit senken. Die Neuromodulation ist ein minimalinvasives operatives Verfahren, das in zwei Schritten angewendet wird. Zuerst wird eine Probephase stattfinden, bei der epidurale bzw. Dorsal-Root- bzw. subkutane Elektroden extern ausgeleitet werden. Die Patienten müssen in einer 1- bis 3-wöchigen Testphase entscheiden, ob ein solches Verfahren ihren chronischen Schmerz um >50 % reduziert. Erst dann wird in einer zweiten Sitzung in

Lokalanästhesie das Aggregat (nicht wieder aufladbar oder aufladbar) implantiert. Welches Aggregat eingesetzt wird, ergibt sich aus dem Stromverbrauch in der Testphase und nach der Indikation.

### » Die Neurostimulation ist auf verschiedenen Ebenen des Nervensystems möglich

Im Vorfeld sind neben LWS/BWS/HWS-MRI ein neurologischer Status und eine psychologische Testung wie oben beschrieben notwendig. Der Patient darf sich in keinem laufenden Pensionsverfahren befinden und muss sich verpflichten weiter in einem multimodalen Setting teilzunehmen. Zusätzlich erfolgt auch in dieser Phase oft eine berufliche Umschulung oder eine Resozialisierung [27–30].

### Neurostimulation zur Behandlung chronischer Schmerzen

Die Neurostimulation verhindert durch elektrische Reizung GABAerger Interneurone eine überproportionale Steigerung der sensorischen Information. Sie ist auf verschiedenen Ebenen des Nervensystems möglich, beispielsweise im Bereich peripherer Nerven, des Rückenmarks, des Thalamus, des Ganglion trigeminale und des Motorkortex. Unter den verschiedenen Verfahren der Neurostimulation ist die epidurale Rückenmarksstimulation (Spinal Cord Stimulation, SCS) die am häufigsten angewandte Methode. Daneben gibt es auch noch DRS (Dorsal Root Ganglion Stimulation) und SNS (subkutane

Schmerz

**Tab. 5** Nebenwirkungen intrathekalen Opioiden; vergleichbar zu systemischer Gabe

„Short-term“	„Long-term“
Pruritus	Toleranz, Hyperalgesie
Nausea/Erbrechen	Hormonelle Veränderungen
Harnverhalt/Obstipation	Gewichtszunahme
Schwitzen	Periphere Ödeme
Konzentrations-/Gedächtnisschwäche	Sexualstörungen (Libidoverlust, Menstruationsstörungen)
Atemdepression	
Alpträume	<b>Granulome</b>

Nervenstimulation). Es kommen Ein- und Mehrelektrodensysteme zur Anwendung. Bei bilateralen Schmerzen und komplexen Schmerzmustern können Mehrelektrodensysteme erforderlich sein.

Komplikationen werden in der Literatur in den nachstehend genannten Häufigkeiten angegeben:

1. Elektrodenbruch 0,5–4 %,
2. lokale Wundinfektionen 1–3 %,
3. Elektrodenmigration 10–15 %.

Epidurale, intrakranielle und andere Infektionen, Serome, epidurale Hämatome, Nervenverletzungen sowie Liquorlecks werden extrem selten beschrieben.

Dislokation und Störungen des gesamten Systems (Impulsgenerator und Elektrode) sind bei kernspintomografischen Untersuchungen mit höheren Feldleistungen (1,8 T) möglich [31, 32].

**Methoden zur Neuromodulation**

(Abb. 3, 4, 5 und 6)

- Spinal Cord Stimulation (SCS)
- Target Stimulation (TS)
- Dorsal Root Ganglia Stimulation (DRS)
- High Frequency Spinal Cord Stimulation (HFSCS)

**Einsatzgebiete für SCS**

- Postlaminektomiesyndrom
- Periphere Neuropathien
- Phantomschmerz
- Radikulopathien
- Sympathische Reflexdystrophie

- Post-Zoster-Neuralgie
- PAVK
- Angina pectoris
- Chronic Pelvic Pain

**Externe und implantierbare Pumpen (Tab. 3, 4 und 5)**

Bei allen Patienten, deren therapierefraktäre neuropathische Schmerzen bzw. Tumorschmerzen konventionell nur unzureichend oder unter Inkaufnahme erheblicher Nebenwirkungen behandelt werden können, sollte die Möglichkeit einer intrathekalen Schmerztherapie frühzeitig in Betracht gezogen werden.

Als mögliche Medikamente für eine rückenmarksnahe Applikation stehen Opioiden (Morphin, Hydromorphon, Fentanyl, Oxycotin) in Kombination mit Clonidin oder Lokalanästhetika sowie Zikonotide zur Verfügung. Morphin, Zikonotide und Baclofen für spastische Patienten sind zugelassen. Alle anderen Medikamente sind „off-label use“. IT-Pumpen mit Opioiden stehen v. a. für Tumorpatienten zur Verfügung. Bei therapierefraktären neuropathischen Schmerzen, die durch konservative Maßnahmen und auch durch Neuromodulationstechniken nicht zu beherrschen sind, kann man an eine IT-Therapie mit Zikonotide denken. Hierbei ist auch eine externe intrathekale Testphase notwendig, um zu sehen, ob die Substanz vertragen wird und eine Schmerzreduktion von >50 % bewirkt.

Bei eingeschränkter Lebenserwartung (≤3 Monaten) kann die intrathekale Schmerztherapie mittels externer (PCA-) Pumpe und implantierten intrathekalen Portsystems erfolgen. Für eine längerfristige Anwendung stehen implantierbare gasbetriebene oder elektronisch programmierbare Pumpen zur Verfügung. Beide Therapiestrategien sind für eine ambulante Therapie geeignet. Bei implantierbaren Pumpensystemen wird der dünnere Intrathekale Katheter im Spinalkanal mit einer meist im Bauchraum im Subkutangewebe platzierten Pumpe verbunden. Wiederbefüllungsintervalle je nach verwendeter Pumpengröße und Medikamentenbedarf liegen zwischen 4–6 Wochen.

Komplikationen können sowohl technische als auch pharmakologische Ursachen haben. Neben typischen perioperativen Problemen wie Infektion oder Hämatabildung sind vor allem Katheterprobleme zu nennen (Dislokation, Knick, Pumpendrehung). Das Nebenwirkungsprofil intrathekal eingesetzter Opioiden entspricht den systemischen Nebenwirkungen. Insbesondere bei hoher Morphinkonzentration können sich bei Langzeitanwendung an der Katheterspitze Granulome bilden, die zu neurologischen Symptomen führen [33, 34].

**Mögliche Komplikationen**

- Chirurgisch 5,1 %
- Medikamentenassoziiert (pharmakologisch) 77,3 %
- Technisch und geräteassoziiert
  - Katheterprobleme 16,5–25 %
  - Pumpenprobleme 2 %
- Menschliche Fehler 2 %

**Evidenz i. t. Pharmakotherapie**

- Bei richtiger Indikationsstellung
  - Bessere Schmerzreduktion
  - Weniger Nebenwirkungen
  - Als konventionelle medikamentöse Therapie
  - Bestes Medikament?
  - Ab ≥3 Monaten kosteneffektiv

Bei einer kontinuierlichen i. v. MO-Gabe kann es zu einer unzureichenden Schmerzlinderung oder unerträglichen Nebenwirkungen bei 10–15 % der Patienten kommen! Weniger Nebenwirkungen werden bei Verabreichung von Hydromorphon beobachtet. Folgende Nebenwirkungen können bei hohen Dosen der IT-Opioiden auftreten: Myoklonien, Hyperalgesie, Paranoia, Menière-Krankheit, Nystagmus, Polyarthralgie, Sedierung, Atemdepression, Hyperalgesie, Allodynie. Selbst erhöhte Sterblichkeit von 3,89 % auf 1 Jahr kann beobachtet werden; die größte Zahl während der Therapie: Überdosierung oder gemischt intrathekale und systemische Wechselwirkungen können die Ursachen darstellen.

**Zu Toleranz:** Hyperalgesie und Allodynie induziert durch hohe Dosen von i. t. MO sind kein seltenes Ereignis. Es ist kein opioidrezeptorvermittelter Mechanismus. Eine Möglichkeit wäre GABA-Hemmung, die NMDA-(N-Methyl-D-Aspartat-)Rezeptorantagonisten zu reduzieren. Thermische Hyperalgesie durch i. t. MO wird wahrscheinlich durch erhöhte EAA (exzitatorische Aminosäure) im Rückenmark verursacht. Auch MO-3-Glucuronid im Gewebe könnte involviert sein [33–36].

### Management der Toleranz und Hyperalgesie

- Dosisreduktion
- Opioidrotation zu Methadon, über NMDA-Antagonist-Mechanismus
- i. v. Ketamin (0,5 mg Bolus, 0,025/kg pro Stunde Infusion)
- Zugabe von Alpha-2-Agonisten Clonidin epidural/spinal i. v. Lidocain (1–3 mg/kg über 20–30 min gefolgt von s. c. oder i. v. Infusion bei 0,5–2 mg/kg pro Stunde) – niedrige Dosis Naloxon (0,05 mg/h) selektiv blockieren, exzitatorische Aktivität vermitteln durch Mu-Rezeptor

### Fazit

Unter diesen obenangeführten Methoden können die Opioiddosen reduziert werden und die Toleranz und Hyperalgesie behoben werden.

### Korrespondenzadresse

**A. o. Univ. Prof. Dr. S. Sator-Katzenschlager**  
Klinische Abteilung für Spezielle Anästhesie und Schmerztherapie, MUW/AKH Wien  
Währinger Gürtel 18-20, 1090 Wien, Österreich  
sabine.sator@meduniwien.ac.at

### Einhaltung ethischer Richtlinien

**Interessenkonflikt.** S. Sator-Katzenschlager gibt an, dass kein Interessenkonflikt besteht.

Dieser Beitrag beinhaltet keine von den Autoren durchgeführten Studien an Menschen oder Tieren.

### Literatur

1. Smith H et al (2016) The role of invasive pain management modalities in the treatment of chronic pain. *Med Clin North Am* 100(1):103–115
2. Dillmann U, Nilges P, Saile H, Gerbershagen HU (1994) Assessing disability in chronic pain patients. *Schmerz* 8(2):100–110
3. Zenz M, Jurna I (2001) Lehrbuch der Schmerztherapie. WVG, Stuttgart
4. Kress HG (2004) Aktuelle Schmerztherapie: Standards und Entwicklungen. Ecomed MEDIZIN, Landsberg
5. Handwerker HO (1999) Einführung in die Pathophysiologie des Schmerzes. Springer, Berlin Heidelberg
6. Arnold B, Brinkschmidt T, Casser H-R et al (2014) Multimodale Schmerztherapie für die Behandlung chronischer Schmerzsyndrome. Ein Konsensuspapier. *Schmerz* 5:459–472
7. WHO Expert Committee Report (1990) Cancer pain relief and palliative care. Technical report service no.804. World Health Organization, Geneva
8. Slattery BW, Haugh S, Francis K et al (2017) Protocol for a systematic review with network meta-analysis of the modalities used to deliver eHealth interventions for chronic pain. *Syst Rev* 6(1):45
9. American Society of Interventional Pain Physicians (2007) Interventional techniques: evidence-based practice guidelines in the management of chronic spinal pain. *Pain Physician* 10(1):7–111
10. <http://ecp.akhwien.at/>. Bei neuromodularen Eingriffen gesonderte Aufklärungsbögen der Abteilung. Zugegriffen: 11.04.2017
11. Österreichische Gesellschaft für Anaesthesiologie, Reanimation und Intensivmedizin (2014) Präoperative Gerinnungsanalytik bzw. Regionalanästhesie unter Antikoagulation. <https://www.oegari.at/>. Zugegriffen: 11.04.2017
12. Solberg J, Copenhaver D, Fishman SM (2016) Medial branch nerve block and ablation as a novel approach to pain related to vertebral compression fracture. *Curr Opin Anaesthesiol* 29(5):596–599
13. Hurdle MF (2016) Ultrasound-guided spinal procedures for pain: a review. *Phys Med Rehabil Clin N Am* 27(3):673–686
14. Lakemeier S, Lind M, Schultz W et al (2013) A comparison of intraarticular lumbar facet joint steroid injections and lumbar facet joint radiofrequency denervation in the treatment of low back pain: a randomized, controlled, double-blind trial. *Anesth Analg* 117(1):228–235
15. Chou R (2010) Low back pain (chronic). *BMJ Clin Evid* 10(1116):1–41
16. Diwan S, Manchikanti L, Benyamin RM et al (2012) Effectiveness of cervical epidural injections in the management of chronic neck and upper extremity pain. *Pain Physician* 15(4):E405–E434
17. Lakelderren P, Van Zundert J (2011) Radiofrequency treatment of the sacroiliac joint: quo vadis? *Pain Pract* 11(1):1–2
18. Benyamin RM, Manchikanti L, Parr AT et al (2012) The effectiveness of lumbar interlaminar epidural injections in managing chronic low back and lower extremity pain. *Pain Physician* 15(4):E363–E404
19. Veizi E, Hayek S (2014) Interventional therapies for chronic low back pain. *Neuromodulation* 17(Suppl 2):31–45
20. Cohen SP, Hanling S, Bicket MC et al (2015) Epidural steroid injections compared with gabapentin for lumbosacral radicular pain: multicenter randomized double blind comparative efficacy study. *BMJ* 350:h1748
21. Makkar JK, Singh PM, Jain D, Goudra B (2016) Particulate vs non-particulate steroids for transforaminal epidural steroid injections: systematic review and meta-analysis of the current literature. *Pain Physician* 19(6):327–340
22. Hanekop GG, Bautz MT, Beck D et al (1998) Pain therapy in tumor patients and in palliative medicine. 2: Invasive measures. *Zentralbl Chir* 123(6):664–677
23. Nagpal A, Eckmann M, Small S, Stevens S (2015) Onset of spontaneous lower extremity pain after lumbar sympathetic block. *Pain Physician* 18(1):E89–E91
24. Choi E, Cho CW, Kim HY et al (2015) Lumbar sympathetic block with botulinum toxin type B for complex regional pain syndrome: a case study. *Pain Physician* 18(5):E911–6
25. Foye PM, Patel SI (2009) Paracoccygeal corkscrew approach to ganglion impar injections for tailbone pain. *Pain Pract* 9(4):317–321
26. Gupta D et al (2008) Ultrasonography reinvents the originally described technique for ganglion impar neurolysis in perianal cancer pain. *Anesth Analg* 107(4):1390–1392
27. Chang Chien GC, Mekhal N (2017) Alternate intraspinal targets for spinal cord stimulation: a systematic review. *Neuromodulation*. doi:10.1111/ner.12568
28. Peppucci E, Di Bonaventura R, Esposito V et al (2017) Update on mechanism and therapeutic implications of spinal cord stimulation and cerebral hemodynamics: a narrative review. *Acta Neurochir Suppl* 124:27–36
29. Lee KH, Lee SE, Jung JW (2015) Jeon SY Spinal cord stimulation for intractable visceral pain due to sphincter of oddi dysfunction. *Korean J Pain* 28(1):57–60
30. Simpson EL, Duenas A, Holmes MW, Papaioannou D, Chilcott J (2009) Spinal cord stimulation for chronic pain of neuropathic or ischaemic origin: systematic review and economic evaluation. *Health Technol Assess* 13(17):1–154
31. Kumar K, Wilson JR, Taylor RS, Gupta S (2006) Complications of spinal cord stimulation, suggestions to improve outcome, and financial impact. *J Neurosurg Spine* 5(3):191–203
32. Kumar K, Taylor RS, Jacques L, Eldabe S et al (2008) The effects of spinal cord stimulation in neuropathic pain are sustained: a 24-month follow-up of the prospective randomized controlled multicenter trial of the effectiveness of spinal cord stimulation. *Neurosurgery* 63(4):762–770
33. Zheng S, He L, Yang X, Li X, Yang Z (2017) Evaluation of intrathecal drug delivery system for intractable pain in advanced malignancies: a prospective cohort study. *Medicine (Baltimore)* 96(11):e6354. doi:10.1097/MD.0000000000006354
34. Kress HG et al (2009) Intrathecal therapy: what has changed with the introduction of ziconotide. *Pain Pract* 9(5):338–347
35. Deer T, Krames ES, Hassenbusch SJ et al (2007) Polyanalgesic consensus conference 2007: recommendations for the management of pain by intrathecal (intraspinal) drug delivery: report of an interdisciplinary expert panel. *Neuromodulation* 10(4):300–328
36. Prager J, Deer T, Levy R et al (2014) Best practices for intrathecal drug delivery for pain. *Neuromodulation* 17(4):354–372