

Stephan Klessinger, Martin Legat, Markus Schneider
Interventionelle Schmerztherapie der Wirbelsäule

Stephan Klessinger, Martin Legat, Markus Schneider

Interventionelle Schmerztherapie der Wirbelsäule

2. aktualisierte und erweiterte Auflage

DE GRUYTER

Herausgeber

Prof. Dr. med. Stephan Klessinger

Neurochirurgie Biberach

Eichendorffweg 5

88400 Biberach

E-Mail: klessinger@neurochirurgie-bc.de

Dr. med. Markus Schneider

AlphaMED

Kärntenstr. 2

96052 Bamberg

E-Mail: markus.schneider@alphamed-bamberg.de

Dr. med. Martin Legat

Orthopädie, Schmerz Zentrum Zofingen

Hintere Hauptgasse 9

CH-4800 Zofingen

E-Mail: martin.legat@schmerzzentrum.ch

ISBN: 978-3-11-116860-9

e-ISBN (PDF): 978-3-11-117174-6

e-ISBN (EPUB): 978-3-11-117395-5

Library of Congress Control Number: 2024933449

Bibliografische Information der Deutschen Nationalbibliothek

Die Deutsche Nationalbibliothek verzeichnet diese Publikation in der Deutschen Nationalbibliographie; detaillierte bibliografische Daten sind im Internet über <http://dnb.d-nb.de> abrufbar.

Der Verlag hat für die Wiedergabe aller in diesem Buch enthaltenen Informationen mit den Autoren große Mühe darauf verwandt, diese Angaben genau entsprechend dem Wissensstand bei Fertigstellung des Werkes abzdrukken. Trotz sorgfältiger Manuskriptherstellung und Korrektur des Satzes können Fehler nicht ganz ausgeschlossen werden. Autoren und Verlag übernehmen infolgedessen keine Verantwortung und keine daraus folgende oder sonstige Haftung, die auf irgendeine Art aus der Benutzung der in dem Werk enthaltenen Informationen oder Teilen davon entsteht. Die Wiedergabe der Gebrauchsnamen, Handelsnamen, Warenbezeichnungen und dergleichen in diesem Buch berechtigt nicht zu der Annahme, dass solche Namen ohne weiteres von jedermann benutzt werden dürfen. Vielmehr handelt es sich häufig um gesetzlich geschützte, eingetragene Warenzeichen, auch wenn sie nicht eigens als solche gekennzeichnet sind.

© 2024 Walter de Gruyter GmbH, Berlin/Boston

Einbandabbildung: Stephan Klessinger

Satz/Datenkonvertierung: L42 AG, Berlin

Druck und Bindung: CPI Books GmbH, Leck

www.degruyter.com

Widmung

Die Herausgeber möchten dieses Buch Prof. Dr. med. Dr. h. c. Jörg Jerosch widmen, der nach schwerer Krankheit im Juni 2023 verstorben ist. Er war eine herausragende Persönlichkeit und hat uns alle durch seine kameradschaftliche und freundschaftliche Art sowie sein ausgeprägtes Fachwissen geprägt. Ohne ihn als Mentor, Kollegen und Freund, der immer ein offenes Ohr und Lösungen für alle medizinischen

und menschlichen Fragen und Probleme hatte, wäre dieses Buch nicht zustande gekommen. Wir vermissen ihn als Arzt, der die IGOST von Beginn an mitgeprägt hat, und als Menschen und Wegbegleiter.

Stephan Klessinger, Martin Legat, Markus Schneider
Biberach, Zofingen (CH) und Bamberg im Dezember 2023

Vorwort zur 1. Auflage

Interventionen an der Wirbelsäule sind ein wichtiger Bestandteil der spezifischen Schmerztherapie bei Patienten mit Lumbalgien, Zervikalgien und radikulären Schmerzen in Armen oder Beinen. Allerdings existieren unterschiedliche Techniken für solche Injektionen und Begriffe werden nicht immer einheitlich verwendet. So werden Injektionen mit Hilfe anatomischer Landmarks aber auch mit Verwendung von Ultraschall, Röntgendurchleuchtung oder CT durchgeführt. Oft wird von paravertebralen oder wirbelsäulennahen Injektionen gesprochen, ohne dass das Ziel der Intervention exakt benannt wird. Gerne wird auch der Begriff „PRT“ als Überbegriff für verschiedene Injektionstechniken verwendet. Ziel dieses Handbuches ist es, klare Definitionen, Indikationen und Techniken zu präsentieren.

Während sowohl zu Landmark gesteuerten wie auch zu Schnittbild gesteuerten Injektionen bereits deutschsprachige Bücher vorliegen, fehlte bisher ein deutschsprachiger Atlas oder ein Handbuch zu Bildwandler gesteuerten Injektionen.

Die Idee einer interventionellen Schmerztherapie ist es, ein konkretes Ziel, also eine definierte anatomische Struktur, mit der Nadel, der Elektrode oder der Sonde zu erreichen. Dies kann sinnvoll sein, um diagnostische Informationen zu erhalten, also um herauszufinden, ob eine bestimmte Struktur (z. B. ein Facettengelenk oder eine Nervenwurzel) die gesuchte Schmerzursache ist. Oder es werden in therapeutischer Absicht Medikamente injiziert, um eine gezielte Wirkung (z. B. Behandlung einer lokalen Entzündung) zu erhalten. Damit dies gelingen kann, muss der Zielpunkt der Intervention klar definiert sein und er muss präzise erreicht werden.

Dafür bedarf es sehr guter anatomischer Kenntnisse, aber auch einer gewissen manuellen Fertigkeit und natürlich Erfahrung. Dieses praxisorientierte Handbuch beschränkt sich auf eine Auswahl von Techniken, für die eine gute Evidenz in der Literatur vorhanden ist. Daher werden alle Techniken unter Durchleuchtung dargestellt. Zusätz-

lich gibt es aber auch ein Kapitel über ultraschallgesteuerte Techniken, da die Vermeidung von Röntgenstrahlen mit dieser Technik einen deutlichen Vorteil darstellt.

Der Hauptteil dieses Buches ab Kap. 5 besteht aus einer praxisorientierten Anleitung für Interventionen an der Hals-, Brust- und Lendenwirbelsäule sowie an Sakrum und Iliosakralgelenk und deren Evidenz. Für jede Intervention wird zunächst geschildert, worauf zu achten ist und wie die Anatomie im Durchleuchtungsbild zu erkennen ist (Röntgenanatomie). Dann erfolgt eine farblich hervorgehobene Schritt-für-Schritt Anleitung, welche es ermöglicht, jede Veränderung am C-Bogen und an der Nadel nachzuvollziehen (Intervention). Dazu gezeigt werden Durchleuchtungsbilder von Patienten aber auch Bilder eines anatomischen Modells mit passenden Schemazeichnungen, die jeden Teil der Intervention veranschaulichen. Diese Schritt-für-Schritt Anleitung macht dieses Buch zu einem Handbuch, welches direkt in der Praxis, bei Kursen und im Alltag am Patienten angewendet werden kann. Zusätzlich werden aber auch weiterführende Informationen zur Evidenz jeder Intervention geboten.

Die Darstellung der aufgeführten Techniken orientiert sich an den Guidelines der Spine Intervention Society, wobei diese aber an die Situation im deutschsprachigen Raum angepasst wurden.

Der Leser erfährt, wann eine Intervention sinnvoll ist und wie er zur richtigen Indikation gelangen kann. Es werden evidenzbasierte Techniken vorgestellt, die mit möglichst geringem Risiko für den Patienten zu optimalen Ergebnissen führen. Die aktuelle Literatur zu den Techniken wird diskutiert.

Mit diesem Buch hoffen wir, die Qualität der Interventionen an der Wirbelsäule durch eine evidenzbasierte Anleitung zu verbessern.

Stephan Klessinger, Martin Legat, Markus Schneider
Biberach, Zofingen (CH) und Bamberg im November 2019

Vorwort zur 2. Auflage

Nach wenigen Jahren dürfen wir Ihnen bereits die 2. Auflage „Interventionelle Schmerztherapie der Wirbelsäule“ präsentieren. Wir haben sämtliche Kapitel überarbeitet und aktuelle Literatur und Evidenzen eingefügt sowie die meisten Abbildungen verbessert. Vor allem aber wurde das Buch wesentlich erweitert. Es gibt nun einen eigenen Teil zu Injektionen mit Ultraschall, da wir glauben, dass diese Techniken ohne Strahlenbelastung zunehmend an Bedeutung gewinnen werden.

Der Teil 1 beschreibt nun Grundlagen, die für alle Injektionen wichtig sind. Hinzugekommen ist ein Kapitel über Risiken und Komplikationen. Im Teil 2 finden sich die Interventionen unter Durchleuchtung. Hinzugekommen ist ein Kapitel über die Radiofrequenz-Denervationen. Der neue Teil 3 widmet sich nun ausführlich den Injektionen mit Ultraschall, gegliedert nach anatomischen Bereichen. Hier wird zunächst die Grundeinstellung grafisch am

Skelett dargestellt, ein sonographisches Bild zeigt die Intervention am Patienten mit sämtlichen wichtigen Aspekten der Sonoanatomie. Schließlich wird das Vorgehen in einer grafisch hervorgehobenen Anleitung mit entsprechenden Bildern am Modell Schritt für Schritt erläutert.

Dieses Buch bietet eine Schritt-für-Schritt-Anleitung der einzelnen Techniken und wird daher auch als Begleitbuch für die Injektionskurse der IGOST verwendet. Zudem kann es beim Erlernen der Injektionen helfen und erfahrenen Anwendern als Nachschlagewerk dienen. Wir glauben, dass das Erlernen einer guten Interventionstechnik zu besseren Ergebnissen führt und hoffen, dass dieses Buch einen Beitrag zur erfolgreichen Anwendung leisten kann.

Stephan Klessinger, Martin Legat, Markus Schneider
Biberach, Zofingen (CH) und Bamberg im Dezember 2023

Inhalt

Widmung — V

Vorwort zur 1. Auflage — VII

Vorwort zur 2. Auflage — VIII

Autorenverzeichnis — XII

Verzeichnis der Abkürzungen — XIII

Teil I: Grundlagen

1 Anamnese und Untersuchung — 3

- 1.1 Historie der Interventionen an der Wirbelsäule — 3
- 1.2 Vor und nach einer Intervention — 4
 - 1.2.1 Planung — 4
 - 1.2.2 Medikamentenauswahl — 6
 - 1.2.3 Aufklärung — 7
 - 1.2.4 Überwachung und Dokumentation — 7
- 1.3 Der Weg zur Indikation (körperliche Untersuchung) — 8
 - 1.3.1 Zur Wertigkeit von Dermatomkarten — 8
 - 1.3.2 Befundung an der HWS — 9
 - 1.3.3 Befundung an der LWS und am Iliosakralgelenk — 10

2 Medikamente bei Interventionen — 15

- 2.1 Lokalanästhetika — 15
- 2.2 Kortikosteroide — 16
- 2.3 Antikoagulantien und Thrombozytenaggregationshemmer — 17

3 Risiken und Komplikationen — 19

- 3.1 Infektionen — 19
 - 3.1.1 Infektionsprophylaxe — 19
- 3.2 Hämatome — 20
- 3.3 Nadel-Fehllage — 20
 - 3.3.1 Fehllage im Spinalkanal — 20
 - 3.3.2 Intravaskuläre Nadellage — 22
- 3.4 Spezifische Risiken — 24
 - 3.4.1 Facettengelenke, Medial Branch Block und Radiofrequenz-Denervation — 24
 - 3.4.2 Iliosakralgelenk — 24
 - 3.4.3 Intradiskale Eingriffe — 25
 - 3.4.4 Epidurale Injektionen (transforaminal und interlaminär) — 25

4 Notfallmanagement — 29

- 4.1 Lokalanästhesie — 29
- 4.2 Vorgehen im Notfall — 30
 - 4.2.1 Anaphylaktische Reaktion — 30

- 4.2.2 Sympathikolyse und hohe Spinalanästhesie — 31
- 4.2.3 Direkte Lokalanästhetikatoxizität — 32

Teil II: Interventionen mit Durchleuchtung

5 Handhabung des C-Bogens und grundlegende Techniken — 37

- 5.1 Patientenlagerung — 37
- 5.2 Durchleuchtungsgerät — 38
 - 5.2.1 Technische Ausstattung — 38
 - 5.2.2 Positionieren des C-Bogen — 38
 - 5.2.3 Parallaxe — 40
 - 5.2.4 Einstellung am C-Bogen — 41
 - 5.2.5 Bildoptimierung — 42
- 5.3 Strahlenschutz — 43
- 5.4 Nadel — 44
 - 5.4.1 Aufbau der Nadel — 44
 - 5.4.2 Steuerung der Nadel im Gewebe — 45
- 5.5 Gebogene Strukturen — 46
- 5.6 Grundsätzliches Vorgehen — 47

6 Grundlagen der Radiofrequenz-Denervation — 49

- 6.1 Durchführung einer Radiofrequenz-Denervation — 49

7 Interventionen an der HWS — 51

- 7.1 Intraartikulärer Zugang Hw1/2 — 53
 - 7.1.1 Röntgenanatomie — 53
 - 7.1.2 Intervention — 53
 - 7.1.3 Evidenz — 56
- 7.2 Intraartikulärer Zugang Hw2/3 bis Hw6/7 — 57
 - 7.2.1 Röntgenanatomie — 57
 - 7.2.2 Intervention lateral — 57
 - 7.2.3 Intervention dorsal — 60
 - 7.2.4 Evidenz — 62
- 7.3 Medial Branch Block und Third Occipital Nerve Block — 63
 - 7.3.1 Röntgenanatomie — 63
 - 7.3.2 Intervention — 63
 - 7.3.3 Evidenz — 68

- 11.4 Bildachsen und Bildebenen — **175**
- 11.5 Tipps und Tricks — **176**
- 11.6 Aufklärung — **177**

- 12 Interventionen an der HWS — 179**
- 12.1 Medial Branch Block — **181**
- 12.1.1 Sonoanatomie — **181**
- 12.1.2 Intervention — **181**
- 12.1.3 Evidenz — **184**

- 12.2 Intraartikulärer Zugang — **185**
- 12.2.1 Sonoanatomie — **185**
- 12.2.2 Intervention — **185**
- 12.2.3 Evidenz — **189**

- 12.3 Zugang zum Spinalnerven — **190**
- 12.3.1 Sonoanatomie — **190**
- 12.3.2 Intervention — **190**
- 12.3.3 Evidenz — **192**

- 12.4 Ganglion stellatum Block — **193**
- 12.4.1 Sonoanatomie — **193**
- 12.4.2 Intervention — **194**
- 12.4.3 Evidenz — **196**

- 13 Interventionen an der BWS — 199**
- 13.1 Thorakale Facettengelenke — **199**
- 13.1.1 Sonoanatomie — **199**
- 13.1.2 Intervention — **200**
- 13.1.3 Evidenz — **202**

- 13.2 Nervus intercostalis — **203**
- 13.2.1 Sonoanatomie — **203**
- 13.2.2 Intervention — **203**
- 13.2.3 Evidenz — **204**

- 14 Interventionen an der LWS — 205**
- 14.1 Artikuläre Injektionen der Facettengelenke — **205**
- 14.1.1 Sonoanatomie — **205**
- 14.1.2 Intervention — **206**
- 14.1.3 Evidenz — **208**

- 14.2 Medial Branch Block — **209**
- 14.2.1 Sonoanatomie — **209**
- 14.2.2 Intervention — **209**
- 14.2.3 Evidenz — **212**

- 15 Interventionen am Sakrum und am ISG — 213**
- 15.1 Injektion des arthro-ligamentären Anteils des ISG — **213**
- 15.1.1 Sonoanatomie — **213**
- 15.1.2 Intervention — **213**
- 15.1.3 Evidenz — **216**

- 15.2 Injektion des Neuroforamens S1 transforaminal — **217**
- 15.2.1 Sonoanatomie — **217**
- 15.2.2 Intervention — **217**
- 15.2.3 Evidenz — **220**

- 15.3 Epidurale Injektion über den sakralen Zugang — **221**
- 15.3.1 Sonoanatomie — **221**
- 15.3.2 Intervention — **221**
- 15.3.3 Evidenz — **224**

- Danksagung — 225**
- Stichwortverzeichnis — 227**

Autorenverzeichnis

Dr. med. Fritjof Bock

Orthopädie am Grünen Turm
Grüner-Turm-Str. 4-10
88212 Ravensburg
E-Mail: info@orthopaedie-ravensburg.de
Kapitel 2

Prof. Dr. med. Stephan Klessinger

Neurochirurgie Biberach
Eichendorffweg 5
88400 Biberach
E-Mail: klessinger@neurochirurgie-bc.de
Kapitel 1.2, 2, 3, 5, 6, 7, 8, 9

Dr. med. Martin Legat

Orthopädie, Schmerz Zentrum Zofingen
Hintere Hauptgasse 9
CH-4800 Zofingen
E-Mail: martin.legat@schmerzzentrum.ch
Kapitel 7, 9.4, 9.5, 11, 12, 13, 14, 15

Dr. med. Markus Schneider

AlphaMED
Kärntenstr. 2
96052 Bamberg
E-Mail: markus.schneider@alphamed-bamberg.de
Kapitel 1.1, 1.3, 10

Dr. med. Björn Carsten Schultheis

Krankenhaus Neuwerk
Dünner Straße 214-216
41066 Mönchengladbach
E-Mail: c.schultheis@kh-neuwerk.de
Kapitel 3, 4, 13

Dr. med. Patrick A. Weidle

Krankenhaus Neuwerk
Dünner Straße 214-216
41066 Mönchengladbach
E-Mail: p.weidle@kh-neuwerk.de
Kapitel 4

Verzeichnis der Abkürzungen

| | | | |
|-----------|---|-----|--|
| ap | anterior-posterior | LW | Lendenwirbel |
| BW | Brustwirbel | LWS | Lendenwirbelsäule |
| BWS | Brustwirbelsäule | MB | Medial Branch |
| CRPS | complex regional pain syndrom | MBB | Medial Branch Block |
| DSA | digitale Subtraktionsangiographie | MRT | Magnetresonanztomographie |
| GLOA | ganglionäre Opioidanalgesie | OP | Operation |
| HW | Halswirbel | RCT | randomisierte kontrollierte Studie (randomized controlled trial) |
| HWS | Halswirbelsäule | RF | Radiofrequenz |
| IPSIS/SIS | International Pain and Spine Intervention Society | TON | third occipital nerve (3. Okzipitalnerv) |
| ISG | Iliosakralgelenk | | |
| LOR | loss of resistance | | |

Teil I: **Grundlagen**

1 Anamnese und Untersuchung

1.1 Historie der Interventionen an der Wirbelsäule

Markus Schneider

Die Anfänge

Neuroaxiale Injektionen sind eng verbunden mit der Entdeckung des Cocain 1884, das zunächst als topisches Anästhetikum verwendet wurde bei Augenoperationen. Bereits ein Jahr später berichtete der Neurologe James Corning von einer Spinalanästhesie, wenn auch versehentlich. Er wollte eigentlich nicht vorhandene interspinale Blutgefäße adressieren, die er vermutete. 1891 beschrieb Quincke [1] bereits die epidurale Injektion unter Vermeidung einer Duraverletzung bei L2 mit einem paramedianen Zugang. Er entwickelte den immer noch gebräuchlichen Schliiff.

Der Chirurg Dr. August Bier [2] publizierte dann 1899 „Versuche über die Cocainisierung des Rückenmarks“ und die Publikation führte zu einer Verbreitung der Methode. Im gleichen Jahr später wurde dann durch Tait und Cagliari [3] in San Francisco erstmals in den USA diese Intervention beschrieben. Bereits 1901 berichtete dann „Lancet“ über mehr als 1000 Publikationen zu dem Thema.

1901 war es dann Fernand Cathelin [4], der die Möglichkeit des Zugangs zum epiduralen Raum über den Sakralkanal beschrieb. Er fand heraus, dass proportional zum Volumen und der Geschwindigkeit der Injektion die Ausbreitung des Effektes anstieg.

1925 beschrieb Viner [5] dann seine Erfahrungen der Sakralanästhesie bei hartnäckiger Lumboischialgie mit für uns ungewöhnlichen Substanzen und Mengen (20 ccm 1 %iges Novocain gefolgt von 50–10 ccm Ringerlösung, NaCl oder flüssigem Paraffin).

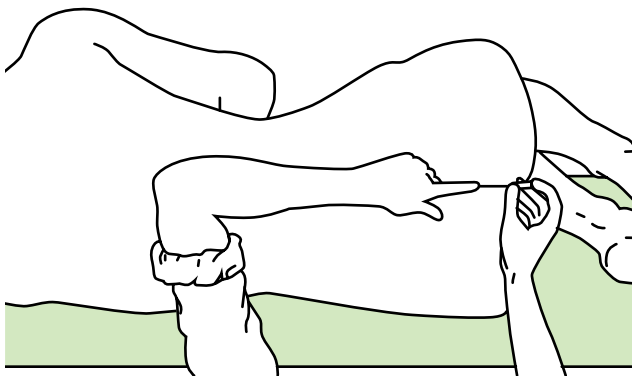


Abb. 1.1: Sakralanästhesie nach Fernand Catheline (Quelle unbekannt).

Der Siegeszug des epiduralen Cortisons

1936 wurde dann das Cortison, damals Compound E genannt, entdeckt. Nachdem die gute Wirkung bei Rheumatoider Arthritis und anderen Autoimmunerkrankungen gefunden war, haben dann Robecchi und Capra [6] erstmals die heute beliebte Bezeichnung der periradikulären Injektion bei Bandscheibenvorfall mit Hydrocortison 1952 beschrieben.

Lievre [7] beschrieb 1952 die kaudale epidurale Steroidinjektion bei 20 Patienten, von denen sich 5 verbesserten. Obwohl der Nachuntersuchungszeitraum nur 3 Wochen betrug und es keine Vergleichsgruppen gab, beflügelte dieser Artikel die Popularität der Methode.

1963 berichteten Seghal und Gadner [8] und Seghal et al. [9] über mehr als 1000 Patienten, die mit intrathekalen Steroiden behandelt wurden, aber auch hier wurde keine Kontrollgruppe angegeben.

Eine Publikation von Winnie et al. 1972 [10] führte dann zur Abkehr von den hochvolumigen Injektionen, bei denen man den therapeutischen Effekt in einer Lyse von Adhäsionen sah, hin zu niedervolumigen Injektionen durch das bessere Verständnis der Steroidwirkung und der antiinflammatorischen Effekte des Cortisons. Auch sah man als zunehmend wichtig an, das Steroid zum Ort der Inflammation und damit in das richtige Segment zu befördern. Dies führte zu einer zunehmenden Infragestellung der Überflutungen mit hohem Volumen und mehrere Studien wiesen darauf hin, dass die „Loss of Resistance“-Technik bei lumbalen epiduralen Injektionen in 30–40 % Fehllagen aufwies [11]. Es entwickelte sich die Einführung der bildwandlergestützten Injektionen, die in weiteren Studien 1999 [12] eine niedrigere Inzidenz von Nadelfehllagen im Vergleich zu landmarkgestützten Injektionen aufzeigten.

Als nächster Meilenstein ist die Einführung der transforaminalen Injektion zum Epiduralraum zu nennen. Diese Technik setzt die Bildwandlersteuerung voraus und entwickelte sich, da man sah, dass die kaudale oder interlamina-re Injektion die Medikamente nur an den dorsalen Bereich des Spinalkanals bringen konnte.

Obwohl sich dann die transforaminale Injektion zunehmend durchsetzen konnte, erkannte man bald die Komplikationen, die bei der Benutzung von kristallinem Cortison auftreten konnten, wenn man versehentlich eine intraarterielle Injektion durchführte. Um dieses Risiko zu minimieren, wurde auch durch die Leitlinien der IPSIS [13] zunehmend die Benutzung von nicht kristallinem Steroid empfohlen.

Besonders in den USA wurde die epidurale Steroidinjektion die häufigste Intervention der interventionellen

Schmerztherapie. Mit zunehmender Studienlage wurde die Effektivität jedoch unklarer. Die meisten Studien belegen einen kurz bis mittelfristig Effekt, langfristige Effekte insbesondere auch bei Foramenstenosen und Spinalkanalstenosen zeigten sich nicht. Auch erfüllten sich die Hoffnungen nicht, durch eine zunehmende Frequenz von epiduralen Injektionen die Operationsrate zu senken. Dennoch gibt es in einigen Studien Hinweise, dass bei der Indikation Bandscheibenoperationen eingespart werden können [14].

In Europa wird jedoch die Injektion sowohl in den NICE „Guidelines for low back pain“ [15] als auch in den deutschen Leitlinien zur lumbalen Radikulopathie [16] erwähnt und bedingt empfohlen.

Injektionen und Prozeduren an den Facettengelenken

Geschichtlich wurde erstmals 1911 von Goldthwait [17] postuliert, dass die Facettengelenke für einen Teil nicht radikulärer Schmerzen an der Lendenwirbelsäule verantwortlich seien. 1933 wurde erstmals von Ghormley [18] der Begriff Facettensyndrom benutzt, er sah dies als eigenen Symptomenkomplex und empfahl die Spondylodese für diese Erkrankung. Erst 40 Jahre später in den siebziger Jahren verbesserten sich die Behandlungsmethoden dieser Schmerzen und von Rees [19] wurde hier erstmals die perkutane Durchtrennung der Gelenksnerven mit dem Skalpell eingeführt. Kurz darauf etablierte Shealy [20] die perkutane Radiofrequenz-Denervation mit jedoch nur mäßig nachweisbarem Erfolg. Erst die anatomischen Arbeiten über die Innervation des Facettengelenkes durch Bogduk 1979 [21] führten sowohl zu einer genaueren präinterventionellen Diagnostik durch Anästhesie des medialen Astes (Medial Branch Block, MBB) als auch zur besseren Technik bei der RF-Denervation mit möglichst paralleler Lage der RF-Nadel am Nerven. Studien von Dreyfuss [22] und Kaplan et al. [23] zeigten, dass der MBB zielspezifisch und ein valider Test für Facettenschmerz ist.

In Europa wurde durch die Veröffentlichung der aktualisierten „NICE Guidelines for low back pain 2016“ [15] erstmals die lumbale Facettendenervation bei Patienten bei positivem MBB empfohlen, die Empfehlung findet sich auch mit 100 % Zustimmung für bestimmte Patientengruppen in den AWMF Leitlinien Spezifischer Kreuzschmerz in Deutschland [24]. Zuletzt 2023 wurde in Deutschland durch eine S3 Leitlinie „Radiofrequenz-Denervation der Facettengelenke und des ISG“ [25] die in Teilen wirklich gute Evidenz der Radiofrequenzbehandlung mit hoher Qualität aufgezeigt.

Zervikal wurde ebenfalls erstmals 1980 die Wertigkeit selektiver Blocks erkannt [26] und 1982 von Bogduk [27] die klinische Anatomie beschrieben. In den 90er Jahren

wurden auch *Pain Maps* der betroffenen zervikalen Facettengelenke [28,29] erstellt.

Bahnbrechend für diese Methode war dann die Studie von Lord et al. [30], die die Effektivität der zervikalen Radiofrequenz aufzeigte. Auch konnte die gleiche Autorin die Bedeutung der komparativen Blocks auch an der HWS zeigen [31] und auf den Nutzen der Denervierung bei Dezerelerationsverletzungen der HWS („Schleudertrauma“) darstellen [32].

Epidemiologische Studien zum zervikogenen Nacken- und Kopfschmerz zeigten dann später eine hohe Prävalenz der Facettengelenke als Schmerzgenerator [33].

Bezüglich der thorakalen Facettengelenke sah man zwar eine Prävalenz von 34 % bis 48 % bei chronischem BWS-Schmerz [34], es zeigte sich aber auch eine hohe Variabilität der Verläufe der medialen Äste thorakal und nur wenig gute Artikel zeigen eine Evidenz der RF thorakal.

1.2 Vor und nach einer Intervention

Stephan Klessinger

Es ist notwendig, den geplanten Eingriff spezifisch für jeden einzelnen Patienten zu planen. Das beginnt bei Anamnese und klinischer Untersuchung, wird fortgesetzt mit der Beurteilung der vorhandenen Bildgebung und der Auswahl der zu verwendenden Medikamente bis hin zur Aufklärung des Patienten. Eine sorgfältige Vorbereitung einer Intervention kann helfen, das Komplikationsrisiko zu minimieren und die Ergebnisse zu verbessern.

1.2.1 Planung

Anamnese

Es sollte selbstverständlich sein, dass zu Beginn eine Anamnese erfolgt. Hierbei geht es natürlich um die Beschwerden des Patienten und die Art der Schmerzen. Vielleicht ergeben sich auch schon wichtige Hinweise, ob es sich um neuropathische bzw. radikuläre Beschwerden handelt. Zusätzlich sind Vorerkrankungen zu erfragen. Bezüglich einer Intervention sind neurologische Vorerkrankungen (z. B. eine Polyneuropathie, die für Sensibilitätsstörungen verantwortlich sein kann) wichtig, aber auch Gefäßerkrankungen. So kann ein Beinschmerz auch durch eine periphere arterielle Verschlusskrankheit (pAVK) bedingt sein, welche auch eine typische Differentialdiagnose zur Spinalkanalstenose ist. Da es im Rahmen einer Intervention zu Kreislaufreaktionen kommen kann, sollte auch eine Neigung zu vasovagalen Synkopen aber auch eine Hypertonie im Vor-

feld bekannt sein, da durch die verwendeten Medikamente (z. B. Cortison) auch ein Blutdruck- und Pulsanstieg möglich ist. Die Leberfunktion zu kennen kann wichtig sein für den Abbau der verwendeten Medikamente. Zudem sollte eine aktuelle Infektion erfragt werden. Ein Diabetes ist relevant, wenn bei der Intervention Cortison verwendet werden soll, da es trotz lokaler Anwendung in der Regel zu einem teils erheblichen Blutzuckeranstieg kommen kann. Es kann sinnvoll sein, mit dem Hausarzt Kontakt aufzunehmen.

Allergien bzw. Unverträglichkeiten auf die verwendeten Medikamente (Lokalanästhetika, Kontrastmittel, Cortison) müssen im Vorfeld bekannt sein. Ein anaphylaktischer Schock in der Vorgeschichte aber auch jegliche Probleme bei vorherigen Injektionen sind zu erfragen.

Die aktuelle Medikation ist relevant in Bezug auf blutverdünnende Medikamente bzw. Thrombozytenaggregationshemmer. Wichtig ist aber auch die Einnahme von Antibiotika, da während einer Infektsituation eine Intervention eher nicht indiziert ist.

Eine Schwangerschaft muss vor einer röntgengeführten Intervention ausgeschlossen sein. Es muss aktiv danach gefragt werden.

Bildgebung

Derjenige, der die Intervention durchführen wird, muss sich zuvor mit der Bildgebung vertraut machen. Allein schon die häufigen lumbosakralen Übergangsanomalien mit Lumbalisation des ersten Kreuzbeinwirbels bzw. Sakralisation des letzten Lendenwirbels machen eine sorgfältige Planung notwendig, um z. B. im Falle einer periradikulären Therapie auch die richtige Nervenwurzel zu behandeln. Zudem müssen auch bei der Kommunikation und Dokumentation die Zählweise und die Anzahl der Wirbel beachtet werden und eine Übergangsanomalie erwähnt sein. Aber auch Normvarianten und Fehlbildungen (Abb. 1.2 und Abb. 1.3) müssen vor einer Intervention bemerkt werden.

Die Abb. 1.4 zeigt einen foraminalen Bandscheibenvorfall, der eine transforaminale Injektion in dieser Etage unmöglich macht. Ein solcher Befund ist natürlich in die Planung der Intervention einzubeziehen. Es könnte z. B. statt des klassischen supraneuralen, subpedikulären Zugangs in der betroffenen Etage eine infraneurale Injektion der kranial benachbarten Etage geplant werden.

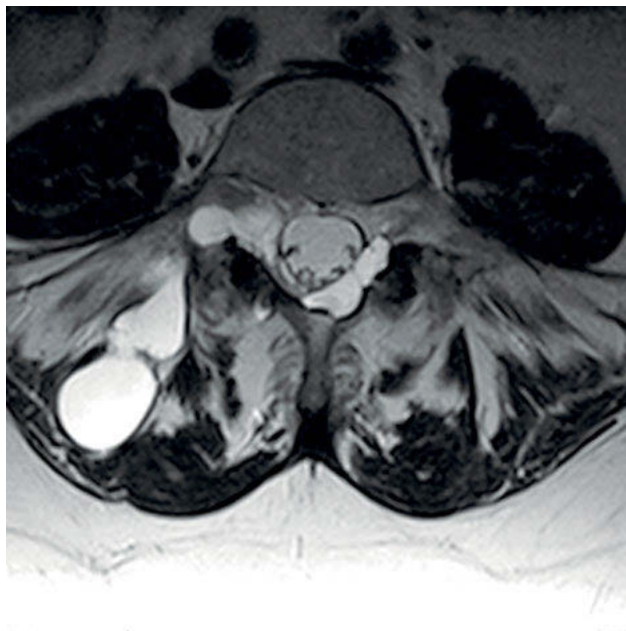


Abb. 1.2: Axiales MRT T2. Intra- und extraspinaler Zysten bei einer 55-jährigen Patientin mit Überweisung zur Radiofrequenz-Denervation.



Abb. 1.3: Sagittales MRT T2: Fehlbildung des Os Sacrum.

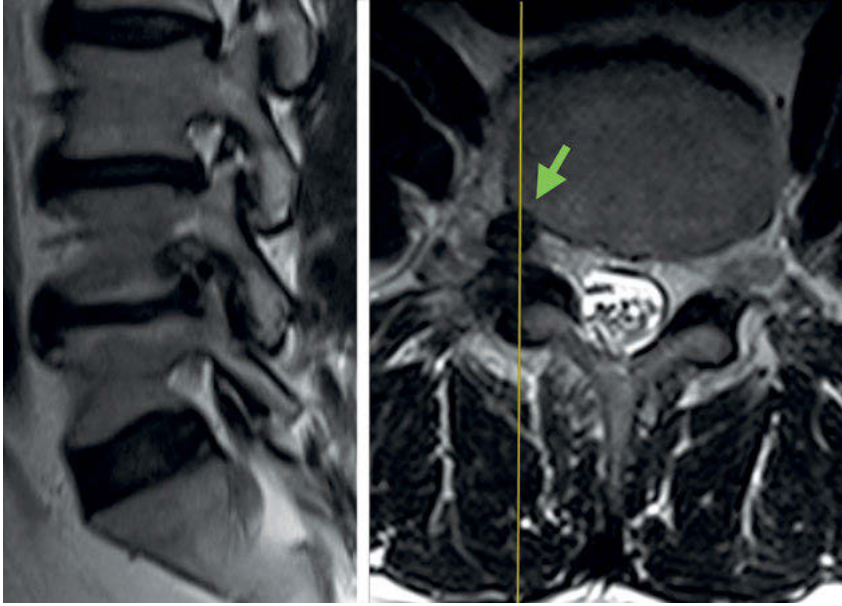


Abb. 1.4: Sagittales und axiales MRT T2. Foraminale Bandscheibenvorfall Lw4/5 rechts.

1.2.2 Medikamentenauswahl

Es kann überlegt werden oder vom Patienten gewünscht sein, dass eine Sedierung verwendet wird. In Frage kommt dies bei sehr ängstlichen Patienten aber auch bei Patienten, die nicht ruhig liegen können (Dystonie), oder bei vasovagalen Synkopen in der Anamnese. Die Guidelines der IPSIS [13] empfehlen dringend, keine tiefe Sedierung oder Narkose zu verwenden. Eine leichte Sedierung bzw. Anxiolyse, bei der der Patient im Gegensatz zur tiefen Sedierung noch auf Ansprache reagiert, ist möglich [35]. Es sollte während der Intervention eine Kommunikation mit dem Patienten möglich sein, so dass Warnsignale, z. B. bei Nervenkontakt oder einer Hitzeeinwirkung auf einen Nerven während der Radiofrequenz-Denervation, vom Patienten mitgeteilt werden können. Auch im Falle der Anwendung einer Testdosis Lokalanästhesie muss eine Rücksprache mit dem Patienten möglich sein.

Bei nahezu allen Interventionen außer der Radiofrequenz-Denervation findet Kontrastmittel Anwendung. Die Gabe von Kontrastmittel ist wichtig, um eine vaskuläre Injektion auszuschließen. Eine venöse Injektion ist meist nicht gefährlich für den Patienten, kann aber zu falsch-negativen Ergebnissen führen. Hingegen kann eine intraarterielle Intervention insbesondere bei der Verwendung kristalloider Kortikoide zu Embolien und damit zu sehr schweren Komplikationen führen (siehe Kap. 3, Abb. 1.5).

Zudem kann durch die Ausbreitung des Kontrastmittels eine intrathekale Injektion oder eine sonstige nicht epidurale Verteilung ausgeschlossen werden. Somit zeigt die Verteilung des Kontrastmittels an, ob das später zu injizie-

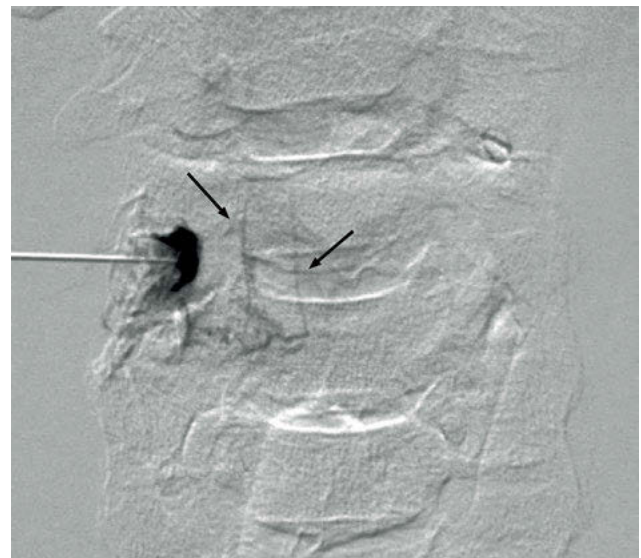


Abb. 1.5: Arterieller Kontrastmittelfluss an der HWS (Pfeile). Die Intervention muss abgebrochen werden! (Quelle: International Pain and Spine Intervention Society).

rende Medikament tatsächlich sein Ziel (z. B. das Spinalganglion) erreichen wird. Damit insbesondere die nur kurzzeitig sichtbare vaskuläre Kontrastmittelaufnahme auch tatsächlich erkennbar ist, muss zwingend das Kontrastmittel „live“ während Durchleuchtung appliziert werden. Eine digitale Subtraktionsangiographie (Abb. 1.5) kann hilfreich sein. Im CT ist eine „live“-Applikation des Kontrastmittels während der Tomographie kaum möglich, zudem kann in einer Schnittbildgebung aus der Ebene herausfließendes Kontrastmittel (z. B. in einer Arterie wie in Abb. 1.5) nicht

erkannt werden, weshalb das Komplikationsrisiko im CT erhöht ist.

Wurde durch das Kontrastmittel gezeigt, dass sich die Nadel in der richtigen Position befindet, können die therapeutisch wirksamen Medikamente injiziert werden. Anhand der chemischen Struktur unterscheidet man Lokalanästhetika vom Ester-Typ und vom Amid-Typ. Allergische Reaktionen treten wesentlich seltener beim Amid-Typ auf, weshalb diese Medikamente bevorzugt verwendet werden. Bei diagnostischen Interventionen (z. B. dem kontrollierten Medial Branch Block, MBB) werden gerne verschieden lang wirksame Lokalanästhetika verwendet. Typischerweise kommt Lidocain mit einer Wirkdauer von 30–60 Minuten und Bupivacain mit einer Wirkdauer von 2–4 Stunden zum Einsatz.

Für eine diagnostische Intervention wird kein Steroid verabreicht, jedoch bei therapeutischen epiduralen Injektionen. Kontraindikationen sind lokale oder systemische bakterielle oder fungale Infektionen, als relative Kontraindikationen zählen Diabetes und Osteoporose. Nicht selten kommt es zu Unverträglichkeiten oder Überreaktionen. Bei transforaminalen Injektionen darf auf Grund des Risikos intraarterieller Injektionen kein kristalloides Cortison verabreicht werden. Zu beachten ist zudem, dass es keine Zulassung für die epidurale Anwendung von Kortikoiden gibt, es sich also um „off-label-use“ handelt.

Medikamente sollten steril für jeden Patienten individuell aufgezogen werden. Alle Spritzen müssen eindeutig beschriftet sein (Abb. 1.6).

Direkt vor der Intervention sollte der Name des Patienten überprüft werden und auch nochmals die Seite (links oder rechts) und das richtige Segment verifiziert werden. Es muss eine Notfallausrüstung und auch ein Notfallplan vorhanden sein. Entsprechende Maßnahmen sollten im Team geübt werden.

1.2.3 Aufklärung

Vor der Intervention ist der Patient über die Indikation zur Intervention aufzuklären. Es muss besprochen werden, was genau gemacht wird und warum die geplante Intervention eine sinnvolle Therapieoption ist. Auch alternative Therapien sind anzusprechen. Erfolgsaussichten und natürlich auch die Risiken und Komplikationen sind zu klären. Mögliche Komplikationen, die für alle Interventionen gelten und über die aufgeklärt werden muss, sind:

- Verschlechterung der Schmerzen, neue Schmerzen
- Infektion
- Blutung, Nachblutung
- Hautveränderungen an der Einstichstelle
- Vasovagale Synkope, Kreislaufreaktion
- Allergien, Medikamentenunverträglichkeiten, Cortison-Reaktion
- Nervenverletzung
- Durapunktion, Liquorverlust
- Kopfschmerzen
- Lähmungen, Querschnittslähmung
- Tod

die Aufklärung ist schriftlich zu dokumentieren.

1.2.4 Überwachung und Dokumentation

Nach der Intervention ist der Patient zu überwachen. Es kann sinnvoll sein, dem Patienten schriftlich Verhaltensmaßnahmen mitzugeben. Sowohl die Intervention ist im Sinne eines Operationsberichtes zu dokumentieren, aber auch die Ergebnisse der klinischen Untersuchung des Patienten (Schmerzverlauf, Provokationsmanöver, keine Komplikationen). Zeigen sich im weiteren Verlauf Beson-

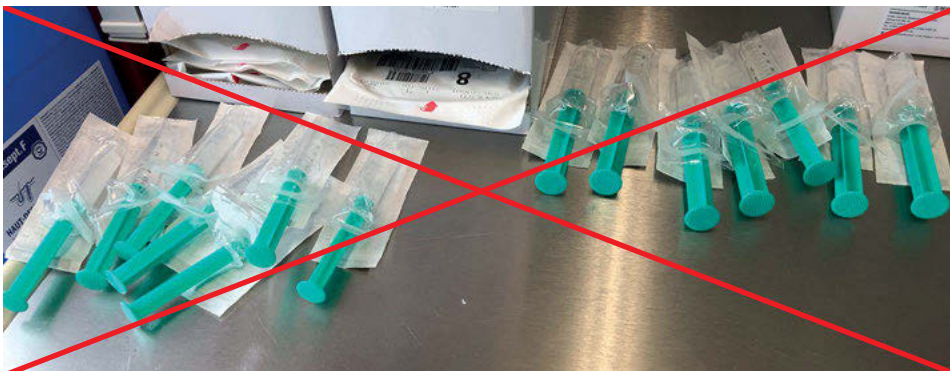


Abb. 1.6: So darf es nicht aussehen: Spritzen müssen eindeutig beschriftet sein und sollten individuell für den Patienten aufgezogen werden.

derheiten (vermehrte Schmerzen, Sensibilitätsstörungen, Fieber, Infektionszeichen, Paresen) muss ohne Verzögerung reagiert werden.

- Es ist wichtig, den Patienten mit allen seinen Befunden gut zu kennen.
- Die Anatomie des spezifischen Patienten sollte klar sein.
- Der Kontrastmittelfluss muss richtig interpretiert werden.
- Strategien zur Risikovermeidung müssen vorhanden sein.
- Die Hemmschwelle eine Intervention abbrechen sollte niedrig sein.
- Man sollte vorbereitet sein Komplikationen zu behandeln.
- Keine Hektik.

1.3 Der Weg zur Indikation (körperliche Untersuchung)

Markus Schneider

Warum findet sich ein Kapitel über manuelle Untersuchungstechniken in einem Atlas für Interventionen? Die Autoren gehen davon aus, dass diejenigen, die sich intensiv mit Interventionen in der Schmerztherapie beschäftigen, keine Propädeutik der klinischen Untersuchung benötigen. Dennoch ist das Bessere ja der Feind des Guten (Voltaire), und so soll im vorliegenden Kapitel versucht werden, die klinische Untersuchung unter Berücksichtigung von evidenzbasierten Veröffentlichungen noch zu verbessern.

Die bildgebende Diagnostik wird in diesem Buch nicht behandelt, hier verweisen wir auf die einschlägige Literatur. Dennoch soll darauf hingewiesen werden, dass keine Injektion ohne Vorliegen eines Kernspintomogramms oder in entsprechenden Fällen auch eines Computertomogramms durchgeführt werden soll.

Ziel sowohl der diagnostischen Injektionen als auch der körperlichen Untersuchung sollte sein, den Nozigenenerator zu identifizieren, um dann den spezifischen Rücken- oder Rücken-Beinschmerz mit gezielten Injektionen zu behandeln. Selbstredend stehen am Anfang der Behandlung eines Patienten, und damit vor der Bildgebung, immer Anamnese, Schmerzdiagnostik mit Fragen zur Frequenz und Qualität des Schmerzes sowie eine standardisierte Untersuchung. Hierzu gehört die Inspektion, Palpation, ggf. Prüfung von Sensibilität, Motorik und der Reflexe und spezifische Tests. Grundsätzlich sollte es Ziel der Untersuchung sein, ein axiales Krankheitsbild von einem radikulären zu unterscheiden. Axialer Schmerz rührt häufig von den Facettengelenken her, die jedoch auch Ausstrahlungen in die Peripherie zeigen können ohne Dermatombezug (siehe auch Abb. 7.1).

Bei den radikulären Krankheitsbildern muss unterschieden werden zwischen einem radikulären Schmerz, der als Plussympptomatik imponiert (Schmerz) und der Radikulopathie, die alleine oder zusätzlich mit einer Minussympptomatik (Sensibilität, Motorik, Reflexstärke) einhergeht.

1.3.1 Zur Wertigkeit von Dermatombarten

Im Allgemeinen wird im Studium das Wissen über die Dermatome anhand von Karten vermittelt, die sich im Verlauf der letzten Jahre nicht verändert haben. In seiner lesenswerten Publikation hat Downs [36] darauf hingewiesen, dass ausgehend von Sir Henry Head 1900 [37], der die Head'schen Zonen etablierte, den Karten des unbekanntenen deutschen Neurologen Ottfried Förster 1933 und zuletzt 1948 von Keegan und Garnett sich bis heute fast niemand mehr mit der Genauigkeit von Dermatombarten beschäftigt hat.

Umso mehr verwundert es, dass die Arbeit von Lee et al. aus dem Jahr 2008 [38] keine größere Verbreitung findet. Abb. 1.7 zeigt die Gegenüberstellung am Beispiel der unteren Extremität der allgemeinen anerkannten Dermatombarten, wie sie in den üblichen Anatomieatlanten und neurologischen Büchern zu finden ist mit den evidenzbasierten Karten von Lee.

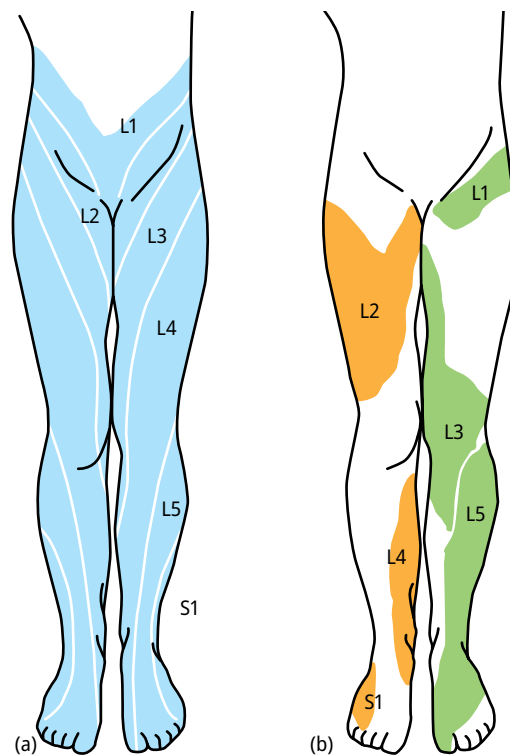


Abb. 1.7: (a): Allgemein veröffentlichte Dermatombarte. (b): Evidente Dermatombarte, adaptiert nach Lee et al. [38].

1.3.2 Befundung an der HWS

Zervikal axial (Facettengelenke)

Es existieren keine evidenten klinischen Untersuchungen bezüglich der zervikalen Facettengelenke. Richtungsweisend kann ein lokaler Druckschmerz sein oder ein lokaler Schmerz beim Spurlingtest (s. u.). Eher richtungsweisend kann die pseudoradikuläre Ausstrahlung entsprechend der Pain Map (siehe Abb. 7.1) sein.

Zervikal radikulär

Hier wird man sich sicher zunächst an der Minussymptomatik bezüglich der Dermatome und Myotome orientieren. Zusätzlich kann der Reflexstatus helfen. Im Gegensatz zu den lumbalen Wurzeldehnungstests (z. B. Lasègue-Test) ist jedoch zervikal ein Wurzeldehnungszeichen weitgehend unbekannt.

Hier haben sich Rubinstein et al. [39] 2007 sowohl mit Nervendehnungstests (ULTT = Upper Limb Tension Test) als auch mit Provokationstests (Spurlingtest) zur Verbesserung der Genauigkeit in einem Review beschäftigt. Der ULTT war bereits als „Elvey's Test“ 1986 [40] beschrieben worden, erst Butler [41] hat ihn 1991 systematisch in mehreren Stufen beschrieben.

Das Prinzip ist das Erreichen einer maximalen Tension vom Foramen über den Plexus bis in die distalen zervikalen Nervenanteile durch:

1. Kontralaterale Lateralflexion der HWS.
2. Abduktion in der ipsilateralen Schulter von ca. 100° (Abb. 1.8).
3. Schrittweise Außenrotation des Armes im Schultergelenk mit 90° flektiertem Ellenbogen.
4. Dann Extension im Ellenbogen und ggf. noch Hyperextension im Handgelenk (Endstellung, Abb. 1.9).

Der Test ist positiv bei typischer Ausstrahlung ins Dermatome und Besserung bei ipsilateraler Lateralflexion der HWS (Entlastung im Plexus und proximalen Nervenanteilen). Dieser Test hat eine hohe Sensitivität von 97 % bei jedoch nur 22 % Spezifität und wird auch „Lasègue der HWS“ genannt.

Eine bessere Spezifität mit 94 % und eine Sensitivität von 95 % geben Shabat et al. [42] in ihrer Veröffentlichung für den Spurlingtest an, in der sie 275 Patienten mit der Methode untersuchten und dann mit MRT oder CT-Befunden korrelierten.



Abb. 1.8: ULTT-Ausgangsstellung.



Abb. 1.9: ULTT-Endstellung.

Hierbei wird eine manuelle Kompression des Foramens durch

1. ipsilaterale Flexion
2. ipsilaterale Rotation
3. Reklination
4. und dann axiale Kompression der HWS erreicht, wie in den Bildern der Abb. 1.10 gezeigt.

Positiv ist der Test bei Ausstrahlung und ggf. Parästhesien im Dermatome. Bei erheblicher Nervenkompression muss man entsprechende Vorsicht walten lassen, da bereits geringe Rotation oder Lateralflexion ohne axialen Druck zu erheblichen Wurzelirritationen führen können.



Abb. 1.10: Spurlingtest. (a): Ipsilaterale Flexion, Rotation und Reklination. (b): Axiale Kompression.

1.3.3 Befundung an der LWS und am Iliosakralgelenk

Lumbal axial

Lässt man den diskalen Schmerz unberücksichtigt, kommen bei axialem Schmerz an der LWS am ehesten die Facettengelenke als Nozigenatoren mit einer hohen Inzidenz von 10–41 % [43] in Frage. Während Helbig und Lee 1988 [44] eine Konkordanz zwischen einer Reklinations-/Rotationsbewegung als klinisches Zeichen eines Facettensyndroms (durch Injektion verifiziert) bei 22 Patienten sahen, konnte dies in späteren Studien, speziell durch Schwarzer et al. [45] 1994 nicht bestätigt werden. Allgemein geht man davon aus, dass es keine valide klinische Untersuchung zur Diagnose lumbaler Facettengelenksschmerzen gibt. Auch

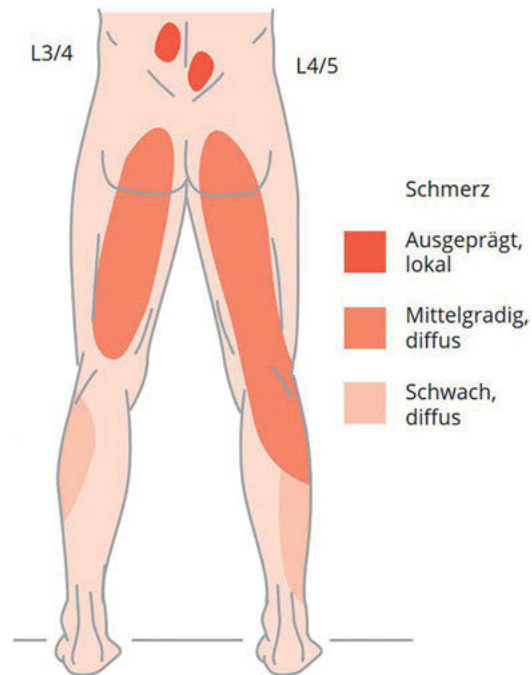


Abb. 1.11: Pain Map lumbale Facettengelenke.

die Pain Maps der lumbalen Facetten zeigen keine so klare Verteilung wie bei den zervikalen Facetten (Abb. 1.11).

Lumbal radikulär

Analog zur HWS soll hier nicht im Einzelnen auf die Sensibilitätsprüfung der Dermatome und Kraftuntersuchung der Kennmuskeln eingegangen werden. Im Gegensatz zur HWS ist der Lasègue-Test, der erstmals von dem Namensgeber Charles Ernest Lasègue (1816–1883) 1864 mündlich beschrieben und 1881 durch eine Veröffentlichung von Forst [46] allgemeiner bekannt wurde, schon lange als Nervendehnungstest bekannt. Während ihm in den ersten Arbeiten in den 1970er und 80er Jahren eine hohe Sensitivität von bis zu 96 % zugesprochen wurde, zeigten neuere Arbeiten inclusive einer Cochrane-Studie aus 2010 [47] insbesondere eine schlechte Spezifität.

Majlesi et al. [48] verglichen 2008 die Testqualitäten des Lasègue mit denen des Slump-Tests und empfahlen eine Kombination aus beiden Tests (siehe Tab. 1.1), um sowohl eine hohe Spezifität wie eine hohe Sensitivität zu erreichen.

Beim Slump-Test, der bereits grundlegend von Imman und Saunders 1942 [49] beschrieben und von Butler [50] dann verfeinert wurde, wird durch eine Rundrückenposition die Dura im Wirbelsäulenbereich vorgedehnt und dann bei flektierter Hüfte das Kniegelenk extendiert und so der N. femoralis gedehnt (Abb. 1.12). Abb. 1.13 zeigt die Abfolge des Slumptests mit Einnehmen der flektierten Haltung im

Sitzen, aktiver Knieextension und passiver Sprunggelenksdorsalflexion. Der Test ist positiv bei radikulärer Ausstrahlung, die sich bei Extension in der HWS verbessert.

Tab. 1.1: Sensitivität und Spezifität vom Lasègue-Test und Slump-Test nach [48].

| | Sensitivität | Spezifität |
|--------------|--------------|------------|
| Lasègue-Test | 0,52 | 0,89 |
| Slump-Test | 0,84 | 0,83 |

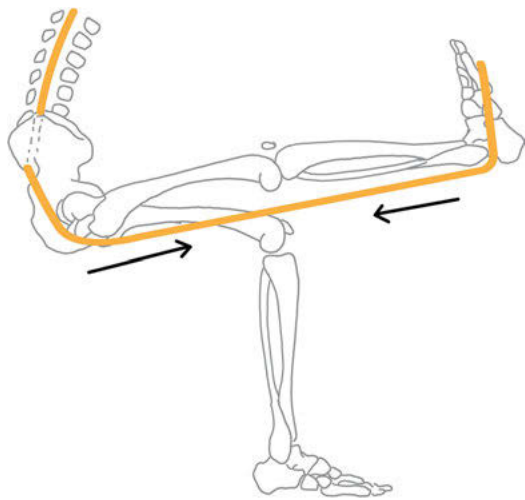


Abb. 1.12: Schematische Darstellung der Dehnung beim Slump-Test (Quelle: adaptiert nach [52]).

Das Iliosakralgelenk

Lange Zeit standen bis in die 2000er Jahre Funktionstests wie der Spine-Test, das Vorlaufphänomen und die variable Beinlängendifferenz besonders in der manualmedizinischen Ausbildung im Vordergrund [51]. Über die Mobilität des ISGs wurde jahrzehntelang gestritten, bis durch stereoradiographische Untersuchungen 2014 eine minimale Mobilität von nur 0,5° im Einbeinstand gezeigt wurde [52]. Hierzu wurden in Lokalanästhesie bei symptomatischen Patienten kleine Metallkügelchen in Sakrum und Ilium geschossen und dann die Beweglichkeit im Einbeinstand gemessen.

Schon früher versuchte man eine bessere Validität der klinischen ISG-Tests durch Provokationstests zu erreichen, wobei jedoch einzelne Tests nie eine genügende Spezifität und Sensibilität aufwiesen. Daher empfahlen sowohl Szadek et al. [53] als auch Laslett [54] in einer Übersichtsarbeit die Kombination von Tests (Distractionstest, Kompressionstest, Oberschenkelvorschubtest, Gaenslen-Test und Sakrumdrucktest (Sacral thrust), wovon der Thigh thrust Test (Oberschenkelvorschubtest, auch P4-Test also **posterior pelvic pain provocation test**) und der Kompressionstest als obligatorisch positiv betrachtet wurden, da beide kombiniert die höchste Spezifität und Sensitivität zeigen (siehe Tab. 1.2 und Abb. 1.14).

Durch weitere Veröffentlichungen von Schneider 2020 [56] und Saueressig 2021 [57] wurde diese Auswahl der Testes wieder relativiert und so muss unter Berücksichtigung der neuesten Literatur konstatiert werden, dass keine Evidenzen für einzelne oder kombinierte Tests zur klinischen Untersuchung einer SIG-Dysfunktion vorliegen. Dies wurde auch in der S3-Leitlinie zur Radiofrequenz-Denervationen der Facettengelenke und des ISG 2023 [25] so konstatiert.



Abb. 1.13: Abfolge des Slump-Tests. (a): Ausgangsposition. (b): Hüftflexion mit Kniegelenksexension. (c): Zusätzliche Dorsalflexion im Sprunggelenk. (d): Extension der HWS (positiv bei Verbesserung der Ischialgie).