

J. Jerosch¹

Das Facettensyndrom

Grundlagen, OP-Technik und Ergebnisse der perkutanen Facettenkoagulation

The facet-syndrome

Basics, surgical technique and results of the percutaneous coagulation

Zusammenfassung: In der vorliegenden Arbeit werden zunächst die diagnostischen Schwierigkeiten beim sogenannten Facettensyndrom dargestellt. Es wird auf die Möglichkeiten der Facetteninfiltration im Rahmen der diagnostischen Evaluation eingegangen. Die Optionen der perkutanen minimalinvasiven Therapie werden dargestellt und die realistischen Therapieergebnisse erläutert.

Schlüsselwörter: Facettengelenk, Diagnostik, minimalinvasive Therapie

Zitierweise

Jerosch J: Das Facettensyndrom.
OUP 2014; 2: 064–072. DOI 10.3238/oup.2014.0064–0072

Summary: The present publication presents the diagnostic difficulties of the facet-syndrome. The possibilities of the facet infiltration within the diagnostic process are described. We also demonstrate the technique of the minimal invasive percutaneous techniques as well as the realistic results.

Keywords: facet joint, diagnostic, minimal invasive treatment

Citation

Jerosch J: The facet-syndrome.
OUP 2014; 2: 064–072. DOI 10.3238/oup.2014.0064–0072

Diagnose des Facettensyndroms

Bei der Diagnose „Facettensyndrom“ handelt es nur um die Feststellung der im Vordergrund des Krankheitsgeschehens stehenden Symptome, die durch Störungen im Bereich der Facettengelenke verursacht werden. Das zeigt, dass keine zuverlässigen klinischen Zeichen für die Diagnose des Facettensyndroms existieren [1–6].

Um die Diagnose des Facettensyndroms stellen zu können, müssen i.A. eine Reihe von Kriterien erfüllt sein. Hierzu gehören übertragene Schmerzen (pseudoradikuläre Schmerzen, referred pain), die von verschiedenen Autoren wie folgt beschrieben werden:

Nach Bernard und Kirkaldy-Willis [7] sind übertragene Schmerzen dumpf, bohrend, diffus, schlecht beschreibbar und schlecht lokalisierbar. Schulitz und Lenz [8] beschreiben den Schmerz als stechend, brennend, bohrend, in der Tiefe gelegen, mit schlechterer Lokalisierbarkeit als bei radikulären Beschwer-

den, zunehmend im Laufe des Tages, im Liegen in der Regel vollständig nachlassend. Lippitt [9] unterscheidet Symptome (Hüft- und Gesäßschmerzen, krampfartige Beinschmerzen, Steifheit der lumbalen Rückenpartie, besonders morgens oder bei Inaktivität, Fehlen von Parästhesien) und Befunde (lokaler, paralumbaler Druckschmerz, Tenderness, Schmerzen bei Wirbelsäulenüberstreckung, Hüft-, Gesäß- oder Rückenschmerzen bei Anheben des gestreckten Beins, Fehlen neurologischer Defizite, Fehlen radikulärer Zeichen, Sitzen wird kaum toleriert).

Die Schmerzausstrahlung verläuft posterolateral in den Oberschenkel oder bis zur Wade, selten bis zum Fuß [7, 10] und soll Sklerotomen oder Myotomen (schlecht lokalisierbar) folgen. Andere Autoren halten nur eine Schmerzausstrahlung bis zum Knie für typisch [8, 11, 12]. Da Schmerz und Schmerzempfindung ein großenteils erlernter Prozess ist [10], sind bei gleichartiger Affektion der Facettengelenke interindividuell erhebliche Unterschiede zu erwarten [13].

Weitere Einflüsse auf Schmerzempfindungen sind durch die Intensität des Stimulus gegeben, außerdem ist zu beachten, dass eine anatomische Struktur, welche bei Provokation eine bestimmte Schmerzlokalisierung bietet, nicht notwendigerweise die einzige oder tatsächlich übliche Schmerzquelle sein muss [14].

Das Auftreten radikulärer Zeichen im Rahmen eines Facettensyndroms wird in der Literatur kontrovers gesehen. Sensible Störungen (radikuläres Zeichen) sollten bei Vorliegen eines Facettensyndroms selten erwartet werden [7], von anderen Autoren wurden sie nicht gefunden [8]. Motorische Schwäche (radikuläres Zeichen) wird häufiger festgestellt, doch muss kritisch geprüft werden, ob sie nicht eher als subjektive Schwäche wegen Schonhaltung zu interpretieren ist; objektiv sind Schwäche oder Atrophie selten [7]. Unilaterale Parästhesien sind häufig mit pseudoradikulären Symptomen assoziiert [12]. Bei hypertropher Facettenarthrose kann der Übergang vom reinen Facettensyndrom

¹ Johanna-Etienne-Krankenhaus, Neuss

zur lateralen Wirbelkanalstenose mit entsprechender Nervenkompression jedoch fließend sein. Schmerzsteigerung durch Husten, Niesen oder Pressen (radikuläres Zeichen) wird von Ray [10] im akuten Stadium gelegentlich beobachtet. Ein Reflexdefizit (radikuläres Zeichen) wird selten [7, 15], von anderen Autoren nicht gefunden [8].

Anamnese und klinische Untersuchung

Mit der Anamnese müssen vorausgegangene Rückenerkrankungen, hereditäre oder erworbene Wirbelsäulenerkrankungen und Auslösefaktoren (Verheben, langes Bücken etc.) erfasst werden. Besonders wichtig ist die Abklärung sozialer Konfliktsituationen (Arbeitsplatzsituation, Rentenansprüche o.Ä.). Da nach wie vor die Diagnose auf der Schmerzangabe des Patienten beruht und psychosomatische Bilder die Diagnose erheblich beeinflussen können, muss in der Anamnese bereits nach Hinweisen für eine mögliche psychogene Beteiligung gefahndet werden. Die psychosomatischen Aspekte haben gerade in den letzten Jahren an Bedeutung gewonnen. Wie bereits dargestellt, gibt es keine strenge diagnostische Möglichkeit, um das Facettensyndrom zu identifizieren [2, 6]. Zwar wird die Schmerzausstrahlung gelegentlich als Leitsymptom angesehen [8], aber dabei muss berücksichtigt werden, dass verschiedene ganz unterschiedliche Läsionen häufig gleiche Symptome haben [8, 14, 15].

Somit kommt der klinischen Untersuchung die bedeutende Funktion zu, sog. untypische Störungen („inappropriate signs“) und damit das Vorliegen psychosomatischer Krankheitsbeteiligung aufzudecken.

Bildgebende Verfahren

Röntgen: Die Röntgenaufnahme ist und bleibt das erste Glied in der diagnostischen Kette der bildgebenden Verfahren, obwohl es nicht spezifisch ist. Verschiedene ernsthafte Veränderungen lassen sich jedoch hierdurch schon erkennen (s. Abb. 1). An der degenerativen Wirbelsäule findet sich zwar eine Vielzahl von radiologischen Befunden; der Aussagewert bei der de-

generativen Wirbelsäule ist bekanntermaßen jedoch nur sehr eingeschränkt.

Computertomografie: Die Computertomografie hat ihren Wert in der Feststellung anatomischer Veränderungen im Bereich des Bewegungssegments, wie z.B. Bandscheibenvorfall, Spinalstenose, Facettenasymmetrie und Facettenarthrose (s. Abb. 2).

Kernspintomografie: Durch den adjuvanten Einsatz von Kontrastmittel (Gadolinium-DPTA) kann man zusätzliche Aussagen über entzündliche Veränderungen der kleinen Wirbelgelenke und deren angrenzende Strukturen erwarten. Hierdurch hat die Kernspintomografie einen besonderen Stellenwert in der Differenzialdiagnose unspezifischer Rückenschmerzen einnehmen können.

Facetteninfiltration unter BW-Kontrolle: Unter Bildwandlerkontrolle wird eine 22-G-Spinalnadel langsam bis zum unteren Rand eines Wirbelgelenks und dann durch die Gelenkkapsel vorgeschoben (Abb. 3). Falls beim Durchstechen der Gelenkkapsel Schmerzen auftreten, so sollten der Schmerzcharakter und die Schmerzausstrahlung dokumentiert werden. Anschließend werden je nach Autor zwischen 1,0 und 5,0 ml (!) einer 1 %igen Lösung eines Lokalanästhetikums in den unteren Gelenkrecessus gespritzt. Die Menge des injizierten Lokalanästhetikums hat einen entscheidenden Einfluss auf die Selektivität der Methode. Bei Injektionsvolumina von 5 ml kann von einer selektiven Facetteninfiltration keine Rede mehr sein. Eine Kontrastmittelinjektion (Abb. 4)

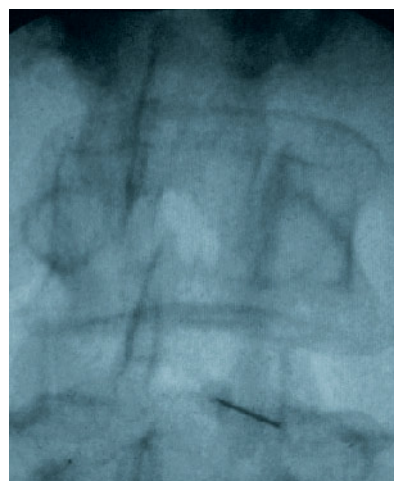


Abbildung 3 Infiltration BW-Kontrolle.



Abbildung 1 Deutliche Facettenarthrose im Röntgenbild.

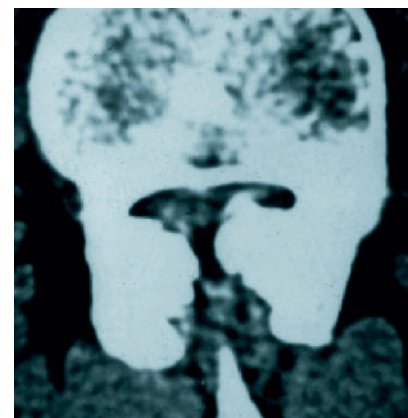


Abbildung 2 Deutliche Facettenarthrose mit sekundärer Wirbelkanalstenose.

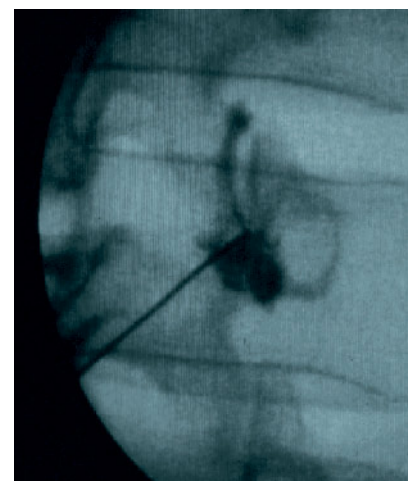


Abbildung 4 Facettenarthrogramm.

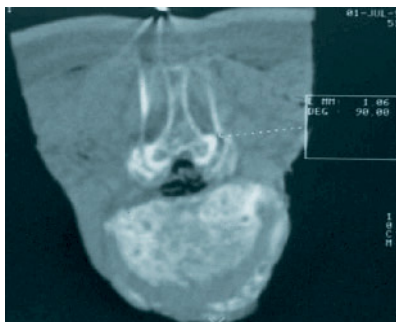


Abbildung 5 Facetteninfiltration unter CT-Kontrolle.

wird von manchen Autoren vor Gabe des Lokalanästhetikums zur Verifizierung einer intraartikulären Nadelposition injiziert, gehört jedoch nicht zum Routineprogramm.

Facetteninfiltration unter CT-Kontrolle: Bereits bei nicht degenerativ verändertem Facettengelenk ist die sichere selektive Punktion des Gelenkspalts nur unter Zuhilfenahme von bildgebenden Verfahren möglich. Bei arthrotischen Veränderungen ist diese selektive Punktion oftmals um ein Vielfaches schwieriger. Neben der Durchleuchtungs- oder Ultraschallkontrolle wurde auch die CT-gesteuerte Facetteninfiltration angegeben. Hierbei wird in Bauchlage des Patienten computertomografisch das Facettengelenk dargestellt. Nach Abmessen der Einstichtiefe und des Einstichwinkels wird eine 22-G-Nadel bis an das Gelenk eingebracht (Abb. 5).

In den letzten Jahren hat sich diese Technik in einigen radiologischen minimalinvasiven Zentren durchgesetzt. Von orthopädischer Seite wird diese Technik jedoch zurückhaltend bewertet und eine Indikation nur bei schwierigen anatomischen Verhältnissen gesehen.

Facetteninfiltration unter MRI-Kontrolle: Mit modernen Kernspintomografen und Spezialnadeln ist die Infiltration der Facettengelenke mittlerweile auch unter MRI-Kontrolle möglich [16, 17]. Der erhebliche finanzielle und apparative Aufbau erlaubt eine Umsetzung dieser Technik im klinischen Alltag jedoch nicht.

Facetteninfiltration unter Sonografie-Kontrolle: Verschiedentlich wurde die ultraschallgestützte Facetteninfiltration auch schon praktiziert. Im

klinischen Alltag hat sich diese Technik jedoch nur wenig etabliert.

Zuverlässigkeit der Diagnose „Facettensyndrom“ nach erfolgreicher Facetteninjektion: Die Einführung der Facetteninjektion als entscheidendes Diagnosekriterium des Facettensyndroms vor Durchführung einer Denervation geht auf Lora und Long [18] zurück; eine Anwendung der Facetteninjektion als gleichzeitige diagnostische und therapeutische Methode wurde erstmals von Mooney und Robertson [15] beschrieben. Eine Facetteninfiltration mit nachfolgender zumindest kurzzeitiger Schmerzfremheit stellt jedoch aufgrund bisheriger Erfahrungen auch kein absolut sicheres Kriterium für die Genauigkeit der Diagnose „Facettensyndrom“ bzw. für eine gute Prognose für die Facettenkoagulation dar.

Alle Untersuchungen weisen Fälle erfolgloser Facettendenervation trotz positiven Nervenblocks auf. Die Prozentangaben einer initialen Schmerzerleichterung nach Facettenkoagulation bei Patienten, die nach Facetteninjektion zumindest zeitweise schmerzfrei waren, liegen zwischen 50–80 %. Ein großer Anteil der Patienten mit vermuteten pseudoradikulären Schmerzen erfährt also trotz erfolgreicher Facetteninjektion keine Schmerzreduktion. Dieses bedeutet, dass weiterhin Unsicherheiten aufseiten des Untersuchers bestehen, welche Patienten der Thermokoagulation zugeführt werden sollen.

Es ist daher nicht verwunderlich, dass über den Wert der Facetteninfiltration als geeignetem diagnostischen Kriterium nach wie vor diskutiert wird. In der Literatur sind sich teilweise widersprechende Beobachtungen veröffentlicht. Die Untersuchungen von Lora und Long [18] besitzen den Charakter einer prospektiven Studie hinsichtlich des Placeboeffekts der Facetteninjektion. Sie finden keinen signifikanten Placeboeffekt mit physiologischer Kochsalzlösung, keine der Injektionen mit physiologischer Kochsalzlösung führte zu länger anhaltender Schmerzfremheit. Alle 149 Patienten, die eine Facetteninjektion mit einem Lokalanästhetikum erhielten, hatten erneut auftretende Schmerzen innerhalb von 2 Monaten, in einem Fall erst nach 5 Monaten. Dieser Bericht deckt sich mit den eigenen Erfahrungen, dass eine eher kurzzeitige Schmerzlinderung zu erwarten ist [19].

Lynch und Taylor [11] untersuchten in einer prospektiven Studie an 50 Patienten mit lumbalen Rückenschmerzen von mehr als 6 Monaten Dauer die intraartikuläre Installation von 60 mg Methylprednisolon (keine Angabe des Injektionsvolumens) nach vorheriger Arthrografie mit 0,5 ml Kontrastmittel und verglichen die Resultate mit einer Serie von periartikulären Kortisoninjektionen. Die Schmerzlinderung war bei ihren Patienten nach intraartikulärer Injektion signifikant besser als nach periartikulärer Injektion. Bezüglich des Injektionsvolumens ist anzunehmen, dass die Autoren ein geringes Volumen intraartikulär appliziert hatten und dadurch eine Ruptur der Gelenkkapsel mit konsekutiver periartikulärer Flüssigkeitsausbreitung vermieden haben.

Zweifel am Wert der Facetteninfiltration für diagnostische Zwecke haben andere Untersucher. Lilius et al. [4, 5] sehen in dieser Methode nur eine unspezifische Wirkung, da sie keinen Unterschied zwischen Placeboinjektion mit physiologischer Kochsalzlösung und intraartikulärer oder periartikulärer Injektion mit einer Mischung aus Lokalanästhetikum und Kortison fanden. Dory [20] beobachtete bereits bei einer intraartikulären Applikation von maximal 4 ml Flüssigkeitsvolumen eine Kapselruptur in fast allen Fällen. Lilius et al. [4, 5] injizierten immer 8 ml Volumen sowohl intra- als auch periartikulär und werden sicherlich ebenfalls bei allen intraartikulären eine Kapselruptur bewirkt haben. Dadurch muss eine intraartikuläre Facetteninjektion sekundär zu einer periartikulären Injektion werden. Gerade bei derartig großen Injektionsvolumina sollte davon ausgegangen werden, dass eine periartikuläre Injektion auch den medialen Zweig des Ramus dorsalis beeinflusst und dadurch oder durch Diffusion in die Kapsel die gleiche Wirkung wie eine intraartikuläre Injektion hat.

Erhebliche Zweifel sind berechtigt, ob unter den beschriebenen Versuchsbedingungen ein Unterschied in der Wirkung zwischen intraartikulären Injektionen einerseits und extraartikulären andererseits zu erwarten gewesen wäre. Mit der Beschreibung einer lang anhaltenden Placebowirkung mit physiologischer Kochsalzlösung stehen die Autoren im Widerspruch zu Beobachtungen von Lora und Long [18]. Jackson et al. [21] haben in ihrer prospektiven

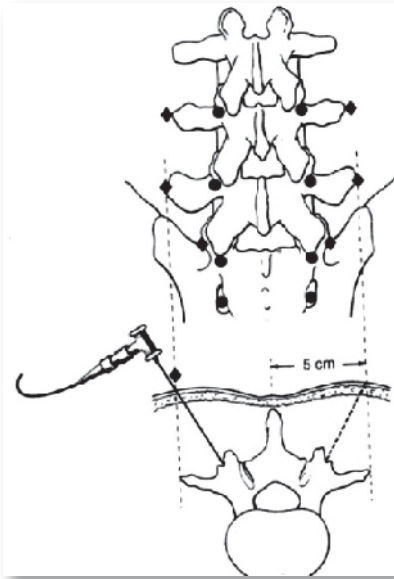


Abbildung 6 Markierung der Einstichstellen und der Gelenklinie bei der Thermo-koagulation des Ramus dorsalis. Die Koagulationssonde ist bei L4/L5 rechts eingeführt.

randomisierten, aber weder kontrollierten noch doppelblinden Studie nach klinischen Kriterien gesucht, mit denen sich Rückenschmerzpatienten mit initialer Schmerzfremheit nach Facetteninjektion entsprechend des Ursprungsorts der Schmerzen unterscheiden lassen. Alle Patienten hatten Rückenschmerzen ohne neurologische Zeichen. Das Injektionsvolumen wurde auf max. 1,9 ml (0,2–0,4 ml Kontrastmittel plus 1,5 ml Lokalanästhetikum) für jedes Facettengelenk begrenzt. Sie studierten vor und nach Facetteninjektion 10 verschiedene Bewegungsabläufe der lumbalen Wirbelsäule. Für diese Bewegungsabläufe war gezeigt worden, dass sie in erster Linie die Facetten (3) oder die Bandscheiben (3) belasten. 4 Bewegungsabläufe waren dazu geeignet, Facetten und Bandscheiben gleichermaßen zu beanspruchen [22].

Einfluss des Injektionsvolumens auf die Zuverlässigkeit der Diagnose „Facettensyndrom“: Die lumbalen Facettengelenke haben ein Volumen von nur 1 ml oder weniger. Raymond und Dumas [2] erzielten bei 25 Patienten in 4 Fällen Schmerzerleichterung. Sie benutzten kleine Injektionsmengen (ca. 1 ml), um das Risiko eines Flüssigkeitsaustritts aus dem Gelenk so gering wie möglich zu halten. Sie zitierten Glover [23], der für das Volumen ei-

nes Facettengelenks 1–2 ml angibt. Bei Verwendung von mehr als 1 ml könne man nicht sicher sein, dass bei Schmerzfremheit ein Facettensyndrom vorliegt.

Dory führte die Arthrografie mit 1–3 ml Kontrastmittellösung durch und instillierte anschließend nach weitestgehender Reaspiration des Kontrastmittels 2–3 ml eines Lokalanästhetikums. Fast immer rupturierte die Gelenkkapsel während der Injektion oder bei anschließender Bewegung, und zwar im lateralen oder medialen Teil des unteren Recessus [20]. Wenn Flüssigkeitsaustritt auf der lateralen Seite erfolgt, diffundiert die Flüssigkeit in das benachbarte weiche Gewebe, wo die Zweige des Ramus posterior verlaufen. Medialer Austritt erfolgt durch das Ligamentum flavum in den Epiduralraum und manchmal in das Foramen intervertebrale.

Maldague et al. führten vor der Anästhetikagabe eine Arthrografie mit 2–4 ml 77 %iger Methylglukamin-Lösung und Kontrastmittel bei 51 Patienten mit chronischen Rückenschmerzen von mehr als 6 Monaten durch [24]. Bei allen Patienten wurde mit einem Injektionsvolumen von mehr als 3–5 ml Diffusion des Kontrastmittels in die periartikulären Weichteile beobachtet. Dieser Flüssigkeitsaustritt erfolgte in verschiedene Richtungen vom unteren Recessus aus, gelegentlich auch vom Oberen. Schulitz und Lenz [1984] sowie Hildebrandt und Weyland [3, 8] empfehlen ebenfalls den Einsatz von höchstens 1 ml Injektionsvolumen pro Gelenk für diagnostische Zwecke und auch Paris [25] bestätigt die Beobachtungen der anderen Autoren. In seinen eigenen Untersuchungen stellte er fest, dass sogar eine geringe Injektionsmenge von nur 0,5 ml zu einem Flüssigkeitsaustritt aus dem unteren Recessus bis in das Foramen intervertebrale führen könne. Über die klinische Relevanz dieser Beobachtung von Paris kann bisher nur spekuliert werden.

Moran et al. [26] haben in einer prospektiven Studie den diagnostischen Wert der Facetteninjektion untersucht. Sie beziehen sich in ihrer Einschätzung des Gelenkvolumens von 1–2 ml ebenfalls auf Glover [23]. Mit einem Injektionsvolumen von 1,0–1,5 ml Bupivacain 0,5 % pro Facettengelenk behandelten sie 54 Patienten mit chronischen Rückenschmerzen und weiteren klinischen Zeichen eines Facettensyndroms. In 9 Fällen (16,7 %) diagnostizierten sie ein Facettensyndrom. Für die Diagnose Facettensyndrom mussten die beiden Kriterien

a) Schmerzprovokation bei Einführen der Nadel in die Kapsel und
b) Schmerzfremheit nach Injektion erfüllt werden.

Moran et al. [26] weisen auf die sehr ähnlichen Resultate (16 %) von Raymond und Dumas [2] hin. Sie führen die mit Facetteninjektion erzielte wesentlich häufigere Diagnose eines Facettensyndroms (60 %) bei anderen Autoren darauf zurück, dass durch Flüssigkeitsaustritt aus dem Gelenk nach Injektion zu großer Volumina andere Schmerz auslösende Strukturen anästhesiert wurden, dass also sehr häufig eine falsch positive Diagnose gestellt wurde.

Einfluss des schmerzfreien Zeitraums nach Facetteninfiltration auf die Prognose der Thermo-koagulation: In eigenen Untersuchungen konnte festgestellt werden, dass 15 Patienten mit einem über 5 Tage anhaltenden schmerzfreien Intervall nach Facetteninfiltration eine signifikant höhere Erfolgsaussicht nach Thermokoagulation hatten. Bei einer über 12 Stunden anhaltenden Schmerzfremheit nach Facetteninfiltration ließ sich kein günstiger Einfluss auf das Ergebnis einer nachfolgenden Thermokoagulation feststellen. Inwiefern diese Beobachtung verallgemeinert werden kann, bleibt weiteren Untersuchungen vorbehalten [27].

Hautmarkierung für die Zielpunkte (Abb. 6): Zunächst werden der Processus spinosus von L2 und S2 ertastet, mit einem sterilen Filzschreiber markiert und durch eine axiale Linie miteinander verbunden. Unter Bildwandlerkontrolle wird unter Zuhilfenahme einer Peonklemme – sie fungiert als Zeiger – der Punkt, an dem sich die laterale Seite des Pediculus mit dem Processus transversus vereinigen, identifiziert und auf der Haut auf beiden Seiten eines jeden zu behandelnden Niveaus markiert. Zusätzliche Markierungen werden in der Inzisur zwischen oberem Gelenkfortsatz von S1 und dem lateralen Kreuzbeinmassiv eingezeichnet. Die transversen Linien, welche die Pedikel-Zielpunkte miteinander verbinden, haben einen Abstand von ca. 3–3,5 cm.

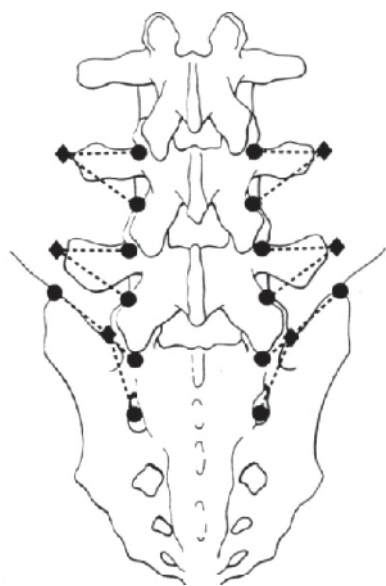


Abbildung 7 Darstellung der Primärziele der perkutanen Thermokoagulation mit Hautpunktionsstellen (Vierecke) und Koagulationsstellen (Kreise) sowie Führungsrichtung der Elektrode (gestrichelte Linien).

Intraoperatives Vorgehen

Elektrodenpositionierung: Sind Zielpunkte in verschiedenen Ebenen zu koagulieren, werden bei beidseitigem Vorgehen erst die Äste nur einer Seite, dann die Äste der anderen Seite behandelt. Wir beginnen i.A. mit dem Koagulationsvorgang an den unteren Niveaus und schreiten in aufsteigender Reihenfolge fort. Bei der Koagulation der sakralen Äste wird zunächst der Gelenkfortsatz L5/S1 in der Inzisur zwischen oberem Gelenkfortsatz S1 und Kreuzbein thermokoaguliert, nachfolgend der aufsteigende Ast S1 an der unteren Zirkumferenz des Gelenks L5/S1, sodann der Ast vom S1-Foramen und der kraniale KDF-Ast (Abb. 7). Erst danach erfolgt Thermokoagulation der Lumbaläste in aufsteigender Reihenfolge.

L5/S1: Aufgrund der besonderen Nervenversorgung dieses Gelenks – zusätzlich zum medialen Zweig ein vom S1-Foramen aufsteigender Ast – werden 3 Koagulationspunkte benötigt:

- a) die Inzisur zwischen Kreuzbeinmassiv und dem oberen Gelenkfortsatz S1,
- b) der untere Rand der Facettengelenkkapsel von L5/S1 und
- c) die obere Kante des Foramen posterior von S1.

Alle Koagulationspunkte können durch die gleiche Punktionsstelle der Haut erreicht werden. Diese liegt direkt über der Inzisur. Das Foramen von S1 liegt in direkter Linie unter sowohl der Inzisur als auch unter den Zielpunkten von L4/L5 und L5/S1. Es liegt auch streckenmäßig genauso weit unter der Inzisur, wie die Inzisur unter dem processus transversus von L5 liegt. Die Ziele an den sakralen Foramina müssen immer unter Einhaltung eines flachen Winkels angegangen werden, sodass die Elektrode nicht tief in das Foramen eindringen kann. Das Stimulationsfeld ist während des Vorschubens laufend einzuschalten.

Iliosakralgelenk (S1): Bei offensichtlicher Schmerzeteiligung aus dem S1-Gebiet werden nach Ray zusätzliche Koagulationsziele erforderlich:

- a) Die obere Verbindung von Sacrum und Ilium. Die beste Darstellung dieses Koagulationspunkts gelingt, wenn der Patient 20° in Richtung zum Operateur gedreht wird.
- b) Die mehr lateral gelegene Seite des Foramen von S1 und entlang des oberen lateralen Bereichs des Foramen von S2. Für den letzten Punkt ist eine erneute Hautpunktion direkt über dem Foramen von S1 notwendig, wobei die Elektrode unter einem kleinen Winkel vorgeschoben werden muss, da die Elektrode sonst in das Foramen von S2 geschoben wird.

Ergebnisse in der Literatur

Anderson et al. [6] behandelten 47 Patienten mit der Radiofrequenztechnik nach Shealy. Alle Patienten hatten statische und kinetische Schmerzen, 90 % hatten Ausstrahlung der Schmerzen bis in die Beine, keiner hatte klinische oder radiologische Anzeichen für einen Bandscheibenvorfall, keiner zeigte Besserung durch konservative Maßnahmen. Alle Patienten waren von der Arbeit zurückgestellt oder bezogen Arbeitsunfähigkeitsrente. Nur 5 Patienten hatten ihre Symptome kürzer als 3 Monate.

Die als prognostisch günstiges Zeichen geltende Provokation der üblichen Schmerzen durch Facetteninjektion der relevanten Gelenke oder/und intraoperative Elektrostimulation vor der Facettenkoagulation gelang bei allen Patienten. Dennoch wurden nach einer durch-

schnittlichen Nachuntersuchungszeit von 8 Monaten nur in 17 % (8 Fälle) gute bis sehr gute Ergebnisse erzielt. Selbst bei den 21 nicht voroperierten Patienten waren nur 2 mindestens gute Behandlungserfolge zu verzeichnen.

Damit stehen ihre Ergebnisse völlig im Gegensatz zu den von anderen Autoren beschriebenen Erfahrungen. Ihre wenig zufriedenstellenden Ergebnisse führen die Autoren auf die mögliche Kapselruptur aufgrund zu großer Injektionsvolumina in die Facettengelenke zurück [6]. Durch Austritt der Injektionslösung aus den Gelenken hätte eine Anästhesie anderer für die Schmerzauslösung relevanter Strukturen eine falsch positive Diagnose ergeben [2].

Andererseits stellt sich dann die Frage, warum die Facetteninjektion mit großen Injektionsvolumina nicht häufiger eine therapeutische Wirkung hatte, wie z.B. von [28] beobachtet. Beachtenswert ist einerseits, dass die Autoren sich nicht zur psychogenen Schmerzeteiligung oder Feststellung untypischer Krankheitszeichen („inappropriate signs“) geäußert haben. Aufgrund der guten sozialen Absicherung werden die Behandlungserfolge bei Patienten mit Versicherungsansprüchen oder Rentenverfahren sehr schlecht ausfallen. Unter Berücksichtigung dieser Gesichtspunkte geht der Interpretationsversuch der Autoren möglicherweise in die falsche Richtung.

Demirel [29] veröffentlichte als erster Operateur in Deutschland seine Erfahrungen mit der Facettenkoagulation an 56 Patienten mit chronischen Rückenschmerzen. Eine Facetteninjektion zur Patientenselektion wurde nicht durchgeführt. 78 % (32 von 41) der nicht Voroperierten und 13 von 15 Patienten mit Postdiskotomie-Syndrom waren initial schmerzfrei, nach 3 Monaten hatten sich 6 Postdiskotomiepatienten wieder verschlechtert, wobei die Rezidive jeweils im ersten Monat aufgetreten waren; 5 Patienten waren nicht nachuntersucht worden.

Fassio et al. [30] erzielten mit der Facettenkoagulation bei 60 % der 30 Patienten eine anhaltende Schmerzreduktion (Nachuntersuchungszeitpunkt ca. 1 Jahr im Mittel). Interessant ist seine Mitteilung über die chirurgische Facettendenervation, die in 15 Fällen einer erfolglosen perkutanen Thermokoagulation durchgeführt wurde und in 90 %

der Fälle (1–4-Jahres Follow-up) mindestens gute Ergebnisse brachte.

Ignelzi und Cummings [31] haben eine bemerkenswerte statistische Studie über subjektive Schmerzempfindung, tägliche Aktivität und Medikamenteneinnahme von 61 Patienten mit chronischen Rückenschmerzen nach Thermokoagulation vorgenommen. Nach einem durchschnittlichen Follow-up von 19 Monaten mit 41 % guten bis sehr guten Behandlungserfolgen stellten sie fest, dass bei Patienten, bei denen das subjektive Schmerzempfinden wieder erheblich zugenommen hatte, Aktivität signifikant höher und Medikamenteneinnahme signifikant niedriger als vor Thermokoagulation geblieben waren. Es konnte also eine zunehmende Diskrepanz zwischen subjektiv empfundenen und objektiv beobachtbarem Behandlungserfolg festgestellt werden.

Katz und Martin [32] berichten über 115 Facettenkoagulationen an 56 voroperierten und 59 nicht voroperierten Patienten einer Vorortpraxis. Eine Facetteninjektion zur Vorselektion wurde nicht durchgeführt. Kein Patient hatte Hinweise auf neurologische Defizite oder einen Bandscheibenvorfall, konservative Behandlungsmaßnahmen hatten längere Zeit keinen Erfolg gebracht. Die Denervation wurde immer beidseits an den 3 unteren Facettengelenken durchgeführt. Eine Nachuntersuchungszeit von mindestens einem Jahr war erforderlich, um in die Studie aufgenommen zu werden. Die Beurteilung des Behandlungserfolges erfolgte nach einem starren und eingeschränkten Schema, wonach 66 % der Patienten gute bis sehr gute Schmerzreduktion erreichten. 75 % der nicht voroperierten Patienten und 58 % der zuvor Laminotomierten profitierten von der Behandlung.

Lora und Long [18] führten die Facettenkoagulation an 82 nicht voroperierten (Kategorie I) und 67 voroperierten (Kategorie II) Patienten aus, wobei auch zervikal und thorakal behandelte Patienten berücksichtigt wurden. Behandlungserfolge mit zumindest 50 %iger Schmerzreduktion werden bei diesen Fällen mit 40 % der Fälle angegeben. Von den 119 im Lumbosakral-Bereich denervierten Patienten – eine Unterscheidung nach voroperiert/nicht voroperiert wird hier nicht mehr vor-

genommen – führte in 46 Fällen (38 %) zu zumindest guten Ergebnissen.

Die Nachuntersuchung der Patienten erfolgte 6–30 Monate nach Facettenkoagulation. Bei 61 % der Patienten aus Kategorie I wurden mindestens 50 % subjektive Schmerzreduktion erzielt, dagegen nur bei 26 % der Patienten aus der Kategorie II. Alle Patienten hatten kurzzeitig von einer Facetteninjektion mit 1,0 ml Lokalanästhetikum profitiert, wobei nur 14 länger als 48 Stunden und ein Patient länger als 2 Monate Schmerzreduktion verspürten. Bemerkenswert ist die hohe Erfolgsquote (17 von 18) bei wiederholter Thermokoagulation.

Mooney [15] berichtet über wenig überzeugende Ergebnisse mit der Facettendeneration an eigenen Patienten, macht aber keine weiteren Angaben. Hildebrandt und Weyland [3] äußerten die Vermutung, Mooney's schlechte Erfahrungen mit der Denervationsmethode hingen mit seinem aus Problemfällen bestehenden Patientengut zusammen.

Überraschend sind allerdings Mooney's gute Ergebnisse mit der Facetteninjektion (68 % Schmerzfreiheit bei 50 Patienten nach mindestens 6 Monaten), die er in der gleichen Veröffentlichung vorstellt. Diese Angaben stehen im Gegensatz zu unseren eigenen Beobachtungen, wonach lang anhaltende Schmerzfreiheit nach Facetteninfiltration mit verbesserter Prognose einer anschließenden Thermokoagulation einhergeht [27]. Auch unser Kollektiv besteht retrospektiv betrachtet aus Problemfällen (therapeutisch angewandte Facetteninfiltration bei allen Patienten erfolglos, dennoch je nach Patienteneigenschaften in bis zu über 40 % deutliche Beschwerdereduktion noch nach 6 Jahren).

Ogsbury et al. [33] berichteten über ihre Erfahrungen mit der Facetteninjektion (Injektionsvolumen 1,5 ml, Xylocain oder eine Mischung aus Marcain und Depomedrol) und der Denervation mit der Radiofrequenztechnik. 44 von 95 Patienten (46 %) hatten nach Injektion Schmerzreduktion, sodass bei diesen Patienten eine Facettenkoagulation durchgeführt werden konnte. Bei 14 Patienten wurde ein mittelfristiger Erfolg (> 6 Monate) erzielt, wobei Ogsbury eine Erfolgsrate von 21 % angibt.

Dieser Zahlenwert wird in der Literatur besonders gern von Kritikern der Me-

thode zitiert. Der Denkansatz zur Berechnung dieses Wertes ist aber unüblich. Betrachtet man die Facetteninjektion als ein Auswahlkriterium für das Facettensyndrom, wie dies auch andere Autoren praktizieren, dann wurde bei 44 Patienten die Diagnose Facettensyndrom gestellt und bei 14 Patienten (32 %) konnte nach 6 Monaten ein Behandlungseffekt beobachtet werden. Von seinen insgesamt 71 Patienten, bei denen eine Thermokoagulation durchgeführt wurde, profitierten nach 6 Monaten 35 %, nach 13 Monaten nur noch 19 %.

Oudenhoven [34] berichtete über 801 Patienten. 603 (Kategorie I) Patienten hatten keine, 198 (Kategorie II) eine oder mehrere vorhergehende Wirbelsäulenoperationen gehabt. Folgende Ergebnisse wurden erzielt:

Kategorie I: Nach 6 Monaten 83 % mindestens gute Resultate, 1–7 Jahre nach Durchführung der Facettenkoagulation 68 % gute bis sehr gute Resultate.

Kategorie II: Nach 6 Monaten 57 % gute bis sehr gute Schmerzreduktion, nach 1–7 Jahren 35 % gute bis sehr gute Schmerzfreiheit.

Schaerer [35] berichtet über 57 Facettenkoagulationen an Patienten mit den Selektionskriterien

- a) vorausgegangene positive Nervenblockade mit Lokalanästhetikum und
- b) Druckschmerz über den Facetten.

Der Nachuntersuchungszeitraum wird mit 4–24 Monaten angegeben. Alle Patienten hatten bis auf eine Ausnahme mehrere Monate an therapieresistenten Schmerzen gelitten. Der Behandlungserfolg wurde über prä- und postoperative Patientenbefragung mit dem gleichen Fragebogen anhand der Punktedifferenz erhoben. Insgesamt wurden 35 % gute und sehr gute Resultate erzielt. Bemerkenswert ist, dass Zeichen einer Nervenwurzelbeteiligung nicht wie sonst üblich als Ausschlusskriterium für eine Facettenkoagulation herangezogen wurden. Von 16 Patienten mit Wurzelbeteiligung wurde bei 3 Patienten ein gutes Ergebnis erzielt, 4 Patienten hatten immer noch geringe Langzeitwirkung.

Eigene Untersuchungen haben ergeben, dass unabhängig von Patienteneigenschaften die Rezidivquote nach 6 Jahren bei ca. 50 % liegt (bezogen auf die initial guten bis sehr guten Behandlungsergebnisse). Geringere Rezidivne-

gung scheinen Patienten mit prognostisch günstigen psychosozialen Voraussetzungen zu haben, höhere Rezidivneigung Patienten mit prognostisch ungünstigen Voraussetzungen [27].

Es liegen verschiedene doppelblinde, randomisierte und kontrollierte Studien vor über die Radiofrequenz-Denervierung an lumbalen Facettengelenken [36, 37].

In der Studie von van Kleef et al. [36] wurden nur solche Patienten aufgenommen, welche bereits mehrere Ärzte aufgesucht hatten und eine ausgiebige Diagnostik durchliefen. Alle Patienten hatten bereits physikalische Therapie, chirotherapeutische Manipulationen, TENS und Analgetika mit unbefriedigendem Ergebnis erhalten. Diese Patienten mussten zusätzlich ein Lebensalter zwischen 20 und 60 Jahren haben, einen chronischen Rückenschmerz über mehr als 12 Monate beklagen, eine mittlere Schmerzstärke von mindestens 4 auf der Visuellen Analogskala (VAS) oder eine Höchstschmerzstärke von mindestens 7 (VAS) aufweisen sowie keine neurologischen Defizite. Patienten mit Wirbelsäulenoperationen und speziellen Ursachen der Rückenschmerzen wie Diskusprolaps, Spondylolisthesis, M. Bechterew, spinale Stenose, Infektionen oder Traumata wurden ausgeschlossen, ebenso Fälle mit Diabetes mellitus und multi-lokulärem Schmerzsyndrom.

Patienten, welche die obigen Kriterien erfüllten, wurden einem diagnostischen Block unterzogen. Dabei wurde 0,75 ml Lidocain 1 % an jedem Zielpunkt (R. medialis des Ramus dorsalis) injiziert. Zum Auswerten eines positiven Ergebnisses wurde die Likert-Skala herangezogen. Patienten, welche eine Schmerzabschwächung von mindestens 50 % hatten, wurden in die Studie aufgenommen. Von 92 Patienten, welche die o.g. Kriterien erfüllten, erfuhren 31 eine Schmerzreduktion über 50 % und wurden in die endgültige Studie übernommen. Dabei wurden 15 Patienten randomisiert der Läsions-Gruppe und 16 Patienten der Placebo-Gruppe zugeteilt.

Die Läsions-Gruppe erhielt eine Radiofrequenztherapie des Ramus medialis mit 80 °C Temperatur über eine Dauer von 60 Sekunden. Bei der Placebo-Gruppe wurde die gleiche Prozedur ohne Stromanwendung durchgeführt. Das Kriterium der Doppelblindheit wurde erreicht, indem der Operateur nach Set-

zen der Elektrode und der Lokalanästhesie den Raum verließ. Die übliche Diagnostik betreffend Sensorik, Motorik und die eigentliche Läsion wurden durch einen unabhängigen Untersucher durchgeführt. Die Patienten waren über das eigentliche Verfahren nicht informiert. Die Evaluation fand mittels VAS täglich statt, der Behandlungserfolg wurde vom Patienten auf einer 7-Punkte-Skala beurteilt (-3 sehr schlecht, 0: keine Änderung, +3: kein Schmerz mehr). Das physische Impairment wurde auf dieser Skala nach Waddell und Mayn [13] festgehalten.

Die Disabilities wurden nach dem Oswestry-Score beurteilt; der Coop-Wonca-Chart diente zur Eruiierung der Lebensqualität. Das Assessment fand direkt vor und 8 Wochen nach der Behandlung statt. Nur bei Patienten mit einer Mindestreduktion von 2 Punkten auf der VAS und mindestens 50 % Schmerzreduktion wurden die Behandlung als Erfolg, alle schlechteren Ergebnisse als Misserfolg gewertet. Das Assessment wurde am 3., 6. und 12. Monat wiederholt. Die statistische Analyse betrachtete als primäre Outcome-Variable den Behandlungserfolg nach 8 Wochen. Dieser wurde zwischen der Läsions- und der Placebo-Gruppe verglichen. Sekundäre Outcome-Daten waren die Unterschiede der Veränderungen auf der VAS, der Oswestry-Disability-Scala sowie dem Coop-Wonca-Quality of Life.

Die Ergebnisse zeigten eine deutlich signifikante Reduktion der VAS-Spitzencores zwischen Läsions- und Placebo-Gruppe, ebenso war die Erfolgsrate signifikant höher in der Läsions-Gruppe. Zusätzlich zeigten die Ergebnisse, dass Schmerzfremheit nach einem diagnostischen Nervenblock eine höhere Erfolgsrate prognostizierte. Ebenso waren die tatsächlichen Differenzen der VAS-Scores, des global erreichten Effekts sowie der Oswestry-Disability-Scale signifikant. Auch nach 3, 6 und 12 Monaten war hinsichtlich der Anzahl der Erfolge ein deutlich signifikanter Unterschied zwischen Läsions- und Placebo-Gruppe festzustellen. Zusammengefasst zeigte sich eine deutliche Reduktion des Schmerzes (VAS); dies betraf insbesondere die Spitzenwerte, weniger ausgeprägt die Durchschnittswerte. Ebenso wurde ein Absinken der Einnahme von Analgetika sowie eine Verbesserung des Disability-Status beobachtet.

Die Impairment-Variablen zeigten keine signifikante Veränderung [13]. Ein erneutes Auftreten der Schmerzsymptomatik erklärte van Kleef durch eine Nervenregeneration. Laut van Kleef ist das Ausmaß der erzielten Schmerzreduktion höchst unterschiedlich. Er führt dies hauptsächlich auf die Definitionsproblematik des lumbalen „Facettensyndroms“ zurück. Eine gute Prädiktion des Behandlungsergebnisses könne jedoch mittels des vorangestellten diagnostischen Blocks erfolgen [36].

Von Leclaire wurde 2001 [37] eine doppelblinde randomisierte Studie veröffentlicht. 70 Patienten wurden ausgewählt, welche über 3 Monate Rückenbeschwerden hatten und unter einer intraartikulären Facetteninjektion mit dem Kontrastmittel Omnipac 0,3 ml, Lidocain 2 % 0,5 ml und Triamcinolon 40 mg 0,5 ml eine signifikante Minderung ihrer Beschwerden über mindestens 24 Stunden erfuhren. Als Ausschlusskriterien wurden eine Allergie für Lokalanästhetika, eine Blutgerinnungsstörung, ein einliegender Herzschrittmacher, ischialgiform Schmerzen mit neurologischem Defizit, strukturelle Veränderungen wie eine Knochenverletzung, eine Spondylitis und auch der Zustand nach Rückenoperationen bestimmt.

Ein Apriori-Roland-Morris-Fragebogen 12 Wochen nach Injektion wurde als primäres Outcome-Kriterium gewählt. Zusätzlich wurden der Oswestry-Score, die VAS, der Grad der WS-Mobilität und -Kraft sowie die Häufigkeit der Arbeitswiederaufnahme beurteilt. Die Behandlung wurde dann nach Randomisierung in Gruppen mit jeweils 4 Patienten durchgeführt. Nach der üblichen Stimulationssequenz wurde in örtlicher Betäubung mit Lidocain die Thermokoagulation über 90 Sekunden bei 80 °C vorgenommen. Die Wahl der Segmente richtete sich nach dem Ergebnis der Facetteninjektionen; es wurden mindestens 2 Facettengelenke, in der Regel L4/L5 und L5/S1, uni- oder bilateral koaguliert.

Als Baseline-Assessment wurden eine genaue Anamnese erhoben sowie eine körperliche Untersuchung durchgeführt. Dabei wurden ebenfalls die bereits erfolgten Therapien des Patienten in Bezug auf seine Rückenschmerzen festgehalten. Bei jedem Patienten wurden ein Roland-Morris- und ein Oswest-

ry-Fragebogen ausgefüllt, zusätzlich eine VAS. Die lumbale Wirbelsäule wurde hinsichtlich Flexion, Extension, Seitneigung und Rotation befundet. Zusätzlich wurde mit einer triaxialen Dynamometrie die Kraft gegen Widerstand sowie die Winkelgeschwindigkeit bei 25 % des Maximalwiderstands überprüft.

Die Fragebögen, die VAS, die triaxiale Dynamometrie sowie die Häufigkeit der Arbeitswiederaufnahme wurden nach 4 und 12 Wochen evaluiert. Die Patienten, der Untersuchungsassistent sowie die Ärzte, welche für die Rückkehr des Patienten zur Arbeit verantwortlich waren, waren verbündet in Bezug auf die Behandlung. Insgesamt unterzogen sich der Therapie 70 Patienten, dabei erhielten 36 eine Läsions- und 34 eine Placebo-Behandlung.

Betreffend die funktionellen Verbesserungen zeigte der Roland-Morris-Score ein signifikant positives Ergebnis nach 4 Wochen, der Oswestry-Score nicht. Beide Scores waren nicht signifikant hinsichtlich des Behandlungseffekts nach 12 Wochen. Die VAS zeigte keinerlei signifikante Verbesserung nach 12 Wochen. Die sekundären Outcome-Kriterien wie die triaxiale Dynamometrie, die Rückkehr zur Arbeit, die Analyse der Medikation, der Physiotherapie und der chirotherapeutischen Behandlungshäufigkeit zeigten im Verlauf keinen signifikanten Unterschied zwischen beiden Gruppen.

Leclaire folgerte aus diesen Ergebnissen, dass nach 12 Wochen die Radiofrequenztherapie des Ramus posterior weder in den primären Outcome-Daten (Roland-Morris-Scale, Oswestry-Scale) noch in den sekundären Outcome-Daten wie der Dynamometrie und der Rückkehr zur Arbeit einen positiven Ef-

fekt zeigt. Insgesamt kommt Leclaire zu dem Ergebnis, dass die Radiofrequenz-Denervation auf die Funktionalität nur Kurzzeiteffekte im Rahmen von 4 Wochen und überhaupt keinen Effekt auf das Schmerzverhalten nach 4 und 12 Wochen habe.

Fazit und klinische Relevanz

Eine besondere Schwierigkeit bei der Diagnose des Facettensyndroms ist es, dass es zwingende diagnostische Kriterien zur Erfassung des Facettensyndroms nicht gibt. Sogenannte Leitsymptome wie das Schmerzverteilungsmuster oder diagnostische Erhebungen wie Schmerzfreiheit nach Facetteninfiltration haben keine pathognomonische Bedeutung. Bei der korrekten Durchführung einer diagnostischen Facetteninfiltration sind die Fragen zum Injektionsvolumen, Notwendigkeit einer Arthrografie sowie zur Interpretation der Resultate zu beachten. Anwendung immunologischer oder psychologischer Testmethoden zur Feststellung von Schmerzintensitäten bzw. der psychogenen Komponente am Krankheitsgeschehen sollten bei der individuell zu überprüfenden Indikation mit in Betracht gezogen werden.

Das Interesse an der Facettenthermoakoagulation ist in den letzten Jahren wieder deutlich gestiegen. Es gilt jedoch zu bedenken, dass sich selbst unter günstigsten Voraussetzungen nach 6-jährigem Follow-up in unserem Kollektiv nur in etwas mehr als 40 % der Fälle zumindest zufriedenstellende Therapieerfolge zeigten [27]. Die Rezidivhäufigkeit ist allgemein in den ersten 6 Monaten besonders ausgeprägt, wobei nach unseren Ergebnissen nach 6 Jahren un-

abhängig von Patienteneigenschaften in ca. 50 % (bezogen auf die initial guten bis sehr guten Behandlungsergebnisse) ein Rezidiv erneut aufgetreten ist. Eine vergleichende Abschätzung der Behandlungsergebnisse verschiedener Autoren ist aufgrund oben geschilderten Gründe schwierig. Doch lassen sich immer wieder gleiche Trends beobachten; prognostisch ungünstig sind Versicherungsansprüche (schwebend oder anerkannt), vorausgegangene Wirbelsäulenoperationen (zunehmend ungünstiger wirken sich vorausgegangene Bandscheibenoperationen, Laminektomien oder Fusionen aus) und wirkungslose Facetteninjektionen.

Aufgrund der widersprüchlichen Ergebnisse bleibt die Bedeutung des Placeboeffekts auch weiterhin unklar. Unter Berücksichtigung geeigneter Behandlungsprogramme (psychologische Abklärung, Physiotherapie, Aneignung geeigneter Bewegungsmuster, psychologisches Verhaltenstraining) könnte der Thermoakoagulation eine Katalysatorfunktion zukommen, da nach Schmerzreduktion zweckgerichtetes Training zum Muskelaufbau (Ausbildung der Muskulatur) leichter durchführbar ist. OUP

Interessenkonflikt: Der Autor erklärt, dass keine Interessenkonflikte im Sinne der Richtlinien des International Committee of Medical Journal Editors bestehen.

Korrespondenzadresse

Prof. Dr. med. Dr. h.c. Jörg Jerosch
Johanna-Etienne-Krankenhaus
Am Hasenberg 46
41462 Neuss
J.Jerosch@ak-neuss.de

Literatur

1. Bogduk N. The anatomy and pathology of lumbar back disability. Bull. Post-Grad. Comm. Med 1980; April: 217, Sydney
2. Raymond J, Dumas JM. Intraarticular facet block: Diagnostic test or therapeutic procedure? Radiology 1984; 154: 333–336
3. Hildebrandt J, Weyland A. Die perkutane lumbale Facettendenervation. Z. Orthop 1987; 125: 154–159
4. Lilius G, Laasonen P, Myllynen P, Harilainen A, Salo L. Lumbar facet joint syndrome. The significance of inappropriate signs. A randomized, placebo-controlled clinical trial. Revue de Chirurgie Orthopédique 1989; 75: 493–500
5. Lilius G, Harilainen A, Laasonen P, Myllynen P. Chronic Unilateral Low-Back Pain. Predictors of Outcome of Facet Joint Injections. Spine 1990; 15: 780–782
6. Andersen KH, Mosdal K, Vaernet K. Percutaneous radiofrequency facet denervation in low-back and extremity pain. Acta Neurochir 1987; 87: 48–51
7. Bernard TN, Kirkaldy-Willis WH. Recognizing specific characteristics of nonspecific low-back pain. Clinical Orthopaedics and Related Research 1987; 217: 266–280
8. Schulitz KP, Lenz G. Das Facetten-Syndrom Klinik und Therapie. In: Neuroorthopädie 2. Hrsg.: Hohmann D, Kugelgen B, Liebig K, Schirmer M, Berlin: Springer, 1984
9. Lippit AB. The facet joint and its role in spine pain. Spine 1984; 9: 746
10. Ray CD. Percutaneous radiofrequency facet nerve blocks: Treatment of the mechanical low-back syndrome. Ra-

- dionics Procedure Techniques Series 1982
11. Lynch MC, Taylor FC. Facet joint injection for low-back pain. A clinical study. *J. Bone Joint Surg* 1986; 68B: 138–141
 12. Oudenhoven RC. The role of laminectomy, facet rhizotomy, and epidural steroids. *Spine* 1979; 4: 145–147
 13. Waddell G, Main CJ, Morris EW, Paola MD, Gray CM. Chronic low-back pain, psychologic distress and illness behaviour. *Spine* 1984; 9: 209
 14. Marks R. Distribution of pain provoked from lumbar facet joints and related structures during diagnostic spinal infiltration. *Pain* 1989; 39: 37–40
 15. Mooney V, Robertson J. The facet syndrome. *Clin. Orthop* 1976; 115: 149–156
 16. Jerosch J, Tappiser R, Assheuer J. MR-gesteuerte Facettenblockade – Technik und erste Ergebnisse. *Biomed. Technik* 1998; 43: 249–252
 17. Jerosch J, Grönemeyer D, Deli M, Gewargez A, Filler TJ, Peuker ET, Brandenburg B. Präzision und Vergleich von CT-, MR und DL-gesteuerten Interventionen am Beispiel der lumbalen Facetteninfiltration, eine experimentelle Untersuchung. *Biomedizinische Technik* 2000; 45:228–237
 18. Lora J, Long DM. So-called facet denervation in the management of intractable back pain. *Spine* 1976; 1: 121–126
 19. Jerosch J, Castro WHM, Liljenqvist U. Percutaneous facet coagulation. *Neurosurgery Clinics of North America*;1996; 7: 119–134
 20. Dory M. Arthrography of the lumbar facet joints. *Radiology* 1981; 140: 23–27
 21. Jackson RP, Jacobs RR, Montesano PX. 1988 Volvo award in clinical sciences. Facet joint injection in low-back pain. A prospective statistical study. *Spine* 1988; 13: 966–971
 22. Lorenz M, Patwardhan A, Vanderby R. Load-bearing characteristics of lumbar facets in normal and surgically altered spinal segments. *Spine* 1983; 8: 122–130
 23. Glover JR. Arthrography of the joints of the lumbar vertebral arches. *Orthop. Clin. North. Am* 1977; 8: 37–42
 24. Maldague B, Mathurin P, Malghem J. Facet joint arthrography in lumbar spondylolysis. *Radiology* 1981; 140: 29–36
 25. Paris SV, Nyberg R, Mooney VT, Gonyea W. Three level innervation of the lumbar facet joints. Presented at the Internat. Soc. Study. *Lumbar Spine, New Orleans* (1980)
 26. Moran R, O'Connell D, Walsh MG. The diagnostic value of facet joint injections. *Spine* 1988; 13: 1407–1410
 27. Jerosch J, Castro WHM, Halm H, Müller-Silbergietter G. Langzeitergebnisse nach perkutaner lumbaler Facettenkoagulation. *Z.Orthop* 1993; 131: 241–247
 28. Mooney V. Facet joint syndrome. In: Jayson MIV (ed.). *The lumbar spine back pain*, 3rd ed., Edinburgh: Churchill Livingstone, 1987: 370–382
 29. Demirel T. Erfahrungen mit der perkutanen Facett-Neurektomie. *Med. Welt* 1980; 31: 1096
 30. Fassio JP, Bouvier JP, Ginestie JF. Denervation articulaire posterieure percutanee et chirurgicale. *Rev. Chir. Orthop* 1981; (Supp. II) 67: 131–136
 31. Ignelzi RJ, Cummings TW. A statistical analysis of percutaneous radiofrequency lesions in the treatment of chronic low-back pain and sciatica. *Pain* 1980; 8: 181–187
 32. Katz SS, Savitz MH. Percutaneous radiofrequency rhizotomy of the lumbar facets. *Mount Sinai Journal of Medicine* 1986; 53: 523–525
 33. Ogsbury JS, Simon RH, Lehman RA. Facet „denervation“ in the treatment of low-back syndrom. *Pain* 1977; 3: 257
 34. Oudenhoven RC. Results of facet denervation. Presented at the Internat. Soc. Study. *Lumbar Spine, Paris* ; *Spine* 1981; 6: 46
 35. Schaerer JP. Radiofrequency facet rhizotomy in the treatment of chronic neck and low-back pain. *Int. Surg* 1978; 63: 53
 36. van Kleef M, Barendse GAM, Kessels A, Voegts HM, Weber WEJ, de Lange S: Randomized trial of radiofrequency lumbar facet denervation for chronic low back pain. *Spine* 1999; 24: 1937–1942
 37. Leclaire R, Fortin L, Rossignol M et al. Radiofrequency facet joint denervation in the treatment of low back pain. *Spine* 2001; 26: 1411–1417

Zusätzliche Literatur

- Bogduk N. The innervation of the lumbar spine. *Spine* 1983; 8: 286
- Bogduk N. The lumbar accessory ligament. its anatomical and neurosurgical significance. *Spine* 1981; 6: 162–167
- Bogduk N, Tynan W, Wilson AS. The human lumbar dorsal rami. *J. Anat* 1982; 134: 383–397
- Bogduk N.: Lumbar dorsal ramus syndrome. *Med. J. Austr* 1980; 2: 537–541
- Bogduk N, Long DM. The anatomy of the so-called „articular nerves“ and their relationship to facet denervation in the treatment of low back-pain. *J. Neurosurg* 1979; 51: 172–177
- Bogduk N, Long DM.: Lumbar medial branch neurotomy. A modification of facet denervation. *Spine* 1980; 5: 193–201
- Bogduk N, Munro RR. Posterior ramus – anterior ramus reflexes (Abstr.). *Proceedings of the Australian Physiological and Pharmacological Society* 1973; 4: 183–184
- Bogduk N, Munro RR. Dorsal ramus-ventral ramus reflexes in cat and man (Abstr.). *J. Anat* 1974; 118: 394
- Bogduk N, Tynan W, Wilson AS. The nerve supply of the human lumbar intervertebral discs. *J. Anat* 1981; 131: 39–56
- Shealy CN, Prieto A, Burton CV, Long DM. Articular nerve of Luschka rhizotomy for the relief of back and leg pain. Presented at the annual meeting. *Am. Ass. Neurol. Surg., Los Angeles*, 1973
- Shealy CN. The role of the spinal facets in back and sciatic pain. *Headache* 1974; 14: 101–104
- Shealy CN. Percutaneous radiofrequency denervation of spinal facets and treatment of chronic back pain and sciatica. *J. Neurosurg* 1975; 43: 448–451
- Shealy CN. Facet denervation in the management of back and sciatic pain. *Clin. Orthop* 1976; 115: 157–164