

U.D. Schmid

Neurochirurgische Abteilungen, Stadtspital Triemli und Klinik Im Park, Zürich

Mikrochirurgie lumbaler Bandscheibenvorfälle

Überlegene Ergebnisse der Mikrochirurgie im Vergleich zu Standard- und perkutanen Verfahren (Literaturübersicht)

Zusammenfassung

Der Wert verschiedener Operationstechniken lumbaler Bandscheibenvorfälle wurde anhand einer Literaturmetaanalyse untersucht. Standarddiskektomie ohne Mikroskop (5.080 Operationen/9 Serien) und Mikrodiskotomie (5.354/23) wurden einzeln analysiert und miteinander verglichen (2.494/10); Chemo- (2.729/16), Lasernukleolyse (881/3), 3 Arten perkutaner Nukleotomie (3.506/18) wurden einzeln analysiert und untereinander (942/5), mit der Mikrochirurgie (561/5) oder der Standarddiskektomie (1.020/6) verglichen. Outcome-Kategorien (Macnab) waren: I "sehr gut", II "gut", III "besser als präoperativ", "Schmerzmittelbedarf", IV "praktisch gleich", V "schlechter"; I/II "deutlich gebessert", III "zum Teil gebessert", IV/V "nicht gebessert"; I-III "erfolgreich" bzw. IV/V "erfolglos".

Die Mikrodiskotomie war gegenüber der Standarddiskektomie im Mittel häufiger "erfolgreich" (95 vs. 90%), lieferte mehr "gute"/"sehr gute" Operationsergebnisse (82 vs. 73%), hatte eine kürzere Hospitalisationszeit und eine vergleichbare Rezidivrate (4%). Die offenen waren den perkutanen Verfahren in nahezu allen Aspekten einschließlich der neurologischen und entzündlichen Komplikationen überlegen: Die Chemonukleolyse und Lasertherapie waren in 69 bzw. 70% "erfolgreich", die Rezidivrate lag bei 17 bzw. 18%, die endoskopische Nukleotomie war in 84% "erfolgreich", die Rezidivrate betrug 14%. (Literatur beim Autor.)

Schlüsselwörter

Lumbaler Bandscheibenvorfall · Chirurgie · Mikrodiskotomie · Chemonukleolyse · Laser Endoskopie

Historischer Überblick

Entdeckung des lumbalen Bandscheibenvorfalles

Die Neurochirurgen Fedor Krause (1909) und Walter Dandy (1929) berichteten als erste über erfolgreiche Bandscheibenoperationen. Beide fanden während der Laminektomie, die sie wegen Kauda-equina-Syndrom und Verdacht auf spinale Raumforderung durchführten, zu ihrem Erstaunen nicht den erwarteten Tumor, sondern "a large fragment" of "loose cartilage from intervertebral disk simulating tumor of the spinal cord". Histologisch erstmals durch Kernohan systematisch untersucht, handelte es sich hierbei um eine "degeneration of fibrocartilaginous constituents of the normal disc". 1934 zeigten Mixter und Barr [6] erstmals den systematischen Zusammenhang zwischen Lumboischialgie und Bandscheibenvorfall.

Verfeinerung des chirurgischen Zugangs

Entsprechend der damals üblichen Technik zur Freilegung spinaler Tumore bediente man sich zunächst der *Laminektomie*, also der Entfernung eines oder mehrerer Wirbelbögen, als Zugang zum Bandscheibenvorfall, der wie ein Tumor entfernt wurde. 1937 berichtete Love [5] über einen kleineren Zugang, die *interlaminäre Fensterung* (Abb. 1), bei der noch das Ligamentum flavum und "only a portion of the laminae of one of the vertebrae" reseziert wurde über einen Hautschnitt von 6–8 cm; hierfür verwendet die Literatur den Begriff "*Standarddiskektomie*".

Die Verbesserung der neuroradiologischen Diagnostik und die Einführung des Operationsmikroskopes in die Neurochirurgie ermöglichten es schließlich zeitgleich Caspar [1], Yasargil [10] und Williams [9], den Eingriff weiter zu verfeinern. Heute genügt ein 3 cm langer Hautschnitt, um unter hoher optischer Vergrößerung und Ausleuchtung den Bandscheibenvorfall mikrochirurgisch zu entfernen. Hierfür hat sich der Begriff "*Mikrodiskotomie*" eingebürgert.

Dr. U.D. Schmid
Neurochirurgische Abteilungen, Stadtspital
Triemli und Klinik Im Park, Seestraße 220,
CH-8027 Zürich

U.D.Schmid

Microsurgery of lumbar disk herniations - Superior results of microsurgery, compared with standard and percutaneous techniques. Review of the literature

Summary

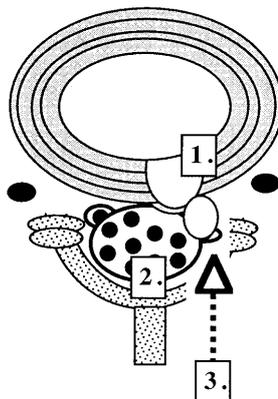
In a meta-analysis of 69 prospective and retrospective studies, we investigated the value of various surgical techniques in the treatment of lumbar disk herniations. This analysis includes standard discectomy (5080 patients from nine series), microdiscectomy (5354/23), and comparison of both techniques (2494/10) and furthermore chemonucleolysis (2729/16), laser therapy (881/3), percutaneous nucleotomy (3506/18), comparisons of percutaneous techniques (942/5) with microdiscectomies (561/5) and standard discectomies (1020/6). Outcomes were rated according to Macnab's criteria: I "excellent", II "good", III "improved", IV "same as before", V "worse", I/II "markedly improved", III "partially improved", IV/V "not improved", I–III "successful", and IV/V "unsuccessful". Results after microdiscectomy were "successful" more often (90% vs. 95%), "good/excellent" more often (82% vs. 73%), and patients left the hospital sooner than with standard discectomy. Recurrence rates were comparable (4%). Results of both open techniques were clearly superior to those from any type of percutaneous treatment: chemonucleolysis und laser therapy were "successful" in 69% and 70% of cases respectively, with recurrence rates of 17% and 18%, endoscopic nucleotomy was "successful" in 84% of cases, and recurrence rate was 14%. Please ask the author for the reference database.

Key words

Intervertebral disk displacement · Surgery · Percutaneous discectomy · Intervertebral disk chemonucleolysis · Endoscopy · Microsurgery · Laser · Controlled · Follow-up · Results

Übersicht

Offene Diskektomie (Mikro- oder Standard-Technik)



1. Gallertkern, fibröser Ring, luxierte Diskushernie
2. Kauda, rezessaler und foraminale Nerv
3. Knochenfenster, Arthrotomie, Einblicksrichtung

Abb. 1 ▲ **Offene Chirurgie:** Nach einem medianen Hautschnitt von 2–3 cm (*Mikrodiskektomie*) bzw. 6–8 cm (*Standardtechnik*) wird die Rückenmuskulatur einseitig von den Wirbelbögen abgeschnitten. Das gelbe Band wird eröffnet, die einander gegenüberliegenden Wirbelhalbbögen werden verschmälert, worauf der Spinalkanal etwa fingernagelgroß offen ist. Der Vorfall wird unter dem Operationsmikroskop (*Mikrodiskektomie*), unter der Lupenbrille oder mit bloßem Auge (*Standardtechnik*) von der Nervenwurzel abpräpariert und entfernt. Ist die Bandscheibe selbst vorgewölbt, werden Teile des degenerierten Kernes ausgeräumt, um einem Rezidiv vorzubeugen. Durch die knöcherne Fensterung wird die Nervenwurzel gegen hinten, durch Entfernung des Vorfalls auch gegen vorne hin vollständig entlastet. Die Erfolgsquote ist hoch, die Rezidivneigung gering

Parallel dazu haben Orthopäden nach Alternativen gesucht, um – praktisch ohne Verletzung der Weichteile und der knöchernen Wirbelsäule – einen Bandscheibenvorfall *perkutan* zu behandeln. Zu erwähnen sind zunächst die Einführung der *Nukleolyse* mit Chymopain (Chemonukleolyse) durch Smith [8] oder mit Laserlicht durch Choy [2] (Abb. 2). Etwas größer ist der Aufwand bei Verfahren, bei denen zur Volumenminderung chirurgische Instrumente in die Bandscheibe eingebracht werden: Solche *Nukleotomien* wurden entweder *automatisch* durchgeführt [3] oder *manuell* mittels Bildverstärker (BV) [4] bzw. *Endoskop* [7] kontrolliert (Abb. 3).

Prinzipielles zur chirurgischen Nervenentlastung

Grundsätzlich besteht das Ziel jeder Art von Bandscheibenchirurgie darin, die eingeklemmte Nervenwurzel von ihrer

mechanischen Kompression zu befreien und Rezidivvorfällen vorzubeugen. Bei den *offenen Verfahren* geschieht dies via Rückenmarkskanal (Abb. 1). Bei *perkutanen Verfahren* wird die komprimierte Nervenwurzel selbst in der Regel nicht inspiziert. Vielmehr wird die Bandscheibe von seitlich hinten durch die Haut und Muskulatur hindurch, also von außerhalb des Spinalkanals, punktiert (Abb. 2 und 3). Nur bei der endoskopischen Diskektomie können auf dem Zugangsweg liegende, meistens foraminär liegende Diskusfragmente direkt entfernt werden.

Kürzerer Aufenthalt im Krankenhaus

Die Verkleinerung des chirurgischen Traumas revolutionierte auch die Dauer der Nachbehandlung. Zu Beginn der Bandscheibenchirurgie wurden die Patienten, z. B. in der Mayo-Klinik, "kept in bed for 12–14 days", "turned every 4 h",

sie durften sitzen am 15. Tag, "walk the following day", und "leave town for their homes by the end of the 3. week following operation". Ein halbes Jahrhundert später häufen sich Berichte, gemäß denen die Patienten bereits am Tag nach der Operation aus dem Krankenhaus nach Hause entlassen werden. Dies ist bei den perkutanen Verfahren vielfach möglich, aber auch nach Mikrodiskektomien, seltener bei Verwendung der Standardtechnik.

Literaturübersicht

In der vorliegenden Literaturübersicht wird ein repräsentativer Überblick über die "auf dem Markt" befindlichen technischen Operationsmöglichkeiten ange-

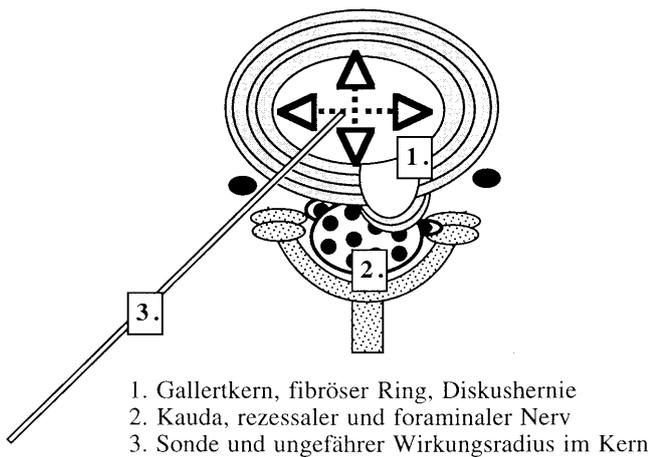
strebt. Es sollen die Erfolgsaussichten, die Inzidenz von Komplikationen und Rezidivvorfällen dargestellt und im – subjektiven – Licht eigener Erfahrungen diskutiert werden.

Suchstrategie und Selektion der Artikel

Für die Jahre 1985–1996 wurde in MEDLINE anhand der MeSH (Medical Subject Headings)-Terminologie eine Literaturrecherche zur chirurgischen Behandlung lumbaler Bandscheibenvorfälle durchgeführt (800 Artikel). Hiervon wurden Artikel englischer, französischer und deutscher Sprache extrahiert (425 Artikel) und weiter selektioniert nach folgenden Kriterien:

- ▶ lumboradikuläre Schmerzen/Befunde als Hauptsymptom,
- ▶ radiologisch gesicherter Bandscheibenvorfall,
- ▶ technische Beschreibung der Operation,
- ▶ vorwiegend Erstoperationen ("virgin disc") an intraspinalen Vorfällen,
- ▶ Zahlenangabe "echter Rezidive", chirurgischer Komplikationen und des Operationsergebnisses in mindestens 2 definierten Kategorien,
- ▶ mittlere Nachkontrollzeit $\geq 1,0$ Jahr,
- ▶ minimale Fallzahl ≥ 100 Operationen (retrospektive Studien), bzw. ≥ 50 (prospektiv, kontrolliert).

2 Perkutane Chemo- oder Lasernukleolyse, perkutane Nukleotomie



Perkutane endoskopische Nukleotomie

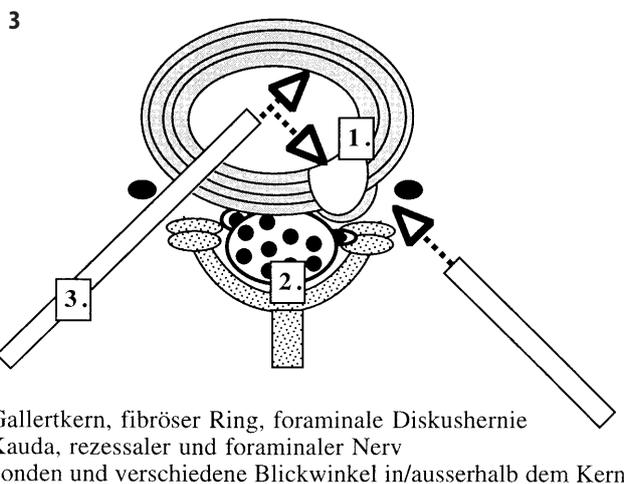


Abb. 2 ◀ In Lokalanästhesie wird die Haut einige Zentimeter neben der Mittellinie punktiert, eine lange Kanüle in Richtung Bandscheibe vorgeschoben und unter Bildwandlerkontrolle knapp neben der extraspinalen Nervenwurzel in die Bandscheibe eingebracht. In gleiche Richtung wird nun – je nach Verfahren – ein Arbeitsinstrument in die Bandscheibe vorgeschoben. **Nukleolyse:** Ein Teil des Gallertkerns wird durch chemische (Injektion eines proteolytischen Enzyms) oder thermische (Einbringen einer Lasersonde) Einwirkung zerstört. Hierdurch soll der Binnendruck in der Bandscheibe gemindert werden, ein subligamentärer Vorfall hätte dann die Möglichkeit, in die Bandscheibe "zurückzugleiten", was im Idealfall zur Entlastung der komprimierten Wurzel führen sollte. Eine gezielte Entfernung des Vorfalles ist nicht möglich, die Erfolgsquote ist niedrig, die Rezidivwahrscheinlichkeit hoch. **Nukleotomie:** Nach Aufbougiegen des vorher mit einer Führungsnadel gefundenen Weges zur Bandscheibe wird eine dickere Sonde vorgeschoben. Sodann werden unter Bildwandlerkontrolle die sondennahen Teile des Gallertkerns mechanisch verkleinert und unter Spülung abgesaugt (automatische Nukleotomie) oder unter Bildwandlerkontrolle mit Fasszangen extrahiert. Auch hier soll der geminderte Binnendruck in der Bandscheibe zu einer Volumenminderung des Vorfalles und zur Entlastung der komprimierten Wurzel führen. Eine gezielte Entfernung des Vorfalles ist nicht möglich; die Erfolgsquote ist niedrig, die Rezidivwahrscheinlichkeit hoch

Abb. 3 ◀ Perkutane endoskopische Nukleotomie: Nach Aufbougiegen des vorher mit Führungsnadeln bestimmten Weges zur Bandscheibe (vgl. Legende zu Abb. 1) wird ein- oder beiderseits eine dicke Sonde vorgeschoben. Unter direkter Sicht durch das Diskoskop der einen Seite kann über die Gegenseite ein Teil des Gallertkerns und ein kleiner subligamentärer oder foraminär luxierter Vorfall entfernt werden. Das Verfahren kann durch die innere Dekompression des Gallertkerns oder durch eine Entfernung des extraforaminalen Vorfalles zur Entlastung der komprimierten Wurzel führen, die häufigste rezessale (mediolaterale) Hernie ist derzeit nicht zuverlässig zu erreichen

Tabelle 1

Klinische Ergebnisse offener und perkutaner Operationstechniken beim lumbalen Bandscheibenvorfall (Medline 1985–1996, 69 Artikel, 52 retrospektiv, 17 prospektiv)

Studien Technik Studie	Technik Operation (Literatur beim Autor)	Technik Berechnung	n Stud	n OPs	Erfolg					
					"Exzellente"			"Gut"		
					I	II				
			MW	Min	Max	MW	Min	Max		
Analyse einzelner Techniken	Offen	Standardtechnik alleine (1)	9	5080	50	12	89	16	7	25
		Mikrodiskektomie alleine (2)	23	5354	63	29	96	26	3	52
		Alle offenen Verfahren (1,2)	32	10434	62	12	96	24	3	52
	Perkutan	Chemonukleolyse alleine (3)	16	2729	31	9	52	32	12	48
		Lasernukleolyse alleine (4)	3	881						
		Nukleotomie BV/automatisch alleine (5)	11	2636	38	18	63	25	19	30
		Nukleotomie BV/manuell alleine (6)	4	561	52	28	76	21	18	24
		Nukleotomie endoskopisch alleine (7)	3	309	25	20	29	40	39	41
Alle Nukleotomien alleine (5, 6, 7)		18	3506	38	18	76	27	18	41	
	Alle perkutanen Verfahren (3, 4, 5, 6, 7)	37	7116	34	9	76	30	12	48	
Vergleich zweier Techniken (Δ)		Mikrotechnik minus Standardtechnik (8)	10	2494	+12	-8	+36	-5	-28	+13
		Mikrotechnik minus Chemonukleolyse (9)	3	339						
		Standardtechnik mit/ohne Lupe minus Chemonukleolyse (10)	6	1020	+7	-3	+20	+2	-1	+4
		Alle offenen Verfahren minus Chemonukleolyse (11)	11	3293	+11	-3	+21	+3	-3	+14
		Mikrotechnik minus BV/manuelle Nukleotomie (12)	1	71						
		BV/automatische Nukleotomie minus Chemonukleolyse (13)	3	542						
		Endoskopische Nukleotomie minus Chemonukleolyse (14)	1	200	+9			+4		
		Endoskopische minus BV/automatische Nukleotomie (14)	1	200	+11			+9		

Δ z. B. Mikrotechnik minus Standardtechnik: + Differenz: Mikrotechnik>Standardtechnik (z. B. exzellente Ergebnisse), - Differenz: Mikrotechnik<Standardtechnik (z. B. neurologische Komplikation), 0-Differenz: Mikrotechnik=Standardtechnik (z. B. Rezidiv)
 Literatur: zu 1: Hurme 1987, Lewis 1987, Ruggieri 1988, Söllner 1988, Silvers 1988, Probst 1989, Caspar 1991, Davis 1944; zu 2: Ebeling 1986, Williams 1986, Maroon 1986, Sachdev 1986, Silvers 1988, Probst 1989, Andrews 1990, Striffeler 1991, Caspar 1991, Pappas 1992, Postacchini 1992, Kotilainen 1993, Goffin 1994, Zahrawi 1994, Moore 1994, Kleinpeter 1995; zu 3: Jabaay 1986, Sutton 1986, Hill 1987, Shields 1987, Grindulis 1987, Giraudet 1988, Constantinopol 1992, Goupille 1992, Lecuire 1994, Garreau 1995, Lee 1996; zu 4: Siebert 1996, Choy 1992, Ohnmeiss 1994; zu 5: Davis 1989, Davis 1991, Bocchi 1991, Bonaldi 1991, Gill 1993, Fiume 1994, Grevitt 1995, Dullerud 1995, Lee 1996, Hoogland 1995; zu 6: Kambin 1989, Hijikata 1989, Monteiro 1989, Benazet 1991;

Erfasstes Kollektiv

Verwertbar für die Metaanalyse (69 Artikel) waren schließlich 17 prospektive bzw. 52 retrospektive Studien mit einer Gesamtzahl von ca. 17.000 Operationen. Bei den offenen Verfahren wurde die Standarddiskektomie ohne Mikroskop (5.080 Operationen/9 Studien) und die Mikrodiskektomie (5.354/23) einzeln analysiert oder untereinander verglichen (2.494/10). Bei den perkutanen Verfahren wurden die Chemonukleolyse (2.729/16), die Lasernukleolyse (881/3), die Nukleotomie (3.506/18) einzeln analysiert und z. T. untereinander (942/5),

z. T. mit der Mikrochirurgie (561/5) oder der Standarddiskektomie (1.020/6) verglichen.

Outcome-Kategorien und Verarbeitung der Rohdaten

Die Operationsergebnisse wurden nach der in der Literatur bisher zumeist verwendeten und vielfach modifizierten Einteilung nach Macnab (1971) erhoben. Diese Einteilung kennt, je nach Variante, 2–5 verschiedene Outcome-Kategorien, welche hauptsächlich auf einer Selbsteinschätzung des Patienten beruhen (vgl. Zusammenfassung).

Die Rohdaten wurden so in ein Standardformular übernommen, wie sie vom Verfasser des Originals angegeben wurden, wenn erforderlich unter Umrechnen auf %. Die Rohdaten wurden sodann, soweit nicht bereits geschehen, vom Verfasser dieser Literaturübersicht zu Sammelkategorien addiert.

Die chirurgischen Komplikationen (Infektionen, Blutungen, zusätzliche neurologische Ausfälle) wurden nur dann berücksichtigt, wenn sie explizit beziffert wurden. Fehlten Zahlenangaben zu einem bestimmten Vorkommnis, wurde das Kriterium mit einem Leerfeld versehen (und nicht mit "0%"). Analog

I/II	"Gebessert"					"Alle Erfolge"			Misserfolg			"Alle Misserfolge"			Rezidive (Alle echten)		
	MW	Min	Max	MW	Min	Max	MW	Min	Max	MW	Min	Max	MW	Min	Max	MW	Nun
68	37	95	27	8	46	90	78	97	10	3	22	10	3	22	4	1	13
88	60	99	12	2	35	94	86	99	5	2	10	6	2	14	4	1	9
83	37	99	17	2	46	93	78	99	7	2	22	7	2	22	4	1	13
63	40	76	20	12	27	69	40	84	23	16	46	31	16	60	17	5	27
						70	52	78	30	22	48	30	22	48	18	7	24
62	48	84	20	8	32	79	56	92	21	8	44	21	8	44	13	7	26
73	52	94				82	72	94	15	6	27	19	6	28	13	7	19
72	61	88	17	11	23	84	72	91	18	9	28	16	9	28	14	9	20
67	28	94	19	8	32	80	56	94	20	6	44	20	6	44	14	7	26
65	40	94	20	8	32	75	40	94	22	6	48	25	6	60	15	5	27
+8	-3	+37	-10	-23	+3	+7	-3	+24	-7	-24	+3	-7	-24	+3	0	-3	+8
+32	+32	+32	-18	-18	-18	+25	+14	+32	-22	-29	-14	-25	-32	-14	-19	-24	-14
+8	-3	+24	+3	-12	+16	+7	-6	+22	-8	-22	+6	-10	-24	+6	-8	-22	+7
+17	-3	+32	-2	-18	+16	+16	-6	+32	-11	-29	+6	-17	-32	+6	-12	-24	+7
+51						+51			-51			-51			-62		
-12	-18	-7				-4	-18	+8				+4	-8	+18	+7	-6	+26
+13			-4			+9			-9			-9			-9		
+20			-9			+11			-11			-11			-11		

MW Min Max Mittelwert Minimum und Maximum der Originaldaten bzw. der Differenzen (A) der Originaldaten, der einzelnen Studien (vgl. Text)

zu 7: Kambin 1992, Lee 1996, Schreiber 1989;

zu 8: Kho 1986, Nyström 1987, Stolke 1989, Silvers 1988, Probst 1989, Barrios 1990, Andrews 1990, Caspar 1991, Tullberg 1993, Lagarrigue 1994;

zu 9: Day 1986, Maroon 1985, Zeiger 1987;

zu 10: Weinstein 1986, Postacchini 1987, van Alphen 1989, Tregonning 1991, Watters 1988, Javid 1995;

zu 11: Weinstein 1986, Postacchini 1987, van Alphen 1989, Tregonning 1991, Watters 1988, Javid 1995, Lagarrigue 1991, Day 1986, Maroon 1985, Zeiger 1987;

zu 12: Chatterjee 1995;

zu 13: Lee 1996, Dei-Anang 1990, Revel 1993;

zu 14: Lee 1996

wurde mit den verschiedenen Angaben zur *Behandlungsdauer* verfahren. Bei den Rezidiven wurden *nur echte Rezidive* (selbe Höhe/Seite) von Bandscheibenvorfällen berücksichtigt.

Zur Analyse einer bestimmten Operationsmethode wurden aus den Prozentangaben der einzelnen Studien der Mittelwert und die Streubreite (Minimum, Maximum) über alle Studien mit gleicher Technik errechnet. Bei vergleichenden Studien zweier Operationsmethoden wurden aus den Prozentzahlen (!) Paardifferenzen gebildet.

Ergebnisse

In Tabelle 1 sind die Operationsergebnisse und Rezidivquoten, in Tabelle 2 die Komplikationen und Behandlungszeiten der offenen und perkutanen Verfahren einzeln und im Vergleich dargestellt (Literatur vgl. Tabelle 1, genaue Referenzierung beim Autor). Im Text sind die *Mittelwerte* notiert, für *Spannweiten* (Minimum-Maximum) vgl. Tabellen 1 und 2.

Klinische Ergebnisse

Offene Verfahren

Die *Standarddiskektomie* wies eine mittlere Erfolgsrate von 90%, die *Mikrodiskektomie* eine Erfolgsrate von 94% auf. Von den 10 Studien, welche die *Standard-* mit der *Mikrodiskektomie* verglichen, war die Mikrodiskektomie in 8 Studien erfolgreicher, der Vorteil der Mikrodiskektomie betrug +7%-Punkte.

Tabelle 2

Komplikationen und Behandlungsdauer offener und perkutaner Operationstechniken beim lumbalen Bandscheibenvorfall (Medline wie Tabelle 1)

Studien	Technik Studie	Technik Operation	Technik Berechnung (Literatur beim Autor)	Komplikationen								
				Dureverletzung Alle			Liquorfistel			Blutung Retroperitoneal		
				MW	Min	Max	MW	Min	Max	MW	Min	Max
Analyse einzelner Techniken	Offen	Standardtechnik alleine (1 bzw. 8)		3,3	1,1	6,8	0,2	0,0	0,6	0,0	–	–
		Mikrodiskektomie alleine (2 bzw. 8)		2,6	0,0	6,7	0,2	0,0	1,4	0,1	0,0	0,5
		Alle offenen Verfahren (1, 2)		2,8	0,0	6,8	0,2	0,0	1,4	0,1	0,0	0,5
	Perkutan	Chemonukleolyse alleine (3)		–	–	–	–	–	–	0,4	0,0	0,8
		Lasernukleolyse alleine (4)		–	–	–	–	–	–	–	–	–
		Nukleotomie endoskopisch alleine (7)		–	–	–	–	–	–	–	–	–
Alle Nukleotomien alleine (5, 6, 7)		–	–	–	0,5	0,0	1,0	–	–	–		
Alle perkutanen Verfahren (3, 4, 5, 6, 7)		–	–	–	0,5	0,0	0,9	–	–	–		
Vergleich zweier Techniken (Δ)	Mikrotechnik minus Standardtechnik (8)		+0,5	–3,5	+3,3	–	–	–	–	–	–	
	Mikrotechnik minus Chemonukleolyse (9)		–	–	–	–	–	–	–	–	–	
Techniken (Δ)	Standardtechnik mit/ohne Lupe minus Chemonukleolyse (10)		+1,4	+1,0	+2,0	–	–	–	–	–	–	
	Alle offenen Verfahren minus Chemonukleolyse (11)		+1,3	+0,8	+2,0	–	–	–	–	–	–	
	BV/automatische Nukleotomie minus Chemonukleolyse (13)		–	–	–	–	–	–	–	–	–	
	Endoskopische Nukleotomie minus Chemonukleolyse (14)		–	–	–	–	–	–	–	–	–	
	Endoskopische minus BV/automatische Nukleotomie (14)		–	–	–	–	–	–	–	–	–	

MW Min Max Mittelwert, Minimum und Maximum der Originaldaten bzw. der Differenzen (D) der Originaldaten der einzelnen Studien (vgl. Text);
 Δ z. B. Mikrotechnik minus Standardtechnik: + Differenz: Mikrotechnik > Standardtechnik (z. B. Dureverletzung);
 – Differenz: Mikrotechnik < Standardtechnik (z. B. schlechte Ergebnisse); 0-Differenz: Mikrotechnik = Standardtechnik (OP-Zeit);
 Literatur vgl. Fußnote zu Tabelle 1

Perkutane Verfahren

Bei der *Chemonukleolyse* betrug die Erfolgsrate im Mittel 69%, bei der *Lasernukleolyse* 70%. Vergleichende Untersuchungen zwischen Chemo- und Lasernukleolyse oder zwischen einzelnen Laserverfahren lagen nicht vor. Betrachtet man *alle Nukleotomien* als einziges therapeutisches Prinzip, so ergab sich hier eine Erfolgsrate von 80%. Nur die Untergruppe der *endoskopischen Nukleotomien* wies mit 84% eine etwas höhere Erfolgsquote auf. Dieser Eindruck wurde mit einer Vergleichsuntersuchung statistisch bestätigt.

Offene versus perkutane Verfahren

Mit *offenen Verfahren* erzielte man deutlich häufiger ein erfolgreiches Operationsergebnis als mit der *Chemonukleolyse*. Mit der *Standarddiskektomie* wurden im Mittel +7%, mit der *Mikrodiskektomie* +25% mehr Erfolge erzielt als

mit der *Chemonukleolyse*. Die offenen Verfahren wurden unseres Wissens noch nicht mit der *Lasernukleotomie* verglichen. In der bisher einzigen Studie, in der ein *offenes Verfahren*, die *Mikrodiskektomie*, mit der *BV-kontrollierten manuellen Nukleotomie* verglichen wurde, erzielte die *Mikrodiskektomie* um 51%-Einheiten mehr Operationserfolge. Die *Mikrochirurgie* wurde unseres Wissens nicht mit der automatischen oder mit der *endoskopischen Nukleotomie* verglichen. Kein konsistenter Unterschied fand sich beim Vergleich der Operationsergebnisse *verschiedener perkutaner Verfahren* untereinander.

Rezidive

Offene Verfahren

Nach *Standarddiskektomien* wurden im Mittel bei 4% der Patienten echte Rezidive nachoperiert, nach *Mikrodiskektomien* waren es 4%. In den Serien, welche

die *Standard- mit der Mikrodiskektomie* verglichen, bestand kein statistisch signifikanter Unterschied in der Rezidivhäufigkeit beider Verfahren.

Perkutane Verfahren

Die Inzidenz der echten Rezidive betrug nach *Chemonukleolyse* im Mittel 16,9%, nach *Lasernukleolyse* 17,5%. Direkte Vergleichsstudien zwischen den beiden Methoden oder zwischen verschiedenen Lasermethoden wurden bisher nicht unternommen.

Werden *alle Typen von Nukleotomien* zusammengefasst, so traten in 14% der Fälle echte Rezidive mit Operationsfolge auf. Die Bildung von Untergruppen änderte dieses Resultat nicht. Die *endoskopische Nukleotomie* war jedoch bei *endoskopisch operierten Patienten* um 11%-Einheiten seltener als bei den *automatisch operierten Patienten* und um 9%-Einheiten seltener als bei der *Chemonukleolyse*.

Zugangsweg			alle			Infektionen Zugangsweg			Dizitis			Neurologisch Alle			Behandlungszeit		
															Post-op (MW)		
MW	Min	Max	MW	Min	Max	MW	Min	Max	MW	Nun	Max	MW	Min	Max	Hosp	OP	AUF
-	-	-	-	-	-	2,3	0,0	5,0	0,7	0,0	2,3	3,4	0,0	6,8	10,9	1,1	3,2
0,0	-	-	0,7	0,0	1,6	1,7	0,0	7,2	0,9	0,0	2,4	1,1	0,0	4,3	5,6	1,1	3,0
0,0	-	-	0,7	0,0	1,6	1,9	0,0	7,2	0,8	0,0	2,4	1,9	0,0	6,8	-	-	-
0,0	-	-	0,4	0,0	0,8	0,0	-	-	0,7	0,0	3,0	1,2	0,0	3,0	-	-	-
-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,5	0,3	0,7	8,5	-	-	-	-	-
0,9	-	-	-	-	-	-	-	-	3,8	1,0	7,3	1,8	-	-	-	-	-
2,5	0,0	18,2	0,0	-	-	0,0	-	-	1,4	0,0	7,3	0,9	0,0	3,0	-	-	-
2,0	0,0	18,2	0,3	0,0	0,8	0,0	-	-	1,1	0,0	7,3	1,6	0,0	8,5	-	-	-
-	-	-	-	-	-	-1,3	-3,0	+0,3	+0,5	-2,0	+3,3	-1,2	-2,5	0,0	-5,4	-0,1	-0,2
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-1,0	-	-	-3,3	-8,0	+1,4	+0,7	-	-
-	-	-	-	-	-	+1,8	0,0	+3,3	-0,3	-2,0	+1,1	+0,6	0,0	+1,3	+3,0	-	-
-	-	-	-	-	-	+1,3	0,0	+3,3	-0,4	-2,0	+1,1	+1,3	-8,0	+1,4	+1,0	-	-
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-1,0	-	-	-2,7	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-1,0	-	-	-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-	-	-	-	+1,0	-	-	-	-	-	-	-	-

Behandlungszeit MW der Behandlungszeit bzw MW der Differenzen der OP (Operationsdauer in Stunden), Hosp (Krankenhausaufenthalt nach Operation in Tagen), AUF (Arbeitsunfähigkeit nach Operation in Monaten), Zahlen für offene Verfahren aus (8);

Offene vs. perkutane Verfahren

Echte Rezidive waren nach *offenen Operationen* fast ausnahmslos seltener als nach *Chemonukleolyse*, die mittlere Differenz betrug -12%-Einheiten. Im Vergleich zur BV-kontrollierten manuellen Nukleotomie betrug die Rezidivquote der Mikrodisektomie -62%. Vergleiche anderer Gruppen fanden wir bis 1996 nicht.

Komplikationen

Offene Verfahren

Nach *Standarddisektomien* wurden 3,3% Duraverletzungen und 0,2% Liquorfisteln angegeben. Lokale oder retroperitoneale klinisch manifeste Blutungen wurden in diesen Serien nicht registriert, asymptomatische und nur radiologisch nachgewiesene Blutungen blieben unberücksichtigt. Infekte der Weichteile kamen bei 2,3% vor, eine Dis-

zitis bei 0,7%. Über neurologische Verschlechterungen berichten wenige Studien, sie wurden in 3,4% der Fälle bemerkt.

Nach *Mikrodisektomie* wurden 2,6% Duraverletzungen registriert, in 0,2% fanden sich Liquorfisteln. Klinisch manifeste lokale Blutungen wurden nicht gefunden, hämodynamisch wirksame retroperitoneale Blutungen bei 0,1%. Infekte der Weichteile kamen bei 2,3% vor, eine Diszitis bei 0,7%. Über eine neurologische Verschlechterung berichten nur wenige der Studien, sie wurden in 1,1 (0,0-4,3) % der Fälle bemerkt.

In den Serien, welche die *Standardmit der Mikrodisektomie verglichen*, bestand bezüglich der Inzidenz von Duraverletzungen, Liquorfisteln, Blutungen oder neurologischen Komplikationen kein Unterschied. Lediglich die Infektionen im Zugangsbereich waren bei der Mikrodisektomie seltener als bei der Standarddisektomie.

Perkutane Verfahren

Intraoperativ nachweisbare *Duraverletzungen* wurden, entsprechend dem extraspinalen Zugang, nicht beobachtet, Liquorfisteln nach außen in 0,9%. *Blutungskomplikationen* im retroperitonealen Zugangsweg kamen bei den analysierten Serien von Chemo- und Lasernukleolysen nicht, bei den übrigen perkutanen Verfahren in 2,5% vor, sie waren allerdings kaum hämodynamisch wirksam oder operationspflichtig.

Über *Infektionen im Zugangsweg* wurde nie berichtet. Die *Diszitis* dagegen war die häufigste Komplikation aller perkutanen Verfahren. Bei der Chemonukleolyse betrug die Inzidenz 0,7%, bei der Lasernukleolyse 0,5%, bei den übrigen Verfahren 1,4%, was mit 3,8% vorwiegend zu lasten der endoskopischen Verfahren ging. Das Auftreten von *Allergien* wurde nur bei der Chemonukleolyse systematisch untersucht, es betrug im Mittel 1,9%.

Übersicht

Neurologische Komplikationen traten bei 1,2% der Chemonukleolysen, angeblich nie bei Lasernukleolysen, jedoch bei 0,9% der anderen perkutanen Verfahren auf. Hauptkomplikation nach Chemonukleolyse war aber der z. T. intolerable Rückenschmerz, der weit häufiger auftrat als nach den offenen und nach anderen perkutanen Verfahren.

Behandlungsdauer

Die postoperative Behandlungsdauer (Krankenhausaufenthalt, Operation, Arbeitsunfähigkeit) wurden fast nur in den technischen Vergleichsstudien analysiert.

Offene Verfahren

Die postoperative *stationäre Behandlungsdauer* war uneinheitlich und dauerte nach der Mikrochirurgie im Mittel 5,6 Tage, nach Standardoperationen 10,6 Tage, der Unterschied war signifikant und betrug -5.4 Tage; bei 8 von 9 Studien war die Behandlung bei der Mikrochirurgie kürzer. Die *Operationsdauer* war bei mikrochirurgischen und bei Standardoperationen dagegen im Mittel mit 1,1 h ähnlich. Die *postoperative Arbeitsunfähigkeit* dauerte 3 bzw. 3,2 Monate, in 5 von 7 Untersuchungen war sie für die Mikrochirurgie kürzer, die Differenz betrug -0,2 Monate.

Chemonukleolyse vs. offene Verfahren

Die postoperative *stationäre Behandlungsdauer* betrug nach der offenen Chirurgie (ungeachtet der Technik) 3,7 Tage, nach Chemonukleolyse 3 Tage, also 1 Tag weniger nach Chemonukleolyse. Über die Operationsdauer und die *postoperative Arbeitsunfähigkeit* fanden sich keine Angaben in dieser Kategorie.

Diskussion

Aussagekraft dieser Metaanalyse

Der Vergleich der Qualität verschiedener Operationsverfahren anhand einer *Metaanalyse ist mit verschiedenen Unsicherheitsfaktoren behaftet:*

- Die nicht bestimmten Begleitumstände seitens des Patienten (psychosoziale, soziokulturelle, arbeitsphysiologische Verhältnisse, Suchtverhal-

ten, internistische Begleiterkrankungen),

- Besonderheiten der operierenden Institution (Zahl und Ausbildungsstand der Chirurgen),
- Qualität der neurologischen und radiologischen Diagnostik vor Operation,
- Qualität der Aufzeichnungen (als Grundlage etwa für die Komplikationenstatistik bei retrospektiven Analysen),
- unscharfe Outcome-Kategorien nach Macnab (besonders im Bereich der Kategorie III "gebessert" besteht Ermessensspielraum gegenüber Kategorie II oder IV).

Diesen Vorbehalten sind einige (nicht beweisbare) Grundannahmen entgegenzuhalten:

- Die begünstigenden und ungünstigen Begleitumstände verteilen sich homogen auf die Operationstechniken.
- jede Gruppe hat innerhalb der Studie vergleichbare Maßstäbe angelegt bezüglich Qualität des Operateurs, der perioperativen Radiologie und Neurologie, sowie der Aufzeichnung zum Verlauf.
- Die Selbsteinschätzung des Operationsergebnisses seitens des Patienten wurde vom Autor (der selbst oft der Chirurg war) wahrheitsgetreu übermittelt.

Unter diesen Voraussetzungen ist anzunehmen, dass *qualitative Unterschiede im Operationsergebnis auch qualitative Unterschiede im Operationsverfahren widerspiegeln*. Diese Folgerung sollte dann stichhaltig sein, wenn:

- viele prospektive, retrospektive, vergleichende Studien 2er Verfahren und Untersuchungen einzelner Verfahren analoge Ergebnisse liefern und
- sich abweichende Operationsergebnisse mit Unterschieden im technischen Konzept der Operation plausibel erklären lassen.

Gründe für die Überlegenheit der Mikrodiskektomie

Bei den offenen Verfahren wird – mit oder ohne Operationsmikroskop – die Nervenwurzel und die Dura selbst dar-

gestellt, ein allfälliger freier Vorfall von der duralen Hülle der Nerven abgelöst und entfernt, und degeneriertes Bandscheibengewebe wird aus dem Zwischenwirbelraum ausgeräumt. Hiermit können Bandscheibenvorfälle jeder Ausdehnung (Protrusionen, subligamentäre Vorfälle, freie Luxate) und jede Art von Begleitpathologie mit Nervenkompression (Verwachsungen, knöchernen Einengungen, Hypertrophie des Bandapparates) gleichzeitig behoben werden (Abb. 1). Diese Merkmale gelten entsprechend als radiologisches Indikationsspektrum offener Verfahren; ob mikrochirurgisch oder mit großzügiger Freilegung operiert wird, hängt dann nur noch vom Ausbildungsgang des Chirurgen ab. Die Kehrseite der "Invasivität" der offenen Verfahren bilden die möglichen Komplikationen und der vergleichsweise lange Krankenhausaufenthalt.

Bei der *Mikrotechnik*, welche im Rahmen der Einführung des Mikroskops in die Neurochirurgie rasch auch in der spinalen Chirurgie verwendet wurde, geschieht der Zugang zum Bandscheibenvorfall gezielt und somit klar weniger invasiv als mit der 40 Jahre älteren, heute aber noch weitverbreiteten Standardtechnik. Voraussetzungen für die Miniaturisierung sind:

- die millimetergenaue Darstellung des Vorfalles aufgrund hochauflösender Bildgebung mittels MRT oder CT,
- die Festlegung der Zugangshöhe mittels Durchleuchtung vor dem Hautschnitt,
- die Eröffnung der Haut (Schnittlänge 3 cm) und anschließend des Spinalkanals (Fensterung 1–2 cm) genau über dem Vorfall und
- die Manipulation und Präparation am Nerven unter hoher optischer Vergrößerung und Ausleuchtung.

Aufgrund dieser Besonderheiten der Mikrotechnik wird *das chirurgische Trauma kleiner* als bei der Standardoperation (ohne Mikroskop oder Lupenbrille), wodurch zu erwarten ist, dass die *Inzidenz der neurologischen Komplikationen kleiner*, die *Hospitalisationszeit kürzer* und die Rate postoperativ beschwerdefreier ("guter" oder "sehr guter") Verläufe *höher* wird auf Kosten der nur leicht "gebesserten" und "schlechten" Verläufe. Genau dies war aber das Er-

gebnis der vorliegenden Metaanalyse von über 10.000 offenen Operationsverfahren.

Gründe für das Scheitern der perkutanen Verfahren

Bei den perkutanen Verfahren geschieht der Zugang zur Bandscheibe von seitlich, mit Ausnahme der endoskopischen Techniken; der Vorfall wird demnach durch die Bandscheibe hindurch erreicht und die Nervenwurzel im Rückenmarkskanal nicht direkt dargestellt. Den verschiedenen perkutanen Verfahren gemeinsam ist, dass sie den Druck im Vorfall, und somit den Kompressionseffekt auf die Nervenwurzel, durch eine Minderung des Bandscheibenvolumens senken (Abb. 2 und 3). Dies geschieht bei der Chemo- oder Lasernukleolyse vorwiegend im Bandscheibenzentrum (Abb. 2) durch chemische oder thermische Zersetzung. Mit den BV-kontrollierten (automatischen oder manuellen) Nukleotomien ist eine etwas gezieltere Entfernung von Bandscheibengewebe aus der Nähe des Vorfalles möglich, aber nur soweit der Vorfall sich noch innerhalb des Faserrings befindet (Abb. 3). Erst die Einführung der endoskopischen Nukleotomie hat es erlaubt, einen Vorfall ggf. auch durch eine Lücke im Faserring bis unter das hintere Längsband zu verfolgen oder frei an den Forameneingang luxierte Sequester auf dem Zugangsweg zu lokalisieren und unter Sicht zu entfernen (Abb. 3).

Der offensichtliche Vorteil der perkutanen gegenüber den offenen Verfahren ist, dass sie mit einer einzigen Punktion (Chemo- oder Lasernukleolyse) oder mit maximal 2 Hautschnitten von etwa 1 cm Durchmesser (Nukleotomie) auskommen, also "minimal-invasiv" sind, wovon man sich – *vergeblich* – eine geringere Komplikationsrate erhoffte.

Der Nachteil der perkutanen Verfahren liegt im sehr schmalen Indikationsspektrum: Sie eignen sich nur für kleine Vorfälle ohne Begleitpathologie im Spinalkanal. Letzteres ist aber auch mit modernen bildgebenden Verfahren vor der Operation nicht mit Sicherheit zu erkennen. Auch scheint es schwierig zu sein, genügend Gewebe aus dem Bandscheibenraum zu entfernen, um eine hinreichende Entlastung der Vorwölbung zu erzielen. Dies sind aus heutiger Sicht die Hauptgründe für die *inakzept-*

tabel hohe Rezidivrate der perkutanen gegenüber den offenen Operationsverfahren. Nur mit der endoskopischen Nukleotomie können gelegentlich freie und von der Bandscheibe losgelöste Hernien entfernt werden.

Niedrige Rezidivrate bei offenen, hohe Rezidivrate bei perkutanen Verfahren

Betrachtet man zunächst die *Rezidivrate der offenen Verfahren von etwa 4%*, so finden sich weder in den Serien, welche eine einzige Operationstechnik verwendeten, noch in den technischen Vergleichsstudien Unterschiede. Demgegenüber betrug die *Rezidivrate aller perkutanen Verfahren im Mittel das 3- bis 4fache* der offenen Verfahren, so dass sich direkte Vergleichsstudien eigentlich erübrig hätten.

Niedrigste Inzidenz von Komplikationen bei der Mikrodiskektomie

Neurologische Komplikationen waren bei allen Operationsmethoden selten. Bei 3,4% der Standarddiskektomien und 1,1% der Mikrodiskektomien wurden postoperativ neurologische Ausfälle beobachtet, in den direkten Vergleichsuntersuchungen war der Unterschied einheitlich. Bei den perkutanen Zugängen kamen neurologische Komplikationen zwar noch seltener vor, risikolos waren aber auch diese Verfahren nicht: 0,1% der automatischen, 1,3% der endoskopischen, sogar 3,0% der BV-kontrollierten manuellen Nukleotomien und 1,2% der Chemonukleolyse hatten eine neurologische Verschlechterung zur Folge. Wahrscheinlich ist dies auf eine unbeabsichtigte Nervenverletzung am Foramenausgang beim Einbringen der Arbeitsinstrumente zurückzuführen (Abb. 2 und 3).

Infekte im Zugangsbereich blieben bei den perkutanen Verfahren zumeist unerwähnt und waren wohl sehr selten; nach Mikrodiskektomie kamen sie im Mittel bei 1,7%, nach Standarddiskektomie bei 2,3% vor, in den Vergleichsstudien war der Unterschied einheitlich. Dies wurde auf den kleineren Zugang, die weniger traumatisierende Gewebebehandlung unter dem Mikroskop und den kleineren Bedarf an Nahtmaterial bei kleinerem Hautschnitt zurückgeführt. Möglicherweise ist der Unter-

schied aber lediglich Folge der unterschiedlich gehandhabten perioperativen Antibiotikaphylaxe, die in den 80er Jahren, als die Standardtechnik noch überwog, nicht Routine war.

Die *postoperative Diszitis* ist wegen der schweren Schmerzen und der langdauernden Behandlung eine gefürchtete Komplikation jeder Art von Eingriffen an der Bandscheibe. Im Mittel kamen sie mit 3,8% am *häufigsten nach der endoskopischen Nukleotomie* vor, bei den anderen perkutanen und bei den offenen Verfahren lag ihre mittlere Inzidenz dagegen durchwegs zwischen 0,5 und 0,9%.

Postoperative Blutungen wurden bei allen Verfahren beobachtet, die Inzidenz operationspflichtiger Blutungen lag bei 0,1% im Mittel der Mikrodiskektomieserien, bei den Standardoperationen wurden sie noch seltener angegeben. Auch bei den perkutanen Verfahren waren operationspflichtige Blutungen selten, kleinere Hämatome auf dem chirurgischen Zugangsweg (in Abhängigkeit der Größe der Arbeitsinstrumente) der Nukleotomie aber häufig. Bei den Nukleolyse wurden sie dementsprechend nie (Laser) oder sehr selten (Chemonukleolyse) notiert.

Liquorfisteln wurden bei offenen (im Mittel 0,2% für beide Verfahren, Verletzung der Dura im Kanal) und bei perkutanen Verfahren (im Mittel 0,5%, Verletzung z. B. der Nervenscheide am Foramenausgang) beobachtet.

Höhere Rate "guter/sehr guter" Operationsergebnisse mit der Mikrodiskektomie

Bei den *offenen Verfahren* war die Mikrodiskektomie im Vergleich zur Standardtechnik häufiger "*erfolgreich*" (Kategorien I-III, d. h. exzellent, gut oder teilweise gebessert zusammengenommen), die Streubreite der Ergebnisse kleiner. Zwar erzielten die besten Serien beider Techniken ähnlich hohe Erfolgsraten, die niedrigsten Erfolgsraten überhaupt wurden aber in einzelnen Standardserien erzielt.

Dieser Unterschied wurde noch deutlicher, wenn man nur die Rate der "*sehr guten*" und "*guten*" Ergebnisse (Kategorien I-II) betrachtete, die nur "*teilweise gebesserten*" (III) aber außer acht ließ: Im Mittel 68% der Standardoperationen, aber 88% der Mikrodisk-

ektomien verzeichneten dieses Ergebnis in den Einzelstudien. In den technischen Vergleichsuntersuchungen betrug der Unterschied +8% (-4–+37%) zugunsten der Mikrodiskektomie. Diesem Trend standen nur die 2 zuletzt erschienenen Vergleichsuntersuchungen entgegen, in welchen beide Techniken identische Operationsergebnisse erzielten; einmal erzielte der Chirurg eine weit unter dem Durchschnitt liegende Rate (<70%) an "sehr guten"/"guten" Ergebnissen mit der Mikrodiskektomie (Tullberg 1993), in der anderen Serie war die Erfolgsrate 90% mit und ohne Mikroskop, wobei der mikrochirurgische Zugang mit einheitlichem Mikroinstrumentarium erfolgte (Lagarrigue 1994).

Zu niedrige Erfolgsrate aller perkutanen Verfahren

Unabhängig von der Technik erreichen die *klinischen Ergebnisse der perkutanen Verfahren* die hohe Vorgabe der offenen (namentlich der mikrochirurgischen Serien) nicht. Bei der Chemonukleolyse betrug die mittlere Erfolgsrate 69%, bei der Lasernukleolyse 70%, bei den verschiedenen Nukleotomien war die Erfolgsrate 80%, wobei einzig bei der endoskopischen Nukleotomie mit 84% eine etwas günstigere Erfolgsquote ausgewiesen werden konnte. Nach unserer Kenntnis liegt noch keine direkte Vergleichsstudie zwischen der besten offenen Operationstechnik (der Mikrochirurgie) und dem erfolgreichsten perkutanen Verfahren (der endoskopischen Nukleotomie) vor.

Quintessenz dieser Metaanalyse

Berücksichtigt man Indikationsspektrum, klinisches Ergebnis, Inzidenz der Komplikationen und Rezidive sowie die Hospitalisationszeit bei der Wahl des chirurgischen Verfahrens, so

1. ist die *Mikrodiskektomie als aktueller Goldstandard* zur chirurgischen Behandlung des lumbalen Bandscheibenvorfalles anzusehen,
2. ist die *Standarddiskektomie dann akzeptabel*, wenn sie "mikrochirurgische Grundsätze" (z. B. minimaler Zugang, gezielte Nervendekompression, Lupenvergrößerung statt Mikroskop, mikrochirurgische Gewebebehandlung und Blutstillung im Spinalkanal, usw.) respektiert;
3. spielt dagegen die *endoskopische Nukleotomie als einziges perkutanes Verfahren* eine gewisse Rolle in der Bandscheibenchirurgie, und zwar bei ausschließlich *foraminaler* Nervenkompression, allerdings bei *ungewöhnlich hohem Infektionsrisiko*, und
4. sind die *Laserchirurgie und die Chemonukleolyse* *obsolet* bei der Behandlung des "chirurgischen" Bandscheibenvorfalles wegen zu geringem Nutzen bzw. inakzeptablem Rezidivrisiko.

Literatur

1. Caspar W (1977) A new surgical procedure for lumbar disc herniation causing less tissue damage through a microsurgical approach. *Adv Neurosurg* 4:74–80
2. Choy D, Case R, Fielding W (1987) Percutaneous laser nucleolysis of lumbar disc. *N Engl J Med* 317:771–772
3. Hijikata S, Yamagishi M, Nakayama T, Oomori K (1975) Percutaneous discectomy – a new method for lumbar disc herniation. *J Toden Hosp* 5:5–13
4. Kambin P, Sampson S (1986) Posterolateral percutaneous suction-excision of herniated lumbar intervertebral discs. Report of interim results. *Clin Orthop* 207:37–43
5. Love J, Camp J (1937) Root pain resulting from intraspinal protrusion of intervertebral discs: Diagnosis and surgical treatment. *J Bone Joint Surg* 19:776–804
6. Mixter W, Barr J (1934) Rupture of the intervertebral disc with involvement of the spinal canal. *N Engl J Med* 211:210–215
7. Schreiber A, Suezawa Y (1986) Transdiscoscopic percutaneous nucleotomy in disc herniation. *Orthop Rev* 15:75
8. Smith L (1964) Enzymatic dissolution of the nucleus pulposus in humans. *JAMA* 187:137–140
9. Williams R (1978) Microlumbar discectomy: conservative surgical approach to the virgin herniated lumbar disc. *Spine* 3:175–182
10. Yasargil M (1977) Microsurgical operation of the herniated lumbar disc. *Adv Neurosurg* 4:81–82

Buchbesprechung

S. Schwab, D. Krieger, W. Müllges, G. Hamann, W. Hacke (Hrsg.)
Neurologische Intensivmedizin

Heidelberg: Springer 1999. 1086 Seiten,
(ISBN 3-540-65412-7), DM 249,-

Die Herausgeber haben, in 52 Kapitel unterteilt, die verschiedenen Aspekte der neurologischen Intensivmedizin in Form eines Mehrautorenbuches (97 Autoren) herausgearbeitet. Im allgemeinen Teil wird auf organisatorische Abläufe einer neurologischen Intensivstation eingegangen sowie die Dokumentation und operationalisierte Befunderhebung in Form von Skalen dargestellt. Daneben findet die neurologische Syndrom-Lehre in einer übersichtlichen pathophysiologisch orientierten Darstellung mit Aspekten der funktionellen Neuroanatomie Platz. Im zweiten Teil werden Untersuchungsmethoden besprochen. Hierbei wird praxisnah auf Untersuchungstechniken und apparative Methoden eingegangen und dies auch dem Nicht-Neurologen eindrücklich dargestellt. Breiten Raum nimmt das Monitoring ein. Hierbei werden sowohl allgemeine Aspekte als auch spezifisch neurologische Applikationen veranschaulicht und daneben neue innovative Verfahren wie die Mikrodialyse und die Gewebssauerstoffmessung beschrieben. Im dritten Teil werden spezielle neurologische Erkrankungen in einem einheitlichen Kapitelbau dargestellt. Hier finden sich praktische Handlungsanweisungen in einer übersichtlichen Darstellung wobei Kernsätze aus dem Text herausgehoben sind. Die klaren Handlungsrichtlinien sind durch Literaturstellen untermauert und ermöglichen dem interessierten Leser tiefer in die Materie einzudringen. Im letzten Abschnitt des Buches werden übergreifende Behandlungskonzepte beschrieben. Dabei finden allgemein-intensivmedizinische Aspekte wie kardiologische Diagnostik und Therapie sowie Beatmungs- und Sedierungsregime Beachtung, weiterhin auch Hirndrucksenkung, prognostische Einschätzung und ethische Fragen wie die Beendigung der Intensivtherapie. Rehabilitative Aspekte und solche der Krankenpflege auf einer neurologischen Intensivstation werden neben allgemeiner Krankenhaushygiene sowie Ernährungskonzepten dargelegt.

In der Summe stellt dieses Werk zur neurologischen Intensivmedizin eine gelungene Zusammenstellung der aktuellen neurologischen Intensivmedizin für Neurologen, aber auch Intensivmediziner anderer Fachrichtungen, dar.

G. Seidel (Lübeck)
D. Kömpf (Lübeck)