

P. Metz-Stavenhagen · R. Sambale · H.-J. Völkel · Natalie von Stavenhagen
Werner-Wicker-Klinik, Bad Wildungen-Reinhardshausen

Behandlung der Spondylolisthese

Operation in situ oder Repositionsspondylodese

Zusammenfassung

Die Indikation zur Operation einer Spondylolisthese besteht im Kindes- und Jugendalter vornehmlich aufgrund von progredienten Gleitvorgängen mit konsekutiver Deformierung, teilweise neurologischen Störungen, die sich in Lendenstrecksteife mit Kontrakturen der Hüft- und Kniegelenke äußern kann. Im Erwachsenenalter steht der Instabilitätsschmerz im Vordergrund, häufig verbunden mit radikulären Schmerzen aufgrund degenerativer Stenosen infolge von Reparationsvorgängen. Die Behandlung besteht in einer kompletten Reduktion des Gleitwirbels und Wiederherstellung der physiologischen Lordose mit posterolateraler und ventraler intersomatischer Fusion. Liegen zusätzlich Kompressionen neurologischer Strukturen vor, wird eine ausgedehnte Dekompression der Nervenwurzeln notwendig. Heute können praktisch alle Spondylolisthesen nahezu komplett reponiert werden, auch ankylosierte Spondyloptosen. Hierzu ist in einigen Fällen ein zweizeitiges Verfahren notwendig, um die neuralen Strukturen an den großen Repositionsweg zu gewöhnen. Schließlich werden durch eine komplette Reposition in physiologischer Stellung, die auf den lumbalen Übergang wirkenden Axial- und Scherkräfte in den physiologischen Bereich gebracht und ein harmonisches Verhältnis zwischen dorsaler Zuggurtung und ventraler axialer Kraft erzielt. Eine volle Reposition mit negativem Winkel im Gleitsegment bringt die axialen Druckkräfte in physiologische Stellung und verhindert frühzeitige Degenerationen in den Nachbarsegmenten. Eine dorsale Spondylodese in situ kann die pathologische Biomechanik zu Gunsten der Scherkräfte nicht verringern und es muß in einem hohen Prozentsatz zu Pseudarthrosen

mit Zunahme der Ventralverschiebung kommen. Auch bei einer rein ventralen Fusion ist durch die weiterbestehende Unterbrechung der dorsalen Interartikularportion, Inkongruenz oder Dysplasie der Facettengelenke die Segmentbewegung erhöht. Auch hier muß es zu Resorptionen bzw. Pseudarthrosen der ventralen Fusion kommen. Nur bei intakten Bandscheiben und Bandstrukturen kann bei Jugendlichen ohne Gleitgrad eine dorsale Laminoplastik versucht werden.

Schlüsselwörter

Spondylolisthese · Dorso-ventrale Fusion · Reposition

Die Spondylolyse ist der häufigste Grund für die Ventralverschiebung eines Wirbelkörpers. Wie Neugebauer [7] bereits 1982 darauf hingewiesen hat, ist aber eine Unterbrechung der Interartikularportion nicht unbedingt Voraussetzung für eine Ventralverschiebung eines Wirbelkörpers. Eine Elongation der Interartikularportion oder Dysplasien der dorsalen Facettengelenke können ebenfalls eine Ventralverschiebung induzieren. Ein anderer Grund liegt in der Degeneration eines Bewegungssegments mit Degeneration des Diskus und Elongation der Bandstrukturen. Pathologische dysplastische Veränderungen der dorsalen und ventralen Wirbelkörperanteile können ebenso wie iatrogene Manipulationen oder Frakturen Anlaß für Ventralverschiebungen sein [11, 16].

Ventralverschiebungen gehen nur in einem geringen Prozentsatz mit klini-

schen Symptomen wie Schmerzen und neurologischen Kompressionssyndromen einher. Oft zeigt sich bei starken Ventralverschiebungen nur ein morphologisches Phänomen, ohne daß jemals Beschwerden damit verbunden sind. Trotz der hohen epidemiologischen Häufigkeit der Spondylolisthesen, z. B. in der weißen Rasse von 5% [7] wird auch heute noch nur in einem kleinen Prozentsatz eine operative Korrektur notwendig. Monosegmentale Instabilitäten und Formveränderungen können speziell im lumbalen und lumbosakralen Übergang Veränderungen in der Gesamtstatik der Wirbelsäule hervorrufen als auch Formveränderungen und Kontrakturen im Bereich des Beckens und der Hüftgelenke nach sich ziehen. Es sollte bei den heutigen Möglichkeiten der Wirbelsäulenchirurgie bei Feststellung einer progredienten Spondylolisthese mit deutlich zunehmendem Gleitgrad frühzeitig eine operative Therapie erfolgen. Hierbei genügt es nicht, die Instabilität durch Fusion zu beseitigen, sondern es muß eine dreidimensionale (3D-)Korrektur mit völliger Wiederherstellung der physiologischen Statik des Bewegungssegments unter Neutralisation der axialen Kompressions- und der lumbosakralen Scherkräfte erfolgen. Dies gilt nicht nur insbesondere für Adoleszente, sondern sollte auch Ziel für die operative Therapie des Erwachsenen sein, um vorzeitige konsekutive Degenerationen zu vermeiden.

Dr. P. Metz-Stavenhagen
Werner-Wicker-Klinik, Im Kreuzfeld 4,
D-34537 Bad Wildungen-Reinhardshausen

Treatment of the spondylolisthesis. Operation in situ or reposition spondylo- lodesis

Summary

The indication for operative treatment of spondylolisthesis in children and juvenile patients relies mainly on the progressive slipping of the vertebra, with consecutive deformation, on the other hand on neurological disorders, that may be seen as rigid lumbar extension with contractation of hip and knee joints. In the adult patient the main reason for treatment is the painful instability, often accompanied by root pain caused by degenerative changes as a result of repairment. The treatment consists of complete reduction of the slipping vertebra, and reconstruction of the physiological lumbar lordosis through a postolateral and anterior interbody fusion. In case of additional compression of neurological structures, an extensive decompression must be performed. Today it is possible to reposition nearly every spondylolisthesis, even ankylosed spondylolip-tosis. In some cases it is necessary to perform the reposition step by step in two sessions in order to allow the neurological structures to accommodate. Finally you reach through a complete reposition a physiological curve with correct impact of the biomechanical forces and a harmonic relation between posterior compression and anterior axial force. A complete reposition with an negativ angle in the slipping segment brings the axial force back into physiological position and prevents early degenerative changes in the neighbouring segments. A posterior fusion in situ can not reduce the pathological biomechanics and has to lead to a high rate of pseudarthrosis with an increase of the anterior slipping. Even anterior fusion only is not sufficient, as the posterior interarticular portion remains divided, the disposition or dysplasia of the facet joints increases the segmentmovement. As a result you see resorption and pseudarthrosis of the anterior fusion. Only in case of undamaged discs and ligaments in juvenile patients without anterior slipping a try with a posterior laminoplastic is allowed.

Key words

Spondylolisthesis · Reposition · Posterior-anterior fusion

Biomechanik des lumbosakralen Übergangs

Die unteren Lendenwirbelsäulensegmente, vornehmlich der lumbosakrale Übergang, bilden einen Schwachpunkt im Bereich der Wirbelsäulenstatik. Die Neigung des Kreuzbeinplateaus bestimmt die Tendenz von L5, nach vorn unten zu gleiten. Die spezielle Architektur der Interartikularportion sowie die Facettengelenke der lumbosakralen Artikulation sind speziell dazu geeignet, diese nach vorn gerichteten Scherkräfte zu kompensieren [8]. In Kombination dazu wirken die dorsalen Ligamente, die ebenso eine wichtige Funktion bei der Kompensation der Scherkräfte haben; 80 % der auf die unteren Lendenwirbelsäulensegmente einwirkenden, axialen Kompressionskräfte werden vom ventralen Anteil der unteren lumbalen Wirbelsäule kompensiert und nur 20 % der axialen Druckkräfte wirken als Scherkräfte auf die dorsalen Facettengelenke und Ligamente [1, 8] (Abb. 1). Die Scherkräfte werden aber nicht nur durch dorsale Strukturen kompensiert, auch die anterioren Strukturen der Wirbelsäule spielen hierbei eine wichtige Rolle. Die Struktur des Diskus ist so gestaltet, daß er nicht nur Kompressionskräfte an der ventralen Wirbelsäule abfängt, sondern auch insbesondere durch die Struktur des Anulus fibrosus Scher- und Torsionskräfte mitkompensiert. Diese passiven Kompensationsmechanismen können auf lange Sicht die Scherkräfte nur dann kompensieren, wenn sie aktiv durch das Zuggurtungssystem der dorsalen Muskelgruppen unterstützt werden. Es ist also eine Interaktion zwischen aktiven und passiven Mechanismen. Demnach wirken passive Mechanismen sowohl an der posterioren Seite, als auch an der anterioren Seite der Wirbelsäule. Dorsal neutralisieren insbesondere die Facettengelenke und die spezielle Anatomie der Interartikularportion die Scherkräfte, an der ventralen Seite die spezielle Anatomie des Diskus.

Die Beanspruchung der aktiven und passiven dorsalen Zuggurtungsmechanismen vertreten durch die dorsale Muskulatur, die Facettengelenke, die Interartikularportionen und die Ligamente (Abb. 1), hängt auch von der Flexionsmöglichkeit jedes einzelnen Segments ab. Pathologische Bewegungsmuster

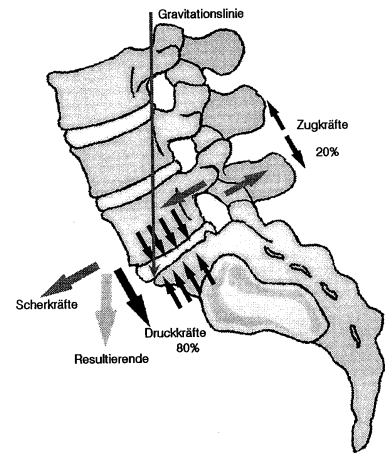


Abb. 1 ▲ Verteilung der axialen Druck- und Scherkräfte auf die unteren lumbalen Bewegungssegmente

sind abhängig von Degenerationen oder Defekten in diesen Strukturen und werden von pathologischen Veränderungen an den anterioren Wirbelsäulenanteilen verstärkt. Dies bedingt wiederum eine Erhöhung der Scherkräfte. Anatomische Varianten (Schrägstellung des Sacrums) begünstigen zusätzlich die pathologischen Scherkräfte. Biomechanische Veränderungen in einem Segment können aufgrund der speziellen anatomischen Lokalisation im lumbosakralen Übergang eine Imbalance und strukturelle Veränderung des gesamten Achsenorgans und des Beckens bedingen. Sie kann z. B. durch seitendifferente Dysplasien, Destruktionen oder neurologische Störungen (Wegfall der aktiven Zuggurtung) auch eine Rotationsinstabilität nach sich ziehen. Es entsteht reaktiv eine statische Skoliose, die bei permanenter Fehlstatik zu einer strukturellen skoliotischen Formveränderung führen kann (degenerative Skoliose, Skoliose bei Spondylolisthese).

Pathomechanische Veränderungen bei Spondylolisthesen

Bei der isthmischen (spondylolytischen) Spondylolisthese bedeutet der Defekt der Interartikularportion eine Störung der Neutralisation der Scherkräfte. Zunächst müssen die erhaltenen anatomischen Strukturen sowie die intakte Bandscheibe und die als Zuggurtung wirkende dorsale Muskulatur die erhöhten Scherkräfte kompensieren (Abb. 2 a). Liegt eine ungünstige anatomo-

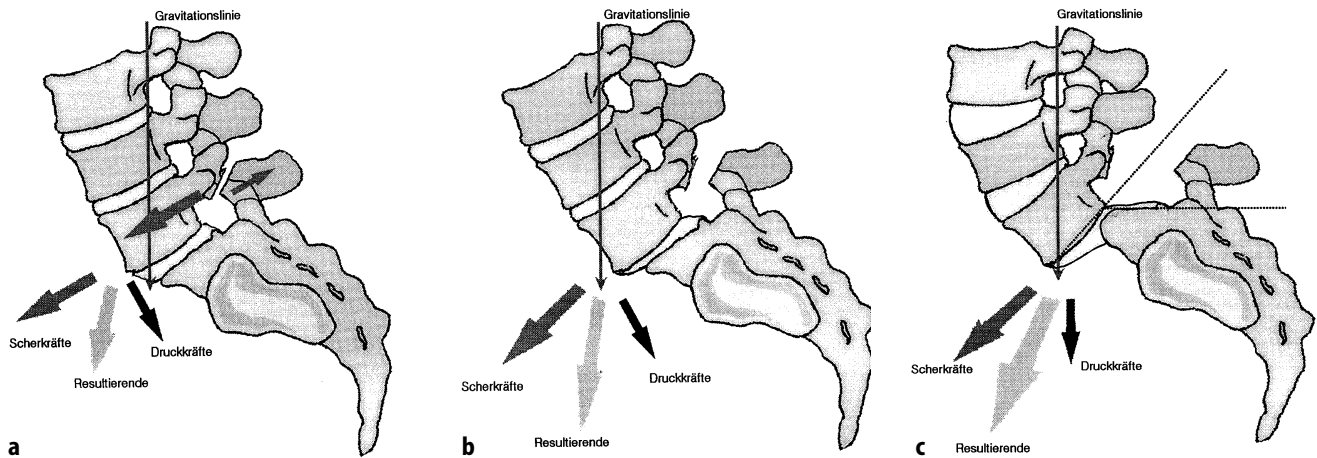


Abb. 2a-c ▲ Veränderungen der Scherkräfte während der Spondylolisthese progredienz

mische Schrägstellung des Sakrums vor, versagen die erhaltenen anatomischen Strukturen oft frühzeitig und es kommt zu einem Circulus vitiosus mit Erschlaffung der Bandscheibe, Zunahme des Gleitvorgangs, Dekompensation der Zuggurtungsstruktur. Bei höheren Gleitgraden kommt es zusätzlich zu einer frühzeitigen Kyphosierung im Bewegungssegment, was die Scherkräfte weiter erhöht (Abb. 2b). Unter dem pathologischen Druck- und Bewegungsmuster entwickelt sich eine Abrundung des Sakrums [13], was die Kyphose und folgerichtig die Scherkräfte erhöht. Bei höhergradigen Spondylolisthesen wird der auf das lumbosakrale Scharnier einwirkende Kraftarm verlängert, indem die axiale Kompressionskraft nach ventral verschoben wird (Abb. 2c). Die Kompensation der Gesamtstatik über die Hyperlordose ist nicht mehr möglich und es kommt zu einer Inklination des Sakrums [16] als letzte Möglichkeit der Kompensation in bezug auf die Neutralisation der Scherkräfte, die aber frustan bleiben muß.

Bei der dysplastischen (kongenitalen) Spondylolisthese ist die dorsale Interartikularportion verlängert oder dysplastisch, wobei meist auch die Facettengelenke mitbetroffen sind, wodurch es frühzeitig zu einer Kyphosierung und Erhöhung der Scherkräfte sowie zu einer frühzeitigen Dekompensation der Bandscheibe kommt. Zusätzlich tritt durch die permanente Fehlbelastung frühzeitig eine Abrundung des S1-Plateaus auf [13], was die Kyphose verstärkt und den axialen Kraftarm verlängert und wiederum die

Scherkräfte erhöht. Durch die kontralaterale Dysplasie der Wirbelbögen und der Gelenke kommt es hier öfter zu einer Rotationsfehlstellung und zur Entwicklung einer statischen Skoliose, die große Ausmaße annehmen kann.

Erworbene Spondylolisthesen nach Trauma, Infektion, Tumor oder anderen knöchernen Destruktionen, z. B. Neurofibromatose, sind auf eine Mischung der beschriebenen Defekte im Bereich der dorsalen Zuggurtung oder Dysplasien im Bereich der ventralen Anteile zurückzuführen, die dann eine Verstärkung der Scherkräfte und durch einen verlängerten Kraftarm und Verschiebung des axialen Kraftvektors nach ventral bedeuten (Abb. 8).

Bei der degenerativen Spondylolisthese ist die Zunahme der Scherkräfte primär durch die Degeneration des Diskus bedingt. Auch ohne eine Unterbrechung der Interartikularportion überfordert die permanente Instabilität ebenfalls die posterioren Strukturen. Es kommt zu einer Degeneration der Gelenkfacetten und Elongation der Bänder mit einer konsekutiven Ventralverschiebung, Zunahme der Scherkräfte und Entstehung einer Segmentkyphose, die dann wiederum in einen Circulus vitiosus mündet.

Indikation zur Operation und Therapieziel

Die operative Behandlungsnotwendigkeit einer Spondylolisthese beim Kind und Jugendlichen ergibt sich in erster Linie aus dem progredienten Gleitvorgang und der sich daraus ergebenden

morphologischen Deformierung im Sinne einer Imbalance der Wirbelsäule (Hyperlordose, Skoliose), Veränderung der Beckenstellung (Hüftlendenstrecksteife, Hüftgelenkkontrakturen). Therapieresistente neurologische Störungen sind eine zwingende Indikation zur Operation, die vornehmlich bei dysplastischen Spondylolisthesen auftreten. Die Lendenstrecksteife ist bereits Ausdruck einer neurologischen Störung infolge von Nervenwurzelkompressionen. Aber auch allein der therapieresistente Instabilitätsschmerz einer Spondylolyse oder eines eingetretenen Gleitvorgangs als Ausdruck der überlasteten dorsalen Muskulatur (Zuggurtung) kann Anlaß zur Operation sein.

Bei Erwachsenen stehen bei der Indikation zur Operation in der Regel the-

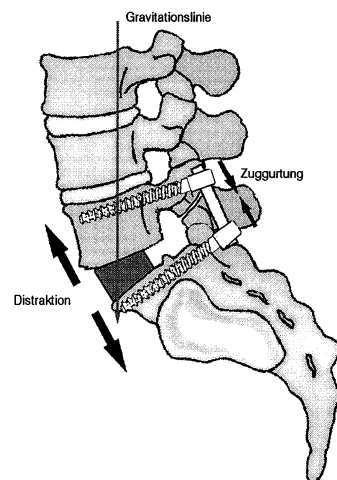


Abb. 3 ▲ Wiederherstellung der physiologischen Kraftverteilung auf das lumbosakrale Bewegungssegment nach posteriorer Reposition und ventraler intersomatischer Fusion (posteriore instrumentelle Zuggurtung, ventrale Substitution pathologischer Strukturen)

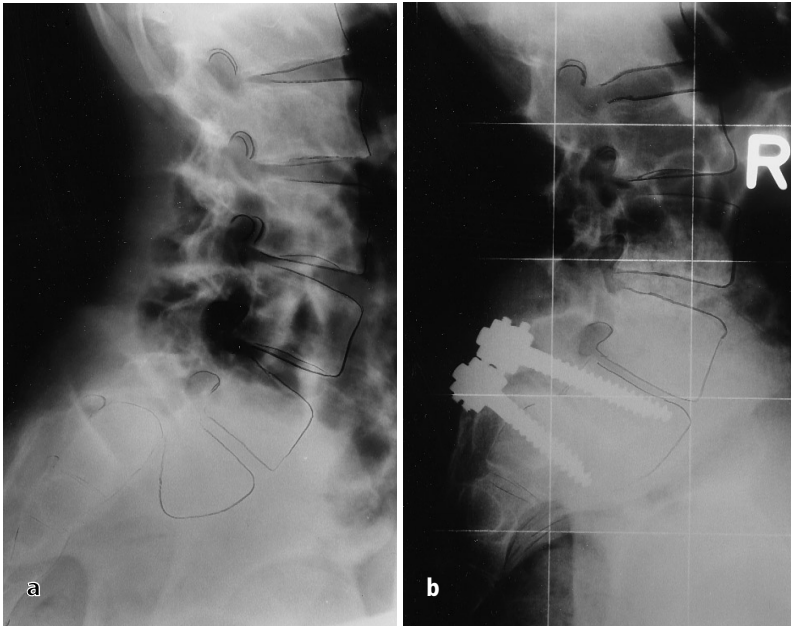
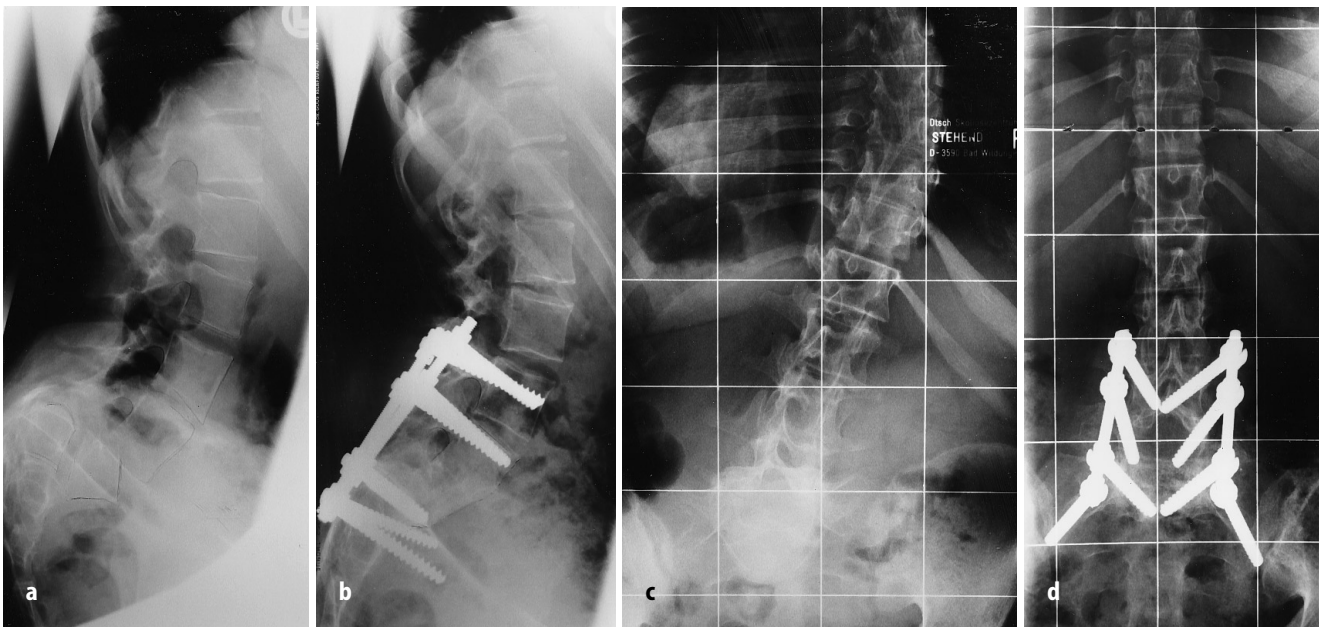


Abb. 4 a, b ▲ 14 Jahre, männlich. Spondyloptose, Lendenstrecksteife.
Operation: komplette Reduktion, physiologische Stellung, dorsoventrale Fusion
(Neutralisation der Scher- und axialen Druckkräfte)

rapieresistente Schmerzen im Vordergrund, die einmal durch die zunehmende Instabilität infolge der zunehmenden Degenerationen des Diskus, mit Erhöhung der Scherkräfte, sowie andererseits durch die degenerativen Repara-

tionsvorgänge infolge der chronischen Instabilität bedingt sein können. Diese degenerativen Reparationsvorgänge können dann eine funktionelle (sekundäre) Enge im Spinalkanal hervorrufen oder die Nervenwurzeln einengen. Die

Abb. 5 a–d ▼ 15 Jahre, weiblich. Spondyloptose mit beginnender Ankylose, klinischer Rumpfverkürzung, konsekutive pathologische Sagittal- und Frontalformveränderung.
Operation: dorso-ventrales Release mit Teilspondylektomie. 2. Sitzung: Reposition und weitgehende Wiederherstellung der normalen sagittalen und frontalen Wirbelsäulenstatik



Operationsindikation kann aber auch durch eine Veränderung des benachbarten Bewegungssegments, das sich infolge der Fehlstellung degenerativ verändert hat und instabil geworden ist, bedingt sein. In diesem Fall müssen der Gleit- und der instabile Nachbarwirbel fusioniert werden.

Das Ziel der Operation ist die Wiederherstellung einer physiologischen anatomischen Stellung des instabilen Wirbelsäulensegments mit voller Reposition des Gleitwirbels, Wiederherstellung der ventralen intersomatischen Distanz mit solider Fusion durch ventral eingebrachte Eigenknochen oder Kombination von alloplastischem Material oder spongiösem Knochen mit Wiederherstellung einer harmonischen Lordosierung sowie exakter Horizontalisierung des fusionierten Bewegungssegments. Um eine wirkungsvolle Fusion des lumbosakralen Übergangs zu garantieren, ist vom biomechanischen Aspekt zu allererst die Reduktion der pathologischen Scherkräfte zu fordern.

Biomechanisch bedeutet dies: Durch die Reposition wird der pathologisch veränderte Hebelarm reduziert und der axiale Kraftvektor in physiologische Stellung gebracht. Die pathologisch veränderte dorsale Zuggurtung wird normalisiert. Die auf die Nachbarsegmente einwirkenden Scherkräfte werden in einen physiologischen Bereich gebracht, so daß das Verhältnis 80 % (axiale Kraft) zu 20 % (Normalisierung der Scherkräfte) durch dorsale

Operationsmethoden

Instrumentierung und Spondylodese) wiederhergestellt wird. Hierdurch lassen sich die sekundären Veränderungen, die durch die pathologische Biomechanik bedingt sind, in den Nachbarsegmenten der kranialen Wirbelsäule und im Beckenbereich verhindern. Um die jetzt wiederum physiologisch wirkenden axialen Kräfte auf Dauer zu neutralisieren, muß auch die ventrale Instabilität als Ausdruck des degenerierten Diskus und Anulus fibrosus beseitigt werden. Der Diskus und die pathologisch veränderten Grund- und Deckplatten werden angefrischt, der Zwischenwirbelraum wird aufgefüllt und fusioniert.

Nicht instrumentierte, posteriore Spondylodesetechniken (Fusion in situ) können zwar primär die schmerzhafte Instabilität beseitigen, zeigen aber hohe Pseudarthrosenraten, auch bei langer postoperativer Immobilisation. Auch längerstreckige dorsale Spondylodesen, die gesunde Nachbarsegmente zerstören, schützen davor nicht [12, 14]. Nicht reponierte, in unphysiologischer Stellung befindliche Bewegungssegmente müssen aufgrund der weiterbestehenden pathologischen Scher- und Druckkräfte sowie ungünstigem Hebelarm ein weiteres Abgleiten zeigen, auch bei dorsaler knöcherner Konsolidierung [3, 4, 14]; dies geschieht auch bei degenerativer Spondylolisthese.

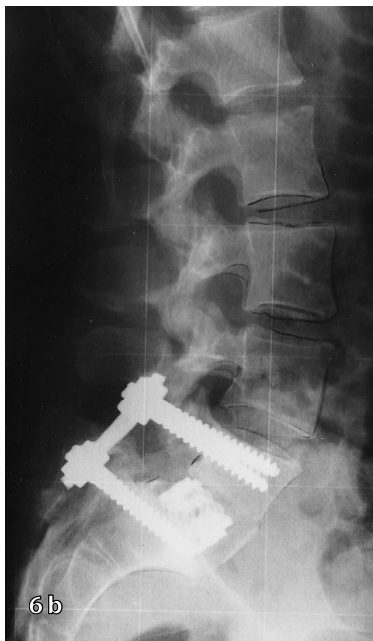
Der größte Anteil der axialen Druckkräfte (80 %) wird durch isolierte ventrale intersomatische Spondylodesen bei voller Reposition zunächst abgefangen. Die Pathologie der passiven dorsalen Anteile (Facettengelenke, Interartikularportion, Ligamente und der erschlafften, dorsalen, aktivmuskulären Zuggurtung) zur Vermeidung der Scherkräfte wird davon allerdings nicht tangiert, so daß die pathologische Hypermobilität im Segment weiterbesteht und dadurch zu einer hohen Pseudarthrosenrate von bis zu 25 % [17], auch bei ventralen Fusionen, führt.

Die direkte Verschraubung der Spondylolyse oder Kompression mittels Schrauben- oder Hakensystemen [6, 10] ist nur im frühen Kindesalter möglich und dann nur, wenn der Gleitvorgang nicht begonnen hat und sich das Segment in neutraler lordotischer Stellung befindet, also bei schmerztherapieresistenten Spondylolysen. Hierzu gibt es nur wenig Indikationen.

Bei schmerzhafter Instabilität, einer Spondylolyse ohne Gleitvorgang bei Kindern ohne Segmentkyphosierung führen wir in ausgesuchten Fällen nach therapieresistenter konservativer Behandlung eine dorsale transpedikuläre Stabilisierung in physiologischer Stellung und eine Laminoplastik von der lateralen Gelenkfacette und dem Querfortsatz auf die Lamina L5 durch (Bandscheibenerhaltungsverfahren). Hier muß nach nachgewiesener dorsaler knöcherner Fusion dann die Metallentfernung erfolgen, um die Mobilität des Segmentes zu erhalten. Progrediente dysplastische (kongenitale) Spondylolisthesen bei Kleinkindern werden ebenso über transpedikuläre Schrauben komplett reponiert und nur bei fehlenden oder schwer dysplastischen dorsalen Gelenkanteilen posterolateral fusioniert. Das abgerundete dysplastische S1-Plateau zeigt in der Folgezeit infolge der Entlastung eine spontane Korrektur.



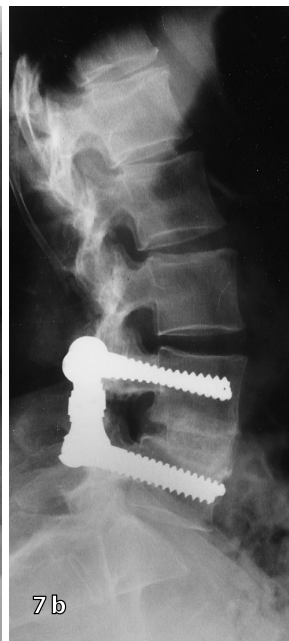
6a



6b



7a



7b

Abb. 6a, b ◀ 39 Jahre, weiblich. Spondylolisthese Meyerding Grad II, positiver Gleitwirbel, degenerative Nekrose der Grund- und Deckplatten, Lumboischialgien. Operation: Reposition, Substitution des ventralen Osteotomiedefekts mit Titanhohlzylinder (BWM), Spongiosaanlagerung

Abb. 7a, b ◀ 50 Jahre, weiblich, Spondylolisthesis Meyerding Grad II. Klinisch: Claudicatio spinalis, rezidivierende Lumbalgien. Operation: dorsale Dekompression, komplette Repositionskorrektur in physiologischer Stellung. Wegen Osteoporose achsenstabiles Implantat. Solide ventrale Fusion (Knocheigenmaterial)

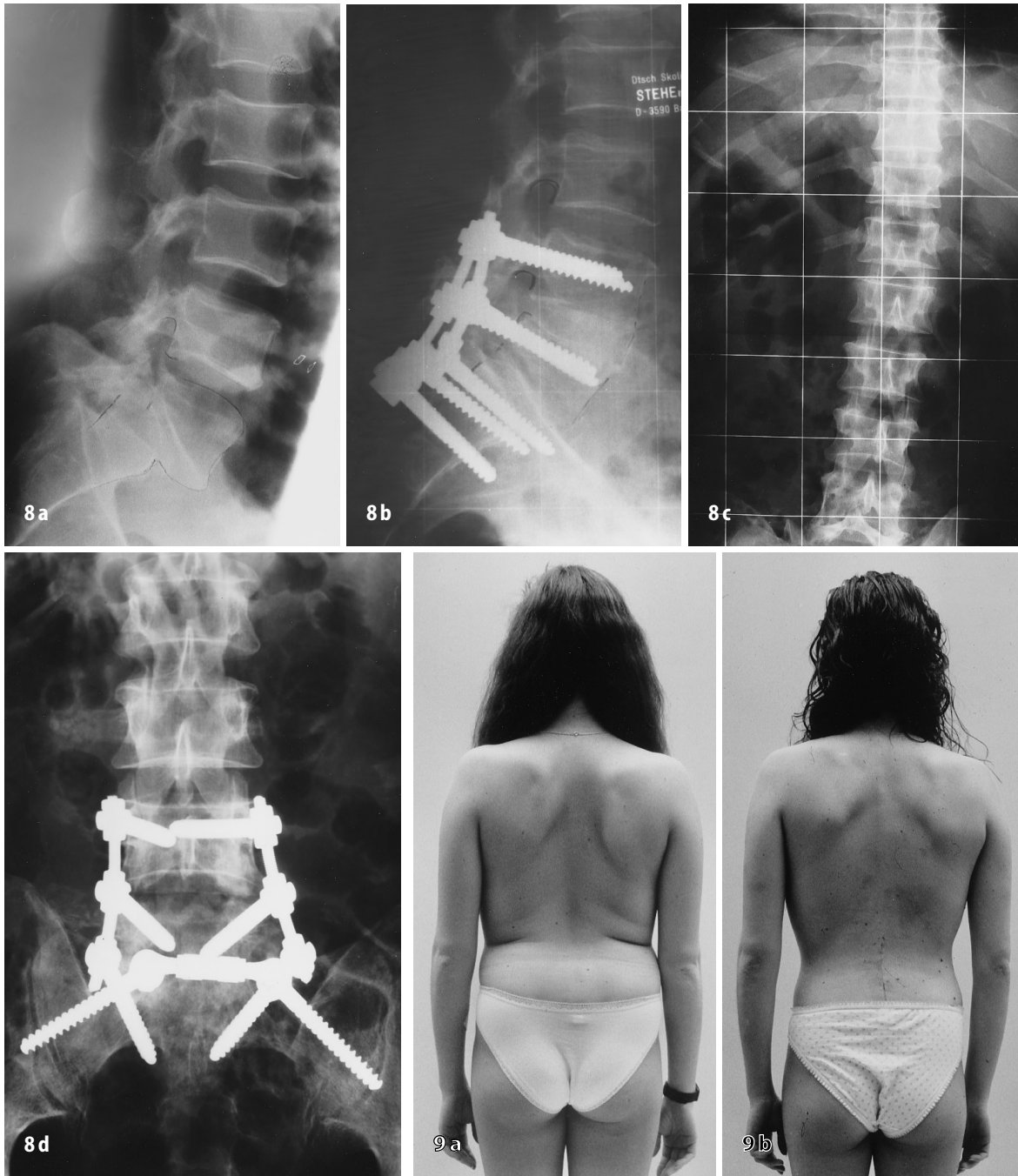


Abb. 8 a–d ▲ Traumatische Spondylolisthese mit Sacrumfraktur. Komplette Reposition und Korrektur der Rotationsfehlstellung (Skoliose), Kompression der Sacrumfraktur mit BWM-Spacerelement

Abb. 9 a, b ▲ 19 Jahre, weiblich, Harmonisierung der Körperproportionen eine Woche nach Reposition einer Spondyloptose

Bei einem Gleitgrad Meyerding I–III wenden wir eine einzeitige, dorso-ventrale Operationsmethode mit dorsaler Reposition über transpedikuläre Schrauben an. Die biomechanischen Repositionsschritte sind: dorsale Dis-

traktion, dorsale Reduktion des Gleitwirbels in kyphotischer Stellung und die abschließende dorsale Relordosierung in physiologische Stellung, die 3D-Fixation in dieser Korrekturstellung über das Implantat, dann die dorsale

Spanentnahme vom Beckenkamm über den gleichen Operationszugang, die Dekortikation der lateralen Gelenkfacette, des angrenzenden Prozessus-transversus-Anteils und des Wirbelbogens L5 sowie die Spondylodese mit Spongiosa-chips, Verschluß des Zugangs; Drehung des Patienten; Darstellung des Gleitsegments von ventral über den retroperitonealen Zugang, Entfernung der Bandscheiben, Anfrischung der Grund- und Deckplatten, Distraction des Zwischenwirbelraums, um die dorsale iatrogene metallgestützte Zuggurtung zu entla-

sten, Einbringung von kortikospongiösen Blöcken oder Einbringung eines intersomatischen Platzhalters (Abb. 6) mit zusätzlicher Spongiosaanlagerung, die oft bei Erwachsenen bei bestehender Grund- und Deckplattennekrose nach Entfernung der Knochennekrose notwendig ist, um den großen Zwischenwirbelraum auszufüllen. Die Aufrechterhaltung der ventralen Distraction mit einer ventralen Metallinterposition bietet darüber hinaus in Verbindung mit der dorsalen Zuggurtung eine annähernd primär stabile Konstruktion. Bei stark osteoporotischem Knochenmaterial ist sie zu empfehlen oder aber ein dorsales achsenstabiles Implantat zu benutzen (Abb. 7).

Bei höheren Gleitgraden (Meyering Grad IV), ausgeprägter Segmentkyphose oder bei Eintreten einer Spondyloptose ist infolge der bereits eingetretenen Verkürzung der Bandstrukturen des M. psoas oder der Deformierungen des sakralen Plateaus [13] nicht immer genügend Distraction zu erzielen, um den abgeglittenen Wirbelkörper L5 vor das Sakrum zu bringen, um dann die dorsale Reposition durchzuführen. In diesem Fall kann nach Entfernung der dorsalen Lamina eine Osteotomie des dysplastischen S1-Plateaus vorgenommen und somit Platz für die Reposition geschaffen werden. Auf jeden Fall ist es in solchen Fällen notwendig, bei der Reposition die Nervenwurzeln L₅ darzustellen, damit sie während des Repositionsvorgangs zu sehen sind und deshalb geschont werden können. Die von vielen Autoren beschriebenen neurologischen Risiken [2] von bis zu 22 % bei der Reposition von Spondylodesen hohen Gleitgrades können damit vermieden werden. Beim Repositionsvorgang, der immer über eine Distraction und Kyphosierung des Gleitwirbels und dann in dorsaler Reduktion erfolgt, müssen oft sehr große Kräfte angewandt werden; hierzu haben wir spezielle Schrauben entwickelt [9]. Das spezielle Gewindedesign erlaubt große Zugkräfte zu übertragen. Um die Reposition leichter, effektiver und schonender durchführen zu können, kann der Korrekturhebelarm durch Aufsetzen von Repositionsgeräten außerhalb des Situs gelegt werden. Nach der Reposition des Gleitwirbels und Wiederherstellung der Segmentlordose erfolgt wiederum die achsenstabile Fi-

xierung über die Implantate; die posterior-laterale Überbrückungsspondylodese zwischen Massa lateralis des Sakrums und äußerer Gelenkfacette und Wirbelbogen von L5, dann die ventrale intersomatische distrahierende Substitution zur Reduktion der dorsalen instrumentellen Zuggurtung (20 %) und zur Gewährleistung einer sicheren Fusion des Bewegungssegments (Abb. 4).

In Fällen von ankylosierter Spondyloptose ist meist ein zweizeitiges Operationsverfahren notwendig. Hierzu wird zunächst ein dorsoventrales Release durchgeführt, eine komplette oder teilweise Resektion des Wirbelkörpers L5 sowie eine Entfernung der dorsalen ankylosierten Strukturen, der ankylosierten Knochenstrukturen und der verkürzten Bandstrukturen unter völliger Dekompression und Darstellung der Nervenwurzeln L₅. Dann erfolgt die externe Distraction durch den Patienten selbst über eine Woche, um die Nervenwurzeln an die erforderliche Distraction (Verlängerung) zu gewöhnen. Hier ist die Eigendistraction das schonenste Verfahren. Über einen erneuten dorsoventralen Zugang wird dann die übliche Reposition über die Distraction, Kyphosierung des Gleitwirbels, Reduktion des Gleit- oder Nachbarwirbels und Relordosierung vorgenommen. Auch hier müssen nach Resektion oder Teilresektion von L5 große Zwischenwirbelräume aufgefüllt werden, wozu es teilweise alloplastischer Materialien bedarf (Abb. 5).

Klinische Ergebnisse

Von 1986–1993 haben wir über 1300 dorsoventrale Fusionen bei lumbosakralen Instabilitäten durchgeführt. 32 % dieser lumbosakralen Instabilitäten waren echte Spondylolisthesen. Bei 18 % der Patienten waren bereits Fusionsoperationen durchgeführt worden. Der Grund für wiederaufgetretene Beschwerden bestand hauptsächlich in Pseudarthrosen. Die Ursache der Pseudarthrosenentstehung lag in der alleinigen, dorsalen Spondylodese in situ, in nicht reponierten Gleitwirbeln, persistierenden pathologischen Kyphosen im Gleitsegment und bei nahezu allen Pseudarthrosen fehlten ventrale intersomatische Fusionen.

Bei einem durchschnittlichen positiven Gleitwinkel von 38° konnte bei

92 % der Fälle ein negativer Winkel im korrigierten Gleitsegment [5] zur Reduktion der pathologischen Scherkräfte erreicht werden [15]. Bei 129 (64,5 %) Fällen konnte eine volle Reduktion erreicht werden, bei 48 Fällen konnte eine Korrektur bis zu einem Gleitgrad I erzielt werden. In 42 Fällen mussten 2 Segmente fusioniert werden. Das hauptsächliche Symptom bei der Indikationsstellung waren Schmerzen. Diese konnten in 94 % der Fälle beseitigt werden. Nur 9 Patienten hatten Restbeschwerden und waren deshalb unzufrieden; 36 Patienten hatten Wurzelläsionen mit und ohne Lendenstrecksteife, die in 97 % der Fälle behoben werden konnten. Bei 5 Patienten traten postoperativ Fußheberschwächen auf, in 2 Fällen beidseits, die bis zur ersten ambulanten Kontrolle behoben waren. Einmal trat eine tiefe Wundinfektion auf. Bei 6 Patienten kam es zu Gewindestabbrüchen, in 2 Fällen zu einer Pseudarthrose. In beiden Fällen wurde eine Reinstrumentation notwendig; 15 junge Patienten hatten eine begleitende Skoliose, die in allen Fällen korrigiert werden konnte.

Bei einer Nachuntersuchung von 32 Kindern und Jugendlichen mit Spondylolisthesen hoher Gleitgrade (Meyering III, IV), die während des Zeitraums 1991–1995 operiert wurden, konnte in 25 Fällen (78 %) eine volle Reposition mit negativem Winkel im Gleitsegment erreicht werden. Es konnte durch die Reposition ein durchschnittlicher Rumpflängengewinn von 4,2 cm erreicht werden (Abb. 9). Bei 3 dieser Patienten traten Fußheberschwächen auf, die reversibel waren.

Literatur

1. Bergmark A (1989) **Stability of the lumbar spine: a study of mechanical engineering.** Acta Orthop Scand [Suppl] 230: 28
2. Bitan E, Padovani JP, Glorion C, Rigault P, Touzet PH, Finidori G (1990) **Spondylolisthesis à grand déplacement de l'enfant et de l'adolescent.** Rev Chir Orthop 76: 425–436
3. Bosworth DM, Fielding JW, Demarest L, Bonaquist M (1955) **Spondylolisthesis: a critical review of a consecutive series of cases treated by arthrodesis.** J Bone Joint Surg Am 37: 767
4. Boxall D, Bradford DS, Winter RB, Moe JH (1979) **Management of severe spondylolisthesis in children and adolescents.** J Bone Joint Surg Am 61: 479–495
5. Bradford DS (1978) **Spondylolysis and spondylolisthesis in children and adolescents.** In: Winter RB, Bradford DS, Lonstein JE. Scoliosis and

other spinal deformities. Saunders, Philadelphia, pp 403–423

6. Buck JE (1970) **Direct repair of the defect in spondylolisthesis.** J Bone Joint Surg Br 52: 432
7. Francillon R (1990) **Spondylolisthesen, Orthopädie in Praxis und Klinik.** Thieme, Stuttgart
8. Kummer B (1991) **Biomechanische Aspekte zur Instabilität der Wirbelsäule.** In: Fuchs GA (Hrsg) Die instabile Wirbelsäule. Thieme, Stuttgart, S 8
9. Metz-Stavenhagen P, Völkel H-J (1995) **Reposition und Stabilisierung von fixierten Spondylolisthesen hoher Gleitgrade mit einem neuen Repositionsgerät.** Norddeutscher Orthopädenkongress, Magdeburg
10. Morscher E, Gerber B, Fasel J (1984) **Surgical treatment of spondylolisthesis by bone grafting and direct stabilization of spondylolysis by means of an hook-screw.** Arch Orthop Trauma Surg 103: 175–178
11. Newman PH (1963) **The etiology of spondylolisthesis.** J Bone Joint Surg [Br] 45: 39
12. Onimus M, Fiore N, Laurain JM (1988) **Résultats de l'arthrodèse lombosacrée postérolatérale.** Rev Chir Orthop [Suppl II] 74: 94–98
13. Pfeil J (1988) **Wachstum der Lendenwirbelsäule unter physiologischen und pathologischen Bedingungen. Die Wirbelsäule in Forschung und Praxis.** Hippokrates, Stuttgart, S 20–41
14. Seitsalo S, Österman K, Hyvärinen H, Schlenzka D, Poussa M (1990) **Severe spondylolisthesis in children and adolescents. A longterm review of fusion in situ.** J Bone Joint Surg [Br] 72: 259–265
15. Völkel H-J, Metz-Stavenhagen P, Geipert H (1993) **Kriterien der Segmentspondylodese bei der schmerzhaften und progredienten Olisthese (Ergebnisse von 200 Fällen).** Norddeutscher Orthopädenkongress Hannover
16. Wiltse LL, Newman PH, Macnab I (1976) **Classification of spondylolysis and spondylolisthesis.** Clin Orthop 117: 23–29
17. Zippel H, Hähnel H (1990) **Operative Behandlung von Spondylolyse/Spondylolisthese.** In: Matzen KA (Hrsg) Wirbelsäulenchirurgie: Spondylolisthesis. Thieme, Stuttgart, S 63–70

D.W. Stoller

Magnetic Resonance Imaging in Orthopaedics and Sports Medicine

Lippincott-Raven 1996. 2. Auflage, circa 1380 Seiten, 3335 Abbildungen, 247 davon mehrfarbig. (ISBN-0-397-51542-1), DM 520,–

Bewährtes Konzept: Kernspintomographie in der Orthopädie und Sportmedizin gegliedert nach anatomischen Regionen bzw. nach Krankheitsbildern, ergänzt durch Kapitel zu wichtigen technischen Aspekten. Eine Kooperation zwischen Radiologen, Orthopäden, Sportmedizinern und Pathologen abgerundet durch Beiträge von Spezialisten aus den Entwicklungslabors der Software- und Geräteindustrie. Übersichtliche, konsequente Gliederung, kurze, prägnante Kapitel und ein umfangreiches Literaturverzeichnis. Vermittlung der jeweils adäquaten Untersuchungstechnik und der optimalen Sequenzwahl. Beschreibung der typischen Normalbefunde und Hinweise auf mögliche Fallstricke. Darstellung der in der Orthopädie und Sportmedizin etablierten und häufig verwendeten Einteilungsschemata. Erklärung der wichtigsten arthroskopisch-therapeutischen und operativen Verfahren sowie Beschreibung typischer postoperativer MRT-Befunde. Mit „state of the art“ Technologie erstelltes, erstklassiges Bildmaterial, unter didaktischen Gesichtspunkten aufgearbeitet, und durch farbige Skizzen und Zeichnungen ergänzt.

Wesentliche Neuerungen: 4 Jahre nach der 1. Auflage, 1500 weitere Abbildungen, 250 zusätzliche Seiten und mehrere hundert neue anatomische und pathohistologische und arthroskopische Korrelationen. Vier neue Kapitel zum Thema Sicherheitsaspekte, Echoplanar Imaging, MR-Bildgebung des Gelenkknorpels sowie Diagnostik von Verletzungen der Muskulatur. Noch ausführlichere Diskussion der Gebiete MR Arthrographie, der Fettsuppressionstechnik und der ultraschnellen Bildgebung und ein bis ins Jahr 1996 aktualisiertes Literaturverzeichnis. Aktuelle Standortbestimmung der Kernspintomographie durch Auflistung der Sensitivität, Spezifität und Treffsicherheit der MRT im Vergleich zu anderen bildgebenden Verfahren. Berücksichtigung und kritische Diskussion derzeit noch kontroverser Resultate.

Kritische Bemerkungen: unverändert etwas mühselig das Aufsuchen des Bildmaterials beim Lesen. Text und Bilder sind innerhalb der Kapitel häufig in Blöcken zusammengefaßt und deshalb selten visuell, parallel zu erfassen. Ärgerlich auch, die lange schon angekündigte und beim Bucherwerb im Paket von vielen Kunden mitbestellte CD Rom Version ist immer noch nicht erschienen (Stand: 8/97)

Fazit: für den Radiologen und den Orthopäden, der sich schwerpunktmäßig mit Kernspintomographie in Orthopädie und Sportmedizin beschäftigt eine klare Kaufempfehlung. Als „all in one“ Referenz ist der Stoller auf dem Weg zum Standardwerk.

B. Betsch (Heidelberg)

H. Rössler/W. Rütger, Hrsg.

Orthopädie

Urban & Schwarzenberg 1996, 17. völlig neu bearb. Aufl., ca 540 S., ca 360 zum Teil vierfarbige Abb., Kunststoff, ca DM 68,–

Die vorliegende Neuausgabe setzt nunmehr in der 17. Auflage das Orthopädische Lehrbuch von Pitzen fort. Mit einem Umfang von 417 Seiten ist das Buch zunächst in einen allgemeinen Teil mit Grundlagen der Diagnostik und Therapie sowie einen umfangreichen klinischen Teil untergliedert. Das Buch ist sehr reichhaltig mit Röntgenbildern und einprägsamen farbigen Schemazeichnungen ausgestattet. Am Ende eines jeden Kapitels folgt eine stichwortartige Zusammenfassung.

Sämtliche Themenbereiche aus der Orthopädie sowie aus den Randgebieten, beispielsweise wie der Traumatologie, Neurologie und Angiologie wurden sorgfältig zusammengestellt. Durch die übersichtliche Gliederung, die straffen Texte sowie die reichhaltige Bebilderung ist eine rasche Orientierung in dem Stoffgebiet möglich. Auch komplexe Themen, wie z. B. die Tumore des Bewegungsapparates, sind anschaulich aufgearbeitet. Insgesamt wird das Stoffgebiet leicht verständlich und abwechslungsreich vermittelt.

Das Buch wendet sich in erster Linie an den interessierten Studenten, wegen der gut verständlichen Aufmachung jedoch auch an die medizinischen Hilfsberufe. Für Assistenten in der orthopädischen Weiterbildung bietet es eine einführende Orientierung. Kollegen aus anderen Fachbereichen, wie z. B. der Allgemeinmedizin, Pädiatrie oder aber auch der Traumatologie finden hier ein Buch zum schnellen Nachschlagen. Der Preis von ca. 68,– DM ist ausgesprochen günstig.

H. Reilmann (Braunschweig)