

Redaktion

R. Graf · Stolzalpe
D. Kohn · Homburg/Saar
J. Lühr · Hamburg
H.-P. Scharf · Mannheim

Die Beiträge der Rubrik „Weiterbildung · Zertifizierte Fortbildung“ sollen dem Facharzt als Repetitorium dienen und dem Wissensstand der Facharztprüfung für den Arzt in Weiterbildung entsprechen. Die Rubrik beschränkt sich auf gesicherte Aussagen zum Thema.

E. W. Fritsch

Orthopädische Universitäts- und Poliklinik, Homburg/Saar

Spondylolisthesis



Willkommen zur Zertifizierten Fortbildung bei Springer! Mehr Information finden Sie unter <http://cme.springer.de> oder am Ende dieser Fortbildungseinheit

„Spondylolisthesis is confusing and unfortunately not very well understood ... Some facts about spondylolisthesis are accepted. For example, some spondylolistheses do not progress; and some a great deal. Some spondylolistheses are painful, and some not. Some spondylolisthesis are very deforming and some are not. Some spondylolistheses respond to posterior fusion alone and some progress severely with pseudarthrosis despite attempted posterior fusion. Few topics in spinal pathology have such varied clinical and anatomic aspects as spondylolisthesis. There are few pathologic conditions of the spine for which there are so many controversial therapeutic procedures.“

„Die Spondylolisthesis ist nach wie vor ein verwirrendes Krankheitsbild ... Einige Fakten über die Spondylolisthesis sind allgemein akzeptiert: Manchmal schreitet die Spondylolisthesis nicht fort, manchmal stark. Manchmal verursacht eine Spondylolisthesis Schmerzen, manchmal nicht. Manchmal geht eine Spondylolisthesis mit einer schweren Wirbelkörperdeformität einher, manchmal nicht. Manchmal ist eine hintere Fusion allein erfolgreich und manchmal schreitet die Spondylolisthesis trotz angestrebter Fusion unter Ausbildung einer Pseudarthrose fort. Wenige Erkrankungen der Wirbelsäule haben eine solche Variabilität im klinischen und anatomischen Erscheinungsbild. Es gibt wenige pathologische Veränderungen an der Wirbelsäule für die es so viele kontroverse therapeutische Verfahren gibt wie für die Spondylolisthesis.“ (R.L. DeWald [7]).

Historische Entwicklung

Das Wirbelgleiten wurde erstmals von dem belgischen Gynäkologen G. Herbiniaux im Jahre 1782 beschrieben [20]. Dieser erkannte, dass die Dislokation des lumbosakralen Segments ein Geburtshindernis darstellen kann. Hierdurch kann es unter der Geburt zur Uterusruptur kommen die in der damaligen Zeit oft tödlich war.

Der Begriff ▶ **Spondylolisthesis** wurde erstmals von H.F. Kilian im Jahre 1854 eingeführt [25], 1 Jahr später erfolgte die Beschreibung des ▶ **Pars-interarticularis-Defekts** als eine mögliche Ursache der Spondylolisthesis durch H.F.L. Robert [44] und D.Z. Lambi [27]. Dass eine Spondylolisthesis auch ohne Defekt durch ▶ **Elongation der Pars interarticularis** möglich ist, wurde erstmals im Jahre 1881 durch F. Neugebauer beschrieben [39].

- ▶ **Spondylolisthesis**
- ▶ **Pars-interarticularis-Defekte**

- ▶ **Elongation der Pars interarticularis**

© Springer-Verlag 2003

Priv.-Doz. Dr. E. W. Fritsch
Orthopädische Universitäts- und Poliklinik, 66421 Homburg/Saar
E-Mail: ekkehard.fritsch@uniklinik-saarland.de

► Schweregradeinteilung der Spondylolisthesis

► Pseudospondylolisthese

Gleiten eines Teils der Wirbelsäule auf dem darunter liegenden Teil

► Klassifikation nach Wiltse, Newman und McNab

► Postoperative Spondylolisthesis

1930 wurde von Junghanns die degenerative Form des Wirbelgleitens bei welcher Dysplasien oder Lysen in der Interarticularportion fehlen als Pseudospondylolisthesis bezeichnet [23].

Die einfachste ► **Schweregradeinteilung der Spondylolisthesis** erfolgte 1931 durch H.W. Meyerding [34]. Nach M.R. Francillion (1958) [11], M. Lange (1959) [29] und W. Taillard (1959) [48] lautet die Definition: „Spondylolisthesis diejenige Ventralverschiebung eines Wirbelkörpers mit den kranialen Gelenkfortsätzen und Querfortsätzen, die durch eine Kontinuitätsdurchtrennung (Spondylolyse) oder eine übermäßige Elongation der Zwischengelenkstücke (Interarticularportion, Isthmus) des seitlichen Wirbelbogens bedingt ist“.

Bei der ► **Pseudospondylolisthese** gleitet der gesamte Wirbel einschließlich des Bogens und aller Fortsätze aufgrund degenerativer Veränderungen nach vorne und es fehlt die Spaltbildung oder Elongation der Interartikularportion. Nach S. Nazarian [37] ist die einfachste Definition einer Spondylolisthesis: „Gleiten eines Teils der Wirbelsäule auf dem darunter liegenden Teil“.

Klassifikationen

Die gängigste ► **Klassifikation** der Spondylolisthesis geht auf L.L. Wiltse, P.H. Newman und I. McNab (1976) zurück [53]. Diese Autoren unterschieden:

- dysplastische Spondylolisthesis,
- isthmische Spondylolisthesis hervorgerufen durch eine Ermüdungsfraktur, Elongation oder akute Fraktur der Pars interarticularis,
- degenerative Spondylolisthesis,
- traumatische Spondylolisthesis,
- pathologische Spondylolisthesis.

1989 wurde diese Klassifikation modifiziert [54] und um die Gruppe der ► **postoperativen Spondylolisthesis** ergänzt. Nun wird ein Wirbelgleiten klassifiziert in:

- Angeborene oder dysplastische Spondylolisthesis:
Subtyp A axiale Ausrichtung der Gelenkfortsätze,
Subtyp B sagittale Ausrichtung der Gelenkfortsätze.
- Isthmische Spondylolisthesis:
Subtyp A Lyse im Bereich der Pars interartikularis,
Subtyp B sekundäre Elongation der Pars interarticularis.



Abb. 1 ► **Spondylolisthesis durch Entwicklungsstörung mit Lyse der Interartikularportion (Pfeil), starker trapezoidförmiger Verformung des Wirbelkörpers L5 und hohem Gleitgrad**

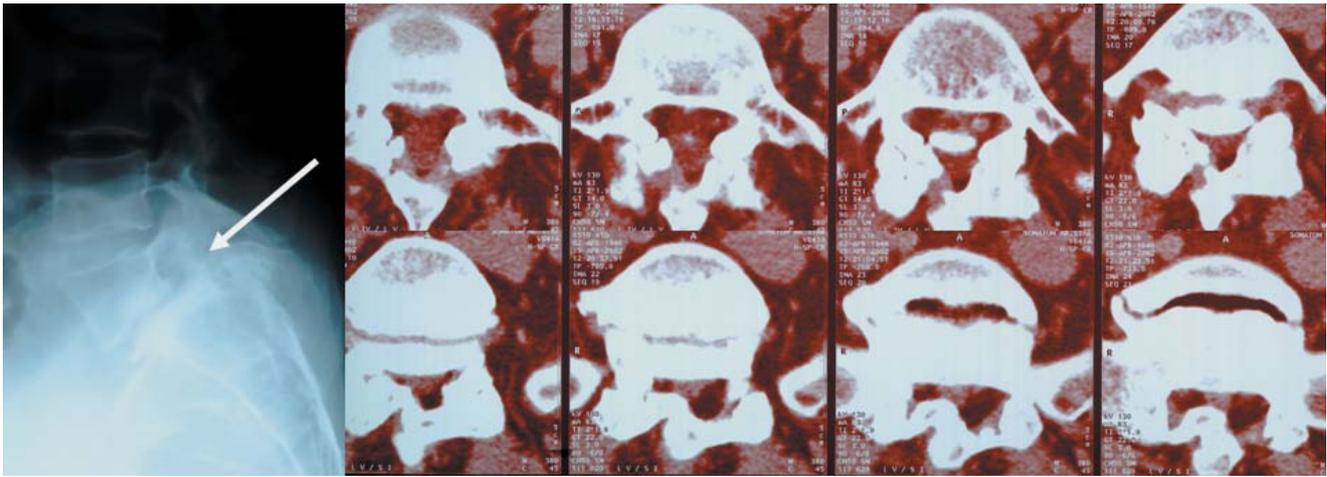


Abb. 2 ▲ Spondylolisthesis durch Entwicklungsstörung mit Lyse der Interartikularportion (Pfeil), trapezoidförmiger Verformung des insgesamt dysplastischen Wirbelkörpers L5 und geringem Gleitgrad (seitliches Röntgenbild); im CT (rechts) sind hochgradige Bogenanomalien zu erkennen

- Degenerative (Pseudo-) Spondylolisthesis;
- Traumatische Spondylolisthesis;
- Pathologische Spondylolisthesis;
- Postoperative Spondylolisthesis.

Diese Klassifikationen blieben in der Literatur jedoch nicht unkritisiert, da sie auf einer Mischung aus ätiologischen und morphologischen Kriterien beruhen und nicht in allen Fällen eine präzise reproduzierbare Einteilung erlauben [32].

Eine neuere Klassifikation basiert auf der Sichtweise, dass bei der Spondylolisthesis das Gefüge aus dem „knöchernen Haken“ des einen Wirbels und des „Widerhaken“ des darunter liegenden Wirbels gestört ist [7, 32]. Der „knöcherne Haken“ besteht aus dem Pedikel, der Pars interarticularis und der inferioren Gelenkfacette, der „Widerhaken“ besteht aus der Hinterkante mit der superioren Gelenkfacette des darunter liegenden Wirbels. Hier-nach werden nun grundsätzlich zwei Störungen in diesem Gefüge unterschieden.

Die Entwicklungsstörung und die erworbene Störung

Die auf dieser Sichtweise aufbauende Klassifikation von P.G. Marchetti und P. Bartolozzi [32] sieht folgende Einteilung vor:

► Spondylolisthesis durch Entwicklungsstörung:

- A Mit starker Dysplasie der knöchernen Strukturen (Abb. 1, 2, 3, 4);
- A1 mit Lyse der Interartikularportion (s. Abb. 1. 2),



Abb. 3 ▲ Spondylolisthesis LWK4/5 mit Lyse der Interartikularportion (Pfeil), geringer Dysplasie der knöchernen Strukturen und geringem Gleitgrad

► Spondylolisthesis durch Entwicklungsstörung

▶ **Erworbene Spondylolisthesis**

Abb. 4 ▲ **Spondylolisthesis LWK5/S1 mit Lyse der Interartikularportion (Pfeil), geringer Dysplasie der knöchernen Strukturen und höherem Gleitgrad**

- A2 mit Elongation der Interartikularportion.
- B Mit geringer Dysplasie der knöchernen Strukturen (s. Abb. 3, 4):
- B1 mit Lyse der Interartikularportion.

▶ **Erworbene Spondylolisthesis:**

- A Traumatische Spondylolisthesis:
 - A1 akute Fraktur,
 - A2 Stressfraktur.
- B Postoperative Spondylolisthesis:
 - B1 direkte Operationsfolge (Lokalisation der Operation und Spondylolisthesis stimmen überein, Abb. 5),
 - B2 indirekte Operationsfolge (z. B. Anschlusssegment nach Spondylodese).
- C Pathologische Spondylolisthesis:
 - C1 Störung der „knöchernen Hakens“ durch lokale Pathologie (Tumor; Entzündung),
 - C2 Störung des „knöchernen Hakens“ durch Knochenstoffwechselerkrankungen.
- D Degenerative Spondylolisthesis:
 - D1 primäre Form (bei normal aufgebauter Wirbelsäule, Abb. 6),
 - D2 sekundäre Form (Bei Vorhandensein von kongenitalen Anomalien der Wirbelsäule, Abb. 7).

Überschneidungen der beiden Hauptgruppen bestehen v. a. bei der traumatisch bedingten Spondylolisthesis. Bei adäquatem Trauma und normalem Knochen (üblicherweise nur bei schwerer

Verletzung) wird eine Spondylolisthesis als traumatisch/erworben klassifiziert. Bei ungenügender Traumaschwere hingegen wird eine Entwicklungsstörung postuliert, die zu einer verminderten Belastbarkeit der Pars interarticularis führt.

Ätiologie

Die Ätiologie der erworbenen Formen der Spondylolisthesis ist kaum Gegenstand der Diskussion. Der ▶ **degenerativen Spondylolisthesis** liegt ein Verschleiß der Bandscheibe und der kleinen Wirbelgelenke zugrunde. Die darauf zurückzuführende Instabilität führt zu einem Remodeling im Bereich der posterioren Wirbelelemente und zu einem Gleiten des gesamten Wirbels einschließlich des Bogens und aller Fortsätze nach vorne. Eine ▶ **traumatische Spondylolisthese** setzt ein entsprechend schweres Trauma mit Fraktur voraus [32, 58].

Auch muss der Verletzungsmechanismus geeignet sein um den sehr stabilen lumbosakralen Übergang so zu frakturieren, dass eine traumatische Spondylolisthese entstehen kann. Es handelt sich um gänzlich oder überwiegend a.-p.- oder p.-a.-Krafteinwirkungen, die oft mit schweren abdominellen Traumata einhergehen [32].

Bei der ▶ **pathologischen Spondylolisthesis** liegt entweder eine Schwächung oder Schädigung der Pars articularis durch eine Entzündung oder einen Tumor vor oder aber es liegt eine generalisierte Skeletterkrankung zugrunde. Zu nennen sind: Osteomalazie, Osteopetrose, Osteochondrodysplasie, Arthrogryposis, M. von Recklinghausen, Marfan-Syndrom.

Die ▶ **postoperative Spondylolisthesis** kann in der direkten Form nach einer operativen Maßnahme an der Wirbelsäule bei der die posterioren Wirbelelemente

▶ **Degenerative Spondylolisthesis**▶ **Traumatische Spondylolisthese**▶ **Pathologische Spondylolisthesis**▶ **Postoperative Spondylolisthesis: direkte und indirekte Form**

► **Dysplastische bzw. isthmische Spondylolisthesis**

► **Genetische Disposition**

► **Dysplastische Theorie**

► **Definiertes Trauma**
► **Schleichende Fraktur**

Ätiologie der nicht erworbenen Spondylolisthesis: eine multifaktorielle genetisch determinierte Dysplasie, hervorgerufen durch biomechanische Stresssituationen, verursacht durch den aufrechten Gang und evtl. traumatische Ereignisse



Abb. 5 ▲ **Postoperative Spondylolisthesis LWK4/LWK5 nach Laminektomie**

kompromittiert wurden entstehen. Die Listhese entsteht im operierten Segment [32]. Die indirekte Form der postoperativen Spondylolisthesis handelt es sich um eine degenerative Form in der Regel in dem Segment unmittelbar oberhalb einer Wirbelfusion [32, 58].

Für die Ätiologie der ► **dysplastischen bzw. isthmischen Spondylolisthesis** in der Klassifikation nach Wiltse et al. [53] sind verschiedene Theorien im Laufe der Zeit aufgestellt und teilweise wieder verworfen worden.

Nach Hein [19] können eine kongenitale Theorie, eine dysplastische Theorie, eine traumatische Theorie und eine Theorie der schleichenden Fraktur unterschieden werden. Eine ► **genetische Disposition** kann aus den Beobachtungen abgeleitet werden, dass die Prävalenz bei Kaukasiern im frühen Schulalter mit 4–4,5% vorgefunden wird und dann während des Wachstums etwas zunimmt und beim Erwachsenen 6,0–7,2% beträgt [46], bei anderen ethnischen Gruppen jedoch deutlich unterschiedlich ist. So findet man bei den Inuit in Alaska eine Prävalenz der Spondylolisthesis von 32,9% und bei den Ainos in Japan eine Prävalenz von 41% [46], wohingegen schwarze Frauen mit 1,1% die niedrigste Prävalenz aufweisen [58].

Die ► **dysplastische Theorie** wird durch die Beobachtung gestützt, dass eine Spondylolisthesis beim Fötus und Neugeborenen unbekannt ist [18, 32], bei Säuglingen eine Rarität darstellt [32] und sich erst im Laufe des Wachstums entwickelt. Im Parallelschluss zur Hüftdysplasie wird angenommen, dass eine angeborene Bereitschaft zur Fehlentwicklung („Dysplasie“) der knöchernen Wirbelbogenanteile sich unter exogenen Einflüssen wie Gewicht, Wachstum und degenerativen Prozessen der Bandscheiben und Ligamente unterschiedlich entwickelt [32].

Die Möglichkeit der Entstehung einer dysplastischen oder isthmischen Spondylolisthesis durch ein ► **definiertes Trauma** wird heute abgelehnt [19].

Die Theorie der ► **schleichenden Fraktur** wird dadurch gestützt, dass die Spondylolyse die histologischen Charakteristika einer fibrocartilaginären Pseudarthrose aufweist [46] und experimentell durch lokalen Stress im Sinne von Wechselbiegebelastungen reproduzierbar ist [22]. Weiterhin spricht das gehäufte Auftreten einer Spondylolisthesis bei Sportarten die Hyperextensionsbewegungen der lumbalen Wirbelsäule oder Heben beinhalten (Turner, Wasserspringer; Speerwerfer, Gewichtheber, Ballettänzer) für diese Theorie [46]. Diese Erkenntnisse haben dazu geführt, dass nach der Klassifikation von P.G. Marchetti und P. Bartolozzi (1997) Spondylolysen und Spondylolisthesen bei Hochleistungssportlern in gefährdenden Sportarten als durch Stressfraktur erworbene Formen eingeordnet werden [32].

Die heute am ehesten akzeptierte Ansicht zur Ätiologie der nicht erworbenen Spondylolisthesis ist eine multifaktorielle Genese mit den Faktoren: genetisch deter-

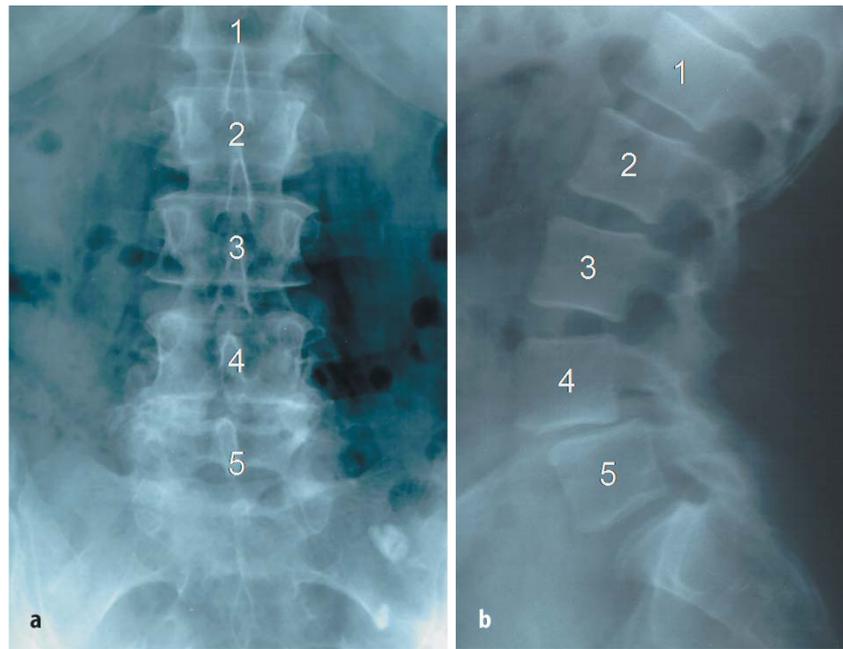


Abb. 6 ▲ Primäre Form der degenerativen Spondylolisthesis mit 5 freien Lendenwirbeln

minierte Dysplasie und biomechanische Stresssituation hervorgerufen durch den aufrechten Gang und evtl. durch traumatische Ereignisse [37].

Epidemiologie und Spontanverlauf

Die ▶ **Prävalenz einer Spondylolyse** beträgt bei Kaukasiern im frühen Schulalter 4–4,5%. Die Häufigkeit nimmt während des Wachstums etwas zu und beträgt beim Erwachsenen 6,0–7,2% [46]. Vom 20. bis 80. Lebensjahr bleibt die Inzidenz dann stabil [18].

Eine Spondylolyse betrifft im Lendenwirbelsäulenbereich zu ca. 90% L5, zu 5–10% L4 und zu 3% L3. Bisegmentale oder trisegmentale Spondylolysen sind eine Rarität [31, 46].

Obwohl es ein- oder beidseitige Spondylolysen ohne Wirbelgleiten gibt (Abb. 8), geht in der Mehrzahl der Fälle die Spondylolyse während des Wachstums in einen Gleitvorgang über, der meist 10–20% nach Laurent u. Einola [30] beträgt [46].

▶ **Prädisponierende Faktoren für eine stärkere Progression** sind [32]:

- ausgeprägtes Gleiten (>20%) schon vor dem präpubertären Wachstumsschub,
- lumbale Hyperlordose,
- vertikale Ausrichtung des L5/S1-Segments,
- stärkergradige anatomische Fehlbildungen,
- insuffiziente knöcherne Ausbildung der Deckplatte von S1,
- manifeste Lyse der Interartikularportion,
- Lokalisation bei L5.

Die bei höhergradigen Spondylolisthesen zu beobachtende trapezoidförmige Deformierung des Gleitwirbelkörpers und die Abrundung der Sakrumdeckplatte (s. Abb. 1) sind hingegen keine Risikofaktoren für eine rasche Progression. Es handelt sich hierbei um sekundäre durch den Gleitvorgang bedingte Verformungen bzw. Wachstumsstörungen der betroffenen Wirbel [32, 46]. Die Bandscheibe im olisthetischen Segment ist schon früh degenerativ durch die oft vertikale Ausrichtung des Segments mit starker Kompression im vorderen Anteil verändert. Hier kann sich ein Circulus vitiosus ausbilden, der zu einem Versagen der Stabilisierung des Segments durch die Bandscheibe führt und somit einem stärkeren Abgleiten Vorschub leistet. Aber auch bei geringerem Gleitgrad ist die Bandscheibe im betroffenen Segment immer degenerativ verändert, eine symptomatische Diskushernie in diesem Segment ist jedoch eine Rarität [41].

▶ Prävalenz einer Spondylolyse

▶ Prädisponierende Faktoren für eine stärkere Progression

Die Instabilität des olisthetischen Segments ist möglicherweise ein entscheidender Faktor für das Auftreten erster Beschwerden

► **Degenerative Spondylolisthesis**

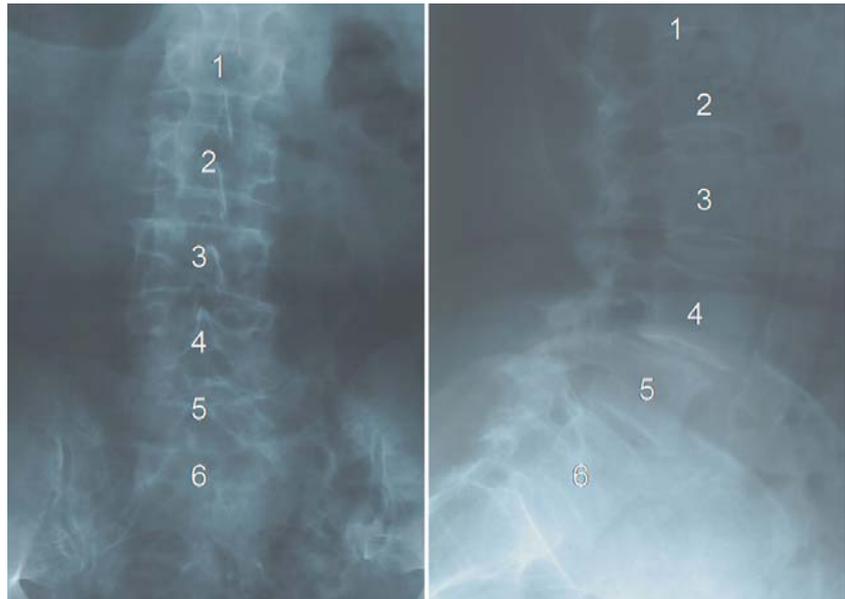


Abb. 7 ▲ Sekundäre Form der degenerativen Spondylolisthesis bei Lumbalisation von S1 mit 6 freien Lendenwirbeln

Obwohl es bisher ungeklärt ist, warum einige Patienten mit Spondylolisthesis symptomatisch werden und die Mehrzahl nicht [46], warum Spondylolisthesen oberhalb von L5 häufiger symptomatisch werden als bei L5 [32, 46] und woher die ersten Beschwerden eigentlich kommen (Nervenendigungen in der Lysezone [47] oder im Diskus [18]), finden sich deutliche Hinweise dafür, dass eine Instabilität des olisthetischen Segment ein entscheidender Faktor für das Auftreten erster Beschwerden ist [32]. Aus dieser Tatsache folgt, dass eine Stabilisierung des olisthetischen Segments das Hauptziel und der hauptsächliche Mechanismus zur Verbesserung der Beschwerden darstellt.

Die ► **degenerative Spondylolisthesis**, die vorzugsweise bei Frauen im Alter >50 Jahre auftritt [7], betrifft nahezu immer das Segment L4/5 [32]. Die Angaben über die Inzidenz der degenerativen Spondylolisthesis schwanken zwischen 4,1% in einem untersuchten Sektionsgut und 10% in einer Röntgenanalyse bei über 60-jährigen Frauen [58].

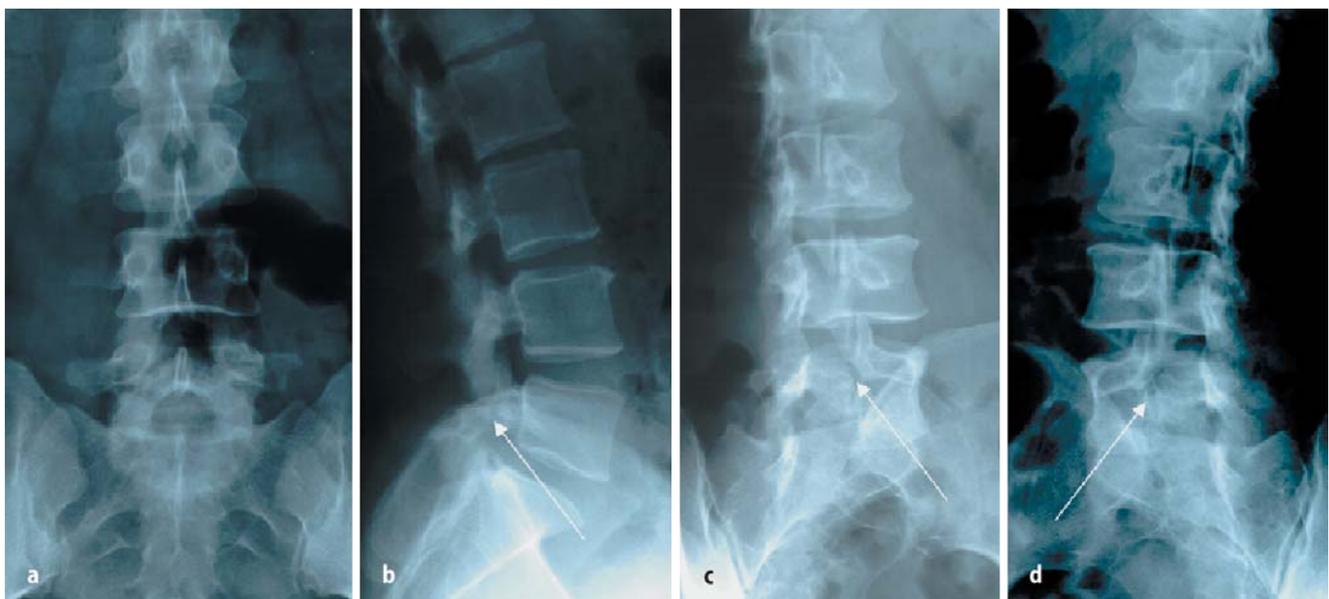


Abb. 8 ▲ Spondylolyse LWK5 ohne Wirbelgleiten: die Defekte in der Pars interarticularis (Pfeil) sind auf der seitlichen und den beiden Schrägaufnahmen deutlich zu erkennen

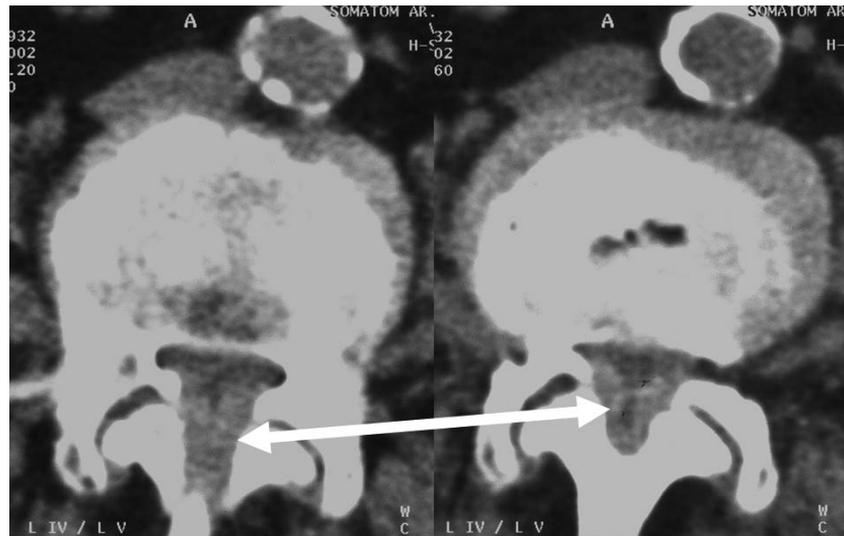


Abb. 9 ▲ CT des Segments L4/5 bei degenerativer Spondylolisthesis: die erhebliche Hypertrophie der Lig. flava (Pfeil) ist deutlich zu erkennen

► Pathologische Spondylolisthesen

► Tumorerkrankung

► Direkte postoperative Spondylolisthesis

► Indirekte postoperative Spondylolisthesen

► Lumbale Rückenschmerzen

► Neurogene Claudicatio-symptomatik

Beschwerden treten langsam zunehmend zunächst in Form von lumbalen Rückenschmerzen oft mit Ausstrahlung in die Hinterseite der Oberschenkel auf. Da die Translation der Wirbel in Verbindung mit der Tendenz des Diskus zur Protrusion [32], den größer werdenden lateralen Osteophyten und der oft zu beobachtenden Hypertrophie der Lig. flava (Abb. 9) zu einer sekundären Spinalkanalstenose führt, bestimmen deren Symptome zunehmend das klinische Bild.

Dezierte Angaben über die Häufigkeit von ► **pathologischen Spondylolisthesen** konnten in der Literatur nicht gefunden werden. In den meisten Abhandlungen über die Spondylolisthesis wird lediglich herausgestellt, dass eine pathologische Spondylolisthesis selten ist [32, 58].

Der Verlauf bei den Formen bei denen ein pathologischer Prozess die Pars articularis zerstört, wird durch die Grundkrankheit bestimmt. Bei zugrunde liegender ► **Tumorerkrankung** stellt die Spondylolisthese meist ein untergeordnetes Problem dar. Nur selten (z. B. im Falle einer isolierten Tuberkulose) können die Spondylolisthesis und die zugrunde liegende Erkrankung gleichzeitig kurativ behandelt werden [32].

Die Häufigkeit der ► **direkten postoperativen Spondylolisthesis** konnte in einem Krankengut der eigenen Klinik bei 480 nachuntersuchten bandscheibenoperierten Patienten aus den Jahren 1965–1980 mit einem Nachbeobachtungszeitraum von >10 Jahren bei 70% der Patienten mit 13,8% bestimmt werden [12]. Mit der Wandlung der Operationstechnik weg von der destabilisierenden Laminektomie oder Hemilaminektomie hin zu stabilitätskonformen Dekompressionstechniken dürfte die Inzidenz dieser direkt durch die operative Maßnahme an der Wirbelsäule bedingten Form der Spondylolisthesis jedoch abnehmen. ► **Indirekte postoperative Spondylolisthesen** werden entsprechend der steigenden Frequenz von Spondylodesen vermehrt festgestellt [3, 15].

In einer Langzeitstudie nach posterolateraler bisegmentaler Fusion der unteren Lendenwirbelsäule konnten Spondylolisthesen in den angrenzenden Segmenten 4-mal häufiger festgestellt werden als in einer Kontrollgruppe ohne Fusion [55].

Klinik

Symptome

Typischerweise sind ► **lumbale Rückenschmerzen** unter körperlicher Belastung, bei längerem Stehen oder Sitzen die ersten Symptome. Manchmal strahlt der Schmerz in das Gesäß und in die Rückseite der Oberschenkel aus. Seltener sind echte radikuläre Schmerzen meist in Form einer Irritation der Nervenwurzel L₅ [31].

Bei älteren Patienten mit degenerativer Spondylolisthesis kann zuweilen ausschließlich eine ► **neurogene Claudicatio-symptomatik** ohne lokale Beschwerden vor-

liegen [31]. Die Beschwerden treten bei den entwicklungsbedingten Formen der Spondylolisthesis vornehmlich bei Adoleszenten mit Beginn des pubertären Wachstumschubes auf [18]. Viele Patienten bleiben aber schmerzfrei bis ins fortgeschrittene Erwachsenenalter [51].

Klinischer Befund

Bei geringgradigem Wirbelgleiten findet sich lokal häufig ein Druck- oder Rüttelschmerz über den betroffenen Dornfortsätzen (meist bei L₅) und oft kann eine Stufe in der Dornfortsatzreihe palpirt werden. Auch kann die Muskulatur lokal verspannt sein. Die Beweglichkeit der Lendenwirbelsäule ist entweder normal oder bei Schmerzen und Muskelverspannung eingeschränkt. Häufig ist ein Pseudolaseque-Zeichen bei Verspannung der ischiokruralen Muskulatur. Meist finden sich keine neurologischen Störungen an der unteren Extremität.

Bei hochgradiger Spondylolisthesis von >50% ist als typische Haltungsveränderung das Becken retrovertiert und das Sakrum steil aufgerichtet. Kompensatorisch ist oberhalb der Spondylolisthese die Lendenlordose stark verstärkt. Bei schlanken Patienten verursachen diese Veränderungen das sog. Sprungschancenphänomen [58]. Aufgrund der Störung im sagittalen Wirbelsäulenprofil kann der Patient im Stehen die Hüften nicht mehr voll strecken und konsekutiv auch nicht die Knie. Die extrem verspannte Ischiokruralmuskulatur kann als sog. Hüftlendenstrecksteife imponieren. Durch diese Veränderungen ist das Gangbild pseudospastisch, schiebend und erinnert an einen Seiltänzer [46].

Eine ▶ **sekundäre Skoliose** bedingt durch asymmetrisches Gleiten ist häufig. ▶ **Nervenzwurzelirritationen** bei Spondylolisthesis können auf drei verschiedene Arten entstehen:

- durch hypertrophes fibrocartilaginäres Gewebe, welches von dem Pars-interarticularis-Defekt ausgeht,
- durch das Abgleiten des Wirbels, wenn ein kleiner knöcherner Hakenosteophyt an der Interartikularportion die Nervenzwurzel unter Spannung versetzt und
- durch eine Verschmälerung der Bandscheibe oft in Verbindung mit einer Protrusion [31].

Bei Nervenzwurzelirritationen und bei vorhandenen neurologischen Störungen sind die ▶ **Nervendehnungszeichen** (Laseque-Zeichen, Bragard-Zeichen) positiv. Es finden sich den Dermatomen entsprechende Sensibilitätsstörungen. Bei der Erhebung des neurologischen Status ist besonderer Wert auf die ▶ **Überprüfung der Kennmuskeln** zu legen. Da bei einer L₅/S₁-Olisthese normalerweise die L₅-Nervenzwurzel betroffen ist, ist hier die Kraft des M. extensor hallucis longus zu prüfen.

Bei einer L₄/L₅-Olisthese ist die Wurzel L₄ betroffen, der entsprechende Kennmuskel ist der M. tibialis anterior (Fußhebung, Fußaußenrandhebung), [31]. Eine Irritation der Nervenzwurzel S₁ kommt dagegen nur bei Spondylolisthesen L₅/S₁ mit Elongation der Pars interarticularis durch Druck von dorsal auf die Cauda equina vor.

Bei ▶ **degenerativer Pseudospondylolisthesis** muss zur differentialdiagnostischen Abklärung der Claudicatio ein ▶ **Gefäßstatus** erhoben werden. Von großer Wichtigkeit ist bei diesem Spondylolisthesistyp die Abklärung hinsichtlich einer ▶ **neurogenen Blasen-Mastdarm-Störung**. Sie ist das erste neurologische Symptom einer Spinalkanalstenose und tritt vor einem peripher neurologischen Defizit auf [57].

Bildgebende Diagnostik

Röntgen

Eine ▶ **Röntgenseitaufnahme im Stehen** ist die Grundlage für die Diagnose und die Verlaufsbeobachtung einer Spondylolisthesis. Sie sollte auf den lumbosacralen Übergang zentriert sein. Die Aufnahme sollte deshalb im Stehen angefertigt werden, um

- ▶ Sekundäre Skoliose
- ▶ Nervenzwurzelirritationen

- ▶ Nervendehnungszeichen
- ▶ Überprüfung der Kennmuskeln

- ▶ Degenerative Pseudospondylolisthesis
- ▶ Gefäßstatus
- ▶ Neurogene Blasen-Mastdarm-Störung

- ▶ Röntgenseitaufnahme im Stehen

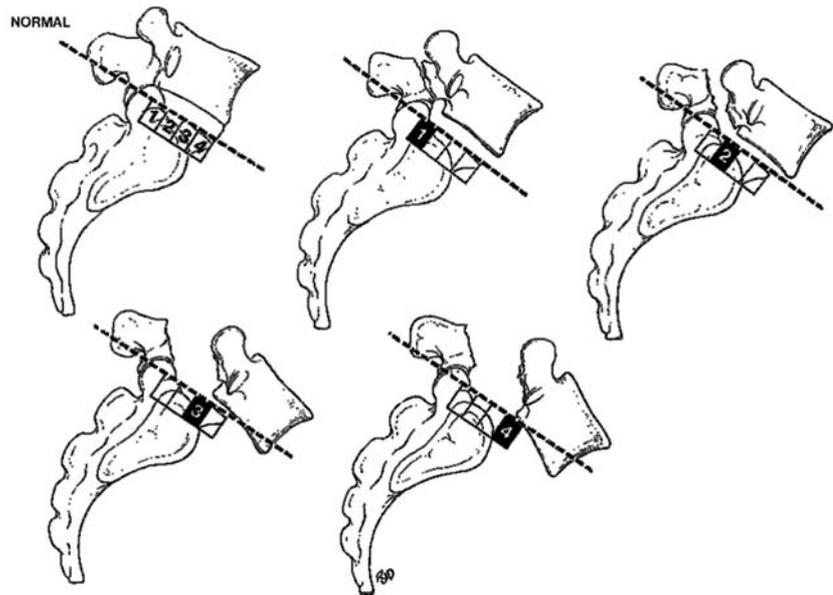


Abb. 10 ▲ Bestimmung des Gleitgrades nach Meyerding (1–4)

das Gleitsegment der Schwerkraft auszusetzen und somit den maximalen Gleitgrad zu bestimmen. Anhand dieser Aufnahme kann der Grad des Wirbelgleitens nach Meyerding (Abb. 10) in 4 Schweregraden oder nach der Methode von Laurent u. Einola [30], (Abb. 11) prozentual angegeben werden.

► A.-p.-Röntgenaufnahme

Die ► a.-p.-Röntgenaufnahme, welche zur besseren Darstellung mit einem etwa 30° nach oben gerichteten Zentralstrahl angefertigt werden sollte [18], hat den Sinn mögliche dysplastische Veränderungen wie Spaltbildungen im Bogen (Abb. 12) bis hin zur Spina bifida oder sagittal gestellte Intervertebralgelenke nachzuweisen [46].

► Schräge Röntgenaufnahmen

► Schräge Röntgenaufnahmen, die den Pars-articularis-Defekt anhand des Halsbandphänomens des sog. „Scottish Dog“ [24] zeigen (Abb. 13, 14), werden bezüglich ihrer Aussagekraft zunehmend kritisch beurteilt [46], da hier nur in etwa 1/3 der Fälle aufgrund der unterschiedlichen Ausrichtung der Interartikularportion der Defekt entdeckt wird [45] und die Gonadendosis im Vergleich zu den Standardebenen verdoppelt wird [18].

► Funktionsröntgenaufnahmen

► Funktionsröntgenaufnahmen können hilfreich sein um eine Hypermobilität des olisthetischen Segments oder benachbarter Segmente zu entdecken [31]. Ihr Wert wird jedoch kritisch eingeschätzt [48].

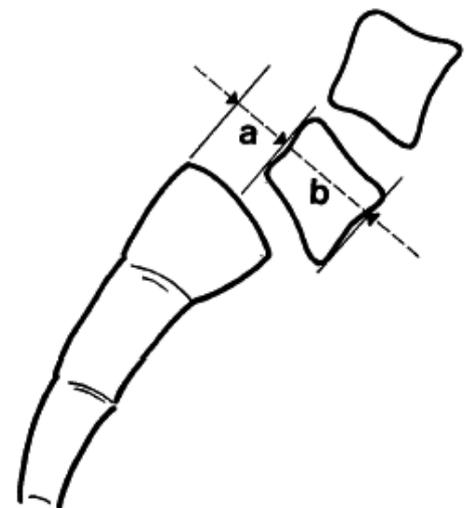


Abb. 11 ► Bestimmung des prozentualen Gleitens nach Laurent u. Einola [33]
 (Slip [%] = a:b ↔ 100)

Die MRT ist heute ein unverzichtbarer Bestandteil der diagnostischen Abklärung

► **Modic-Zeichen: Typ 1**

► **Typ II**

► **Typ III**

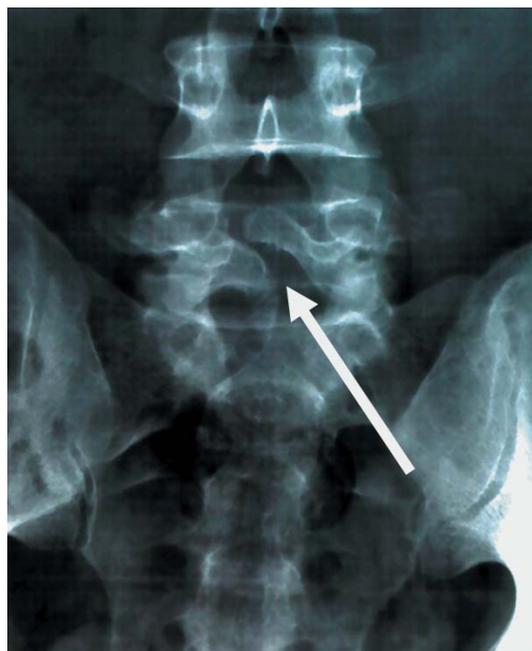


Abb. 12 ◀ **A.-p.-Röntgenaufnahme bei Spondylolyse: eine begleitende Spaltbildung im Bogen von LWK 5 (Pfeil) ist deutlich erkennbar**

Magnetresonanztomographie (MRT)

Nach Hasler u. Dick [18] und Lenke u. Bridwell [31] ist ein MRT heute unverzichtbarer Bestandteil der diagnostischen Abklärung. Neben der fehlenden Strahlenbelastung erscheint vorteilhaft, dass sich v. a. die Bandscheibe hinsichtlich degenerativer Veränderungen beurteilen lässt. Dies ist von großer Bedeutung hinsichtlich der Ätiologie von lokalen Beschwerden und hat auch Konsequenzen für die Wahl des chirurgischen Vorgehens. So stellt eine Diskuspathologie im Gleitsegment ein Gegenargument für eine Rekonstruktion des Pars-interarticularis-Defekts dar.

Im Erwachsenenalter hat der kernspintomographische Nachweis einer schweren Diskusdegeneration im Anschlusssegment dahingehend Konsequenzen, dass dieses Segment in eine Fusion einbezogen werden sollte. Weiterhin ist das MRT dem CT im Nachweis foraminärer Stenosen (Abb. 15) und dem Nachweis fibrocartilaginärer Gewebeformationen, die von dem Parsdefekt ausgehen und für eine Nervenwurzelkompression verantwortlich sein können [31], überlegen.

Anhand eines ► **Modic-Zeichens** (Typ I: verminderte Signalintensität der Wirbelendplatten in den T₁-gewichteten Sequenzen und erhöhte Signalintensität in den T₂-gewichteten Sequenzen: assoziiert mit Rissbildungen in den knorpeligen Endplatten und gesteigerter Durchblutung; ► **Typ II**: erhöhte Signalintensität in den T₁-gewichteten Sequenzen und erhöhte oder normale Signalintensität in den T₂-gewichteten Sequenzen: assoziiert mit einer fettigen Degeneration des Markraums aufgrund einer Ischämie; ► **Typ III**: verminderte Signalintensität in den T₁- und T₂-gewichteten Sequenzen: Ausdruck einer subchondralen Sklerose) lässt sich mit dem MRT eine Instabilität des Segments direkt feststellen [49], oder aber eine diskogene Verursachung der Schmerzen wahrscheinlich gemacht werden [2].

In differentialdiagnostischer Hinsicht ist ein MRT ebenfalls sehr wertvoll, so können Tumoren der Cauda equina oder des Conus medullaris, die aufgrund ihrer Symptomatologie an eine Spondylolisthesis denken lassen, zuverlässig festgestellt werden [31]. In der Diagnostik des Pars-interarticularis-Defekts ist jedoch auch ein MRT nicht zuverlässig [18].

Computertomographie (CT)

Der diagnostische Wert eines konventionellen CT wird kontrovers beurteilt. Hasler u. Dick [18] geben an, dass damit eine Spondylolyse anhand des „incomplete ring sign“ einfach und zuverlässig zu diagnostizieren sei. Lenke u. Bridwell [31] hingegen sehen

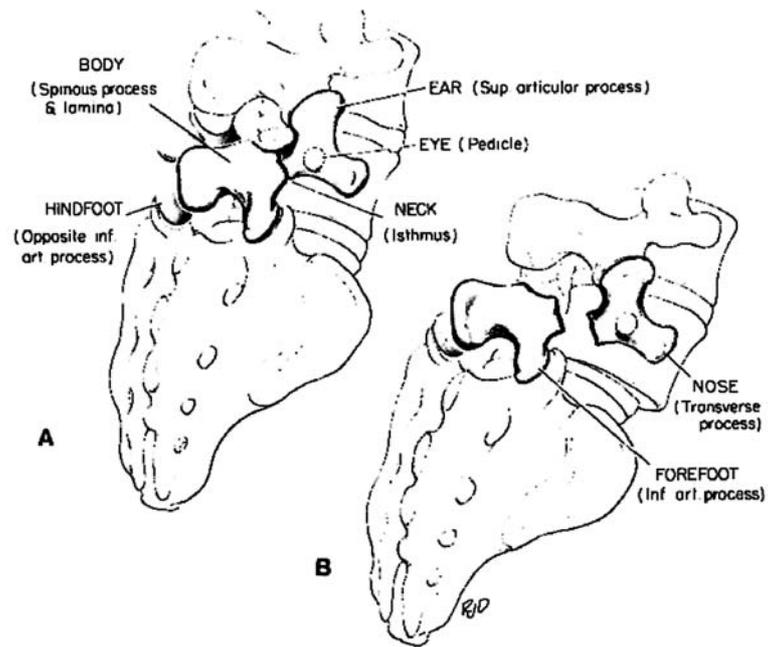


Abb. 13 ▲ Halsbandphänomen des „Scottish Dog“. A Eine Spondylolyse ist als schmales „Halsband“ an der Hundefigur zu sehen. B bei zunehmendem Abgleiten wird das „Halsband“ breiter

den Wert des CT für die Diagnostik eines Parsdefekts eher begrenzt, da der Defekt nur bei exakter Gantry-Kippung und dünnen Schichten darstellbar ist und eine Abgrenzung gegenüber den benachbarten vertikal ausgerichteten Facettengelenken schwierig ist. Eine Wertigkeit besitzt das CT für den Nachweis von fibrocartilaginären Gewebeformationen, die von dem Pars-interarticularis-Defekt ausgehen und für eine Nervenwurzelkompression verantwortlich sein können [31]. Präoperativ gibt ein CT die knöchernen Dimensionen der Pedikel wieder und erleichtert somit die Operationsplanung [58].

In der weiteren Abklärung einer sekundären degenerativen Spondylolisthesis spielt ein CT nach Myelographie ► (Myelo-CT) eine entscheidende Rolle, da behandlungsbedürftige Spinalkanalstenosen in den dem olisthetischen Segment benachbarten Abschnitten zuverlässig diagnostiziert werden können (Abb. 16), [31].

► Myelo-CT

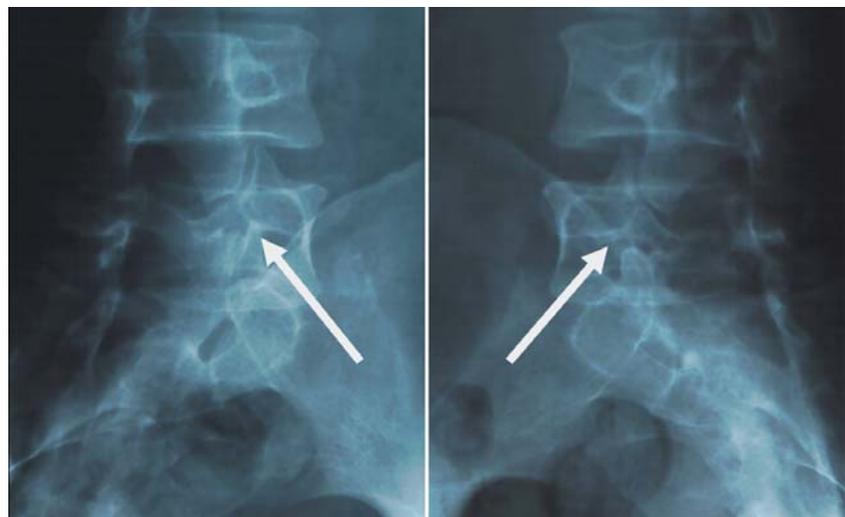


Abb. 14 ▲ Röntgenbeispiel: Halsbandphänomen (Pfeil) an der Pars interarticularis LWK 5 beidseits bei Spondylolyse

► **Technetium^{99m}-Szintigraphie**

► **SPECT**

► **Kinder/Jugendliche**

► **Korsettbehandlung**

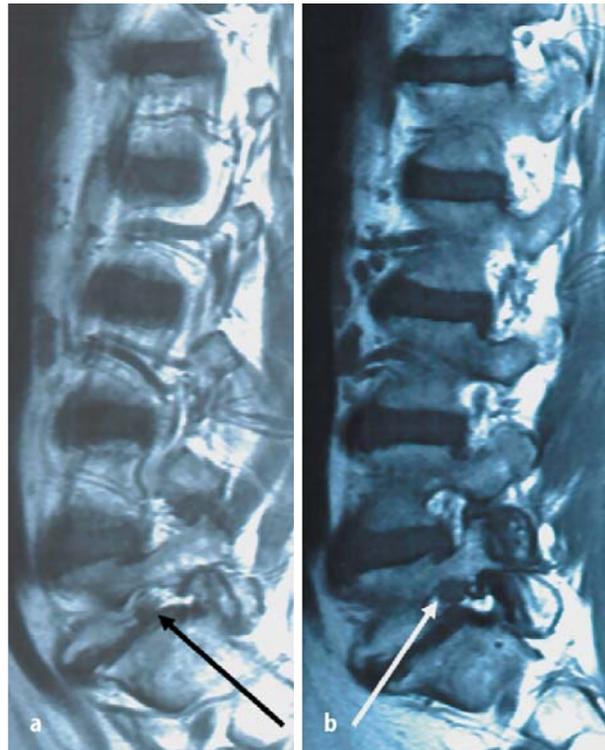


Abb. 15 ◀ **MRI bei Spondylolisthesis: die foraminäre Stenose mit Kompromittierung der Wurzel L₅ (Pfeil) ist eindeutig erkennbar**

Weitere diagnostische Verfahren

► **Technetium^{99m}-Szintigraphie:** Der Wert dieser Untersuchung liegt v. a. in der Unterscheidung zwischen etablierten Pseudarthrosen der Pars interarticularis und in Heilung begriffenen Defekten. Auch kann eine traumabedingte Lyse von einem Zufallsbefund abgegrenzt werden [18].

► **SPECT („single-photon emission computed tomography“):** Die dreidimensionale Darstellung in der SPECT eliminiert die Übereinanderprojektionen in der Szintigraphie. Eine Korrelation der Aktivität mit den Symptomen konnte festgestellt werden [1]. Eine Unterscheidung zwischen ruhender Pseudarthrose und einer „aktiven“ Fraktur ist möglich, ebenso das Erkennen einer beginnenden Diskopathie mit Mikrofrakturierungen der Endplatten oder der Nachweis von Remodellingprozessen.

Therapie

Konservative Therapie

Wird beim ► **Kind oder Jugendlichen** eine Spondylolyse oder geringgradige Spondylolisthesis diagnostiziert ohne dass Beschwerden vorhanden sind oder mit nur geringgradigen Beschwerden, so ist eine spezielle Therapie nicht notwendig. Eine Einschränkung der physischen Aktivität oder eine Befreiung vom Schulsport muss nicht erfolgen [46, 58]

Die Ausübung von Leistungssport in Sportarten mit erhöhter Inzidenz von Spondylolyse- und Listhesen (Kunstturnen, rhythmische Sportgymnastik, Ballett, Turmspringen, Trampolinspringen, Dreisprung, Ringen, Judo, Speerwerfen, Golf, Basketball, Rudern, Brust- und Delphinschwimmen, Gewichtheben, [18]) wird kontrovers beurteilt. Neben der Empfehlung diese Sportarten zu vermeiden [58] wird auch die Ansicht geäußert, die Entscheidung darüber von den individuellen Faktoren, insbesondere vom Vorhandensein von Risikofaktoren für eine Progression und dem Resultat regelmäßiger Kontrollen abhängig zu machen [18]. Bei akuter oder stärkerer Beschwerdesymptomatik sollte eine Behandlung mit Belastungsreduktion- und Modifikation und aktiver Physiotherapie erfolgen [18, 46, 58].

Eine ► **Korsettbehandlung** wird bei persistierenden Schmerzen oder aber bei Nachweis einer frischen Spondylolyse (Traumaanamnese, Szintigramm/SPECT) empfohlen, da hierunter eine Ausheilung des Pars-interarticularis-Defekts möglich ist [1, 18].



Abb. 16 ▲ a Myelographie bei sekundärer Spondylolisthesis L4/5 mit Spinalkanalstenose: Die benachbarten Segmente weisen keine Stenose auf. b Das Myelo-CT des olisthetischen Segments zeigt eine ausgeprägte Stenosierung durch Spondylophyten und verdickte Lig. flava

► Erwachsene

► Medikamentöse Therapie

► Indikation zur operativen Therapie

Die traumatische Spondylolisthesis ist immer eine Operationsindikation

Bei ► **Erwachsenen** sollte versucht werden, die Belastung für die Wirbelsäule durch Gewichtsreduktion und bandscheibengerechtes Verhalten im Sinne der „Rückenschule“ zu vermindern [38]. Auch sollten die Stoffwechsel- und Durchblutungssituation durch Eliminierung entsprechender Noxen, insbesondere des Rauchens, verbessert werden [31]. Aktive Physiotherapie mit gezielter Co-Aktivierung der rumpfstabilisierenden Abdominal- und autochtonen Rückenmuskulatur, in Verbindung mit individuell abgestimmten Übungen zur Verbesserung der Flexibilität der Wirbelsäule gelten als essentiell in der Behandlung [18].

Wenn eine Notwendigkeit zur ► **medikamentösen Therapie** besteht sollten nichtsteroidale Antiphlogistika zum Einsatz kommen u. U. in Verbindung mit Muskelrelaxantien zu Nacht. Starke zentralwirksame Analgetika sollten bei potentiell chronischem Beschwerdeverlauf und dann bestehender Gefahr der Abhängigkeit nach Möglichkeit vermieden werden. Eine dauernde Korsettruhigstellung sollte aufgrund der Schwächung der autochtonen Rückenmuskulatur ebenfalls vermieden werden. Eine wirksame Korsettruhigstellung des lumbosakralen Bewegungssegments kann nur bei Oberschenkeleinschluss erfolgen und ist aus diesem Grund nicht praktikabel [31].

Operative Therapie

Eine ► **Indikation zur operativen Therapie** stellt sich am häufigsten bei Erwachsenen bei denen eine geringgradige entwicklungs- oder stressfrakturbedingte Spondylolisthesis (M 0–M II) vorliegt, die trotz suffizienter konservativer, mindestens 6-monatiger Therapie therapieresistent symptomatisch bleibt. Die Operationsindikation sollte auch gestellt werden, wenn neurologische Symptome auftreten und sich unter konservativer Therapie nicht bessern bzw. verschlechtern. Diese Kriterien gelten auch für die postoperativen Spondylolisthesen und die pathologischen Spondylolisthesen aufgrund von generalisierten Skeletterkrankungen.

Indikationen zur operativen Therapie entwicklungsbedingter Spondylolisthesen im Kindes und Adoleszentenalter werden gesehen bei [18, 31, 32, 46]:

- konservativ therapieresistenten Patienten,
- nachgewiesener Gleitprogredienz,
- Abgleiten von 25–50% im Wachstumsalter zur Verhinderung einer Progression,
- Abgleiten von >50%,
- nachhaltiger Veränderungen der Wirbelsäulenstatik bei Kyphosierung von L5.

Bei der degenerativen Spondylolisthesis bestimmt das Ausmaß der neurogenen Claudicatio oft die Operationsindikation, wenn die schmerzfreie Gehstrecke trotz konservativer Therapie immer kürzer wird. Beim Auftreten von neurologischen Störungen, typischerweise Blasen- und Mastdarmstörungen, liegt eine dringliche Operationsindikation vor.

Eine traumatische Spondylolisthesis ist nahezu immer eine Operationsindikation, da es sich fast ausschließlich um sehr schwere instabile Wirbelsäulenverletzungen handelt.

Bei pathologischer Spondylolisthesis mit direktem Befall der Pars interarticularis durch einen pathologischen Prozess stellt sich die Indikation zur Operation dann, wenn mit konservativen Maßnahmen eine Heilung nicht aussichtsreich erscheint oder nicht möglich ist, oder aber, wie im typischen Falle einer Bogenwurzelmetastase, eine neurologische Komplikation durch die zunehmende Instabilität zu befürchten ist.

Operationstechniken

Grundsätzlich können 2 verschiedene Operationsverfahren bei der Spondylolyse bez. Spondylolisthesis unterschieden werden:

- die knöchernen Überbrückung und Stabilisation der Spondylolysezone (direct pars repair),
- die Fusion des olisthetischen Segments.

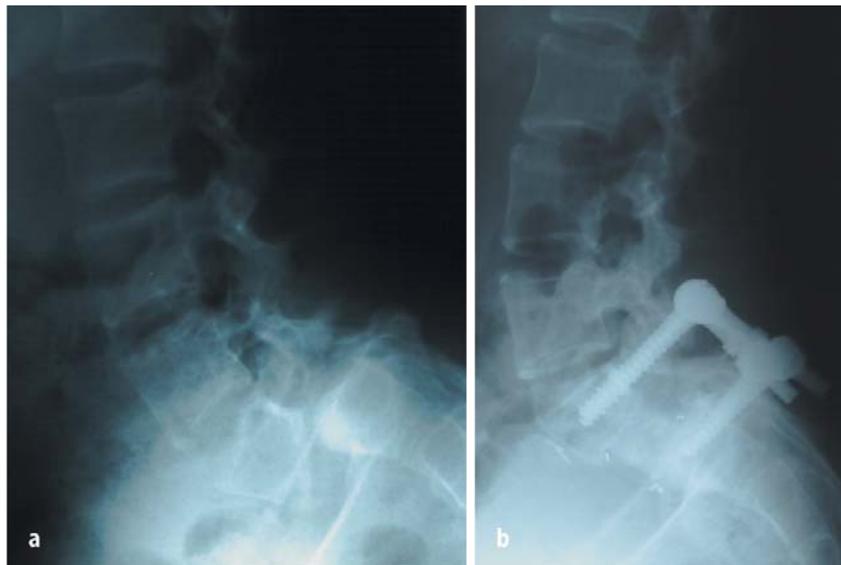


Abb. 17 ▲ Links: präoperatives Röntgenbild einer 17-jährigen Patientin mit Spondylolisthesis M IV bei LWK5/S1. Rechts: 3 Jahre nach dorsaler Reposition mit dem BWM-Repositions-instrumentarium und Fixateur interne sowie ventraler transabdomineller Spondylodese mit Brantigan-AETI-Cages zeigt sich bei fast vollständiger Reposition eine feste Spondylodese

Alleinige Dekompressionsoperationen ohne Stabilisierung wie die auch noch in der neueren Literatur beschriebene „Gill procedure“ [31] müssen angesichts der Entwicklung moderner transpedikulärer Instrumentationen, minimal-invasiver Operationstechniken und Einführung von Navigationssystemen die insgesamt das Zugangsrisiko und das Risiko von Pedikelschraubenfehlplatzierungen dramatisch senken, als überholt angesehen werden [6, 13, 10, 16].

Aufgrund der mittlerweile unbestrittenen Vorteile des Fixateur interne sowohl hinsichtlich der besseren Biomechanik gegenüber anderen Instrumentierungen [40, 50] als auch vor dem Hintergrund deutlich verbesserter Fusionsraten [9, 14, 28, 43] sollten uninstrumentierte posterolaterale Fusionen der Vergangenheit angehören.

Eine Indikation zum ► „direct pars repair“ besteht bei symptomatischen Spondylolyse und geringgradigen Spondylolisthesen. Diese Behandlungsmöglichkeit wurde erstmals von Buck 1970 publiziert [4]. Verschiedene Fixationstechniken wie Schrauben, Cerclagen, Hakenschrauben, Mersilene-Bänder werden verwandt [31]. Die Ergebnisse werden als sehr gut mit >90% Fusionsraten beurteilt [31]. Der Erfolg dieser Operationstechnik scheint jedoch von dem Grad der degenerativen Schädigung im olisthetischen Segment und in den angrenzenden Segmenten abzuhängen [5].

Eine ► **Fusionsoperation** sollte dann vorgenommen werden, wenn ein Repair der Pars interarticularis nicht Erfolg versprechend ist. Die wesentlichen in Frage kommenden Verfahren sind:

- ► posterolaterale Spondylodese,
- ► posteriore interkorporelle Spondylodese (PLIF),
- ► anteriore intersomatische Fusion mit Fixateur-interne-Instrumentation.

Jedes Verfahren kann mit und ohne Reposition des olisthetischen Segments durchgeführt werden. Hauptargument für eine Reposition ist die Wiederherstellung eines möglichst normalen sagittalen Profils der Wirbelsäule zur Vermeidung einer fortbestehenden kompensatorischen Hyperlordose [17, 33]. Hauptargument gegen eine Reposition ist neben der technischen Schwierigkeit die Gefahr eines Nervenschadens vornehmlich durch Zug [21].

Bei geringem Abgleiten (M 0–M II) ist die Frage Reposition ja oder nein meist von geringer Bedeutung, da es oft zu einer lagerungsbedingte Spontanreposition intraoperativ kommt und bei der Durchführung einer interkorporellen Spondylodese eine genügende Reposition durch die Distraction und Lordosierung erfolgt [17, 33]

► „Direct pars repair“

► Fusionsoperation

- Posterolaterale Spondylodese
- Posteriore interkorporelle Spondylodese (PLIF)
- Anteriore intersomatische Fusion mit Fixateur interne

- ▶ Fusion in situ
- ▶ Langsame Reposition mittels Fixateur externe
- ▶ Reposition von außen

▶ Zugangsmorbidität

▶ Posterolaterale Spondylodese

▶ Narbenbildung

Dekompression des Spinalkanals mit instrumentierter Spondylodese ist das Standardverfahren bei der degenerativen Spondylolisthese

- ▶ Grad-I- bis -II-Spondylolisthese ohne neurologisches Defizit
- ▶ Ventrodorsale Repositionsspondylodese

oder aber eine Reposition über den Fixateur interne einfach zu bewerkstelligen ist, bei geringem Risiko eines Nervenschadens [21, 26, 33].

Problematisch ist jedoch die Reposition bei der höhergradigen Spondylolisthese aufgrund der hohen Komplikationsrate hinsichtlich Nervenwurzeldehnungsschäden [8]. Als Lösungsmöglichkeiten werden hier in der Literatur aufgezeigt:

- ▶ Fusion in situ bei günstiger Stellung des Sakrums [8, 39],
- ▶ langsame Reposition mittels Fixateur externe [52],
- ▶ Reposition von außen mit einem speziellen Gipskorsett [32].

Nach Angaben anderer Autoren [33] ist jedoch mit einem geeigneten Repositionsinstrumentarium auch bei hochgradigen Spondylolisthesen eine einzeitige Reposition mit guten Ergebnissen und niedrigen Komplikationsraten möglich, was auch der eigenen Erfahrung entspricht (Abb. 17). Letztendlich muss festgestellt werden, dass die Frage der Reposition hochgradiger Spondylolisthesen nach wie vor kontrovers diskutiert wird und nicht anhand von vergleichenden Studien beantwortet ist, wohl aufgrund der Tatsache, dass hochgradige Listhesen selten sind.

Neben der Frage einer Reposition einer Spondylolisthese ist die Frage, ob ein Vorgehen von posterior oder von anterior mit zusätzlicher Fixateur-interne-Instrumentation zu diskutieren. Wiewohl die überlegene Biomechanik einer vorderen Abstützung außer Zweifel steht [17, 35] wurde in der ▶ **Zugangsmorbidität** ein wesentliches Gegenargument in Bezug auf anteriore Stabilisationsverfahren gesehen. Durch Entwicklung minimal-invasiver anteriorer Zugänge zur Lendenwirbelsäule [16, 56] kann die Zugangsmorbidität jedoch deutlich gesenkt werden. Einer neueren Studie zufolge weisen vordere Zugänge zur Lendenwirbelsäule gegenüber hinteren Zugängen sogar eine niedrigere Morbidität [42] auf. Mit der Einführung eines perkutan zu platzierenden biomechanisch vollwertigen Fixateur internes [10] ist in geeigneten Fällen eine echte minimal-invasive dorsoventrale Spondylodese möglich (Abb. 18, 19).

Eine posteriore Spondylodese mit seitlicher Anlagerung von Knochen ▶ **posterolaterale Spondylodese()** mag zwar das einfachste Verfahren zur Fusion darstellen, jedoch sind die erheblich schlechteren Fusionsraten bei der uninstrumentierten posterolateralen Fusion im Vergleich zu einer instrumentierten Fusion [9, 14, 43] ein derart gravierender Nachteil, dass diese Form der Spondylodese nicht mehr angewandt werden sollte. Auch eine posterolaterale Spondylodese mit Instrumentation ist einer interkorporellen Spondylodese, was die Fusionsraten betrifft, unterlegen [14].

Bei Notwendigkeit der dorsalen Dekompression aufgrund von irregulären knöchernen Verhältnissen, hyperthrophem fibrocartilaginärem Gewebe ausgehend vom Pars-interarticularis-Defekt oder bei Osteophyten kann ohne Nachteil eine biomechanisch günstigere interkorporelle Spondylodese von hinten (PLIF) durchgeführt werden. Die manchmal geäußerten Bedenken in Bezug auf eine ▶ **Narbenbildung** sind nicht nachzuvollziehen [9, 43].

So stellt die Dekompression des Spinalkanals mit instrumentierter Spondylodese das Standardverfahren bei der degenerativen Spondylolisthese dar. Insbesondere durch die Entwicklung von intersomatischen trapezförmigen Implantaten (sog. lordotische Cages) ist ein Erhalt oder eine Wiederherstellung der physiologischen segmentalen Lordose und damit eine für das Sagittalprofil der Lendenwirbelsäule günstige Spondylodese auch in PLIF-Technik möglich.

Konzept für die operative Behandlung der entwicklungsbedingten Spondylodosen

Aufgrund der Auswertung der Literatur und auch den eigenen Erfahrungen lässt sich folgendes Konzept für die operative Behandlung der entwicklungsbedingten Spondylodosen aufstellen.

- ▶ **Grad-I- bis -II-Spondylolisthese ohne neurologisches Defizit:** Die präoperative Bildgebung zeigt keine Notwendigkeit einer Dekompression (z. B. höhergradige irreguläre Bogenanomalien mit zu erwartendem Impingement bei Reposition; einengende Osteophyten); ▶ **ventrodorsale Repositionsspondylodese** nach Möglichkeit in minimal-invasiver Technik unter Verwendung eines intersomatischen Implantats (Beckenspan, Cages).

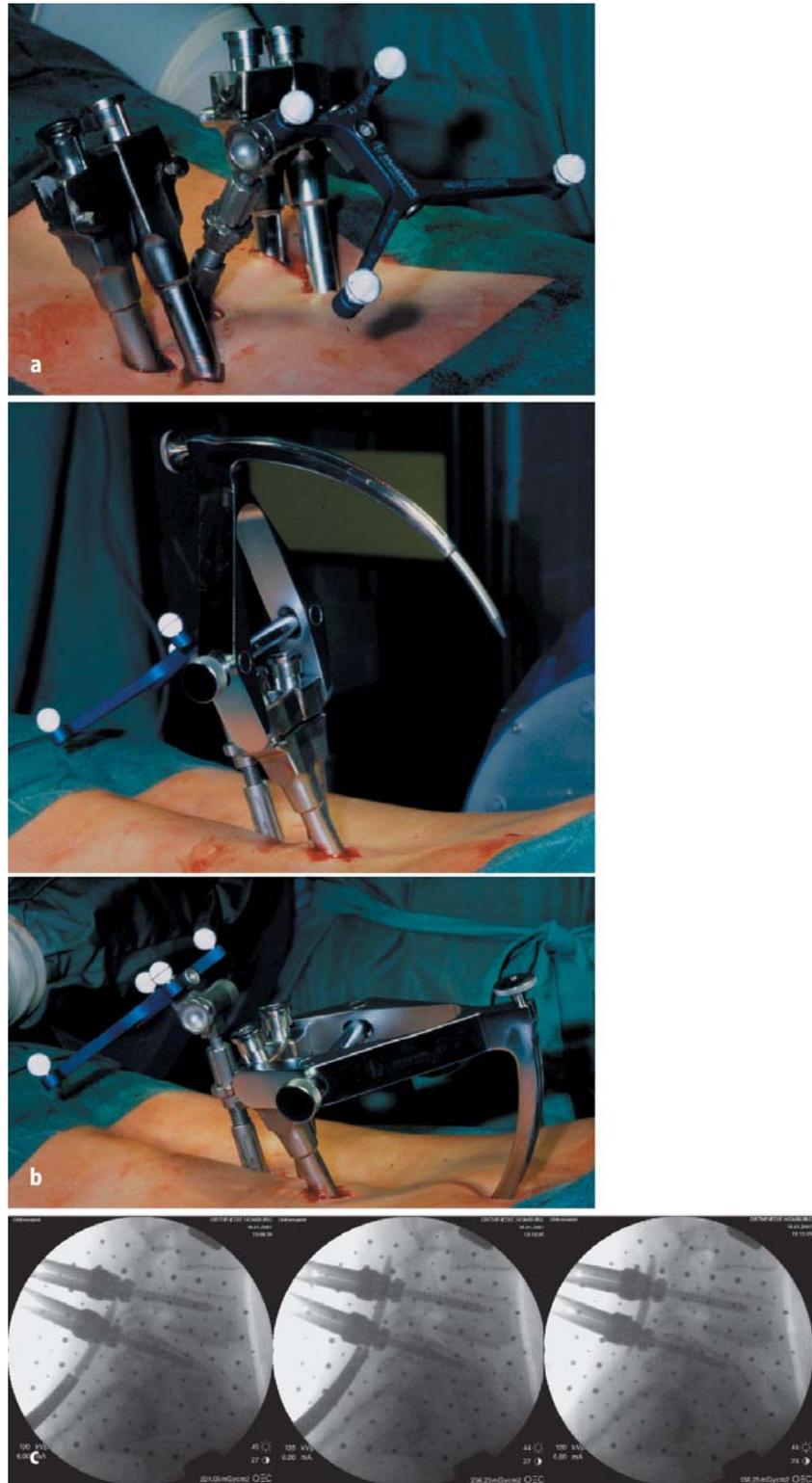


Abb. 18a–c ▲ Perkutane Fixateur interne „Sextant“. a Intraoperativer Situs: die polyaxialen Pedikelschrauben werden an Extensionshülsen montiert welche außerhalb des Körpers konnektiert werden. So wird eine definierte Stabtrajektorie geschaffen. In der Mitte: Referenzrahmen für das fluoroskopische Navigationsgerät. b Intraoperativer Situs: mit dem Stabeinführer „Sextant“ wird ein vorgebogener Stab in die Schraubenköpfe eingeführt. c Bildwandlersequenz: Stabeinführung mit dem „Sextant“

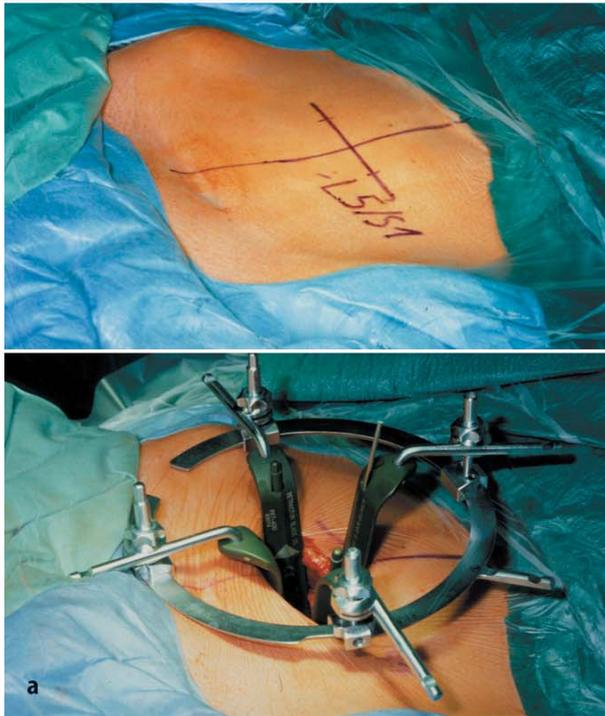
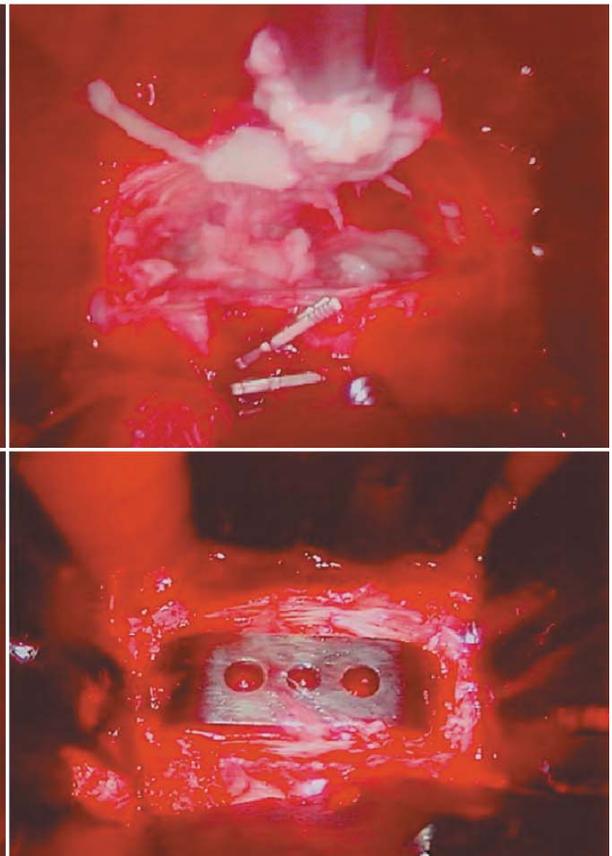
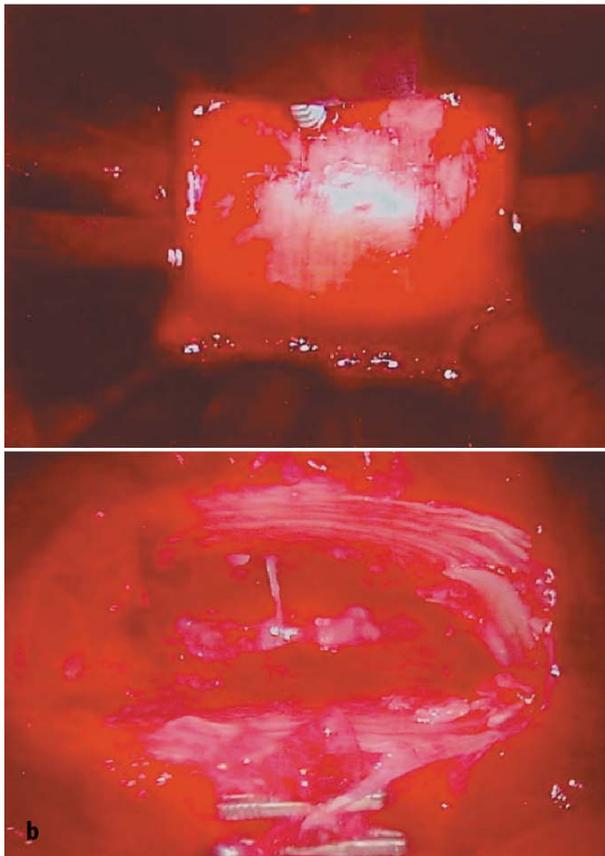


Abb. 19a,b ◀ Minimal-invasiver endoskopisch kontrollierter transabdomineller ALIF (anterior lumbar interbody fusion) bei LWK5/S1. a Oben: Hautinzision von ca. 6 cm nach fluoroskopisch bestimmter Höhe des Segments; unten: Situs nach Montage des Spezialretractors (Endo-Ring). b Endoskopisch kontrollierte Cage-Spondylodese; oben links: intakte Bandscheibe nach Durchtrennung der Vasa sacralis mediana; oben rechts: nach Inzision des Anulus fibrosus wird der Nucleus pulposus sichtbar; unten links: Bandscheibenfach nach Bandscheibenausräumung und Anfrischung der Deck- und Bodenplatten; unten rechts: Situs nach Positionierung des spongiosabefüllten Carbon-Cages



- ▶ Dorsale Repositionsspondylodese (PLIF)
- ▶ Grad-I- bis -II-Spondylolisthesis mit neurologischem Defizit
- ▶ Dorsale Dekompression mit Neurolyse und Repositionsspondylodese

Die Bildgebung erbringt Hinweise darauf, dass eine Dekompression der neuralen Strukturen notwendig ist; ▶ dorsale Repositionsspondylodese mit intersomatischem Implantat (Cage, PLIF).

- ▶ Grad-I- bis -II-Spondylolisthesis mit neurologischem Defizit: ▶ dorsale Dekompression mit Neurolyse und Repositionsspondylodese mit intersomatischem Implantat (Cage), PLIF. Alternativ (die präoperative Bildgebung ergibt keine Notwen-

- ▶ **Ventrodorsale Distraktions-Repositions-Spondylodese**
- ▶ **Grad-II- bis -IV-Spondylolisthesis ohne neurologische Defizit**
- ▶ **Dorsale Reposition**
- ▶ **Dorsale Dekompression und Reposition mit Spondylodese**
- ▶ **Grad-II- bis -IV-Spondylolisthesis mit neurologischen Defizit**
- ▶ **Dorsale Dekompression mit Neurolyse**
- ▶ **Reposition mit Fixateur interne**
- ▶ **PLIF**
- ▶ **Dorsale Fixateur-interne-Reposition**
- ▶ **Ventrale intersomatische Spondylodese**
- ▶ **Grad-V-Spondylodese**
- ▶ **Ventrale intersomatische Spondylodese**
- ▶ **Korporektomie von L5**

- digkeit zur dorsalen Dekompression und Neurolyse): ▶ **ventrodorsale Distraktions-Repositions-Spondylodese** nach Möglichkeit in minimal-invasiver Technik unter Verwendung eines intersomatischen Implantats (Beckenspan, Cages).
- ▶ **Grad-II- bis -IV-Spondylolisthesis ohne neurologische Defizit:** Die präoperative Bildgebung zeigt keine Notwendigkeit einer Dekompression (z. B. höhergradige irreguläre Bogenanomalien mit zu erwartendem Impingement bei Reposition; einengende Osteophyten) ▶ **dorsale Reposition** mit Fixateur interne und (ein- oder zweizeitig) ventrale intersomatische Spondylodese nach Möglichkeit in minimal-invasiver Technik unter eines intersomatischen Implantats (Beckenspan, Cages). Die Bildgebung erbringt Hinweise darauf, dass eine Dekompression der neuralen Strukturen notwendig ist; ▶ **dorsale Dekompression und Reposition mit Spondylodese** unter Verwendung eines intersomatischen Implantats (Cage) (PLIF) oder zweizeitige **ventrale intersomatische Spondylodese** nach Möglichkeit in minimal-invasiver Technik unter Verwendung eines intersomatischen Implantats (Beckenspan, Cages).
 - ▶ **Grad-II- bis -IV-Spondylolisthesis mit neurologischen Defizit:** ▶ **dorsale Dekompression mit Neurolyse** und ▶ **Reposition mit Fixateur interne**, wenn möglich Spondylodese mit intersomatischem Implantat (Cage), ▶ **PLIF** in einer Operation. Alternativ (die präoperative Bildgebung ergibt keine Notwendigkeit zur dorsalen Dekompression und Neurolyse): ▶ **dorsale Fixateur-interne-Reposition** und (ein- oder zweizeitig) ▶ **ventrale intersomatische Spondylodese** [nach Möglichkeit in minimal-invasiver Technik unter Verwendung eines intersomatischen Implantats (Beckenspan, Cages)].
 - ▶ **Grad-V-Spondylodese:**
 - langsame Reposition mittels Fixateur externe,

Alternativ (bei ungenügender Reposition mit Fixateur externe): ventrales Release, dorsale Reposition mit Fixateur interne, ▶ **ventrale intersomatische Spondylodese** [nach Möglichkeit in minimal-invasiver Technik unter Verwendung eines intersomatischen Implantats (Beckenspan, Cages)], ▶ **Korporektomie von L5** und Spondylodese L4 auf S1.

Fazit für die Praxis

Eine Spondylolisthesis, deren einfachste Definition lautet: „Gleiten eines Teils der Wirbelsäule auf dem darunterliegenden Teil“, kann aufgrund unterschiedlicher Ursachen entstehen. Am häufigsten aufgrund einer Spondylolyse, welche mit 6% Inzidenz relativ häufig ist oder als Pseudospondylolisthesis infolge einer Bandscheibendegeneration. Spondylolysen oder geringgradige Spondylolisthesen führen selten zu Beschwerden.

Als Primärdiagnostik bei Symptomatik sollte eine konventionelle radiologische Abklärung erfolgen. Auf Schrägaufnahmen sollte wegen der fraglichen Zusatzinformation und der erhöhten Gonadendosis verzichtet werden. Zusätzlich sollte ein MRT durchgeführt werden. Je nach weiterer Fragestellung (z. B. aktiver Umbauprozess der Pars interarticularis, Spinalkanalstenose, pathologische Spondylolisthesis) kommt die Durchführung eines Myelo-CT, eines Szintigramms oder SPECT infrage.

Bei Spondylolysen und ideopathischen Spondylolisthesen sprechen die typischerweise belastungsabhängigen Schmerzen meist gut auf Belastungsreduktion und rumpfstabilisierendes Training an. Bei Spondylolysen mit akuterer Schmerzen und Mehranreicherung im Szintigramm ist mit einer Ruhigstellung im Korsett eine knöcherne Ausheilung in der Mehrzahl der Fälle möglich.

Bei therapierefraktären Schmerzen über mehrere Monate, geringem Gleitgrad und noch intaktem Diskus sollte eine Stabilisationsoperation des Pars-interarticularis-Defekts ohne Fusion des Gleitsegments diskutiert werden. Bei schon degenerativ verändertem Diskus und bei einem Gleitgrad III bis IV bei Erstentdeckung vor Wachstumsabschluss (hohes Progressionsrisiko) sollte eine Spondylodese durchgeführt werden.

Die Spondylodese sollte mit einem Fixateur interne instrumentiert sein, wenn notwendig mit Reposition und Distraktion des olisthetischen Segments. Bei der Notwendigkeit einer dorsalen Dekompression sollte eine PLIF-Spondylodese oder eine polsterolaterale Spondylodese durchgeführt werden in den übrigen Fällen erscheint ein dorsoventrales Vorgehen günstiger. Bei hochgradigen Spondylolisthesen kann vor der definitiven operativen Versorgung eine externe Reposition mit einem Gips oder Fixateur externe notwendig sein. In Ausnahmefällen ist eine Korporektomie notwendig.

Literatur

1. Anderson K, Sarwak JF, Conway JJ, Logue ES, Schafer MF (2000) Quantitative assessment with SPECT imaging of stress injuries of the Pars interarticularis and response to bracing. *J Pediatr Orthop* 20: 28–33
2. Braithwaite I, White J, Saifuddin A, Renton P, Taylor BA (1998) Vertebral end-plate (Modic) changes on lumbar spine MRI: correlation with pain reproduction at lumbar discography. *Eur Spine J* 7: 363–368
3. Brunert JA, Wiley JJ (1984) Acquired spondylolysis after spinal fusion. *J Bone Joint Surg Br* 66: 720–724
4. Buck JE (1970) Direct repair of the defect in spondylolisthesis. Preliminary report. *J Bone Joint Surg Br* 52: 432–437
5. Dai LY, Jia LS, Yuan W, Ni B, Zhu HB (2001) Direct repair of defect in lumbar spondylolysis and mild isthmic spondylolisthesis by bone grafting, with or without facet joint fusion. *Eur Spine J* 10: 78–83
6. Dewald CJ, Millikan KW, Hammerberg KW, Doolas A, Dewald RL (1999) An open, minimally invasive approach to the lumbar spine. *Am Surg* 65: 61–68
7. DeWald RL (1997) Spondylolisthesis. In: Bridwell KH, DeWald RL (eds) *Textbook of spinal surgery*, 2nd edn. Lippincott Raven, Philadelphia, pp 1201–1210
8. Dick W, Elke R (1997) Die Bedeutung des sagittalen Profils und der Reposition bei der Spondylolisthesis Grad III–V. *Orthopade* 26: 774–780
9. Fischgrund JS, Mackay M, Herkowitz HN, Brower R, Montgomery DM, Kurz LT (1997) 1997 Volvo Award winner in clinical studies. Degenerative lumbar spondylolisthesis with spinal stenosis: a prospective, randomized study comparing decompressive laminectomy and arthrodesis with and without spinal instrumentation. *Spine* 22: 2807–2812
10. Foley KT, Gupta SK (2002) Percutaneous pedicle screw fixation of the lumbar spine: preliminary clinical results. *J Neurosurg* 97 [Suppl 1]: 7–12
11. Francillon MR (1958) Wirbelverschiebungen in der Lumbalgegend. In: Hohmann G, Hackenbroch M, Lindemann K (Hrsg) *Handbuch der Orthopädie*, Bd 2. Thieme, Stuttgart, S 419–536
12. Fritsch E (1985) Epikritische Langzeitergebnisstudie nach lumbaler Bandscheibenoperation bei 1550 Fällen mit 625 Nachuntersuchungen aus den Jahren 165 bis 1980. Inaugural-Dissertation, Medizinische Fakultät, Universität des Saarlandes, Homburg/Saar
13. Fritsch E, Duchow J, Seil R, Grunwald I, Reith W (2002) Genauigkeit der fluoroskopischen Navigation von Pedikelschrauben. CT-basierte Evaluation der Schraubenlage. *Orthopade* 31: 385–391
14. Fritzell P, Hagg O, Wessberg P, Nordwall A, The Swedish Lumbar Spine Study Group (2002) Chronic low back pain and fusion: a comparison of three surgical techniques: a prospective multicenter randomized study from the Swedish Lumbar Spine Study Group. *Spine* 27: 1131–41
15. Frymorer JW, Hanley EN Jr, Howe J, Kuhlmann D, Marette RE (1979) A comparison of radiographic findings in fusion and non-fusion patients ten or more years following lumbar disc surgery. *Spine* 4: 435–440
16. Gödde S, Dienst M, Fritsch E (2001) Anterior, retroperitoneal, endoscopically assisted fusion of the lumbar spine. *Orthop Traumatol* 2: 86–100
17. Harms J, Jeszensky D, Stolze D, Böhm H (1997) True spondylolisthesis reduction and monosegmental fusion in spondylolisthesis. In: Bridwell KH, DeWald RL (eds) *Textbook of spinal surgery*, 2d edn. Lippincott Raven, Philadelphia, pp 1337–1347
18. Hasler C, Dick W (2002) Spondylolyse und Spondylolisthesis im Wachstumsalter. *Orthopade* 31: 78–87
19. Hein W (1993) Die Spondylolisthesis. In: Springer H-W, Katthagen B-D (Hrsg) *Aktuelle Schwerpunkte der Orthopädie*. Fortbildungskurse der DGOT, Bd 4. Thieme, Stuttgart New York, S 78–86
20. Herbiniaux G (1782) *Traité sur divers accouchements laborieux et sur les polypes de la Matrice*. DeBoubers, Brüssel
21. Hohmann F, Stürz H (1997) Differentialindikation zur Lumbosacralen Fusions- und Repositionsoperation beim Wirbelgleiten. *Orthopade* 26: 781–789
22. Hutton WC, Stott JRR, Cyron BM (1977) Is spondylolysis a fatigue fracture? *Spine* 2: 202–209
23. Jungmans H (1930) Spondylolisthese, Pseudospondylolisthese und Wirbelkörperverschiebung nach hinten. *Brun's Beitr Klin Chir* 151: 376
24. Keim HA (1982) *The adolescent spine*. Springer, Berlin Heidelberg New York
25. Kilian HF (1854) *Schilderung neuer Beckenformen und ihres Verhaltens im Leben*. Bassermann & Mathy, Mannheim
26. Kluger P, Weidt F, Puhl W (1997) Spondylolisthesen und Pseudospondylolisthesen. Behandlung durch segmentale Reposition und interkorporelle Fusion mittels Fixateur interne. *Orthopade* 26: 790–795
27. Lamb DZ (1855) *Zehn Thesen über Spondylolisthesis*. *Zentralbl Gynäkol Urol* 9: 255
28. Lang P, Chafetz N, Genent HK, Morris JM (1990) Lumbar spinal fusion. Assessment of functional stability with magnetic resonance imaging. *Spine* 15: 581–588
29. Lange M (1959) Die Spondylolisthesis, ihre Ursache, ihre Behandlung und gutachterliche Beurteilung. *Beilh Z Orthop* 91: 152
30. Laurent LE, Einola S (1961) Spondylolisthesis in children and adolescents. *Acta Orthop Scand* 31: 45–62
31. Lenke LG, Bridwell KH (1997) Adult spondylolisthesis with lysis. In: Bridwell KH, DeWald RL (eds) *Textbook of spinal surgery*, 2nd edn. Lippincott Raven, Philadelphia, pp 1269–1298
32. Marchetti PG, Bartolozzi P (1997) Classification of spondylolisthesis as a guideline for treatment. In: Bridwell KH, DeWald RL (eds) *Textbook of spinal surgery*, 2nd edn. Lippincott Raven, Philadelphia, pp 1211–1254
33. Metz-Stavenhagen P, Sambale R, Völpel H-J, von Stavenhagen N (1997) Behandlung der Spondylolisthese. Operation in situ oder Repositionsspondylolyse. *Orthopade* 26: 796–803
34. Meyerding HW (1931) Spondylolisthesis. *J Bone Joint Surg Br* 13: 39
35. Molinari RW, Bridwell KH, Lenke AG, Baldus C (2002) Anterior column support for high-grade, isthmic spondylolisthesis. *Clin Orthop* 394: 109–120
36. Muschik M, Zippel H, Perka C (1997) Surgical management of severe spondylolisthesis in children and adolescents. Anterior fusion in situ versus anterior spondylolysis with posterior transpedicular instrumentation and reduction. *Spine* 22: 2036–2042
37. Nazarian S (1992) Spondylolysis and spondylitic spondylolisthesis. A review of current concepts on pathogenesis, history clinical symptoms, imaging and therapeutic management. *Eur Spine J* 1: 62–77
38. Nentwig CG, Krämer J, Ullrich C-H (1993) *Die Rückenschule*. Enke, Stuttgart
39. Neugebauer FL (1881) *Die Entstehung der Spondylolisthesis*. *Zentralblatt Gynäkol* 5: 260
40. Nolte LP, Steffen R, Kramer J, Jergas M (1993) *Fixateur interne: eine vergleichende biomechanische Studie verschiedener Systeme*. *Aktuel Traumatol* 23: 20–26
41. Poussa M, Tallroth K (1993) Disc herniation in lumbar spondylolisthesis. *Acta Orthop Scand* 64: 13–16
42. Pradhan BB, Nassar Ja, Delamarter RB, Wang JC (2002) Single level lumbar spine fusion: a comparison of anterior and posterior approaches. *J Spinal Disord Tech* 15: 355–361
43. Rechthine GR, Sutterlin CE, Wood GW, Boyd RJ, Mansfield FL (1996) The efficacy of pedicle screw/plate fixation on lumbar/lumbosacral autogenous bone graft fusion in adult patients with degenerative spondylolisthesis. *J Spinal Disord* 9: 382–391
44. Robert HLF (1855) Eine eigenthümliche angeborene Lordose wahrscheinlich bedingt durch eine Verschiebung des letzten Lendenwirbels auf der Fläche des ersten Kreuzbeinwirbels (Spondylolisthesis Kilian), nebst Bemerkungen über die Mechanik dieser Beckenformation. *Monatsschr Geburtskd Frauenkrankh* 5: 81
45. Saifuddin A, White J, Tucker S, Taylor BA (1998) Orientation of lumbar pars defects: implication for the radiological detection and surgical Management. *J Bone Joint Surg Br* 80: 208–211
46. Schlenzka D (1997) Die Spondylolisthesis im Kindes- und Jugendalter. *Orthopade* 26: 760–768
47. Schneidermann GA, McLain RF, Hambly MF, Nielsen SL (1995) The pars defect as a pain source. A histologic study. *Spine* 20: 1761–1764
48. Taillard W (1959) Die Spondylolisthesen. *Die Wirbelsäule in Forschung und Praxis*, Bd 11. Hippokrates, Stuttgart
49. Toyone T, Takahashi K, Kitahara H, Yamagata M, Murakami M, Moriya H (1994) Vertebral bone-marrow changes in degenerative lumbar disc disease. An MRI study of 74 patients with low back pain. *J Bone Joint Surg Br* 76: 757–764
50. Vahldek MJ, Panjabi MM (1998) Stability potential of spinal instrumentations in tumor vertebral body replacement surgery. *Spine* 23: 543–550
51. Virta L, Ronnema T (1993) The association of mild-moderate isthmic lumbar spondylolisthesis and low back pain in middle aged patients is weak and it only occurs in women. *Spine* 18: 1496–1503
52. Wild A, Jager M, Webb JK (2002) Stufenweise Reposition und Fusion mit Fixateur externe bei Spondylolisthesis. *Z Orthop* 139: 152–156
53. Wiltse LL, Newman PH, McNab I (1976) Classification of spondylolisthesis and spondylolysis. *Clin Orthop* 117: 116–135
54. Wiltse LL, Rothman LG (1989) Spondylolisthesis: Classification, diagnosis and natural history. *Sem Spine Surg* 1: 78–94
55. Wiltse LL, Hambly MF (1994) Degenerative changes in the first two segments above a lumbosacral fusion: a 22.6 year (average) follow-up. In: Wittenberg RH, Steffen R (eds) *Instrumented spinal fusion*. Thieme, Stuttgart New York, pp 178–189
56. Wimmer C, Krismer M, Gluch H, Ogon M (1997) Vor- und Nachteile des retro- und transperitonealen Zugangs zur Fusion der präsakralen Bandscheibe. *Orthopade* 26: 563–567
57. Whiffen JR, Neuwirth MG (1977) Spinal Stenosis. In: Bridwell KH, DeWald RL (eds) *Textbook of spinal surgery*, 2nd edn. Lippincott Raven, Philadelphia, pp 1561–1280
58. Wittenberg RH, Willburger RE, Krämer J (1998) Spondylolyse und Spondylolisthese – Diagnose und Therapie. *Orthopade* 27: 51–63

Fragen zur zertifizierten Fortbildung

1. Wann sollte eine entwicklungsbedingte Spondylolisthesis operativ behandelt werden:

- I. Sofort nach Diagnosestellung,
- II. bei hohem Gleitgrad schon vor dem Wachstumsabschluss,
- III. bei therapieresistenten Beschwerden,
- IV. bei Hochleistungssportlern und szintigraphischer Anreicherung,
- V. bei nachgewiesener Progression und neurologischen Ausfällen.

- a) Alle Aussagen sind richtig.
- b) Nur I ist falsch.
- c) Nur I und IV sind falsch.
- d) Nur IV und V sind richtig.
- e) Alle Aussagen sind falsch.

2. Welche Aussagen zur degenerativen Spondylolisthesis treffen zu:

- I. Sie betrifft am häufigsten das Segment L3/4.
- II. Männer sind häufiger betroffen als Frauen.
- III. Die Beschwerden sind oft typisch für eine Spinalkanalstenose.
- IV. Eine Lyse der Interartikularportion ist immer nachweisbar.
- V. der Gleitgrad ist selten höher als Meyerding I–II.

- a) Alle Aussagen sind falsch.
- b) Nur II ist richtig.
- c) I und IV sind richtig.
- d) III und V sind richtig.
- e) IV und V sind richtig.

3. Das konservative Behandlungskonzept bei Spondylolisthesis beinhaltet:

- I. Belastungsreduktion bei Beschwerden,
- II. Korsettruhigstellung bei Nachweis einer frischen Osteolyse der Interartikularportion,

III. rumpfstabilisierende Krankengymnastik,
IV. striktes Sportverbot,
V. Stoßwellenbehandlung der Interartikularregion.

- a) Alle Aussagen sind richtig.
- b) Nur I–III sind richtig.
- c) I, II und IV sind richtig.
- d) Nur I und II sind richtig.
- e) Alle Aussagen sind falsch, eine Spondylolisthesis wird immer operativ behandelt.

4. Gebräuchliche Einteilungen des Gleitgrades einer Spondylolisthesis sind:

- I. Einteilung nach Noyes u. Stabler,
- II. Prozentuale Einteilung nach Laurent u. Einola,
- III. Einteilung nach Pauwels,
- IV. Einteilung nach Meyerding,
- V. Einteilung nach Rockwood.

- a) Nur II und IV sind richtig.
- b) Nur IV ist richtig.
- c) Alle sind falsch.
- d) Nur I, III und V sind richtig.
- e) Nur III ist richtig.

5. Welche Aussagen zur Epidemiologie der entwicklungsbedingten Spondylolisthesis treffen zu:

- I. Bei Kaukasiern ist die Spondylolisthesis am häufigsten.
- II. Die Inzidenz einer Spondylolyse bei Kaukasien im Adoleszentenalter beträgt ca. 6%.
- III. Bei Eskimos und Inuit besteht die höchste Inzidenz einer Spondylolisthesis.
- IV. Zwischen dem 20. und dem 80. Lebensjahr nimmt die Inzidenz nicht mehr zu.
- V. Hochleistungssportler in bestimmten Sportarten weisen einen wesentlich höheren Anteil an Spondylolyse auf als die Normalbevölkerung.

- a) Alle Aussagen außer III sind richtig.
- b) Nur I ist richtig.
- c) I, IV und V sind richtig.
- d) Alle Aussagen sind falsch.
- e) II, III, IV und V sind richtig.

6. Operative Therapiemöglichkeiten bei Spondylolisthesis sind:

- I. Korpektomie und Spondylodese,
- II. Fixateur interne Stabilisierung mit Reposition und posterolaterale Spondylodese,
- III. dorsoventrale Spondylodese mit Intersomatischem Implantat,
- IV. Dekompression und PLIF-Spondylodese,
- V. Distraction mit dem Harrington-System.

- a) Alle Aussagen sind richtig.
- b) Alle Aussagen sind falsch.
- c) Nur V ist richtig.
- d) Nur II bis IV sind richtig.
- e) I bis IV sind richtig.

7. Welche Aussagen treffen zu:

- I. Eine Spondylolisthesis ist beim Neugeborenen bisher nicht beschrieben.
- II. Die trapezoidförmige Deformierung des Wirbelkörpers bei hochgradiger Spondylolisthesis ist sekundär.
- III. Der Defekt in der Pars interarticularis kann grundsätzlich nicht ohne Operation ausheilen.
- IV. Bei schlanken Patienten ist manchmal das sog. Sprungschancenphänomen sichtbar.
- V. Bei neurologischen Ausfällen ist am häufigsten die Wurzel L₅ betroffen.

- a) Alle Aussagen sind falsch.
- b) Nur IV ist richtig.
- c) I, II, IV und V sind richtig.
- d) Nur V ist richtig.
- e) Alle Aussagen sind richtig.



Wichtige Hinweise:

Online-Einsendeschluss:
16.06.2003

Geben Sie die Antworten bitte über das CME-Portal ein: <http://cme.springer.de>

Per Fax oder Brief eingesandte Antworten können nicht berücksichtigt werden.

Neben den Teilnahmebedingungen und Informationen rund um CME können Sie unter <http://cme.springer.de> Ihr persönliches Ergebnis bzw. Ihre Teilnahmebestätigung abrufen. Dies ist nur an dieser Stelle und – da u. a. der Durchschnitt aller Teilnehmer berücksichtigt wird – erst etwa 3 Wochen nach Einsendeschluss möglich.

Die offiziellen Antworten dieser Fortbildungseinheit werden zusätzlich in dieser Zeitschrift an gleicher Stelle publiziert und zwar in Ausgabe 6/2003.

Die Lösungen der Zertifizierten Fortbildung aus Ausgabe 2/2003 lauten:

1c; 2e; 3b; 4d; 5a; 6a; 7b; 8c

Die Teilnahme ist kostenlos und beschränkt sich im Hinblick auf eine eindeutige Identifizierung über die Abonnementnummer auf

Individualabonnenten der Zeitschrift.

Für diese Fortbildungseinheit erhalten Sie einen Fortbildungspunkt im Rahmen des freiwilligen Fortbildungszertifikats, wenn Sie 70% der Fragen richtig beantwortet haben bzw. über dem Durchschnitt liegen.

Diese Initiative ist zertifiziert von der Landesärztekammer Hessen und der Nordrheinischen Akademie für Ärztliche Fort- und Weiterbildung und ist damit durch andere Ärztekammern anerkennungsfähig.

Für Rückfragen stehen wir Ihnen jederzeit zur Verfügung:

Springer-Verlag
Redaktion Facharztzeitschriften
CME-Helpdesk
Tiergartenstraße 17, 69121 Heidelberg
E-Mail: cme@springer.de