

Trauma Berufskrankh 2005 · 7:211–252
 DOI 10.1007/s10039-005-1027-5
 Online publiziert: 4. August 2005
 © Springer Medizin Verlag 2005

U. Bolm-Audorff · S. Brandenburg · T. Brüning · H. Dupuis · R. Ellegast · G. Elsner
 K. Franz · H. Grasshoff · V. Grosser · L. Hanisch · B. Hartmann · E. Hartung†
 G. Heuchert · M. Jäger · J. Krämer · A. Kranig · K. G. Hering · E. Ludolph
 A. Luttmann · A. Nienhaus · W. Pieper · K.-D. Pöhl · T. Remé · D. Riede · G. Rompe
 K. Schäfer · S. Schilling · E. Schmitt · F. Schröter · A. Seidler · M. Spallek · M. Weber
 (nähere Angaben s. Autorenverzeichnis)

Medizinische Beurteilungskriterien zu bandscheibenbedingten Berufskrankheiten der Lendenwirbelsäule (I)

Konsensempfehlungen zur Zusammenhangsbegutachtung der auf Anregung des HVBG eingerichteten interdisziplinären Arbeitsgruppe

Vorbemerkungen

In den Ausgaben 3 und 4/2005 der Zeitschrift „Trauma und Berufskrankheit“ werden die Ergebnisse einer auf Initiative und mit Unterstützung des Hauptverbandes der gewerblichen Berufsgenossenschaften (HVBG) eingerichteten interdisziplinären Arbeitsgruppe „Medizi-

nische Beurteilungskriterien bei den Berufskrankheiten der Lendenwirbelsäule“ veröffentlicht.

Seit ihrem Inkrafttreten Anfang 1993 haben die Berufskrankheiten Nr. 2108–2110 (bandscheibenbedingte Wirbelsäulenerkrankungen der Lendenwirbelsäule bzw. der Halswirbelsäule) erhebliche Umsetzungsprobleme bereitet. Die recht-

lichen Berufskrankheitentatbestände enthalten keine eindeutigen Abgrenzungskriterien. Dies gilt sowohl für die Frage, welche Dosis schädigender Einwirkungen für die Verursachung dieser Erkrankungen ausreicht, als auch für die Frage eines belastungskonformen Krankheitsbildes sowie für die Beurteilung konkurrierender Ursachen, um nur einige wichtige Aspek-

Autorenverzeichnis

Prof. Dr. Ulrich Bolm-Audorff, Reg.-Präsidium Darmstadt, Landesgewerbeamt, Dostojewskistraße 4, 65187 Wiesbaden
 Prof. Dr. Stephan Brandenburg, BGW Hauptverwaltung, Pappelallee 35/37, 22089 Hamburg
 Prof. Dr. Thomas Brüning, Berufsgenossenschaftliches Forschungsinstitut für Arbeitsmedizin, Bürkle-de-la-Camp-Platz 1, 44789 Bochum
 Prof. Dr. Heinrich Dupuis, Institut für Arbeits-, Sozial- und Umweltmedizin, Johannes-Gutenberg-Universität Mainz, Obere Zahlbacher Straße 67, 55131 Mainz
 Dr. Rolf Ellegast, Berufsgenossenschaftliches Institut für Arbeitssicherheit, Alte Heerstraße 111, 53757 Sankt Augustin
 Prof. Dr. Gine Elsner, Institut für Arbeitsmedizin, Klinikum, Johann-Wolfgang-Goethe-Universität, Theodor-Kern-Kai 7, 60590 Frankfurt
 Dr. Klaus Franz, Orthopädische Universitätsklinik, Justus-Liebig-Universität Gießen, Ludwigstraße 23, 35380 Gießen
 Prof. Dr. H. Grasshoff, Orthopädische Universitätsklinik, Leipziger Straße 44, 39120 Magdeburg
 Dr. Volker Grosser, Abteilung Unfall- und Wiederherstellungschirurgie, Berufsgenossenschaftliches Unfallkrankenhaus, Bergedorfer Straße 10, 21033 Hamburg
 Dr. Lothar Hanisch, Abteilung Neurologie und Neurotraumatologie, Berufsgenossenschaftliches Unfallkrankenhaus, Bergedorfer Straße 10, 21033 Hamburg

Prof. Dr. Bernd Hartmann, Arbeitsmedizinischer Dienst, Bau-Berufsgenossenschaft Hamburg, Holstenwall 8–9, 20355 Hamburg
 Dr. Emil Hartung (†), Süddeutsche Metall-Berufsgenossenschaft, Wilhelm-Theodor-Römhild-Straße 15, 55130 Mainz
 Dr. Kurt Georg Hering, Knappschaftskrankenhaus Dortmund, Wieckesweg 27, 44309 Dortmund
 Dr. Gerd Heuchert, Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin, Nöldnerstraße 40–42, 10317 Berlin
 PD Dr. Matthias Jäger, Institut für Arbeitsphysiologie, Universität Dortmund, Ardeystraße 67, 44139 Dortmund
 Prof. Dr. Jürgen Krämer, Orthopädische Universitätsklinik, St. Josef Hospital, Gudrunstraße 56, 44791 Bochum
 Dr. jur. Andreas Kranig, Hauptverband der gewerblichen Berufsgenossenschaften, Alte Heerstraße 111, 53757 Sankt Augustin
 Dr. Elmar Ludolph, Institut für Ärztliche Begutachtung, Brunnenstraße 8, 40223 Düsseldorf
 Prof. Dr. Alwin Luttmann, Institut für Arbeitsphysiologie, Universität Dortmund, Ardeystraße 67, 44139 Dortmund
 Dr. Albert Nienhaus, BGW Hauptverwaltung, Pappelallee 35/37, 22089 Hamburg
 Wolfgang Pieper, BGW Bezirksverwaltung Bochum, Universitätsstraße 78, 44789 Bochum
 Klaus-Dieter Pöhl, Bergbau-Berufsgenossenschaft, Hunscheidtstraße 18, 44789 Bochum

Dr. Thomas Remé, BGW Hauptverwaltung, Pappelallee 35/37, 22089 Hamburg
 Prof. Dr. Detlev Riede, Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg, Ernst-Grube-Straße 40, 06097 Halle, Saale
 Prof. Dr. Gerhard Rompe, Stiftung Orthopädische Universitätsklinik, Schlierbacher Landstraße 200a, 69118 Heidelberg
 Dr. Klaus Schäfer, Großhandels- und Lagerei-BG, Präventionsabteilung, N 4, 18–20, 68161 Mannheim
 Sandra Schilling, Hauptverband der gewerblichen Berufsgenossenschaften, Alte Heerstraße 111, 53757 Sankt Augustin
 Prof. Dr. Erich Schmitt, ehemals Orthopädische Universitätsklinik Frankfurt, Stiftung Friedrichsheim, Marienburgstraße 2, 60528 Frankfurt am Main
 Dr. Frank Schröter, Institut für Medizinische Begutachtung, Landgraf-Karl-Straße 21, 34131 Kassel
 PD Dr. Andreas Seidler, Institut für Arbeitsmedizin, Klinikum, Johann-Wolfgang-Goethe-Universität, Theodor-Kern-Kai 7, 60590 Frankfurt
 Dr. Michael Spallek, Gesundheitsschutz, Volkswagen AG Nutzfahrzeuge, Postfach 21 05 80, 30405 Hannover
 Prof. Dr. Michael Weber, Orthopädische Abteilung, Chirurgische Universitätsklinik Freiburg, Hugstetter Straße 55, 79106 Freiburg

te zu nennen. Auch nach mehreren Jahren praktischer Erfahrungen mit den neuen Berufskrankheiten waren zentrale Fragen der Expositionsbeurteilung wie der Begutachtung nicht gelöst. Die Folge unterschiedlicher Sichtweisen sowohl der medizinischen als auch der arbeitstechnischen Voraussetzungen waren eine uneinheitliche Rechtsanwendung und eine Vielzahl gerichtlicher Auseinandersetzungen. Allein das Bundessozialgericht musste sich in letzter Instanz bisher mehr als 15-mal mit der BK-Nr. 2108 befassen.

In dieser Situation hat im Jahr 2000 der HVBG 2 bedeutende Projekte initiiert, um die Beurteilung der Problembereiche auf eine möglichst valide und von einem breiten wissenschaftlichen Konsens getragene Basis zu stellen.

Zum einen sollen die Dosis-Wirkungs-Beziehungen zwischen beruflichen Belastungen und der Entstehung von bandscheibenbedingten Wirbelsäulenerkrankungen in einer groß angelegten Fallkontrollstudie – der Deutschen Wirbelsäulenstudie [12] – einer besseren epidemiologischen Klärung zugeführt werden, als dies in bisherigen Studien der Fall war, auf denen das derzeit genutzte Verfahren basiert („Mainz-Dortmunder Dosismodell“ – MDD) [59, 77,139]. Die Forschungsarbeiten laufen seit Herbst 2002, Ergebnisse können voraussichtlich im Jahr 2006 publiziert werden.

Zum anderen wurde mit der Arbeitsgruppe „Medizinische Beurteilungskriterien“ Anstoß zu einem interdisziplinären Forum mit dem Ziel gegeben, durch Sachverständige, die selbst intensiv in die Ermittlungen und v. a. (Zusammenhangs-)Begutachtungen bei LWS-Erkrankungen als Berufskrankheitenverdachtsfälle eingebunden sind, konkretisierte Beurteilungskriterien als Konsensempfehlungen formulieren zu lassen. Diese Arbeitsgruppe hat seit August 2001 im Plenum 8-mal und in den Unterarbeitsgruppen vielfach getagt und die für eine qualifizierte Begutachtung vorliegenden wissenschaftlichen Erkenntnisse zusammengetragen, gesichtet und mit dem Ziel einer fundierten wissenschaftlichen Konsensfindung bewertet. Im Wesentlichen wurden folgende Fragestellungen bearbeitet:

- Klinisch-morphologische Kriterien für ein belastungskonformes Krankheitsbild
- Beurteilung konkurrierender Ursachenfaktoren
- Kriterien für die Beurteilung des Zwangs zur Unterlassung der gefährdenden Tätigkeiten
- Einschätzung der Minderung der Erwerbsfähigkeit

In der Arbeitsgruppe haben Vertreter folgender medizinisch-wissenschaftlicher Fachgebiete mitgewirkt:

- Arbeitsmedizin
- Arbeitsphysiologie
- Epidemiologie
- Neurologie
- Orthopädie
- Radiologie
- Unfallchirurgie

Die personelle Zusammensetzung der Arbeitsgruppe war im Vorfeld mit den maßgebenden wissenschaftlich-medizinischen Fachgesellschaften abgestimmt worden. Außerdem wirkten Experten der berufsgenossenschaftlichen Verwaltungen und Präventionsdienste und des HVBG einschließlich des BGIA in der Arbeitsgruppe mit.

Wichtigstes Prinzip der Arbeitsgruppe war es, die unterschiedlichen Sichtweisen der verschiedenen Fachgebiete im interdisziplinären Austausch miteinander zu vermitteln, die vorliegenden Erkenntnisse kritisch zu sichten und auf diesem Weg für möglichst viele der in der Praxis problematischen Fallkonstellationen fundierte, einvernehmlich getragene Lösungen zu entwickeln.

Die vorgeschlagenen Lösungen – ebenso wie Hinweise auf Fragen, zu denen nach wie vor unterschiedliche Auffassungen bestehen – werden hiermit der Fachwelt vorgestellt. Damit verbindet sich die Hoffnung, dass ein großer Teil der bislang unterschiedlich beurteilten Fragen im Interesse der Gleichbehandlung der Versicherten einheitlich beurteilt wird. Bei den Vorschlägen handelt es sich um gemeinsame, wissenschaftlich gestützte Äußerungen der in der Arbeitsgruppe versammelten Experten. Sie sollen zu gegebener Zeit auf der Grundlage praktischer Erfahrungen und

der wissenschaftlichen Bewährung auch Gegenstand einer Fachtagung des HVBG unter Beteiligung der interessierten Ärzteschaft und Vertretern aus Verwaltung und Selbstverwaltung der UV-Träger sowie der Sozialgerichtsbarkeit werden. Mit einem solchen Prozess der Meinungsbildung verbindet sich die Erwartung, die jetzt vorgelegten Konsensempfehlungen für die Praxis als ein antizipiertes Sachverständigen-gutachten weiter entwickeln zu können.

Konsensempfehlungen

1 Krankheitsbild

1.1 Voraussetzungen

- 1.1.1 Die Klassifikation der BK-relevanten Bandscheibenschäden als Basis einer „bandscheibenbedingten Erkrankung“ leitet sich ab aus
 - Kriterien bildgebender Verfahren über morphologische Veränderungen (soweit das Verfahren zur Abbildung der Veränderungen geeignet ist) und
 - klinischen Kriterien des Wirkungsgrades morphologischer Schäden auf Funktionen der betroffenen Bewegungssegmente sowie topographisch zuzuordnender Nervenwurzeln und
 - der damit zu erklärenden Schmerzausprägung.
- 1.1.2 Das Schadensbild der BK 2108 und 2110 entspricht den Volkskrankheiten durch chronisch-degenerative Veränderungen der Bandscheiben. Es gibt kein hiervon eindeutig abgrenzbares belastungstypisches Krankheitsbild, sondern nur ein belastungskonformes WS-Schadensbild der Berufskrankheit.
- 1.1.3 Das belastungskonforme Schadensbild wird beschrieben durch den Vergleich der Veränderungen zwischen Beschäftigten mit hoher Wirbelsäulenbelastung und der Normalbevölkerung hinsichtlich der Kriterien
 - Lebensalter beim Auftreten der Schädigung
 - Ausprägungsgrad in einem bestimmten Alter

Zusammenfassung · Abstract

Trauma Berufskrankh 2005 · 7:211–252
DOI 10.1007/s10039-005-1027-5
© Springer Medizin Verlag 2005

U. Bolm-Audorff · S. Brandenburg · T. Brüning · H. Dupuis · R. Ellegast · G. Elsner
K. Franz · H. Grasshoff · V. Grosser · L. Hanisch · B. Hartmann · E. Hartung · K. G. Hering
G. Heuchert · M. Jäger · J. Krämer · A. Kranig · E. Ludolph · A. Luttmann · A. Nienhaus
W. Pieper · K.-D. Pöhl · T. Remé · D. Riede · G. Rompe · K. Schäfer · S. Schilling · E. Schmitt
F. Schröter · A. Seidler · M. Spallek · M. Weber

Medizinische Beurteilungskriterien zu bandscheibenbedingten Berufskrankheiten der Lendenwirbelsäule (I). Konsensempfehlungen zur Zusammenhangsbegutachtung der auf Anregung des HVBG eingerichteten interdisziplinären Arbeitsgruppe

Zusammenfassung

Seit ihrem Inkrafttreten Anfang 1993 haben die Berufskrankheiten Nr. 2108 und 2110 (bandscheibenbedingte Erkrankungen der Lendenwirbelsäule durch langjährige[s] Heben oder Tragen schwerer Lasten, Tätigkeiten in extremer Rumpfbeugehaltung oder Ganzkörperschwingungen im Sitzen, die zur Unterlassung aller Tätigkeiten gezwungen haben, die für die Entstehung, die Verschlimmerung oder das Wiederauftreten der Krankheit ursächlich waren oder sein können) erhebliche Umset-

zungsprobleme bereitet. Als Ergebnisse einer interdisziplinären Arbeitsgruppe werden mit dem vorliegenden Teil I des Beitrags zunächst medizinische Beurteilungskriterien zum belastungskonformen Krankheitsbild und zur Bewertung möglicher Konkurrenzursachen dargestellt. In Heft 4/2005 folgt Teil II, der sich mit Fragen des Unterlassungszwangs sowie der Einschätzung der MdE beschäftigen wird. Die vorgestellten Arbeitsergebnisse sollen auf der Grundlage des in weiten Teilen erzielten

Konsenses zur wissenschaftlich fundierten, einheitlichen Begutachtung von LWS-Erkrankungen beitragen, bei denen die Fragen des Vorliegens einer berufsbedingten Bandscheibenerkrankung und deren Auswirkungen zu beurteilen sind.

Schlüsselwörter

Lendenwirbelsäule · Bandscheibenerkrankung · Berufskrankheit · Begutachtung · Beurteilungskriterien

Medical evaluation criteria for occupational diseases of the lumbar spine related to the intervertebral disc. Consensus recommendations for assessing the interrelationship as proposed by the interdisciplinary working group established by the HVBG

Abstract

Occupational diseases Nos. 2108 and 2110 correspond to intervertebral disc-related diseases of the lumbar spine from many years of carrying or lifting heavy loads, occupations in extreme postures of full flexion or oscillation of the whole body when seated, and which compel the cessation of all activities which are or could be the cause for the origin, exacerbation or recurrence of the disease. These occupational diseases came into force at the start of 1993, but there have

been considerable problems in their implementation. The present Part I of the contribution is the result of the work of an interdisciplinary study group and contains medical criteria for the assessment of possibly strain-related clinical characteristics and the evaluation of other possible causes. Part II is to be published in Volume 4/2005 and will deal with questions related to forced cessation and to the assessment of the loss of earning ability. Agreement was reached in many ar-

eas related to the assessment of occupational claims. This should allow for evidence-based decision making in the future for the occupational diseases Nos. 2108 and 2110.

Keywords

Lumbar column · Discopathy · Occupational disease · Evaluation · Criteria for evaluation
Author E. Hartung is deceased.

- Verteilungsmuster der Bandscheibenschäden an der LWS
- Lokalisationsunterschiede zwischen biomechanisch hoch und mäßig belasteten WS-Abschnitten der gleichen Personen
- Entwicklung einer Begleitspondylose

1.2 Bildgebende Befunde

Für die aktuelle Begutachtung erfolgt die Beurteilung von *Nativröntgenaufnahmen*

der gesamten Wirbelsäule in 2 Ebenen, welche in der Regel *nicht älter als 1 Jahr* sein sollten. Bei bereits länger zurückliegender Aufgabe der belastenden Tätigkeit ist der Befund zum Zeitpunkt der Aufgabe der belastenden Tätigkeit wegweisend. Die Indikation zu ergänzenden Untersuchungen wie Funktionsaufnahmen der LWS, Computer- oder Magnetresonanztomogrammen wird einzelfallbezogen (aus diagnostischen Gründen oder zur Beurteilung des Ursachenzusammenhangs, z. B. Konstellation B2 unter Abschnitt 1.4) gestellt.

Mit dem im Abschnitt 1.2A und 1.2B verwendeten Ausdruck „altersuntypisch“ soll ausgedrückt werden, dass ein Befund über die Schwankungsbreite der altersentsprechenden Norm hinausgeht und in diesem Sinn auffällig ist. Soweit in den Tabellen in Abschnitt 1.2A und 1.2B keine speziellen Altersangaben gemacht werden, bezieht sich die Angabe „altersuntypisch“ auf Personen in den erwerbstätigen Altersgruppen, also bis 65 Jahre. Die Feststellung eines „altersuntypischen“ Befunds erlaubt als solche noch keinen Rückschluss auf die Ursache. Bezüglich der Kriterien zur Zusammenhangsbeurteilung wird auf Abschnitt 1.4 verwiesen.

Zu den nachstehenden verbalen Beschreibungen radiologischer Befunde finden sich erläuternd kommentierte Referenzröntgenaufnahmen sowie CT- und MRT-Schnittbilder unter http://www.hvbg.de/d/pages/service/download/bk_rep/index.html

1.2A Nativröntgenbilder

Chondrose. Höhenminderung einer Bandscheibe – beurteilt auf der Basis des in Anhang 3 dargestellten Messverfahrens

LWS (■ Übersicht 1).

HWS (■ Übersicht 2).

Sklerose (Osteose). Vermehrte Sklerosierung der Wirbelkörperabschlussplatten, bei höherem Grad in die Spongiosa der Wirbelkörper hineinziehend – wird unabhängig von einer ggf. gleichzeitig vorliegenden Chondrose beurteilt (■ Übersicht 3).

Übersicht 1		
Grad	Befundbeschreibung	Altersuntypisch
I	Höhenminderung >1/5–1/3	<50 Jahre ja
II	Höhenminderung >1/3–1/2	ja
III	Höhenminderung >1/2	ja
IV	Ankylosierende Chondrose	ja

Übersicht 2	
Grad	Befundbeschreibung
I	Höhenminderung nicht ausgeprägt (≤1/2)
II	Höhenminderung ausgeprägt (>1/2)

Übersicht 3		
Grad	Befundbeschreibung	Altersuntypisch
I	Optisch wahrnehmbare vermehrte Sklerosierung	<45 Jahre ja
II LWS/BWS	In die Spongiosa >2 mm hineinziehende Sklerosierung	ja
II HWS	In die Spongiosa >1 mm hineinziehende Sklerosierung	ja

Übersicht 4		
Grad	Befundbeschreibung	Altersuntypisch
I LWS und untere BWS	Bis 2 mm	nein
I HWS und obere BWS	Bis 1 mm	nein
II LWS und untere BWS	3–5 mm	<50 Jahre ja
II HWS und obere BWS	2–3 mm	<50 Jahre ja
III/IV LWS und untere BWS	>5 mm/tendenzielle und vollständige Brückenbildung	ja
III/IV HWS und obere BWS	>3 mm/ tendenzielle und vollständige Brückenbildung	ja

Übersicht 5		
Grad	Befundbeschreibung	Altersuntypisch
I	≤2 mm	ja
II	>2 mm	ja

Spondylose. Vordere und seitliche Randzackenbildungen an den Wirbelkörpern – abzugrenzen von der Retrospondylose, Syndesmophyten, Morbus Forestier (▣ Übersicht 4).

Die Angaben werden immer auf volle mm gerundet. Der Vergrößerungs-/Verkleinerungsfaktor ist besonders bei digitalen Röntgenaufnahmen zu beachten.

Dorsale Spondylophyten („Retrospondylose“). Hintere Randzackenbildungen an den Wirbelkörpern, die das hintere Längsband und dahinter liegende Strukturen irritieren können; abzugrenzen von vorge-täuschten Retrospondylosen durch Retro-position eines Wirbelkörpers (s. Spondylo-listhese) (▣ Übersicht 5).

Die Angaben werden immer auf volle mm gerundet. Der Vergrößerungs-/Verkleinerungsfaktor ist besonders bei digitalen Röntgenaufnahmen zu beachten.

Spondylarthrose. Arthrose der Wirbelgelenke (▣ Übersicht 6).

1.2B Magnetresonanztomogramm und Computertomogramm

Signalminderung (nur Magnetresonanztomogramm) (▣ Übersicht 7).

Bei der Befundung des Magnetresonanztomogramms oder des Computertomogramms der Wirbelsäule sind die Kriterien bezüglich der Bewertung der Chondrose, Sklerose, Spondylose, Retrospondylose und Spondylarthrose im Nativröntgenbild (s. Abschnitt 1.2A) sinngemäß anzuwenden.

Verlagerung von Bandscheibengewebe (▣ Übersicht 8).

^a Bei den Grenzbefunden handelt es sich umso eher um einen Bandscheibenvorfall, je fokaler der Befund ausgedehnt ist. Bei der Bewertung sind die räumlichen Verhältnisse zu beachten, die fokale Ausdehnung des Befunds wird nach visuellen Einschätzungen in Relationen zu den umgebenden Strukturen eingeordnet. Ein basaler Abgangswinkel des verlagerten Bandscheibengewebes von 60–90° spricht für die Einord-

nung als Bandscheibenvorfall, ebenso eine im Verhältnis zur Länge des dorsalen Bandscheibenumfangs sowie zur dorsalen Ausdehnung des Befunds geringe Breite der Bandscheibenverlagerung.

1.3 Klinische Kriterien

Der bildgebende Nachweis eines Bandscheibenschadens (Höhenminderung und/oder Vorfall) ist *unabdingbare*, aber *nicht hinreichende* Voraussetzung für den Nachweis einer bandscheibenbedingten Erkrankung. Hinzukommen muss eine korrelierende klinische Symptomatik. Als mögliche sekundäre Folge des Bandscheibenschadens können bildgebend darstellbare Veränderungen wie die Spondylose, die Sklerose der Wirbelkörperabschlussplatten, die Retrospondylose, die Spondylarthrose, die degenerative Spondylolisthesis und eine knöcherne Enge des Spinalkanals auftreten. Teilweise können derartige Veränderungen auch unabhängig von einem Bandscheibenschaden vorkommen, wie bei der primären Spondylarthrose, der

Übersicht 6			
Grad	Befundbeschreibung	Altersuntypisch	
I	Vermehrte Sklerosierung der Wirbelgelenke erkennbar	<45 Jahre ja	
II	Vermehrte Sklerosierung mit Verplumpungen oder Randanbauten an den Wirbelgelenken	ja	

Übersicht 7		
Grad	Befundbeschreibung	Altersuntypisch
Nicht differenziert	„black disc“ in der T ₂ -Gewichtung	Nur bei gleichzeitiger Höhenminderung im Nativröntgenbild

Übersicht 8			
Grad	Befund	Befundbeschreibung	Altersuntypisch
I	Protrusion	Normale Konkavität der dorsalen Bandscheibenbegrenzung in der Koronarebene aufgehoben – Bandscheibe wölbt sich bis 3 mm über die Verbindungslinie der dorsalen Begrenzung der WK-Hinterkante vor	Bis 40 Jahre ja
I oder II	Grenzbefund	Bandscheibe wölbt sich >3 mm bis <5 mm über die Verbindungslinie der dorsalen Begrenzung der WK-Hinterkante vor	Einzelfallbezogene Zuordnung zu Grad I oder II ^a
II	Prolaps	Bandscheibe wölbt sich ≥5 mm über die Verbindungslinie der dorsalen Begrenzung der WK-Hinterkante vor	ja
III	Prolaps mit Sequester		ja

Spondylarthrose aufgrund eines Hohlkreuzes oder dem anlagebedingt engen Spinalkanal. Dies ist vom Gutachter abzugrenzen.

Bei den klinischen Krankheitsbildern sind zu unterscheiden:

Typ 1: Lokales Lumbalsyndrom. Folgende Kriterien sollen erfüllt sein:

- Radiologie: altersuntypische Höherminderung einer oder mehrerer Bandscheiben
- Symptom: Schmerz durch Bewegung
- Klinik: Segmentbefund mit provozierbarem Schmerz
- Funktionell: Entfaltungsstörung der LWS
- Muskulatur: erhöhter Tonus
- Ggf. pseudoradikuläre Schmerzausstrahlung

Typ 2: Lumbales Wurzelsyndrom. Folgende Kriterien sollen erfüllt sein:

- Radiologie: Vorfall oder Chondrose mit Bandscheibenverschmälerung mit Nervenwurzelbedrängung, ggf. in Verbindung mit Retrospondylose, Spondylarthrose, Foramenstenose, Recessusstenose und/oder Spinalkanalstenose, im Ausnahmefall bei engem Spinalkanal auch Protrusion
- Neurologie: Zeichen der Reizung bzw. Schädigung der entsprechenden Nervenwurzel(n)
- Typ 1 und 2 kommen häufig auch als Mischform vor. Das Kaudasyndrom ist eine Sonderform des lumbalen Wurzelsyndroms.

Hinweis. Neben der Krankheits- und Belastungsanamnese ist eine Schmerzanamnese zur Abgrenzung einer bandscheibenbedingten Erkrankung gegenüber einem chronisch-unspezifischen Schmerzsyndrom bei parallel vorhandenen degenerativen Veränderungen an den Bandscheiben der Wirbelsäule erforderlich. Die Einordnung der vorgetragenen Schmerzsymptomatik entscheidet wesentlich über die Anerkennung der klinischen Relevanz der übrigen Befunde und somit über die Bewertung der MdE mit. Die Abgrenzung gelingt für die nicht radikulären bandscheibenbedingten Erkrankungen nur mit be-

grenzter Wahrscheinlichkeit („Besteht ein kausaler Zusammenhang zwischen dem bildgebend dargestellten Bandscheibenschaden und etwaigen sekundären bildgebend dargestellten bandscheibenbedingten Veränderungen und den vorgetragenen Beschwerden?“).

Gegen einen Zusammenhang sprechen folgende Indizien:

- die gleichmäßige Ausbreitung von Schmerzen über weite Bereiche des Rückens mehrere Segmente vom bildgebend dargestellten Bandscheibenschaden entfernt
- die Schilderung von Schmerzen, die sich zugleich über die Gelenke ausbreiten.

Als Leitschnur für die bei der gutachterlichen Untersuchung standardmäßig zu erhebenden klinischen Befunde und ihre Bewertung wird auf den BK-Report 2/03 des HVBG [8], S 133–141 und 305–308, sowie Schröter [143] verwiesen.

Bei Hinweisen auf eine radikuläre Symptomatik sollte eine fachneurologische Zusatzbegutachtung veranlasst werden. Dies gilt insbesondere dann, wenn bei gegebenem Ursachenzusammenhang zwischen bandscheibenbedingter Erkrankung und beruflicher Belastung über den Zwang zur Aufgabe der belastenden Tätigkeiten bzw. über die Höhe der MdE entschieden werden muss.

1.4 Zusammenhangsbeurteilung

Die nachfolgenden Kriterien ergeben sich

- aus biomechanischen Plausibilitätsüberlegungen
- aus der Auswertung der verfügbaren epidemiologischen Evidenz.

Letztere weist teilweise Lücken bzw. Widersprüche auf. Die Gültigkeit bzw. relative Gewichtung der Kriterien wird deshalb anhand der Ergebnisse zukünftiger Forschungsarbeiten zu überprüfen und ggf. zu modifizieren sein.

Grundvoraussetzungen für die Anerkennung eines Ursachenzusammenhangs sind

- eine nachgewiesene *bandscheibenbedingte Erkrankung*, wobei der bildge-

bend darstellbare Bandscheibenschaden seiner Ausprägung nach *altersuntypisch* (s. Abschnitt 1.2.) sein muss

- eine *ausreichende berufliche Belastung*, wobei diese eine *plausible zeitliche Korrelation* zur Entwicklung der bandscheibenbedingten Erkrankung aufweisen muss (z. B. ausreichende Exposition muss der Erkrankung vorausgehen; Wahrscheinlichkeit des Ursachenzusammenhangs nimmt mit der Länge des Zeitraums zwischen Ende der Exposition und erstmaliger Diagnose der Erkrankung ab).

Bei Erfüllung der Grundvoraussetzungen ist anhand der nachfolgenden Kriterien *abzuwägen*, ob ein Ursachenzusammenhang *wahrscheinlich* ist:

- Eine Betonung der Bandscheibenschäden an den unteren 3 Segmenten der Lendenwirbelsäule spricht eher für einen Ursachenzusammenhang mit der beruflichen Belastung.
- Ein Befall der HWS und/oder BWS kann je nach Fallkonstellation gegen einen Ursachenzusammenhang sprechen. Für den Vergleich zwischen LWS und darüber gelegenen Wirbelsäulenabschnitten sind hierbei Chondrosen und Vorfälle maßgeblich. Nicht mit Chondrosen einhergehende Spondylosen der HWS und/oder BWS haben bei gleichzeitigem Vorliegen einer altersuntypisch ausgeprägten Spondylose an der LWS keine negative Indizwirkung.
- Eine Aussparung der beiden unteren LWS-Segmente spricht eher gegen eine berufliche Verursachung.
- Als *Begleitspondylose* wird definiert eine Spondylose
 - a) in/im nicht von Chondrose oder Vorfall betroffenen Segment(en) sowie
 - b) in/im von Chondrose oder Vorfall betroffenen Segment(en), die nachgewiesenermaßen vor dem Eintritt der bandscheibenbedingten Erkrankung im Sinne einer Chondrose oder eines Vorfalls aufgetreten ist.

Um eine positive Indizwirkung für eine berufsbedingte Verursachung zu haben, muss die Begleitspondylo-

- se über das Altersmaß (s. Abschnitt 1.2) hinausgehen und mindestens 2 Segmente betreffen. (Anmerkung: Spondylosen, die auf einen konkurrierenden Ursachenfaktor zurückgeführt werden können – wie Abstützreaktionen bei Skoliose – gelten nicht als Begleitspondylose mit Indizwirkung für eine berufliche Verursachung.)
- Bei Vorliegen einer Begleitspondylose als Positivkriterium ist eine Anerkennung als Berufskrankheit auch möglich, wenn konkurrierende Ursachenfaktoren erkennbar werden, die jedoch das Schadensbild nicht durch eine überragende Qualität erklären.
 - Bei beruflichen Belastungen, bei denen sich die Gefährdung hauptsächlich aus wiederholten Spitzenbelastungen ergibt, hat das Fehlen einer Begleitspondylose keine negative Indizwirkung.
 - Bei monosegmentaler Chondrose im Röntgenbild ohne Begleitspondylose sprechen Plausibilitätsüberlegungen bei fehlenden magnetresonanztomographischen Begleitbefunden in anderen Segmenten („black disc“) eher gegen das Vorliegen einer Berufskrankheit, wenn das 45. Lebensjahr überschritten ist.

Zusammenhangsbeurteilung bei typischen Fallkonstellationen. Im Folgenden werden Befundkonstellationen, wie sie sich typischerweise bei der Begutachtung ergeben, definiert und die Einschätzung der Experten zur Beurteilung des Ursachenzusammenhangs entsprechend der jeweiligen Befundkonstellation wiedergegeben. Insgesamt wurden 21 Konstellationen definiert. Bei der Beurteilung von 15 dieser 21 Befundkonstellationen bestand Einigkeit zwischen den Experten, für 6 Konstellationen konnte kein einstimmiger Konsens erzielt werden.

Im Wesentlichen gab es 2 Gründe für den Dissens:

Das Phänomen der Begleitspondylose als Positivkriterium für die Beurteilung des Ursachenzusammenhangs zwischen der Exposition und der bandscheibenbedingten Erkrankung sowie die Bedeutung von degenerativen Veränderungen an der Halswirbelsäule als möglicher Hinweis auf

ein schicksalhaftes Geschehen wurden unterschiedlich bewertet.

Ausführliche Erläuterungen zu den unterschiedlichen Bewertungen finden sich in den Anhängen 1 und 2 zu diesem Abschnitt.

- a) Konstellation A1
 - Exposition ausreichend: ja
 - Gesicherte bandscheibenbedingte Erkrankung: nein
 - Beurteilung: Ablehnung
- b) Konstellation A2
 - Exposition ausreichend: nein
 - Gesicherte bandscheibenbedingte Erkrankung: ja
 - Beurteilung: Ablehnung

Für sämtliche nachfolgenden Konstellationen wird jeweils vorausgesetzt, dass

- eine gesicherte bandscheibenbedingte Erkrankung der LWS vorliegt,
- die Exposition ausreichend ist und
- eine plausible zeitliche Korrelation zur Entwicklung der bandscheibenbedingten Erkrankung besteht (z. B. ausreichende Exposition muss der Erkrankung vorausgehen; Wahrscheinlichkeit des Ursachenzusammenhangs nimmt mit der Länge des Zeitraums zwischen Ende der Exposition und erstmaliger Diagnose der Erkrankung ab).

Sofern in den folgenden Fallkonstellationen Bandscheibenschäden an der HWS und BWS vorkommen, wird zugrunde gelegt, dass diese nicht durch das Tragen von schweren Lasten auf der Schulter und/oder lokale Ursachenfaktoren wie z. B. stattgehabte Brüche erklärbar sind.

Mit dem Buchstaben „B“ beginnende Konstellationen.

- **Lokalisation: Die bandscheibenbedingte Erkrankung betrifft L5/S1 und/oder L4/L5**
- **Ausprägung des Bandscheibenschadens: Chondrose Grad II oder höher und/oder Vorfall**

Soweit nachfolgend konkurrierende Ursachenfaktoren angesprochen werden,

bezieht sich dies jeweils auf die Ausführungen hierzu unter Abschnitt 2.1.

Konstellation B1. Wesentliche konkurrierende Ursachenfaktoren erkennbar: nein
Begleitspondylose: ja
Beurteilung: Zusammenhang wahrscheinlich

Konstellation B2. Wesentliche konkurrierende Ursachenfaktoren erkennbar: nein
Begleitspondylose: nein
Zusätzlich mindestens eins der folgenden Kriterien erfüllt:

- Höhenminderung und/oder Prolaps an mehreren Bandscheiben – bei monosegmentaler/m Chondrose/Vorfall in L5/S1 oder L4/L5 „black disc“ im Magnetresonanztomogramm in mindestens 2 angrenzenden Segmenten (Hinweis: ggf. Magnetresonanztomogramm der Lendenwirbelsäule im Rahmen der Begutachtung veranlassen)
- Besonders intensive Belastung; Anhaltspunkt: Erreichen des Richtwertes für die Lebensdosis in weniger als 10 Jahren.
- Besonderes Gefährdungspotenzial durch hohe Belastungsspitzen; Anhaltspunkt: Erreichen der Hälfte des MDD-Tagesdosis-Richtwertes durch hohe Belastungsspitzen (Frauen ab 4 1/2 kN; Männer ab 6 kN)

Beurteilung: Zusammenhang wahrscheinlich

Konstellation B3. Wie Konstellation B2, aber keins der unter B2 genannten Zusatzkriterien erfüllt

Beurteilung: Bei dieser Konstellation bestand kein Konsens.

Konstellation B4. Wie Konstellation B2, aber mit Bandscheibenschaden an der HWS, der schwächer ausgeprägt ist als an der LWS

Beurteilung: Zusammenhang wahrscheinlich

Konstellation B5. Wie Konstellation B2, aber mit Bandscheibenschaden an der HWS, der stärker ausgeprägt ist als an der LWS

Beurteilung: Falls der Bandscheibenschaden an der HWS mit einer klinischen Erkrankung einhergeht: Zusammenhang nicht wahrscheinlich; andernfalls bestand kein Konsens

Konstellation B6. Wie Konstellation B2, aber mit Bandscheibenschaden an der HWS, der *gleich stark* ausgeprägt ist wie an der LWS

Beurteilung: Bei dieser Konstellation bestand kein Konsens.

Konstellation B7. Wie Konstellation B1, aber mit Bandscheibenschaden an der HWS, der *gleich stark* ausgeprägt ist wie an der LWS

Beurteilung: Zusammenhang wahrscheinlich (Grenzfall)

Konstellation B8. Wie Konstellation B1, aber mit Bandscheibenschaden an der HWS, der *stärker* ausgeprägt ist als an der LWS

Beurteilung: Falls der Bandscheibenschaden an der HWS mit einer klinischen Erkrankung einhergeht: Zusammenhang nicht wahrscheinlich (Grenzfall); andernfalls bestand kein Konsens

Konstellation: B9. Wesentliche konkurrierende Ursachenfaktoren erkennbar: ja

Begleitspondylose: ja

Beurteilung: Zusammenhang nicht wahrscheinlich, falls die konkurrierenden Krankheitsursachen das Schadensbild durch eine überragende Qualität erklären; sonst: Zusammenhang wahrscheinlich

Konstellation: B10. Wesentliche konkurrierende Ursachenfaktoren erkennbar: ja

Begleitspondylose: nein

Beurteilung: Zusammenhang nicht wahrscheinlich

Mit dem Buchstaben „C“ beginnende Konstellationen.

— **Lokalisation: Die bandscheibenbedingte Erkrankung betrifft nicht die unteren beiden LWS-Segmente.**

— **Ausprägung des Bandscheibenschadens: Chondrose Grad II oder höher und/oder Vorfall**

Konstellation C1. Wesentliche konkurrierende Ursachenfaktoren erkennbar: nein

Begleitspondylose: ja

Beurteilung: Zusammenhang wahrscheinlich

Konstellation C2. Wesentliche konkurrierende Ursachenfaktoren erkennbar: nein

Begleitspondylose: nein

Beurteilung:

Bandscheibenschaden ist in L2/3 oder höher lokalisiert: Zusammenhang nicht wahrscheinlich

Bandscheibenschaden ist in L3/4 lokalisiert: kein Konsens

Konstellation C3. Wie Konstellation C1, aber mit Bandscheibenschaden an der HWS, der *schwächer* ausgeprägt ist als an der LWS

Beurteilung: Zusammenhang wahrscheinlich

Konstellation C4. Wie Konstellation C1, aber mit Bandscheibenschaden an der HWS, der *gleich* ausgeprägt ist wie an der LWS

Beurteilung: Falls der Bandscheibenschaden an der HWS mit einer klinischen Erkrankung einhergeht: Zusammenhang nicht wahrscheinlich; andernfalls: kein Konsens

Konstellation C5. Wesentliche konkurrierende Ursachenfaktoren erkennbar: ja

Begleitspondylose: ja

Beurteilung: Zusammenhang nicht wahrscheinlich, falls die schicksalhaften Krankheitsursachen das Schadensbild durch eine überragende Qualität erklären; sonst: Zusammenhang wahrscheinlich

Mit dem Buchstaben „D“ beginnende Konstellationen.

— **Ausprägung des Bandscheibenschadens: Protrusion**

Anmerkung: Die Konstellationen D1 und D2 werden selten zu beurteilen sein, da Protrusionen nur dann Krankheitswert haben, wenn zusätzlich ein enger Spinalkanal (für Hinweise hierzu s. Anlage 3) vorliegt. Durch eine fachneurologische Zusatzbegutachtung ist nachzuweisen, dass klinisch eine radikuläre Symptomatik vor-

liegt. Auf eine elektrophysiologische Untersuchung sollte nicht verzichtet werden.

Konstellation D1. Wesentliche konkurrierende Ursachenfaktoren erkennbar: nein

Begleitspondylose: ja

Beurteilung: Da bei der hier vorliegenden Konstellation in der Regel kein Aufgabezwang besteht und §3-Maßnahmen auch ohne bescheidmäßige Anerkennung eines Ursachenzusammenhangs veranlasst werden können, erscheint es bei dieser Konstellation in den meisten Fällen am sinnvollsten, die Frage des Ursachenzusammenhangs zunächst offen zu lassen.

Bei Aufgabezwang: Zusammenhang wahrscheinlich (Grenzfall)

Konstellation D2. Wesentliche konkurrierende Ursachenfaktoren erkennbar: nein

Begleitspondylose: nein

Beurteilung: Zusammenhang nicht wahrscheinlich. Bei Fortführen der belastenden Tätigkeit später ggf. erneute Begutachtung, da im weiteren Verlauf eine berufliche Verursachung noch erkennbar werden könnte

Mit dem Buchstaben „E“ beginnende Konstellationen.

— **Ausprägung des Bandscheibenschadens: Chondrose Grad I**

Konstellation E1. Wesentliche konkurrierende Ursachenfaktoren erkennbar: nein

Begleitspondylose: ja

Beurteilung:

Lebensalter <50 Jahre: Da bei der hier vorliegenden Konstellation regelhaft kein Aufgabezwang besteht und §3-Maßnahmen auch ohne bescheidmäßige Anerkennung eines Ursachenzusammenhangs veranlasst werden können, erscheint es bei dieser Konstellation sinnvoll, die Frage des Ursachenzusammenhangs zunächst offen zu lassen.

Lebensalter >50 Jahre: Zusammenhang nicht wahrscheinlich

Konstellation E2. Wesentliche konkurrierende Ursachenfaktoren erkennbar: nein

Begleitspondylose: nein

Beurteilung: Zusammenhang nicht wahrscheinlich. Bei Fortführen der belastenden Tätigkeit später ggf. erneute Begut-

achtung, da im weiteren Verlauf eine berufliche Verursachung noch erkennbar werden könnte

Anmerkungen zu den nicht im Konsens beurteilten Fallkonstellationen

Anhang 1

Autoren: V. Grosser, F. Schröter

Zur Konstellation B3

Beim Tragen von Lasten in aufrechter Körperhaltung sind die Kompressionskräfte in allen lumbalen Bandscheiben nahezu gleich. In Rumpfvorbeuge wird aufgrund der Hebelwirkung die untere Lendenwirbelsäule am stärksten belastet, es fallen aber auch im Bereich der mittleren und oberen Lendenwirbelsäule relevante Belastungen an. Die Unterschiede in den Druckkräften zwischen der unteren Lendenwirbelsäule und den höheren Lendenwirbelsäulensegmenten werden z. T. dadurch ausgeglichen, dass der Querschnitt der Lendenwirbelsäulenbandscheiben nach unten hin zunimmt. Aus biomechanischer Sicht ist deshalb bei einer berufsbedingten Bandscheibenerkrankung der LWS eine Betonung der Bandscheibenschäden an der unteren Lendenwirbelsäule zu erwarten, wobei Spuren der Belastung jedoch auch in den höheren Lendenwirbelsäulensegmenten erkennbar sein sollten.

Die epidemiologische Literatur bestätigt, dass dies tatsächlich der Fall ist. Nach Hult [70] sind deutliche Höhenminderungen (Chondrosen) von Bandscheiben in allen Segmenten der LWS bei Schwerarbeitern deutlich häufiger als in der Normalbevölkerung (■ **Abb. 1**). Dabei ist die *relative* Häufung von Chondrosen bei schwerer im Vergleich zu leichter Arbeit an der mittleren und oberen Lendenwirbelsäule am höchsten, *absolut* am häufigsten sind berufsbedingte Chondrosen in den unteren beiden Lendenwirbelsäulensegmenten. Dies ist gut damit vereinbar, dass – wie biomechanisch zu erwarten – ein mehrsegmentaler Befall der LWS mit Betonung der unteren LWS vorliegt. Rechnerisch könnte für die deutlichen Höhenminderungen von Bandscheiben das von Hult [70] angegebene Verteilungsmuster zwar auch durch einen monosegmentalen Befall

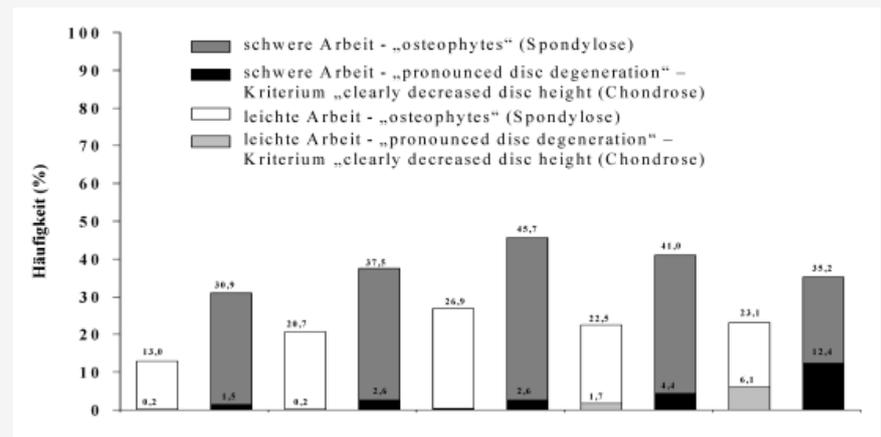
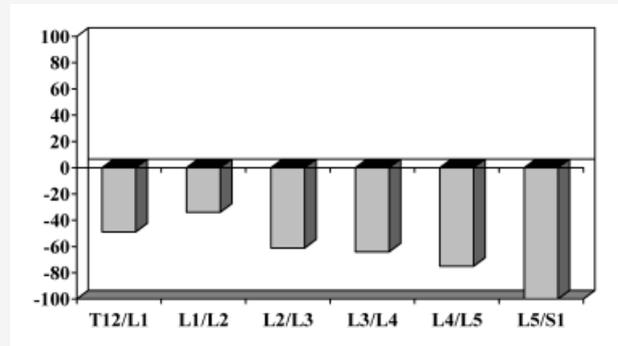


Abb. 1 ▲ Verteilungsmuster degenerativer LWS-Veränderungen in Abhängigkeit von der beruflichen Belastung (nach Hult [70]). Zu beachten ist, dass in der Studie von Hult nur die Häufigkeit deutlicher Chondrosen dargestellt wird (Kriterium: „clearly decreased disc height“)

Abb. 2 ► Bandscheibenhöhe im Vergleich zur Norm (in % der Standardabweichung der Bandscheibenhöhe des Normkollektivs) bei einem Kollektiv mit Exposition Schwerarbeit, $p \leq 0,05$ (nach Brinckmann et al. [16])



bei jeweils unterschiedlichen Probanden zustande kommen, dies ist jedoch aus biomechanischer Sicht kaum plausibel. Auch die Erfahrungen aus der Begutachtung zeigen, dass Höhenminderungen in den Segmenten L3/4 und höher bei belasteten Antragstellern typischerweise im Rahmen eines mehrsegmentalen Befalls mit Betonung der unteren LWS gesehen werden, während isolierte Höhenminderungen der Segmente L3/4 und höher – wie auch in der Normalbevölkerung – selten sind. Die Häufigkeit von Spondylosen ist in der belasteten Gruppe in allen Segmenten der Lendenwirbelsäule deutlich erhöht. Die absolute Häufigkeit von Spondylosen ist hierbei in allen Segmenten der Lendenwirbelsäule deutlich höher als die der Chondrosen. Der Faktor beträgt im Bereich der unteren beiden Lendenwirbelsäulensegmente das 3- bzw. 9fache, im Bereich der mittleren und oberen LWS das 14- bis 19fache. Bei den Spondylosen kann das von Hult [70] angegebene Verteilungsmuster bereits rechnerisch nicht durch einen mono- oder bisegmentalen Befall zustande kom-

men. Hier lässt die Arbeit von Hult [70] bereits für sich nur den Schluss zu, dass bei den Schwerarbeitern ein gehäufter mehrsegmentaler Befall vorliegt.

In der Arbeit von Hult [70] beziehen sich die Häufigkeitsangaben für Chondrosen nur auf *deutliche* Höhenminderungen der Bandscheibe („clearly decreased disc height“). Über die Häufigkeit von Chondrosen mit nur leichter Höhenminderung der Bandscheibe lassen sich der Arbeit von Hult [70] keine Angaben entnehmen. Brinckmann et al. [15, 16] haben die Bandscheibenhöhen von Kollektiven mit Schwerarbeit im Vergleich zu einem Normkollektiv exakt ausgemessen und fanden Höhenminderungen in sämtlichen Lendenwirbelsäulenbandscheiben (■ **Abb. 2**).

Die Konstellation B3 entspricht der häufigsten Manifestationsform eigenständiger Bandscheibenerkrankungen innerer Ursache an der LWS. Betroffen sind bei dieser Konstellation lediglich die Segmente L4/5 und/oder L5/S1. Bandscheibenschäden in den übrigen LWS-Segmenten liegen bei dieser Konstellation definitionsgemäß

nicht vor. Selbst geringgradige Bandscheibengenerationen im Sinne einer nur magnetresonanztomographisch nachweisbaren so genannten „black disk“ sind bei dieser Konstellation in keinem der oberhalb L4/5 gelegenen Segmente nachweisbar. Auch eine Begleitspondylose als positives Indiz für eine Auswirkung der beruflichen Belastungen liegt nicht vor. Biomechanische Besonderheiten der beruflichen Einwirkung, welche das Fehlen von Spuren der beruflichen Belastung in den Segmenten der mittleren und oberen LWS plausibel machen könnten, sind bei der Konstellation B3 nicht gegeben.

Epidemiologische Arbeiten, welche nachweisen, dass bei Schadensbildern, die der Konstellation B3 entsprechen, bei beruflich Exponierten im Vergleich zur Normalbevölkerung statistisch eine relevante Risikoerhöhung besteht, existieren nicht. Ein derartiger Nachweis wird auch durch die Fallkontrollstudie von Seidler et al. [146, 147, 148] nicht geführt. Sie räumten ein, dass in ihrer Studie Patienten mit Chondrose und Spondylose ein höheres berufliches Erkrankungsrisiko aufwiesen als Patienten mit Chondrose ohne zusätzliche Spondylose. Sie machten aber geltend, dass ihre Studie dennoch eine relevante Risikoerhöhung auch für Schadensbilder, welche der Konstellation B3 entsprechen, nachweise. Dies hält einer kritischen methodischen Überprüfung jedoch nicht stand. Die beruflichen Belastungen wurden in der Studie lediglich durch eine Befragung der Probanden ermittelt. Die in der Studie verwendeten medizinischen Einschlusskriterien erlauben *keine* Differenzierung, ob die errechneten Erkrankungsrisiken tatsächlich durch eine berufsbedingte Häufung von Bandscheibenschäden verursacht sind oder ob sie lediglich eine höhere Inanspruchnahme ärztlicher Behandlung aufgrund einer berufsbedingten Beschwerdeausslösung bei *berufsunabhängig* entstandenen Bandscheibenschäden widerspiegeln. Im Ergebnis führt dies zu einer erheblichen Überschätzung des Risikos, berufsbedingt Bandscheibenschäden zu entwickeln. In der Studie wird bei Erreichen der Richtdosis nach dem Mainz-Dortmunder Dosismodell (berechnet ohne Schwellenwert auf der Basis der Befragung der Probanden) eine Erhöhung des Erkrankungsrisikos auf etwa das 10fache errechnet, wenn man die belastete Gruppe insgesamt betrachtet. Nach

den methodisch aussagekräftigsten epidemiologischen Arbeiten ist das relative Risiko, berufsbedingt Bandscheibenschäden zu entwickeln, bei vergleichbaren bzw. eher höheren Belastungen jedoch nur auf etwa das 2fache erhöht [134, 70].

Zu den Konstellationen B5, B6, B8 und C4

Ein Befall der HWS und/oder BWS kann je nach Fallkonstellation gegen einen Ursachenzusammenhang sprechen. Für den Vergleich zwischen LWS und darüber gelegenen Wirbelsäulenabschnitten sind hierbei Chondrosen und Vorfälle maßgeblich. Berufliche Einwirkungen im Sinne der BK 2108 belasten hauptsächlich die Lendenwirbelsäule, während die Belastungen an der Halswirbelsäule und an der Brustwirbelsäule erheblich geringer sind. Entsprechend ist zu erwarten, dass sich berufliche Belastungen im Sinne der BK 2108 hauptsächlich an der Lendenwirbelsäule auswirken. Bei beruflichen Belastungen, die intensiv genug sind und lange genug einwirken, ist es plausibel, dass es neben mehrsegmentalen Veränderungen an der Lendenwirbelsäule auch zu einer Mitreaktion der belastungsfernen Hals- und Brustwirbelsäule kommen kann. Die epidemiologische Literatur bestätigt, dass derartige Mitreaktionen möglich sind, wobei jedoch eine Betonung der berufsbedingten Bandscheibenveränderungen an der Lendenwirbelsäule erkennbar bleibt. So weisen in der Studie von Hult [70] die Exponierten für Chondrosen an der Lendenwirbelsäule eine Verdoppelung des Erkrankungsrisikos auf, für Chondrosen an der Halswirbelsäule ist das Risiko nur auf das 1,3fache erhöht.

Bei bandscheibenbedingten Erkrankungen innerer Ursache besteht nach ärztlicher Erfahrung eine hohe, aber nicht obligate Konkordanz zwischen Bandscheibenschäden an der Halswirbelsäule und an der Lendenwirbelsäule. Bandscheibenschäden an der Halswirbelsäule, welche gleich stark oder stärker ausgeprägt sind als an der Lendenwirbelsäule, sind daher bei der Abwägung ein deutliches Indiz gegen eine beruflich bedingte Lendenwirbelsäulenerkrankung. Es handelt sich jedoch nicht um ein Ausschlusskriterium, weil die Möglichkeit besteht, dass ein Exponierter an der Wirbelsäule sowohl einen anlagebedingten Bandscheibenschaden im Bereich der Halswir-

belsäule als auch eine beruflich bedingte Erkrankung im Bereich der Lendenwirbelsäule aufweisen kann (Mischform). Wenn eine Begleitspondylose als positives Indiz für eine berufliche Verursachung der Lendenwirbelsäulenerkrankung vorliegt, ist deshalb nach den Konsensuskriterien bei sonst erfüllten Voraussetzungen ein Ursachenzusammenhang auch dann hinreichend wahrscheinlich, wenn Bandscheibenschäden an der HWS nachgewiesen sind, welche gleich stark wie an der LWS ausgeprägt sind (Konstellation B7). Bei Fehlen einer Begleitspondylose ist ein Ursachenzusammenhang mit der beruflichen Belastung nach den Konsensuskriterien nur dann wahrscheinlich, wenn mindestens eins der Kriterien der Konstellation B2 erfüllt ist *und* im Vergleich zu den belastungsfernen Wirbelsäulenabschnitten eine Betonung der Bandscheibenschäden an der LWS erkennbar ist. Liegen *weder* eine Betonung der Bandscheibenschäden an der LWS *noch* eine Begleitspondylose vor (Konstellation B6), so bietet sich das typische Bild einer eigenständigen Bandscheibenerkrankung innerer Ursache, welche sich sowohl an der HWS als auch an der LWS manifestiert. Eine berufliche Verursachung der Bandscheibenerkrankung an der LWS ist dann nicht *wahrscheinlich*. Eine andere Beurteilung kann auch mit der Studie von Seidler et al. [146, 147, 148] nicht begründet werden, da diese – wie bereits in der Diskussion zur Fallkonstellation B3 ausgeführt – zur Frage der berufsbedingten Häufung von Bandscheibenschäden keine ausreichende Aussagekraft besitzt.

Soweit ein Teil der Mitglieder der Konsensarbeitsgruppe einen nachgewiesenen strukturellen Bandscheibenschaden an der HWS bei den Fallkonstellationen B5, B8 und C4 nur dann bei der Abwägung der Zusammenhänge berücksichtigen will, wenn dieser mit einer klinischen Erkrankung einhergeht, ist eine plausible Erklärung hierfür nicht zu erkennen.

Zur Konstellation C2

Aus biomechanischer Sicht ist zu erwarten, dass berufsbedingte Bandscheibenschäden im Segment L3/4 oder höher zusammen mit Bandscheibenschäden in den unteren beiden LWS-Segmenten, welche den höchsten Kompressionskräften ausgesetzt sind, auftreten. Der höhe-

re Querschnitt der unteren beiden Lendenwirbelsäulenbandscheiben gleicht die – verglichen mit der mittleren und oberen LWS – höheren Kompressionskräfte an der unteren LWS in ihren Auswirkungen nur z. T. aus. Die Scherbelastung *kann* bei den oberen Segmenten erhöht sein, also möglicherweise ein entgegengesetztes Belastungsprofil aufweisen [76]. Die epidemiologischen Arbeiten zeigen, dass die absolute Häufigkeit berufsbedingter Bandscheibenschäden in den unteren beiden Lendenwirbelsäulensegmenten am größten ist und dass die berufsbedingten Höhenminderungen der Bandscheiben im Durchschnitt umso ausgeprägter sind, je weiter unten an der Lendenwirbelsäule die Bandscheibe liegt (vgl. hierzu die Ausführungen zur Konstellation B₃ weiter oben). Es besteht Konsens, dass Bandscheibenschäden des Segments L_{3/4} oder höherer Segmente, welche im Rahmen eines mehrsegmentalen Befalls mit Beteiligung der unteren Lendenwirbelsäule auftreten, ein belastungskonformes Schadensbild sind. Epidemiologische Untersuchungen, welche bei einem Bandscheibenschaden des Segments L_{3/4} oder höherer LWS-Segmente *ohne* Bandscheibenschaden an der unteren Lendenwirbelsäule eine relevante Erhöhung des Erkrankungsrisikos nachweisen, existieren nicht. Ein derartiger Nachweis wird auch durch die Fallkontrollstudie von Seidler et al. [146, 147, 148] nicht erbracht, welche – wie weiter oben bereits ausgeführt – zur Frage der berufsbedingten Häufung von Bandscheibenschäden keine ausreichende Aussagekraft besitzt. Plausibilitätsüberlegungen sprechen dafür, dass bei Bandscheibenschäden im Segment L_{3/4} oder höherer LWS-Segmente *ohne* Bandscheibenschaden der unteren beiden LWS-Segmente eine berufsbedingte Verursachung nicht hinreichend wahrscheinlich ist, es sei denn, es liegt eine Begleitspondylose als positives Indiz für eine Auswirkung der beruflichen Belastungen vor.

Anhang 2

Autoren: A.Seidler, U. Bolm-Audorff

Zur Konstellation B₃

Konstellation B₃ unterscheidet sich von der – im Konsens als Berufskrankheit an-

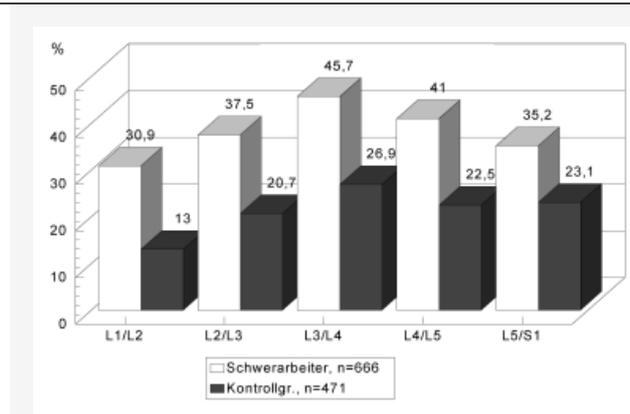


Abb. 3 ◀ Altersstandardisierte Häufigkeit von Spondylose bei Schwerarbeitern in verschiedenen LWS-Segmenten (nach Hult [70])

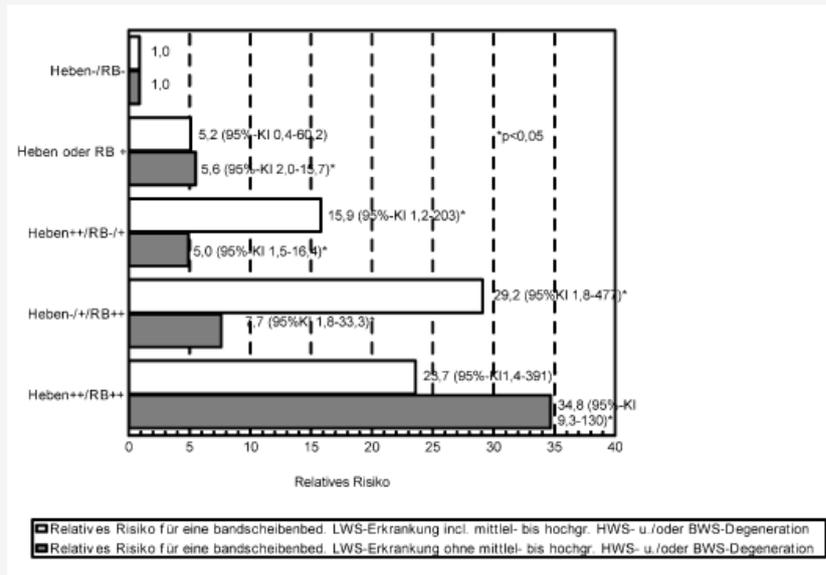


Abb. 4 ▲ Zusammenhang zwischen beruflichen Wirbelsäulenbelastungen durch Heben oder Tragen schwerer Lasten oder Arbeiten in extremer Rumpfbeugehaltung und dem relativen Risiko für die Entwicklung einer bandscheibenbedingten Erkrankung der Lendenwirbelsäule in Abhängigkeit vom zusätzlichen Befall der HWS und/oder BWS (nach Seidler et al. [147, 148]), Erläuterungen: *Heben-* kein Heben oder Tragen schwerer Lasten, *RB-* keine extreme Rumpfbeugehaltung, *Heben-/+* Heben oder Tragen schwerer Lasten $\leq 150.000 \text{ kg}^2\text{h}$, *RB-/+* extreme Rumpfbeugehaltung $\leq 1500 \text{ h}$, *Heben oder RB+* entweder extreme Rumpfbeugehaltung $>0-\leq 1500 \text{ h}$ oder Heben oder Tragen schwerer Lasten $>0-\leq 150.000 \text{ kg}^2\text{h}$, *RB++* extreme Rumpfbeugehaltung $>1500 \text{ h}$, *Heben++* Heben oder Tragen schwerer Lasten $>150.000 \text{ kg}^2\text{h}$, 95%-KI 95%-Konfidenzintervall

erkannten – Konstellation B₁ durch das Fehlen einer „Begleitspondylose“. Deren hoher Stellenwert für die Beurteilung des Vorliegens einer bandscheibenbedingten Erkrankung der Lendenwirbelsäule ist wissenschaftlich nicht begründbar. Der Studie von Hult [70] zufolge ist bei deutlich weniger als 50% der untersuchten Schwerarbeiter eine Spondylose feststellbar (■ Abb. 3). Wenn sich bei Beschäftigten mit beruflicher Wirbelsäulenbelastung eine Spondylose findet, so ist diese häufig in dem mittleren und unteren Bereich der

Lendenwirbelsäule lokalisiert (■ Abb. 3). Da dieser Bereich der Lendenwirbelsäule auch am häufigsten von der bandscheibenbedingten Erkrankung betroffen ist, handelt es sich dann definitionsgemäß nicht um eine Begleitspondylose.

Der hohe Stellenwert der „Begleitspondylose“ konnte auch in der von Seidler et al. [147] durchgeführten Fall-Kontroll-Studie nicht bestätigt werden. Zwar weisen Patienten mit Chondrose (Zwischenwirbelraumerniedrigung) und Spondylose ein höheres berufliches Erkrankungsrisiko

siko auf als Patienten mit Chondrose ohne zusätzliche Spondylose. Allerdings besteht auch bei den Patienten mit Chondrose *ohne* zusätzliche Spondylose ein statistisch signifikant erhöhtes relatives Erkrankungsrisiko bei hoher Belastung durch Heben, Tragen und durch Tätigkeiten in extremer Rumpfbeugehaltung.

Zu den Konstellationen B5, B6, B8 und C4

Die Ablehnung einer bandscheibenbedingten Erkrankung der Lendenwirbelsäule beim Nachweis eines Bandscheibenschadens der Halswirbelsäule begründet sich aus der Vorstellung, dass in diesem Fall die bandscheibenbedingte Halswirbelsäulenerkrankung anlagebedingter Natur sei. Daraus wird dann der Schluss gezogen, dass neben der anlagebedingten Halswirbelsäulenerkrankung auch die Lendenwirbelsäulenerkrankung anlagebedingt sein müsse. Dieser Schluss ist logisch nicht zwingend, weil ein Beschäftigter an der Wirbelsäule sowohl einen anlagebedingten Bandscheibenschaden im Bereich der Halswirbelsäule als auch eine beruflich bedingte Erkrankung im Bereich der Lendenwirbelsäule aufweisen kann.

Für die fehlende berufliche Verursachung einer bandscheibenbedingten Erkrankung der Lendenwirbelsäule bei gleichzeitigem Bestehen eines klinisch asymptomatischen Bandscheibenschadens der Halswirbelsäule gibt es keine wissenschaftliche Evidenz. Hingegen lassen neuere Forschungsergebnisse an der wissenschaftlichen Stichhaltigkeit dieses Negativkriteriums bei der Begutachtung der Berufskrankheit Nr. 2108 zweifeln. In der Studie von Seidler et al. [148] ist bei Beschäftigten mit hoher beruflicher Belastung durch Heben oder Tragen schwerer Lasten oder Arbeiten in extremer Rumpfbeugehaltung auch dann das Risiko in Bezug auf die Entwicklung einer bandscheibenbedingten Erkrankung der Lendenwirbelsäule signifikant erhöht, wenn gleichzeitig mittel- bis schwergradige Bandscheibenschäden der Halswirbelsäule und/oder Brustwirbelsäule vorliegen (■ **Abb. 4**). Auch in der Studie von Hult [70] fand sich bei Schwerarbeitern, die im Wesentlichen keiner Belastung durch das Tragen schwerer Lasten auf der Schulter ausgesetzt waren (z. B. Gießereiarbeitern), eine signifi-

kant erhöhte Prävalenz von fortgeschrittenen Chondrosen der Halswirbelsäule. Darüber hinaus wiesen auch die epidemiologischen Studien von Lawrence [98] sowie Kelsey et al. [83] darauf hin, dass bei beruflicher Einwirkung durch Heben schwerer Lasten ein signifikant erhöhtes Risiko für die Entwicklung eines Bandscheibenschadens der Halswirbelsäule entstehen kann.

Überdies ist auch aus biomechanischer Sicht die Hypothese plausibel, dass es beim ein- oder beidhändigen Heben schwerer Lasten (auch ohne das Tragen schwerer Lasten auf der Schulter) zu einer erhöhten Druckbelastung der Halswirbelsäulenbandscheiben kommt. Dies begründet sich mit dem Umstand, dass die Arme nicht an der Lendenwirbelsäule ansetzen, sondern am Schultergürtel, der über den M. trapezius und die Mm. rhomboidei an den Quer- und Dornfortsätzen der Hals- und oberen Brustwirbelsäule fixiert ist. Daher kommt es bei jedem Hebe- und Tragevorgang mit den Armen vor oder neben dem Körper auch zu einer erhöhten Druckbelastung der Halswirbelsäulenbandscheiben durch Zug über die oben genannten Muskelgruppen an den Dorn- und Querfortsätzen der Hals- und oberen Brustwirbelsäule nach unten.

Zur Konstellation C2

Es liegen keine wissenschaftlichen Erkenntnisse vor, die auf eine fehlende berufliche Verursachung von Lendenwirbelsäulenerkrankungen im Segment L_{3/4} bei Aussparung der unteren beiden Lendenwirbelsäulensegmente hinweisen. Hult [70] zufolge finden sich Bandscheibenschäden auch im Segment L_{3/4} erheblich häufiger bei beruflich belasteten als bei beruflich nicht belasteten Beschäftigten. In der von Seidler et al. [146] durchgeführten Fall-Kontroll-Studie standen das Lumbosakralsegment aussparende bandscheibenbedingte Erkrankungen der Lendenwirbelsäule im Zusammenhang mit hohen beruflichen Belastungen. Bisher wurden keine epidemiologischen Studienergebnisse veröffentlicht, die das Erkrankungsrisiko bei Aussparung der beiden unteren Lendenwirbelsäulensegmente untersuchten.

Auch aus biomechanischen Untersuchungen lässt sich – trotz der in kranio-kaudaler Richtung zunehmenden Druckkräfte – nicht auf eine ausschließliche Lokalisation berufsbedingter Bandscheiben-

schäden im Bereich der unteren Lendenwirbelsäule schließen: Jäger u. Luttmann [76] kamen auf der Grundlage eines Vergleichs der auf die einzelnen lumbalen Bewegungssegmente einwirkenden Kompressionskräfte mit In-vitro-Messergebnissen zur Festigkeit bezüglich der Kompression zu dem Schluss, dass nicht nur die Belastung, sondern auch die *Belastbarkeit* der Bewegungssegmente in kranio-kaudaler Richtung zunehme [78]. Der Anstieg von Belastung bzw. Belastbarkeit läge dabei in der gleichen Größenordnung; demzufolge lasse sich keine Abhängigkeit des Überlastungsrisikos von der lumbalen Höhe ableiten. Schädigungen durch Lastenhandhabungen könnten demzufolge an allen lumbalen Bewegungssegmenten gleichermaßen auftreten. Die diagnostizierte Lokalisation einer Schädigung erlaube es nicht, Lastenmanipulationen als Ursache auszuschließen [76].

Anhang 3

Autoren: K.G. Hering unter Mitarbeit von U. Bolm-Audorff und A. Seidler (vgl. auch K.G. Hering [64, 66])

Messbasiertes Verfahren zur Einschätzung des Vorliegens einer Chondrose (Bandscheibenverschmälerung)

I Beurteilung der Lendenwirbelsäule

Bei der Beurteilung der Bandscheibenhöhe wird von folgender relativer Beziehung der Höhe der lumbalen Bandscheiben ausgegangen: L₁/L₂<L₂/L₃<L₃/L₄<L₄/L₅>L₅/S₁ [7, 33, 157, 136].

Zur Ermittlung der Bandscheibenhöhe wurden unterschiedliche Verfahren vorgeschlagen; für eine genaue Beschreibung der in der ■ **Tabelle 1** übersichtsartig dargestellten Verfahren wird auf Abschnitt III verwiesen. Wünschenswert ist für die Messung der Bandscheibenhöhe in seitlichen Röntgenbildern der LWS die Anwendung eines „relativen“ Verfahrens, welches die Bandscheibenhöhe in Bezug zur Wirbelkörperhöhe oder zum Bandscheibendurchmesser setzt [128]. Mit einem derartigen Verfahren lässt sich eine Verzerrung der gemessenen Bandscheibenhöhe durch Projektionsfehler vermeiden; wei-

Abb. 5 ► Messung der Bandscheibenhöhe bei orthogonal getroffenen Segment in seitlichen Röntgenbildern und in sagittalen CT- und MRT-Bildern der Lendenwirbelsäule

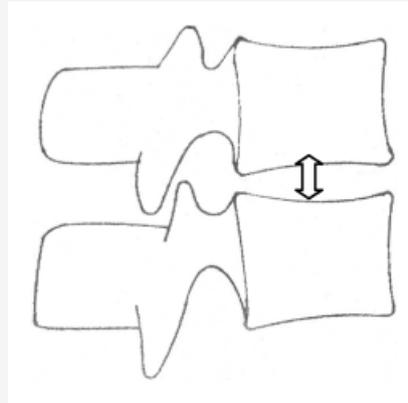


Abb. 6 ▲ Messung der Bandscheibenhöhe bei nicht orthogonal getroffenen Segment in seitlichen Röntgenaufnahmen der Lendenwirbelsäule (nach Hurxthal [71])

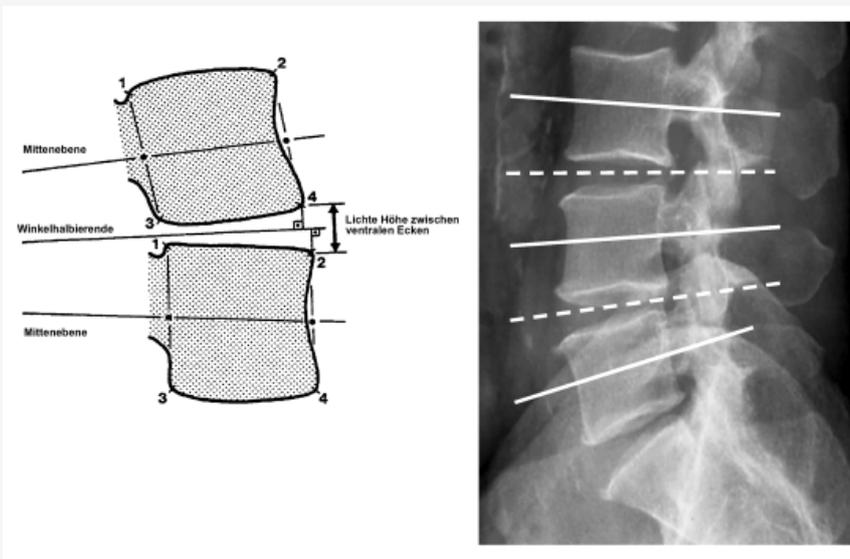


Abb. 7 ◀ Ermittlung der „Mittenebene“ durch den Mittelpunkt der ventralen und dorsalen Bandscheibenhöhe nach Frobin et al. [48], Erläuterung s. Text

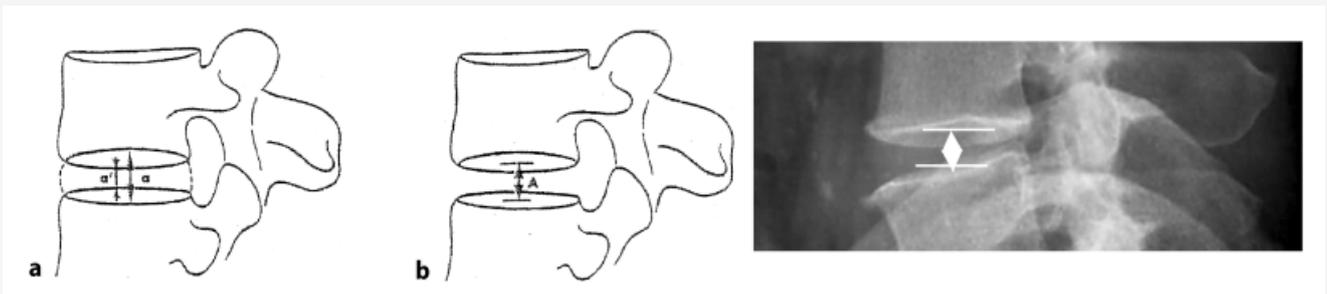


Abb. 8 ▲ Hurxthal-I- (a) und -II-Methode (b, a größte Distanz, a' kleinste Distanz, Erläuterung s. Text

terhin lässt es eine Beurteilung der Bandscheibenhöhe auch bei Verdacht auf eine generalisierte Bandscheibenverschmälerung zu. Allerdings liegen für derartige „relative“ Verfahren bisher mit Ausnahme der von Frobin et al. [48] veröffentlichten Messergebnisse keine verwertbaren Referenzwerte vor. Das Verfahren von Frobin

et al. [48] erfordert eine spezielle, nicht allgemein zugängliche Software. Aufgrund seiner Komplexität ist es für einen routinemäßigen Einsatz in der radiologischen Beurteilung derzeit nicht geeignet. Das Verfahren von Frobin et al. [48] sollte daher besonderen Fragestellungen vorbehalten bleiben.

In Ermangelung eines praktikablen „relativen“ Verfahrens wird im Folgenden ein neu entwickeltes vereinfachtes Vorgehen beschrieben, welches lediglich auf der Messung der Bandscheibenhöhen basiert. An der Entwicklung eines routinemäßig einsetzbaren „relativen“ Verfahrens – insbesondere an der Entwicklung geeigneter

Konsensempfehlungen

Tabelle 1

Methoden zur Messung der Bandscheibenhöhe

Methode	Messprinzip	Vorgehen (zur Erklärung s. detaillierte Beschreibung und Bildmaterial im Anhang)
<ul style="list-style-type: none"> • Hurxthal I • Hurxthal II 	„Absolute“ Höhenmessung	<ul style="list-style-type: none"> • a=größte Distanz, a'= kleinste Distanz; d. h. Diskushöhe=$a+a'/2$ • Abstand der Mittellinien der ovalen Fläche der Deck- und Bodenplatten
<ul style="list-style-type: none"> • Farfan • „R1/R2“-Methode • „Area“-Methode • Frobin et al. [48] 	„Relative“ Höhenmessung (bezogen auf Wirbelkörperhöhe oder Bandscheibendurchmesser)	<ul style="list-style-type: none"> • A'=anteriore Höhe; A=posteriore Höhe; D=Durchmesser; Berechnung der anterioren Höhenrelation (AHR)=A'/D und der posterioren Höhenrelation (PHR)=A/D, daraus Bandscheibenhöhe $BH=AHR/PHR$ • $R1$ – Bandscheibenhöhe/Wirbelkörperhöhe (A/V) $R2$ – Bandscheibenhöhe/Durchmesser (A/D) • Gesamtfläche=(Fläche 1+Fläche 3)$\times 2$/Durchmesser: ($A2-(A1+A3)\times 2/D$) • Festlegung der Mittelebene der benachbarten Wirbelkörper – Ermittlung der Winkelhalbierenden zwischen den Mittelebenen – lichte Höhe der Bandscheibe=ventraler Abstand der Wirbelkörperkanten von der Winkelhalbierenden (s. weiterer Text)
Hering et al. [65] (auf der Grundlage der Höhenangaben von Roberts et al. [136])	Normierte relative Bandscheibenhöhe (auf die – nach Korrektur für physiologische Höhenunterschiede – höchste LWS-Bandscheibe bezogen)	Bestimmung der Segmentbandscheibenhöhe nach Hurxthal II; Berechnung der „korrigierten“ Bandscheibenhöhe unter Berücksichtigung der relativen Höhenunterschiede der LWS-Bandscheiben gemäß Roberts et al. [136] (Multiplikation der gemessenen Bandscheibenhöhe mit einem für jedes Segment festgelegten Korrekturfaktor); Angabe der Bandscheibenhöhe in % der größten korrigierten Bandscheibenhöhe (s. Text)

Nach Pope et al. [128], Frobin et al. [48], Hering et al. [65], **Abb. 12, 13** mit Erläuterungen

Tabelle 2

Mittelwerte und Standardfehler (in Klammern) der lumbalen Bandscheiben bei 50- bis 60-jährigen Männern, nach Roberts et al. [136]

Segment	Bandscheibenhöhe [mm]	Berechnung Korrekturfaktor
L1/L2	10,5 ($\pm 0,3$)	13,2:10,5=1,26
L2/L3	11,7 ($\pm 0,3$)	13,2:11,7=1,13
L3/L4	12,6 ($\pm 0,2$)	13,2:12,6=1,05
L4/L5	13,2 ($\pm 0,4$)	13,2:13,2=1,00
L5/S1	11,4 ($\pm 0,5$)	13,2:11,4=1,16

Tabelle 3

Korrekturfaktoren für die Berechnung der korrigierten Bandscheibenhöhe

Segment	L1/2	L2/3	L3/4	L4/5	L5/S1
Korrekturfaktor	1,26	1,13	1,05	1,00	1,16

Normwerte – sollte weiter gearbeitet werden. Das im Folgenden beschriebene Verfahren versucht die Lücke bis zum Vorliegen eines geeigneten „relativen“ Verfahrens zu schließen. Die Messung der Bandscheibenhöhe erfolgt bei konventionellen seitlichen Röntgenbildern der Lendenwirbelsäule sowie bei Darstellungen der Sagittalebene der Lendenwirbelsäule bei CT und MRT nach Hurxthal [71]. Bei orthogonal getroffener Bandscheibe entspricht die Bandscheibenhöhe dem Abstand zwischen der

Unter- und Oberkante der beteiligten Wirbelkörper (**Abb. 5**). Bei nicht orthogonal getroffenen Segmenten bilden die Wirbelkörperunter- und -oberseiten in seitlichen Röntgenaufnahmen der LWS ovale Strukturen. Nach Hurxthal [71] werden diese Ovale halbiert. Die Bandscheibenhöhe entspricht der Distanz der beiden Ovalhalbierenden (**Abb. 6**).

Zur Berechnung der normierten relativen Bandscheibenhöhe. Die folgende Berech-

nung der „normierten relativen Bandscheibenhöhe“ geht von den Messergebnissen einer MRT-basierten Studie [136] aus. In dieser wurden die segmentbezogenen Bandscheibenhöhen von 40 gesunden Männern ausgemessen. Die folgende Berechnungsvorschrift bezieht lediglich die veröffentlichten Messergebnisse der $n=18$ 50- bis 60-jährigen Männer ein (**Table 2**).

Zur Berechnung der normierten relativen Bandscheibenhöhe werden zunächst die nach Hurxthal [71] gemessenen Band-

Tabelle 4

Beispiel 1 für die Berechnung der normierten relativen Bandscheibenhöhe

Schritt	Segment	L1/2	L2/3	L3/4	L4/5	L5/S1
1	Messung der Höhe nach Hurxthal II [71] [mm]	11	12	15	12	9
2	Multiplikation mit Korrekturfaktor nach Roberts et al. [136]	×1,26	×1,13	×1,05	×1,00	×1,16
Zwischenergebnis	Korrigierte Bandscheibenhöhe	=13,9	=13,6	=15,8 100%	=12,0	=10,4
3	Division durch größte korrigierte Bandscheibenhöhe	13,9:15,8×100%	13,6:15,8×100%	15,8:15,8×100%	12,0:15,8×100%	10,4:15,8×100%
Ergebnis	Normierte relative Bandscheibenhöhe	88%	86%	100%	76%	66%

Interpretation: Im Segment L4/5 liegt eine leichtgradige Chondrose (Grad I; ≥ 20 , $< 33\%$ im Vergleich mit dem „Referenzsegment“ L3/4), im Segment L5/S1 eine mittelgradige Chondrose (Grad II; $\geq 33\%$, $< 50\%$ Zwischenwirbelraumerniedrigung im Vergleich mit dem „Referenzsegment“ L3/4) vor. Die übrigen Segmente (L1/2, L2/3, L3/4) weisen keine relevante Chondrose auf

scheibenhöhen mit den segmentspezifischen Korrekturfaktoren (abgeleitet aus Roberts et al. [136]) multipliziert (s. **■ Tabelle 3**). Zum Beispiel entspricht der Korrekturfaktor für die Bandscheibenhöhe im Segment L5/S1 dem Quotient zwischen der von Roberts et al. [136] gemessenen mittleren Bandscheibenhöhe im Segment L4/L5 (s. **■ Tabelle 1**) und L5/S1 (13,2 mm/11,4 mm=1,16). Die übrigen Korrekturfaktoren werden entsprechend berechnet. Mit ihnen werden alle Bandscheibenhöhen auf die Höhe der (in der Regel) höchsten Bandscheibe des Segments L4/5 bezogen. Als Ergebnis der Multiplikation der einzelnen Bandscheibenhöhen mit den segmentspezifischen Korrekturfaktoren errechnet sich die „korrigierte Bandscheibenhöhe“.

In einem weiteren Schritt wird – nach Multiplizierung mit den Korrekturfaktoren – das Segment mit der größten korrigierten Bandscheibenhöhe („Referenzsegment“) herausgesucht. Alle korrigierten Bandscheibenhöhen werden nun mit 100% multipliziert und durch die korrigierte Bandscheibenhöhe dieses Segments geteilt. Die resultierenden normierten relativen Bandscheibenhöhen lassen sich als Prozentwerte der „normalen“ Bandscheibenhöhe interpretieren.

Beispiel 1.

- 1. Schritt: Nach Hurxthal [71] werden bei einem Patienten in einem ersten Schritt (s. Tabelle 4) die angegebenen Bandscheibenhöhen gemessen.

- 2. Schritt: Die einzelnen Bandscheibenhöhen werden mit den in **■ Tabelle 3** genannten Korrekturfaktoren multipliziert. Es ergeben sich (als Zwischenergebnis) die angegebenen korrigierten Bandscheibenhöhen.
- 3. Schritt: Das Segment L3/4 weist im Beispiel 1 mit 15,8 mm die größte korrigierte Bandscheibenhöhe auf. Im 3. Schritt werden daher alle korrigierten Bandscheibenhöhen mit 100% multipliziert und durch 15,8 geteilt (somit wird L3/4 als „Referenzsegment“ auf 100% gesetzt).

Beispiel 2.

- 1. Schritt: Nach Hurxthal [71] werden wiederum die Bandscheibenhöhen gemessen (s. **■ Tabelle 5**).
- 2. Schritt: Die einzelnen Bandscheibenhöhen werden mit den in **■ Tabelle 3** genannten Korrekturfaktoren multipliziert. Es ergeben sich (als Zwischenergebnis) die angegebenen korrigierten Bandscheibenhöhen.
- 3. Schritt: Das Segment L4/5 weist im Beispiel mit 20,0 die größte korrigierte Bandscheibenhöhe auf. Im 3. Schritt werden daher alle korrigierten Bandscheibenhöhen durch 20,0 geteilt (somit wird L4/5 als „Referenzsegment“ auf 100% gesetzt).

Diskussion. Die Messung der Bandscheibenhöhe nach dem oben genannten Verfahren sollte möglichst mit MRT- oder CT-Bildern der Lendenwirbelsäule durch-

geführt werden, weil in diesen die Wirbelsegmente weitgehend orthogonal dargestellt sind und die Projektionsfehler der Röntgenaufnahme vermieden werden. Auf MRT- oder CT-Bilder kann verzichtet werden, wenn die seitlichen Röntgenaufnahmen der LWS keine Hinweise auf eine Bandscheibenverschmälerung aufweisen. Die Datenbasis für die Ableitung der Korrekturfaktoren in **■ Tabelle 2** aus der Studie von Roberts et al. [136] ist mit $n=18$ MRT-Aufnahmen der LWS gering und bedarf der Überprüfung. Allerdings stimmen die Korrekturfaktoren in **■ Tabelle 2** im Wesentlichen mit den Sektionsdaten von Twomey u. Taylor [157] mit $n=204$ überein.

Ein Vorteil des Verfahrens liegt darin, dass es unabhängig von der Vergrößerung des LWS-Bildes lediglich auf die relativen Größenverhältnisse ankommt. Die Bewertung von MRT- oder CT-Bildern kann daher auch am Bildschirm bei freier Wahl des Vergrößerungsfaktors erfolgen.

Das oben beschriebene Messverfahren zur Bewertung der Bandscheibenhöhe im Bereich der Lendenwirbelsäule kann nicht angewendet werden, wenn alle Bandscheiben offenkundig verschmälert sind. In diesem Fall sollte das Verfahren von Frobin et al. [48] eingesetzt werden.

II Beurteilung der Halswirbelsäule

Die Beurteilung der HWS-Bandscheibenhöhen steht vor folgenden Schwierigkeiten:

Tabelle 5

Beispiel 2 für die Berechnung der normierten relativen Bandscheibenhöhe

Schritt	Segment	L1/2	L2/3	L3/4	L4/5	L5/S1
1	Messung der Höhe nach Hurxthal [71] [mm]	14	16	18	20	8
2	Multiplikation mit Korrekturfaktor nach Roberts et al. [136]	×1,26	×1,13	×1,05	×1,00	×1,16
Zwischen- ergebnis	Korrigierte Bandscheibenhöhe	=17,6	=18,1	=18,9	=20,0=100%	=9,3
3	Division durch größte korrigierte Bandscheibenhöhe	17,6:20,0×100%	18,1:20,0×100%	18,9:20,0×100%	20,0:20,0×100%	9,3:20,0×100%
Ergebnis	Normierte relative Bandscheibenhöhe	88%	91%	95%	100%	47%

Interpretation: Im Segment L5/S1 liegt eine ausgeprägte Chondrose (Grad III; ≥50 im Vergleich mit dem „Referenzsegment“ L4/5) vor. Die übrigen Segmente (L1/2, L2/3, L3/4, L4/5) weisen keine relevante Chondrose auf

Tabelle 6

Angaben zur zervikalen Bandscheibenhöhe in der Literatur

Autoren	Jahr	Methode	Probanden (n)	Bandscheibenhöhe [mm]				
				C2/C3	C3/C4	C4/C5	C5/C6	C6/C7
Lu et al. [103]	1999	Sektion + Photographie	20	4,2±0,6	4,3±1,1	3,7±1,1	3,1±1,1	3,5±0,7
Lu et al. [104]	2000	Sektion + Photographie	16	K.A. ^a	K.A. ^a	3,7±1,1	3,1±1,1	3,5±0,7
Sohn et al. [154]	2004	Sektion+MRT ^b	7	5,3±1,4	4,6±1,5	4,6±1,1	3,9±1,9	4,0±1,8

1. In **■ Tabelle 6** sind Angaben zur zervikalen Bandscheibenhöhe in der Literatur zu entnehmen. Ein Vergleich mit den Angaben zur lumbalen Bandscheibenhöhe in Tabelle 2 zeigt, dass die Höhe der zervikalen Bandscheiben um etwa den Faktor 2,5–3 kleiner ist als die Höhe der lumbalen Bandscheiben. Ausgehend von einer Bandscheibenhöhe im Segment C5/6 von 3,1 mm [103, 104] würde beispielsweise der Unterschied zwischen einer radiologisch noch „normal weiten“ Bandscheibe (2,5 mm Höhe, entsprechend 19% Höhenminderung) und einer mittelgradig verschmälerten Bandscheibe (2,0 mm Höhe, entsprechend 35% Höhenminderung =Osteochondrose Grad II) lediglich 0,5 mm ausmachen. Der Unterschied zwischen einer leichtgradigen Osteochondrose (Grad I) mit 32% Höhenminderung und einer schwergradigen Chondrose (Grad III) mit 50% Höhenminderung würde im angegebenen Beispiel lediglich 0,6 mm ausmachen (2,1–1,5 mm=0,6 mm). In der praktischen Begutachtung lassen sich Hö-

hendifferenzen <1 mm nicht hinreichend zuverlässig voneinander unterscheiden.

2. Die Datenlage zur Höhe der HWS-Bandscheiben ist ungünstiger als die zur Höhe der LWS-Bandscheiben, weil die Untersuchungen von Lu et al. [103, 104] zu anderen Ergebnissen kommen als die Studie von Sohn et al. [154]. Beispielsweise unterscheidet sich die von Sohn et al. [154] angegebene Bandscheibenhöhe im Segment C5/6 von der entsprechenden Bandscheibenhöhe gemäß Lu et al. [103, 104] um 28% (Tabelle 6). Das Verfahren von Frobin et al. [49] erfordert ebenso wie im Bereich der Lendenwirbelsäule eine spezielle, nicht allgemein zugängliche Software und ist deswegen sowie aufgrund seiner Komplexität für die Routinebegutachtung nicht geeignet.

Aus den beschriebenen Schwierigkeiten lassen sich folgende Schlüsse ziehen:

1. Die von der Konsensusarbeitsgruppe zur BK 2108 erarbeiteten Kriterien

zur Einteilung der Chondrosen lassen sich in der jetzigen Fassung nicht vorbehaltlos auf die Halswirbelsäule anwenden, da sich die Unterscheidung zwischen einer leichtgradig verschmälerten Bandscheibe und einer schwergradig verschmälerten Bandscheibe bzw. zwischen einer unauffälligen Bandscheibe und einer mittelgradig verschmälerten Bandscheibe auf Höhendifferenzen von teilweise deutlich <1 mm gründen würde. Wir schlagen daher eine Zweiteilung der Chondroseklassifizierung im Bereich der HWS vor:

- I kein Vorliegen einer ausgeprägten Chondrose
- II Vorliegen einer ausgeprägten Chondrose

Als Kriterium für das Vorliegen einer ausgeprägten Chondrose sollte eine Bandscheibenverschmälerng um mindestens die Hälfte im Vergleich zu den benachbarten, nicht betroffenen Bandscheiben beibehalten werden. Zur Qualitätssicherung sollten die Höhen der zervikalen Bandscheiben

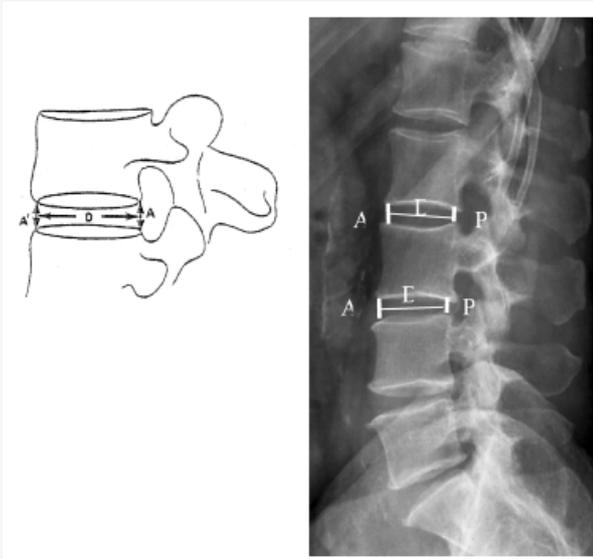


Abb.9 ◀ **Farfan-Methode**, **A** anteriore Höhe, **P** posteriore Höhe, **AHR** Höhenrelation, **PHR** posteriore Höhenrelation, **D** Durchmesser, **BH** Bandscheibenhöhe, Erläuterung s. Text

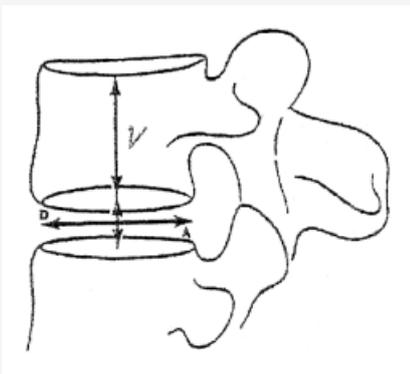


Abb.10 ▲ „**R1/R2**“-Methode, **A** Bandscheibenhöhe nach Hurxthal II, **V** kraniale mittige Wirbelkörperhöhe, **D** sagittaler Durchmesser der Bandscheibe, Erläuterung s. Text

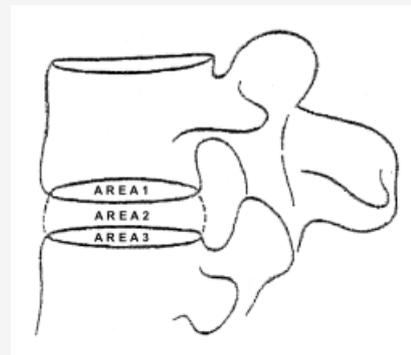


Abb.11 ▲ „**Area**“-Methode, Erläuterung s. Text

- in der Befundung grundsätzlich (in mm) angegeben werden.
2. Aufgrund der unzureichenden Datengrundlage und der teilweise widersprüchlichen Angaben zur Relation der Bandscheibenhöhen untereinander lässt sich das oben dargestellte Verfahren zur Berechnung normierter relativer LWS-Bandscheibenhöhen derzeit nicht auf die Halswirbelsäule übertragen. Es besteht weiterer Forschungsbedarf hinsichtlich der Erarbeitung aussagekräftiger Referenzwerte mit dem Ziel der Entwicklung normierter relativer HWS-Bandscheibenhöhen.
 3. Das oben beschriebene Verfahren mit der Bewertung der Bandscheibenhöhe relativ zu benachbarten, nicht betroffenen Bandscheiben kann nicht angewendet werden, wenn alle zervikalen

Bandscheiben offenkundig verschmälert sind. In diesem Fall sollte das Verfahren von Frobin et al. [49] zur Anwendung kommen.

Weiterführende Literatur zur Beurteilung (pathologischer) radiologischer Befunde der Bandscheiben und Wirbelkörper der Lendenwirbelsäule findet sich im Verzeichnis unter den Ziffern [41, 44, 112, 131, 152, 169, 171].

III Beschreibung der Messmethoden

Ermittlung der „Mittenebene“ durch den Mittelpunkt der ventralen und dorsalen Bandscheibenhöhe. Der Winkel zwischen den Wirbelkörpern wird durch den Winkel zwischen den Mittenebenen

vorgegeben, daraus ergibt sich die Winkelhalbierende, die in der Regel die Mitte der Bandscheibenebene repräsentiert. Die ventrale Höhe der Bandscheibe ist die Summe des senkrechten Abstands zwischen Winkelhalbierender und der unteren Umschlagskante des kranialen sowie der oberen Kante des kaudalen Wirbelkörpers. Dadurch wird eine Beeinflussung der Höhenmessung durch Wirbelgleiten vermieden (▣ **Abb. 7**).

Zum Ausgleich der Röntgenvergrößerung wird die ventrale Höhe der Bandscheibe durch die so genannte „mittlere Tiefe“ des kranialen Wirbelkörpers dividiert $[(\text{Länge Deckplatte} + \text{Länge Bodenplatte})/2]$, d. h. Bandscheibenhöhe = ventrale, lichte Höhe der Bandscheibe, geteilt durch mittlere Tiefe des kranialen Wirbels.

Hurxthal I. Bestimmung des größten und mittleren Abstands der oval abgebildeten Endplatten benachbarter Wirbelkörper, daraus Berechnung der „mittleren“ Höhe der Bandscheibe (a = größte Distanz, a' = kleinste Distanz; d. h. Diskushöhe $= a + a'/2$, ▣ **Abb. 8**)

Hurxthal II. Abstand der gegenüber liegenden Endplatten in der Mitte. Bei erkennbarer Vorder- und Hinterkante werden Deck- und Bodenplatten als ovale Flächen abgebildet, die Höhe entspricht dem Abstand der Mittellinien dieser ellipsenförmigen Flächen (▣ **Abb. 8b**).

Farfan. Ermittlung des Verhältniswertes der vorderen und hinteren Bandscheibenhöhe in Relation zum Bandscheibendurchmesser (▣ **Abb. 9**) (AHR = Höhenrelation, A = anteriore Höhe, P = posteriore Höhe, PHR = posteriore Höhenrelation, D = Durchmesser, BH = Bandscheibenhöhe)

$$\begin{aligned} \text{AHR} &= A/P \\ \text{PHR} &= P/D \\ \text{BH} &= \text{AHR}/\text{BHR} \\ \text{R1/R2-Methode.} \end{aligned}$$

- R1: Ermittlung der Bandscheibenhöhe nach Hurxthal II (A) und der kranialen mittigen Wirbelkörperhöhe (V) mit $R1 = A/V$
- R2: Ermittlung der Bandscheibenhöhe nach Hurxthal II (A) und sagitta-

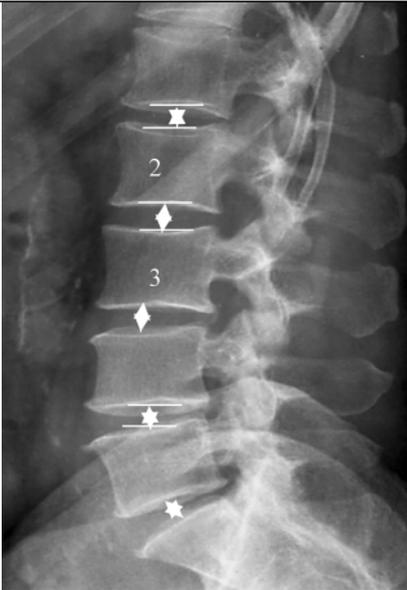


Abb. 12 ▲ **Normierte relative Bandscheibenhöhe nach Hering et al. [65], L1/2=9 mm×1,26=11,34; L2/3=10 mm×1,13=11,3; L3/4=8 mm×1,05=8,4; L4/5=7 mm×1,00=7; L5/S1=5 mm×1,16=5,8. Das heißt: größte korrigierte Bandscheibe=11,34=100%; L1/2=100%; L2/3=100%; L3/4=74%=Grad I; L4/5=62%=Grad II; L5/S1=51%=Grad II; Erläuterung s. Text**

ler Durchmesser der Bandscheibe (D) mit $R_2=A/D$

Beide Werte werden zur Definition der intervertebralen Bandscheibenhöhe angegeben (▣ Abb. 10).

Area-Methode. Bei projektionsbedingt erkennbarer Vorder- und Hinterkante der Wirbelkörper werden Deck- und Bodenplatten als ovale Flächen abgebildet, dadurch ergibt sich im Segment der Eindruck von 3 ovalen Flächen. Außerdem wird der sagittale Durchmesser der Bandscheibe bestimmt.

Die Gesamtfläche (Area 2) minus der Flächensumme des kranialen (Area 1) und des kaudalen (Area 3) Ovals multipliziert mit 2 und durch den Bandscheibendurchmesser dividiert ergibt die jeweilige Höhe (▣ Abb. 11).

Normierte relative Bandscheibenhöhe. Zur Berechnung der normierten relativen Bandscheibenhöhe (▣ Abb. 12) werden zunächst die nach Hurxthal II gemessenen Bandscheibenhöhen mit den segment-spezifischen Korrekturfaktoren nach Roberts et al. [136] multipliziert, die sich auf

das höchste Segment beziehen, in der Regel L4/L5 beim „Standardpatienten“ (▣ Tabelle 3).

Mit diesen Korrekturfaktoren werden alle Bandscheibenhöhen auf die Höhe der (in der Regel) höchsten Bandscheibe des Segments L4/5 bezogen. Als Ergebnis der Multiplikation der einzelnen Bandscheibenhöhen mit den segmentspezifischen Korrekturfaktoren errechnet sich die „korrigierte Bandscheibenhöhe“.

In einem weiteren Schritt wird – nach Multiplizierung mit den Korrekturfaktoren – das Segment mit der größten korrigierten Bandscheibenhöhe („Referenzsegment“) herausgesucht und =100% gesetzt. Alle korrigierten Bandscheibenhöhen werden nun durch die größte korrigierte Bandscheibenhöhe dividiert und mit 100% multipliziert. Die resultierenden normierten relativen Bandscheibenhöhen lassen sich als Prozentwerte der „normalen“ Bandscheibenhöhe interpretieren.

Als Arbeitshilfe findet sich unter http://www.hvbg.de/d/pages/service/download/bk_rep/index.html ein Berechnungsprogramm (Excel-Datei, ▣ Tabelle 7) zum Download, über welches nach vollständiger Eingabe der nach vorstehenden Erläuterungen gemessenen Bandscheibenhöhen die Beurteilung des Vorliegens einer Chondrose und deren Ausprägung unterstützt werden. Die Interpretation des Chondrosegrads orientiert sich an der folgenden Bewertung der normierten relativen Bandscheibenhöhe.

2 Konkurrierende Ursachen

2.0 Einführung

Die Bewertung anlagebedingter Faktoren spielt bei der Begutachtung der „Wirbelsäulen“-Berufskrankheiten eine große Rolle. Dies begründet sich mit dem Umstand, dass bandscheibenbedingte Erkrankungen in der allgemeinen Bevölkerung auch ohne berufliche Einwirkung durch Heben oder Tragen schwerer Lasten oder Arbeiten in extremer Rumpfbeugehaltung bzw. vertikale Ganzkörperschwingungen weit verbreitet sind und eine große Anzahl von anlagebedingten Faktoren existiert, die als Risiko für die Entwicklung bandscheibenbedingter Wirbelsäulenerkrankungen diskutiert werden.

Bereits im Merkblatt zur Berufskrankheit 2108 aus dem Jahr 1993 sind verschiedene anlagebedingte Faktoren benannt, die im Sinn prädiskotischer Deformitäten bei der Kausalbewertung relevant sein sollen. Verwiesen wird hierbei auf entsprechende Literaturfundstellen, z. B. in verschiedenen Medizinischen Standardwerken.

Die nunmehr langjährige Begutachtungspraxis zu bandscheibenbedingten Lendenwirbelsäulenerkrankungen als Berufskrankheit zeigt, dass diesen anlagebedingten Faktoren häufig das entscheidende Gewicht für die Ablehnung eines Ursachenzusammenhangs beigemessen wird.

Zweifel an einer solchen Einschätzung sind aber dann begründbar, wenn die von bandscheibenbedingter Erkrankung betroffenen Versicherten einerseits eine im Sinne der BKV ausreichende Belastung durch die versicherte Tätigkeit haben hinnehmen müssen, andererseits Art und Ausprägung des anlagebedingten Faktors dessen vermeintliche pathomorphologische Relevanz für das Erkrankungsbild nicht ausreichend begründen.

Ein Teil der Mitglieder der Konsensusarbeitsgruppe des HVBG hat sich daher auch mit der Frage beschäftigt, ob und ggf. welche der in den Merkblättern und medizinischer Standardliteratur genannten Faktoren tatsächlich als konkurrierende Ursache für exogen belastungsinduzierte Bandscheibenveränderungen angesehen werden können.

Methodisch wurde dabei wie folgt vorgegangen: Zu den in den Merkblättern bzw. medizinischer Standardliteratur genannten Konkurrenzfaktoren wurde unter Medline eine Literaturrecherche mindestens über die letzten 10 Jahre vorgenommen. Als Suchbegriffe wurden jeweils der konkurrierende Faktor mit dem weiteren Begriff Bandscheibenvorfall/-prolaps und/oder Bandscheibenvorwölbung/-protrusion verbunden. Die Recherche erfolgte sowohl im deutschsprachigen Bereich als auch, mit den entsprechenden Termini, im englischsprachigen Bereich von Medline.

Darüber hinaus wurden, soweit zugänglich, die einschlägigen medizinischen Standardwerke/Lehrbücher gesichtet.

Die Aussagefähigkeit der Rechercheergebnisse wurde in der Unterarbeitsgruppe danach bewertet, ob die in den ermittelten Arbeiten getroffenen Aussagen nach

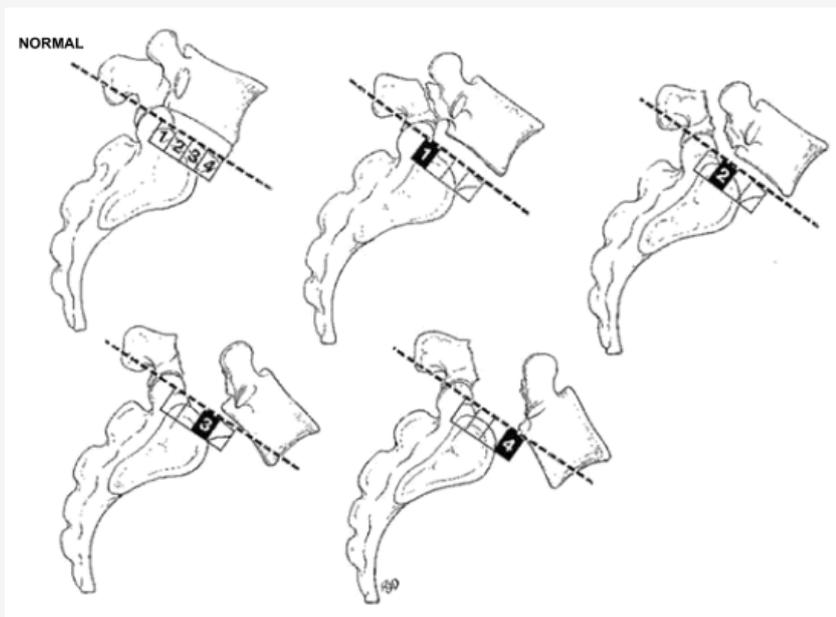


Abb. 13 ▲ Schweregrade der Spondylolisthesis

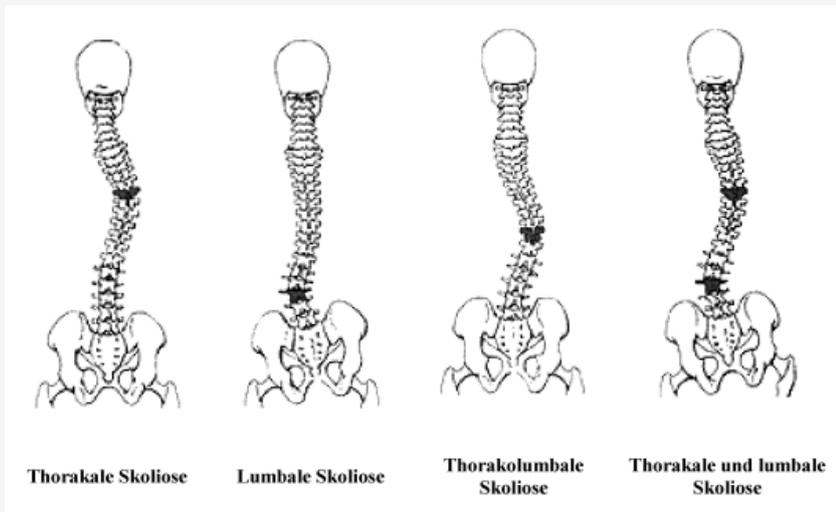


Abb. 14 ▲ Unterschiedliche Formen der Skoliose

erkennbarem Studiendesign als Ergebnisse evidenzbasierter Forschung angesehen werden konnten.

Waren die gefundenen Arbeiten unter diesem Aspekt nicht nachvollziehbar begründet oder fand sich zu einzelnen Faktoren keine Literatur, wurde in gemeinsamer Diskussion eine Expertenmeinung entwickelt und mit der interdisziplinären Gesamtgruppe abgestimmt.

2.1 Bewertung einzelner – vermeintlicher – Konkurrenzursachen

Nachfolgend finden sich Auswertungen zur Literaturrecherche zu den einzelnen vermeintlichen Konkurrenzursachen ein-

schließlich grundsätzlicher Schlussfolgerungen.

In der unter 2.2 aufgenommenen tabellarischen Übersicht finden sich die nachstehenden Faktoren mit z. T. noch größerer Differenzierung in der Bewertung wieder. Diese größere Differenzierung resultiert v. a. aus der Diskussion der Rechercheergebnisse in der Expertenrunde und trägt klinischem und gutachterlichem Erfahrungswissen und Beachtung versicherungsrechtlich anzulegender Beurteilungsmaßstäbe Rechnung.

Hinweis. Im Hinblick darauf, dass diese Veröffentlichung von Konsensempfehlungen zur medizinischen Zusammenhanges-

beurteilung auch dem medizinischen Laien aus Verwaltung und Gerichtsbarkeit eine Arbeitshilfe sein soll, wurden allgemeine Erläuterungen zu den angesprochenen Konkurrenzursachen jeweils vorangestellt. Fundstellen hierzu finden sich u. a. z. B. bei <http://www.m-ww.de> (medicine worldwide), <http://rheuma-online.de/a-z/>; Online Version des Pschyrebel, Leitlinien der AWMF (<http://www.awmf-online.de>).

2.1.1 Spondylolisthesis mit Spondylolyse

Eine Spondylolisthesis wird auch als Spondylolisthese, Olisthese, Olisthesis oder Wirbelgleiten bezeichnet.

Nach den Leitlinien der Arbeitsgemeinschaft der wissenschaftlichen medizinischen Fachgesellschaften – AWMF – wird die Spondylolisthese definiert als „Gleiten eines Wirbelkörpers mit seinen Bogenwurzeln, Querfortsätzen und oberen Gelenkfortsätzen (und damit auch mit der darüber gelegenen Wirbelsäule) über den nächsttieferen Wirbel nach vorne“.

Die Spondylolisthesis findet sich bei etwa 2–4% der Bevölkerung, erstaunlicherweise tritt sie bei Eskimos am häufigsten auf (bis zu 40%). Sie findet sich aber auch häufig bei Leistungssportlern mit Hyperlordosebelastung der Lendenwirbelsäule (Speerwerfer ca. 50%, Judokas, Kunstturner und Ringer 25%). Bei 80% aller Spondylolisthesen ist der 5. Lendenwirbel betroffen, der 4. Lendenwirbel zu etwa 15%.

Man unterscheidet beim echten Wirbelgleiten die dysplastischen Formen, die auf einer angeborenen Anlagestörung am lumbosakralen Übergang beruhen, von den spondylolytischen Formen, bei welchen sich, wohl auf dem Boden eines Ermüdungsbruchs, eine Spaltbildung (Spondylolyse) der Interartikularportion entwickelt.

Darüber hinaus kann eine erworbene Gefügelockerung, z. B. im Rahmen der Spondylarthrose (*Arthrose der kleinen Wirbelgelenke*), zu einem „unechten“ Wirbelgleiten (Pseudospondylolisthesis) führen, welches jedoch nicht als konkurrierende Ursache zu einer bandscheibenbedingten Wirbelsäulenerkrankung im Sinne der Berufskrankheitenverordnung zu diskutieren ist.

Tabelle 7

Eingabemaske und Bewertungsergebnisse zu beispielhaft gemessenen Bandscheibenhöhen

Segment	L1/2	L2/3	L3/4	L4/5	L5/S1
Bandscheibenhöhe in mm (bitte eingeben und ENTER- oder Pfeil-Taste drücken!)	11,0	12,0	13,0	14,0	15,0
Korrekturfaktor	1,26	1,13	1,05	1	1,16
Korrigierte Bandscheibenhöhe	13,86	13,56	13,65	14	17,4
Größte korrigierte Bandscheibenhöhe	17,4	17,4	17,4	17,4	17,4
Normierte relative Bandscheibenhöhe (gerundet)	80%	78%	78%	80%	100%
Ausgehend von gemessener Bandscheibenhöhe minus 0,5 mm*	76%	75%	75%	78%	97%
Ausgehend von gemessener Bandscheibenhöhe plus 0,5 mm*	83%	81%	81%	83%	100%
Interpretation	Chondrose Grad I	Chondrose Grad I	Chondrose Grad I	keine Chondrose	keine Chondrose

CAVE: Erst nach Eingabe aller vorliegenden Bandscheibenhöhen sind die Ergebnisse interpretierbar!

*Anmerkung: Ausgehend von einer Messgenauigkeit der Bandscheibenhöhe von +/- 0,5 mm sollte die angegebene "Schwankungsbreite" der normierten relativen Bandscheibenhöhe bei der gutachterlichen Beurteilung berücksichtigt werden. Die Interpretation des Chondrosegrads orientiert sich an der folgenden Bewertung der normierten relativen Bandscheibenhöhe:

- Keine Chondrose: > 80%
- Chondrose Grad I: > 66 bis 80%
- Chondrose Grad II: > 50 bis 66%
- Chondrose Grad III: <= 50%

Beim Wirbelgleiten (Olisthese, Olisthesis) unterscheidet man nach Meyerding 4 Schweregrade (■ Abb. 13):

- Grad I: <25% verschoben
- Grad II: zwischen 25 und 50% verschoben
- Grad III: 51–75% verschoben
- Grad IV: >75% verschoben

Die Wirbelverschiebungen haben pathomechanische Folgen. Die Form des betroffenen Wirbelsäulenabschnitts wird gestört, am lumbosakralen Übergang entsteht in der Regel eine kyphotische Deformität, eine Überforderung des Muskel-Ligament-Systems erscheint deshalb plausibel. Der Gleitvorgang selbst oder eventuelle Folgezustände der Bandscheiben können zu Engpassyndromen führen, schließlich können Instabilitäten nachweisbar sein.

Dennoch treten Beschwerden nicht regelmäßig auf, eine große Anzahl der Olisthesen bleibt klinisch stumm, nach Francillion u. Konermann [45], die Brocher [19] zitierten, haben nur 10–25% Schmerzen.

Das klinische Bild gleicht dem bei den Bandscheibenerkrankten. Es äußert sich als lokales LWS-Syndrom oder als lumbales Wurzelsyndrom mit und ohne Lockerungszeichen. Differenzialdiagnostische Abgrenzungen bei der Frage, ob eine Berufskrankheit vorliegt, sind also erforderlich.

Zur Rolle der Spondylolisthesis als außerberuflichem Risikofaktor veröffentlichte Bolm-Audorff [11] eine umfassende Übersicht nach Literaturrecherchen. Er kam zusammenfassend zu dem Ergebnis, dass die Spondylolisthesis einen außerberuflichen Risikofaktor für die Entwicklung einer Bandscheibenverschmälung unterhalb und wahrscheinlich auch oberhalb des Segments darstellt. Besondere Risikogruppen sind Personen, bei welchen eine Zunahme des Gleitvorgangs zwischen dem 6. und 18. Lebensjahr beobachtet worden war, und solche mit einem Gleitgrad ≥ 2 nach Meyerding.

Resümee. Sofern bis zum 25. Lebensjahr keine Symptome bestanden, kommt beim Vorhandensein aller Voraussetzungen

trotz bestehender Spondylolisthesis 1. Grades nach Meyerding die Anerkennung einer Berufskrankheit in Betracht. Ein erhöhtes Risiko liegt für die Entwicklung eines Bandscheibenvorfalles der LWS offensichtlich nicht vor, eine vorbestehende Spondylolyse ohne Gleitvorgang stellt kein Risiko für die Entwicklung einer bandscheibenbedingten LWS-Erkrankung dar.

Spondylolisthesen vom Typ \geq Meyerding II jedoch lassen in dem vom Gleitvorgang betroffenen Segment erfahrungsgemäß bei annähernd 80% der Betroffenen einen Bandscheibenschaden erwarten. Ein solcher wird sich daher in der Regel nicht als Folge einer Belastung im Sinne der Berufskrankheiten 2108 oder 2110 wahrscheinlich machen lassen.

2.1.2 Segmentversteifung

„Segmentversteifungen“ steht hier als Oberbegriff für eine Situation, bei welcher eine Fusionierung und damit Bewegungslosigkeit zwischen Wirbeln mono- oder polysegmental vorhanden ist. Die Ursachen sind vielfältig:

1. Es gibt narbig-bindegewebige und knorpelige Verbindungen zwischen den Wirbelkörpern. Am häufigsten treten diese als Resultat des natürlichen Ablaufs degenerativer Prozesse an den Bandscheiben, in der Regel unter dem Bild einer fortgeschrittenen Osteochondrosis intervertebralis, auf, gelegentlich aber auch nach Frakturen mit Beteiligung von Bandscheiben, bei welchen keine knöcherne Heilung stattfinden konnte, vergleichbar mit einer straffen Pseudarthrose.
2. Knöcherne Verbindungen zwischen Wirbeln können angeboren sein (angeborener Blockwirbel), sie sind Folgen einer anlagebedingten mangelhaften Segmentation der WS-Elemente. Unter den erworbenen sind ohne Frage die durch Operation entstandenen die häufigsten. Mono- und polysegmental sind sie bei degenerativen Instabilitäten, Tumoren, Spondylitiden, Spondylolisthesen und Frakturen indiziert, bei operativen Korrekturen von Skoliosen und Kyphosen sind sie tragende Bestandteile des Eingriffs. Es gibt verschiedene Techniken: Man kann sie, besonders bei kürzeren Strecken, interkorporell durchführen, bei längeren Fusionen von dorsal mit Einschluss der Dornfortsätze, Bögen, Gelenkfortsätze und Querfortsätze, u. U. mit Hinzufügen von metallischen Implantaten.

Unbestritten ist, dass Segmentversteifungen Einfluss auf die Biomechanik der Wirbelsäule besitzen, insbesondere auf die Lendenwirbelsäule. White u. Panjabi [164] beschrieben in einer Art Übersicht, dass experimentelle Untersuchungen eine vermehrte Beweglichkeit unterhalb der Fusion erkennen lassen, dazu eine zunehmende Stressbelastung aller angrenzenden Segmente und schließlich eine Zunahme degenerativer Veränderungen in der Nachbarschaft. Diese Veränderungen seien „most likely biologic“, d. h. zu erwartende Anpassungen, und in einigen Fällen pathologisch, bedingt durch die Stresskonzentration an der Grenze der steiferen fusionierten Segmente und der beweglicheren unversteiften Zone. Verschiedene Arbeiten belegten im Ergebnis diese Feststellungen.

Lee et al. [100] führten Untersuchungen an 16 humanen LWS-Präparaten durch, bei welchen Fusionen verschiedener Techniken, aber immer mit soliden Ergebnissen der Segmente L_{3/4}, L_{4/5} und L_{5/S1} vorgenommen wurden. Angewendet wurden physiologische Kräfte und Bewegungsbedingungen. Es waren zwar gewisse Unterschiede in der Steifigkeit der Präparate in Abhängigkeit von der Fusionsart zu beobachten (am solidesten erwiesen sich die von ventral intrakorporell operierten Segmente). Alle Präparate aber zeigten eine erhöhte Beanspruchung (Stress) auf den benachbarten, nicht fusionierten Segmenten, speziell der Gelenkflächen.

Ähnlich lauteten Ergebnisse von Nagata et al. [117]. Diese experimentierten an 4 Kaninchenkadavern mit langstreckigen Fusionen und ohne den lumbosakralen Übergang, sie maßen die Beweglichkeit an dieser Stelle und die Druckverhältnisse an den Gelenkflächen nicht fusionierter Segmente. Die Beweglichkeit am lumbosakralen Übergang und der Druck auf den Bogengelenken waren signifikant erhöht, beide Parameter stiegen in Abhängigkeit von der Länge der Fusionsstrecke.

Eine klinische Nachuntersuchung stammt von Lehmann et al. [101]. Sie untersuchten aus einem Gesamtkollektiv von 94 Patienten 62 in einem Follow-up von 21–52 Jahre nach Fusionsoperationen bei L₃ und tiefer. Zur klinischen Nachuntersuchung standen 33 von diesen zur Verfügung. Von dieser letzten Gruppe hatten nach der Feststellung dieser Autoren 15 eine degenerative Instabilität oberhalb der Fusion, 14 auch eine Spinalstenose, die allerdings nur bei 5 von klinischer Relevanz war. Aus dem großen Kollektiv von 62 Patienten hatten immerhin 35 bei der Untersuchung Schmerzen angegeben. Frymoyer et al. [50] hatten eine Arbeit unter einer etwas anderen Fragestellung vorgelegt, deren Ergebnis hier aber ebenfalls bemerkenswert ist. Sie verglichen eine Gruppe von Patienten, bei denen mindestens 10 Jahre zuvor eine Bandscheibenoperation vorgenommen worden war, mit einem zweiten Patientenkollektiv, bei welchen neben der Bandscheibenoperation auch gleichzeitig eine Fusionsoperation ange-setzt wurde. Alle 143 Patienten ohne Fusion und die 64 Patienten mit Bandschei-

benoperation und Fusion hatten gleichlautende residuale Kreuzschmerzen und radikuläre Zeichen, 30% der fusionierten und 37,7% der nicht fusionierten wurden auch in die Gruppe der Therapieversager eingereiht, weil sie deutlichere persistierende Beschwerden behielten und sogar reoperiert werden mussten. Die Arbeit dient als Beispiel für die generell zu erwartenden Probleme nach Wirbelsäulenoperationen.

Die Ergebnisse von Wörsdörfer u. Magerl [168] führten zu einem anderen Ergebnis. Sie berichteten von Nachuntersuchungen an Patienten, bei welchen zwischen 6 und 10 Jahre zuvor Spondylodesen durchgeführt worden waren. Unter diesen 136 Patienten war ein einziger Fall, bei dem eine Überlastung des Nachbarsegments aufgrund mechanischer Überbeanspruchung diskutiert werden konnte. Die Autoren meinten, dass die Frage, ob es nach interkorporellen Fusionsoperationen der Wirbelsäule zu vermehrten degenerativen Veränderungen in den Nachbarsegmenten aufgrund einer mechanischen Überlastung komme oder ob sie Ausdruck der bei dem Patienten inhärenten Veranlagung zu degenerativen Veränderungen sei, nicht beantwortet werden könne.

Untersuchungsergebnisse verschiedener Arbeiten erscheinen hier also widersprüchlich, die Autoren der Arbeiten, die sich mit Experimenten beschäftigten, betonten auch, dass die Übertragbarkeit auf den Menschen in Grenzen gesehen werden müsste. Im Übrigen wurde die Debatte um die so genannten Anschlussinstabilitäten dadurch aufgefrischt, weil sie zur Argumentation für die Implantation von Bandscheibenprothesen erforderlich sind.

Resümee. Die vorliegende Literatur liefert keinen Beleg dafür, dass die Segmentversteifung als konkurrierende Ursache zwingend in Frage kommt. Sie ist aber nach biomechanischen Gesichtspunkten absolut plausibel, sodass nach konsensueller Auffassung der Arbeitsgruppenmitglieder bei einer mit Blockwirbelbildung einhergehenden Segmentversteifung die hieraus resultierenden biomechanischen Überlastungen der unteren LWS an deren Bandscheiben kausal wirksam werden. Dennoch muss im Einzelfall entschieden

werden. Auf die Ausführungen im nachfolgenden Abschnitt 2.1.3 „Übergangswirbel“ wird verwiesen. Dazu sei angemerkt, dass die biomechanischen Gesetzmäßigkeiten bei einem versteiften lumbosakralen Übergang etwas differenzierter zu bewerten sind als bei normaler Beweglichkeit dieser Region.

2.1.3 Übergangswirbel

Lumbosakrale Übergangswirbel sind dadurch charakterisiert, dass sie Merkmale sowohl der lumbalen als auch der sakralen Wirbelsäulenstrukturen aufweisen. Sie können Querfortsätze haben, die mit dem Sakrum knöchern fest verschmolzen sind oder mit ihm ein „neues Gelenk“ (Nearthrose) bilden. Hinsichtlich der Auswirkungen der angeborenen Fehlform ist zu unterscheiden, ob sich der Übergangswirbel symmetrisch oder asymmetrisch entwickelt hat.

Bei Segmentationsstörungen zwischen 5. Lendenwirbel und Sakrum („Übergangswirbel“) muss die übergelagerte Bandscheibe Bewegungsstörungen im fehlangelegten Segment kompensieren. Bei einem vollständigen Ausfall eines Bewegungssegments (z. B. nach Spondylodese) ist das Auftreten einer „Anschlussdegeneration“ der benachbarten freien Bandscheibe eine bekannte Erfahrung. Zuletzt haben Kumar et al. [95] im Jahr 2001 über 83 fortlaufend betreute Patienten publiziert, die nach einer durchschnittlichen Beobachtungszeit von 5 Jahren nach einer interkorporellen und/oder posterioren Lendenwirbelsäulensegmentversteifung kontrolluntersucht wurden und in bereits 36,1% der Fälle die radiologischen Kriterien einer Anschlussdegeneration an der übergelagerten freien Bandscheibe aufwiesen. 14 dieser 31 Patienten hatten deshalb auch bereits einen zweiten Wirbelsäuleneingriff benötigt. Bei 35 Fällen war die primäre Versteifung am Segment L4/L5 durchgeführt worden, sodass dann auch der weitere Verlauf an der untergelagerten Bandscheibe L5/S1 beurteilt werden konnte. Dort traten aber nur bei 5,7% Anschlussdegenerations- und -instabilitätszeichen auf. Eine Folge derartiger Erkenntnisse ist der aktuelle Trend in der Wirbelsäulen Chirurgie, bandscheibendegenerationsbetroffene Segmente durch die Einsetzung einer künstlichen Bandscheibe mobil zu halten,

anstatt dort durch eine Versteifung die Bewegungskette der Wirbelsäule zu unterbrechen. Ähnliche biomechanische Gesetzmäßigkeiten wie nach einer Spondylodese kommen bei hypomobilen oder amobilen Segmenten nach Spondylodiszitis, knöchern „abgestützter“ Wirbelkörperfraktur und bei lumbosakralen Übergangswirbeln mit nur rudimentärer Bandscheibe („Sakralisation von L5“) in Betracht. Lumbosakrale asymmetrische Übergangswirbel mit einer anormalen Gelenkverbindung zwischen dem schaufelförmig verbreiterten Wirbelquerfortsatz und dem Os ilium werden in orthopädischen und radiologischen Handbüchern [36, 67, 91] und in älteren und jüngeren Zeitschriftenpublikationen [37, 165] ebenfalls als dispositioneller Faktor für die Entwicklung eines degenerativen Bandscheibenschadens aufgeführt, seit Bertolotti 1917 zum ersten Male die klinisch/radiologische Befundkombination von Lumbalgien/Ischialgien und einem Übergangswirbel beschrieben hatte. Als Ursache einer Bandscheibendegeneration am ersten „freien“ Segment oberhalb der Störung wird eine mehr oder weniger stark ausgeprägte Veränderung der lokalen Statik und Bewegungsrichtung der Wirbelsäule angeführt.

In jüngerer Zeit haben Vergauwen et al. [160] 350 symptomatische Patienten mit Rückenschmerzen und/oder Ischialgien computertomographisch untersucht, und fanden bei 15% lumbosakrale Übergangswirbel. Von diesen Patienten wiesen 45,3% Bandscheibenprotrusionen oder Bandscheibenvorfälle am Segment oberhalb des Übergangswirbels auf; in der Vergleichsgruppe ohne knöcherner Fehlbildung hatten nur 30,3% derartige Befunde am Referenzsegment L4/L5. Barzo et al. [5] haben 1993 aus 500 Lendenwirbelsäulenröntgenaufnahmen von vorher asymptomatischen Unfallpatienten und 1000 Myelographien von Lumbalgie-/Ischialgiekranken eine Häufigkeit von lumbosakralen Übergangswirbeln von 4,6% in der Normalbevölkerung errechnet. Bei der Patientengruppe mit einer Übergangsstörung war die Rate an Bandscheibenvorfällen 4-mal höher als in der Gruppe mit unauffälliger knöcherner Lendenwirbelsäulen Anatomie. Otani et al. [123] haben 2001 über eine Untersuchung an 501 Rückenschmerz-/Ischial-

giepatienten – darunter 253 mit einem Bandscheibenvorfall- und 508 Kontrollpatienten ohne Wirbelsäulensymptomatik – publiziert. 11% der Probanden in der asymptomatischen Kontrollgruppe und 17% der Patienten in der Bandscheibenvorfallgruppe hatten lumbosakrale Übergangswirbel ($p < 0,05$). Bei 85% der Bandscheibenpatienten mit lumbosakralen Übergangswirbel bestand die Symptomatik am letzten mobilen Segment L4/L5, gegenüber einer Befundrate von 59% von L4/L5-Bandscheibensymptomen in der Kontrollgruppe ohne Übergangswirbel ($p < 0,0001$). Nach einer MRT-/CT-Untersuchung von Elster [35] an 140 Patienten mit lumbosakralen Übergangswirbeln aus einem Kollektiv von 2000 Langzeitrückenschmerz- oder Ischialgieerkrankten traten am Segment L4/L5 oberhalb eines Übergangswirbels 9-mal häufiger Bandscheibenvorfälle auf als an anderen Segmenten dieser Probanden, gegenüber einer sehr viel gleichmäßigeren Bandscheibenvorfällesegmentverteilung bei der Kontrollgruppe ohne lumbosakralen Übergangswirbel (mit Übergangswirbel 88% der Bandscheibenvorfälle bei L4/L5, ohne Übergangswirbel 49% der Bandscheibenvorfälle bei L4/L5).

Resümee. Zumindest bei asymmetrischen lumbosakralen Übergangswirbeln wird sich ein Bandscheibenschaden im ersten „freien“ Segment in der Regel nicht als Folge von Belastungen im Sinne der Berufskrankheiten Nrn. 2108 oder 2110 wahrscheinlich machen lassen.

2.1.4 Lendenwirbelkörperfrakturen

Es handelt sich hier nur um die Beurteilung von „Zuständen nach Fraktur“, also nach abgeschlossenem Heilverlauf.

Keine Relevanz auf die Biomechanik der Lendenwirbelsäule besitzen solche Brüche, die ohne Folgen auf Form und Funktion der Wirbelsäule überstanden wurden, sondern nur solche, die mit einem Defekt verheilten.

Folgen von Frakturen können Keilwirbel sein, aus denen klinisch eine kurzstreckige Kyphose bzw. ein Gibbus resultieren. Zur Beurteilung ist der Kyphosewinkel entscheidend, ferner der Sitz dieser Kyphose (lumbal, thorakal). Eine Einschätzung der juvenilen Kyphose wie beim

Morbus Scheuermann (Abschnitt 2.1.9) ist plausibel und zulässig.

Das Gleiche gilt für eine Skoliosierung infolge einer Fraktur. Auch hier sind der Sitz der Seitablenkung und der Winkelgrad entscheidend. Eine Beurteilung wäre dann in Anlehnung an die Angaben im Abschnitt 2.1.5 zu Skoliosen vorzunehmen.

Schließlich können segmentale Versteifungen vorkommen, die nach den Kriterien, die im Abschnitt 2.1.2 aufgezeigt wurden, zu berücksichtigen sind.

Auch sind nach Frakturen spinale Engpasssituationen und Instabilitäten möglich. Hier handelt es sich aber um behandlungsbedürftige Zustände, die in diesem Zusammenhang keine Bedeutung besitzen.

Resümee. Achsengerecht ohne Bandscheibenbeteiligung verheilte LWK-Frakturen begründen kein erhöhtes Risiko eines – vorzeitigen – Bandscheibenschadens, während in Fehlstellung verheilte LWK-Frakturen unter den aufgezeigten Bedingungen als Konkurrenzursache in Betracht kommen können. Hier ist je nach Art und Ausprägung der Frakturfolgen eine Kausalitätsabwägung unter Beachtung des Verlaufs der bandscheibenbedingten Erkrankung und des Belastungsumfangs im Sinne der BK-Nrn. 2108 und 2110 erforderlich.

2.1.5 Skoliosen

Als Skoliose (griech. skolios=krumm) wird eine dauerhafte (fixierte) seitliche Verkrümmung der Wirbelsäule in der Frontalebene bezeichnet [31], die mit einer Drehung (=Torsion) der einzelnen Wirbelkörper einhergehen kann. Der Ausgangspunkt für die seitliche Verkrümmung kann in verschiedenen Bereichen der Wirbelsäule liegen. Unterschieden werden danach die folgenden Formen:

- Thorakale Skoliose: Skoliose im Bereich der Brustwirbelsäule
- Lumbale Skoliose: Skoliose im Bereich der Lendenwirbelsäule
- Thorakolumbale Skoliose: Skoliose im Übergangsbereich zwischen Brust- und Lendenwirbelsäule
- Thorakale und lumbale Skoliose: Skoliose im Bereich der Brust- und Lendenwirbelsäule

In **Abb. 14** sind die unterschiedlichen Formen der Skoliose zu sehen.

Ursachen der idiopathischen Skoliose.

Etwa 85% aller Skoliosen sind idiopathischen Ursprungs, d. h. ihre auslösende Ursache ist nicht bekannt (griech. idios=eigen, pathos=Leiden, idiopathisch=selbstständiges Leiden, ohne erkennbare Ursache entstanden). Die idiopathische Skoliose entsteht v. a. in Zeiten, in denen die Wirbelsäule starkem Wachstum ausgesetzt ist. Es wird deshalb auch von der Skoliose als einer Wachstumsdeformität gesprochen. Betroffen sind demnach v. a. Säuglinge und Kleinkinder, Kinder bis zum 10. Lebensjahr und Jugendliche in der Pubertät. Bei der Entwicklung einer idiopathischen Skoliose wachsen die Wirbelkörper in eine Richtung langsamer als in die andere. Durch dieses Fehlwachstum einzelner oder mehrerer Wirbel kommt es zu deren Drehung, die wiederum eine Verdrehung (=Rotation) der gesamten Wirbelsäule hervorruft. Im Ergebnis ist die Wirbelsäule seitlich nach rechts oder links verbogen.

Andere Ursachen. Neben der idiopathischen Skoliose, deren auslösende Ursache unbekannt ist, gibt es zahlreiche seltene Skolioseformen, die auf andere Erkrankungen zurückzuführen sind:

- **Kongenitale Skoliose**, d. h. angeborene Skoliose bei schweren vorgeburtlichen Entwicklungsstörungen
- **Neuropathische Skoliose**, bedingt durch Erkrankungen, die mit einer Schädigung des Nervensystems einhergehen, z. B. spinale Kinderlähmung (=Poliomyelitis), spinale Muskelatrophie (=Muskelschwund)
- **Myopathische Skoliose**, bedingt durch Erkrankungen der Muskulatur, z. B. Muskelatrophie
- **Mesenchymale Skoliose**, bedingt durch Erkrankungen des Bindegewebes, z. B. Marfan-Syndrom, Ehlers-Danlos-Syndrom, schwere Narbenbildung
- **Metabolische Skoliose**, bedingt durch Erkrankungen des Knochenstoffwechsels, z. B. jugendliche Osteoporose, Rachitis, Glasknochenkrankheit (=Osteogenesis imperfecta)

- **Radiogene Skoliose**, als Folge einer Strahlentherapie im Kindesalter
- **Posttraumatische Skoliose**, bedingt durch schwere Gewalteinwirkung, z. B. bei Unfällen
- **Statische Skoliose**, bedingt z. B. durch eine unterschiedliche Länge der beiden Beine
- **Entzündliche Skoliose**, bedingt durch schwere Entzündungen im Bereich der Wirbelkörper

Häufigkeit. Die Angaben zur Häufigkeit der Skoliose schwanken weltweit zwischen 0,15% und 15% der Bevölkerung. In Deutschland sind Schätzungen zufolge 400.000 Menschen daran erkrankt. Diese große Schwankungsbreite in den Häufigkeitszahlen ist darauf zurückzuführen, dass es unterschiedliche Festlegungen darüber gibt, ab wann eine vorliegende seitliche Verbiegung der Wirbelsäule als Skoliose eingestuft wird. Von der idiopathischen Form der Skoliose sind Mädchen etwa 4-mal so häufig betroffen wie Jungen.

Einteilung. Die Einteilung nach Schweregraden (entspricht dem röntgenologisch ermittelten Skoliosewinkel nach Cobb; **Abb. 15**) nach Kostuik [90] ergibt

- Winkel 10–19°=leichtgradige Skoliose,
- Winkel 20–29°=mittelgradige Skoliose,
- Winkel $\geq 30^\circ$ =hochgradige Skoliose

Literaturauswertung. Ponseti u. Fridman [127] führten eine prospektive Studie bei 335 Fällen, die wegen Skoliose in einer orthopädischen Universitätsklinik in den USA als Kinder behandelt und bis zum Ende der Wachstumsperiode röntgenologisch untersucht worden waren, durch. Alle Fälle wurden konservativ behandelt. Die Patienten mit lumbaler Skoliose hatten insgesamt die günstigste Prognose in Bezug auf die Progression des Skoliosewinkels. Bei Patienten mit thorakaler Skoliose wurden Veränderungen der Wirbelkörper in Form von Kantenabsprengungen, Osteoporose und keilförmigen Deformationen sowie Bandscheibenverschmälerungen im Bereich des Apex der Skoliose beobachtet. Wegen des Alters der Probanden zum Zeitpunkt des Studienendes von 14–16 Jahren ist die Arbeit in Bezug auf

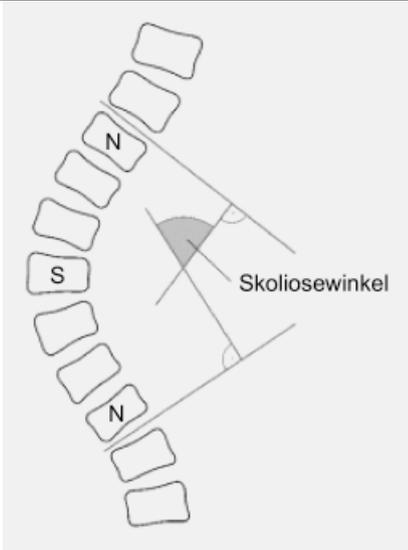


Abb. 15 ▲ Skoliosewinkel nach Cobb; N Neutralwirbel; S Scheitelwirbel

die Entwicklung bandscheibenbedingter Erkrankungen der Lendenwirbelsäule infolge der Skoliose wenig ergiebig.

Horal [68] fand in einer bevölkerungsbezogenen Fall-Kontroll-Studie keinen signifikanten Zusammenhang zwischen Skoliose und Krankschreibung wegen Wirbelsäulenerkrankungen. 3,1% der Fälle und 2,1% der Kontrollen wiesen röntgenologisch Hinweise für eine Skoliose auf.

Wiltse [165] berichtete in einer Übersichtsarbeit über die klinische Erfahrung, dass es bei Patienten mit Skoliose im Scheitelpunkt derselben vermehrt zu degenerativen Veränderungen komme. Dies sei insbesondere bei lumbalen Skoliosen wegen einseitig verkümmerten Anlage der kleinen Wirbelgelenke der Fall. Die Veröffentlichung enthält keine Angaben über die Anzahl solcher Beobachtungen.

Epstein et al. [37] legten eine Kasuistik über 12 Patienten, darunter 8 Frauen und 4 Männer, mit lumbaler Skoliose mit einem Skoliosewinkel zwischen 15° und 60° vor, die wegen ausgeprägter posteriorer Spondylose sowie hypertrophierender Spondylarthrose und fortgeschrittener Bandscheibenverschmälerung auf der konkaven Seite der Skoliose eine Einengung des Spinalkanals ($n=7$) oder einen lumbalen Bandscheibenvorfall ($n=3$) aufwiesen und operativ behandelt werden mussten.

Moskovitz et al. [113] berichteten über 110 Patienten, die wegen fortgeschrittener Skoliose zwischen 1947 und 1957 operativ behandelt worden waren und von denen 61

(56%) im Mittel 26 Jahre später nachuntersucht werden konnten. Das mittlere Alter bei der Nachuntersuchung betrug 40 Jahre. Die Autoren kamen zu dem Ergebnis, dass das Lumbalsegment unterhalb der Fusion häufig eine fortgeschrittene Spondylose aufweist. Die Bandscheibenhöhe L5/S1 war bei den Patienten mit Zustand nach Fusionsoperation wegen Skoliose deutlich niedriger als bei gesunden Kontrollprobanden, die von anderen Autoren untersucht wurden. Ferner fand sich ein deutlicher Zusammenhang zwischen fortgeschrittener Spondylarthrose der LWS und der Häufigkeit von LWS-Beschwerden. An der Studie ist zu kritisieren, dass das Ausmaß der präoperativen Skoliose nicht mitgeteilt wird. Aus den in der Veröffentlichung dargestellten Röntgenbildern geht jedoch hervor, dass es sich bei den operierten Patienten überwiegend um solche mit fortgeschrittener Skoliose mit einem Winkelgrad nach Cobb von 30° und mehr handelte. Ferner ist an der Studie zu kritisieren, dass eine eigene Kontrollgruppe nicht untersucht wurde. Der Vergleich der Bandscheibenhöhe bei Patienten mit operierter Skoliose mit veröffentlichten Daten ist u. E. wegen der bekannten Variabilität der Röntgenbefundung wenig geeignet. Ferner fehlen Angaben, ob die Skoliosepatienten mit den veröffentlichten Kontrollprobanden nach den Merkmalen Alter und Geschlecht vergleichbar waren. 2 der 61 nachuntersuchten Skoliosepatienten (3,3%) waren wegen eines Bandscheibenvorfalles der LWS operiert worden.

Weinstein et al. [163] beschrieben die Ergebnisse einer prospektiven Studie von 239 Patienten, die in den 1940er Jahren wegen Skoliose in konservativer Behandlung waren. Von diesen konnten 161 Patienten im Mittel nach 39 Jahren nachuntersucht werden. Das Alter zum Untersuchungszeitpunkt lag bei 53 Jahren. Der mittlere Winkelgrad nach Cobb zum Untersuchungszeitpunkt lag bei 59 Patienten mit thorakaler Skoliose bei 92° (Schwankung 20–156°), bei 19 Patienten mit thorakolumbalen Skoliose bei 72° (45–145°), bei 41 Patienten mit lumbaler Skoliose bei 36° (15–78°) und bei 42 Patienten mit kombinierter Skoliose bei 67° (30–109°). 38% der untersuchten Skoliosepatienten wiesen im Röntgenbild degenerative Veränderungen in Form von Bandscheibenverschmälerung, Spondylo-

se oder Spondylarthrose auf. Ein Zusammenhang zwischen dem Schweregrad der degenerativen Veränderungen und dem Typ und Schweregrad der Skoliose wurde nicht festgestellt. An der Studie ist zu kritisieren, dass ein Vergleich mit einer gesunden Kontrollgruppe fehlt.

Kostuik u. Bentivoglio [88] befragten 189 Skoliosepatienten nach der Häufigkeit von Wirbelsäulenbeschwerden. Patienten mit lumbaler Skoliose wiesen häufiger Wirbelsäulenbeschwerden auf als Patienten mit thorakaler Skoliose. Patienten mit einer ausgeprägten Skoliose (>45° nach Cobb) hatten signifikant häufiger Wirbelsäulenbeschwerden als Patienten mit geringgradiger Skoliose. Die Studie leidet darunter, dass keine Kontrollgruppe untersucht wurde und eine systematische Bewertung der Röntgenbilder in Bezug auf degenerative Veränderungen fehlt.

Cochran et al. [24] stellten eine prospektive Studie bei 95 Skoliosepatienten vor, die im mittleren Alter von 15 Jahren wegen einer fortgeschrittenen thorakalen, thorakolumbalen oder lumbalen Skoliose mit einer Harrington-Fusion behandelt und im Mittel, etwa 10 Jahre später, nachuntersucht worden waren. Im Mittel lag der Winkelgrad nach Cobb der Skoliose vor der Operation bei etwa 65° und nach der Operation bei etwa 40°. Die operierten Skoliosepatienten wurden mit einer Kontrollgruppe von 85 nach Alter und Geschlecht vergleichbaren Beschäftigten aus dem Gesundheitswesen und Poliklinikpatienten ohne Skoliose verglichen. LWS-Beschwerden traten bei den operierten Skoliosepatienten seltener auf als bei der Kontrollgruppe (45 vs. 52%). Allerdings bestanden in der Gruppe der operierten Skoliosepatienten, in denen der untere Teil des Harrington-Stabs im Wirbelkörper L4 oder L5 ansetzte, häufiger LWS-Beschwerden als bei der Kontrollgruppe (62 und 82% vs. 53%). 11 von 24 Patienten, bei denen der distale Teil der Harrington-Stabs im Wirbelkörper L4 oder L5 ansetzte, wiesen degenerative Veränderungen in Form einer Spondylarthrose und einer Bandscheibenverschmälerung mit oder ohne Spondylose auf. Bei den operierten Skoliosepatienten, bei denen der distale Teil des Harrington-Stabs in den Wirbelkörpern L1–L3 ansetzte ($n=69$), traten solche degenerativen Veränderungen nicht auf. Die

Studie spricht dafür, dass Patienten, bei denen der distale Teil des Harrington-Stabs in den Wirbelkörpern L4 oder L5 ansetzt, eine ungünstigere Prognose mit häufigerer Entwicklung von degenerativen Veränderungen aufweisen. Insgesamt leidet die Studie unter dem relativ kurzen Follow-up-Zeitraum und dem niedrigen Alter der untersuchten Skoliosepatienten sowie dem Umstand, dass keine Röntgenbilder der Kontrollprobanden vorliegen.

Cochran u. Nachemson [25] veröffentlichten die Ergebnisse einer prospektiven Studie über 85 (90%) von 95 Patienten, die wegen einer thorakalen oder thorakolumbalen Skoliose mit einem Winkelgrad nach Cobb zwischen 25 und 50° bzw. einer lumbalen Skoliose mit einem Winkelgrad nach Cobb von <60° mindestens 6 Monate lang mit einem Milwaukee-Mieder behandelt wurden. Die Nachuntersuchung fand im Mittel 7,5 Jahre nach Durchführung der Miederbehandlung statt. Das mittlere Alter der Untersuchten lag bei etwa 25 Jahren. Die Befragungsergebnisse wurden verglichen mit der Kontrollgruppe in der Studie von Cochran et al. [24]: Die Skoliosepatienten mit Miederbehandlung wiesen signifikant seltener LWS-Beschwerden auf (33 vs. 52%). Es bestand kein signifikanter Zusammenhang zwischen der Häufigkeit von LWS-Beschwerden und dem Typ der Skoliose (thorakale, thorakolumbale oder lumbale Skoliose). An der Studie sind die geringe Nachbeobachtungszeit und das geringe Durchschnittsalter der untersuchten Skoliosepatienten zu kritisieren, die eine Aussage in Bezug auf die Häufigkeit von degenerativen Wirbelsäulenveränderungen nicht zulassen.

Richter et al. [132] legten eine Querschnittsstudie bei 100 Patienten, die wegen idiopathischer Skoliose in klinischer Behandlung waren, vor, darunter 90 Frauen und 10 Männer. Das mittlere Alter lag bei 19 Jahren. Als Vergleichsgruppe dienten 26 Jugendliche ohne wesentliche Skoliose. In beiden Gruppen wurden Röntgenbilder der LWS in 2 Ebenen sowie Schrägaufnahmen durchgeführt. 68% der Skoliosepatienten hatten thorakale Skoliosen, 81% thorakolumbale Skoliosen und 16% lumbale Skoliosen. Die Summe addiert sich auf mehr als 100%, weil ein Teil der Patienten eine thorakale und eine lumbale Skoliose aufwiesen. In der Studie

fand sich eine signifikante Beziehung zwischen dem Winkelgrad nach Cobb und der Prävalenz und dem Schweregrad der Spondylarthrose. Die Prävalenz von spondylarthrotischen Veränderungen insgesamt stieg von 5% bei Patienten mit einer Skoliose mit einem Winkelgrad von 10–20° auf 47% bei Patienten mit einer Skoliose mit einem Winkelgrad von über 60° ($p < 0,05$). Spondylotische Veränderungen traten insbesondere im Bereich des Apex der Skoliose sowie auf der konkaven Seite auf. Die Spondyloseprävalenz stieg von 37% bei Patienten mit einer Skoliose mit einem Winkelgrad von 10–20° auf 53% bei Skoliosepatienten mit einem Winkelgrad von >60° an. Der Unterschied war nicht signifikant. Der Vergleich zwischen Skoliose- und Kontrollgruppe zeigte bei den Skoliosepatienten signifikant häufiger röntgenologische Zeichen der Spondylarthrose (30 vs. 0%) und Hinweise für Spondylose (60 vs. 12%). Der Unterschied war nicht signifikant. An der Studie ist zu kritisieren, dass keine Aussagen in Bezug auf die Häufigkeit von Chondrose mit Bandscheibenverschmälerung gemacht wurden.

Dickson et al. [32] führten bei 165 von 206 Patienten, bei denen im mittleren Alter von 17 Jahren eine Harrington-Fusion wegen einer fortgeschrittenen Skoliose mit einem Winkelgrad nach Cobb von mindestens 38–150° durchgeführt worden war, eine Befragung etwa 25 Jahre nach der Operation durch, die ebenfalls bei einer nach Alter und Geschlecht vergleichbaren Kontrollgruppe von 100 Personen vorgenommen wurde. Patienten mit Zustand nach Harrington-Fusion klagten signifikant häufiger über Beschwerden im thorakolumbalen Übergang (15 vs. 10%). Dagegen bestanden keine Unterschiede zwischen beiden Gruppen in Bezug auf die Häufigkeit von Beschwerden im Bereich der Lumbosakralregion. Es fand sich keine Abhängigkeit der Häufigkeit der Wirbelsäulenbeschwerden vom Ausmaß der Skoliose und vom distalen Ansatzpunkt des Harrington-Stabs. Ferner konnten von den 165 Patienten mit Zustand nach Harrington-Fusion bei 111 Patienten kürzlich angefertigter Röntgenbilder in Bezug auf degenerative Veränderungen (Osteochondrose, Spondylose und Bandscheibenverschmälerung) unterhalb der Fusion ausgewertet werden. Dabei war der

Anteil von Patienten mit solchen degenerativen Veränderungen unterhalb der Fusion relativ gering und lag bei Patienten mit thorakaler Skoliose bei 5/95, bei Patienten mit thorakolumbalen Skoliose bei 3/13, bei Patienten mit Doppel-S-förmiger Skoliose bei 4/26, während keiner der 13 Patienten mit lumbaler Skoliose degenerative Veränderungen aufwies. Die Studie leidet darunter, dass keine Röntgenbilder von den Kontrollprobanden zur Auswertung vorlagen.

Debrunner [31] vertrat die Auffassung, dass nach seiner klinischen Erfahrung die Mehrzahl der so genannten idiopathischen Skoliosen geringfügig sei und keine Beschwerden verursache. Anders wird die Lumbalskoliose bewertet, die zu einer starken Störung der LWS-Statik mit häufigen degenerativen Veränderungen und hartnäckigen Kreuzschmerzen führe. Die Veröffentlichung enthält keine Angaben über die Anzahl solcher Beobachtungen.

Conolly et al. [26] führten bei 83 von 142 Patienten, die wegen einer fortgeschrittenen Skoliose mit einem mittleren Winkelgrad nach Cobb von 60° (Schwankung 40–100°) nach der Methode von Harrington operativ behandelt worden waren, 12 Jahre nach der Operation eine Nachbefragung und bei 55 der 142 Patienten eine klinische und röntgenologische Nachuntersuchung durch. Bei der Untersuchung fand sich eine signifikante Beziehung zwischen der Lage des distalen Ansatzpunkts des Harrington-Stabs und dem Ausmaß an lumbaler Bandscheibendegeneration (Bandscheibenverschmälerung und Spondylarthrose), die umso ausgeprägter war, je distaler der Ansatzpunkt lag. Die Studie leidet darunter, dass keine Röntgenbilder einer Kontrollgruppe vorlagen.

Winter [166] kam in einem Handbuchartikel zu dem Ergebnis, dass keine Evidenz über ein erhöhtes Risiko von Patienten mit Skoliose mit einem Winkelgrad nach Cobb von 45° und weniger in Bezug auf Wirbelsäulenbeschwerden vorliege, während dies bei höhergradigen Skoliosen der Fall sei. Studien, die ein erhöhtes Risiko von Skoliosepatienten in Bezug auf die Entwicklung von degenerativen Veränderungen der Wirbelsäule nachwiesen, wurden in dem Übersichtsartikel nicht präsentiert.

Cordero et al. [27] präsentierten die Ergebnisse einer prospektiven Studie bei 35 (52%) von 65 Patienten mit einer leicht- bis mittelgradigen Skoliose mit einem Winkelgrad nach Cobb zwischen 20 und 55° während der ersten klinischen Untersuchung zwischen 1935 und 1975, die im Mittel 22 Jahre nach der ersten Untersuchung befragt wurden. Als Kontrolle dienten die Befragungsergebnisse von 31 nach Alter und Geschlecht vergleichbaren Universitätsbeschäftigten ohne Hinweise für eine Skoliose. Die Skoliosepatienten wiesen signifikant häufiger Wirbelsäulenbeschwerden auf als die Kontrollgruppe (65 vs. 32%). Ferner war der Schweregrad der Wirbelsäulenbeschwerden im Mittel bei den Skoliosepatienten signifikant höher als bei den Kontrollprobanden. Eine signifikante Beziehung zwischen dem Schweregrad der Skoliose, gemessen nach dem Winkelgrad nach Cobb, sowie der Lokalisation der Skoliose und Wirbelsäulenbeschwerden bestand nicht. Skoliosepatienten berichteten häufiger über radikuläre Beschwerden (26 vs. 17%), die Unterschiede waren jedoch nicht signifikant. Krankenhausbehandlungen oder Operationen waren bei keinem der Skoliosepatienten und einem der Kontrollprobanden erforderlich. Die Studie leidet an der kleinen Fallzahl und dem Fehlen von aktuellen Bildbefunden bei den Skoliosepatienten und Kontrollprobanden.

Krämer [92] vertrat in seinem Buch die Auffassung, dass die Skoliose als prädiskotische Deformität für das frühzeitige oder vermehrte Auftreten degenerativer Veränderungen an der LWS verantwortlich zu machen sei. Der Publikation ist nicht zu entnehmen, ob es sich dabei um thorakale oder lumbale Skoliosen handelte.

Danielsson u. Nachemson [29] führten eine Nachuntersuchung bei 252 Patienten mit Skoliose 22 Jahre nach der Erstdiagnose durch und verglichen die Häufigkeit degenerativer Veränderungen der LWS im Röntgenbild mit einer nach Alter und Geschlecht vergleichbaren gesunden Kontrollgruppe aus der Wohnbevölkerung. Von den Skoliosepatienten wurden 119 Probanden mit Korsett (Milwaukee- oder Boston-Korsett) sowie 142 chirurgisch behandelt. Das Durchschnittsalter aller 3 Gruppen lag bei 40 Jahren. Die mit Korsett behandelten

Skoliosepatienten wiesen im Mittel eine Skoliose mit einem Winkel nach Cobb von $33,2 \pm 9,6^\circ$ (Schwankung $12-60^\circ$), die chirurgisch behandelten Skoliosepatienten einen Winkel nach Cobb von $61,8 \pm 13,2^\circ$ (Schwankung $38-122^\circ$) auf. Das Ausmaß degenerativer Veränderungen wurde nach Weiner et al. [162] wie folgt klassifiziert:

- Stadium 0 (normale Bandscheibenhöhe, keine Gasbildung in den Bandscheiben, keine Spondylose)
- Stadium 1 (Bandscheibenverschmälerung um 25%, keine Gasbildung in den Bandscheiben, geringe Spondylose)
- Stadium 2 (Bandscheibenverschmälerung um 25–75%, keine Gasbildung in den Bandscheiben, mittelgradige Spondylose)
- Stadium 3 (Bandscheibenverschmälerung um mehr als 75%, mit Gasbildung in den Bandscheiben sowie ausgeprägter Spondylose)

■ **Tabelle 8** zeigt die Häufigkeit degenerativer LWS-Veränderungen im Stadium 2 und 3 nach Weiner et al. [162] bei den untersuchten Skoliosepatienten und Kontrollprobanden. Chirurgisch behandelte Skoliosepatienten wiesen in den Segmenten L4/L5 und L5/S1 mit 12,9 bzw. 20,8% eine signifikant höhere Prävalenz degenerativer LWS-Veränderungen auf als die Kontrollgruppe (0%). Dagegen fand sich bei den mit Korsett behandelten Skoliosepatienten nur im Segment L5/S1 eine signifikant erhöhte Prävalenz für degenerative LWS-Veränderungen (11 vs. 0%). Ferner wiesen Skoliosepatienten eine signifikant abgeflachte BWS-Kyphose im Vergleich zu Kontrollprobanden auf (chirurgisch behandelte Skoliosepatienten: Kyphosewinkel $24,5 \pm 13,6^\circ$, mit Korsett behandelte Skoliosepatienten: $30,8 \pm 14,0^\circ$ und Kontrollprobanden: $38,5 \pm 9,7^\circ$, $p < 0,0001$). Bandscheibenvorfälle wurden bei den Skoliosepatienten insgesamt selten beobachtet. Von insgesamt 4 Fällen entfielen 3 auf die 139 chirurgisch behandelten Skoliosepatienten (2,2%) und ein Fall auf die mit Stützkorsett behandelten Skoliosepatienten (0,9%).

Insgesamt spricht die Studie von Danielsson u. Nachemson [29] für ein signifikant erhöhtes Risiko für degenerati-

ve LWS-Veränderungen (Osteochondrose mit Bandscheibenverschmälerung und Spondylose) bei Patienten mit Skoliose im Vergleich zu gesunden Kontrollprobanden. Diese Aussage gilt jedoch nur für Skoliosen, die im Mittel einen Winkelgrad von über 30° nach Cobb aufweisen, d. h. nach Kostuik [90] als hochgradig einzustufen sind. Bei Probanden mit fortgeschrittener Skoliose mit einem Winkelgrad nach Cobb von über 30° ist das relative Risiko für die Entwicklung einer Osteochondrose mit Bandscheibenverschmälerung um mehr als 25% im Vergleich zur Kontrollgruppe deutlich um mehr als den Faktor 3,5 erhöht, sodass nach den oben beschriebenen Kriterien die Verursachungswahrscheinlichkeit für die Entwicklung einer Osteochondrose mit Bandscheibenverschmälerung beim Vorliegen einer fortgeschrittenen Skoliose deutlich über 70% liegt und die Anerkennung einer Berufskrankheit 2108 nicht empfohlen werden kann. Dagegen ergab die Studie keine Hinweise für ein wesentlich erhöhtes Risiko in Bezug auf die Entwicklung eines Bandscheibenvorfalles der Lendenwirbelsäule bei Skoliosepatienten. An der Studie ist zu kritisieren, dass isolierte Angaben zur Prävalenz von Osteochondrose und Spondylose bei Skoliosepatienten und Kontrollprobanden fehlen. Ferner ist darauf hinzuweisen, dass nach der Untersuchung von Danielsson u. Nachemson [29] keineswegs alle Skoliosepatienten degenerative LWS-Veränderungen aufweisen, sondern je nach Bandscheibensegment und Behandlungsart nur 4,6–20,8%. Dies gilt für das mittlere Alter der Skoliosepatienten von 40 Jahren. Mit zunehmendem Alter ist von einem Ansteigen der Prävalenz degenerativer LWS-Veränderungen bei Skoliosepatienten und Kontrollprobanden auszugehen. Der Verlauf dieses Anstiegs ist jedoch unbekannt. Ob zusätzliche berufliche Einwirkungen durch Heben oder Tragen schwerer Lasten oder Arbeiten in extremer Rumpfbeugehaltung das Risiko von Skoliosepatienten für die Entwicklung bandscheibenbedingter LWS-Erkrankungen erhöht ist, ist nicht bekannt.

Ferner veröffentlichten Danielsson et al. [30] im Rahmen der eben zitierten Studie eine Nachuntersuchung von 32 Patienten, bei denen wegen einer fortgeschrittenen Skoliose mit einem Winkelgrad nach

Cobb von 45° und mehr eine operative Behandlung nach Harrington durchgeführt wurde, sowie einer nach Alter und Geschlecht vergleichbaren Kontrollgruppe von 100 Probanden aus der Wohnbevölkerung. In beiden Gruppen wurde eine Magnetresonanztomographie der LWS durchgeführt. Die operierten Skoliosepatienten zeigten signifikant häufiger Hinweise für einen Wasserverlust der Bandscheibe im niedrigsten nicht fusionierten LWS-Segment als die Kontrollen (75 vs. 25%, $p < 0,001$). Ferner wiesen die Skoliosepatienten signifikant häufiger in diesem Segment degenerative Veränderungen der Grund- und Deckplatten der beteiligten Wirbelkörper auf (19 vs. 3%, $p < 0,001$). Auch war in diesem Segment signifikant häufiger eine Bandscheibenverschmälung nachweisbar (44 vs. 6%, $p < 0,001$). Dagegen bestanden zwischen beiden Gruppen keine Unterschiede bezüglich der Häufigkeit von lumbalen Bandscheibenprotrusionen oder Bandscheibenvorfällen (16 vs. 12%, n.s.). Eine Einengung von Nervenstrukturen durch die beobachteten Bandscheibenprotrusionen und -vorfälle fand sich in beiden Gruppen nicht.

Die Studie von Danielsson et al. [30] bestätigte das signifikant erhöhte Risiko für Osteochondrose mit Bandscheibenverschmälung bei Patienten mit fortgeschrittener Skoliose unterhalb der Harrington-Fusion. Dagegen konnte die Studie ein signifikant erhöhtes Risiko für Bandscheibenprotrusion, -vorfall oder Einengung von Nervenstrukturen nicht nachweisen.

Studien, die ein signifikant erhöhtes Risiko von Probanden mit einer leicht- bis mittelgradigen Skoliose mit einem Winkelgrad nach Cobb zwischen 10 und 30° in Bezug auf die Entwicklung einer bandscheibenbedingten Erkrankung der LWS beweisen, liegen nicht vor.

Krämer et al. [93] kamen in einem Handbuchartikel zur Begutachtung von Verletzungen und Erkrankungen der Wirbelsäule zu dem Ergebnis, dass stärkere Skoliosen mit einem Winkelgrad nach Cobb von >25° v. a. dann, wenn der Scheitelpunkt in der unteren LWS liegt, als konkurrierende Erkrankung für die Entwicklung einer bandscheibenbedingten Erkrankung der Lendenwirbelsäule wegen der asymmetrischen Belastung der Zwischenwirbelabschnitte zu berücksichtigen sind.

Tabelle 8

Häufigkeit degenerativer LWS-Veränderungen bei Skoliosepatienten nach Danielsson u. Nachemson [29]

Bandscheiben-segment	Skoliosepatienten		Kontrollgruppe (n=100) [%] ^a
	Chirurgische Behandlung (n=139) [%] ^a	Korsettbehandlung (n=109) [%] ^a	
L4/L5	12,9*	4,6	0
L5/S1	20,8*	11,0*	0

^a Häufigkeit degenerativer LWS-Veränderungen des Stadiums 2 und 3 nach Weiner et al. [162] * $p < 0,0001$ im Vergleich zu Kontrollen

Insgesamt sprechen die vorliegenden Studien für ein erhöhtes Risiko von Patienten mit einer idiopathischen juvenilen Skoliose, die konservativ behandelt wurden, in Bezug auf die Entwicklung einer Spondylarthrose der Lendenwirbelsäule sowie bei Patienten mit Zustand nach Harrington-Fusion für ein erhöhtes Risiko in Bezug auf die Entwicklung einer Osteochondrose mit Bandscheibenverschmälung im untersten Segment unter der Fusion. Ferner fand sich bei Patienten mit einer fortgeschrittenen Skoliose mit einem Winkelgrad nach Cobb von >30° ein signifikant erhöhtes Risiko in Bezug auf die Entwicklung einer Osteochondrose mit Bandscheibenverschmälung und Spondylose im Bereich der Segmente L4/L5 und L5/S1. Bislang konnte jedoch in keiner Studie ein signifikant erhöhtes Risiko bei Skoliosepatienten mit konservativer oder operativer Behandlung in Bezug auf die Entwicklung einer lumbalen Bandscheibenprotrusion oder eines lumbalen Bandscheibenvorfalles nachgewiesen werden.

Resümee. Skoliosen leichter Grades sind somit nach den vorliegenden wissenschaftlichen Erkenntnissen *nicht* als Prädisposition im Sinne grundsätzlich wesentlicher Ursache eines Bandscheibenschadens anzusehen.

Als **Sonderfälle** sind hierbei allerdings die Lumbalskoliosen anzusehen, die zwar leichter Ausprägung (<25°) sind, ihren Scheitelpunkt jedoch in der unteren LWS haben, also **tiefe Lumbalskoliosen**. Auch hier fehlen zwar letztlich gesicherte wissenschaftliche Erkenntnisse zu deren die unteren Bandscheiben schädigendem Potenzial. Als Expertenmeinung hält die Arbeitsgruppe aber im Konsens für plausi-

bel, dass bei Vorliegen einer solchen tiefen Lumbalskoliose (mit einem Winkelgrad von >10° nach Cobb) anlagebedingte biomechanische Überlastungen der unteren LWS an deren Bandscheiben wirksam werden. Hier ist zur Relevanz des dispositionellen Faktors im Verhältnis zum Einfluss versicherter Belastungen auf das Krankheitsbild eine individuelle Bewertung erforderlich.

Skoliosen mit einer Ausprägung von $\geq 25^\circ$ dürften im Einzelfall noch die Ausübung einer im Sinne der BK 2108/2110 ausreichend belastenden Tätigkeit zulassen (was bei Skoliosen >30° nicht mehr zu erwarten ist).

Die vorliegenden Erkenntnisse begründen aber die Annahme, dass derart ausgeprägte Skoliosen regelhaft die wesentliche Ursache von bandscheibenbedingten Erkrankungen darstellen. Eine Berufskrankheit lässt sich hier nicht hinreichend wahrscheinlich machen.

2.1.6 Beckenschiefstand

Beckenschiefstände durch funktionelle oder reelle einseitige Beinverkürzungen führen zwanghaft zu kompensatorischen Seitenausbiegungen der Wirbelsäule, vorgegeben durch das statische Organ im Innenohr, sie sind notwendig zur Gewährleistung der aufrechten Haltung des Menschen. Dieser statische Ausgleich kann in verschiedenen WS-Abschnitten vorgenommen werden, also individuell unterschiedlich, am häufigsten jedoch ist er an der Lendenwirbelsäule anzutreffen.

Diesen Ausgleich nennt man im Gegensatz zu strukturellen Skoliosen (vgl. Abschnitt 2.1.5) statische Skoliose. Sie haben in der Regel keine Formabweichung der Wirbel (seitliche Höhenminderungen,

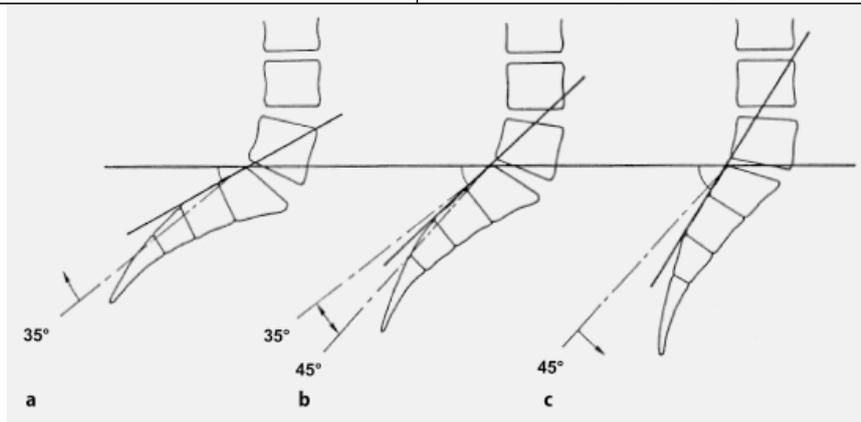


Abb. 16 ▲ Winkel δ : Flachstellung (a), Normalstellung (b), Steilstellung des Steißbeins (c) (nach Kissling et al. [85])

Rotation, Torsion) und sind primär nicht fixiert, also aktiv ausgleichbar (Untersuchungen im Sitzen, Liegen). Beim Erwachsenen können aber Neigungen zur Fixation, zur „Versteifung“, beobachtet werden, wenn die Beinverkürzung erheblich ist, also mindestens 3 cm und mehr beträgt. (Beinverkürzungen <3 cm besitzen keine beachtenswerte Relevanz).

Wenn bei Beckenschiefstand und fixierter statischer Skoliose eine Diskussion um Zusammenhänge mit beruflicher Belastung und Bandscheibenerkrankung entstehen sollte, gelten sinngemäß die Angaben, wie sie bei den strukturellen Skiosen bei 2.1.5 gelten.

2.1.7 Hyperlordotische Fehlhaltung

Mit Fehlhaltungen bezeichnet man grundsätzlich solche Abweichungen der normalen Form der Wirbelsäule, die ausgleichbar sind, also keine strukturellen Veränderungen aufweisen und bei denen keine ligamentären Fixationen vorliegen. Bei ungünstigen Verhältnissen (mangelnde Pflege der Muskulatur!) können sie sich zu fixierten Fehlformen entwickeln, d. h. in diesem Fall zu pathologischen LWS-Lordosen. Auf den nachfolgenden Abschnitt 2.1.8 wird verwiesen.

2.1.8 Pathologische Lendenlordosen

Die ventralseitige Schwingung der Lendenwirbelsäule in der Sagittalebene ist physiologisch. Für das Ausmaß der LWS-Lordose gibt es verschiedene Winkelmaße, z. B. den Winkel δ (■ Abb. 16). Weitere Winkelmaße zur Quantifizierung der LWS-Lordose sind der Kreuzbeinbasiswinkel, der Lumbosakralwinkel, der Neigungs-

winkel sowie der Promontoriumswinkel. Der Winkel δ liegt bei gesunden Frauen bei $45 \pm 5^\circ$ und bei gesunden Männern bei $36 \pm 4^\circ$ [85].

Hult [70] fand bei einer Studie bei 1137 Beschäftigten bei 9,1% der Probanden eine Hyperlordose. Probanden mit Hyperlordose klagten seltener über Wirbelsäulenbeschwerden als die Kontrollgruppe (50,2 vs. 59,9%) und wiesen seltener Hinweise für eine Bandscheibendegeneration auf (47,3 vs. 57,6%).

In der bevölkerungsbezogenen Fall-Kontroll-Studie von Horal [68] fand sich eine Hyperlordose bei 4 von 195 (2,1%) Fällen mit Krankschreibung wegen Wirbelsäulenerkrankungen und 2 von 195 gesunden Bevölkerungskontrollen (1,0%). Eine statistische Testung wurde nicht durchgeführt. Nach eigener Testung ist der oben genannte Unterschied statistisch nicht signifikant.

Rowe [137] legte eine Fall-Kontroll-Studie bei 500 Arbeitern einer amerikanischen Fabrik, bei denen wegen LWS-Beschwerden eine orthopädische Untersuchung notwendig war, sowie einer Kontrollgruppe von 100 nach Alter und beruflicher Wirbelsäulenbelastung vergleichbaren Personen ohne Wirbelsäulenbeschwerden vor. In beiden Gruppen wurden eine Röntgenuntersuchung der LWS, des Beckens und der Hüftgelenke durchgeführt und neben anderen Parametern der Lumbosakralwinkel als Parameter für das Ausmaß der LWS-Lordose gemessen. Hyperlordose war bei den behandelten Fällen seltener als bei der Kontrollgruppe (22 vs. 26%). Der Unterschied war nicht statistisch signifikant.

Niethard [119] verglich den Lumbosakralwinkel bei 108 Patienten mit lumbalem Bandscheibenvorfall, 64 Patienten mit Spondylolsthesis, 39 Patienten mit Spondylolyse und 62 Patienten mit Assimilationsstörungen im lumbosakralen Übergang, die in einer Orthopädischen Universitätsklinik behandelt wurden. Als Vergleichskollektiv diente eine Gruppe von 69 Patienten, die in der Klinik wegen Kreuzschmerzen untersucht wurden, aber keine der vorgenannten Erkrankungen aufwiesen. Der Lumbosakralwinkel und andere Winkelmaße für das Ausmaß der lumbalen Lordose unterschieden sich in den oben genannten Gruppen nicht signifikant voneinander. An der Studie ist zu kritisieren, dass die Zusammensetzung der Gruppen nach den Merkmalen Alter und Geschlecht nicht dargestellt wird. Ferner erscheint uns das Vergleichskollektiv nicht ideal gewählt, weil Patienten, die wegen Wirbelsäulenbeschwerden eine Orthopädische Universitätsklinik aufsuchen, wahrscheinlich nicht mit der Normalbevölkerung vergleichbar sind.

Andersson [1] kam in einem Handbuchartikel zu dem Ergebnis, dass das Ausmaß der LWS-Lordose keinen Zusammenhang mit LWS-Beschwerden zeigt. Dabei berief er sich auf die oben genannten Studien von Hult [70], Horal [68] und Rowe [137].

Kissling et al. [85] verglichen 209 Patienten mit isolierter Osteochondrose L5/S1 und 195 Probanden ohne Wirbelsäulenbeschwerden und mit normaler LWS im Röntgenbild. Das Studiendesign entspricht somit einer Fall-Kontroll-Studie. Bei Fällen und Kontrollen wurden eine LWS-Röntgenaufnahme in 2 Ebenen durchgeführt und die oben genannten Winkelmaße zum Ausmaß der LWS-Lordose berechnet. Die Studie ergab, dass männliche Patienten mit Osteochondrose L5/S1 einen deutlich größeren Winkel δ aufweisen als gesunde Männer (44 ± 5 vs. $36 \pm 4^\circ$), während bei Frauen der Winkel δ bei den Patientinnen umgekehrt kleiner war als bei den gesunden Frauen (40 ± 6 vs. $45 \pm 5^\circ$). Der Autor schloss daraus, dass bei Männern ein steil gestelltes Steißbein mit Aufhebung der physiologischen Lendenlordose und einem Winkel δ über 45° als Risikofaktor für die Entwicklung einer Osteochondrose L5/S1 anzusehen sei. Für Frau-

en gelte dieser Zusammenhang nicht. An der Studie ist zu kritisieren, dass nicht mitgeteilt wird, ob der Winkel δ bei kranken Männern im Vergleich zu gesunden Männern signifikant erhöht ist oder nicht.

Debrunner [31] vertritt die Auffassung, dass die Hyperlordose mit einem Kreuzbeinbasiswinkel über 40° als statisch ungünstig zu bewerten sei und häufig zu Beschwerden führe. Aussagen darüber, ob die Hyperlordose zu bandscheibenbedingten LWS-Erkrankungen führt, enthält die Veröffentlichung nicht.

Krämer [92] vertritt in seiner Publikation die Auffassung, dass die verstärkte Lendenlordose als präarthrotische Deformität für die Entwicklung einer insbesondere dorsalen Bandscheibenschädigung zu betrachten sei. Literatur, die diese Auffassung belegt oder die Angabe, auf welche Fallzahl sich diese Beobachtung bezieht, enthält die Übersichtsarbeit nicht.

Seide et al. [145] werteten die radiologischen Befunde von 500 Krankenschwestern und -pflegern, die während einer Begutachtung erhoben wurden, aus. Von diesen 500 Probanden waren bei 357 Fällen die beruflichen Voraussetzungen zur Entwicklung einer Berufskrankheit 2108 erfüllt (mindestens 16 Patiententransfers pro Schicht bei mindestens 120 Schichten pro Jahr und mindestens 10 Jahre Expositionsdauer), bei 143 Probanden waren diese Bedingungen nicht erfüllt. Eine nicht belastete Kontrollgruppe wurde nicht untersucht. Die Autoren kamen zu dem Ergebnis, dass bei monosegmentalem Befall der Kreuzbeinbasiswinkel einen signifikanten Einfluss darauf habe, ob eine Chondrose oder ein Bandscheibenvorfall das Segment L4/L5 oder L5/S1 betreffen. Bei einem Kreuzbeinbasiswinkel von $<35^\circ$ war in 71% der Fälle das Segment L5/S1 betroffen und in 29% das Segment L4/L5, bei einem Winkel von $>35^\circ$ in 58% das Segment L5/S1 und in 42% das Segment L4/L5 [145]. Die Studie von Seide et al. [145] leidet darunter, dass keine unbelastete Kontrollgruppe untersucht wurde und dass das untersuchte Kollektiv wegen der Auswertung von Gutachten hochgradig selektiert war. Daher erlaubt die Studie, wie die Autoren selbst betonen, keine Aussagen zur absoluten Häufigkeit von Bandscheibenerkrankungen in Abhängigkeit von der beruflichen Belastung (Seide et al. [145] ,

S 135). Die dargestellten Daten über den Zusammenhang zwischen Kreuzbeinbasiswinkel und degenerativen Veränderungen der Lendenwirbelsäule gestatten ebenfalls keine Aussage darüber, ob bei einem erhöhten oder erniedrigten Kreuzbeinbasiswinkel ein erhöhtes Risiko für die Entwicklung einer bandscheibenbedingten Erkrankung der Lendenwirbelsäule besteht oder nicht. Die Daten belegen lediglich, dass bei einem niedrigen Kreuzbeinbasiswinkel degenerative Veränderungen eher im Segment L5/S1 auftreten und bei einem erhöhten Kreuzbeinbasiswinkel eher im Segment L4/L5.

Krämer et al. [93] zählten in einem Handbuchartikel zur Begutachtung von Verletzungen und Erkrankungen der Wirbelsäule die pathologische Lordose und Steilstellung der Lendenwirbelsäule nicht zu den konkurrierenden Erkrankungen, die im Rahmen der Begutachtung der Berufskrankheit 2108 beachtet werden müssen.

Resümee. Insgesamt liegen keine Studien vor, die bei Probanden mit Hyperlordose der LWS ein signifikant erhöhtes Risiko für die Entwicklung einer bandscheibenbedingten LWS-Erkrankung belegen. Die Studie von Kissling et al. [85], die ein erhöhtes Risiko in Bezug auf die Entwicklung einer Osteochondrose L5/S1 bei Männern mit steilgestelltem Steißbein und abgeflachter LWS-Lordose fanden, ist wenig überzeugend, weil sich dieses Ergebnis bei Frauen nicht nachweisen ließ.

Studien, die das Zusammenwirken zwischen beruflicher Wirbelsäulenbelastung, Hyperlordose oder Steilstellung der LWS und dem Risiko für bandscheibenbedingte Erkrankungen der LWS untersuchten, liegen nicht vor.

2.1.9 Juvenile Aufbaustörungen

Morbus Scheuermann. Hierunter versteht man im allgemeinen Sprachgebrauch eine vorwiegend bei männlichen Jugendlichen vorkommende Wirbelsäulenverkrümmung, die durch Wachstumsstörungen der Wirbelkörper und die Bildung von Keilwirbeln bedingt ist. Charakteristisch für die Erkrankung ist die Ausbildung einer verstärkten Kyphose, also eines Rundrückens, im Bereich der Brustwirbelsäule. Eine Abflachung der Lordose

im Lendenbereich tritt dagegen sehr viel seltener auf.

Als Kyphose bezeichnet man die normalerweise nur gering ausgeprägte, nach hinten gerichtete Krümmung der Brustwirbelsäule. Der Begriff kyphos stammt aus dem Griechischen und bedeutet „gekrümmt“, „gebückt“. Als Lordose, abgeleitet von dem griechischen Wort lordos=vorwärts gekrümmt, bezeichnet man die nach vorn gerichtete Krümmung der Hals- und Lendenwirbelsäule.

Wegen des bevorzugten Auftretens in der Adoleszenz, also der Zeit zwischen Pubertät und Erwachsensein, und der typischen Kyphose wird die Erkrankung auch als Adoleszentenkyphose bezeichnet. Der Bezeichnung als Morbus Scheuermann geht auf den dänischen Röntgenologen H.W. Scheuermann (1877–1960) zurück.

Die für den Morbus Scheuermann typischen Wirbelsäulenverkrümmungen werden durch Wachstumsstörungen der knorpeligen Grund- und Deckplatten der Wirbelkörper verursacht. Im Bereich der Wirbelkörpervorderkante bleibt das Wachstum gegenüber der Hinterkante zurück, sodass der Wirbelkörper eine Keilform entwickelt. Infolge der Keilwirbelbildung, die immer mehrere (mindestens 3) benachbarte Wirbelkörper gleichzeitig betrifft, entwickelt sich im Bereich der Brustwirbelsäule ein Rundrücken. Zusätzlich kommt es im Bereich der Grund- und Deckplatten zum Einbruch von Bandscheibengewebe in den Wirbelkörper. Die dadurch im Wirbelkörper entstehenden Regionen bezeichnet man als Schmorl-Knötchen. Die Zwischenwirbelräume werden infolge der Verlagerung des Bandscheibengewebes verschmälert.

Typische Befunde sind (■ **Abb. 17**):

- Unregelmäßig begrenzte Grund- und Deckplatten der Wirbelkörper
- Keilwirbel
- Einbrüche von Bandscheibengewebe in die Wirbelkörper, so genannte Schmorl-Knötchen
- Verschmälerung der Zwischenwirbelräume

Beim Morbus Scheuermann handelt es sich nach **heutiger** Auffassung um eine Form einer vertebrealen Osteochondrose. Ein Morbus Scheuermann kann diagnos-

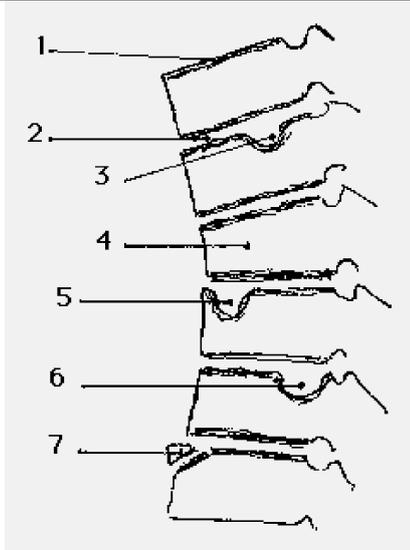


Abb. 17 ▲ Röntgenologische Zeichen des Morbus Scheuermann, 1 Deckplatte, 2 Zwischenwirbelraum, 3, 5 und 6 Schmorl-Knötchen, 4 Keilwirbelkörper, 7 Vorderkantenabbruch

tiziert werden, wenn mindestens 3 benachbarte Wirbelkörper betroffen sind, von denen jeder eine Keilform von mindestens 5° aufweist. Die Ursachen des Morbus Scheuermann sind unbekannt [40]. Weitere röntgenologische Zeichen des Morbus Scheuermann sind Schmorl-Knorpelknötchen sowie Randleistenabbrüche. Der überwiegende Teil der Patienten mit Morbus Scheuermann bleibt beschwerdefrei [19].

Literaturauswertung. Die Diskussion des Zusammenhangs zwischen Morbus Scheuermann und der Entwicklung einer bandscheibenbedingten Erkrankung der Lendenwirbelsäule stellt sich in der Literatur wie folgt dar:

Idelberger [74] berichtete im Rahmen einer Übersichtsarbeit über seine Beobachtung, dass 35 von 100 Patienten mit prolapsbedingtem lumbalem Wurzelsyndrom klinische und röntgenologische Zeichen des Morbus Scheuermann aufwiesen. Dies sei etwa 7- bis 8-mal so häufig wie in der Normalbevölkerung. Die Studie ist aus folgenden Gründen nicht verwertbar:

Die Arbeit enthält keine Angaben zum Alter und Geschlecht der 100 Fälle.

Die Diagnosekriterien für prolapsbedingtes lumbales Wurzelsyndrom und Morbus Scheuermann werden nicht mitgeteilt. Eine Kontrollgruppe mit Untersuchung der Scheuermann-Häufigkeit mit

den gleichen Verfahren und Diagnosekriterien wurde nicht untersucht.

Es findet sich kein Zitat in der Arbeit, mit welcher Studie über die Häufigkeit des Morbus Scheuermann in der allgemeinen Bevölkerung die eigenen Daten verglichen wurden.

Die Arbeit von Idelberger [74] unterstellt, dass die Prävalenz des Morbus Scheuermann in der allgemeinen Bevölkerung lediglich bei 4,4–5,0% liegt. Nach der Studie von Rübe u. Hemmer [138] fanden sich jedoch bei etwa 24% der Kontrollen röntgenologische Hinweise für Morbus Scheuermann, sodass die von Idelberger [74] beschriebene Prävalenz von Morbus Scheuermann von 35% nicht mehr stark von dieser Kontrollgruppe abweicht.

Insgesamt ist daher die Studie von Idelberger [74] wissenschaftlich nicht verwertbar.

Huwylar [72] wies darauf hin, dass er bei 2/3 seiner Patienten mit lumbalen Diskushernien auch eine Scheuermann-Erkrankung der Brustwirbelsäule vorgefunden habe. Bei der Veröffentlichung handelt es sich um ein Abstract ohne Angaben zur Zahl der untersuchten Fälle, zu den diagnostischen Kriterien für lumbale Diskushernien und thorakalem Morbus Scheuermann und ohne Untersuchung einer Kontrollgruppe, sodass der Publikation kein Beweiswert zukommt.

Söderberg u. André [153] legten eine Fall-Kontroll-Studie bei 106 Fällen, die wegen Ischialgie stationär behandelt worden waren, und 200 Kontrollprobanden, die vor einer Elektroschockbehandlung röntgenologisch untersucht wurden, vor. Dabei zeigte sich, dass der Risikofaktor ausgeprägter thorakaler und/oder lumbaler Morbus Scheuermann bei den Fällen deutlich häufiger festgestellt wurde als bei den Kontrollen (14 vs. 4%). An der Studie von Söderberg u. André [153] sind folgende Punkte zu kritisieren:

- Von den 106 Fällen mit Ischialgie wies nur ein kleiner Teil von 5–20% (je nach Altersgruppe) röntgenologische Hinweise für eine fortgeschrittene lumbale Bandscheibendegeneration (Bandscheibenverschmälerung mit Spondylose) auf, sodass die Studie eher Aussagen über den Zusammenhang zwischen Morbus Scheuermann

und ischialgieformen Beschwerden macht und weniger über den Zusammenhang zwischen Morbus Scheuermann und bandscheibenbedingter Erkrankung der Lendenwirbelsäule.

- Der Studie sind keine Angaben über die Altersvergleichbarkeit der Fall- und Kontrollgruppen zu entnehmen. Dies ist von besonderer Bedeutung, weil zwischen dem Alter und der Häufigkeit der lumbalen Bandscheibendegeneration ein deutlicher Zusammenhang besteht.
- Bei den Kontrollprobanden, die z. B. wegen Schizophrenie vor einer Elektroschockbehandlung röntgenologisch untersucht worden waren, handelt es sich um keine Zufallsstichprobe der Wohnbevölkerung, sodass die Eignung der Kontrollgruppe fraglich ist.

Insgesamt weist die Studie von Söderberg u. André [153] deutliche methodische Mängel auf.

Güntz [54] vertrat in einer Übersichtsarbeit die Auffassung, dass sich bei Patienten mit Morbus Scheuermann mit zunehmendem Alter erhebliche sekundäre Veränderungen in Form von Spondylose der BWS und Verbreiterung der Randleisten sowie Osteochondrosen mit Bandscheibendegeneration in Form von Rissbildungen, Zermürbungen und Lockerungen des Gefüges, insbesondere am Lenden-Kreuzbein-Übergang, am Übergang von der Brust- zur Lendenwirbelsäule und von der Brust- zur Halswirbelsäule nachweisen ließen. Ferner komme es durch die Fehlstellung der Wirbelsäule zu Muskelhärtungen und Myogelosen, insbesondere im Bereich der Lenden- und Nackenmuskulatur sowie der Hilfsmuskulatur des Schultergürtels. Schließlich habe er vermehrt eine Osteoarthritis interspinosa im Bereich der Dornfortsätze der Lendenwirbelsäule in Form des Morbus Baastrup beobachtet, die er auf die ausgleichende Lordose der Lendenwirbelsäule bei ausgeprägter Kyphose bei thorakalem Morbus Scheuermann zurückführe. Vom Charakter der Arbeit handelt es sich um eine Kasuistik mit Hypothesen generierendem Charakter, wobei der Arbeit nicht zu entnehmen ist, auf einer wie großen Fallzahl die Beobachtungen beruhen.

Rübe u. Hemmer [138] legten eine Fall-Kontroll-Studie bei 115 Patienten mit operiertem lumbalem Bandscheibenvorfall und 79 Kontrollprobanden mit Thorax- und Abdominalerkrankungen vor. In beiden Gruppen wurde die Häufigkeit von röntgenologischen Hinweisen für Morbus Scheuermann in einem Röntgenbild der BWS diagnostiziert, wenn mindestens 2 der folgenden Kriterien erfüllt waren:

- Keilwirbelbildung mit Kyphose
- Schmorl-Knorpelknötchen
- Unregelmäßigkeiten der Grund- und Deckplatten

Die Prävalenz des thorakalen Morbus Scheuermann lag bei den Bandscheibenpatienten um den Faktor 2,5 signifikant über der Kontrollgruppe (60,0 vs. 24,0%). An der Studie sind fehlende Angaben zur Altersvergleichbarkeit der Fall- und Kontrollgruppe zu kritisieren. Vor einer Beschränkung der Probanden auf 20- bis 70-Jährige lag das Durchschnittsalter bei den Fällen mit 42,4 Jahren deutlich unter dem der Kontrollen mit 55,3 Jahren. Nach der Beschränkung auf 20- bis 70-jährige Probanden wurde das Durchschnittsalter der Fälle und Kontrollen nicht mitgeteilt. Ferner ist zu kritisieren, dass die von Rübe u. Hemmer [138] verwendeten Kriterien nicht identisch sind mit denen von Kostuk [89] sowie Eysel u. Fürderer [40].

Brocher [17, 18] sowie Brocher u. Wilfert [20] vertraten in einer Übersichtsarbeit die Auffassung, dass der lumbale Morbus Scheuermann auffällig häufig mit frühzeitiger Degeneration im Segment L5/S1 einhergehe. Von der Art der Studie her handelt es sich um eine Kasuistik mit Hypothesen generierendem Charakter, ohne dass den Übersichtsarbeiten zu entnehmen ist, auf wie vielen Fällen diese Beobachtung beruht.

Reinhold u. Tillmann [130] führten Röntgenuntersuchungen der Brust- und Lendenwirbelsäule bei 254 männlichen Lehrlingen der Altersgruppe 15–20 Jahre, die schwere körperliche Arbeiten bei Tiefbohrungen eines Erdöl- und Erdgaskombinats der ehemaligen DDR erledigten, durch. Eine beruflich nicht belastete Kontrollgruppe wurde nicht untersucht. Bei den untersuchten Lehrlingen zeigten sich in 39% der Fälle röntgenologische Hin-

weise für Morbus Scheuermann, darunter 27% der Untersuchten mit geringen Veränderungen und 12% mit mittel- und schwergradigen Veränderungen. 74 der Untersuchten wiesen einen Morbus Scheuermann im Bereich der Brustwirbelsäule, 22 im Bereich der Brust- und Lendenwirbelsäule und 3 nur an der Lendenwirbelsäule auf. Ein Vergleich der Lehrlinge mit röntgenologischen Hinweisen für Morbus Scheuermann und ohne solche Veränderungen ist **■ Tabelle 9** zu entnehmen.

Eine stark verschmälerte lumbosakrale Bandscheibe fand sich bei den Lehrlingen mit Morbus Scheuermann deutlich häufiger als bei den Lehrlingen ohne Morbus Scheuermann (11 vs. 1%). Dasselbe gilt für röntgenologische Hinweise für Skoliose (23 vs. 8%).

Die Studie weist folgende methodische Mängel auf:

- Die Methoden- und Ergebnisdarstellung in der Studie von Reinhold u. Tillmann [130] ist äußerst knapp. So fehlen sämtliche Angaben zu den diagnostischen Kriterien für röntgenologische Hinweise für Morbus Scheuermann sowie die Graduierung in gering-, mittel- und schwergradigen Morbus Scheuermann.
- Der Studie ist nicht zu entnehmen, welche Diagnosekriterien für eine stark verschmälerte lumbosakrale Bandscheibe verwendet wurden.
- Schließlich fehlen in der Studie Angaben darüber, wann eine Skoliose angenommen wurde.
- In der Untersuchung wurde keine Lehrlingsgruppe ohne schwere körperliche Arbeit als Bohrwerker untersucht, sodass nicht auszuschließen ist, dass die erhöhte Prävalenz von Bandscheibenverschmälerungen bei den Lehrlingen mit Morbus Scheuermann durch das Zusammenwirken zwischen schwerer körperlicher Arbeit und Morbus Scheuermann entstanden ist.
- Generell ist die Beobachtung von stark verschmälerten lumbosakralen Bandscheiben bei Probanden der Altersgruppen von 15–20 Jahren äußerst ungewöhnlich, treten diese Veränderungen doch normalerweise bei Patienten jenseits des 40. oder 50. Lebensjahrs auf.

Insgesamt weist somit die Studie von Reinhold u. Tillmann [130] erhebliche methodische Mängel auf. Ob die beobachtete stark erhöhte Prävalenz von Bandscheibenverschmälerungen bei Lehrlingen der Altersgruppe von 15–20 Jahren tatsächlich auf die Scheuermann-Erkrankung oder auf andere Faktoren zurückzuführen ist, bedarf wegen des geringen Stichprobenumfangs der Studie mit lediglich 11 Lehrlingen mit Morbus Scheuermann und stark verschmälerten lumbosakralen Bandscheiben weiterer Studien mit klar definiertem Studienprotokoll. Dabei sollte es sich wegen der besseren epidemiologischen Aussagekraft um Fall-Kontroll-Studien oder prospektive Studien handeln.

Bradford u. Garcia [14] kamen aufgrund ihrer Fallerfahrung zu dem Ergebnis, dass der Morbus Scheuermann in seltenen Fällen zu einer Parese der Beine führe, deren Ursache eine Kompression der Spinalarterien im BWS-Bereich oder ein BWS-Prolaps bei Th7/8–Th10/11 sei.

Horal [68] fand in einer bevölkerungsbezogenen Fall-Kontroll-Studie keinen Zusammenhang zwischen Schmorl-Knorpelknötchen als Hinweis für Morbus Scheuermann und der Krankschreibung wegen Wirbelsäulenerkrankungen.

Stoddard u. Osborn [156] verglichen die Häufigkeit von Morbus Scheuermann bei 466 Patienten mit Wirbelsäulenbeschwerden (ohne HWS-Beschwerden) mit 853 Populationskontrollen. Die Häufigkeit von röntgenologischen Hinweisen für Morbus Scheuermann war bei den Patienten mit Wirbelsäulenbeschwerden deutlich häufiger als bei den Populationskontrollen (42,6 vs. 13,1%). Eine Signifikanztestung fand nicht statt. Nach eigener Testung ist der Unterschied signifikant. Patienten mit Wirbelsäulenbeschwerden und Morbus Scheuermann zeigten signifikant häufiger Hinweise für eine Spondylose der unteren LWS im Vergleich zu Patienten mit Wirbelsäulenbeschwerden ohne Morbus Scheuermann (54,1 vs. 18,0%, $p < 0,01$). Die Studie leidet darunter, dass keinerlei Angaben über die Vergleichbarkeit der Patienten mit Wirbelsäulenbeschwerden sowie der Populationskontrollen nach den Merkmalen Alter und Geschlecht mitgeteilt werden. Ferner fehlen Angaben darüber, ob es sich um Fälle mit thorakalem oder lumbalem Morbus Scheuermann handelt.

Tabelle 9

Röntgenologische Veränderungen bei Lehrlingen mit Morbus Scheuermann, nach Reinhold u. Tillmann [130]

Lehrlingsgruppe	Bandscheibenverschmälerung [%]	Skoliose [%]
Lehrlinge mit Morbus Scheuermann (n=99)	11	23
Lehrlinge ohne Morbus Scheuermann (n=155)	1	8

Kling u. Hensinger [86] kamen in einem Übersichtsartikel zu dem Ergebnis, dass die langfristige Prognose des Morbus Scheuermann bislang nicht systematisch untersucht worden sei.

Ogilvie u. Sherman [122] verglichen die Häufigkeit von lumbaler Spondylolyse bei 18 Patienten mit thorakalem Morbus Scheuermann und 18 Kontrollprobanden, bei denen eine geringfügige Skoliose mit einem Winkelgrad nach Cobb von unter 15° vorlag. Die Prävalenz lumbaler Spondylolyse war bei Patienten mit thorakalem Morbus Scheuermann signifikant höher als bei der Kontrollgruppe (50 vs. 6% $p < 0,002$). An der Studie ist der sehr geringe Stichprobenumfang zu kritisieren, der eine Generalisierung der Ergebnisse nicht zulässt. Ferner ist die Zusammensetzung der Kontrollgruppe kritisch zu sehen, weil sie in Bezug auf die Wirbelsäule nicht gesund ist. Schließlich enthält die Arbeit keine Angaben über die Zusammensetzung beider Gruppen in Bezug auf Alter und Geschlecht. Auch ist zu kritisieren, dass die Häufigkeit von degenerativen Wirbelsäulenveränderungen in beiden Gruppen nicht mitgeteilt wurde.

Paajanen et al. [125] präsentierten die Ergebnisse einer Studie bei 21 Patienten mit Wirbelsäulenbeschwerden und röntgenologischen Hinweisen für Morbus Scheuermann sowie einer Kontrollgruppe von 34 Probanden ohne Wirbelsäulenbeschwerden. Beide Gruppen waren im Mittel 20 Jahre alt. In beiden Gruppen wurde eine Magnetresonanztomographie (MRT) der Segmente Th10–S1 durchgeführt, bei den Patienten mit Morbus Scheuermann zusätzlich im selben Bereich Röntgenuntersuchungen in 2 Ebenen. Bei den Patienten mit Morbus Scheuermann fanden sich signifikant häufiger degenerativ veränderte Bandscheibensegmente im MRT als bei den Kontrollprobanden (55 vs. 10%, $p < 0,025$). Dabei wurde als Mar-

ker für Bandscheibendegeneration eine Abnahme des MR-Signals bei den T2-gewichteten Bildern um mehr als 50% gewertet (so genannte „dark discs“). An der Studie ist zu kritisieren, dass 4 der 21 Patienten mit Morbus Scheuermann (19%) Frauen waren, während die Kontrollgruppe ausschließlich aus Männern bestand. Ferner ist bedauerlich, dass die Studie keinerlei Auswertungen in Bezug auf die Häufigkeit von Bandscheibenverschmälerung sowie Bandscheibenvorfall oder -protrusion in beiden Gruppen enthält.

Stadelmann u. Waldis [155] kamen in einer Nachuntersuchung von 493 Patienten mit Morbus Scheuermann 20–30 Jahre nach der Erstdiagnose zu dem Ergebnis, dass sie eigentlich davon ausgegangen waren, wesentlich mehr frühdegenerative Probleme anzutreffen, jedoch lediglich bei 4 Patienten eine Operation wegen Bandscheibenvorfall erforderlich war.

Groeneveld [52] befasste sich in einem Handbuchartikel zu Kyphosen auch mit den Folgezuständen nach Morbus Scheuermann. Nach seiner Literaturübersicht „*scheinen Osteochondrosen und Bandscheibenvorfälle beim lumbalen Befall des Morbus Scheuermann gehäuft vorzukommen.*“ Dabei berief sich Groeneveld [52] auf die Arbeiten von Overgaard [124], Idelberger [74], Schlegel [140], Söderberg u. Andrén [153], Chigot et al. [23], Gutmann u. Wolf [55], Huwyler [73] und Gschwend [53]. Zu der von Groeneveld [52] zitierten Primärliteratur ist zu bemerken:

- Overgaard [124] legte eine Kasuistik von 12 Fällen mit Morbus Scheuermann und intraspongiosen Bandscheibenvorfällen im Bereich der Brust- und Lendenwirbelsäule vor. Diese Kasuistik ist für den von Groeneveld [52] behaupteten Zusammenhang zwischen lumbalem Morbus Scheuermann sowie Osteochondrose und

Bandscheibenvorfall wenig relevant, weil nach heutiger Auffassung der von Overgaard [124] beschriebene intraspongiose Bandscheibenvorfall als Schmorl-Knorpelknötchen zum üblichen Bild des Morbus Scheuermann gehört und nicht zu verwechseln ist mit dorsalen Bandscheibenvorfällen, die zu einer Einengung von Nervenstrukturen führen können.

- Mit den methodischen Problemen der Arbeit von Idelberger [74] haben wir uns bereits weiter oben auseinandergesetzt. Der Studie kommt kein Beweiswert im Sinne des von Groeneveld [52] behaupteten Zusammenhangs zu.
- Bei der Arbeit von Schlegel [140] handelt es sich um eine Kasuistik eines Patienten mit thorakalem Morbus Scheuermann und degenerativen Veränderungen im Bereich der gesamten Wirbelsäule, die auf einem einzigen Fall basiert und ohne jeden Beweiswert ist.
- Mit den methodischen Problemen der Studie von Söderberg u. Andrén [153] haben wir uns bereits weiter oben auseinandergesetzt.
- Groeneveld [52] zitierte in seinem oben genannten Übersichtsbeitrag die Studie von Chigot et al. [23], die bei Scheuermann-Patienten 2,46-mal häufiger Bandscheibenvorfälle nachgewiesen hätten als im Bevölkerungsdurchschnitt. Das von Groeneveld [52] hierfür gegebene Zitat [Chigot et al. (1958) *Maladie de Scheuermann. Semaine Hop Paris 12: 1083–1102*] ist nicht korrekt. Auf den zitierten Seiten der Zeitschrift *Semaine Hopiteaux Paris* findet sich ein Beitrag über die Bergarbeiterpneumokoniose. Eine Recherche bei der Zentralbibliothek für Medizin der Universität Köln ergab, dass Chigot et al. [23] einen Beitrag zum selben Thema in der Zeitschrift *Concours Medicales* veröffentlicht hatten. Dabei handelt es sich um einen kurzen Übersichtsartikel zu den klinischen und radiologischen Zeichen sowie zur Diagnostik, Pathologie und Behandlung des Morbus Scheuermann. Die von Groeneveld [52] behaupteten Angaben finden sich auch in dieser Veröffentlichung nicht.

- Bei der Veröffentlichung von Gutmann u. Wolf [55] handelt es sich um einen Übersichtsartikel zur volkswirtschaftlichen Bedeutung von Wirbelsäulenerkrankungen, der auf den von Groeneveld [52] behaupteten Zusammenhang zwischen lumbalem Morbus Scheuermann und bandscheibenbedingten Erkrankungen der Wirbelsäule nicht eingeht.
- Die methodischen Probleme der Studie von Rube u. Hemmer [138] wurden bereits oben diskutiert. Neben diesen methodischen Problemen kann die Studie von Rube u. Hemmer [138] nicht für den von Groeneveld [52] behaupteten Zusammenhang zwischen lumbalem Morbus Scheuermann und degenerativen Erkrankungen der LWS herangezogen werden, weil Rube u. Hemmer [138] den Zusammenhang zwischen thorakalem Morbus Scheuermann und lumbalem Bandscheibenfall betrachteten.
- Bei der Veröffentlichung von Huwyler [73] handelt es sich um ein Abstract einer Studie zur Skelettreife von Patienten mit Morbus Scheuermann ohne Aussagen zum Zusammenhang zwischen lumbalem Morbus Scheuermann und bandscheibenbedingten Erkrankungen der Lendenwirbelsäule.
- Gschwend [53] vertritt die Auffassung, dass es sich bei Chondrose und Osteochondrose um eine sehr häufige Folge der Scheuermann-Krankheit handelt. Bei der Publikation handelt es sich um ein kurzes Abstract, dem keine Angaben zur untersuchten Population und den verwendeten Methoden zu entnehmen sind, sodass der Veröffentlichung kein Beweiswert im Sinne der Hypothese von Groeneveld [52] zukommt.

Insgesamt hält die oben genannten Aussagen von Groeneveld [52] einer kritischen Prüfung nicht stand. Die in diesem Übersichtsartikel zitierten Arbeiten weisen ausnahmslos erhebliche methodische Probleme auf und beschäftigen sich durchweg nicht mit dem Zusammenhang zwischen lumbalem Morbus Scheuermann und degenerativen Erkrankungen der Lendenwirbelsäule. Ferner enthält die Literaturübersicht von Groeneveld [52] keine aktuellen

Literaturstellen. So fehlt eine Besprechung der neueren Arbeiten von Horal [68], Stoddard u. Osborn [156], Kling u. Hensinger [86], Ogilvie u. Sherman [122] und Paajanen et al. [125].

Kostuik [89] berichtete in einem Handbuchartikel, dass die Prognose des Morbus Scheuermann nur ungenau untersucht sei („the long term natural history is not well known“). Weiterhin äußerte der Autor, dass die Scheuermann-Erkrankung nur selten zu neurologischen Problemen führt. Allenfalls bei einer Kyphose durch Morbus Scheuermann mit einer Winkelbildung von 70° und mehr mit gleichzeitiger Ausbildung von neurologischen Einschränkungen wird eine Indikation zur operativen Behandlung gesehen.

■ **Abbildung 18** zeigt die Ergebnisse einer Nachuntersuchung von Murray et al. [115] bei 67 Patienten mit Morbus Scheuermann und 34 Kontrollprobanden. Patienten mit Morbus Scheuermann klagten deutlich häufiger als Kontrollprobanden über BWS-Beschwerden, jedoch seltener über ischialgieforme Beschwerden sowie Taubheitsgefühl in den Beinen. 6% der Patienten mit Morbus Scheuermann und 3% der Kontrollprobanden hatten sich einer Wirbelsäulenoperation unterziehen müssen. Der Studie ist nicht zu entnehmen, ob die Wirbelsäulenoperation bei den Patienten mit Morbus Scheuermann wegen einer Korrektur des Morbus Scheuermann oder z. B. wegen einer bandscheibenbedingten LWS-Erkrankung erfolgte. Ein hoher Prozentsatz der Patienten mit Morbus Scheuermann wies eine Skoliose sowie eine BWS- und LWS-Spondylose auf (72, 50 und 37%), während nur 11% der Patienten mit Morbus Scheuermann eine Degeneration der LWS-Bandscheiben zeigten. An der Studie ist zu kritisieren, dass von den Kontrollprobanden keine Röntgenbilder vorlagen.

Ascani u. La Rosa [2] kamen in einem Handbuchartikel zu dem Ergebnis, dass der klinische und funktionelle natürliche Verlauf des Morbus Scheuermann gutartig sei.

Debrunner [31] vertritt in einer Übersichtsarbeit die Auffassung, dass Langzeitstudien bestätigen, dass die Scheuermann-Krankheit eine durchaus gutartige Krankheit sei. Dabei bezog er sich auf die Studie von Stadelmann u. Waldis [155].

Harreby et al. [58] berichteten über eine prospektive Studie bei 640 14-jährigen Kindern, die 1967 schulärztlich untersucht und bei denen eine seitliche Röntgenaufnahme der BWS und LWS durchgeführt wurde. Die Kohorte wurde 25 Jahre später im Alter von 39 Jahren bezüglich des Auftretens von Wirbelsäulenbeschwerden während des Erwachsenenalters mit dem Fragebogen von Kuorinka et al. [96] befragt. Die Teilnahmequote bei der Nachbefragung lag bei 92%. Die Studie kam zu dem Ergebnis, dass von der Kohorte im Alter von 14 Jahren 13% radiologische Auffälligkeiten, im Wesentlichen Morbus Scheuermann, zeigten. Ein Zusammenhang zwischen diesen radiologischen Veränderungen in der Jugend und späteren Wirbelsäulenbeschwerden sowie ischialgieformen Beschwerden fand sich nicht.

Wischniewski u. Pfeiffer [167] kamen in einer Übersichtsarbeit zu dem Ergebnis, dass Morbus Scheuermann eine Prädisposition bei der Entstehung bandscheibenbedingter Erkrankungen der Wirbelsäule darstelle. Die Schlussfolgerung der Autoren ist in unseren Augen aus folgenden Gründen nicht akzeptabel:

- Wischniewski u. Pfeiffer [167] leiteten ihre Schlussfolgerung ausschließlich aus anderen Übersichtsartikeln ab. Die vorliegende Primärliteratur zu diesem Thema wurde dagegen nicht berücksichtigt.
- Die Aussage von Wischniewski u. Pfeiffer [167], Morbus Scheuermann sei als Prädisposition für die Entstehung bandscheibenbedingter Erkrankungen der Wirbelsäule anzusehen, basiert im Wesentlichen auf der Übersichtsarbeit von Brocher [172]. Die in dieser Arbeit zitierten aktuelleren Übersichtsarbeiten von Brocher [17, 18] sowie andere aktuellere Arbeiten mit fehlendem Zusammenhang zwischen Morbus Scheuermann und bandscheibenbedingten Erkrankungen der Lendenwirbelsäule wie Stadelmann u. Waldis [155], Murray et al. [115] sowie Harreby et al. [58] werden außer Acht gelassen.
- Wie bereits oben diskutiert ist an den Übersichtsarbeiten von Brocher [17, 18, 172] zu kritisieren, dass für die Aussage, Morbus Scheuermann gehe auf

Konsensempfehlungen

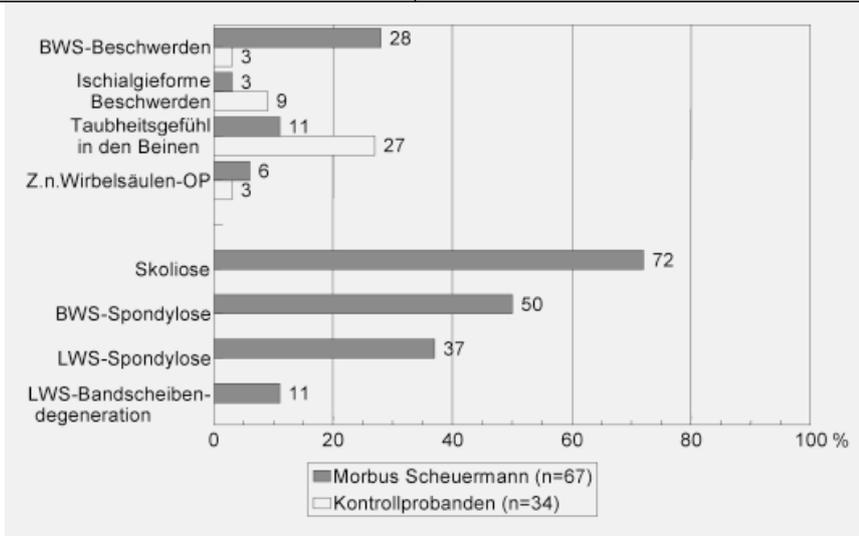


Abb. 18 ▲ Vergleich zwischen Patienten mit Morbus Scheuermann und Kontrollprobanden bezüglich Wirbelsäulenbeschwerden und degenerativen Wirbelsäulenveränderungen (nach Murray et al. [115])

fällig häufig mit frühzeitiger Degeneration im Segment L5/S1 einher, keine eigentliche epidemiologische Studie durchgeführt wurde. Diese Aussage steht auch im Widerspruch zu den epidemiologischen Studien von Horal [68], Murray et al. [115], Harreby et al. [58] und der Übersichtsarbeit von Ascani u. La Rosa [2].

Insgesamt vermag somit die Übersichtsarbeit von Wischnewski u. Pfeiffer [167] zu diesem Thema nicht zu überzeugen.

In einem neueren Handbuchartikel kamen Eysel u. Fürderer [40] zur Prognose des Morbus Scheuermann zu dem Ergebnis, dass bezüglich des Verlaufs dieser Erkrankung wenig sichere Aussagen gemacht werden können. Zu den Komplikationen der Erkrankung werden thorakale Bandscheibenprotrusionen erwähnt. Ferner könne es durch Veränderungen der Bandscheiben sekundär zu Kompressionen des Spinalkanals und somit des Rückenmarks kommen, was jedoch insgesamt selten sei.

Krämer et al. [93] kamen in einem Handbuchartikel zur Begutachtung von Verletzungen und Erkrankungen der Wirbelsäule zu dem Ergebnis, dass bei der Begutachtung des Morbus Scheuermann im Rahmen der gesetzlichen Unfallversicherung ein Großteil der Betroffenen kaum merkbare Veränderungen aufweist, die nur bei Schwerarbeiten mit häufigem Bücken und Heben sowie langjährigen Tätig-

keiten in erheblicher Vorbeugung Muskelschwächen hervorrufen. Bei der Diskussion der konkurrierenden Erkrankungen, die bei der Begutachtung der Berufskrankheit 2108 beachtet werden müssen, wird der Morbus Scheuermann nicht erwähnt.

Studien über das Zusammenwirken zwischen dem außerberuflichen Faktor Morbus Scheuermann und beruflichen Belastungen durch Heben oder Tragen schwerer Lasten oder Arbeiten in extremer Rumpfbeugehaltung liegen nicht vor.

Insgesamt kommen wir zu dem Ergebnis, dass Morbus Scheuermann in seltenen Fällen zu bandscheibenbedingten Erkrankungen der BWS in Form eines BWS-Prolapses führen kann. Dagegen zeigten die vorliegenden Studien, insbesondere die prospektiven Studien von Stadelmann u. Waldis [155], Murray et al. [115] sowie Harreby et al. [58], dass LWS-Beschwerden oder ischialgieforme Beschwerden bei Patienten mit durchgemachtem Morbus Scheuermann nicht häufiger sind als bei Kontrollprobanden und dass lumbale Bandscheibenvorfälle bei Patienten mit Morbus Scheuermann insgesamt selten auftreten. Die Studie von Paajanen et al. [125] legt die Annahme nahe, dass Patienten mit Morbus Scheuermann signifikant häufiger eine Bandscheibendegeneration in Form eines Wasserverlustes im Bereich der Bewegungssegmente Th10–S1 im Vergleich zu Kontrollen aufweisen. Dagegen liegen bislang keine methodisch einwand-

freien Studien vor, die ein erhöhtes Risiko von Patienten mit lumbalem oder thorakalem Morbus Scheuermann in Bezug auf die Entwicklung einer lumbalen Chondrose mit Bandscheibenverschmälern oder eines lumbalen Bandscheibenvorfalles belegen.

Es besteht jedoch weiterer Forschungsbedarf, ob Patienten mit thorakalem oder lumbalem Morbus Scheuermann ein erhöhtes Risiko für die Entwicklung einer bandscheibenbedingten Erkrankung der Lendenwirbelsäule aufweisen. Die Studien von Söderberg u. Andrén [153] sowie Rube u. Hemmer [138] geben Anhaltspunkte dafür, dass Patienten mit thorakalem Morbus Scheuermann ein erhöhtes Risiko in Bezug auf die Entwicklung einer stationär behandelten Ischialgie bzw. eines behandelten lumbalen Bandscheibenvorfalles aufweisen. Allerdings sind beide Studien, wie oben diskutiert, mit deutlichen methodischen Problemen bezüglich der Altersvergleichbarkeit und der verwendeten Diagnosekriterien behaftet, sodass dieser Studienansatz mit besserer Methodik wiederholt werden sollte.

Ferner fällt auf, dass bislang keinerlei wissenschaftliche Studien über den Zusammenhang zwischen lumbalem Morbus Scheuermann und bandscheibenbedingten Erkrankungen der Lendenwirbelsäule vorliegen, obwohl gerade dieser Zusammenhang aufgrund der anatomischen Nähe biomechanisch am ehesten nachvollziehbar ist, sodass dieser Zusammenhang ebenfalls in wissenschaftlichen Studien weiter untersucht werden sollte.

Resümee. Nur für den seltenen Fall einer lumbalen Lokalisation des Morbus Scheuermann mit Keilwirbelbildung und Abweichung von mindestens 10° ist es nach Expertenmeinung plausibel, dass bei Vorliegen der genannten Faktoren anlagebedingte biomechanische Überlastungen der unteren LWS an deren Bandscheiben wirksam werden, sodass eine individuelle Bewertung erforderlich ist.

2.1.10 Morbus Bechterew

Er wird auch als ankylosierende Spondylitis bezeichnet und ist eine chronische, entzündlich-rheumatische Erkrankung, welche v. a. die Wirbelsäule, aber auch die stammnahen Gelenke (Wurzelgelenke, ins-

besondere also Hüftgelenke), die Sehnen und Sehnenansätze, die Regenbogenhaut der Augen und, wenn auch seltener, innere Organe betreffen kann. Man zählt den Morbus Bechterew zu der Krankheitsgruppe der HLA-B27-assoziierten Spondylarthropathien oder seronegativen Spondylarthritiden.

Der Morbus Bechterew kommt in Mitteleuropa bei ca. 0,2–0,3% der Bevölkerung vor. Am häufigsten beginnt die Erkrankung zwischen dem 16. und 45. Lebensjahr, mit einem Maximum im 26. Lebensjahr. Männer sind etwa 3-mal häufiger betroffen als Frauen.

Beim Morbus Bechterew führt ein gestörtes Wechselspiel zwischen genetischen Anlagen und Umwelteinflüssen zu einer krankhaften Immunreaktion des Organismus mit der Folge einer chronischen Entzündung, v. a. der Wirbelsäule:

95% der Patienten mit Morbus Bechterew haben den Gewebemarker HLA-B27, ein HLA-Klasse-I-Molekül, welches nur bei etwa 7–8% der Gesunden vorkommt. Die HLA-Klasse-I-Moleküle sind Oberflächenmoleküle, welche auf fast allen Körperzellen vorhanden sind und eine wichtige Rolle bei der Infektionsabwehr und der Unterscheidung des Immunsystems zwischen „fremd und eigen“ spielen. Ähnlich wie die Blutgruppen bleiben sie bei jedem Menschen das ganze Leben gleich, sind aber von Individuum zu Individuum unterschiedlich. HLA-B27 kommt in manchen Familien gehäuft vor.

Resümee. Der Morbus Bechterew ist ein klar definiertes Krankheitsbild, das zwar in den Anfangsstadien diagnostische Schwierigkeiten bereiten kann, dann aber gegenüber bandscheibenbedingten Erkrankungen eindeutig abgrenzbar ist (klinische Situation, radiologische Befunde, Laborwerte). Faktisch kommen hier additiv klinisch bedeutsame Bandscheibenerkrankungen nicht vor. Studien über ein erhöhtes Risiko der Entwicklung vorausweisender degenerativer Veränderungen gibt es begrifflicherweise nicht, blieben auch klinisch irrelevant. Im Falle einer Begutachtung für eine BK 2108 kämen allenfalls differenzialdiagnostische Überlegungen Morbus Bechterew vs. Bandscheibenerkrankungen in Betracht.

2.1.11 Morbus Forestier

Er ist eine nach dem französischen Internisten Jacques Forestier benannte Wirbelsäulenerkrankung. Dabei kommt es zu knöchernen Anbauten an den Wirbelkörpern, die im Verlauf immer mehr zunehmen und mit der Zeit zu einer Überbrückung der Bandscheibenräume führen. Dies wird mit dem medizinischen Fachbegriff eine hyperostotische Spondylose oder auch Spondylosis hyperostotica genannt. An den Wirbelkörpern sieht man im Röntgenbild einen zuckergussartigen Überzug von Knochenmaterial. Durch die Überbrückung der Bandscheibenräume ist die Beweglichkeit der Wirbelsäule in diesem Segment aufgehoben. Da der Morbus Forestier große Abschnitte der Wirbelsäule befällt, geht er mit einer zunehmenden Versteifung der Wirbelsäule einher.

Der Morbus Forestier (Synonym: diffuse idiopathische Skeletthyperostose) ist eine häufiger vorkommende, aber selten diagnostizierte Skeletterkrankung bislang noch nicht endgültig geklärt Ursache, bei der es zu einer Verkalkung des vorderen Längsbands der Wirbelsäule kommt. Weitere Verkalkungen können an den Sehnenansätzen des Achsenskeletts und in der Peripherie auftreten. Diskutiert werden der Einfluss von Stoffwechselerkrankungen, v. a. des Glukosestoffwechsels (Zuckerkrankheit = Diabetes mellitus) und Störungen des Fettstoffwechsels. Neuerdings wurden auch vaskuläre Faktoren (Durchblutung) ins Spiel gebracht.

Die Erkrankung tritt im mittleren und höheren Lebensalter auf und betrifft beide Geschlechter etwa gleich häufig mit leichtem Überwiegen bei Männern. Ihr Vorkommen (Prävalenz) wird bei Erwachsenen im Alter über 40 Jahren auf 3,8% bei Männern und 2,6% bei Frauen geschätzt [108], in der 6. und 7. Lebensdekade auf 5–15% [21].

In einer großen italienischen Studie [144] waren periphere Sehnenansätze im Sinne einer disseminierten idiopathischen Skeletthyperostose (DISH) bei 14,1% der Patienten betroffen, vorwiegend im 6. und 7. Lebensjahrzehnt. Im Bereich der Wirbelsäule waren v. a. Th7–Th11 (Brustwirbelkörper 7–11) befallen (93%), in der Lendenwirbelsäule L1–L3 (1.–3. Lendenwirbelkörper; 81%) und in der Halswirbelsäule

die Segmente C5–C7 (5.–7. Halswirbelkörper). In der Peripherie waren die am häufigsten betroffenen Regionen das Becken (90%), die Ferse (76%), der Ellenbogen (46%) und das Knie (29%).

Resümee. Auch der Morbus Forestier gehört nicht zu den bandscheibenbedingten Erkrankungen. Das Vollbild wird durch Röntgenaufnahmen ausreichend diagnostizierbar sein. Schwierigkeiten der Abgrenzung gegenüber der einfachen Spondylosis deformans bei blanden, wenig stark ausgeprägten Formen sind dagegen vorhanden. Ebenso sind bei Befall der BWS im LWS-Abschnitt nebenher bandscheibenbedingte Erkrankungen möglich. Da der Morbus Forestier relativ spät auftritt, sind Situationen möglich, in welchen die technischen und zeitlichen Voraussetzungen für eine Berufskrankheit erfüllt sind. Andererseits existieren keine Studien darüber, die belegen, dass der Morbus Forestier ein erhöhtes Risiko für eine bandscheibenbedingte Erkrankung darstellt. Entscheidungen können nur für den Einzelfall getroffen werden.

2.1.12 Morbus Paget

Er wird auch als Osteitis deformans oder Osteodystrophia deformans bezeichnet (Osteitis von Osteo=Knochen und -itis=Entzündung; deformans=deformierend, Dystrophie=Fehlernährung). Er ist eine Erkrankung, die auf der einen Seite durch einen verstärkten Knochenabbau und auf der anderen Seite durch einen erhöhten Knochenumbau gekennzeichnet ist. Letzterer ist allerdings auf bestimmte Knochenregionen begrenzt. Dadurch kommt es zu einer krankhaften Knochenstruktur und einer erhöhten Anfälligkeit für Knochenbrüche. In der Folge entwickeln sich Deformierungen.

Die Erkrankung beginnt meist nach dem 40. Lebensjahr. Da oft keine typischen Beschwerden bestehen, wird sie häufig durch einen Zufall diagnostiziert.

Die genaue Krankheitsursache ist nicht bekannt. Man vermutet eine genetische Veranlagung. Diskutiert wird eine Virusinfektion mit Paramyxoviren. Dadurch oder durch einen anderen Auslöser kommt es zu gesteigerter Aktivität der Osteoklasten, das sind Zellen, die normalerweise bei der ständigen Erneuerung der

Knochensubstanz für den Knochenabbau zuständig sind. Bei dem normalen Knochenremodelling folgt der Phase der Osteoklastentätigkeit der Knochenaufbau durch die Osteoblasten. Dies sind Zellen, die den Knochen aufbauen. Beim Morbus Paget nun erfolgt dieser Wechsel zwischen Knochenabbau und nachfolgendem Knochenaufbau nicht koordiniert und gleichmäßig, sondern „chaotisch“ und regional unterschiedlich. Dadurch kommt es zu einem beschleunigten Knochenaufbau, bei dem dann aber nicht mehr die normale Knochenarchitektur entsteht, sondern Zonen mit vermehrtem Knochenkalksalzgehalt neben Zonen mit vermindertem Knochenkalksalzgehalt. Dies verändert natürlich die gesamte Statik des Knochens, auch seine Elastizität, sodass daraus eine erhöhte Brüchigkeit resultiert.

Die Erkrankung äußert sich in örtlichen Knochenschmerzen. Durch Fehlbelastungen treten auch Muskelverspannungen und Muskelkrämpfe auf. Im Verlauf entwickeln sich in der Folge der Knochenbrüche auch Fehlstellungen der betroffenen Skelettanteile.

Mit dem vermehrten Knochenstoffwechsel gehen eine erhöhte Durchblutung und eine Vermehrung von Blutgefäßen einher. Bei Knochen, die direkt unter der Haut liegen, z. B. beim Schienbein, kann man eine Überwärmung der entsprechenden Region wahrnehmen. Durch die überschießende Knochenbildung oder durch die Brüche können Nerven gedrückt werden, sodass sich auch neurologische Symptome entwickeln können. Zum Krankheitsbild gehören außerdem eine vermehrte Krampfaderbildung und eine verstärkte Belastung von Herz und Kreislauf.

Betroffen sind v. a. stark belastete Knochen wie das Becken, die Lendenwirbelsäule, das Schienbein und die Schädelknochen (v. a. im Bereich der Belastung durch die Kautätigkeit). Die Erkrankung ist oft asymptomatisch, d. h. die Röntgenveränderungen werden als Zufallsbefund z. B. bei einer Röntgenuntersuchung der Lunge entdeckt. Symptomatisch wird die Erkrankung durch Rückenschmerzen, Schmerzen im Bereich der unteren Extremität (in die Beine ausstrahlende/einstrahlende Schmerzen), Symptome wie bei einem „Golfer-Ellenbogen („mediale Epikondylitis“), Sehnenansatzschmerzen im Bereich der Kniescheibe

oder Fersenschmerzen oder auch Schluckbeschwerden. Neben den Schmerzen kommt es zu einer Steifigkeit im Rücken und in den Gliedmaßen sowie zu einer Versteifung der Wirbelsäule. Weitere Symptome resultieren aus einer Kompression und Einengung des Rückenmarks („spinale Stenose“) durch die zunehmenden knöchernen Anbauten bei Befall des hinteren Längsbandes und auch Schmerzen in der Folge von kleinen und kleinsten Wirbelkörperbrüchen und auch Verschiebungen (Subluxationen) von Wirbelkörpern.

Resümee. Bei Befall eines einzelnen Wirbels ist nebenher natürlich die Entwicklung einer bandscheibenbedingten Erkrankung möglich. Untersuchungen zur Beeinflussung der Haltbarkeit benachbarter Bandscheiben liegen nicht vor, erscheinen aber plausibel. Der Einzelfall muss also geprüft werden.

2.1.13 Asymmetrische Facettengelenke

Ein vermehrtes Auftreten von Bandscheibendegenerationen bei seitenasymmetrischer Form/Winkelstellung der Wirbelbogengelenke („facet tropism“) beschrieben erstmals Farfan u. Sullivan [42]. In einer nachfolgenden Postmortemstudie des Verfassers wurden in beinahe 50% der untersuchten Spezies mit Bandscheibenpathologie auch Seitendifferenzen der Wirbelbogengelenke gesehen [43]. In einer biomechanischen Untersuchung von Cyron u. Hutton [28] wurde eine Fehlrotation des betroffenen Segments zur Seite des steileren Gelenkwinkels als Auslöser eines pathologischen Torsionsstress auf die Bandscheibe hergeleitet. Weitere klinische Studien bearbeiteten die Fragestellung mit unterschiedlichen Herangehensweisen und Ergebnissen, Noren et al. [120] führten 1991 an 54 Patienten unter 50 Jahren mit lumbosakralen Beschwerden MRT-Untersuchungen der Bandscheiben und Computertomographieuntersuchungen der Wirbelbogenanatomie durch und fanden eine hohe Inzidenz zwischen Bandscheibendegeneration und Bogengelenkasymmetrien ($p=0,013-0,028$). Ishihara et al. [75] verglichen 29 Bandscheibenoperierte zwischen 12 und 20 Jahren mit 50 Bandscheibenoperierten aus der Altersgruppe zwischen 30 und 49 Jahren. Die Häufigkeit der Facetten-

gelenkasymmetrie war in der Gruppe der 12- bis 20-jährigen Postnukleotomiepatienten 5-mal höher als in der Gruppe der 30- bis 49-jährigen Bandscheibenoperierten, woraus der Schluss gezogen wurde, dass Facettengelenkasymmetrien ein frühzeitig wirksamer Faktor für die Entstehung von Bandscheibenvorfällen sind. Hagg u. Wallner [56] untersuchten 1990 bei 47 Personen unter 45 Jahren mit Lendenbandscheibenprotrusionen im Computertomogramm die Wirbelbogenverhältnisse an den betroffenen Segmenten und an den nicht betroffenen Nachbarsegmenten und fanden keine signifikante Häufung von Facettengelenkasymmetrie. Mit dem gleichen Ansatz publizierten Cassidy et al. [22] über 136 Patienten zwischen 19 und 79 Jahren, die wegen LWS- oder Ischialgiebeschwerden computertomographiert worden waren – auch hier mit den nicht vorfallbetroffenen Nachbarsegmenten als Kontrollgruppe. Sie fanden bei 30 Probanden für das Segment L5/S1 eine im Durchschnitt leichtergradige Seitenasymmetrie der Facettengelenke, die jedoch als klinisch nicht relevant eingeschätzt wurde. Vanharanta et al. [159] nahmen 1993 bei 108 Patienten mit Rückenschmerzen und/oder Ischialgien zwischen 17 und 70 Jahren Computertomographien und Diskographien mit Schmerzprovokation vor und fanden jeweils gleichwertige Ergebnisse bei asymmetrischen und bei symmetrischen Facettengelenkverhältnissen. Boden et al. [9] schließlich verglichen 1996 46 lendenbandscheibenoperierte Patienten mit 46 schmerzfreien freiwilligen Probanden mit negativem MRT-Befund. Am 4. und 5. Lendenwirbel betrug die Facettengelenkwinkeldifferenz in der Gruppe der bandscheibenoperierten Patienten im Durchschnitt $10,3^\circ$ in Höhe des betroffenen Segments, in der gesunden Vergleichsgruppe im allgemeinen Durchschnitt $5,4^\circ$ ($p=0,05$). Keine Differenzen fanden sich bei L5/S1.

Resümee. Die Literatur lässt deutliche Hinweise für den gehäuften Eintritt vorzeitiger Bandscheibenschäden im betroffenen Segment erkennen. Abschließend gesicherte Erkenntnisse liegen jedoch nicht vor, sodass die Kausalitätswahrscheinlichkeit als Einzelfallentscheidung zwischen relevanter Belastung im Sinne der BK-Verordnung und Art und Ausprägung

der Facettenasymmetrie abgewogen werden muss.

2.1.14 Persistierende Wirbelbogenspalten – Spina bifida occulta

Spina bifida heißt wörtlich übersetzt „gespaltenes Rückgrat“. Es handelt sich um eine Fehlbildung im Bereich der Wirbelsäule und des Rückenmarks. Da sich die Wirbelsäule und das Rückenmark aus dem Neuralrohr entwickeln, spricht man auch von einem Neuralrohrdefekt. Normalerweise verschmelzen die beiden Bogenanteile der Wirbel zu einem Ring, der das Wirbelloch nach hinten begrenzt. Im Wirbelloch selbst liegt das Rückenmark, umgeben von den Rückenmarkshäuten. Bei der Spina bifida bleibt der Bogenschluss eines oder mehrerer Wirbel aus. Durch den Spalt können sich die Rückenmarkanteile und Nerven sackförmig vorwölben (Myelomeningozele). Befindet sich nur Hirnhaut im Bruchsack, handelt es sich um eine Meningozele.

Die Spina bifida ist häufiger im Bereich der Lendenwirbelsäule und des Kreuzbeins als im Bereich der Brust- oder Halswirbelsäule anzutreffen.

Von den Neuralrohrdefekten im eigentlichen Sinne, die auch als Spina bifida aperta (aperta=offensichtlich vorhanden) bezeichnet werden, wird die Spina bifida occulta (occulta=verborgen) abgegrenzt, bei der lediglich ein zweigespaltenen Wirbelbogen ohne Beteiligung des Rückenmarks vorliegt. Eine Spina bifida occulta ist sehr häufig und wird meist zufällig bei Röntgenaufnahmen festgestellt.

Die Häufigkeit der einfacheren Erscheinungsformen soll im Kindes- und Jugendalter vor dem Abschluss des Skelettwachstums noch über 50% betragen [47, 142].

Boone et al. [13] fanden nach radiologischer Befundauswertung von 653 Rückenschmerzpatienten einer Notfallambulanz bei 29,2% der unter 40-Jährigen und bei 9,8% der über 40-Jährigen Bogenschlussanomalien. Patienten mit vorbestehenden Rückenschmerzen waren von der statistischen Auswertung ausgeschlossen. Trotz der allgemeinen Häufigkeit von Bogenschlussstörungen bevorzugt am unteren Ende der Lendenwirbelsäule hielten Avrahami et al. [3] 1994 die Spina bifida occulta nicht für eine bloße Normvariante. Bei 1200 computertomographisch untersuchten Rückenschmerz- oder Ischialgiepa-

tienten im Alter zwischen 18 und 72 Jahren zeigten die 207 Probanden mit Spina bifida occulta bei S₁ in allen Altersgruppen auch eine statistisch signifikant höhere Inzidenz von Bandscheibenvorfällen als die Gruppe ohne Bogenschlussstörung ($p < 0,0001$). Avrahami et al. [3] zogen daraus den Schluss, dass die bei Jugendlichen bekannt häufige Spina bifida occulta keinen Krankheitswert hat; beim Persistieren über das 18. Lebensjahr hinaus aber eine – mit dem Lebensalter noch zunehmende – Prädisposition für Bandscheibenvorfälle darstellt.

Andererseits ist in der Literatur bisher nicht beschrieben, ob mit einem persistierenden Wirbelbogenspalt auch eine anlagebedingte Minderung der Qualität des Bandscheibengewebes verbunden ist. Klinische Erfahrung lässt zudem eher davon ausgehen, dass Wirbelbogenspalten biomechanisch ohne wesentliche Bedeutung bleiben, solange die Interartikularportion und die Wirbelgelenke vorhanden sind.

Bei Laminektomien zur Wirbelsäulendekompression oder um einen Zugang zu einem Bandscheibenvorfall zu erreichen, wird beispielsweise der mittlere Anteil des Wirbelbogens ohne Konsequenzen für die Biomechanik entfernt.

Resümee. Eine persistierende Spaltbildung in Wirbelbögen der Lendenwirbelsäule kann nicht als prädisponierender, eine bandscheibenbedingte LWS-Erkrankung durch Belastungen im Sinne der BK-Definitionen ausschließender Faktor gewertet werden.

2.1.15 Hypersegmentierte Lendenwirbelsäule

Hierunter versteht man eine Variante der Wirbelsäule in Form der kompletten („symmetrischen“) oder inkompletten („asymmetrischen“) Trennung des 1. Kreuzbeinwirbels vom Os sacrum (d. h. Ausbildung eines 6. Lendenwirbels: „unterer Übergangs- oder Assimilationswirbel“); evtl. kombiniert mit Hyperplasie der Kostalfortsätze.

Bei hypersegmentierten Lendenwirbelsäulen ist die unterste Bandscheibe oft deutlich schmaler als die der darüber liegenden Segmente. Die bloße Minderhöhe der lumbosakralen Zwischenwirbelscheibe ohne begleitende osteochondrotische oder spondylotische Veränderungen gilt

generell nicht als krankhafter Befund, sondern als Ausdruck einer lumbosakralen Assimilationstendenz [47, 82, 118]. Über ein vermehrtes Auftreten von Lendenbandscheibenvorfällen bei 6 freien Lendenwirbeln wird in der überblickten Literatur nichts berichtet.

Resümee. Relevante Erkenntnisse zu hierdurch verursachten – vorzeitigen – Bandscheibengenerationen liegen nicht vor.

2.1.16 „Lifestyle“-Faktoren und Stoffwechselstörungen (Adipositas/Arteriosklerose/Nikotinabusus/Diabetes mellitus/“Metabolisches Syndrom“)

Die folgende Darstellung fasst auf der Grundlage der unter 2.0 dargestellten systematischen Literaturliteraturanalyse die epidemiologische Evidenz zum Zusammenhang von Bandscheibenerkrankungen mit lebensstilbezogenen Faktoren wie Rauchen, Adipositas, Arteriosklerose und Diabetes zusammen. Für eine ausführliche Darstellung der einzelnen Studienergebnisse wird auf Seidler et al. [149] verwiesen.

Epidemiologische Studien zu den angegebenen lifestylebezogenen Faktoren wurden dann in die folgende Literaturliteraturanalyse einbezogen, wenn sie sich mit mindestens einem der folgenden Endpunkte beschäftigen:

- mit einer mit bildgebenden Verfahren dokumentierten Bandscheibenschädigung im weiteren Sinne (Chondrose, Spondylose, Prolaps, Signalminde- rung),
- mit einem klinisch diagnostizierten Prolaps,
- mit vom Patienten selbst angegebenen Ischiasschmerzen.

Ausgeschlossen von der synoptischen Darstellung wurden Studien, die sich lediglich mit unspezifischen Rückenschmerzen („low back pain“) beschäftigen.

In **■ Tabelle 10** sind die Ergebnisse der in die Literaturliteraturanalyse einbezogenen Studien zusammengefasst: In der linken Spalte sind die Studien aufgeführt, die eine signifikante und deutliche Risikoerhöhung (mit einem relativen Risiko von 2 oder mehr) aufzeigten. In der mittleren Spalte sind Studien aufgeführt, die entweder

deutlich erhöhte, aber statistisch nicht signifikante relative Risiken oder geringere, statistisch signifikante relative Risiken fanden. Die rechte Spalte führt Studien auf, die keinen Hinweis auf einen Zusammenhang zwischen lifestylebezogenen Faktoren und Bandscheibenschäden lieferten.

Im Ergebnis der systematischen Literaturanalyse (s. **■ Tabelle 10**) konnte lediglich die Studie von Jones et al. [79] einen signifikanten und deutlichen Zusammenhang zwischen dem Rauchverhalten und der Diagnose einer Wirbelsäulenschädigung im Sinne einer *Spondylose* aufzeigen. Einschränkend ist darauf hinzuweisen, dass die Diagnose einer Spondylose keinen unmittelbaren Aufschluss über eine Bandscheibenschädigung zulässt; in der Studie von Jones et al. [79] findet sich überdies *kein* signifikanter Zusammenhang zwischen dem Rauchverhalten und der Diagnose einer Chondrose (Zwischenwirbelraumerniedrigung). Weiterhin wurde in dieser Studie nicht auf körperliche Belastungen eingegangen, die sowohl mit dem Rauchverhalten als auch mit dem Auftreten spondylotyischer Veränderungen assoziiert sein könnten. Weitere 3 Studien fanden unter Einschluss bildgebender Verfahren einen signifikanten Zusammenhang zwischen dem Rauchen und der Diagnose von Bandscheibenschädigungen; 5 Studien zeigten keinen derartigen Zusammenhang. Weiterhin fanden 2 von 5 Studien einen signifikanten und deutlichen Zusammenhang zwischen dem Rauchverhalten und der Angabe von Ischiasschmerzen (ohne zusätzliche bildgebende Diagnostik). Insgesamt sind die analysierten Studien im Ergebnis uneinheitlich und erlauben keine belastbare Aussage zum Zusammenhang zwischen Rauchen und Bandscheibenerkrankungen.

Ein signifikanter und deutlicher Zusammenhang zwischen dem Gewicht und der Diagnose einer strukturellen Wirbelsäulenveränderung wurde von 2 epidemiologischen Studien beschrieben: Heliövaara [61] fand bei Männern – nicht bei Frauen – bei einem Body-Mass-Index (BMI) von 28–30 (vs. <22) ein relatives Risiko für eine stationär behandelte Prolapserkrankung von 3,7. Jones et al. [79] zufolge steigt das Risiko der Diagnose einer Spondylose pro BMI-Einheit um 9%. Weitere 5 Studien fanden

einen schwächeren, jedoch statistisch signifikanten Zusammenhang zwischen dem Gewicht und der Diagnose einer mit bildgebenden Verfahren gesicherten Bandscheibenerkrankung; 4 Studien konnten keinen derartigen Zusammenhang aufzeigen. Eine Studie [126] fand ausschließlich in Höhe L₁ einen signifikanten Zusammenhang zwischen einer beschwerdefreien Bandscheibenschädigung (im Magnetresonanztomogramm) und dem BMI. Werden die epidemiologischen Studien zu den Determinanten von Ischiasschmerzen analysiert, so fanden 2 Studien einen signifikanten Zusammenhang von Ischiasschmerzen mit dem Gewicht, 4 Studien konnten keinen Zusammenhang feststellen. Im Ergebnis der Literaturanalyse kann der Zusammenhang zwischen dem Gewicht und einer Bandscheibenerkrankung gegenwärtig noch nicht als gesichert angesehen werden.

Die Ergebnisse der vorliegenden Zusammenstellung der epidemiologischen Literatur stehen im Einklang mit früheren Übersichtsarbeiten: In einer älteren Bewertung der Risikofaktoren von unspezifischen Rückenschmerzen und Ischiasschmerzen konnte Heliövaara [63] keine hinreichende Evidenz für einen kausalen Zusammenhang zwischen Übergewicht oder Rauchverhalten und dem Auftreten von unspezifischen Rückenschmerzen oder Ischiasschmerzen sehen. Leboeuf-Yde [99] fand inkonsistente Studienergebnisse hinsichtlich einer Assoziation zwischen dem Rauchverhalten und dem Auftreten unspezifischer Rückenschmerzen. Ein kausaler Zusammenhang zwischen Rauchen und Ischiasschmerzen bzw. Bandscheibenvorfällen erscheint auf der Grundlage der epidemiologischen Evidenz unwahrscheinlich. Eine neuere Übersichtsarbeit von Goldberg et al. [51] fand einen positiven Zusammenhang zwischen Rauchen und unspezifischen Rückenschmerzen bei Männern in 18 von 26 analysierten Studien, bei Frauen in 18 von 20 Studien. Mit Ischiasschmerzen bzw. Bandscheibenvorfällen ist das Rauchverhalten bei Männern in 4 von 8 Studien, bei Frauen in 1 von 5 Studien assoziiert. Goldberg et al. [51] zufolge lässt die geringe Zahl der bisher durchgeführten Studien zu Ischiasschmerzen oder Bandscheibenvorfällen keine definitiven Schlussfolgerungen zu. In ihrem Übersichtsbeitrag wiesen Nach-

emson u. Vingard [116] darauf hin, dass auf der Grundlage experimenteller Studien eine gewisse Evidenz für den Zusammenhang zwischen Rauchen und strukturellen Bandscheibenveränderungen vorliege. Epidemiologische Studien ergäben eine gewisse Evidenz für einen schwachen Zusammenhang zwischen starkem Rauchen und *unspezifischen Rückenschmerzen*. Eine klare Evidenz für einen Zusammenhang zwischen Ischiasschmerzen und dem Rauchverhalten konnten Nachemson u. Vingard [116] *nicht* feststellen.

Aufgrund der sehr geringen Zahl diesbezüglicher Studien ist auch ein möglicher Zusammenhang zwischen einer Arteriosklerose und daraus resultierenden Bandscheibenschäden gegenwärtig noch nicht als wissenschaftlich gesichert einzustufen.

Die Auffassung der „degenerativen Polyarthrose“ als spezifischer Verlaufsform der Arteriosklerose am Stütz- und Bewegungsapparat [46] kann auf der Grundlage des gegenwärtigen wissenschaftlichen Erkenntnisstands nicht als evidenzbasiert gelten. Frank [46] zufolge ist „allgemein wenig bekannt, dass sich arteriosklerotische Gefäßschäden ausgeprägt und besonders frühzeitig im Knochensystem manifestieren“. Als Beleg wird eine Literaturangabe aus dem Jahre 1962 zitiert. Tatsächlich lässt sich der geringe Bekanntheitsgrad dieser Auffassung auch als weiterer Hinweis auf die fehlende wissenschaftliche Evidenz werten. Die Kritik an der Auffassung von Bandscheibenschäden als spezifischer Verlaufsform der Arteriosklerose stützt sich überdies nicht allein auf epidemiologische Studien; auch pathophysiologische Argumente sprechen gegen diese Auffassung:

- Die Auffassung von Bandscheibenschäden als spezifischer Verlaufsform der Arteriosklerose kann nicht die vorwiegende Lokalisation bandscheibenbedingter Erkrankungen im Bereich der *unteren Lendenwirbelsäule* erklären. Lediglich *eine* Studie [80] konnte einen signifikanten Zusammenhang zwischen dem Vorliegen verengter Ostien der Versorgungsarterien und dem Ausmaß der Bandscheibenschäden aufzeigen. Allerdings ist dieser Zusammenhang stärker im Bereich der *oberen Lendenwirbelsäule* ausgeprägt.

Tabelle 10

Zusammenfassende Darstellung der Anzahl der epidemiologischen Studien in den einzelnen Risikokategorien

++	+	∅
Signifikant und deutlich (RR≥2) erhöht	Signifikant, RR<2/RR nicht angegeben	Kein Zusammenhang
Rauchen		
^a Manninen et al. [107] (keine Dosis-Wirkungs-Beziehung)	Battié et al. [6]	Heliövaara et al. [60]
Jones et al. [79] (Spondylose)	Riihimäki et al. [135] (signifikant nur bei Maschinenführern)	^a Heliövaara et al. [62]
^a Miranda et al. [111] (Rauchen über >15 Jahre)	• Livshits et al. [102] (keine Trennung für WS-Abschnitte) • Kelsey et al. [84] (RR=1,7 pro 10 Zigaretten)	• Jones et al. [79] (Chondrose) • ^a Miranda et al. [110] • Luoma et al. [105] • O'Neill et al. [121] (Spondylose) • ^a Riihimäki et al. [133] • Yoshimura et al. [170] • Seidler et al. [150]
Gewicht		
Jones et al. [79] (Spondyloserisiko pro BMI-Einheit um 9% erhöht)	^a Miranda et al. [110]	^a Heliövaara et al. [62]
Heliövaara [61] (bei Männern, wnicht bei Frauen)	• O'Neill et al. [121] (Spondylose; thorakal bei Frauen RR>2) • Yoshimura et al. [170] (bei britischen, nicht bei japanischen Probanden) • Böstman [10] • ^a Han et al. [57] • Hrubec u. Nashold [69] • (Parkkola u. Kormanio [126] ausschließlich in Höhe L1) • Seidler et al. [150] (symptomatische Chondrose)	• Kelsey et al. [84] • Livshits et al. [102] (keine Trennung für WS-Abschnitte) • ^a Manninen et al. [107] • ^a Miranda et al. [111] • Luoma et al. [105] • ^a Riihimäki et al. [131] • Raue et al. [129] • Seidler et al. [150] (Prolaps)
Arteriosklerose		
	Kauppila et al. [80]	
	Kauppila et al. [81]	
	Kurunlahti et al. [97] (unspezifische Rückenschmerzen; kein Zusammenhang zwischen dem Ausmaß der Verkalkungen und dem Ausmaß der Bandscheiben-“Degeneration“)	
Diabetes		
	Urbaszek [158] (Spondylose)	^a Heliövaara et al. [62] (signifikant negativer Zusammenhang mit unspezifischen Rückenschmerzen)

vgl. Fundstellen in alphabetischem Verzeichnis, soweit nicht im nachfolgenden Text mit Hinweis auf laufende Nr. [...] besonders angesprochen

^a Studien zu den Risikofaktoren von Ischiasschmerzen (ohne Einbezug bildgebender Befunde)

— Bradytrophes Gewebe ist im Allgemeinen deutlich weniger von Arteriosklerose betroffen als innere Organe oder das Gehirn. Frank [46] stellte in der Zusammenfassung seines Beitrags zwar den Versuch in Aussicht, zu erläutern, „wie mikroangiopathische Schäden neben den bekannten internistischen Krankheitsbildern auch zu chronischen Störungen des Stoffwechsels der Gelenke mit Degeneration der lasttragenden Strukturen“ führen können. Allerdings blieb Frank [46] die

Erklärung schuldig, welche internistischen Schäden und in welchem Ausmaß zu erwarten sind, bevor es auch zu Knorpelschäden im Bereich der Wirbelsäule kommen kann.

Selbst wenn den Risikofaktoren des Metabolischen Syndroms eine Bedeutung für die Entstehung von Bandscheibenerkrankungen zukommen sollte, würde dadurch noch nicht automatisch die Bedeutung körperlicher Belastungen relativiert. Vielmehr wäre – sollte in zukünftigen Stu-

dien der Einfluss lebensstilbezogener Faktoren auf die Entstehung von Bandscheibenschäden nachgewiesen werden – in einem nächsten Schritt die Frage nach dem Zusammenwirken beruflicher und lebensstilbezogener Faktoren zu stellen: Bei einem etwaigen „additiven“ Interaktionsmechanismus wäre die Höhe des lebensstilbedingten Erkrankungsrisikos gegenüber der Höhe des berufsbedingten Erkrankungsrisikos abzuwägen. Bei einem etwaigen „multiplikativen“ Interaktionsmechanismus wären die lebensstilbezo-

Konsensempfehlungen

Übersicht 9

Faktor	Ausprägung	Konkurrierende Ursache zu BK 2108/2110	Anmerkungen
Spondylolisthesis mit Spondylolyse bei Bandscheibenschaden (BSS) im betroffenen Segment	Typ Meyerding I	nein	Erkenntnisse über prädispositionelle Wirkung für vorzeitige Bandscheibenschädigung liegen nicht vor
	Typ Meyerding \geq II	ja	Als prädispositionierender Faktor in der Literatur beschrieben, BSS in der Regel nicht als wahrscheinliche Belastungsfolge begründbar, erfahrungsgemäß ist bei annähernd 80% der Spondylolisthesen vom Typ \geq Meyerding II mit BSS zu rechnen
Spondylolisthesis mit Spondylolyse bei BSS im unmittelbar benachbarten Segment	Typ Meyerding \geq I	In der Regel nein	BSS im unmittelbar benachbarten Segment nicht regelhaft als Folge der Spondylolisthesis anzusehen. Ausreichende Belastung spricht eher für Wirksamwerden exogener Faktoren, soweit nicht im Einzelfall erheblich ausgeprägte statische Veränderungen durch Spondylolisthesis hervorgerufen wurden Achtung: Grundsätzlich ist Spondylolisthesis differenzialdiagnostisch gegenüber Pseudospondylolisthesis/degenerativem Wirbelgleiten zu sichern
<ul style="list-style-type: none"> • Segmentversteifung durch Spondylitis • angeborene Blockwirbelbildung • Spondylodese 	Ohne Blockwirbelbildung	nein	Gesicherte wissenschaftliche Erkenntnisse liegen nicht vor. Expertenmeinung hält im Konsens für plausibel, dass bei Vorliegen der genannten Faktoren die anlagebedingten biomechanischen Überlastungen der unteren LWS an deren Bandscheiben wirksam werden. Individuelle Bewertung erforderlich
	Mit Blockwirbelbildung	ja	
		ja	
Asymmetrische lumbosakrale Übergangswirbel bei BSS im ersten „freien“ Segment		In der Regel ja	
Symmetrische lumbosakrale Übergangswirbel		nein	
Lendenwirbelkörperfrakturen	Achsengerecht verheilt ohne Bandscheibenbeteiligung	nein	
	In Fehlstellung verheilt	ja	
Strukturelle Lumbalskoliosen mit BSS in L4/5 oder L5/S1	10 bis $<25^\circ$ nach Cobb	nein	Skoliosen in dieser Ausprägung sind nach den vorliegenden wissenschaftlichen Erkenntnissen <i>nicht</i> als Prädisposition im Sinne grundsätzlich wesentlicher Ursache eines BSS anzusehen. Individuelle Kausalitätsbeurteilung erforderlich unter Beachtung <ol style="list-style-type: none"> 1. Ausmaß der Bandscheibenschädigung/bandscheibenbedingten Erkrankung 2. Krümmungsgrad der Skoliose 3. Ausmaß der beruflichen Belastung
Sonderfälle: tiefe Lumbalskoliosen mit Scheitelpunkt in der unteren LWS	10 bis $<25^\circ$ nach Cobb $\geq 25^\circ$ nach Cobb	Eher ja ja	Gesicherte wissenschaftliche Erkenntnisse liegen nicht vor. Expertenmeinung hält im Konsens für plausibel, dass bei Vorliegen der genannten Faktoren anlagebedingte biomechanische Überlastungen der unteren LWS an deren Bandscheiben wirksam werden. Individuelle Bewertung erforderlich Skoliosen dieser Ausprägung dürften im Einzelfall (25–30°) noch die Ausübung einer im Sinne BK 2108/2110 ausreichend belastenden Tätigkeit zulassen. Dies ist bei Skoliosen $>30^\circ$ nicht mehr zu erwarten Die vorliegenden Erkenntnisse begründen die Annahme, dass derart ausgeprägte Skoliosen regelhaft die wesentliche Ursache von bandscheibenbedingten Erkrankungen darstellen. Eine Berufskrankheit lässt sich hier nicht hinreichend wahrscheinlich machen

Übersicht 9 (Fortsetzung)			
Faktor	Ausprägung	Konkurrierende Ursache zu BK 2108/2110	Anmerkungen
Beckenschiefstand mit statischer Skoliose/skoliotischer Fehlhaltung (z. B. Beinverkürzung um ≥ 3 cm)	Nach Eintritt fixierter Skoliose	ja	Gesicherte wissenschaftliche Erkenntnisse liegen nicht vor. Expertenmeinung hält im Konsens für plausibel, dass bei Vorliegen der genannten Faktoren anlagebedingte biomechanische Überlastungen der unteren LWS an deren Bandscheiben wirksam werden. Individuelle Bewertung erforderlich
Hyperlordotische Fehlhaltungen		In der Regel nein	Gesicherte wissenschaftliche Erkenntnisse liegen nicht vor. Expertenmeinung hält im Konsens für plausibel, dass bei Vorliegen der genannten Faktoren anlagebedingte biomechanische Überlastungen der unteren LWS an deren Bandscheiben wirksam werden. Typischerweise sind hier aber Spondylarthrosen zu erwarten, die nicht unmittelbar für eine bandscheibenbedingte Erkrankung sprechen. Individuelle Bewertung erforderlich
Pathologische Lendenlordosen		In der Regel nein	
Juvenile Aufbaustörung einschließlich Morbus Scheuermann		In der Regel nein	Die vorhandenen Hinweise in der wissenschaftlichen Literatur lassen nicht die Annahme zu, dass ein thorakaler Morbus Scheuermann gesichert zu lumbalen Bandscheibenschäden führen würde Er kann somit nicht als Prädisposition und wesentliches Argument gegen eine BK 2108/2110 herangezogen werden. Allenfalls bei mehrsegmental fixierter Kyphose könnte eine hyperlordotische Ausgleichs-/Fehlhaltung resultieren. Vgl. hierzu obige Überlegungen
Morbus Bechterew		nein	Morbus Bechterew ist weder eine bandscheibenbedingte Erkrankung noch führt er erwartungsgemäß zu einer solchen. Bei gemeldetem Verdacht auf eine bandscheibenbedingte Wirbelsäulenerkrankung sollte differenzialdiagnostisch ein Morbus Bechterew mit abgeklärt werden
Morbus Forestier		nein	Wie zum Morbus Bechterew
Morbus Paget		nein	Wie zum Morbus Bechterew
Asymmetrische Facetengelenke		In der Regel nein Einzelfallentscheidung	Die Literatur lässt deutliche Hinweise für den gehäuften Eintritt vorzeitiger Bandscheibenschäden im betroffenen Segment erkennen. Abschließend gesicherte Erkenntnisse liegen nicht vor
Persistierende Wirbelbogenspalten (Spina bifida occulta)		nein	Hinweise auf – vorzeitigen – Eintritt bandscheibenbedingter Erkrankungen bei persistierenden Wirbelbogenspalten liegen nicht vor
Hypersegmentierte Lendenwirbelsäulen (6 freie Segmente)		nein	Relevante Erkenntnisse zu hierdurch verursachten – vorzeitigen – Bandscheibendegenerationen liegen nicht vor
Adipositas		nein	
Arteriosklerose		nein	Gesicherte Hinweise, dass Auswirkungen auf Herz-/Kreislaufsystem bzw. Stoffwechseleränderungen zu Versorgungsstörungen der Bandscheiben und damit vorzeitiger Degeneration führen, liegen nicht vor
Nikotinabusus		nein	
Diabetes mellitus		nein	

genen Faktoren (vergleichbar mit der Beurteilung des Zusammenhangs zwischen Asbest, Rauchen und dem Bronchialkarzinom) für die Beurteilung der Zusammenhangsfrage zu vernachlässigen.

Resümee. Zusammenfassend können lebensstilbezogene Faktoren wie Rauchen, Gewicht, Arteriosklerose oder Diabetes beim gegenwärtigen Stand der Wissenschaft nicht als gesicherte Risikofaktoren für bandscheibenbedingte Erkrankungen der Lendenwirbelsäule gelten. Eine hinreichend große Zahl epidemiologischer Studien findet sich lediglich für die potenziellen Risikofaktoren Rauchen und Übergewicht. Die Mehrzahl der diesbezüglichen Studien findet keinen signifikanten Zusammenhang zwischen dem Rauchen und strukturellen Bandscheibenschäden. Zum möglichen kausalen Zusammenhang zwischen Übergewicht und strukturellen Bandscheibenschäden liefern die bisherigen epidemiologischen Studien – bei großen Unterschieden hinsichtlich der untersuchten Schädigungsbilder – uneinheitliche Ergebnisse. Fehlende epidemiologische Evidenz ist jedoch weder durch pathophysiologische Plausibilitätsüberlegungen noch durch gutachterliche Beobachtungen bezüglich der „Häufung von Risikofaktoren“ zu ersetzen. Vielmehr verspricht die weitere epidemiologische Erforschung klar definierter Krankheitsbilder – beispielsweise im Rahmen der gegenwärtig durchgeführten multizentrischen „Deutschen Wirbelsäulenstudie“ [12] – weiteren Aufschluss auch zur potenziellen ätiologischen Bedeutung von „lebensstilbezogenen“ Faktoren für Bandscheibenerkrankungen.

2.2 Tabellarische Übersicht und Bewertung – anlagebedingte/erworbene Faktoren als Konkurrenzursache vs. ausreichende Belastung i. S. BK 2108 und 2110

Hier finden sich die zusammengefassten Ergebnisse der Bewertung der Experten-Gruppe zu den Literaturrecherchen und vorhandenen Studienergebnissen.

Im Rahmen der Diskussion der verfügbaren Arbeiten wurde z. T. eine über die Rechercheergebnisse hinausgehende Differenzierung vorgenommen, wenn klinische und gutachterliche Erfahrung dies unter Berücksichtigung der anzulegen-

den versicherungsrechtlichen Beweismaßstäbe als gerechtfertigt bzw. geboten ansehen ließ (■ Übersicht 9)

Korrespondierender Autor

Dr. A. Kranig

Hauptverband der gewerblichen Berufsgenossenschaften, Sankt Augustin
E-Mail: Andreas.Kranig@HVBG.de

Interessenkonflikt: Der korrespondierende Autor versichert, dass keine Verbindungen mit einer Firma, deren Produkt in dem Artikel genannt ist, oder einer Firma, die ein Konkurrenzprodukt vertreibt, bestehen.

Das komplette Literaturverzeichnis ...

... finden Sie in der elektronischen Version dieses Beitrags unter TraumaundBerufskrankheit.springer.de