

Redaktion

Prof. Dr. A. Rüter, Augsburg
Prof. Dr. H. Reilmann, Braunschweig
Prof. Dr. D. Nast-Kolb, Essen

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

Verletzungen der Brust- und Lendenwirbelsäule

Traumatische Schädigungen der Wirbelsäule beinhalten eine Vielzahl von typischen und häufigen, aber auch seltenen und bisweilen einzigartigen Verletzungsmustern unter wechselnder Beteiligung der ventralen und dorsalen Anteile des knöchernen Wirbelkörpers, der Bandscheiben und der zahlreichen ligamentären Strukturen. Als Besonderheit umschließt und schützt die Wirbelsäule Rückenmark und Nervenwurzeln, ein Mitbetroffensein der neurogenen Strukturen im Verletzungsgeschehen bestimmt ganz wesentlich das Ausheilungsergebnis, insbesondere im Hinblick auf die spätere Lebensqualität. Die Wirbelsäule wurde als letzter Skelettabschnitt systematisch für die operative Therapie erschlossen, entsprechend befinden sich sowohl die Abgrenzung konservativer und operativer Indikationen, als auch die Anwendung verschiedener operativer Verfahren in einer laufenden Diskussion.

Epidemiologie

Exakte epidemiologische Daten zur Verletzungshäufigkeit der Wirbelsäule sind vorwiegend aufgrund mangelnder Erfassung milder schwerer und konservativ behandelter Fälle nicht greifbar. Eine Schätzung der jährlichen Inzidenz schwerwiegender Wirbelsäulenverletzungen lässt sich über die bekannten Fallzahlen unfallbedingter Rückenmarkschädigungen durchführen, da diese wiederum in einer festen und aus großen Studien bekannten Relation zu den relevanten Wirbelsäulenverletzungen stehen. Traumatische Querschnittläsionen werden in Deutschland mit einem jährlichen Vorkommen von 20 Fällen pro 1 Million Einwohner gesehen. Bei den 1.600 betroffenen Patienten handelt es sich in 600 Fällen um Halsmarkschädigungen. Aus diesen Zahlen lässt sich hochrechnen, dass in Deutschland pro Jahr mit 10.000 schwerwiegenden Wirbelsäulenverletzungen zu rechnen ist, die sich auf 2.000 Fälle an der HWS und 8.000 Fälle an der BWS und LWS verteilen.

Somit betreffen 70–80% der relevanten Verletzungen die Brust- und Lendenwirbelsäule, davon mehr als die Hälfte den thorakolumbalen Übergang. Der 1. Lendenwirbelkörper und damit das Segment T₁₂/L₁ ist mit Abstand am häufigsten betroffen. Bezogen auf operationspflichtige Verletzungen finden sich bei 20% der Fälle komplette oder inkomplette neurologische Läsionen [8].

LWK 1 am häufigsten betroffen

© Springer-Verlag 2003

Erstpublikation in Der Chirurg (2001 72: 865–879)

Prof. Dr. V. Bühren

BG-Unfallklinik Murnau, Professor-Küntschers-Straße 8, 82418 Murnau, E-Mail: buehren@bgu-murnau.de

▶ **Hauptursache: Unfälle im Verkehr**

▶ **Brustwirbelsäule T1–10**

▶ **Thorakolumbaler Übergang T11–L2**

▶ **Untere Lendenwirbelsäule L3–S1**

▶ **Wesentliche Komplikation: Plegie**

▶ **Wesentliche OP-Indikation: Instabilität**

Männer dominieren mit einem 2/3 Anteil und einem deutlichen Altersgipfel zwischen 20 und 40 Jahren. Zugrunde liegen im europäischen Kulturkreis in der Hälfte Unfälle im Verkehr, gefolgt von Stürzen aus der Höhe, Sportverletzungen und seltenen Ursachen, wie Schuss- und Stichverletzungen. Unzureichend bekannt ist die sozialmedizinisch bedeutsame Inzidenz geriatrischer Verletzungen nach Banaltraumen und osteoporotischen Spontanfrakturen.

Aus traumatologischer Sicht bietet sich für die Brust- und Lendenwirbelsäule eine Dreiteilung in den thorakalen Abschnitt (T_{1–10}), den thorakolumbalen Übergang (T_{11–L2}) und den unteren lumbalen Abschnitt (L_{3–S1}) an.

- ▶ T_{1–10}: Der kyphotische Abschnitt der Brustwirbelsäule ist durch den Rippenkäfig ventral und gegen Rotation stabilisiert. Resultierend stehen Kompressionsfrakturen vorzugsweise an den Scheitelwirbeln T₆/T₇ im Vordergrund. Die Entstehung von Rotations-Luxations-Frakturen bedarf einer hohen Rasanz. Der Spinalkanal besitzt nur einen geringen Reserveraum, sodass schon Einengungen von 20% zu Komplettlähmungen führen.
- ▶ T_{11–L2}: Hier erfolgt der Übergang von der Kyphose in die Lordose und von der relativ fixierten BWS zur frei stehenden LWS. Beides bedingt die hohe Anfälligkeit dieses Wirbelsäulenabschnitts für Verletzungen. Der Reserveraum im Spinalkanal lässt Einengungen bis 40% ohne zwangsläufig bleibende Komplettlähmungen zu.
- ▶ L_{3–S1}: Dieser Abschnitt ist durch die Lordose gekennzeichnet und ist im Vergleich zum thorakolumbalen Übergang um den Faktor 5 seltener verletzt. Der Spinalkanal enthält nur noch Nervenwurzeln, die aufgrund der Ausweichmöglichkeit durch Lageveränderung und des großen Reserveraums auch Einengungen bis 90% mit einer akzeptablen neurologischen Erholung vertragen.

Behandlungsziele

Die Hierarchie für die Notwendigkeit und Dringlichkeit eines aktiven chirurgischen Vorgehens lässt sich mit 3 Schlagworten angeben:

- ▶ Neurologie
- ▶ Instabilität
- ▶ Fehlstellung

Neurologische Ausfälle nach Wirbelsäulenverletzungen treten als komplette oder inkomplette ▶ **Plegie** des Rückenmarks oder als Schädigungen der Nervenwurzeln auf. Pathomechanisch kommt es über Quetschung, Scherung oder Dehnung zu pathoanatomischen Korrelaten wie Kontusion, Einblutung, Zerrung oder Kompletterreißung. Neurologische Teilläsionen lassen auf intakt verbliebene Strukturen schließen und haben bezüglich einer potenziellen Erholung eine bessere Prognose. Klinisch komplett erscheinenden Lähmungen kann sowohl eine Totalerreißen des Rückenmarks ohne Erholungschance, aber auch eine ausgeprägte Kontusion mit Verbesserungsmöglichkeit zugrunde liegen. Generell ist die Prognose einer Rückbildung im kranialen Brustwirbelsäulenabschnitt deutlich ungünstiger zu stellen als am thorakolumbalen Übergang, bis hin zu einer an der unteren Lendenwirbelsäule günstigen Tendenz, zumindest die Gehfähigkeit wieder zu erlangen.

Dringliche Behandlungsziele bei Vorhandensein neurologischer Ausfälle sind die Dekompression des Spinalkanals und die stabile Retention der reponierten Stellung, wodurch dem Rückenmark bestmögliche Erholungschancen und im Weiteren die Lagerungsmaßnahmen der Intensivtherapie ermöglicht werden. Zur Sicherstellung einer optimalen Rehabilitation sollte eine kurzstreckige Spondylodese mit ggf. stabiler ventraler Rekonstruktion durchgeführt werden.

Hoch instabile Verletzungen der Wirbelsäule gefährden die neurogenen Strukturen und heilen insuffizient behandelt häufig mit komplexen Fehlstellungen und persistierenden chronischen ▶ **Instabilitäten** und in der Folge mit schwerwiegenden Beschwerdebildern aus. Zur Vermeidung neurogener Komplikationen und zur raschen Mobilisierung wird heute daher ganz überwiegend die Indikation zur raschen operativen Intervention mit den Zielen einer Reposition und belastungsstabilen Rekonstruktion gesehen.

Reposition von Fehlstellungen nach einer Woche erschwert

Fehlstellungen ohne begleitende neurologische Störungen oder relevante Instabilitäten bedürfen nicht der akuten Therapie. Allerdings ist die Reponierbarkeit einer Wirbelkörperstauchung nach 4 Tagen merkbar und nach mehr als einer Woche schon deutlich erschwert. Die Angaben zur tolerierbaren Fehlstellung variieren nach Frakturlokalisation, Allgemeinzustand und Alter des Patienten und der chirurgischen Schule. Die Grauzone zur empfohlenen Intervention beginnt bei 20° Kyphose und mehr als 1/3 Kompression der Wirbelkörperhöhe. Über 30° und bei Minderung um mehr als halbe Wirbelkörperhöhe sollte die operative Indikation ernsthaft erwogen werden.

Die Behandlungsziele lassen sich somit als Vermeidung oder Besserung neurogener Ausfälle, als Sicherung einer für Funktion und Reparation stabilen Fixierung und als Induktion einer dauerhaften Rekonstruktion der anatomiegerechten Stellung definieren. Die konsequente gedankliche Abarbeitung der Trias Neurologie, Instabilität und Fehlstellung gibt die entscheidenden Hinweise zum Verletzungsmanagement, naturgemäß unter der Voraussetzung einer konsequenten Diagnostik und Klassifikation des Verletzungsausmaßes.

Diagnostik

Das diagnostische Vorgehen bei Verdacht auf eine Wirbelsäulenverletzung beginnt mit der Analyse des Unfallhergangs und der Suche nach Hinweisen auf eine komplizierende Mitverletzung. Es endet mit der Einordnung bezüglich Stabilität und Fehlstellung. Als unverzichtbar haben sich dabei folgende Schritte in dieser Reihenfolge erwiesen:

- ▶ Unfallanamnese
- ▶ Spezielle und allgemeine körperliche Untersuchung
- ▶ Konventionelle radiologische Übersichtsdiagnostik
- ▶ Ergänzende Schnittbildarstellung im CT und ggf. NMR

Bei schockierten und polytraumatisierten Patienten muss dieses Schema bezüglich der ergänzenden radiologischen Untersuchung ggf. modifiziert werden.

Die ▶ **Unfallanamnese** gibt Hinweise auf die Rasananz des Traumas (Kollisionsgeschwindigkeit, Fallhöhe) und protokolliert Beschwerdeangaben des wachen Patienten am Unfallort einschließlich offenkundiger neurologischer Ausfälle. Kompressionsbrüche treten bei bestehender Osteoporose schon nach Stürzen aus geringer Höhe (z. B. vom Stuhl) oder nach Banaltraumen auf. Hier ist die Beschwerdeangabe führend.

▶ Unfallanamnese

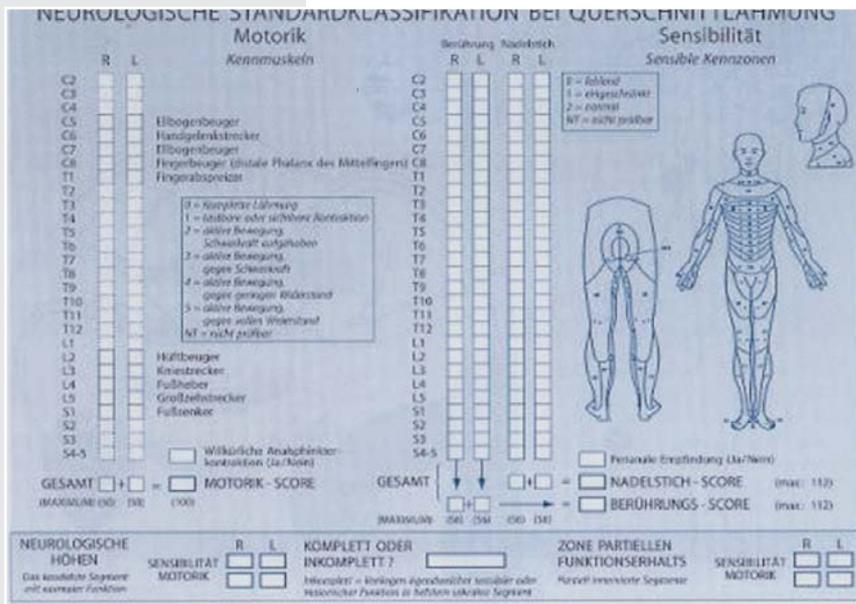


Abb. 1 ◀ **Standardisierter Erfassungsbogen bei Lähmungserscheinungen nach Wirbelsäulenverletzung (aus [1])**

► **Inspektion und Palpation der Wirbelsäule**

► **Sonographie**
► **neurologische Untersuchung**

► **Radiologische Abklärung**

► **CT**

► **NMR**

Die spezielle Untersuchung umfasst die Wirbelsäule selbst sowie die im direkten Zusammenhang stehenden komplizierenden Verletzungen, wie Rückenmarksläsionen, Verletzungen der Abdominalorgane, der Thoraxorgane und der großen Gefäße. Die ► **Inspektion und Palpation der Wirbelsäule** kann Kontusionen und Hämatome sowie Sprünge und Fehlstellungen der Dornfortsatzreihe aufdecken. Bei Rupturen der dorsalen Bandhaft ist bisweilen eine Delle im betroffenen Segment tastbar. Für die orientierende Diagnostik zu den genannten Organläsionen ist die ► **Sonographie** unverzichtbar.

Zwingend ist eine orientierende ► **neurologische Untersuchung** mit Abprüfen von Motorik und Sensibilität. Bei bestehenden Ausfällen sollte z. B. auf dem Erfassungsbogen der ASIA-IMSOP-Klassifikation standardisiert dokumentiert werden (Abb. 1). Nach Möglichkeit sollte zur Rechtssicherheit bei bestehenden Ausfällen und vor operativen Interventionen ein fachneurologischer Zweitbefund eingeholt werden.

Folgende Konstellationen sollten immer mit einer radiologisch orientierenden Darstellung abgeklärt werden:

- Schmerzangabe des Patienten
- Neurologische Symptome
- Schweres Thoraxtrauma (Sternumfraktur)
- Bewusstloser Patient (SHT/Alkoholintoxikation)
- Polytrauma

Die generelle Indikation zur umfassenden ► **radiologischen Abklärung** der Wirbelsäule bei bewusstlosen und polytraumatisierten Patienten über die HWS-Darstellung hinaus wird kontrovers diskutiert. Sie ist für stumpfe Rasanztraumen und bei Fall aus größerer Höhe aber immer gegeben. Verletzungen mit Zweitfrakturen in anderer Etage werden mit einer Häufigkeit von 10% gesehen. Auch bei zur Neurologie oder Klinik passendem Frakturachweis sollte insbesondere beim Paraplegiker oder Schwerverletzten (Analgésie!) die gesamte Wirbelsäule dargestellt werden. Eine Ausnahme bildet lediglich der wache Patient mit unkomplizierter und klar abgrenzbarer Monoverletzung.

Für die Befundung der Standardröntgenbilder empfiehlt sich die Anwendung einer „inneren Zoom-Technik“: d. h. zunächst Betrachtung großformatig der Gesamtstrukturen und ihrer Beziehungen zueinander, dann schrittweise Analyse einzelner Wirbelkörper und Segmente und zuletzt Detailsuche. Hierzu analog hat sich die Beschreibung stufenweise von Stellungs-, knöchernen- und Gelenk-Weichteil-Abweichungen bewährt.

Stellungsabweichungen betreffen die Überprüfung der vorderen und hinteren Wirbelkörperlinie sowie kyphotische oder lordotische Knickbildungen im Seitbild, Verschiebungen der Dornfortsätze und der Wirbelbogenreihe sowie vergrößerte Abstände der Dornfortsätze im a.p.-Bild. Anomalitäten des knöchernen Wirbelkörpers umfassen neben der offensichtlichen Fraktur die Verbreiterung des interpedikulären Abstands (Abb. 6a) oder Verwerfungen der vorderen oder hinteren Cortikalis. Gelenk- und Weichteilabweichungen sind mannigfaltig, so verschmälerte Bandscheibenräume, leere Gelenkfacetten, verbreiteter Weichteilschatten im Mediastinum etc.

Das ► **CT** stellt bei durchgehender Verfügbarkeit in den Kliniken heute das Standardverfahren zur näheren Abklärung des Verletzungsausmaßes und insbesondere der Operationsindikation dar. Ebenfalls kommt das CT zum Einsatz bei mangelhafter konventioneller Darstellung z. B. an der oberen BWS oder am lumbosakralen Übergang, bei fraglichen Instabilitätsbefunden und bei neurologischen Ausfällen. Zunehmend dient das Mess-CT vor operativen Interventionen der Implantatplanung und als Basis der strahlungsfreien rechnergestützten Navigation.

Das ► **NMR** hat seine Stärken in der langstreckigen mehrsegmentalen Abbildung sowie in der Darstellung von Weichteilstrukturen und Hämatomen. Bei neurologischen Ausfällen ohne radiologisches Korrelat kann es über Lokalisation und Ausmaß der intraduralen Läsionen Auskunft geben. Weiterhin werden Schädigungen der Bandscheiben und Ligamente direkt abgebildet.

Klassifikation

Eine praktikable Klassifikation soll möglichst übersichtlich und damit für den klinischen Alltag einfach zu handhaben sein. Darüber hinaus soll sie durch Abstufung

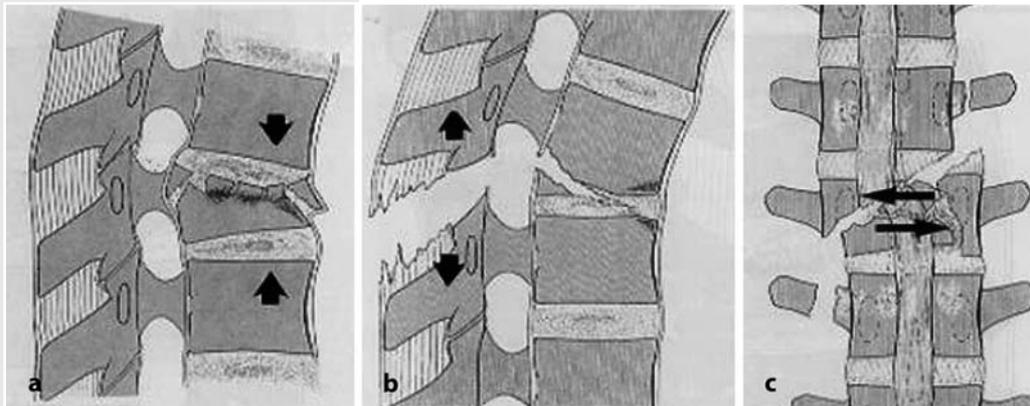


Abb. 2 ◀ AO-Klassifikation für Verletzungen der Brust- und Lendenwirbelsäule [9].
Typ A: Kompressionsverletzung der vorderen Säule.
Typ B: 2-Säulenverletzung, hier Flexions-Distraktions-Verletzung. (Kompression der vorderen Säule, Zerreißung der hinteren Säule).
Typ C: 2-Säulenverletzung mit Rotation

Hinweise zum therapeutischen Vorgehen liefern. Eine derartige einfache Einteilung bieten die Begriffe der

- ▶ komplizierten Wirbelsäulenverletzung,
- ▶ instabilen Wirbelsäulenverletzung,
- ▶ stabilen Wirbelsäulenverletzung.

▶ **Komplizierte WS-Fraktur**

▶ **Differenzierung der Verletzungsformen**

▶ **Komplizierte Frakturen** und Luxationen sind durch Mitverletzung essenzieller Leitungsbahnen und Organe gekennzeichnet. Für die Wirbelsäulenverletzung sind in erster Linie neurogene Strukturen, aber auch die Bauchorgane, die Lunge und die großen Gefäße betroffen. Keine der heute gängigen Wirbelsäulenklassifikationen beinhaltet diese wesentlichen Mitverletzungen, sodass sie zwangsläufig z. B. im Falle der neurogenen Läsion als Prognose bestimmende Nebendiagnose geführt werden müssen.

Die ▶ **Differenzierung** zwischen stabilen und instabilen Verletzungsformen ist die wesentliche Aufgabe jeder Klassifikation, wobei die Definition der Stabilität einer Wirbelsäule komplex und umstritten ist. Aufbauend am von White und Pangabi eingeführten Begriff der „klinischen Instabilität“ [11] schlagen Blauth et al. folgende Einteilung vor [1]:

- ▶ Stabil ist eine Verletzung, wenn keine weitere Veränderung der Stellung der Wirbelsäule in Ruhe oder bei Belastung zu erwarten ist.
- ▶ Geringgradig instabil sind Verletzungen, die bei funktioneller Behandlung ohne schwerwiegende Fehlstellung und zusätzliche neurologische Störungen ausheilen.
- ▶ Hochgradig instabil bedeutet, dass bei funktioneller Behandlung schwere Fehlstellungen und neurologische Komplikationen erwartet werden müssen.

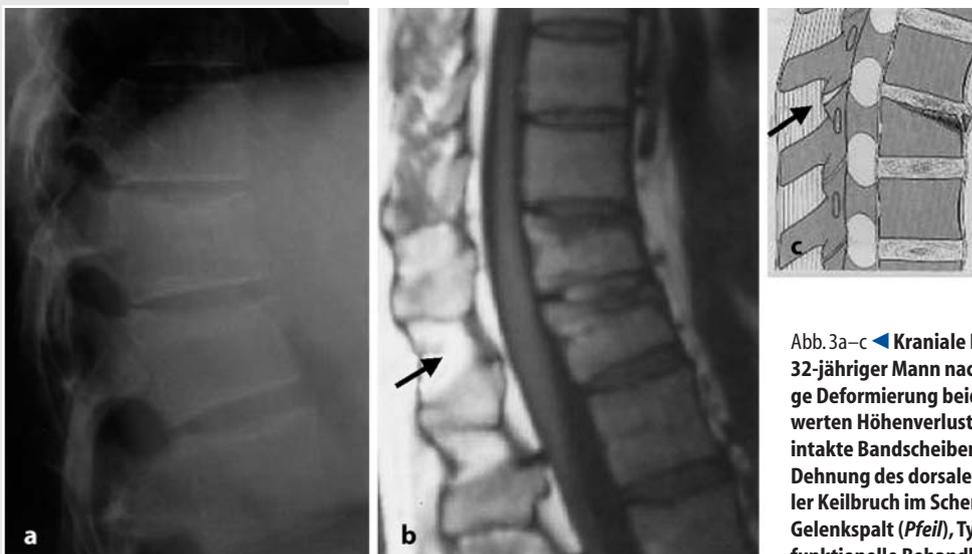


Abb. 3a–c ◀ Kraniale Keilbrüche des 11. und 12. BWK, 32-jähriger Mann nach Leitersturz. a Leichte keilförmige Deformierung beider Wirbelkörper ohne nennenswerten Höhenverlust. b In der Kernspintomographie intakte Bandscheiben, Kompression der Deckplatte, Dehnung des dorsalen Ligamentkomplexes. c Kranialer Keilbruch im Schema, leichtes Klaffen im dorsalen Gelenkspalt (Pfeil), Typ A1.2. Therapie: Konservativ als funktionelle Behandlung im 3-Punkt-Mieder

- ▶ **Zweisäulenkonzept nach Whitesides**
- ▶ **Klassifikation nach Magerl et al.**

Typ A-Verletzungen betreffen die vordere Säule

Basierend auf dem ▶ **Zweisäulenkonzept Whitesides** [12] haben Magerl et al. eine ▶ **Klassifikation** angegeben, die auf der Vorstellung einer vorwiegend auf Druck beanspruchten ventralen und einer vorwiegend unter Zugkräften stehenden hinteren Säule beruht [10]. Die Einteilung erfolgt adaptiert an das ABC-System der AO in 3 Gruppen, wobei A Verletzungen der ventralen, B zusätzliche Läsionen der dorsalen Strukturen und C die komplexen Komplettläsionen umfasst (Abb. 2). Für die Praxis aufwendig aber unvermeidlich sind Subgruppierungen auf die 1. und in Spezialfällen auch auf die 2. Stelle. So erfolgt die heutige Grenzziehung von der konservativen zur operativen Therapie mitten durch die Subgruppen A2 und A3.

- ▶ **A1-Verletzungen** sind stabile Brüche des Wirbelkörpers mit Impression einer oder beider Deckplatten oder als Keilbruch ohne sonstige Deformation. Die Behandlung ist ganz überwiegend konservativ, nur gelegentlich unter dem Ge-

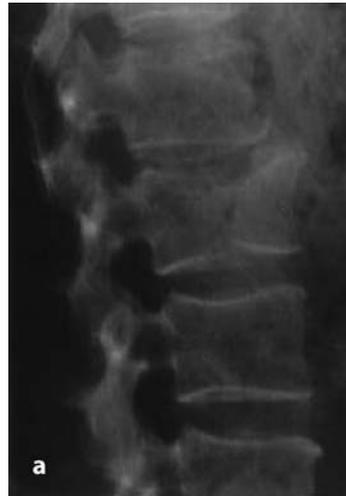
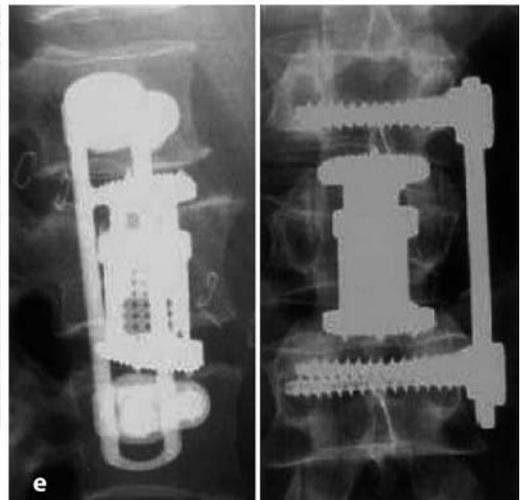
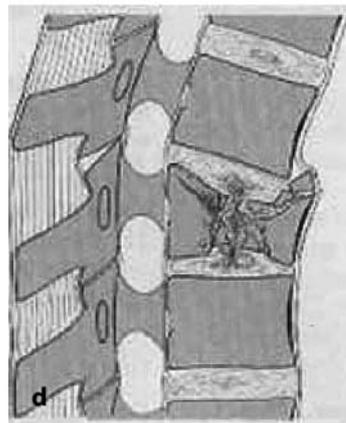
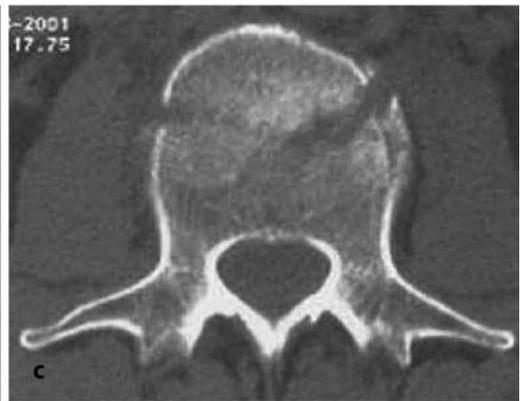


Abb. 4a–e ◀ **48-jähriger Mann beim Bergsteigen abgestürzt. a Frontaler Spaltbruch des 2. Lendenwirbelkörpers. b und c Die CT-Diagnostik mit Rekonstruktion zeigt eine Trümmerzone im Frakturspalt mit Einsprengung der kranialen und kaudalen Bandscheibe, keine Hinterkantenbeteiligung. d Klassifikation als sog. „Kneifzangenfraktur“, Typ A2.3. e Ventrale Versorgung über minimal-invasive Lumbotomie unter endoskopischer Kontrolle, bisegmentale Fusion L₁ auf L₃ mit winkelstabiler Platte, Interposition mit distrahierbarem Titankorb, Anlagerung der Wirbelkörperspongiosa**



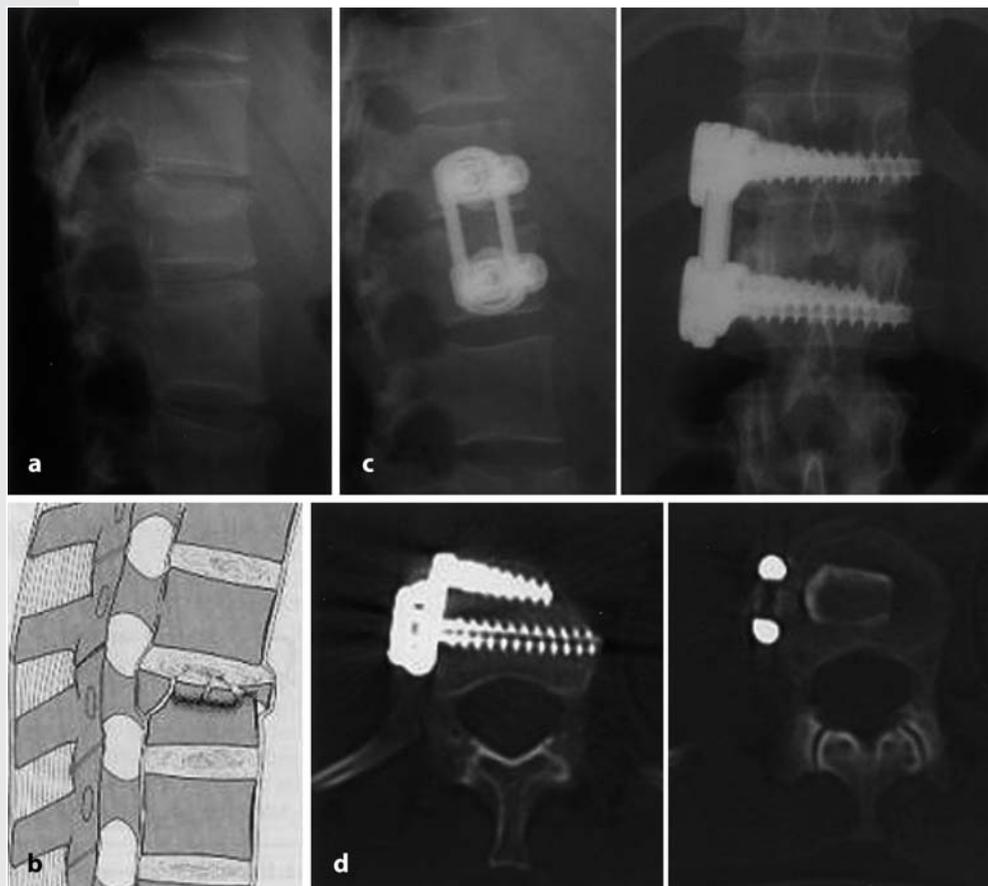


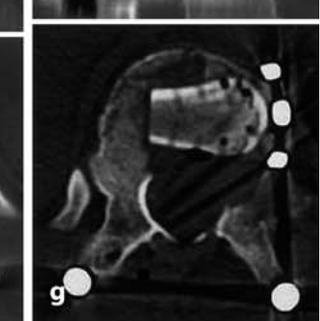
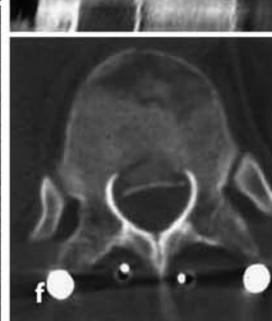
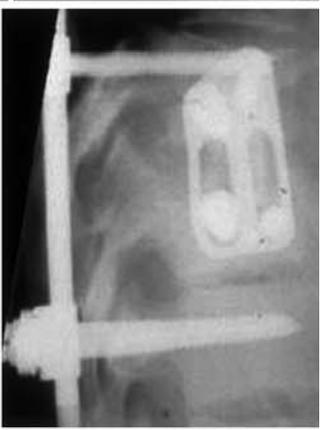
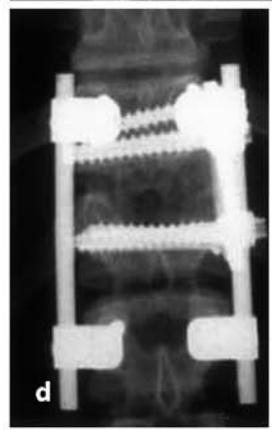
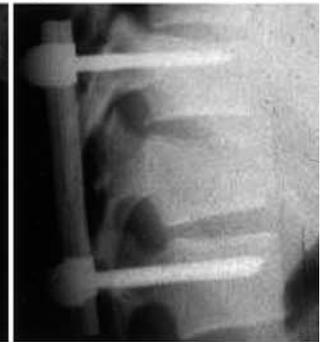
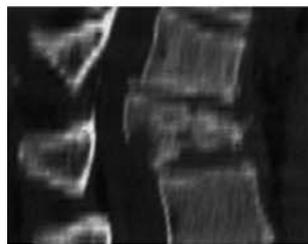
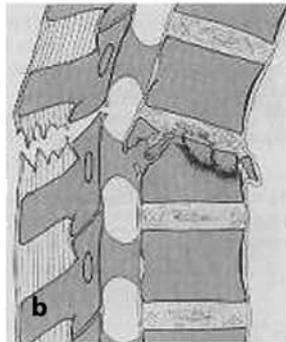
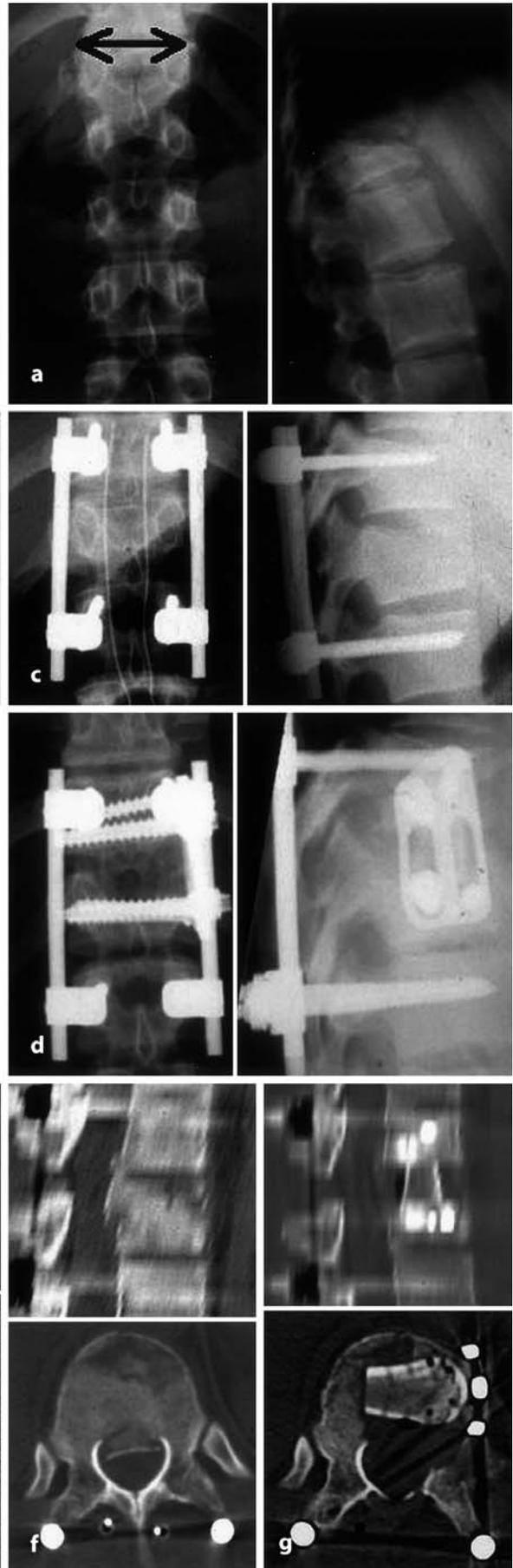
Abb. 5a–d ▲ LWK-1-Fraktur einer 22-jährigen Patientin beim Skifahren. a Inkompletter Berstungsbruch des 1. Lendenwirbelkörpers mit geringer Verlagerung des dorsokraniellen Fragmentes, geringe Kyphosierung und leichte Höhenminderung. b Klassifikation als inkompletter kranialer Berstungsbruch Typ A3.1. c Ventrale thorakoskopische Versorgung mit monosegmentaler Fusion T₁₂ auf L₁ mit winkelstabiler Platte und Beckenkamminterposition. d Postoperative CT-Kontrolle mit regelrechter Schraubenlage und zentraler Späneinbringung

Typ A3-Verletzungen bilden die Grenzzone zwischen konservativer und operativer Therapie

sichtspunkt der Fehlstellung z. B. bei Serienfrakturen im Einzelfall operativ (Fallbeispiel Abb. 3).

- ▶ A2-Verletzungen sind eher seltene sagittale oder frontale Spaltbrüche des Wirbelkörpers ohne wesentliche Fehlstellung, die konservativ behandelt werden. Liegt eine ausgeprägtere Trümmerzone bei einem kompletten frontalen Spaltbruch vor (Typ A2.3) sollte wegen der hohen Pseudarthrosenneigung operativ interveniert werden. (Fallbeispiel Abb. 4)
- ▶ A3-Verletzungen sind Berstungsbrüche, die entweder nur die obere oder untere Hälfte (inkomplett) oder den gesamten (komplett) Wirbelkörper betreffen. Charakteristisch sind die Beteiligung der Hinterkante meist mit einem dorsokraniel ausgesprengten Fragment (Fallbeispiel Abb. 5), die Zerstörung der angrenzenden Bandscheibe und das Auseinanderweichen der Pedikel öfter auch mit Spaltbildung im dorsalen Bogen. Die A3-Frakturen werden bezüglich ihrer Stabilität unterschiedlich beurteilt und bezüglich der günstigsten Therapie entsprechend kontrovers diskutiert. Für ein operatives Vorgehen werden die Gefahr einer weiteren Dorsaldislokation des Hinterkantenfragments mit sekundärer neurologischer Störung, die potenziell instabile Ausheilung der Bandscheibe und die zunehmende Fehlstellung wegen axialer Instabilität ins Feld geführt. Für eine konservative Therapie sprechen gute Ergebnisse älterer und historischer, allerdings auch entsprechend mager dokumentierter Serien. Im eigenen Vorgehen erfolgt die Orientierung an den Kriterien Neurologie und Fehlstellung. Die kompletten Berstungsbrüche (A3.3) werden wegen der hochgradigen axialen Instabilität in der Regel operiert.

Abb. 6a–g ▶ 36-jähriger Mann nach Sturz vom Baugerüst, inkomplette Paraplegie links ausgeprägter als rechts. a Inkompletter Berstungsbruch des 1. Lendenwirbelkörpers (vergrößerter transpedikulärer Abstand im A.p.-Bild s. Pfeil) im Sinne einer Flexions-Distraktions-Verletzung. b Im Schema klassifiziert als Flexions-Subluxations-Verletzung in Verbindung mit einem kranialen inkompletten Berstungsbruch B1.2. c Sofortige operative Behandlung mit gedeckter Reposition im ventralen Durchgang, Stabilisierung und Feinreposition mit Fixateur interne. d Nach 4 Tagen ventrale thorakoskopische Hinterkantenausräumung, monosegmentale ventrale Fusion T₁₂ auf L₁ mit winkelstabiler Platte und Beckenkammspan. e CT-Untersuchung nach Trauma, hochgradige Einengung des Spinalkanals durch das dorsokraniale Fragment. f Deutlich verbesserte Stellung und Minderung der Spinalkanal-einengung nach Reposition und Fixateur-interne-Spondylodese. g Komplette Dekompression des Spinalkanals nach ventraler Resektion, zentral liegender Beckenkammspan und Plattenosteosynthese. Komplette neurologische Erholung über 8 Wochen, im weiteren Verlauf Entfernung des Fixateur interne nach 4 Monaten



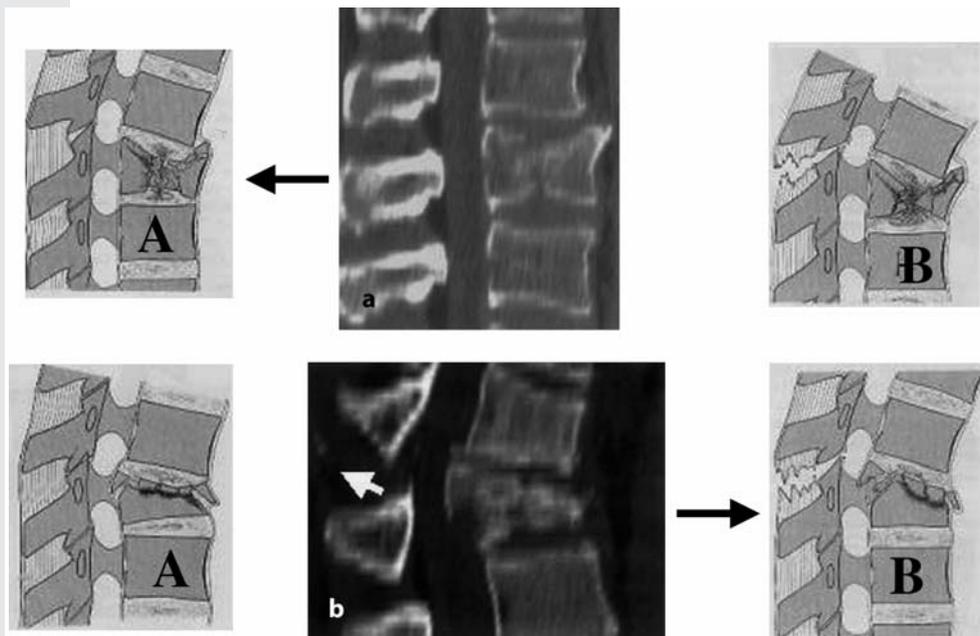


Abb. 7a,b ▲ A-B-Problem in der Klassifikation der Wirbelsäulenverletzung: Anhand der Klinik und auch Röntgendiagnostik ist nicht immer eindeutig zu entscheiden, ob es sich um eine Typ-A-Verletzung mit intakter dorsaler Zuggurtung handelt oder um eine Typ-B-Verletzung mit Zerreißung der dorsalen Strukturen. a Der klinische Fall aus Abb. 4 wird aufgrund des Frakturverlaufes und der in der Rekonstruktion intakt und ohne Distraction stehenden dorsalen Strukturen als Typ A klassifiziert. Ein Ausschluss einer Typ-B-Verletzung gelingt letztendlich nur durch Kernspintomographie. b Der Fall aus Abb. 6 zeigt in der Rekonstruktion einen knöchernen Bandausriss (weißer Pfeil). Die Fraktur wird daher als Typ-B-Verletzung klassifiziert. Die diagnostizierte dorsale Zerreißung konnte beim dorsalen Akuteingriff verifiziert werden

Typ B-Verletzungen betreffen
vordere und hintere Säule

Typ-C-Verletzungen sind hochgradig
instabil

- ▶ B1- und B2-Verletzungen entsprechen Überbeugungstraumen mit Zerreißung der dorsalen Strukturen (Flexion-Distraktion). Diese können mit ausgeprägten oder aber insbesondere bei jungen Patienten auch ohne Destruktionen der ventralen knöchernen Säule auftreten. B1-Typen haben dorsal eine vorwiegend ligamentäre, B2-Typen dorsal eine vorwiegend knöcherner Destruktion. Aufgrund der hohen Instabilität wird für nahezu alle Verletzungsformen eine Indikation zum operativen Vorgehen gesehen (Abb. 6, Abb. 7, Abb. 8).
- ▶ B3-Verletzungen sind seltene Hyperextensionstraumen mit Zerreißung typischerweise der Bandscheibe und verschiedenartiger Destruktion der hinteren Säule. Der Anteil komplizierender neurogener Begleitleionen ist hoch. Wegen der massiven Instabilität wird durchgehend die operative Therapie empfohlen.
- ▶ C-Verletzungen sind durch die Separation aller ligamentären Elemente mit konsekutiver Massivinstabilität gekennzeichnet. C1 kennzeichnet entsprechende A-Typen mit ventraler Destruktion, C2 entsprechende B-Typen mit dorsaler Destruktion, C3-Sonderformen wie die Slicefraktur. Die Rotationsinstabilität dokumentiert sich durch Verdrehung der Wirbelkörper in sich oder gegeneinander mit Frakturen der seitlich ansetzenden Rippen und Querfortsätze (Fallbeispiel Abb. 9). Der C-Typ weist die höchste Inzidenz neurologischer Ausfälle auf und wird auch wegen der hochgradigen Instabilität nahezu ausnahmslos operativ behandelt.

Therapie

Zum therapeutischen Vorgehen stehen diverse konservative und operative Verfahren zur Verfügung, die bezüglich Indikation und technischer Durchführung allerdings derzeit anhaltend diskutiert werden. Zu allen Behandlungszielen fehlen bisher umfassende und darüber hinaus vergleichende oder vergleichbare Studien, sodass entsprechend den chirurgischen Schulen durchaus beträchtliche Unterschiede in den Auffassungen bestehen [1, 2].

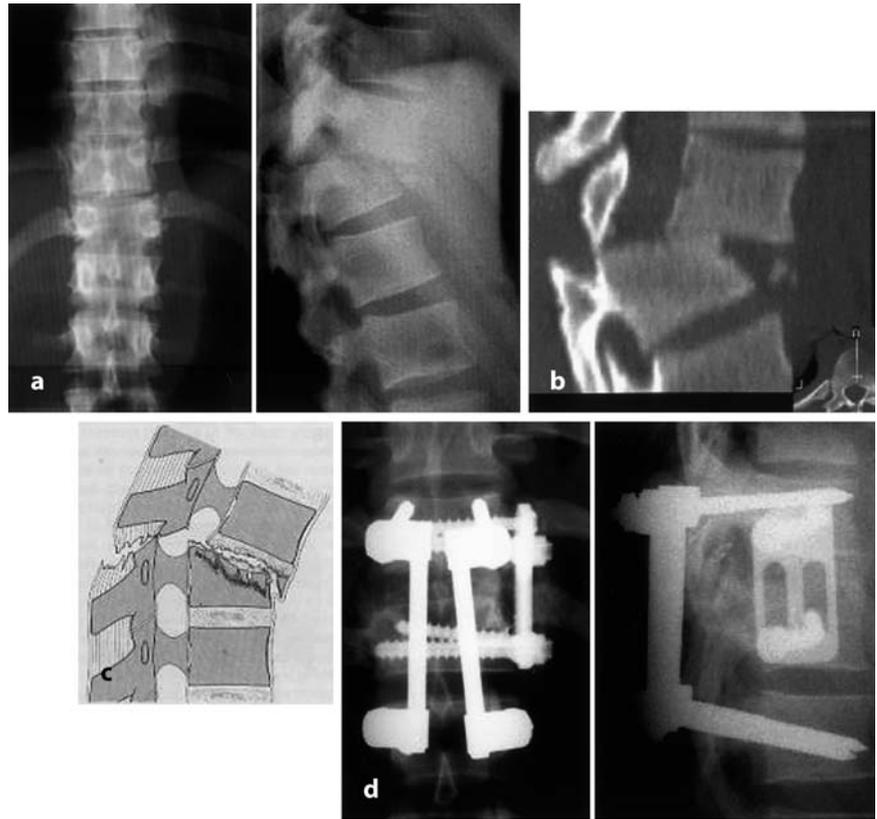


Abb. 8a–d ▲ 25-jähriger Patient nach Unfall als Rückbankinsasse im Pkw mit Beckengurt gesichert. Es besteht eine komplette Paraplegie, weiterhin ein akutes Abdomen. In der Laparotomie zeigen sich multiple Dünndarmkontusionen mit umschriebener Ruptur im Jejunum. a Luxationsverletzung zwischen T₁₁ und T₁₂. b Es zeigt sich eine Flexion-Subluxation mit vorderer Keilfraktur. c Klassifikation als Flexions-Distraktions-Verletzung mit Luxation B2.2. d Akut dorsale offene Reposition und Fixierung mit Fixateur interne T₁₁ auf L₁, nach 3 Wochen ventrale monosegmentale Fusion bei intaktem kaudalen Wirbelkörperanteil T₁₂ mit winkelstabiler Platte T₁₁ auf T₁₂ und Spaninterposition. Keine Erholung der neurologischen Ausfälle

► Konservative Therapie

Konservative Behandlung für stabile und gering instabile Verletzungen

Bei funktioneller Therapie Röntgenkontrolle nach einer Woche

► Operative Therapie

Die ► konservative Therapie folgt in den beiden heute geübten Hauptlinien noch immer dem historischen Streit zwischen Magnus und L. Böhler. Die Böhler-Schule überträgt die Grundprinzipien der Knochenbruchbehandlung mit Einrichten-Ruhigstellen-Beüben auch auf die Wirbelsäule. Fehlstellungen werden geschlossen im Durchgang reponiert und anschließend im Gipsmieder retiniert, gefolgt von einer intensiven Übungsbehandlung.

Magnus entwickelte die funktionelle Nachbehandlung ohne Berücksichtigung der Fehlstellung. Diese Methode ist auch heute weit verbreitet, allerdings mit der Limitierung auf stabile und gering instabile Verletzungen. Unter bedarfsgerechter Analgetikagabe erfolgt die Mobilisierung unter krankengymnastischer Aufsicht. Geachtet wird auf eine korrekte Wirbelsäulenhaltung, wobei die Lordosierung durch ein 3-Punkt-Mieder unterstützt werden kann. Speziell wird die Rückenmuskulatur z.B. durch Übungen im Wasser trainiert.

Empfehlenswert ist die radiologische Kontrolle der Frakturstellung nach einer Woche unter dann schon laufender Mobilisierung. Die ursprüngliche Stabilitätseinschätzung wird so überprüft und die Entwicklung zunehmender Fehlstellungen erkannt. Dies trägt dem Problem Rechnung, dass eine korrekte Abgrenzung von A- gegen B-Verletzungsformen bisweilen schwierig sein kann (Abb. 7). Die B-Formen entwickeln aufgrund der defekten dorsalen Zuggurtung eine zunehmende Kyphosierung, die im Verlauf insbesondere an der BWS zu neurogenen Ausfällen führen kann.

Die ► operative Behandlung folgt regelmäßig einem logischen Stufenplan:

- ▶ Reposition der Fehlstellung
- ▶ Dekompression des Spinalkanals
- ▶ Retention der reponierten Stellung
- ▶ Rekonstruktion insbesondere der vorderen Säule

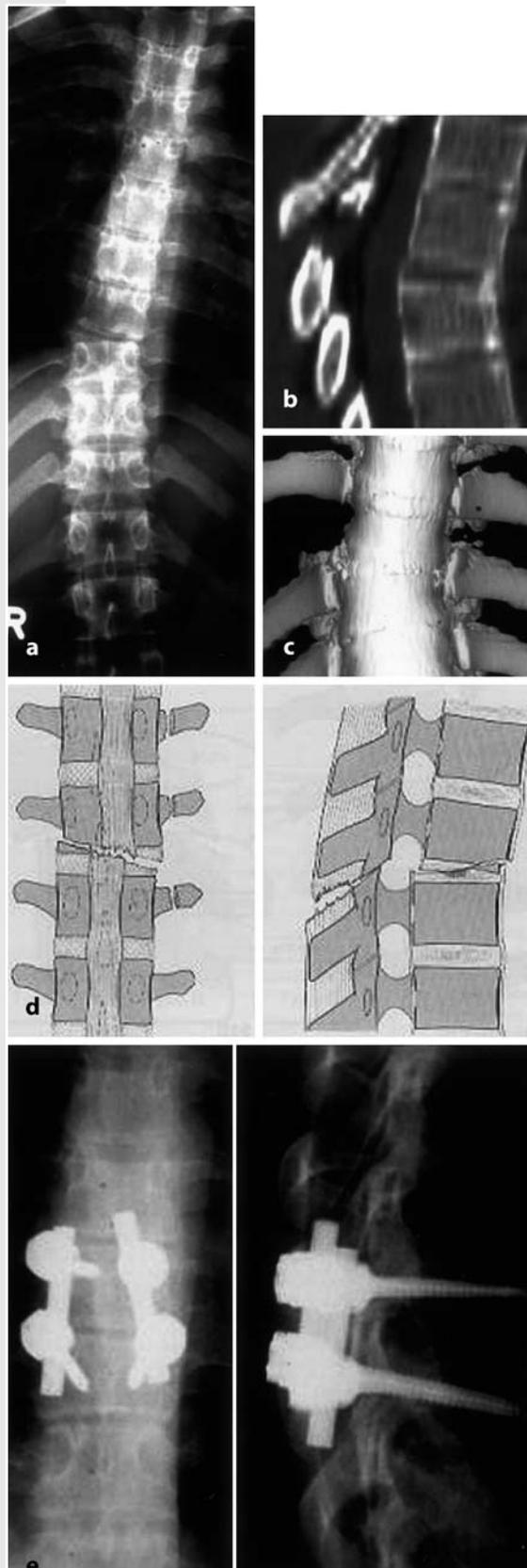


Abb. 9a–e ◀ 16-jähriges Mädchen verunfallt als Pkw-Hinterbank-Insassin, gesichert durch Beckengurt, sofortige komplette Paraplegie. a Luxationsverletzung zwischen T₇ und T₈ mit Rotation der Wirbelsäule und Versetzung der Dornfortsatzreihe. b Ruptur der dorsalen Strukturen, weitgehend intakte vordere Säule. c Ruptur der Costotransversalgelenke rechtsseitig im Sinne einer inneren Thorakotomie. d Klassifikation als C2.1-Verletzung, Rotation mit Flexion-Subluxation, Bandscheibenzerreißung, keine Kompression der vorderen Säule. e Stabilisierung mit alleiniger dorsaler Zuggurtung T₇ auf T₈, Versorgung der Dissektion im ICR 7 im Sinne eines Thorakotomieverschlusses. Im weiteren Verlauf keine neurologische Erholung

In der Praxis ergeben sich zahlreiche Modifikationen der Durchführung. So führt schon die Reposition in der Mehrzahl der Fälle zu einer effektiven spinalen Dekompression. Die Notwendigkeit einer ventralen Rekonstruktion richtet sich nach der vorliegenden Destruktion und wird bezüglich der operativen Technik variabel gehandhabt.

Wirbelsäule durchgehend ventral und dorsal operativ erreichbar

► Dorsale Zugänge

► Ventrale Zugänge

Bei hochinstabilen Verletzungen kombiniert dorso-ventrale Verfahren

Radiologischer Befund muss nicht mit Beschwerdeangaben korrelieren

Die Wirbelsäule kann prinzipiell über dorsale und ventrale Zugänge erreicht werden, deren Anwendung allerdings durch die erhebliche Zugangsmorbidität wegen der Ablösung großer Muskelmassen und der Eröffnung der Körperhöhlen limitiert ist. Derzeit findet eine Weiterentwicklung der Zugänge und Instrumentarien mit den Zielen einer Minimierung des Operationstraumas und einer Optimierung von Fixation und knöcherner Fusion statt.

Für die ► **dorsalen Verfahren** haben heute winkelstabile Fixateur-Implantate, die kurzstreckige Fusionen erlauben, die längerstreckige Spondylodese mit winkelinstabilen Platten ersetzt [5]. Die Reposition wird auf dem OP-Tisch mittels Lagerungskissen im ventralen Durchhang mittels Zug an Schulter und Beinen unter Bildwandlerkontrolle durchgeführt. Der Fixateur interne wird von dorsal auf ober- und unterhalb des verletzten Segmentes transpedikulär eingebrachten Schrauben montiert. Durch Lordosierung und Distraction über die Gelenkverbindungen kann eine weitere Feinreposition mit dem Fixateur erfolgen [5]. Durch Blockierung der Gelenke entsteht eine winkelstabile Montage, die dorsal eine Zuggurtungs- und ventral eine überbrückende Neutralisierungsfunktion ausüben kann.

Weitere Möglichkeiten zur operativen Intervention bestehen über den dorsalen Zugang in einer direkten Dekompression des Spinalkanals mittels Freilegung durch Laminektomie. Über transpedikuläre Bohrungen im verletzten Wirbelkörper oder durch dorsolaterale Zugänge kann die verletzte Bandscheibe ausgeräumt und eine Knochenspanauffüllung von Wirbelkörper und Bandscheibenraum vorgenommen werden [4]. Die dorsalen Instrumentationen zeichnen sich durch ihre hohe Effektivität bezüglich der Reposition und die Schnelligkeit der Durchführung mit Operationszeiten unter einer Stunde für die reine Instrumentierung aus. Sie sind in Analogie zum Fixateur externe an den Extremitäten auch für die Versorgung von Schwerverletzten und für die dringlichen Indikationen bei komplizierten Frakturformen sehr geeignet. Die Wirksamkeit der ventralen Rekonstruktion über den transpedikulären Weg von dorsal wird dagegen zunehmend kritisch beurteilt [9].

► **Ventrale Zugänge** sind systematisch für alle Wirbelsäulenabschnitte beschrieben. Sie erlauben eine direkte chirurgische Dekompression des Spinalkanals und eine effektive Rekonstruktion der vorderen Säule durch Einbringung autologer massiver Knochenspäne und anschließender Stabilisierung vorzugsweise mittels winkelstabiler Platten [7]. Durch die Einführung endoskopisch gestützter minimalinvasiver Verfahren konnte die Zugangsmorbidität entscheidend reduziert werden [3].

Typ-A-Verletzungen, die auch bei operativen Interventionen in der Mehrzahl der Fälle gesehen werden, lassen sich prinzipiell durch ein rein ventrales Vorgehen stabil versorgen. Von einigen Kliniken wird vermehrt auf ein kombiniertes dorsoventrales Vorgehen übergegangen, das die Vorteile der beiden prinzipiellen Zugangswege verbindet. Der dorsale Zugang bietet dabei die notfallmäßige Reposition und spinale Dekompression mit anschließender Retention. Der ventrale Zugang erlaubt ein ggf. notwendiges zusätzliches Debridement des Spinalkanals und die effektive rekonstruktive Abstützung und Fusion auf kürzestmöglicher Strecke [6]. Die kombinierte dorsoventrale Instrumentation sichert eine hohe Sofortstabilität und insbesondere die Ausheilung ohne spätere Korrekturverluste.

Ergebnisse, Qualitätsmanagement

Ergebnisse nach konservativer und operativer Therapie werden anhand objektiver Kriterien und subjektiver Beurteilung mitgeteilt. Die Vergleichbarkeit leidet durch die nicht durchgängige Anwendung einer allgemein akzeptierten Klassifikation und die Vielfalt der Behandlungsverfahren. Tatsächliche Spätergebnisse, die auch sich langsam über Jahre entwickelnde Degenerationen und Beschwerden erfassen, liegen nur vereinzelt vor.

Auffallend wird zwar von der Mehrzahl der Autoren berichtet, dass zumindest bei Nachuntersuchung Monate nach Verletzung der radiologische Befund z. B. einer erheblichen Sinterung mit Fehlstellung nicht mit den subjektiven Beschwerdeangaben korrelieren muss. Allerdings werden eine Kyphose von deutlich mehr als 20° und eine persistierende Instabilität heute mehrheitlich als ungünstige Prognosefaktoren angesehen.

In der Zusammenschau berichten Studien nach konservativer Behandlung über 1/3 mäßige und schlechte Ergebnisse. Nach operativer Behandlung werden in dieser

Korrekturverlust bei dorsalen
Verfahren

Transpedikuläre Schraubenlage in
10% nicht optimal

Neurologische Verschlechterung
nach operativer Versorgung

Operative Therapie ist Zentrumsaufgabe

Kategorie mit durchschnittlich 15% und somit etwa anteilig halb so viele Patienten gesehen [1]. In der objektiven Befundung zeigt sich, dass unter konservativer Therapie ein Höhenverlust des frakturierten Wirbelkörpers mit Kyphosierung in Kauf genommen werden muss, die für stabile Formen größenordnungsmäßig 10°, für Berstungsfrakturen 20° und mehr beträgt.

Allerdings wird auch von den operativen Verfahren das Ziel einer permanenten Formwiederherstellung nicht durchgehend erreicht. So wird nach dorsaler Fixateur-Fixierung ohne ventrale Spongiosaplastik vor und nach Metallentfernung eine fortschreitende Sinterung beobachtet, die wegen des Kollapses der verletzten Bandscheibe die ursprüngliche traumatische Fehlstellung nicht selten sogar übertrifft.

Auch für die von Daniaux inaugurierte transpedikuläre Spongiosaauffüllung der ventralen Säule haben mehrere Autoren inzwischen einen signifikanten Korrekturverlust nachgewiesen [9].

Nicht zu vernachlässigen sind Komplikationen unter oder nach operativer Therapie. Die Infektraten entsprechen denen sonstiger operativer Knochenbruchbehandlung, Hämatome vor allem auch nach Entfernung des Fixateur interne werden häufiger gesehen. Mit abweichenden Lagen der transpedikulären Schrauben ist in ca. 10% der Implantationen zu rechnen, wegen der komplexeren Anatomie, der geringeren Bogenwurzelradius und der schlechteren Durchleuchtbarkeit, an der BWS häufiger als an der LWS. Implantatbrüche stehen fast immer im Zusammenhang mit einem instabil versorgten Defekt der vorderen Säule und der dann unvermeidlichen Sinterung.

Die katastrophale Komplikation einer neurologischen Verschlechterung nach operativer Versorgung kann durch spinale Schraubenfehlagen, durch Verletzung der nervalen Strukturen bei offener Dekompression, durch unbeabsichtigte Verlagerung traumatisierten Gewebes in den Spinalkanal und durch komplexe Vorgänge mit Durchblutungsstörung und Ödembildung induziert werden. Die Inzidenz liegt in großen Sammelstudien in der Größenordnung von 1% der Fälle.

Besserungen eines neurologischen Defizits werden nach konservativer wie operativer Therapie berichtet, valide vergleichende Studien stehen jedoch nicht zur Verfügung. Beim thorakalen Querschnitt kann mit einer signifikanten Besserung bei nur 10% der Patienten gerechnet werden. Die Prognose für die häufigeren thorakolumbalen Verletzungen ist mit über 30% Erholung deutlich besser. Im eigenen Patienten gut wird unter der dargestellten dringlich durchgeführten operativen Versorgung bei über 50% die Gehfähigkeit wieder erreicht.

Für die dringliche Diagnostik und prinzipielle Indikationsstellung nach Wirbelsäulenverletzung ist eine flächendeckende Versorgung zu fordern, die dem Netz der zum Verletzungsartenverfahren zugelassenen Kliniken entsprechen sollte. Die operative Versorgung setzt aufgrund der Notfallindikation eine durchgehende Vorhaltung von Instrumentarien und Personal voraus. Eine angemessene Übungshaltung dürfte dann gegeben sein, wenn mindestens 20 operative Versorgungen jährlich durchgeführt werden.

Fazit

Bei erkannter Wirbelsäulenverletzung liefert heute die Computertomographie die Schlüssel zur Analyse des Schädigungsmaßes und zur Indikationsstellung für den einzuschlagenden therapeutischen Weg. Stabile Frakturen der AO-Gruppen A1 und A2 können meist konservativ nach den Regeln der funktionellen Therapie behandelt werden. Für die inkompletten Berstungsbrüche werden heute zunehmend Operationsindikationen gesehen. Instabile komplette Berstungsbrüche und Frakturen der Gruppen B und C werden in der großen Mehrzahl unter der konzeptionellen Reihenfolge Reposition, Dekompression, Retention und Rekonstruktion operativ behandelt. Zugangswege und Instrumentationen befinden sich derzeit mit den Zielen eines minimierten Operationstraumas, einer verbesserten Fixation und einer sicheren knöchernen Heilung im Fluss.

Literatur

1. Blauth M, Knop C, Bastian L (1998) 4. Brust- und Lendenwirbelsäule. In: Tscherne H, Blauth M (Hrsg) Tscherne Unfallchirurgie – Wirbelsäule. Springer, Berlin Heidelberg, S 241–372
2. Braun W, Markmiller M, Rüter A (1991) Konservative Therapie von Frakturen der Brust- und Lendenwirbelsäule. Indikation, Behandlungsregime, Ergebnisse. Chirurg 62: 404–408
3. Bühnen V, Beisse R, Potulski M (1997) Minimal-invasive ventrale Spondylodesen bei Verletzungen der Brust- und Lendenwirbelsäule. Chirurg 68: 1076–1084
4. Daniaux H (1986) Transpedikuläre Reposition und Spongiosaplastik bei Wirbelkörperbrüchen der unteren Brust- und Lendenwirbelsäule. Unfallchirurg 89: 197–213
5. Dick W (1987) The “fixateur interne” as a versatile implant for spine surgery. Spine 12: 882–900
6. Feil J, Wörsdorfer O (1992) Ventrale Stabilisierung im Bereich der Brust- und Lendenwirbelsäule. Chirurg 63: 856–865
7. Kaneda K, Taneichi H, Abumi K, Hashimoto T, Satoh S, Fujiya M (1997) Anterior decompression and stabilization with the Kaneda device for thoracolumbar burst fractures associated with neurological deficits. Bone Joint Surg Am 9: 79–83
8. Knop C, Blauth M, Bühnen V et al. (1999) Operative Behandlung von Verletzungen des thorakolumbalen Übergangs. Teil 1: Epidemiologie. Unfallchirurg 102: 924–935
9. Knop C, Blauth M, Bühnen V et al. (2000) Operative Behandlung von Verletzungen des thorakolumbalen Übergangs. Teil 2: Operation und röntgenologische Befunde. Unfallchirurg 103: 1032–1047
10. Magerl F, Aebi M, Gertzbein SB, Harms J, Nazarian S (1994) A comprehensive classification of thoracic and lumbar injuries. Eur Spine J 3: 184–201
11. White AA, Panjabi MM (1990) The Problem of Clinical Instability in the Human Spine: a Systemic Approach. In: White AA Panjabi MM (eds) Clinical Biomechanics of the Spine. Lippincott, Philadelphia pp 277–378
12. Whitesides TE (1977) Traumatic Kyphosis of the Thoracolumbar Spine. Clin Orthop 128: 78–92

Fragen zur Zertifizierung

1. Welche Aussage ist falsch?

- a) Frakturen der Wirbelsäule betreffen am häufigsten den 1. Lendenwirbelkörper.
- b) Häufigste Ursache für Verletzungen der Brust- und Lendenwirbelsäule sind Sportunfälle.
- c) Der Reserveraum des Spinalkanals nimmt absteigend von der Brust- zur unteren Lendenwirbelsäule hin zu.
- d) Kompressionsfrakturen werden an der Brustwirbelsäule vorzugsweise an den Scheitelwirbeln T 6/T 7 beobachtet.
- e) Die untere LWS ist durch eine Lordose gekennzeichnet.

2. Welche Aussage ist richtig?

- a) Die Prognose bezüglich einer neurologischen Erholung ist im BWS-Bereich besser als am thorako-lumbalen Übergang.
- b) Langstreckige Stabilisierungen sind für den Querschnittspatienten hinsichtlich seiner Rehabilitation am günstigsten.
- c) Die Reposition einer Wirbelkörperkompression ist schon nach einer Woche erschwert.
- d) Kyphotische Fehlstellungen über 10° sollten operativ behandelt werden.
- e) Klinisch komplette Querschnittslähmungen haben generell keine Erholungschance.

3. Welche Aussagen sind falsch?

- I. Das CT stellt heute ein Standardverfahren zur Abklärung des Verletzungsausmaßes und zur Operationsplanung dar.
- II. Bei radiologisch nachgewiesener WS-Verletzung ist eine neurologische Untersuchung verzichtbar.
- III. Das NMR hat in der Akutabklärung von WS-Verletzungen einen zunehmenden Stellenwert.
- IV. Kompressionsbrüche treten nur nach Hochrasanztrauma auf.
 - a) I und II
 - b) II und III
 - c) III und IV
 - d) I und III
 - e) II und IV

4. Welche Aussagen sind falsch?

- I. Das Ausmaß der neurologischen Schädigung ist Bestandteil jeder gängigen Verletzungsklassifikation an der Wirbelsäule.
- II. Das ABC-System der Magerl-Klassifikation basiert auf dem 3-Säulen-Konzept.
- III. Eine weitere Unterteilung, z.B. in A.1, A.2 und A.3 ist für klinische Belange verzichtbar.
- IV. Die Häufigkeit der Verletzungstypen nimmt in der Reihenfolge A B C ab.
 - a) I, II und III
 - b) I, II und IV
 - c) I, III und IV
 - d) II, III und IV
 - e) Alle

5. Welche der folgenden Aussagen trifft zu?

Der Typ A

- a) ist dadurch gekennzeichnet, dass keine Hinterkanten-Verletzung besteht.
- b) beschreibt die Verletzung der vorderen Säule.
- c) beinhaltet generell keine Frakturen der hinteren Wirbelbögen.
- d) ist immer funktionell stabil.
- e) lässt sich im CT sicher vom Typ B differenzieren

6. Welche Aussage / Aussagen für den Typ B der Wirbelsäulenverletzung ist / sind korrekt?

- I. Er betrifft immer die vordere und hintere Säule.
- II. Eine typische Variante ist die Flexion-Distraktions-Verletzung.
- III. Am häufigsten werden Hyperextensionsverletzungen gesehen.
- IV. Eine Indikation zur operativen Stabilisierung besteht nahezu immer.
 - a) alle
 - b) I, II und III
 - c) II, III und IV
 - d) I, II und IV
 - e) Keine

7. Typ C-Verletzungen

- I. sind hoch instabil
- II. haben den höchsten Anteil neurologischer Komplikationen
- III. betreffen immer die vordere und hintere Säule
- IV. werden praktisch ausnahmslos operativ behandelt

Welche Kombination trifft zu?

- a) Alle Aussagen sind korrekt.
- b) Nur I, II und III sind korrekt.
- c) Nur II, III und IV sind korrekt.
- d) Nur I und III sind korrekt.
- e) Nur II und IV sind korrekt.

8. Welche Aussage zur konservativen Therapie der Wirbelsäulenverletzung ist falsch?

- a) Nach Böhler werden hochgradige Fehlstellungen im Durchhang reponiert.
- b) Nach Magnus wird funktionell ohne Berücksichtigung der Fehlstellung behandelt.
- c) Eine intensive Übungsbehandlung ist Bestandteil der Therapie sowohl nach Böhler wie nach Magnus.

- d) Unter laufender Therapie sollte die Frakturstellung nach ca. 1 Woche radiologisch kontrolliert werden.
- e) Die konservativ funktionelle Therapie ist heute nur noch selten indiziert.

9. Die moderne operative Wirbelbruchbehandlung

- I. ist heute durchgehend standardisiert.
 - II. kann über ventrale und dorsale Zugänge durchgeführt werden.
 - III. beinhaltet regelmäßig eine offene Dekompression des Spinalkanals.
 - IV. hat nach wie vor eine erhebliche Zugangsmorbidität
- Korrekt ist folgende Kombination:

- a) I und II
- b) I und III
- c) II und III
- d) II und IV
- e) III und IV

10. Welche Aussage ist falsch?

- a) Eine Kyphose von mehr als 20° wird als ungünstiger Prognosefaktor im Hinblick auf persistierende Beschwerden gesehen.
- b) Unter konservativer Therapie muss erfahrungsgemäß ein weiterer Höhenverlust des frakturierten Wirbelkörpers in Kauf genommen werden.
- c) Mit Einführung der operativen Stabilisierung durch Fixateur interne treten signifikante Korrekturverluste im Verlauf nur selten auf.
- d) Abweichende Lagen der Pedikelschrauben werden in ca. 10 % der Implantationen gesehen.
- e) Neurologische Verschlechterungen nach operativer Versorgung werden im Prozentbereich beobachtet.

**Wichtige Hinweise:**

Online-Einsendeschluss:
25.02.2003

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

Per Fax oder Brief eingesandte Antworten können nicht berücksichtigt werden.

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

Die offiziellen Antworten dieser Fortbildungseinheit werden zusätzlich in dieser Zeitschrift an gleicher Stelle publiziert und zwar in Ausgabe 3/2003.

Die Lösungen der Zertifizierten Fortbildung aus Ausgabe 11/02 lauten:
1b, 2d, 3c, 4a, 5e, 6e, 7d, 8e, 9b, 10a

Die Teilnahme ist kostenlos und beschränkt sich im Hinblick auf eine eindeutige Identifizierung über die Abonnementnummer auf Individualabonnenten der Zeitschrift. Für diese Fortbildungseinheit erhalten Sie einen Fortbildungspunkt im Rahmen des freiwilligen Fortbildungszertifikats, wenn Sie 70% der Fragen richtig beantwortet haben bzw. über dem Durchschnitt liegen. Diese Initiative ist zertifiziert von der Landesärztekammer Hessen und der Nordrheinischen Akademie für Ärztliche Fort- und Weiterbildung. Von einer Anerkennung durch andere Ärztekammern ist auszugehen.

Für Rückfragen stehen wir Ihnen jederzeit zur Verfügung:

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