

Unfallchirurg 2009 · 112:33–45
 DOI 10.1007/s00113-008-1524-7
 Online publiziert: 21. Dezember 2008
 © Springer Medizin Verlag 2008

Redaktion

W. Mutschler, München

M. Reinhold¹ · C. Knop¹ · R. Beisse² · L. Audigé³ · F. Kandziora⁴ · A. Pizanis⁵ ·
 R. Pranzl⁶ · E. Gercek⁷ · M. Schultheiss⁸ · A. Weckbach⁹ · V. Bühren² · M. Blauth¹

¹ Universitätsklinik für Unfallchirurgie und Sporttraumatologie,
 Medizinische Universität Innsbruck

² Berufsgenossenschaftliche Unfallklinik Murnau

³ AO Clinical Investigation and Documentation (AOCID), Dübendorf

⁴ Centrum für muskuloskeletale Chirurgie, Charité, Berlin

⁵ Universitätsklinikum, Klinik für Unfall-, Hand- und
 Wiederherstellungschirurgie, Homburg/Saar

⁶ Unfallkrankenhaus Klagenfurt

⁷ Universitätsklinik für Unfallchirurgie, Mainz

⁸ Universitätsklinik für Unfall-, Hand-, Plastische- und Wiederherstellungschirurgie, Ulm

⁹ Klinik und Poliklinik für Unfallchirurgie der Universität Würzburg

Operative Behandlung traumatischer Frakturen der Brust- und Lendenwirbelsäule

Teil I: Epidemiologie

Die Suche nach der besten Behandlung für Frakturen der Brust- und Lendenwirbelsäule dauert an. Wirbelsäulenverletzungen sind vergleichsweise selten. In der Literatur wird oft nur von kleinen, inhomogenen Patientenkollektiven und Fallserien berichtet. Ergebnisse werden anhand retrospektiver Analysen oder in Form von Metaanalysen präsentiert. Es besteht weiterhin Uneinigkeit darüber, welche Behandlungsmethoden für welche Verletzungsformen günstig sind.

Die Ergebnisse der ersten Multicenter-Studie (MCS I) der Arbeitsgemeinschaft Wirbelsäule der Deutschen Gesellschaft für Unfallchirurgie (AG WS) sowie Ergebnisse anderer Autoren konnten zeigen, dass bei Verletzungen mit Beeinträchtigung der ventralen Säule Grenzen für rein dorsale Verfahren existieren [16, 17, 18]. Gleichzeitig wurde der höhere Aufwand der technisch aufwendigeren, kombinierten Verfahren festgestellt. Eindeu-

tige Behandlungsempfehlungen ließen sich aus der MCS I nicht ableiten. Im Laufe der vergangenen 10 Jahre haben sich die Operationsmethoden geändert: Endoskopische Operationstechniken, Wirbelkörperersatzimplantate oder computerassistierte Operationsverfahren seien stellvertretend genannt. Ein gemeinsames Ziel der Veränderungen ist die Verringerung der Morbidität durch den Eingriff und die Erhöhung der Effektivität der Maßnahmen [5, 11, 28].

Aufgrund des Wandels der operativen Technik und weiter bestehender Unklarheit über die Indikation zu den verschiedenen operativen und nichtoperativen Behandlungsmethoden wurde eine zweite multizentrische Sammelstudie „Multicenterstudie II“ (MCS II) von der AG WS initiiert. Im Unterschied zur ersten Sammelstudie sollten alle operativ behandelten Verletzungen der gesamten Brust- und Lendenwirbelsäule erfasst werden. Gleich-

zeitig wurden relevante, nichtoperativ behandelte Verletzungen sowie die neu entwickelten Verfahren der Kypho- und Vertebroplastie eingeschlossen.

Aufgrund der Erfahrung der MCS I wurde ein neues Studiendesign mit einer internetbasierten Datenbank entwickelt [20]. Die Ergebnisse der Studie werden in 3 Teilen präsentiert: Epidemiologie (Teil I), Operation und röntgenologischer Verlauf (Teil II) und Nachuntersuchung (Teil III).

Ziele

Ziele dieser Studie waren die Analyse der operativen Behandlung von frischen Verletzungen der gesamten Brust- und Len-

Prospektive internetbasierte multizentrische Sammelstudie II (MCS II) der Arbeitsgemeinschaft „Wirbelsäule“ (AG WS) der Deutschen Gesellschaft für Unfallchirurgie (DGU)

denwirbelsäule von Th1 bis L5. Im Einzelnen wurden folgende Inhalte dokumentiert und analysiert:

- Epidemiologische Daten zu Häufigkeit der Wirbelsäulen- und Begleitverletzungen sowie ihrer Entstehung
- Häufigkeit der verschiedenen operativen Behandlungskonzepte
- Vor- und Nachteile verschiedener Zugangswege, Implantate und Operationstechniken
- Komplikationen unterschiedlicher Operationsverfahren
- Analyse des röntgenologischen und klinischen Verlaufes mit subjektivem Behandlungsergebnis
- Dauer der Behandlung, Rehabilitations- und Arbeitsunfähigkeit

Patienten und Methoden

Der Erfassungszeitraum zur prospektiven Datensammlung betrug 24 Monate (01.01.2002 bis 31.12.2003). Insgesamt steuerten 8 Kliniken aus Deutschland und Österreich Patientendaten von 865 Patienten bei.

Einschlusskriterien

Die im Vergleich zur ersten Sammelstudie erweiterten Einschlusskriterien umfassten alle Patienten mit:

- frischen (<3 Wochen nach Unfall), traumatischen Verletzungen von Th1 bis L5, die operativ behandelt wurden (Gruppe „OP“),
- konservativ behandelten, frischen (<3 Wochen nach Unfall), traumatischen Verletzungen von Th1 bis L5, sofern ein Kneifzangenbruch (A 2.3) oder schwerer vorlag (Gruppe „KONS“),
- einer Wirbelsäulenverletzung, die mittels Kypho- oder Vertebroplastie behandelt wurde (Gruppe „PLASTIE“).

Ausschlusskriterien

Ausgeschlossen wurden kindliche Frakturen (Patientenalter <16 Jahre). Aufgrund eines Beschlusses der Arbeitsgemeinschaft wurden Patientendaten von Kliniken mit einer Nachuntersuchungsrate von weniger als 50% in der Ergebnisanalyse nicht berücksichtigt.

Nachuntersuchungskriterien

Die Nachuntersuchung sollte frühestens 6 Monate nach der Implantatentfernung oder mindestens 1 Jahr nach der ersten Operation durchgeführt werden, sofern keine Implantatentfernung erfolgte. Neben objektiven Untersuchungsbefunden (Röntgen/CT und körperliche Untersuchung) wurde auch das subjektive Empfinden mit Hilfe von psychometrischen Fragebögen sowie Daten zur Reintegration in das soziale Umfeld und Berufsleben abgefragt.

Datenbank

Ein vom Institut für evaluative Forschung in orthopädischer Chirurgie der Universität Bern (ehemals Maurice-E.-Müller-Stiftung, Abteilung für Dokumentation und Evaluation) entwickeltes Datenbanksystem wurde zur zentralen Datenerfassung genutzt. Das sog. MEMdoc-System (<http://www.memdoc.org>) basiert auf dem Prinzip des Application Service Providers (ASP), das eine von einem zentralen Rechner gesteuerte Applikation bezeichnet, die den teilnehmenden Kliniken über das Internet zur Verfügung gestellt wird. Die unterschiedlichen Studienfragebögen werden direkt am Bildschirm verfügbar gemacht und sind als ausfüllbare Dokumente konstruiert, die ggf. durch entsprechende Subformulare ergänzt werden. Der gesamte Behandlungsverlauf war dadurch abgebildet:

- Aufnahme und Patientendaten
 - Aufnahmedatum, Unfalldatum, Operationsdatum, Unfallart, Neurologie bei Aufnahme (Frankel-/ASIA-Score), VAS vor Unfall
- Schwere der Verletzung
 - Abbreviated Injury Scale (AIS) und Injury Severity Score (ISS); Begleitverletzungen wurden mit einer anatomischen Schadensskala, der abgekürzten Verletzungsskala (AIS) erfasst und der Schwere nach von 0, gleichbedeutend mit „keiner Verletzung“ bis 5 „kritisch, Überleben unsicher“ eingeteilt
- Diagnose
 - Art der Läsion, Lokalisation, Ausdehnung
- Verletzungstyp und Klassifikation (AO-/Magerl-Klassifikation)

- Radiologische Parameter präoperativ
 - Wirbelkörper-(WK-)Höhenmessung: Wirbelkörpervorderwand und -hinterwand des am schwersten Verletzten WK, Bestimmung des sagittalen Index (SI) als Quotient aus Höhe der Vorderwand durch die der Hinterwand, Hinterkantenhöhe des kranialen und kaudalen WK [mm]
 - Grunddeckplattenwinkel (GDW) monosegmental [°]
 - GDW bisegmental [°]
 - Skoliosewinkel (SKW) bisegmental [°]
 - Sagittal-/Seitverschiebung [%], relativ zur sagittalen/queren Ausdehnung des Wirbelkörpers
 - Einengung des Spinalkanals (CT/MRT) [%], relativ zur Gesamtfläche des Spinalkanals in der axialen Schicht
 - Befund Myelon und Bandscheibe deskriptiv
- Behandlungsdetails
 - Art der Behandlung
 - Operationsdaten: Datum, Operationszeit, intraoperative Durchleuchtungszeit, Blutverlust, Einzelheiten und Angaben zu den verwendeten Implantaten, Knochentransplantaten, Wirbelkörperersatzimplantaten; zur Verwendung endoskopischer/minimal-invasiver Technik, Pedikelschraubenimplantation, Navigation, Vertebro-/Kyphoplastie
 - Komplikationen
- Entlassung
 - Entlassungsdatum, postoperative Komplikationen, Angaben zu Revisionsoperationen, neurologischer Status bei Entlassung (Frankel-/ASIA-Score)
- Radiologische Parameter postoperativ
 - Wirbelkörper-(WK-)Höhenmessung: Wirbelkörpervorderwand und -hinterwand des am schwersten Verletzten WK, Hinterkantenhöhe des kranialen und kaudalen WK [mm]
 - GDW monosegmental [°]
 - GDW bisegmental [°]
 - SKW bisegmental [°]
 - Sagittal-/Seitverschiebung [%]
 - Einengung des Spinalkanals (CT/MRT) [%]
 - Befund Myelon und Bandscheibe

Das Datenbanksystem bot die Möglichkeit, NU-Parameter auch mehrfach zu

M. Reinhold · C. Knop · R. Beisse · L. Audigé · F. Kandziora · A. Pizanis · R. Pranzl · E. Gercek · M. Schultheiss · A. Weckbach · V. Bühren · M. Blauth
Operative Behandlung traumatischer Frakturen der Brust- und Lendenwirbelsäule.
Teil I: Epidemiologie

Zusammenfassung

Integraler Bestandteil und Ziel der mehr als 10 Jahre fortbestehenden Arbeitsgemeinschaft „Wirbelsäule“ (AG WS) der Deutschen Gesellschaft für Unfallchirurgie (DGU) ist die Evaluation und Verbesserung der operativen Behandlung von Verletzungen der Wirbelsäule. In drei konsekutiven Berichten (Epidemiologie – Operation und röntgenologische Befunde – Nachuntersuchung) präsentieren die Autoren Ergebnisse der zweiten, multizentrischen Sammelstudie (MCS II) der AG WS. Das Ziel der Studie war, einen aktuellen Überblick über die Behandlung von Verletzungen der gesamten Brust- und Lendenwirbelsäule (T1–L5) zu gewinnen: Welche Verletzungen werden mit welchen Verfahren behandelt und wie sind Behandlungsverlauf und Ergebnisse anhand klinischer und röntgenologischer Parameter?

Im vorliegenden ersten Teilbericht werden das Studienkonzept, das neue internetbasierte Datenbanksystem und die epidemiologischen Daten des Gesamtkollektivs mit seinen drei Behandlungsgruppen beschrieben, nämlich operative (OP) und nichtoperative Behandlung (KONS) sowie die Knochenzementaugmentation durch Kypho- oder Vertebroplastie (PLASTIE).

In die Studie wurden insgesamt 865 Patienten (OP n=733, KONS n=52, PLASTIE n=69, Sonstige n=7) aus 8 deutschen und österreichischen Kliniken eingeschlossen. Die häufigsten Unfallursachen in der operierten Gruppe waren Verkehrsunfälle 27,1% und banale Stürze 15,8% (KONS 55,8% und PLASTIE 66,7%). Es wurden 548 (63,3%) Kompressions- (Typ A), 181 (20,9%) Distraktions- (Typ B) und 136 (15,7%) Rotationsverletzungen an-

hand der Magerl-/AO-Klassifikation diagnostiziert. Die Frakturen betrafen in 68,8% der Fälle den thorakolumbalen Übergang (T11–L2). Typ-B- und -C-Verletzungen waren mit einem höheren Risiko für das Auftreten von Begleitverletzungen, neurologischen Defiziten oder zusätzlichen Wirbelfrakturen verbunden. Der durchschnittliche Ausgangswert des VAS-Wirbelsäulenscores für den Zeitpunkt vor dem Unfall variierte in den Behandlungsgruppen (OP 80, KONS 75, PLASTIE 72) und sank mit zunehmendem Alter ($p<0,01$).

Schlüsselwörter

Arbeitsgemeinschaft „Wirbelsäule“ der DGU · Frakturbehandlung · Wirbelsäule · Multizentrische Sammelstudie · Online-Datenbank · Epidemiologie

Operative treatment of traumatic fractures of the thoracic and lumbar spinal column. Part I: Epidemiology

Abstract

The Spine Study Group (AG WS) of the German Trauma Association (DGU) has now been in existence for more than a decade. Its main objective is the evaluation and optimization of the operative treatment for traumatic spinal injuries. The authors present the results of the second prospective internet-based multicenter study (MCS II) of the AG WS in three consecutive parts: epidemiology, surgical treatment and radiologic findings and follow-up results. The aim of the study was to update and review the state-of-the art for treatment of spinal fractures for thoracic and lumbar spine (T1–L5) injuries in German-speaking countries: which lesions will be treated with which procedure and what differences can be found in the course of treatment and the clinical and radiological outcome?

This present first part of the study outlines the new study design and concept of an internet-based data collection system. The epidemiologic findings and characteristics of the three major treatment subgroups of the study collective will be presented: operative treatment (OP), non-operative treatment (KONS), and patients receiving a kyphoplasty and/or vertebroplasty without additional instrumentation (PLASTIE).

A total of 865 patients (OP n=733, KONS n=52, PLASTIE n=69, other n=7) from 8 German and Austrian trauma centers were included. The main causes of accidents in the OP subgroup were motor vehicle accidents 27.1% and trivial falls 15.8% (KONS 55.8%, PLASTIE 66.7%). The Magerl/AO classification scheme was used and 548 (63.3%) compres-

sion fractures (type A), 181 (20.9%) distraction injuries (type B), and 136 (15.7%) rotational injuries (type C) were diagnosed. Of the fractures 68.8% were located at the thoracolumbar junction (T11–L2). Type B and type C injuries carried a higher risk for concomitant injuries, neurological deficits and additional vertebral fractures. The average initial VAS spine score, representing the status before the trauma, varied between treatment subgroups (OP 80, KONS 75, PLASTIE 72) and declined with increasing patient age ($p<0.01$).

Keywords

Spine Study Group (AG WS) of the German Trauma Association (DGU) · Fracture treatment · Spinal column · Multicenter study · Online database · Epidemiology

Tab. 1 Anzahl der beigetragenen Fälle und Kliniken in alphabetischer Reihenfolge

Stadt	Klinik	Anzahl der Fälle (n)		
		Baseline-Daten	Metallentfernung ^a	Nachuntersuchung
Berlin	Charité	152	20	89
Homburg	Chirurgische Universitätsklinik	85	51	66
Innsbruck	Medizinische Universität Innsbruck – Klinik für Unfallchirurgie und Sporttraumatologie	147	83	118
Klagenfurt	Landeskrankenhaus	50	19	30
Mainz	Universitätsklinik	35	22	30
Murnau	Berufsgenossenschaftliche Unfallklinik	242	119	194
Ulm	Universitätsklinikum	67	36	40
Würzburg	Chirurgische Universitätsklinik	87	32	71

^a Metallentfernungen bei Patienten der Subgruppen Dorsal und Kombi.

Tab. 2 Altersverteilung des Patientenkollektivs (n=865)

Altersgruppe (Jahre)	16–20		21–40		41–60		>61	
Anzahl der Patienten	n=84	9,7%	n=317	36,6%	n=282	32,6%	182	21%

Tab. 3 Häufigkeiten der Frakturtypen in Abhängig von der Behandlungsgruppe (ohne Sonstige)

Frakturtyp AO/Magerl	OP		KONS		PLASTIE		Gesamt	
	n	[%]	n	[%]	n	[%]	n	[%]
A	424	57,8%	48	92,3%	69	100,0%	541	63,3%
B	178	24,3%	3	5,8%			181	21,2%
C	131	17,9%	1	1,9%			132	15,4%
Gesamt	733	100,0%	52	100,0%	69	100,0%	854	100%

unterschiedlichen Nachuntersuchungszeitpunkten zu dokumentieren. Die folgenden Daten sollten jedoch mindestens einmal komplett abgefragt werden:

- Nachuntersuchung (NU)
 - Datum der NU, Patientenstatus, Alkohol-/Nikotinabusus
- Postoperativer Verlauf
 - Dauer der Erstversorgung, Finger-Boden-Abstand, Reha-/physiotherapeutische Maßnahmen und deren Dauer, Arbeitsunfähigkeit/Rente, Details zum Nachuntersuchungsergebnis (Freizeit/Beruf/Rückenfunktion/Zugangsmorbidität)
 - Komplikationen nach der Entlassung aus dem Krankenhaus
- Radiologische Parameter bei NU
 - GDW monosegmental [°]
 - GDW bisegmental [°]
 - SKW bisegmental [°]
 - Beurteilung des knöchernen Durchbaus (Spondylodese)

Das Datenbankkonzept sah vor, dass alle Formulare und Subformulare von Zugangsberechtigten zu unterschiedlichen Zeitpunkten und von jedem Ort mit verfügbarem Internetanschluss, z. B. innerhalb der Klinik (Station, Operationsaal, Poliklinik) ausgefüllt werden konnten, um eine zeitnahe Dokumentation zu gewährleisten.

Die Datensicherheit war durch Zugangskontrolle zum System, routinemäßige Backups, Doppelservers und gesicherte Serverräume gegeben. Um den gesetzlichen Vorschriften zum Schutz sensibler Daten, wie zum Beispiel dem Online-Banking, Rechnung zu tragen, wurde eine 128-Bit-Verschlüsselungstechnik angewendet. Eine detailliertere Beschreibung des Systems ist der Publikation von Knop et al. [20] zu entnehmen.

Vor dem Studienbeginn wurde das Studienprotokoll der MCSII vom Studienadministrator der Ethikkommissi-

on der Medizinischen Universität Innsbruck zur Prüfung vorgelegt und genehmigt. Teilnehmende Zentren holten entsprechend dieses ersten Antrags Genehmigungen von den Ethikkommissionen ihres Zuständigkeitsbereichs ein. Patienten wurden individuell über die Studie aufgeklärt und deren Einwilligung zur Teilnahme übereinstimmend mit geltenden Richtlinien der Ethikkommissionen schriftlich dokumentiert. Sensible Daten, wie zum Beispiel Name des Patienten und des behandelnden Arztes, wurden anonymisiert ausgewertet.

Der umfassende Datensatz der MCSII ist geistiges Eigentum der Arbeitsgemeinschaft Wirbelsäule der DGU. Auswertungen oder Publikation des umfassenden Datensatzes bedürfen der Zustimmung der AG WS. Dagegen stehen die eigenen Datensätze der beigetragenen Fälle jeder Klinik jederzeit zur freien Verfügung und können in Bern angefordert werden.

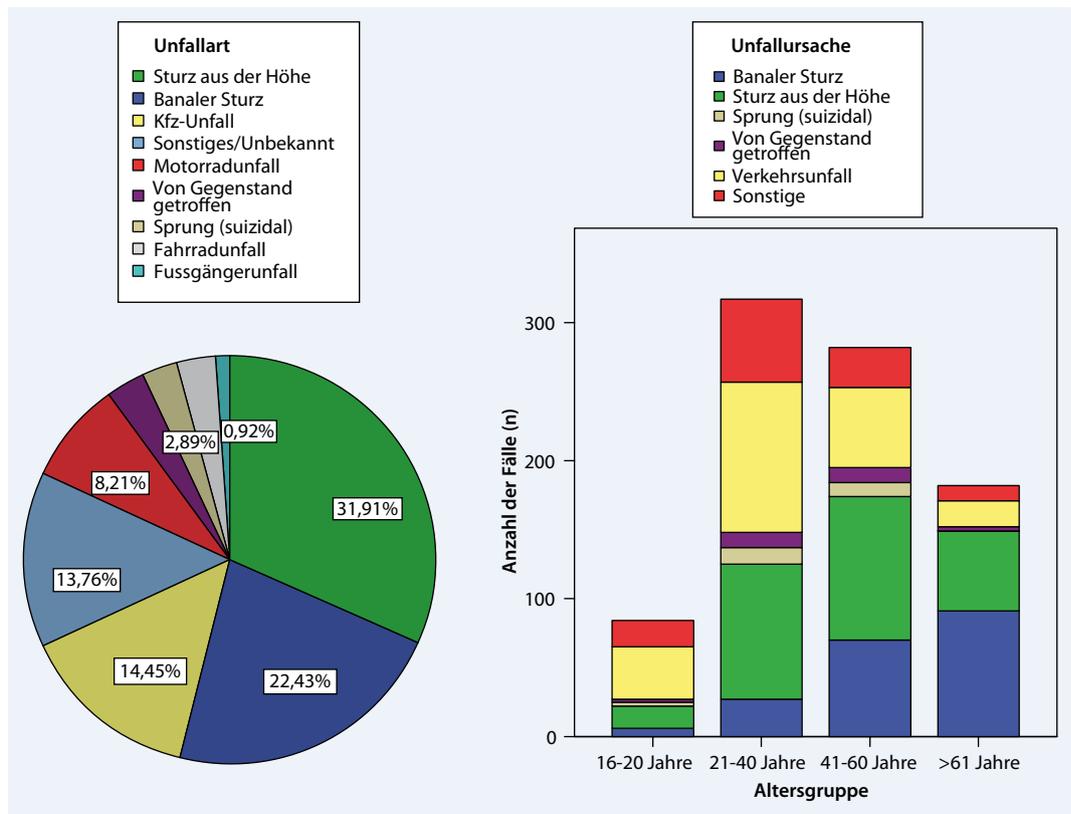
Statistische Auswertung

Das Datenmanagement und die statistische Auswertung der Ergebnisse erfolgten mit STATA (Version 9, STATA Inc.) und SPSS (Version 13, SPSS Inc.) für Windows. Statistische Tests wurden verwendet, um die Zusammenhänge von demographischen Basisparameter (z. B. Patientenalter und Unfallart) und den vorgefundenen Verletzungsmustern zu untersuchen. Für die statistischen Berechnungen wurden standardisierte Tests (T-, Wilcoxon-, Mann-Whitney-Test, χ^2 -Test, Varianz- und Regressionsanalyse) verwendet.

Ergebnisse

In der Datenbank dokumentierten 18 Kliniken insgesamt Primärdaten von 1830 Patienten [20]. Durch die Anwendung der im Studienprotokoll definierten Ein- und Ausschlusskriterien auf diesen Datenpool verblieben 865 Patienten aus 8 Kliniken für das eigentliche Studienkollektiv (■ Tab. 1).

Des Weiteren wurde das Gesamtkollektiv (n=865) zunächst in die drei oben genannten Behandlungsgruppen aufgeteilt: Gruppe der operativ behandelten Patienten „OP“ (n=733), der nichtoperativ behandelten Patienten „KONS“ (n=52)



und die mit Kypho-/Vertebroplastie behandelten (ohne zusätzliche Stabilisierung mit Implantaten) „PLASTIE“ (n=69) (Sonstige Behandlung n=7).

Die 7 unter „sonstige Behandlung“ subsumierten Fällen wurden keiner Behandlungsgruppe eindeutig zugeordnet, da ursprünglich vorgesehene Behandlungsformen nicht angewendet werden konnten oder abgebrochen wurden (z. B. weil der Patient auf der Intensivstation vor der geplanten Operation verstarb).

Demographie

Das gesamte Patientenkollektiv umfasste 542 (62,7%) Männer und 323 (37,3%) Frauen. Das Durchschnittsalter zum Zeitpunkt des Unfalls aller Patienten betrug 44 Jahre (16–95 Jahre) und unterschied sich im Mittel um 5 Jahre zwischen Männern 42 Jahren (16–85 Jahre) und Frauen 47 Jahren (16–95 Jahre) (■ **Tab. 2**).

Durchschnittsalter und Geschlechterverhältnisse (w.:m.) lagen in den Behandlungsgruppen OP bei 41 Jahren (1:1,9), KONS bei 53 Jahren (1:1,1) und PLASTIE bei 69 Jahren (1:0,4).

Unfalldaten

Die Unfallursachen für die Wirbelsäulenverletzungen (■ **Abb. 1**) waren in absteigender Häufigkeit: „Sturz aus der Höhe“ (n=276), Verkehrsunfälle (n=224) und „banaler Sturz“ (n=194).

Die Unfallursache „banaler Sturz“ machte in der Behandlungsgruppe OP einen Anteil von 15,8% aus. In den Gruppen KONS und PLASTIE betrug dieser Anteil 55,8% und 66,7%. Dagegen waren „Verkehrsunfälle“ (OP 27,1%; KONS 25%; PLASTIE 14,5%) und „Sturz aus der Höhe“ (OP 34,8%; KONS 13,5%; PLASTIE 14,5%) als Unfallursache in der Behandlungsgruppe OP häufiger.

Ein signifikanter Zusammenhang bestand zwischen der Unfallursache und dem Verletzungstyp nach der AO-/Magerl-Klassifikation ($p < 0,001$; χ^2 -Test). Das relative Risiko (RR) eine Typ-A-Fraktur im Rahmen eines banalen Sturzes zu erleiden, war statistisch signifikant ($p < 0,001$) 1,6-mal höher als das Risiko Kompressionsbrüche durch andere Unfallmechanismen zu erleiden. Gleichzeitig war das relative Risiko (RR) für Typ B/C-Verlet-

zungen als Folge eines Hoch-Energie-Traumas, wie z. B. eines Sturzes aus der Höhe oder Kfz-/Motorradunfalls, 3,7-mal ($p < 0,001$) höher als dies im Rahmen eines banalen Sturzes zu erwarten war.

Es gab statistisch signifikante Zusammenhänge zwischen der Unfallursache und dem Patientenalter ($p < 0,001$, ANOVA): Die durch einen banalen Sturz verunfallten Patienten waren durchschnittlich 58 Jahre (16–95 Jahre) alt. Das Durchschnittsalter dieser Patientengruppe war somit deutlich höher als das derer, die durch Verkehrsunfälle (36 Jahre [17–79 Jahre]), Stürze aus der Höhe (45 Jahre [16–83 Jahre]) oder aus anderer/unbekannter Ursache (36 Jahre [16–78 Jahre]) verunfallten.

Klassifikation und Lokalisation

Der am schwersten verletzte Wirbelkörper bzw. das betroffene Bewegungssegment wurde mit Hilfe der 1994 von Magerl et al. [22] eingeführten Klassifikation für Verletzungen der Brust- und Lendenwirbelsäule beurteilt: 548-mal (63,3%) wurde eine Wirbelsäulenverletzung vom Typ A,

Tab. 4 Häufigkeit der Frakturlokalisation in Abhängigkeit von der Behandlungsgruppe (ohne Sonstige)

Lokalisation	Behandlungsgruppe							
	OP		KONS		PLASTIE		Gesamt	
	n	[%]	n	[%]	n	[%]	n	[%]
BWS	145	19,8	5	9,6	5	7,2	155	18
TLÜ	491	67,0	39	75,0	58	84,1	588	69
LWS	97	13,2	8	15,4	6	8,7	111	13
Gesamt	733	100	52	100	69	100	854	100

Tab. 5 Erwartete und tatsächliche Häufigkeiten für Verletzungstyp (Magerl A/B/C) und Patientenalter

		Altersgruppe (Jahre)				Gesamt	
		16–20	21–40	41–60	>61		
AO/Magerl-Typ	A	Anzahl	46	162	191	149	548
		Erwartete Anzahl	53,2	200,8	178,7	115,3	548,0
		Standardisierte Residuen	-1,0	-2,7	0,9	3,1	
	B	Anzahl	23	85	49	24	181
		Erwartete Anzahl	17,6	66,3	59,0	38,1	181,0
		Standardisierte Residuen	1,3	2,3	-1,3	-2,3	
	C	Anzahl	15	70	42	9	136
		Erwartete Anzahl	13,2	49,8	44,3	28,6	136,0
		Standardisierte Residuen	0,5	2,9	-0,4	-3,7	
Gesamt	Anzahl	84	317	282	182	865	
	Erwartete Anzahl	84,0	317,0	282,0	182,0	865,0	

Tab. 6 Schadensskala zur Erfassung von motorischen und sensiblen Funktionsstörungen. (Mod. nach Frankel et al. [10])

Grad	Charakteristika
A	Komplett: Keine sensible oder motorische Funktion ist in den sakralen Segmenten S4 bis S5 erhalten
B	Inkomplett: Sensible, aber keine motorische Funktion ist unterhalb des neurologischen Niveaus erhalten und dehnt sich bis in die Sakralsegmente S4/S5 aus
C	Inkomplett: Motorische Funktion ist unterhalb des neurologischen Niveaus erhalten, und die Mehrzahl der Kennmuskeln unterhalb des neurologischen Niveaus hat einen Muskelkraftgrad von <3
D	Inkomplett: Motorische Funktion ist unterhalb des neurologischen Niveaus erhalten, und die Mehrheit der Kennmuskeln unterhalb des neurologischen Niveaus hat einen Muskelkraftgrad von ≥3
E	Normal: Sensible und motorische Funktionen sind normal

181-mal (20,9%) vom Typ B und 136-mal (15,7%) vom Typ C diagnostiziert.

Das Balkendiagramm (Abb. 2) zeigt die Häufigkeit (n) der Verletzungstypen und differenzierte die Verletzungen anhand der nächsten Ebene des Klassifikationsschemas (A1–C3). Bersenbrüche (A3) wurden als häufigste

Kompressionsverletzungen identifiziert und kamen 429-mal (82,7%) vor. Unter den Distractionsverletzungen dominierten (n=88; 57,5%) ligamentäre, dorsale Zerreißen durch die Intervertebralgelenke (Typ B1) und schließlich in der Gruppe der Typ-C-Verletzungen Kombinationen aus Rotationsverletzungen mit

einer Wirbelfraktur vom Typ A (n=76; 64,6%).

A-, B- und C-Verletzungen waren in den drei Behandlungsgruppen unterschiedlich oft vertreten. Die Behandlungsgruppe PLASTIE enthält n=28 (40,6%) Impressionsfrakturen (Typ A1), die in der Behandlungsgruppe KONS nicht vorkommen. B- und C-Verletzungen wurden bis auf wenige Ausnahmen operativ versorgt (Tab. 3).

Abb. 3 zeigt die Häufigkeit und Lokalisation des jeweils am schwersten verletzten Wirbelkörpers. Die Verteilung der Frakturlokalisation auf die drei funktionellen Abschnitte Brustwirbelsäule (BWS, T1–T10), thorakolumbaler Übergang (TLÜ, T11–L2) und Lendenwirbelsäule (LWS, L3–L5), folgte einem typischen Muster, bei dem der TLÜ 595-mal (68,8%) und am häufigsten betroffen war, gefolgt von 158 (18,3%) Verletzungen der BWS und 112 (12,9%) der LWS.

Der thorakolumbale Übergang war in allen drei Behandlungsgruppen in 67–84% der Fälle am häufigsten von Verletzungen betroffen (Tab. 4).

Es wurden unterschiedliche Häufigkeiten von A-, B- und C-Läsionen in den verschiedenen Wirbelsäulenabschnitten beobachtet. An der BWS fanden sich lediglich in 28,5% A-Verletzungen, gegenüber 70,9% am TLÜ und 72,3% an der LWS. Entsprechend höher war der Anteil der B- und C-Verletzungen an der BWS:

- BWS: A (28,5%), B (36,7%), C (34,8%)
- TLÜ: A (70,9%), B (18,2%), C (10,9%)
- LWS: A (72,3%), B (13,4%), C (14,3%)

Um das Ausmaß der Verletzung zu erfassen, waren auch zusätzliche Wirbelfrakturen anzugeben: Demnach erlitten 750 Patienten (86,7%) mono- oder bisegmentale Wirbelsäulenverletzungen. In 66 Fällen (7,6%) waren Patienten durch Verletzungen von mehr als zwei benachbarten Bewegungssegmenten betroffen oder hatten in weiteren 49 weiteren Fällen (5,7%) Mehretagenverletzungen, d. h. es lagen unverletzte Segmente zwischen den betroffenen Bewegungssegmenten oder Wirbelkörpern. Im Gesamtkollektiv befanden sich 274 (31%) Fälle, die eine oder mehrere zusätzliche (Spannweite 1–8) Wirbelfrakturen aufwiesen.

Es gab statistisch signifikante Unterschiede zwischen den Frakturtypen nach AO/Magerl und der Verletzungsausdehnung ($p < 0,001$; χ^2 -Test). Die relative Häufigkeit von Mehrsegment- und Mehretagenverletzungen stieg im Zusammenhang mit dem Verletzungstyp A (5% Mehrsegmentverletzungen, 3% Mehretagenverletzung), Typ B (12% Mehrsegmentverletzungen, 9% Mehretagenverletzung) und Verletzungstyp C (15% Mehrsegmentverletzungen, 12% Mehretagenverletzung) kontinuierlich an. Genauso korrelierte eine steigende Anzahl zusätzlicher Wirbelkörperfrakturen in Verbindung mit Verletzungen vom Typ A bis C ($p < 0,01$; Spearman-Rho).

Das durchschnittliche Patientenalter von Patienten mit Typ A (47,2 Jahre; 16–95 Jahre), Typ B (39,2 Jahre; 16–84 Jahre) und Typ C Verletzungen (37,2 Jahre; 16–80 Jahre) unterschied sich signifikant ($p < 0,001$; ANOVA). Somit war das relative Risiko der unter 40-jährigen Patienten eine schwerwiegendere Verletzungen des Typs B oder C zu erleiden gegenüber dem der über 40-jährigen Patienten 1,8-mal höher ($p < 0,001$, χ^2 -Test) (Tab. 5).

Neurologischer Befund bei stationärer Aufnahme

Zur Klassifikation der Querschnittslähmungen wurde die modifizierte Schandesskala nach Frankel/ASIA [2, 10] verwendet (Tab. 6). 69 (8%) Patienten wiesen bei ihrer Aufnahme eine komplette Querschnittsläsion (Frankel/ASIA A) auf. 130 (15%) Patienten erlitten inkomplette Querschnittslähmungen (Frankel/ASIA B–D) oder blieben in 666 (77%) Fällen ohne neurologische Ausfälle (Frankel/ASIA E).

Entsprechend einer unterschiedlichen Verteilung der Verletzungsschwere nach der AO-/Magerl-Klassifikation in den drei Wirbelsäulenabschnitten, unterschied sich auch die Häufigkeit und Schwere der neurologischen Begleitverletzung: 36,7% aller Fraktur der BWS gingen mit neurologischen Defiziten (ASIS A–D) einher. Dieser Anteil war damit fast doppelt so hoch wie der im Bereich des TLÜ mit

Abb. 2 ▶ Häufigkeiten der verschiedenen Verletzungstypen (n=865): Klassifiziert wurde das jeweils am schwersten verletzte Wirbelsegment anhand der Magerl-/AO-Klassifikation für Verletzungen der Brust- und Lendenwirbelsäule. n/a: 77-mal wurde keine Untergruppe für die Verletzung angegeben

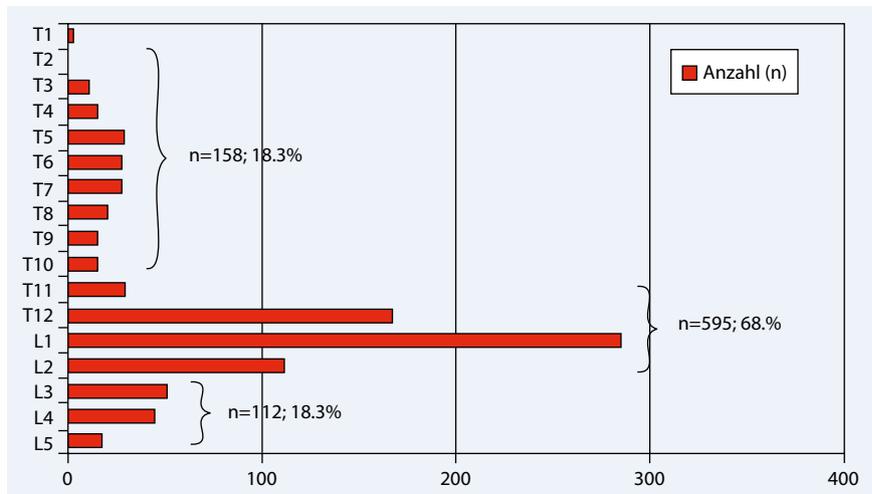
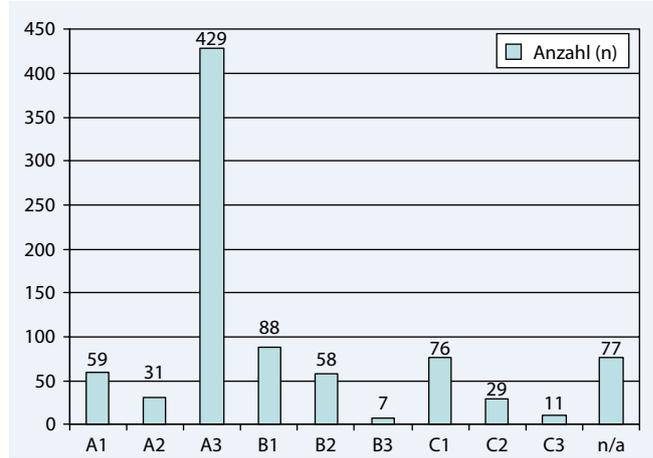


Abb. 3 ▲ Lokalisation der Wirbelsäulenverletzungen (n=865)

19,5% oder der LWS mit 19,6% ($p < 0,001$; χ^2 -Test). Komplette Querschnittslähmung (Frankel/ASIA A) wurden an der BWS deutlich häufiger beobachtet. Dies gilt für A- (n=4, 8,9%), B- (n=11, 18,9%) und C-Verletzungen (n=21, 38,2%). Am thorakolumbalen Übergang traten komplette Querschnittslähmungen (Frankel/ASIA A) nach A- (n=4; 0,9%), B- (n=8; 7,4%) und C-Verletzungen (n=19; 29,2%) seltener ein (Tab. 7).

Der Schweregrad (Frankel/ASIA A–E) neurologischer Ausfallerscheinungen korrelierte signifikant ($p < 0,01$; Spearman-Rho) mit der Frakturklassifikation nach MAGERL (A–C). Dies zeigte sich deutlich daran, dass sowohl die relative Häufigkeit von Patienten mit kompletten Querschnittslähmungen (Frankel/ASIA A) in den Patientengruppen mit Typ-A- (2%), B- (11%) und C-Frak-

turen (30%) als auch die Häufigkeit inkompletter QS-Läsionen (Frankel/ASIA B–D) mit A- (10%), B- (21%) und C-Verletzungen (27%) anstiegen. Umgekehrt nahm die relative Häufigkeit von Patienten ohne neurologische Ausfälle (ASIA E) in den Frakturgruppen A (89%), B (68%) und C (43%) ab.

Anzahl und relative Häufigkeit von kompletten QS-Läsionen (Frankel/ASIA A), inkompletten QS (Frankel/ASIA B–D) und Patienten ohne neurologische Ausfälle (Frankel/ASIA E) in der unterschiedlichen Behandlungsgruppen OP, KONS, PLASTIE sind in Tab. 8 zusammengefasst.

Der prozentuale Anteil aller operierten Patienten mit inkompletten und kompletten QS-Läsionen war in der Subgruppe kombiniert versorgter Fälle mit 31,3% am größten (Tab. 9).

Tab. 7 Zusammenhang von Frakturtyp, -lokalisierung und neurologischen Ausfällen

	Frakturlokalisierung																	
	BWS						TLÜ						LWS					
	Frakturtyp						Frakturtyp						Frakturtyp					
	A	B	C	A	B	C	A	B	C	A	B	C						
n	[%]	n	[%]	n	[%]	n	[%]	n	[%]	n	[%]	n	[%]	n	[%]			
Kompletter QS	4	8,89	11	18,97	21	38,18	4	0,95	8	7,41	19	29,23			1	6,67	1	6,25
Inkompletter QS	2	4,44	9	15,52	11	20,00	41	9,72	26	24,07	19	29,23	10	12,35	5	33,33	7	43,75
Keine neurologischen Ausfälle	39	86,67	38	65,52	23	41,82	377	89,34	74	68,52	27	41,54	71	87,65	9	60,00	8	50,00
Gesamt	45	100	58	100	55	100	422	100	108	100	65	100	81	100	15	100	16	100

Tab. 8 Anzahl und relative Häufigkeiten von kompletten und inkompletten QS-Läsionen sowie von Patienten ohne neurologische Ausfälle

	Behandlungsgruppe							
	OP		KONS		PLASTIE		Sonstige	
	Neurologie bei Aufnahme (inkomplett vs. komplett)							
	n	[%]	n	[%]	n	[%]	n	[%]
Kompletter QS (Typ A)	66	9,0					3	42,9
Inkompletter QS (Typ B–D)	124	16,9			1	1,4		
Keine neurologischen Ausfälle (Typ E)	543	74,1	52	100	68	98,6	4	57,1
Gesamt	733	100	52	100	69	100	7	100

Tab. 9 Neurologischer Status bei stationärer Aufnahme nach Unfall und Operationstechnik

	Operationstechnik					
	Dorsal		Ventral		Kombiniert	
	Neurologie bei Aufnahme (inkomplett vs. komplett)					
	Anzahl	[%]	Anzahl	[%]	Anzahl	[%]
Kompletter QS (A)	33	8,7			33	10,3
Inkompletter QS (B–D)	56	14,7	1	2,9	67	21,0
Keine neurologischen Ausfälle (Typ E)	291	76,6	33	97,1	219	68,7
Gesamt	380	100	34	100	319	100

Begleitverletzungen

Begleitverletzungen und Begleitverletzungsschwere wurden mit Hilfe des Abbreviated Injury Scale (AIS) dokumentiert. Ausgenommen der Rubriken BWS/Thorax und LWS/Abdomen/Beckenorgane, waren insgesamt 49,1% aller Patienten von mindestens einer der 825 mit dem AIS registrierten Begleitverletzungen betroffen. Die Verletzungen wur-

den nach Schweregrad und Körperregion in **Tab. 10** aufgelistet. Am häufigsten ($n=275$; 31,8%) waren gleichzeitig die Extremitäten und/oder der Beckenring verletzt. Schwere- und schwerste Begleitverletzungen mit unsicherer Überlebenschance wurden gehäuft durch begleitende Verletzungen der Regionen Kopf/Hals/HWS verursacht.

206 (23,8%) Patienten erlitten mindestens eine der oben genannten Begleit-

verletzungen. 100 (11,6%) Patienten erlitten gleichzeitig zwei und 109 (13,8%) Patienten 3–4 Begleitverletzungen unterschiedlichen Ausmaßes.

Einfache Kompressionsbrüche (Typ A) wurden 327-mal (74,3%) als isolierte Wirbelsäulenverletzung ohne jegliche Begleitverletzung registriert. Dieser Anteil beträgt bei Patienten mit einer Wirbelsäulenläsion vom Typ C nur noch 10% ($n=44$). Die Begleitverletzungsrate (≥ 2) stieg bei Typ-A-Läsionen (16,1%), Typ B (33,7%) bis Typ C (47,7%). Dieser Zusammenhang war statistisch signifikant ($p < 0,01$ Spearman-Rho). Obwohl kein kausaler Zusammenhang zwischen Frakturtyp nach Magerl und der Anzahl der Begleitverletzung bestand, betrug das relative Risiko für das Auftreten von einer oder mehr Begleitverletzungen bei B-/C-Verletzungen 1,7 gegenüber dem für A-Verletzungen.

Zur numerischen Beschreibung der Verletzungsschwere wurde zusätzlich der Injury Severity Score (ISS) (0 bis 75 Punkte) berechnet [4]. Höhere Punktwerte im ISS bedeuten schwerere Verletzungen. In der Behandlungsgruppe OP und deren Untergruppen betrug der ISS im Mittel 14,6 (1–57 Punkte) und lag in den Subgruppen bei durchschnittlich „Dorsal“ 14,2 Punkten, „Ventral“ 11,4 Punkten und „Kombiniert“ 13,8 Punkten. Geringere Punktwerte wurden für die Behandlungsgruppen KONS (11,9 Punkte) und PLASTIE (6,8 Punkte) gefunden. Signifikante Zusammenhänge ($p < 0,001$) bestanden für die Verletzungsschwere nach ISS und neurologischen Begleitverletzungen bei der stationären Aufnahme. Patienten mit Neurologie hatten einen ISS von durchschnittlich

Tab. 10 Begleitverletzungen und Begleitverletzungsschwere anhand des Abbreviated Injury Score (AIS)

Verletzungsschwere (AIS)	Kopf/Hals/HWS		Gesicht		Extremitäten/ Beckenring		Körper- oberfläche		BWS/Thorax		LWS / Abdomen Beckenorgane	
	n	[%]	n	[%]	n	[%]	n	[%]	n	[%]	n	[%]
1 (gering)	46	5,3	69	8	54	6,2	146	16,9	25	3,0	21	6,2
2 (mittelmäßig)	56	6,5	43	5	102	11,8	57	6,6	81	9,7	127	15,6
3 (schwer, nicht lebensbedrohlich)	60	6,9	23	2,7	101	11,7	10	1,2	275	32,9	377	46,4
4 (schwer, lebensbedrohlich)	31	3,6	2	0,2	15	2,1	3	0,3	68	8,1	25	3,1
5 (kritisch, Überleben unsicher)	3	0,3					1	0,1	2	0,2	2	0,2
Gesamt	196	22,7	137	15,8	275	31,8	217	25,1	383	44,3	552	63,8
									n=30 fehlende Angaben		n=53 fehlende Angaben	

Prozentangaben bezogen auf das Gesamtkollektiv von 865 Patienten

18,0 (4–75) Punkte vs. 13 (1–57) Punkte bei Patienten ohne Neurologie. Für die drei Verletzungstypen nach AO/Magerl errechneten sich jeweils ISS-Mittelwerte von Typ A: 11 Punkten, Typ B: 17 Punkten und Typ C: 21 Punkten.

VAS Wirbelsäulenscore vor Unfall

Zur Erfassung des subjektiven Empfindens von Rückenschmerzen und anderen Funktionsbeeinträchtigungen von Seiten der Wirbelsäule wurde ein individueller „Ausgangswert“ für die Zeit vor dem Unfall mit Hilfen des validierten VAS-Wirbelsäulenscores erhoben [19]. Dieser Ausgangswert wurde 654-mal (75,6%) bestimmt und lag für das Gesamtkollektiv bei 80 (Median 92) von 100 möglichen Punkten. Größere Punktwerte bedeuten weniger Beschwerden.

Die Mittelwerte lagen in den Behandlungsgruppen OP bei 80 (Median 94), KONS 75 (Median 80) und PLASTIE 72 Punkten (Median 76). Innerhalb der Behandlungsgruppe OP fanden wir in den Subgruppen folgende durchschnittliche Scores als Ausgangswert: Dorsal 86 (Median 96), Ventral 79 (Median 85) und Kombiniert 75 (Median 91) Punkte.

Mit zunehmendem Alter sank der Ausgangswert im VAS-Wirbelsäulenscore ($p < 0,01$ Spearman-Rho). Der Median der bis zu 20-jährigen Patienten lag bei 99 Punkten und in der Altersgruppe 21–40 Jahre bei 95 Punkten. Er betrug 90 in der Altersgruppe 41–60 Jahre und fiel auf einen Ausgangswert von 75 Punkte in der Altersgruppe der über 60-jährigen ($p < 0,001$; Kruskal-Wallis).

Diskussion

Anhand epidemiologischer Daten können Inzidenzanalysen für Wirbelsäulenverletzungen erstellt werden. Die Erhebungen sind hilfreich bei der Identifikation von Risikogruppen und ermöglichen das Abschätzen der Effektivität unterschiedlicher Behandlungsmethoden [26].

Die Inzidenz von Wirbelfrakturen in der Gesamtbevölkerung beträgt 64 pro 100.000 Einwohner [14]. Wirbelsäulenverletzungen bilden zum Beispiel einen relativ konstanten Anteil von 4–4,5% aller von der sozialen Unfallversicherung (AUVA, Österreich) jährlich erfassten und anerkannten Arbeitsunfälle von über 4,5 Mio. Versicherten (Erwerbstätige, Schüler und Studenten) [3].

Während der vergangenen 10 Jahre haben sich die operativen Behandlungsmethoden für Verletzungen der Brust- und Lendenwirbelsäule weiterentwickelt. Neue Zugangswege, verbesserte Operationsverfahren und neue Implantatdesigns haben das Spektrum der therapeutischen Möglichkeiten nicht nur für traumatische Anwendungen kontinuierlich erweitert. Diese Entwicklung spiegelt sich in den Zahlen einer aktuellen Analyse des europäischen Marktes für Wirbelsäulenimplantate mit prognostizierten jährlichen Wachstumsraten in der Größenordnung von 5,5–8% wider. Für den Zeitraum 2003 bis 2009 entspricht dieses Marktvolumen der Größenordnung von jährlich US-\$ 250.000.000 bis US-\$ 360.000.000 [24].

Als Konsequenz dieser Sachverhalte und aus der Zielsetzung der AG WS ergab

sich die Notwendigkeit einer Neuauflage der ersten multizentrischen Sammelstudie aus den Jahren 1994–1996 (MCS I) [16, 17, 18] in modifizierter Form. Die zweite, internetbasierte Multicenterstudie MCS II sollte dem Wandel der Zeit und den Veränderungen der traumatologischen Wirbelsäulen Chirurgie der letzten 10 Jahre Rechnung tragen.

Das Studienziel dieser zweiten Multicenter Studie der Arbeitsgemeinschaft Wirbelsäule der Deutschen Gesellschaft für Unfallchirurgie war es, ein repräsentatives und aktualisiertes Bild des „State of the art“ der traumatologischen Wirbelsäulen Chirurgie im deutschsprachigen Raum zu zeichnen.

Zur Datenerfassung und deren Verwaltung wurde ein neues, zentrales, internetbasiertes Datenbanksystem genutzt. Die MCS II sollte dem Entwickler (Institut für evaluative Forschung in der orthopädischen Chirurgie (IEFO – Universität Bern)) gleichzeitig als Pilotstudie zur Erprobung und Testung des Systems in Bezug auf seine „Alltagstauglichkeit“ dienen. Über die Systemkomponenten und das Datenbankkonzept wurde bereits im Detail berichtet [20].

Während des Erfassungszeitraums und der Nachuntersuchungsphase wurden regelmäßige Arbeitstreffen der AG WS dazu genutzt, um die gesammelten Erfahrungen der Anwender mit der Datenbank im klinischen Alltag auszutauschen. Trotz permanenter Verfügbarkeit der Online-Datenbank, gestaltete sich die Dateneingabe zeitaufwendig. Der Rückfluss von Primärdaten bereits eingepflegter und erfasster Patienten für Zwischenanalysen

war anfänglich fehlerhaft und hatte wiederholte zeitaufwendige Datenbankabfragen zur Folge.

Trotzdem gelang es, ein umfangreiches Datenmaterial zu Unfallhergang, Befund bei stationärer Aufnahme und der primären Behandlung aus immerhin 18 unfallchirurgischen Kliniken von über 1800 Patienten zusammengetragen. Im Laufe des Erfassungszeitraums konnten 865 Patienten aus 8 Kliniken in die Studie eingeschlossen werden. Grund für den Ausschluss waren ungenügende Nachuntersuchungsraten von <50%. Im Vergleich zur ersten Sammelstudie entspricht diese Fallzahl dennoch einer Steigerung um 27% während eines etwas kürzeren Erfassungszeitraums. Die geforderte Nachuntersuchungsquote von mindestens 50% konnte aus personellen und/oder zeitlichen Gründen von 10 aller ursprünglich beteiligten Kliniken nicht erbracht werden. Nichtsdestotrotz schien diese durch mehrheitlichen Beschluss gefasste Forderung unabdingbar, um eine aussagekräftige Datenqualität zu gewährleisten.

Bis heute wurden nur zwei umfassende prospektive multizentrische Sammelstudien zur Behandlung von Verletzungen der thorakolumbalen Wirbelsäule publiziert [12, 16, 17, 18]. Dies mag daran liegen, dass einerseits die Planung und Durchführung solcher Gemeinschaftsprojekte logistisch aufwendiger ist. Andererseits ist das Gelingen von einer intakten Arbeitsgruppe abhängig, die einen regelmäßigen Austausch über den Studienverlauf mit kontinuierlichem Monitoring erlaubt.

Für den Mehraufwand prospektiver Multicenterstudien spricht, dass im Vergleich zu individuellen Fallserien oder aufwendig angelegten retrospektiven Metaanalysen [8, 34] in relativ kurzer Zeit repräsentative Patientenzahlen unter kontrollierten Bedingungen rekrutiert werden können, die von einzelnen Institutionen nicht erreichbar sind. Als Alternative steht nur ein sehr langer Studienzeitraum zur Verfügung, der dann wiederum von wechselnden Behandlungsmethoden über die Zeit geprägt wäre. Besonders auf die Aktualität der Daten müsste dabei verzichtet werden [27].

Obwohl internetbasierte Datenbanksysteme prinzipiell gut zur Studierendurchführung dieser Art geeignet sind

[20], bestand bei dem evaluierten System nach Ansicht der Autoren Verbesserungspotenzial. Ausgereiftere Programmerroutinen zur Kontrolle und Vermeidung von Eingabefehlern wären wünschenswert. Ein ausführlicherer und automatisierter Datenabgleich oder Gegenproben mit bereits eingepflegten Daten könnte die Fehlerhäufigkeit reduzieren helfen. Die Effizienz des Datenbanksystems könnte so noch verbessert und zeitaufwendige, manuelle Fehlersuchen reduziert werden.

Aus der laufend aktualisierten medizinischen Statistik der Schweizerischen Sammelstelle für die Statistik der Unfallversicherungen (SSUV) können repräsentative Zahlen von Unfallursachen und Berufskrankheiten, medizinischen Diagnosen, therapeutischen Maßnahmen und Struktur der Heilkosten für Wirbelsäulenverletzte entnommen werden [29]. Die Sammelstelle erfasst laufend die Unfallgeschehen von rund 3,5 Mio. der obligatorisch unfallversicherten Beschäftigten in der Schweiz [30]. Aus der Statistik ging hervor, dass in den Jahren 1996 bis 2000 jährlich durchschnittlich 2637 Unfälle mit Wirbelsäulenverletzungen *ohne* Rückenmarkschädigung (ICD-9 Code 805) vorkamen. Davon betroffen waren überwiegend männliche Patienten (65%) mit einem Durchschnittsalter von 39,8 Jahren. Die durchschnittlichen Heilkosten betragen in diesen Fällen in den ersten 5 Jahren nach dem Unfall 11.300 €. Die Behandlungskosten der jährlich 131 Fälle von Verletzungen der Wirbelsäule *mit* Rückenmarkschädigung (ICD-9 Code 806) (\bar{O} Alter 37,5 Jahre) waren ungleich höher und betragen 110.742 € in den ersten 5 Jahren nach dem Unfall [29].

Ebenfalls mit Hilfe einer Versicherungsdatenbank (MHSIP) identifizierten Hu et al. [14] während eines Erfassungszeitraums über 36 Monate 944 Patienten mit Wirbelsäulenverletzungen, die einer stationären Behandlung bedurften. Das Geschlechterverhältnis w.:m. betrug 60:40 und bestand überwiegend aus jungen männlichen (2.–3. Lebensjahrzehnt) und älteren weiblichen Patienten (6.–7. Lebensjahrzehnt). Wirbelbrüche betrafen in 30% der Fälle die Brustwirbelsäule und in 43% der Fälle den thorakolumbalen Übergang [14].

Übereinstimmend mit den epidemiologischen Angaben relevanter Literatur bestehen die Patientenkollektive zwischen 60–70% aus männlichen Patienten zwischen dem 30. und 40. Lebensjahr [12, 16, 34]. Aufgrund der typischen Verteilung von Alter, Geschlecht und Frakturlokalisation operierter Patienten der vorliegenden Studie, konnte deshalb von einem repräsentativen Patientenkollektiv ausgegangen werden, das sich von der Struktur eines Kollektivs mit degenerativen Wirbelsäulenerkrankungen oder osteoporotischen Frakturen deutlich unterscheidet [9].

Eine Zunahme des durchschnittlichen Patientenalters (MCS I: 39 Jahre, MCS II: 44 Jahre) kann in der Literatur [15] und anhand anderer Datenbanken [31] gut nachvollzogen werden. Für die Jahre 1982–1989 wurde das Durchschnittsalter noch mit 33,5 Jahren [7] und 1973–1977 sogar mit 28,6 Jahren angegeben. Pickett et al. [26] fanden in einer kanadischen Population der Jahre 1997–2001 nicht nur eine Zunahme des Durchschnittsalters der Patienten mit traumatischen Rückenmarkverletzungen von 42 Jahren. Sie konnten außerdem eine bimodale Verteilung der Alterskurve mit einer höheren altersangepassten Inzidenz für Patienten >65 Jahre feststellen, die eine zweite Häufung neben dem „typischen“ Altersgipfel zwischen 20–40 Jahren überwiegend junger männlicher Erwachsener [23, 32] bedeutet. Sie konnten auf diese Weise die zweite Risikogruppe der über 60-Jährigen mit höherer Mortalität, Komplikationsrate und verzögerter Rehabilitation identifizieren.

Die zwei „klassischen“ in der Literatur am häufigsten beschriebenen Verletzungsursachen sind ein Sturz aus der Höhe (40–60%) und Verkehrsunfälle (25–40%), also Hochenergie oder Rasanztraumata [6, 12, 15, 16, 25]. Diese Unfallmechanismen ziehen bekanntermaßen einen höheren Anteil von B- und C-Verletzungen nach sich [22].

Neuere Literaturangaben [26] und die Ergebnisse der vorliegenden Studie deuten dagegen darauf hin, dass zukünftig „banale Stürze“ in Bodennähe vermehrt als Unfallursache für traumatische Wirbelsäulenverletzungen zu beobachten sein werden. In den vergangenen 30 Jahren hatte die Rate banaler Stürze als Ur-

Hier steht eine Anzeige.



sache von Wirbelsäulenverletzungen mit neurologischen Ausfällen von 16,5% in den 1970er Jahren bis auf 23,8% zwischen 2000 und 2003 zugenommen [15]. Geeignete Maßnahmen zur Sturzprophylaxe älterer Patienten werden deshalb an Bedeutung gewinnen [21].

Aufgrund des Studienprotokolls waren die „leichten“ A1-Verletzungen (Deckplattenimpaktionsbrüche) in unserem Patientenkollektiv unterrepräsentiert, da sie überwiegend nichtoperativ behandelt werden, Patienten in der Gruppe „KONS“ jedoch erst ab einer Verletzungsschwere A 2.3 inkludiert wurden. Anzahl, Häufigkeit und Lokalisation der drei Verletzungstypen (Typ A, B und C) entsprachen der bekannten Verteilung mit einer Häufung am thorakolumbalen Übergang und an der mittleren Brustwirbelsäule (T5–T7) [12, 16, 22] ■ **Abb. 3.**

Der Anteil der Patienten mit neurologischer Zusatzverletzung bei einer Verletzung am thorakolumbalen Übergang betrug etwa 20%. Diese Rate ist vergleichbar mit den publizierten Daten der MCS I von etwa 21% [16].

49,1% aller Patienten erlitten Begleitverletzungen unterschiedlichen Ausmaßes. Folgt man der Definition des Polytraumas als eine Mehrfachverletzung mit gleichzeitigem Vorliegen von Verletzungen mehrerer Körperregionen oder Organsystemen, die jede für sich oder in ihrer Kombination lebensbedrohlich sind, zählten wir 101 (11,7%) Patienten in unserer Studie und liegen damit im unteren Bereich der hierfür in der Literatur angegebenen Häufigkeit von 13–34% [13, 33, 35]. Kopf, Extremitäten und Thoraxverletzungen werden im Zusammenhang mit Wirbelsäulenverletzungen am häufigsten beobachtet [14, 16, 33].

Die Analyse der epidemiologischen Daten konnte im Hinblick auf die Verletzungsursachen, die Patientenzusammensetzung der Behandlungsgruppen, die Verletzungsarten und beobachtete Begleitverletzungsmuster keine grundlegenden Änderungen feststellen.

Eine Analyse der aktuell angewendeten Operationstechniken, der verwendeten Implantate, die Auswertung der radiologischen Parameter und Auflistung registrierter Komplikationen folgt in Teil II dieser Arbeit.

Fazit für die Praxis

Die zweite internetbasierte multizentrische Sammelstudie (MCS II) der Arbeitsgemeinschaft Wirbelsäule der Deutschen Gesellschaft für Unfallchirurgie ist eine repräsentative, umfassende Zusammenstellung eines Patientengutes mit frischen, traumatischen Verletzungen der gesamten Brust- und Lendenwirbelsäule. Die MCS II ergänzt die Ergebnisse 12 Jahre nach der ersten Sammelstudie der AG WS.

Die epidemiologischen Daten dieses ersten Teils sind die Grundlage der in zwei Teilen zusammengefassten und folgenden Ergebnisse von Operation und radiologischer Auswertung (Teil II) sowie der Nachuntersuchung (Teil III). Sie sind deshalb ein wesentlicher Bestandteil und unverzichtbar zum Verständnis der Ergebnisanalyse unterschiedlicher Behandlungs- und Operationskonzepte von komplexen Läsionen des Achsenskeletts und seiner Begleitverletzungen.

Korrespondenzadresse

Dr. M. Reinhold

Universitätsklinik für Unfallchirurgie und Sporttraumatologie,
Medizinische Universität Innsbruck
Anichstr. 35, 6020 Innsbruck
Österreich
maximilian.reinhold@i-med.ac.at

Danksagung. Die Autoren bedanken sich bei allen klinischen Mitarbeiter für ihr außergewöhnliches Engagement und bei Herrn Dr. S. Scholz-Odermatt für seinen Beitrag aus der aktuellen medizinischen Statistik der Schweizerischen Sammelstelle für die Statistik der Unfallversicherungen UVG (SSUV).

Interessenkonflikt. Der korrespondierende Autor gibt an, dass kein Interessenkonflikt besteht.

Literatur

- American Association for Automotive Medicine (1980) Die abgekürzte Verletzungsskala (AIS). Revidierte Fassung. Morton Grove
- American Spinal Injury Association (1992) ASIA Classification: Standards for neurological and functional classification of spinal cord injury. American spinal injuries association. Chicago
- AUVA (2006) AUVA Statistik
- Baker SP, O'Neill B, Haddon WJ, Long WB (1974) The injury severity score: a method for describing patients with multiple injuries and evaluating emergency care. *J Trauma* 14:187–196
- Beisse R, Muckley T, Schmidt MH et al (2005) Surgical technique and results of endoscopic anterior spinal canal decompression. *J Neurosurg Spine* 2(2):128–136
- Bensch FV, Koivikko MP, Kiuru MJ, Koskinen SK (2006) The incidence and distribution of burst fractures. *Emerg Radiol* 12(3):124–129
- Burney RE, Maio RF, Maynard F, Karunas R (1993) Incidence, characteristics and outcome of spinal cord injury at trauma centers in North America. *Arch Surg* 128(5):596–599
- Dickman CA, Yahiyo MA, Lu HT, Melkersen MN (1994) Surgical treatment alternatives for fixation of unstable fractures of the thoracic and lumbar spine. A meta-analysis. *Spine* 19(Suppl 20):2266S–2273S
- European Prospective Osteoporosis Study (EPOS) Group (2002) Incidence of vertebral fracture in Europe: results from the European prospective osteoporosis study (EPOS). *J Bone Miner Res* 17(4):716–724
- Frankel HL, Hancock DO, Hyslop G et al (1969) The value of postural reduction in the initial management of closed injuries of the spine with paraplegia and tetraplegia. I. *Paraplegia* 7(3):179–192
- Gebhard F, Weidner A, Liener UC et al (2004) Navigation at the spine. *Injury* 35(Suppl 1):45

Arbeitsgemeinschaft Wirbelsäule der DGU

Leiter

Prof. Dr. Christian Knop, Universitätsklinik für Unfallchirurgie und Sporttraumatologie, Medizinische Universität Innsbruck
PD Dr. Frank Kandziora, Zentrum für Wirbelsäulen Chirurgie und Neurotraumatologie der berufsgenossenschaftlichen Unfallklinik Frankfurt am Main

Studienadministrator

Dr. Maximilian Reinhold, Universitätsklinik für Unfallchirurgie und Sporttraumatologie, Medizinische Universität Innsbruck

Mitarbeiter

Klinik für Unfallchirurgie, Zentralklinikum Augsburg (Möckl, Rüter, Schönweiß, Schmid, Deml, Essler), Centrum für Muskuloskeletale Chirurgie, Campus Virchow-Klinikum, Charité-Universitätsmedizin Berlin (Kandziora, Haas, Klostermann, Scholz, Pflugmacher), BG-Unfallklinik Duisburg-Buchholz (Hax, Jung, Emanouilidis), Klinik für Unfallchirurgie, Klinikum der J.W. Goethe-Universität Frankfurt/M. (Marzi, Rose, Maier, Schweigkofler, Haberland, Leucht); Universitätsklinik Freiburg (Köster); Waldklinikum Gera (Friedrich), Unfallchirurgische Klinik, Universitätskliniken des Saarlandes, Homburg/Saar (Pizanis, Reischmann), Medizinische Universität Innsbruck, Klinik für Unfallchirurgie und Sporttraumatologie (Blauth, Knop, Reinhold, Kathrein, Schmid), Unfallkrankenhaus Klagenfurt (Pranzl, Doskar, Schwarz), Universitätsklinik Kiel (Egbers, Müller), BG-Unfallklinik Ludwigshafen (Matschke, Holz, Kohler, Zimmermann), Universitätsklinik Leipzig (Josten, Blattter, Katscher), BG-Unfallklinik Murnau (Beisse, Bühren, Hauck, Potulski, Gonschorek, Maier, Vastmans), Universitätsklinik Mainz (Gercek, Rommens), Universitätsklinik Ulm (Schultheiss, Arand, Hartwig, Kinzl), UKH Wien-Meidling (Hagmüller), Universitätsklinik Würzburg (Heintel, Morrison, Weckbach)

12. Gertzbein SD (1992) Scoliosis research society. Multi-center spine fracture study. *Spine* 17(5):528–540
13. Heyde CE, Ertel W, Kayser R (2005) Management of spine injuries in polytraumatized patients. *Orthopädie* 34(9):889–905
14. Hu R, Mustard CA, Burns C (1996) Epidemiology of incident spinal fracture in a complete population. *Spine* 21(4):492–499
15. Jackson AB, Dijkers M, Devivo MJ, Poczatek RB (2004) A demographic profile of new traumatic spinal cord injuries: change and stability over 30 years. *Arch Phys Med Rehabil* 85(11):1740–1748
16. Knop C, Blauth M, Bühren V, Hax PM et al (1999) Operative Behandlung von Verletzungen des thorakolumbalen Übergangs: Teil 1, „Epidemiologie“. *Unfallchirurg* 102(12):924–935
17. Knop C, Blauth M, Bühren V, Hax PM et al (2000) Operative Behandlung von Verletzungen des thorakolumbalen Übergangs: Teil 2, „Operation und Radiologie“. *Unfallchirurg* 103:1032–1047
18. Knop C, Blauth M, Bühren V, Arand M et al (2001) Operative Behandlung von Verletzungen des thorakolumbalen Übergangs - Teil 3: Nachuntersuchung. *Unfallchirurg* 104(7):583–600
19. Knop C, Oeser M, Bastian L et al (2001) Entwicklung und Validierung des VAS-Wirbelsäulenscores Development and validation of the visual analogue scale (VAS) Spine Score. *Unfallchirurg* 104(6):488–497
20. Knop C, Reinhold M, Roeder C, Staub L et al (2006) Internet based multicenter study for thoracolumbar injuries: a new concept and preliminary results. *Eur Spine J* 15(11):1687–1694
21. Lohmann R, Haid K, Stockle U, Raschke M (2007) Epidemiology and perspectives in traumatology of the elderly. *Unfallchirurg* 110(6):553–562
22. Magerl F, Aebi M, Gertzbein SD et al (1994) A comprehensive classification of thoracic and lumbar injuries. *Eur Spine J* 3(4):184–201
23. Marshall LF, Knowlton S, Garfin SR, Klauber MR et al (1987) Deterioration following spinal cord injury. A multicenter study. *J Neurosurg* 66(3):400–404
24. Millennium Research Group (MRG) (2006). European markets for spinal implants 2006. MCS II IV:1
25. Otte D, Sandor L, Zwipp H (1990) Bedeutung und Mechanismen von Brust- und Lendenwirbelsäulenverletzungen bei Verkehrsunfällen. *Unfallchirurg* 93(9):418–425
26. Pickett GE, Campos-Benitez M, Keller JL, Duggal N (2006) Epidemiology of traumatic spinal cord injury in Canada. *Spine* 31(7):799–805
27. Reinhold M, Schmid R, Knop C, Blauth M (2004) Komplikationsspektrum operativ versorgter Wirbelsäulenverletzungen. Eine Analyse der Multicenterstudien I und II der AG Wirbelsäule. *Trauma Berufskrankh* 7(Supp 2):281–291
28. Reinhold M, Schmolz W, Canto F et al (2007) An improved vertebral body replacement for the thoracolumbar spine. A biomechanical in vitro test on human lumbar vertebral bodies. *Unfallchirurg* 110(4):327–333
29. Sammelstelle für Statistik der Unfallversicherung (SSUV) (2006) Medizinische Statistik der Unfallversicherung UVG. <http://www.unfallstatistik.ch>
30. Schweizerische Unfallversicherungsanstalt (SUVA) (2004) Unfallstatistik UVG 1998–2002
31. Spinalcord Injury Information Network (2007) The national SCI database. <http://www.spinalcord.uab.edu>
32. Surkin J, Gilbert BJ, Harkey HL et al (2000) Spinal cord injury in Mississippi. Findings and evaluation, 1992–1994. *Spine* 25(6):716–721
33. Tscherny H, Blauth M (1998) Tscherny Unfallchirurgie: Wirbelsäule. In: Tscherny H, Blauth M (Hrsg) Springer Berlin Heidelberg New York
34. Verlaan JJ, Diekerhof CH, Buskens E, dT I van et al (2004) Surgical treatment of traumatic fractures of the thoracic and lumbar spine: a systematic review of the literature on techniques, complications and outcome. *Spine* 29(7):803–814
35. Woltmann A, Bühren V (2004) Shock trauma room management of spinal injuries in the framework of multiple trauma. A systematic review of the literature. *Unfallchirurg* 107(10):911–918

Der Orthopäde

Die Zeitschrift „Der Orthopäde“ bietet Ihnen jeden Monat umfassende und aktuelle Beiträge zu interessanten Themenschwerpunkten aus allen Bereichen der Orthopädie. In mehreren Übersichtsartikeln wird ein Sachgebiet vertiefend dargestellt.

Heft 01/2009:

- Klassifikation und Diagnostik der instabilen Schulter
- Pathomorphologie der Schulterinstabilität
- Therapieoptionen bei akuten und chronischen Glenoidranddefekten
- Schulterinstabilität und Rotatorenmanschettenruptur
- Komplikationsmanagement nah fehlgeschlagener operativer Schulterstabilisierung
- **CME: Bandscheibenprothese der Lendenwirbelsäule**

Heft 02/2009:

- Molekulare und genetische Aspekte bei idiopathischer Skoliose
- Finanzierbarkeit der Skoliosechirurgie unter den Bedingungen des DRG-Systems
- Ventrale Skoliosechirurgie im Vergleich mit dorsalen Verfahren
- Die operative Behandlung der adulten Skoliose
- Skoliosechirurgie bei Kindern aus anästhesiologischer Sicht
- **CME: Diagnostik des schmerzhaften Handgelenks**

Der Orthopäde + Der Unfallchirurg:

Jetzt zum Kombipreis abonnieren und bis zu 219 Euro sparen!



24 Hefte jährlich für 399,- EUR. Ärztinnen/Ärzte in Aus- und Weiterbildung erhalten das Kombiabo zum Vorzugspreis von 239,40 EUR. Alle Preise inkl. 7% MwSt, zzgl. 39 EUR Versandkosten Inland.

Weitere Informationen und Bestellmöglichkeit direkt beim Springer Kundenservice:

Springer Medizin Verlag

Kundenservice

Haberstr. 7

69126 Heidelberg

Tel. +49/6221/345-4303; Fax: -4229

Subscriptions@springer.com