

Aus der Universitätsklinik für Unfall- und Wiederherstellungschirurgie
an der
Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg

Direktor: Prof. Dr. med. habil. W. Otto

**Die konservative Behandlung von Frakturen
der Brust- und Lendenwirbelsäule
und ihre Ergebnisse**

Dissertation

zur Erlangung des akademischen Grades

Doktor der Medizin (Dr. med.)

vorgelegt
der Medizinischen Fakultät
der Martin-Luther- Universität Halle-Wittenberg

von Dipl. Med. Frank Wernicke
geboren am 18.1.1963 in Halle

Gutachter: 1. Prof. Dr. W. Otto
 2. PD Dr. O. Grimm
 3. Prof. Dr. H. Reichel (Ulm)

eingereicht am: 16.05.2006
verteidigt am: 18.01.2007

urn:nbn:de:gbv:3-000011574

[<http://nbn-resolving.de/urn/resolver.pl?urn=nbn%3Ade%3Agbv%3A3-000011574>]

Meinen Eltern
in Dankbarkeit gewidmet

Referat

Wir konnten 34 der insgesamt 40 im Zeitraum vom 1.1.1990 - 31.12.1993 nichtoperativ behandelten Patienten mit insgesamt 63 Frakturen der Brust- und Lendenwirbel, der Abteilung, später Klinik für Unfall -und Wiederherstellungschirurgie der Martin-Luther-Universität Halle- Wittenberg über einen durchschnittlichen Nachuntersuchungs-Zeitraum von 45 Monaten (\bar{x} 3,7 Jahre) auswerten. Hauptursache der Verletzungen waren Unfälle im Straßenverkehr(n=15). Die häufigsten Frakturlokalisationen im Patientenkollektiv betrafen LWK 1 (n=14) sowie die mittlere BWS (BWK 5 n=5/BWK 6 n=5).

16 Verletzte wurden funktionell, 24 Patienten konservativ nach Magnus oder Böhler behandelt. Funktionell wurden vorrangig junge kooperative Verletzte mit Frakturformen A1-A3 der BWS(n=8) sowie A1-A2 Frakturen der LWS(n=8), vereinzelt(n=2) auch A3 Frakturen der LWS therapiert. Die konservative Behandlung wurde hauptsächlich bei A1 Frakturen(n=13), bei komplexen Frakturen des Typs A2-3(n=8) sowie vom B-Typ bei 3 Verletzten angewandt. Bei 9 Verletzten dieser Behandlungsgruppe lagen gleichzeitig mehrere Wirbelbrüche (Mehrsegmentverletzung) vor. Sowohl unter konservativer Therapie noch unter funktioneller Behandlung konnte ein Nachsintern der Frakturen nicht verhindert werden. Eine Korrelation der subjektiven Beschwerden mit dem Ausmaß der Wirbeldeformation konnte in Übereinstimmung mit der Literatur nicht festgestellt werden.

Die Anwendung des Korsetts hat offenbar keinen Einfluss auf die Nachsinterung.

Unsere Ergebnisse bei funktioneller und konservativer Wirbelbruchtherapie waren insgesamt bei 62% „sehr gut“ und „gut“ und stellen damit ein dem Literaturangaben vergleichbares gutes Resultat dar. Auch die temporär instabilen Verletzungen vom A2-A3 Typ waren bei 9 Patienten unseres Nachuntersuchungskollektives mit mäßigem Erfolg konservativ therapierbar. Die Behandlungsergebnisse aller 3 Patienten mit B-Verletzungen unter konservativer Therapie waren schlecht.

Wernicke, Frank: Die konservative Behandlung von Frakturen der Brust- und Lendenwirbelsäule und ihre Ergebnisse. Halle, Univ., Med., Diss., 71 Seiten, 2006

Inhalt

1. EINLEITUNG	1
1.1. VORBEMERKUNG UND AUFGABENSTELLUNG	1
1.2. ANATOMISCH-PHYSIOLOGISCHE VORBETRACHTUNGEN.....	2
1.3. FRAKTURFORMEN UND DEREN PATHOPHYSIOLOGIE.....	5
1.4. STABILITÄTSKRITERIEN.....	9
1.5. FRAKTURKLASSIFIKATIONEN.....	10
1.6. BEHANDLUNGSERFAHRUNGEN IN DER LITERATURÜBERSICHT...	13
1.6.1. <i>Indikationen für die nichtoperative Wirbelbruchbehandlung.....</i>	<i>13</i>
1.6.2. <i>Die Methoden der konservativen Wirbelbruchbehandlung.....</i>	<i>18</i>
1.6.3. <i>Wertigkeit der Stützkorsettanwendung.....</i>	<i>19</i>
1.6.4. <i>Radiologische Ergebnisse.....</i>	<i>20</i>
1.6.5. <i>Neurologische Beeinträchtigungen.....</i>	<i>21</i>
1.6.6. <i>Komplikationen.....</i>	<i>22</i>
1.6.7. <i>Scores.....</i>	<i>22</i>
1.6.8. <i>Behandlungsergebnisse in der Literaturübersicht.....</i>	<i>22</i>
2. PATIENTENKOLLEKTIV UND METHODIK.....	24
2.1. AUSWERTUNG ANHAND DER KRANKENAKTE	24
2.2. ERGEBNISSE DER KRANKENAKTENAUSWERTUNG.....	24
2.2.1. <i>Allgemeine Angaben.....</i>	<i>25</i>
2.2.2. <i>Frakturursachen</i>	<i>25</i>
2.2.3. <i>Häufigkeit und Lokalisation der Wirbelfrakturen.....</i>	<i>26</i>
2.2.4. <i>Begleitverletzungen.....</i>	<i>26</i>
2.2.5. <i>Wirbelfrakturenbehandlung</i>	<i>27</i>
2.2.5.1. <i>Allgemeine Übersicht.....</i>	<i>27</i>
2.2.5.2. <i>Stellenwert der Korsettbehandlung.....</i>	<i>28</i>
2.2.5.3. <i>Behandlungsstrategie bei Mehrsegmentverletzungen</i>	<i>29</i>
2.2.6. <i>Neurologische Beeinträchtigungen.....</i>	<i>29</i>
2.2.7. <i>Komplikationen.....</i>	<i>30</i>
2.3. NACHUNTERSUCHUNG.....	31
2.3.1. <i>Gespräch.....</i>	<i>31</i>
2.3.2. <i>Klinische Untersuchung.....</i>	<i>32</i>
2.3.3. <i>Radiologische Untersuchung.....</i>	<i>32</i>
3. ERGEBNISSE.....	32
3.1. ERGEBNISSE AUS DER PATIENTEN-NACHUNTERSUCHUNG	32
3.1.1. <i>1. Nachuntersuchungsgruppe funktionelle Behandlung.</i>	<i>33</i>
3.1.1.1. <i>Beschwerden.....</i>	<i>33</i>
3.1.1.2. <i>Klinische Nachuntersuchung.....</i>	<i>34</i>
3.1.1.3. <i>Allgemeine Rehabilitation.....</i>	<i>34</i>
3.1.1.4. <i>Subjektive Einschätzung des Therapieergebnisses.....</i>	<i>35</i>
3.1.2. <i>2. Nachuntersuchungsgruppe konservative Behandlung.....</i>	<i>35</i>
3.1.2.1. <i>Beschwerden.....</i>	<i>36</i>
3.1.2.2. <i>Klinische Nachuntersuchung.....</i>	<i>36</i>
3.1.2.3. <i>Allgemeine Rehabilitation.....</i>	<i>37</i>
3.1.2.4. <i>Subjektive Einschätzung des Therapieergebnisses.....</i>	<i>38</i>

3.1.3. Nachuntersuchungsergebnisse der Patienten mit neurologischen Ausfallserscheinungen.....	39
3.1.4. Behandlungsergebnisse nur A2-A3 Verletzungen.....	39
3.1.5. Behandlungsergebnisse nur B- Verletzungen.....	41
3.1.6. Auswertung nach Scoresystem.....	42
3.2. RADIOLOGISCHE AUSWERTUNG	42
3.2.1. Wirbelkörperdeformierung in Abhängigkeit von der Behandlungsmethode.....	42
3.2.1.1. Funktionelle Wirbelbruchbehandlung.....	43
3.2.1.2. Konservative Wirbelbruchbehandlung (mit und ohne Korsett).....	43
3.2.1.3. Korrekturverhalten nach Repositionen.....	44
3.2.2. Nachsinterungsverhalten der Wirbelbrüche.....	45
3.2.2.1. in Abhängigkeit vom Frakturtyp.....	45
3.2.2.2. in Abhängigkeit von der Primärdeformierung.....	46
3.2.2.3. in Abhängigkeit vom Patientenalter.....	46
3.2.2.4. in Abhängigkeit von Frakturlokalisation und Behandlungsmethode.....	46
3.3. ERGEBNISSE BEI PRIMÄRER FRAKTURREPOSITION.....	47
3.3.1. Patientenübersicht.....	47
3.3.2. Radiologische Auswertung.....	49
4. DISKUSSION.....	49
5. ZUSAMMENFASSUNG.....	57
6. LITERATURVERZEICHNIS.....	61
7. THESEN	70

Verzeichnis der Abkürzungen und Symbole

AU	Arbeitsunfähigkeit
BWK	Brustwirbelkörper
BWS	Brustwirbelsäule
CIHK	Chronisch ischämische Herzkrankheit
ET	Entlassungstag
F	Funktionell
FFB	Finger- Fussbodenabstand
HWS	Halswirbelsäule
KH	Krankenhaus
KK	Klassisch-Konservativ
Loc	Lokalisation
LWK	Lendenwirbelkörper
LWS	Lendenwirbelsäule
Neurolg.	Neurologie
NS	Nachsinterung
NU	Nachuntersuchung
Op	Operation
Pat	Patient
QS	Querschnitt
SI	Sagittaler Index (Beck'scher Koeffizient)
SP	Spinalkanal
UT	Unfalltag
WK	Wirbelkörper
WS	Wirbelsäule

1. Einleitung

1.1 Vorbemerkung und Aufgabenstellung

Mit der zunehmenden Technisierung unserer Umwelt im Verlauf der letzten Jahrzehnte ist die Unfallhäufigkeit deutlich angestiegen. Ursachen sind eine erhöhte Straßenverkehrsdichte oder eine vermehrte Bautätigkeit unter häufig eminentem Zeitdruck. Wesentlich erscheint auch das veränderte Freizeitverhalten der Bevölkerung. So sind Unfälle bei Rasant- und Risikosportarten, wie Mountainbiking, Motocross, Reiten, Segeln, Drachenfliegen und Klettern, zunehmend. Häufig treten dabei auch Verletzungen der Wirbelsäule auf, welche nicht selten lebensverändernd sind bzw. häufig mit längerandauernden körperlichen Beeinträchtigungen und anhaltenden Schmerzen verbunden sein können.

Die operative Wirbelbruchbehandlung stellt heute ein etabliertes, in erfahrenen Händen sicheres und weit verbreitetes Therapieverfahren dar.

Dennoch sollten die Grundzüge der konservativen Behandlung der Wirbelbrüche nicht in Vergessenheit geraten. Auch diese Verfahren sind bei der Auswahl eines dem jeweiligen Patienten individuell angepasstem Therapiekonzeptes durchaus noch zeitgemäß.

Diese Arbeit soll neben den Möglichkeiten auch die Grenzen der konservativ-funktionellen Therapie der Brust- und Lendenwirbelfrakturen darstellen. Gleichzeitig soll geklärt werden, ob jede Wirbelkörperfraktur mit geringer Deformierung wirklich operiert werden muß.

Unter besonderer Berücksichtigung der klinischen und radiologischen Ergebnisse sollen vor allem das subjektive Wohlbefinden und die Genesungszeit analysiert werden.

Weiterhin soll die Bedeutung der Stützkorsettbehandlung und deren Einfluß auf das Nachsinterungsverhalten der Wirbelbrüche untersucht werden.

Die Ergebnisse der vorliegenden Arbeit sollen weiterhin eine Entscheidungshilfe darstellen, bis zu welchem Frakturtyp (stabil/ instabil/ temporär instabil) eine operative Therapie nicht zwingend erforderlich ist und ab wann eine solche Operation sinnvoll oder notwendig erscheint (A2/A 3 - B).

1.2 Anatomisch-physiologische Vorbetrachtungen

Die Wirbelsäule des Menschen ist der zentrale Stützpfiler des Skeletts.

Die spezielle Struktur, anatomisch bestehend aus ossärem, disco-ligamentärem und muskulärem System ist die Voraussetzung für ihre besonderen statischen und dynamischen Eigenschaften.

Die Wirbelsäule besteht in der Regel aus 7 Hals-, 12 Brust- und 5 Lendenwirbeln.

Weiterhin finden sich 4 bis 5 Kreuzbein- und 4 bis 5 Steißbeinwirbelkörper. Die einzelnen Wirbelkörper (außer am Kreuzbein) sind durch Zwischenwirbelscheiben getrennt. Diese bestehen aus einem gallertartigen Kern (Nucleus pulposus), welcher von sehr zugfesten kollagenen Fasern umhüllt ist. Diese Fasern sind an den Deckplatten der Wirbelkörper verankert und stellen ein Polster zum Abfangen der Druckbelastung und zur Gewährleistung der Beweglichkeit dar. Die gesamten einzelnen Wirbelkörper sind über mehrere längsverlaufende Bänder elastisch verspannt (vorderes, hinteres Längsband, Ligamentum supraspinale, Ligamenta interspinalia). Die Form der Wirbelsäule (WS) ist zur Geburt eher gerade und bildet im Verlauf der ersten 2 bis 3 Lebensjahre durch Muskelzug verschiedene Krümmungen aus [4]. Die Halslordose, Brustkyphose und Lendenlordose sind wichtig für die Stützfunktion der Wirbelsäule. Diese Krümmungen verlagern das Körpergewicht vor und hinter die Traglinie (Lastachse) der Wirbelsäule (siehe Abb.1) und stabilisieren damit das anatomisch vorgegebene, etwas labile Gleichgewicht. Diese Auslenkungen stellen jeweils eine federnde Stützfunktion für den Kopf und den Rumpf dar. Die Zwischenwirbelgelenke sind im Prinzip dreiachsige Gelenke, wobei das Bewegungsausmaß in den einzelnen Wirbelsäulenabschnitten sehr unterschiedlich und von der Form der Gelenk- und Dornfortsätze abhängig ist. Am beweglichsten ist die Halswirbelsäule, da die Gelenkfortsätze um 45° zur Horizontalebene verlaufen und die Dornfortsätze nahezu horizontal orientiert sind.

Die Beuge- und Streckbeweglichkeit der Brustwirbelsäule ist durch die beinahe senkrechte Stellung der Gelenkfortsätze deutlich stärker eingeschränkt als an der HWS oder LWS.

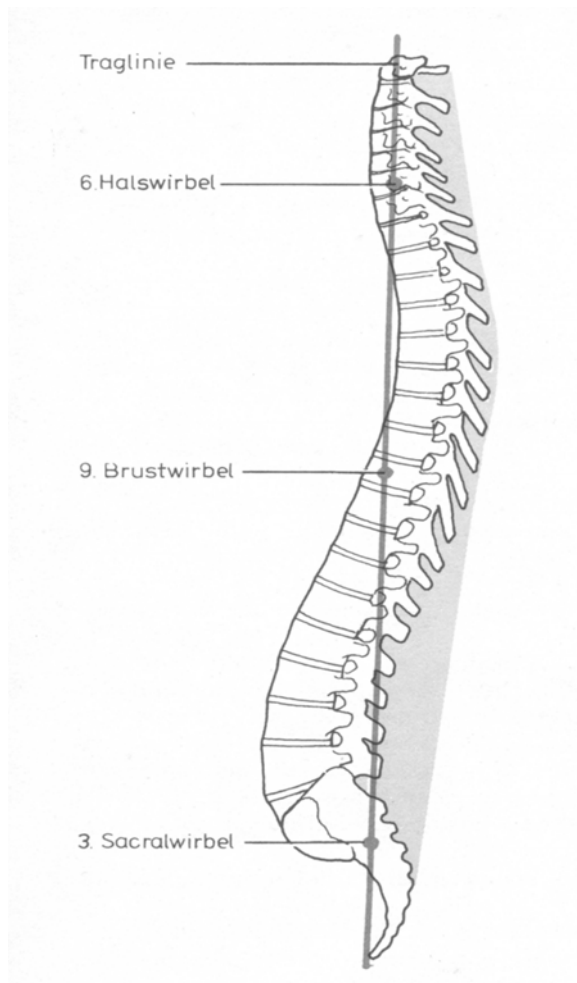


Abb.1: Wirbelsäule mit Traglinie . Konzentration der Rückenmuskulatur im Bereich der Lordosen[4]

Es sind vorrangig eine Seitwärtsneigung und Drehung möglich. Die Streckung wird durch die Dornfortsätze und die Beugung durch den starren Thorax stark gehemmt.

An der Lendenwirbelsäule stehen die Flächen der Gelenkfortsätze nahezu parallel in der Sagittalebene, wobei die oberen Gelenkfortsätze die unteren des nächsthöheren Wirbels von außen umfassen. Dadurch werden die Drehung unmöglich und die Beugung eingeschränkt. Die Streckung und die Seitwärtsneigung sind gut möglich.

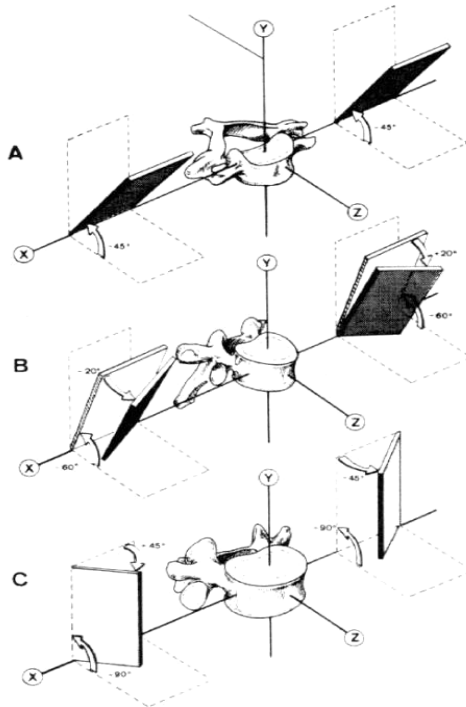


Abb. 2: Stellung der Gelenkfacetten in den Wirbelabschnitten[63]

Die Gesamtbeweglichkeit der Wirbelsäule ist eine Summe vieler Einzelbewegungen zwischen den einzelnen Wirbelkörpern, je nach Lokalisation teilweise erheblich unterschiedlichen Ausmaßes und durch den wechselnden Muskeltonus der Rückenmuskulatur geprägt. Neben der Stützfunktion stellt die Wirbelsäule auch eine schützende Hülle für das Rückenmark dar.

Junghanns[26] formulierte das sogenannte Bewegungssegmentmodell. Danach besteht der gegliederte Aufbau der Wirbelsäule aus segmental angeordneten Bewegungssegmenten, in denen die Einzelbewegung möglich ist. In diesem Bewegungssegment wirken Zwischenwirbelscheibe, vorderes plus hinteres Längsband, Wirbelbogengelenke und Ligamentum flavum zusammen. Weiterhin gehören dazu auch die in gleicher Höhe liegenden Raumanteile des Wirbelkörpers zusammen mit dem rechten und linken Zwischenwirbelloch sowie den Räumen zwischen den übereinanderliegenden Dorn- und

Querfortsätzen. Auch die hier befindlichen Bänder und Muskelanteile gehören zum Bewegungssegment. Bei einem Schaden wird immer das gesamte Bewegungssegment in Mitleidenschaft gezogen [42].

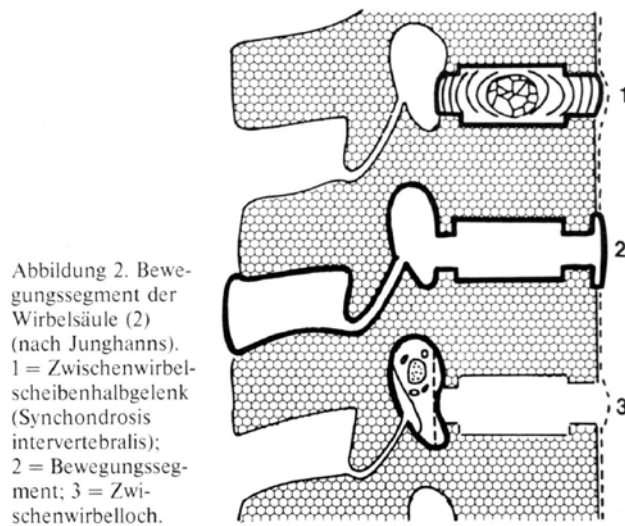


Abb. 3: Bewegungssegmentmodell nach Junghanns[26]

1.3 Frakturformen und deren Pathophysiologie

Biomechanisch gesehen ist die Wirbelsäule als komplexer Verspannungsapparat aufzufassen, in dem sich Druck-, Zug- und Scherkräfte in einem dynamischen Gleichgewicht befinden. Bei aufrechter Haltung fangen die ossären und disco-ligamentären Strukturen die auftretenden Kräfte und Drehmomente weitestgehend ab. Jedoch bei zunehmender Belastung tritt die Rückenmuskulatur entsprechend stärker in Funktion. Ergibt sich eine Störung der statischen Komponente (Fraktur), so kann ein dynamischer Ausgleich über die ventral oder dorsal des Achsenskelettes angeordneten Muskelgruppen stattfinden, sofern die Störung ein bestimmtes Maß nicht überschreitet [54].

Die Kenntnis anatomischer und biomechanischer Besonderheiten der Wirbelsäule erlaubt Rückschlüsse auf Entstehungsmechanismus und Entstehungsform von Verletzungen der Wirbelsäule. Daraus sind Beurteilungen der Stabilität und deren entsprechende speziellen

Behandlungskriterien ableitbar [63]. Nach Polster [45] stellt das klinische Erscheinungsbild einer WS-Verletzung den Summationseffekt aus folgenden Faktoren dar:

- Richtung und Größe der einwirkenden Kräfte
- Massenverteilung des betroffenen Körpers
- Augenblickliche Position der Teilmassen zum Unfallzeitpunkt
- Ort der Krafteinleitung
- Eigenbewegung des betroffenen Körpers
- Muskeltonus
- Materialkonstanten der Gewebe
- Anatomische Gegebenheiten.

Roaf [48] und White[59] haben die Bewegungsabläufe der Wirbelsäule in einem dreidimensionalen Koordinatensystem betrachtet. Entlang einer vertikal verlaufenden Y-Achse, einer in der Frontalebene liegenden X-Achse und einer in der Sagittalebene verlaufenden Z-Achse kann eine Kraft in einem Moment auf die Wirbelsäule einwirken. Der Hauptvektor der Krafteinwirkung bestimmt neben den zuvor genannten Bedingungen den Verletzungstyp (Frakturtyp). Die Entstehung von Kompressionsfrakturen der BWS/LWS ist auf eine axial einwirkende Kraft zurückzuführen (entlang der Y-Achse). Trifft diese Kraft leicht exzentrisch in der Y-Achse auf das Bewegungssegment oder findet eine zusätzliche Bewegung um die X-Achse (Taschenmessereffekt) statt, ist mit Keilkompressionsfrakturen zu rechnen.

Auffällig ist die Interartikularregion der Bewegungssegmente hinsichtlich ihrer Stabilität. Es gilt als erwiesen, dass diese Region die belastungsfähigste Knochenstruktur des Menschen ist und selbst bei extremen axialen Belastungen bei vollständiger Aufrichtung der Wirbelsäule (Lordose-Kyphose-Ausgleich) keine Fraktur im Wirbelbogengelenkbereich sondern eher im Wirbelkörper entsteht.

Weiterhin tritt bei einer Krafteinwirkung in Richtung der Z-Achse mit Flexion und Extension des Bewegungssegmentes nie eine Bandzerreiung, eher eine Kompressionsfraktur ein.

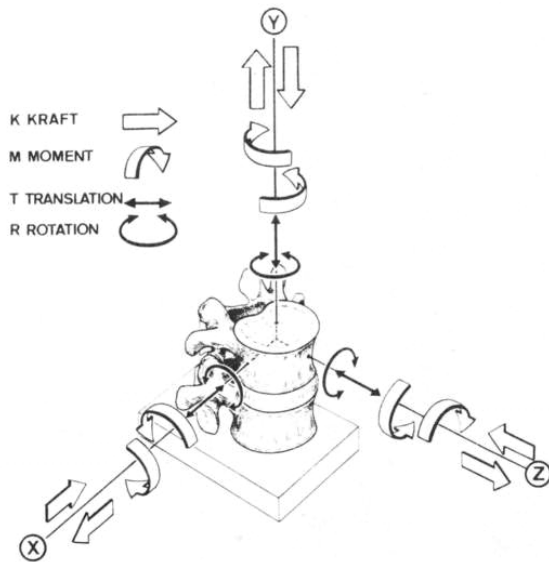


Abb. 4: Dreidimensionales Koordinatensystem zur Definierung von Kräften und Momenten am Bewegungssegment nach White[59]

Ursache dafür ist die hohe Widerstandsfähigkeit des Kapselbandapparates gegenüber Zugkräften in Faserrichtung [48]. Im Verletzungsfall kann der Bandapparat siebenmal so viel Energie absorbieren wie bei normaler Bewegung. Treten jedoch zusätzliche Scherkräfte, also Rotationsbewegungen, auf, ist mit Luxationsfrakturen und damit mit Bandzerreißen zu rechnen [21]. Weiterhin entstehen bei seitlich einwirkenden Kräften parallel der Y-Achse Kompressionsfrakturen mit seitlicher Abkippung. Tritt gleichzeitig noch ein Biegemoment auf, führt das zu einer Luxationsfraktur.

Neben der Richtung bestimmt die Größe der einwirkenden Kraft wesentlich das Ausmaß der Verletzung. Bei geringer axialer Krafteinwirkung ist mit einem Deckplatteneinbruch, bei stärkerer mit einem Berstungsbruch zu rechnen [63]. Neben Größe, Richtung der einwirkenden Kraft sowie dem Ort der Krafteinleitung ist die Massenverteilung des betroffenen Körpers (also die augenblickliche Position der Teilmassen) von entscheidender Bedeutung für das Verletzungsmuster. So ist das Verletzungsausmaß an der HWS von der

Stellung des Kopfes, in Höhe der BWS von der Haltung des gesamten Oberkörpers einschließlich des starren Thorax und im Bereich der LWS von den Teilmassen des Rumpfes mit den inneren Organen abhängig [63]. Das Verletzungsausmaß wird auch vom Tonus der Rückenmuskulatur zum Unfallzeitpunkt, der die Steifigkeit der verspannten Wirbelsäule beeinflusst, bestimmt. Durch Muskelanspannung werden die Bewegungsmöglichkeiten reduziert und die Massenbeschleunigung der Teilmassen erheblich eingeschränkt. Damit wird eine Energieabsorption der einwirkenden Kraft erreicht.

Die Widerstandsfähigkeit der Gewebe und Knochen gegenüber einwirkenden Kräften und Momenten ist von den Materialkonstanten der einzelnen anatomischen Strukturen abhängig.

Die stabilsten und am meisten energieabsorbierenden Strukturen sind die Knochen, die Disci intervertebrales, der Bandapparat im BWS-Bereich und der Rippenkorb. Laut Polster[45] liegt der kritische Bruchwert des Wirbelkörpers bei 2000 bis 8000 N, wobei die Bruchdeformation im spongiösen Bereich bei 10 % und in der Kortikalisregion bei 2 % liegt.

Das Wirbelkörperknochenmark wirkt als hydraulisches Dämpfersystem und absorbiert Energie [45]. Laut Wörsdörfer [63] weist der Discus intervertebralis bei rein axialer Belastung kaum Verletzungen auf. Eher würde es zu einem Deckplatteneinbruch kommen. Treten jedoch minimale Scherkräfte auf, zerreißen auch die Bandstrukturen, so dass bei Rotationstraumata immer an eine discoligamentäre Instabilität gedacht werden muß.

Polster [45] beschreibt anhand von Untersuchungen die Druckverhältnisse in der Bandscheibe. Diese Druckkraft sei in in-vitro-Versuchen bei nichtdegenerativen Veränderungen gleichmäßig auf die gesamte Deckplatte verteilt, unabhängig ob die Kräfteinleitung axial, oder unter Extension oder Flexion erfolgte. Bei degenerativ veränderten Bandscheiben kommt es zu einer asymmetrischen Druckverteilung, so dass entsprechend der Ausgangsstellung der Wirbelsäule zum Zeitpunkt der Kräfteinwirkung erhebliche Druckspitzen innerhalb bestimmter Bandscheibenareale auftreten können und dadurch isolierte Kantenfrakturen oder umschriebene Deckplatteneinbrüche verursacht werden.

Selbstverständlich muß auch die Frakturgefährdung der Wirbelkörper selbst in Abhängigkeit vom Lebensalter oder von der Vorschädigung berücksichtigt werden. Atkinson [2] stellte durch Versuche fest, dass die Tragfähigkeit der Wirbelkörper bis zum 5. Lebensdezennium annähernd konstant bleibt, um bei den über 60jährigen auf etwas mehr als die Hälfte abzusinken.

Die anatomischen Besonderheiten, insbesondere die geschwungene Form der WS sowie die Stellung der Gelenkfacetten zueinander, bestimmen die regionale Häufigkeit von Wirbelsäulenverletzungen. So findet sich eine relative Häufung von Frakturen in den Übergängen der Wirbelsäulenabschnitte. Ursache für diese Prädilektionsstellen sind die biomechanischen Besonderheiten der Bewegungssegmente in diesen Bereichen.

Die räumliche Anordnung der Intervertebralgelenke ist im HWS-BWS-Übergang relativ flach, und es wird hier eine Rotation (Drehung um Y-Achse) erlaubt.

Im thorakolumbalen Übergang, speziell im 1. LWS-Segment, stehen die Intervertebralgelenke senkrecht nach außen gerichtet und blockieren hiermit die Rotation.

Der 11-fach erhöhte Torsionswiderstand im Vergleich zur BWS stellt eine abrupte Änderung dar und macht den thorakolumbalen Übergang besonders anfällig für Rotationsverletzungen.

Dies ist für den klinischen Alltag besonders bedeutsam, da gerade die Übergangsbereiche der Wirbelsäule projektionsradiografisch schlecht abzubilden sind, hier jedoch statistisch eine Häufung der Frakturen vorliegt.

1.4 Stabilitätskriterien

Abschließend sind noch einige Bemerkungen zur Beurteilung der Stabilität der Fraktur erforderlich. Roy-Camille definierte das mittlere Vertebraalsegment „als Schlüssel zur Instabilitätsbeurteilung“. Besteht eine Verletzung im Bereich der hinteren Wirbelkörperwand (dorsales Drittel), der Bogenwurzeln, des Isthmus, der Gelenkfortsätze und der verbindenden Bandstrukturen, so muss von einer instabilen Verletzung ausgegangen werden.

Es ist erstens der stabilste Wirbelkörperanteil zerstört, und zweitens muß eine Rotationsbewegung mit Scherkräften aufgetreten sein (Bandzerreiung, osteoligamentäre Instabilität).

Weiterhin hat Plaue [43] experimentell nachgewiesen, dass ein gering komprimierter Wirbelbruch noch 60 bis 70 % der Belastungsfähigkeit eines gesunden Wirbels hat. Interessanterweise geht die weitere Deformierung im Sinne der Kompression des Wirbels mit einer Zunahme der Stabilität einher. So hat nach Plaue ein auf die Hälfte der Höhe komprimierter Wirbelkörper die gleiche Belastbarkeit wie ein gesunder Wirbelkörper. Pathomorphologisch ist die Stabilitätszunahme durch eine „Verkeilung der spongiosen Bruchflächen, im schrittweisen Einbrechen weiterer Bälkchenzüge und in einer zunehmenden Verdichtung der Trümmer“ begründet [43].

Lob [36] untersuchte die Heilungsvorgänge von Wirbelkörpern und stellte folgendes fest: Die komprimierte Spongiosa heilt am besten, wenn die Einstauchung belassen wird. Die bindegewebige Narbe, wie sie nach Aufrichtung von Wirbelkörperbrüchen entsteht, stellt eine bleibende Minderung der Tragfähigkeit dar.

1.5 Frakturklassifikationen

Die zielgerichtete Therapie ist abhängig von qualifizierter Diagnostik, die wiederum eine Klassifikation der Verletzung ermöglicht. Die Frakturklassifikation sollte eine Hilfe für die Therapieauswahl sein, eine Aussage über Stabilität und Prognose der Verletzung treffen, allgemeinverständlich und präzise sein. Frühere rein morphologisch beschreibend orientierte Klassifikationen, wie die von Lorenz Böhler [8] oder Lob [36] hinsichtlich der Bandscheibenbeteiligung sind aktuell verlassen worden. Unter Berücksichtigung von funktionellen und pathologisch-morphologischen Gesichtspunkten entwickelten Denis/McAfee [17] das Dreisäulenmodell zur Frakturklassifikation. Diese Klassifikation ließ bereits gute Aussagen über die Stabilität der Verletzungen zu. Bei isolierter Schädigung der vorderen Säule konnte von einer stabilen, bei Läsionen der vorderen und mittleren Säule von einer partiell bzw. temporär instabilen und bei Schädigung aller 3 Säulen von einer instabilen Wirbelsäulenverletzung ausgegangen werden.

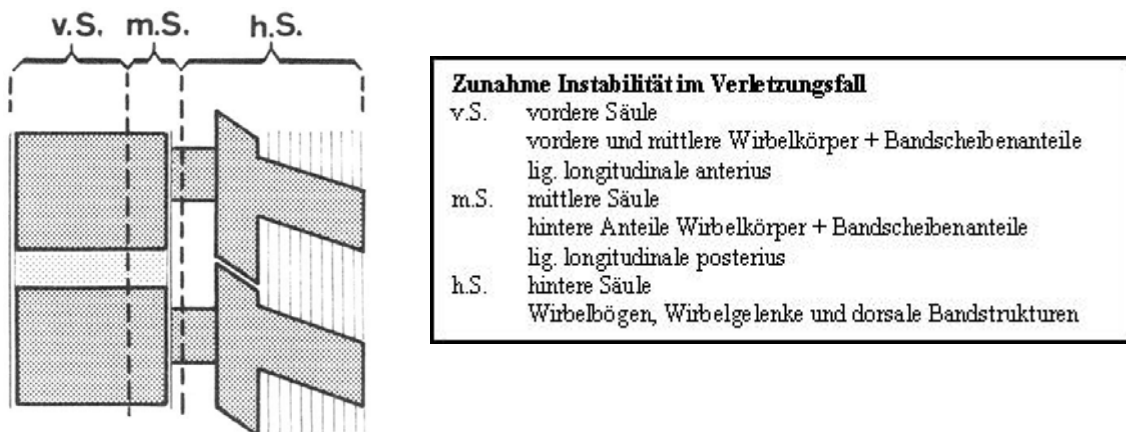


Abb. 5: Dreisäulenmodell nach Denis/McAfee[17] mit Zunahme der Instabilität von vorn nach hinten im Verletzungsfall

Die vereinfachte, jedoch eher morphologisch orientierte Klassifikation nach Wolter [61] mit einer Einteilung der Wirbelsäule in 4 Abschnitte (A, B, C, D) ließ ebenfalls wenig Aussagen über Therapie und Prognose der Verletzung zu. Durch Magerl, Harms und Gertzbein wurde ein Klassifikationssystem entwickelt, welches sich an den pathomechanischen und auch den morphologischen Gegebenheiten orientiert. Die AO-Klassifikation übernimmt diese Einteilung in ihren Frakturtypen A bis C mit entsprechenden zusätzlichen Untergruppierungen von 1 bis 3, um die zunehmende Schwere und Instabilität der Verletzung zu berücksichtigen. Damit ist eine gute Aussage über die erforderliche Behandlung und die Prognose möglich [9].

So sind reine Wirbelkörperkompressionsfrakturen, welche pathomechanisch durch eine axiale Stauchung oder einen Flexionsmechanismus entstanden sind, unter Typ A - Verletzungen zusammengefasst. Nach Schweregrad zunehmend wird hier in reine Impaktionsbrüche A1, Spaltbrüche A2 und Berstungsbrüche A3 unterteilt. Jede Gruppe lässt mit steigendem Verletzungsgrad eine Einstufung in jeweils 3 weitere Untergruppen zu. Aber auch die schwersten Frakturen dieser Gruppe (A3) sind als relativ stabile bzw. nur temporär instabile Brüche zu bewerten.

Tab. I: ABC-Klassifikation der Wirbelsäulenverletzung von C3 bis L5 (nach Magerl)

A Kompression	1. Impaktionsbruch	1. Deckplattenimpression	1. kranial 2. seitlich 3. kaudal
		2. Keilbruch	
	2. Spaltbruch	3. Wirbelkörperimpaktion	
		1. frontaler Spaltbruch	
		2. sagittaler Spaltbruch	
	3. Berstungsbruch	3. dislozierter frontaler Spaltbruch	
1. inkompletter Berstungsbruch		1. kranial 2. seitlich 3. kaudal	
2. Berstungsspaltbruch		1. kranial 2. seitlich 3. kaudal	
3. kompletter Berstungsbruch		1. Kneifzangenberstungsbruch 2. kompletter Flexionsberstungsbruch 3. kompletter axialer Berstungsbruch	
B Distraction	1. transligamentäre Flexionsdistraktionsverletzung	1. mit Diskuserreißung	1. Subluxation 2. Luxation 3. Subluxation/Luxation mit Gelenkfortsatzfraktur
		2. mit Korpusfraktur	1. mit Subluxation 2. mit Luxation 3. mit Subluxation/Luxation und Gelenkfortsatzfraktur
	2. transossäre Flexionsdistraktionsverletzung	1. horizontale Wirbelzerreißung	
		2. Flexionsspondylolyse mit Zerreißung der Bandscheibe	
	3. Hyperextensionscherverletzung	3. Flexionsspondylolyse mit Korpusfraktur	
		1. Hyperextensionssubluxation	1. ohne Gelenkfortsatzfraktur 2. mit Gelenkfortsatzfraktur
2. Hyperextensionsspondylolyse			
C Torsion	1. Rotation mit Kompression	3. Hintere Luxation	
		1. Rotationskeilbruch	1. frontaler Rotationsspaltbruch 2. sagittaler Rotationsspaltbruch 3. vertikale Wirbelkörperseparation
		2. Rotationsspaltbruch	1. inkompletter Rotationsberstungsbruch 2. Rotationsberstungsspaltbruch 3. kompletter Rotationsberstungsbruch
	2. Rotation mit Distraction	3. Rotationsberstungsbruch	1. Rotationssubluxation 2. einseitige Luxation 3. einseitige Subluxations-/Luxationsfraktur 4. einseitige Luxation und Korpusfraktur 5. 3 + 4
		1. Rotation mit B1	1. horizontale Wirbelzerreißung 2. einseitige Flexionsspondylolyse mit Diskuserreißung 3. einseitige Flexionsspondylolyse mit Korpusfraktur
		2. Rotation mit B2	
3. Rotationsscherbrüche	3. Rotation mit B3		
	1. Slicefraktur 2. Rotationsschrägbruch		

Typ-B-Verletzungen sind durch einen Hyperflexions-/Hyperextensionsmechanismus entstanden und werden als Flexions-Distraktionsverletzungen zusammengefasst (B1-B3).

Diese Bruchformen stellen instabile Verletzungen dar, wobei auch hier die Instabilität nur zeitweilig vorliegen kann.

Die schwersten Wirbelsäulenverletzungen liegen in der Typ C Kategorie vor. Sie bestehen aus Frakturformen der beiden vorangestellten Typen A/B mit zusätzlicher Rotationskomponente und stellen ausnahmslos eine OP-Indikation als instabile Frakturen dar.

Diese einfache, aber differenzierte Einteilung klassifiziert die zunehmende Schwere und Instabilität der Wirbelsäulenverletzung und kann damit auch eine wichtige Entscheidungshilfe zur Therapieauswahl sein.

1.6 Behandlungserfahrungen in der Literaturübersicht

Behandlungsziel bei Wirbelkörperfrakturen ist die optimale Wiederherstellung der statischen, dynamischen und myeloprotektiven Funktion der Wirbelsäule [11,37].

Voraussetzung sind dafür die Wiederherstellung der anatomischen Form, der Erhalt oder die Wiederherstellung der Stabilität der WS und die neurologische Integrität [10].

Bedeutsam für die Wahl des Therapieverfahrens sind die Einstufung der Verletzungsschwere und die Einschätzung der Prognose bezüglich der Ausheilung der Verletzung hinsichtlich Statik und Neurologie [9].

1.6.1 Indikationen für die nichtoperative Wirbelbruchbehandlung

Die Kriterien der Wirbelkörperstabilität, eine vorliegende neurologische Beeinträchtigung und die zu erwartende Deformierung der Wirbelsäulengeometrie nach Frakturheilung stellen die wesentlichen Kriterien der Auswahl zwischen operativer und konservativer Therapie dar[37].

Eine Literaturübersicht der letzten 15 Jahre zeigt unstrittig eine einheitliche positive Meinung zur konservativ-funktionellen Behandlungsmöglichkeit der einfachen (stabilen) A-Frakturen der BWS/LWS ohne größeren Achsenknick (weniger als 20Grad) [2,34,54,64]. Dazu gehören die Kompressionsfrakturen mit stabiler Hinterkante (Mc Afee-Modell [10,24] bzw. A1-A2 Frakturen nach Magerl/Harms/Gertzbein [9]).

Besonders diskutiert wird über die konservative Behandlungsmöglichkeit der instabilen bzw. temporär instabilen Spalt- und Berstungsbrüche vom A-2/ A-3 und B-Typ.

Als instabile bzw. nur bedingt stabile Wirbelsäulenverletzungen sind Frakturen mit Beteiligung der Wirbelkörperhinterkante, der Bogenwurzeln, der Gelenkfortsätze und der hinteren Bandstrukturen anzusehen.

Blauth [6] charakterisiert die Instabilitätskriterien anhand der zu erwartenden sekundären Fehlstellungen während der konservativen Therapie. So bezeichnet er eine Fraktur als „stabil“, wenn keine Veränderung der Wirbelkörperstellung in Ruhe oder Belastung zu erwarten ist, „geringgradig instabil“, wenn die Verletzung unter konservativer Behandlung ohne schwerwiegende Fehlstellung oder zusätzliche neurologische Ausfälle ausheilt. Sind bei Ausheilung unter konservativer Therapie schwere Fehlstellungen oder neurologische Beeinträchtigungen zu erwarten gelten die Verletzungen als hochgradig instabil.

Skoginna [54] sagt dazu, dass der Großteil der Frakturen der BWS/LWS als stabil einzuschätzen und konservativ(n. Magnus) oder funktionell behandelbar sind. Auch instabile Brüche sind konservativ behandelbar, wobei jedoch Bruchformen vorliegen müssen, die in einigen Wochen eine stabile Konsolidierung erwarten lassen.

Vorrangig discoligamentäre Verletzungen haben eine schlechte Ausheilungschance unter konservativer Behandlung, sind als chronisch instabile Verletzungen einzustufen und eher einer operativen Therapie zuzuführen [15].

Jürgens und Wolter [27] (1990) behandelten alle A-Frakturen konservativ, wobei instabile A-2.2 bis A-3 Frakturen mit Hinterkantenbeteiligung und Spinalkanalverlegung nach ihrem Dafürhalten eher operativ behandelt werden sollten.

Auch Bötzel [9] (1992) sieht die Operationsindikation in Berstungs- und Spaltbrüchen ohne Neurologie jedoch bei Vorliegen von Spinalkanaleinengungen und bei voraussichtlich später zu erwartenden Beeinträchtigungen der statischen Funktion.

Bühren [11] zieht die Grenze zur operativen Therapie in einer zusammenfassenden Arbeit aus dem Jahr 2001 zwischen den Frakturtypen A 2 und A 3.

Weckbach [58] (1998) sieht die Op-Indikation bei A 2.3 Frakturen(Pincer) für zwingend gegeben, da durch das Einpressen von Bandscheibengewebe in den Spalt zwischen vorderem und hinterem Wirbelkörperanteil eine stabile Ausheilung verhindert wird.

Gleichzeitig erwartet er bei Berstungsfrakturen vom A-3 Typ unter konservativer Behandlung eine Sekundärdisklokation von Hinterkantenfragmenten mit konsekutiver Spinalkanaleinengung und sekundär auftretender Neurologie und rät daher zur Operation. Auch eine Studie aus dem Jahr 2003 von Katscher[30] sieht die Gefahr der Sekundärdisklokation von Hinterkantenfragmenten unter konservativer Therapie (n.Magnus) von Berstungsfrakturen(A3) , weshalb er die Operation empfiehlt.

Entgegengesetzt dazu berichten angloamerikanische Studien von Mumford [40], Cantor [12] sowie eine prospektiv randomisierte Studie von Wood [62] über gute, der operativen Therapie gleichwertige, Ergebnisse in der klassisch- konservativen Behandlung (n.Böhler) von Berstungsfrakturen mit Korsett. Gefürchtete sekundär auftretende neurologische Beeinträchtigungen wurden nicht festgestellt. Auch Resch [47] berichtete 2000 in einer Studie über ausschließlich sehr zufriedene Patienten unter klassisch-konservativer Therapie mit Reposition und Korsett bei A1-A3 Frakturen im Vergleich zu nur 15% zufriedener operierter Verletzter mit gleichem Frakturtyp.

Weiterhin sollten primär stabile Frakturen mit einem primärem Achsenknick von mehr als 20° zur Vermeidung von sekundären Spondylarthrosen in den benachbarten Bewegungssegmenten und zu erwartenden posttraumatischen Kyphosen mit entsprechenden Rückenschmerzen bei unter 60jährigen ebenfalls operiert werden [10, 24, 34, 51].

Klößner [33] und Eysel [19] berichten neben persistierenden Rückenschmerzen von sekundär auftretenden neurologischen Beeinträchtigungen bei 50 % der 5 Jahre zuvor konservativ behandelten Patienten unter Ausbildung einer posttraumatischen Kyphose von teilweise bis zu 26 Grad.

Die Wirbelbruchbehandlung im höheren Lebensalter ist die Domäne der konservativen, speziell der frühfunktionellen, Frakturbehandlung [6]. Behandlungsziel ist hier bei eingeschränktem Aktivitätsniveau und limitierter Lebenserwartung nicht die achsengerechte Wiederherstellung der Wirbelsäulenform, sondern vielmehr die schmerzarme und frühzeitige Mobilisation und soziale Wiedereingliederung des älteren Menschen.

Achsenfehlstellungen werden eher toleriert und daher belassen. Repositionen gefährden die posttraumatische Stabilität eher und die operative Therapie ist aufgrund der meist schlechten Knochenqualität erschwert bzw. zweifelhaft im Erfolg.

Ein vielversprechendes und minimal invasives Repositions- und Stabilisierungsverfahren wurde mit der sogenannten Vertebroplastie entwickelt. Insbesondere bei älteren Menschen mit osteoporotischem Knochen sind über die perkutane Zementauffüllung des zusammengesinterten Wirbelkörpers eine grobe Reposition der Fraktur und eine sofortige Wiederherstellung der Stabilität gegeben. Berlemann [3] beschreibt in seiner Studie eine geringe Komplikationsrate bei deutlicher Beschwerdelinderung und unmittelbar postoperativer Mobilisierbarkeit als entscheidende Vorteile für die vorwiegend älteren Patienten.

Weitgehende Einigkeit herrscht im Schrifttum über die operative Behandlungspflicht der hochgradig instabilen Wirbelverletzungen vom B und C-Typ aufgrund der Gefahr sekundärer auftretender neurologischer Komplikationen unter konservativer Behandlung und der im Allgemeinen zu erwartenden schlechten oder bei rein ligamentären Verletzungen gänzlich ausbleibenden Ausheilung [2,6,34,37,54,58,64,].

Wirbelsäulenverletzungen mit posttraumatischer, sekundär auftretender oder progredienter neurologischer Symptomatik stellen ebenfalls eine absolute Operationsindikation dar.

Blauth [5] schränkt die Operationsindikation auf Frakturen mit Spinalkanaleinengung mit Neurologie, auf Frakturen mit hochgradiger Einengung des Spinalkanals ohne Neurologie sowie auf komplette Berstungsbrüche A-3.3 mit Bandscheibenschäden proximal und distal davon ein. Zunehmend wird aber auch die teilweise Verlegung des Spinalkanals nicht mehr als zwingendes Operationskriterium angesehen.

Ahler [1] beschreibt in seiner Studie, dass es bei Frakturen ohne neurologische Ausfälle mit einer Einengung des Spinalkanals von bis zu 30 % zu keiner posttraumatischen Veränderung an Dura und Myelon kommt. Daher müssen ein erhöhtes Operationsrisiko und die Erzeugung einer zusätzlichen Instabilität (Laminektomie) nicht eingegangen werden. Er sieht nur eine Operationsindikation, falls bei Mobilisation eine Gefahr der Sekundärdisklokation besteht oder aber eine statische Beeinträchtigung (stärkerer Achsenknick) eintritt. Er schlägt dann eine Operation oder eine konservativ-immobilisierende (n.Magnus-Schema) Behandlungsmethode vor.

Weiterhin wurde durch mehrere Autoren ein spontanes Remodelling des Spinalkanals unter konservativer Therapie bei Verlegung desselben bis zu einem Drittel beschrieben [13,16,52]. So berichtet Chan [13] von der konservativen Behandlungsmöglichkeit bei LWK-2- bis LWK-5-Berstungsbrüchen mit einer teilweisen Spinalkanalverlegung von bis zu 30 % ohne Neurologie. Es seien ein sehr gutes Outcom, keine sekundäre neurologische Schädigung und nur eine geringe spätere Sekundärdeformation der Wirbelsäule eingetreten. Somit sind für ihn die Hinterkantenbeteiligung und Spinalkanalverlegung ohne Neurologie keine zwingende Operationsindikation mehr.

Besonderheiten ergeben sich bei Frakturen der Wirbelsäule im Wachstumsalter durch die Verletzung der Wachstumsfuge. Bei Deckplattenfrakturen, Luxationen oder Luxationsfrakturen muß von einer Verletzung der Wachstumszone des Wirbels ausgegangen werden. Laut Jani [25] müssen diese deformierten Wirbelkörper exakt aufgerichtet und stabilisiert werden, damit es nicht zu Fehlwachstum und Verstärkung der Verkrümmung kommt. Dies lässt sich besser mit operativen Methoden als mit konservativer Behandlungstechnik erreichen.

Wirbelkörperverletzungen ohne Wachstumsfugenbeteiligung (Kompressionsfrakturen ohne Endplattenbeteiligung) können bei guter spontaner Heilungs- und Remodellingtendenz konservativ behandelt werden[25,39].

Als grobe Orientierung formulierten Kinzl[32] und Hierholzer[24] folgende Operationsindikationen:

Absolute Indikation

- Wirbelsäulenschädigung mit neurologischer Progredienz,
- sekundär auftretendes neurologisches Defizit,
- offene Verletzung.

Relative Operationsindikation

- primär inkompletter Querschnitt,
- instabile ossäre bzw. discoligamentäre Läsion,
- irreponible instabile Luxationsfraktur,
- Kompressionsbrüche mit exzessiver Kyphose,
- chronische Instabilitäten.

1.6.2 Die Methoden der konservativen Wirbelbruchbehandlung

L. Böhler [8] (1943) wandte seine Grundsätze zur Knochbruchbehandlung auch bei der Wirbelfrakturversorgung an und verlangte eine Einrichtung des Wirbelbruches im Durchhang oder durch entsprechende Lagerung über mehrere Tage, eine nachfolgende Retention im Gipsmieder für 3 bis 4 Monate sowie eine intensive krankengymnastische Betreuung unter Vollmobilisation des Patienten bereits während der Behandlung und im Anschluß. Neben dieser *klassisch konservativen Behandlung nach Böhler* wurde durch Magnus und Bürkle de la Camp(1929/1931) [38] die *konservative Wirbelfrakturbehandlung* ohne Reposition im Durchhang und ohne Frühmobilisation im Gipsmieder postuliert. Nach 4- bis 6wöchiger flacher Rückenlagerung und schrittweise mobilisierender Krankengymnastik setzte dann der Kranke außerhalb des Bettes eine gezielte Rücken-schulung für weitere 2 bis 4 Wochen fort.

Nach den neueren Erkenntnissen über die Stabilität von Wirbelkörperbrüchen durch Plau[44] wurde die *funktionelle Therapie* von Wirbelfrakturen eingeführt. Nach einer „Liegephase“ von 2 bis 4 Tagen bei Abklingen der Schmerzen konnte eine einwöchige „Aufrichtephase“ angeschlossen werden. Über gezielte Krankengymnastik im Bett wurde die Seitlagerung, Bauchlagerung und abschließend der Vierfüßlerstand erlernt. Mit Beginn der 3. Woche nach Unfall kann mit der Mobilisation außerhalb des Bettes begonnen werden. Dies geschieht zunächst an Achselstützen oder einem Gehwagen, später dann an Unterarmstützen. Unterdessen finden Bewegungsbäder und ein Funktionstraining zum korrekten Sitzen, Hocken, Heben, Schuhsenkelbinden usw. statt. Damit konnte die stationäre Behandlungszeit bei gleichem Therapieergebnis gegenüber der Böhler-Methode reduziert werden. Parallel dazu wurden die Nachteile der langen Gipsmiederbehandlung (Rückenmuskelatrophie, Patientenmitarbeit, posttraumatische Einsteifung der kleinen Wirbelgelenke) vermindert.

In der Literatur überwog bis etwa 1990 unter dem Einfluss der Böhler- Schule die klassisch konservative Behandlung. Böhler[8], Steindl[55], Braun[10], Kaltenecker [28] und Hierholzer [24] dokumentierten gute und sehr gute Behandlungsergebnisse bei stabilen und teilweise auch instabilen Verletzungen.

Über schlechte Ausheilungsergebnisse bei instabilen Frakturen vom A2-A3 Typ nach konservativer Therapie n.Magnus mit Korsett berichtet Plau [44] 1988. Von 40 nachuntersuchten Patienten war bei 27 Verletzten ein wesentlicher Achsenknick, trotz 6 Wochen Bettruhe eingetreten. Nur 67% der Behandelten waren schmerzfrei. Auch die Entwicklung einer sekundären neurologischen Beeinträchtigung unter konservativer Therapie instabiler Frakturen wurde in der Literatur nicht beschrieben. Über vergleichbare klinische und radiologische Ergebnisse bei funktioneller oder konservativer Therapie stabiler Frakturen berichten Kürschner [35] und Katscher [30]. Sie ziehen den Schluss, eher funktionell zu behandeln. Reinhold [46] berichtet 2003 über gleiche klinische und radiologische Ergebnisse 16 Jahre nach Unfall bei funktioneller oder konservativer Therapie stabiler und instabiler Frakturen.

1.6.3 Wertigkeit der Stützkorsettanwendung

Sehr umstritten ist nach wie vor der Einsatz eines lordosierenden Dreipunktstützkorsettes bei der konservativen Frakturbehandlung im BWS- und LWS-Bereich. Voigt [57] wollte durch die Dreipunktstützung (Sternum, Symphyse und LWS-Lordose) eine Aufrichtung der Wirbelsäule zur Verminderung von Scherkräften und eine allgemeine Ruhigstellung bei funktioneller Endstellung der Wirbelgelenke mit Sperrung der Bewegungsmöglichkeit in allen 3 Bewegungsebenen erreichen [22].

Die Vorteile der Korsettbehandlung liegen im frühzeitigen Eintritt von Schmerzfreiheit und einer schnelleren Mobilisierbarkeit der Patienten. Infolge der einfachen Handhabbarkeit ist auch die Körperhygiene besser durchführbar.

Auch die Verkürzung des Krankenhausaufenthaltes sei erheblich [22,50]. Unumstritten behindert das Korsett jedoch die aktive Stabilisierung des Rumpfes durch die eintretende Rücken-Muskelatrophie und kann nachweislich eine Nachsinterung der Wirbelkörper unter Belastung nicht verhindern [31]. Von undisziplinierten Patienten kann das Korsett auch leicht abgelegt und nicht getragen werden. Daher sind die psychische Führung des Patienten und dessen Mitarbeit besonders wichtig, so dass das angelegte Korsett zumindest ein Sicherheitsgefühl vermittelt und zu einem späteren Zeitpunkt einen

„Memoryeffekt“ (Beibehaltung der aktiven aufrechten Körperhaltung nach Korsett-abnahme) haben sollte [50].

Die Indikation zur geschlossenen Reposition von Wirbelfrakturen im ventralen Durchhang und Gipsmiederretention wurde von Daniaux (1999) [15] in der Keil-deformierung von mehr als 15° bis zum 60.Lebensjahr; bei Verletzungen die nicht älter als 10 Tage sind und beim Vorliegen von Kontraindikationen für eine funktionelle oder operative Therapie gesehen.

Zahlreiche Studien [10,37,41,44,46,47,55] zeigen, dass der Korrekturgewinn nach Reposition der Wirbelfraktur nach Korsett-abnahme vollständig verloren geht oder sich teilweise noch über das ursprüngliche Ausmaß hinaus verstärkt [47].

Ältere Menschen (älter als 65 Jahre) tolerieren posttraumatische Achsen-Fehlstellungen eher und sollten möglichst funktionell und ohne Stütz-mieder behandelt werden[6].

1.6.4 Radiologische Ergebnisse

Sowohl funktionelle, konservative immobilisierende als auch die klassisch konservative Behandlungsmethode mit und ohne Korsettanwendung konnten eine Nachsinterung im frakturierten Wirbelkörper im Behandlungsverlauf nicht aufhalten. In der Literatur [10,13, 24,28,30,37,39,46,47,53,55] wird die Nachsinterung im Durchschnitt mit Zunahme des Kyphosewinkels um 4,6 Grad (2 -7,6 Grad) angegeben.

Auch der anfängliche Korrekturgewinn nach Reposition und Retention der Fraktur im Korsett geht nach Mieder-abnahme wieder verloren[10,37,41,44,46,47,55].

Viele Autoren [10,30,40,47,55] berichten über einen fehlenden Zusammenhang zwischen dem oft erheblichen Ausmaß der radiologisch nachweisbaren Wirbelkörperdeformierung und den teilweise geringen vorliegenden Patientenbeschwerden.

1.6.5 Neurologische Beeinträchtigungen

Die Sichtung der Literatur der letzten 15 Jahre zeigt, daß Verletzte mit Wirbelfrakturen und primär bestehenden neurologischen Beeinträchtigungen nahezu ausschließlich operativ behandelt wurden. Nur Kaltenecker [28], Reinhold [46] und De Klerk [16] behandelten

Verletzte mit neurologischen Beeinträchtigungen (Frankel D) und berichten über die Verbesserung der neurologischen Beeinträchtigungen sowohl unter funktioneller als auch konservativer Therapie (Magnus-Schema) bei allen Patienten um 1 Stufe nach dem Frankel-Schema. Überraschenderweise wurden in der Literatur keine Verschlimmerung der bestehenden Neurologie oder das Auftreten früh sekundärer neurologischer Defizite während der konservativen Therapie allgemein (einschließlich Berstungsfrakturen) beobachtet.

1.6.6 Komplikationen

Unmittelbar posttraumatisch kann eine reflektorische Magen-Darm-Atonie in unterschiedlich starkem Ausmaß auftreten und sich bei nicht adäquater Behandlung bis zum manifesten Ileus entwickeln. Die längere Immobilität im Bett erhöht das Thrombose- und Pneumonierisiko und führt trotz Krankengymnastik häufig zur Atrophie der Muskulatur. Weiterhin können insbesondere bei älteren oder kachektischen Patienten Lagerungsschäden an der Haut und den peripheren Nerven eintreten.

Tab. II: Komplikationen in der Literaturübersicht

Mumford 1993 [40]	1 x Harnverhalt 3 x Harnwegsinfekte	47
Möllenhoff 1993 [39]	2 x Harnwegsinfekte 2 x Pneumonien	22
Cantor 1993 [12]	keine	33
Katscher 2003 [30]	3 x Pneumonie 1 x Magenulcus (Stress)	70

Überraschend wenig wird in der Literatur der letzten 15 Jahre über Komplikationen während der nichtoperativen Wirbelfrakturbehandlung berichtet. Die Tabelle II stellt die in der Literatur vorgestellten Komplikationen dar.

1.6.7 Scores

Nach Steindl, Schlickewei u.Kaltenecker erfolgt die Beurteilung der Behandlungsergebnisse nach Wirbelfrakturen in 4 Kategorien, wobei subjektive Patientenangaben, das klinische Untersuchungsergebnis und das Ausmaß der beruflichen Rehabilitation berücksichtigt werden[10,24,28,44,53,55].

Tab. III: Bewertungskriterien des Behandlungsergebnisses (4 Stufen Schema nach Steindl/Schlickewei[53])

Ergebniskategorie	Bewertungskriterien
1 sehr gut	Schmerzfrei klinisch kein Gibbus keine Bewegungseinschränkungen voll arbeitsfähig, kein Analgetikagebrauch
2 gut	Schmerzen nur bei Belastung Klinisch kein Gibbus geringe Bewegungseinschränkungen arbeitsfähig, kein Analgetikagebrauch
3 mäßig	Ständig Schmerzen bei Belastung andauernd geringer Ruheschmerz klinisch geringer Gibbus leichte Bewegungseinschränkungen Analgetikagebrauch mehr als 1x/Monat voll arbeitsfähig bei Berufswechsel
4 schlecht	andauernder Schmerz(Ruhe) deutlicher Gibbus deutliche Bewegungseinschränkungen Frühpensionär

Um eine Vergleichbarkeit unserer Behandlungsergebnisse mit denen der Literatur der letzten 15 Jahre zu ermöglichen wurden nicht die jetzt etablierten Scores (VAS-Wirbelsäulenscore, Funktionsfragebogen Hannover, Patientenfragebogen zur Schmerzregulation, Constant-Score) [46] sondern die obgn. Bewertungskriterien verwandt.

1.6.8 Behandlungsergebnisse in der Literaturübersicht

Die nachfolgende Tabelle IV vermittelt einen Überblick über die erreichten Behandlungsergebnisse in der Literatur in Abhängigkeit von der Behandlungsmethode.

Tab.IV: Behandlungsergebnisse in Literaturübersicht

Autor Jahr	Anzahl Patienten	Frakturtyp	Behandlungs- methode	Prozentanteil Korsett	Patienten- ergebnisse		Schmerzen bei NU		Kyphosedifferenz im Durchschnitt	ursprüngl. Beruf
					sehr gut	gut	keine	geringe		
Schlickewei 1991 [53]	124	A1-A3	F	82%	75%		23%	66%	2°	89%
Braun 1991 [10]	112	A1-A2	F	52%	44%				7,6°	
Steindl 1992 [55]	153	A1-A3	K	100%	72%		20%	46%	2°	83%
Kaltenecker 1992 [28]	72	A1-A3	K	100%	98%		71%	21%	3°	100%
Loew 1992 [37]	74	A1-A3	F	100%					2,5°	
Hierholzer 1992 [24]	71	A1-A3	F	0%	55%		21,4%	33,3%		
Chan 1993 [13]	20	A-B	K	75%	90%		25%	70%	1,6°	90%
Mumford 1993 [40]	47	A1-A3	K	100%	49%	17%			4°	81%
Resch 2000 [47]	56	A1-A3	KK+Rep.	100%	56%	44%			4,5°	
Reinhold 2003 [46]	43	A-B	F	44%	10%				5,2°	62%
Wood 2003 [62]	27	A1-A3	F	100	5	40%	20%		2,6°	74%
Katscher 2003 [30]	70	A1-A2	K	0%	36%	40%	34%	16%	8,5°	87%

2. Patientenkollektiv und Methodik

Anhand einer retrospektiven Studie wurde ein primär unselektiertes Krankengut der Abteilung, später Klinik für Unfall- und Wiederherstellungschirurgie der Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg analysiert, welches im Zeitraum vom 1.1.1990 bis zum 31.12.1993 mit einer Fraktur der BWS und LWS konservativ behandelt worden war. Es handelte sich dabei um insgesamt 40 Patienten (10 Frauen, 30 Männer) mit insgesamt 62 Frakturen an BWS und LWS.

Zur klinischen und radiologischen Nachuntersuchung (NU-Intervall im Mittel 3,75 Jahre nach Unfalltag) konnten 34 Patienten (9 Frauen und 25 Männer) eingeladen werden. Die restlichen 6 waren zum Zeitpunkt der NU entweder unbekannt verzogen (n=5) oder infolge schwerer Allgemeinerkrankung (n=1) nicht erschienen.

2.1 Auswertung anhand der Krankenakte

Entsprechend eines zuvor erstellten Datenerhebungsbogens (siehe Tab.V) wurden die stationären Krankenakten, welche von allen 40 Patienten vorlagen, ausgewertet.

Tab.V: Datenerhebungsbogen zur Krankenaktenauswertung

Angaben zur Person

Name

Vorname

Geschlecht

Alter

Beruf

Unfalldaten

Ursache

Frakturlokalisation

AO-Klassifikation

Neurologische Beeinträchtigungen

Begleitverletzungen

Behandlungsdaten

Behandlungsmethode

Korsett

Reposition

Krankenhausaufenthalt

Komplikationen

Rehabilitation

Arbeitsunfähigkeits-Dauer

2.2 Ergebnisse der Krankenaktenauswertung

Nachfolgend werden die Ergebnisse der Krankenaktenauswertung im Einzelnen dargelegt.

2.2.1 Allgemeine Angaben

40 Patienten mit Wirbelkörperfrakturen an BWS und LWS wurden im Auswertungszeitraum an unserer Abteilung/Klinik nichtoperativ behandelt. Nicht berücksichtigt wurden Patienten mit isolierten Verletzungen der Dorn-, Quer- oder Gelenkfortsätze sowie Kinder unter 16 Jahren. Das Durchschnittsalter der Verletzten betrug 35 Jahre. Am häufigsten waren Patienten in der Altersgruppe von 21-30 Jahren (n= 17) betroffen.

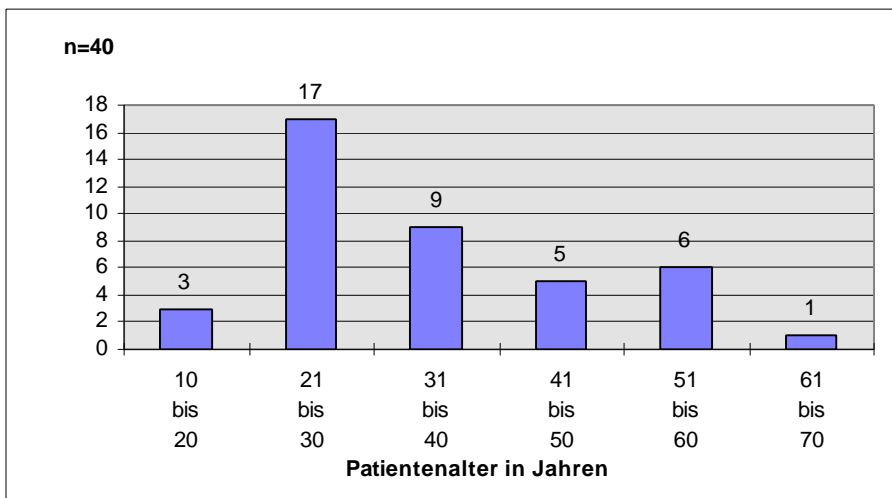


Abb. 6: Altersverteilung im Gesamtkollektiv

2.2.2 Frakturursachen

Als häufigste Verletzungsursache waren Unfälle im Straßenverkehr (n=15), vorrangig als PKW-Insasse oder als Motorradfahrer, zu verzeichnen.

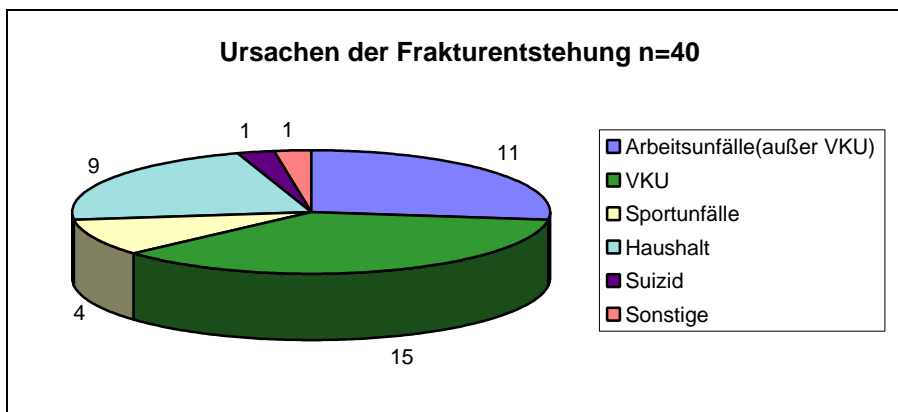


Abb. 7: Frakturursachen

In der Häufigkeit folgen 11 Unfälle bei der Arbeit (Stürze von Ladeplanken, Luken und Gerüsten), 9 Unfälle im Haushalt (Stürze von Bäumen und Leitern), 5 Sportunfälle, 1 Suizidversuch und 1 „Verhebetauma“.

2.2.3 Häufigkeit und Lokalisation der Wirbelfrakturen

Im Gesamtkollektiv n=40 lagen insgesamt 63 Frakturen der Brust- und Lendenwirbelsäule vor. Bei 15 dieser Patienten bestanden mindestens 2 bis maximal 4 Wirbelbrüche gleichzeitig. Die Zuordnung in die entsprechenden Gruppen zur Auswertung erfolgte jeweils nach dem am schwersten betroffenen Segment.

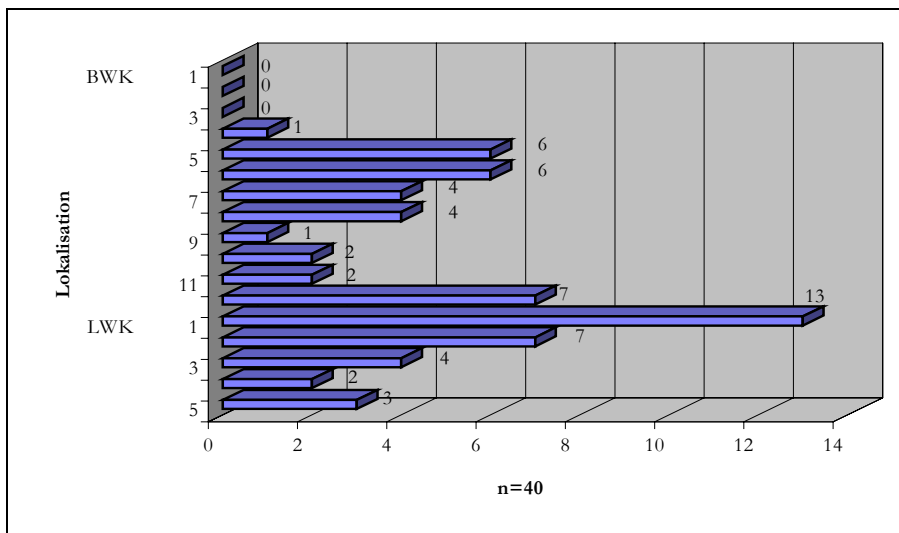


Abb. 8: Gesamtanzahl und Lokalisation der Wirbelfrakturen

Die am häufigsten betroffenen Regionen waren der thorakolumbale Übergang (LWK 1 n=13) und die mittlere BWS (BWK5 n=6/ BWK6 n=6).

2.2.4 Begleitverletzungen

Zwei Drittel der Verletzten wiesen jedoch zusätzliche Verletzungen auf. So bestanden bei 13 Patienten multiple Kontusionen, bei 7 Verletzten Schürf- und bei 6 Patienten Schnittwunden. Bei 2 Verletzten wurden Rippenserienfrakturen, bei je einem Patienten eine distale Radiusfraktur bzw. eine Mittelhandfraktur und bei einem weiteren Verunfallten ein SHT diagnostiziert.

2.2.5 Wirbelfrakturbehandlung

Wir behandelten unsere Patienten vorrangig funktionell oder konservativ. Nur 3 Verletzte wurden klassisch konservativ nach Böhler behandelt. Nachfolgend wird die differenzierte Behandlung und deren Ergebnisse dargestellt.

2.2.5.1 Allgemeine Übersicht

Die Behandlung erfolgte konservativ nach Magnus mit dem typischen dreiphasigen Ablauf über einen Zeitraum von 4 bis 6 Wochen. Die funktionelle Behandlung wurde entsprechend mit einer drei- bis fünftägigen Liegephase und nachfolgender Mobilisation, teilweise mit Korsett, ausgeführt. Bei 4 Verletzten wurde die Reposition im ventralen Durchhang mit nachfolgender Anpassung eines Gipskorsettes und eine konservative Therapie nach Magnus (n=1) oder eine Nachbehandlung nach dem Böhler Schema (n=3) durchgeführt. Diese 4 Patienten wurden innerhalb der Auswertung, übereinstimmend mit der Literatur, der konservativen Behandlungsgruppe zugeordnet. Eine differenzierte Analyse des Therapieerfolges ist unter den Nachuntersuchungsergebnissen bei primärer Frakturposition im Kapitel 3.3 S.47 aufgezeigt.

Die Einteilung der Frakturen erfolgte nach der AO- Klassifikation (Siehe Tab. 1 S.12). Typ -A Wirbelfrakturen lagen bei 35 Patienten (A1 n=26/ A2 n=2/ A3 n=8) und Typ B Frakturen bei 3 Verletzten (B1 n=2/ B2 n=1) vor.

Von den 40 Patienten mit Frakturen der BWS/LWS wurden 16 funktionell, 21 konservativ und 3 klassisch konservativ behandelt. Die Abbildung 9 zeigt die angewandte Behandlungsmethode in Abhängigkeit von Lokalisation und Frakturtyp, wobei jeweils die schwerste Wirbelfrakturform zur Einteilung berücksichtigt wurde.

Indikation zur funktionellen Behandlung von Frakturen der BWS stellten junge, kooperative Patienten mit Frakturtypen A 1- A 3 dar.

Auch Verletzte mit LWK-Frakturen des Typs A1 - A2 und 1 Patient mit einer A3 Fraktur wurden funktionell behandelt.

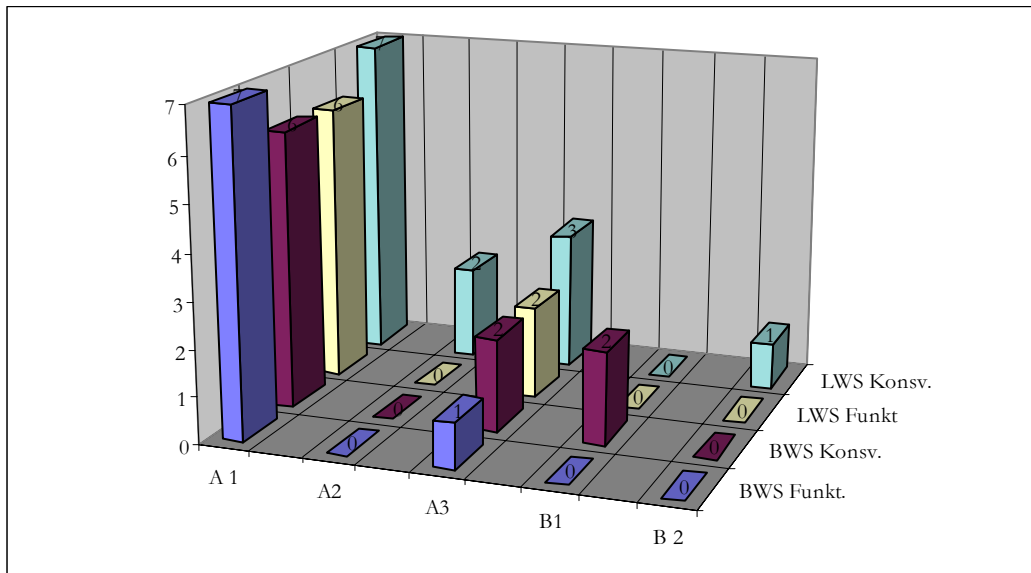


Abb. 9: Frakturbehandlung in Abhängigkeit von Lokalisation und Schweregrad (n=40)

Bei den konservativ behandelten Verletzten lagen vorrangig weniger stabile Frakturen vom Typ A2 bis B2 vor. Insbesondere Patienten mit Mehrsegmentverletzungen (bis zu 4 Wirbel) wurden konservativ n. Magnus therapiert. Alle 4 Patienten mit neurologischen Ausfallserscheinungen (siehe Abs.2.2.6. S.29) waren in dieser Gruppe. Klassisch konservativ therapiert wurden 1 Patient mit BWK 5-8 Frakturen Typ A1-A3, 1 junge Patientin mit 1 LWK 1 Fraktur Typ A1.2 und Primärdeformationswinkel von 12 Grad des Wirbels. Ein Mann mit temporärer instabiler LWK 1 Fraktur vom Typ A3.1 wurde ebenfalls klassisch-konservativ nach dem Böhler Schema behandelt.

2.2.5.2 Stellenwert der Korsettbehandlung

Weniger als 1/3 (n=6) aller 15 Patienten mit BWK-Frakturen wurden primär mit einem Gips- oder 3-Punkt-Stützkorsett mobilisiert. Das Korsett kam bei längerstreckigen Wirbelsäulenverletzungen sowie weniger stabilen BWK-Frakturformen (A2/A3) zur Anwendung. Die Tragedauer betrug im Durchschnitt 2 Monate.

Dagegen wurden knapp 2/3 der Patienten mit LWK Frakturen (11 von 19) mit einem Korsett behandelt. Die Tragezeit war mit durchschnittlich 5 Monaten deutlich länger.

Bei 7 Patienten wurde die konservative oder klassisch-konservative Therapie und nur bei 4 Verletzten die funktionelle Behandlung angewandt.

2.2.5.3 Behandlungsstrategie bei Mehrsegmentverletzungen

Bei 15 der 40 Patienten lagen mindestens 2 und bis zu maximal 4 Wirbelbrüche der BWS/LWS gleichzeitig vor. Die Mehrzahl der Verletzten (n=9) dieser Gruppe wurden konservativ oder klassisch konservativ behandelt. Davon bestanden bei 6 Patienten Mehrsegmentverletzungen (bis zu 4) der BWS mit Frakturen vom Typ A1 (n=12). Nur 2x lagen Typ A2 und 1x Typ A3 sowie 2x B-Frakturen vor. 1 Patient mit 4 Brustwirbelfrakturen wurde klassisch konservativ mit Korsett und vorheriger Reposition im ventralen Durchgang behandelt. Bei den restlichen 3 konservativ Therapierten dieser Gruppe lagen ausschließlich Typ A1 Frakturen der LWS vor. Tabelle VI zeigt die annähernd gleichmäßige Verteilung der Korsett-Anwendung bei Mehrsegmentverletzungen der BWS und LWS.

Tab. VI: Behandlungsmethoden der Patienten mit Mehrsegmentverletzungen

n= 11	Behandlung	Lokalisation		Patienten
		BWS	LWS	
Funktionell	ohne Korsett	3	1	6
Funktionell	mit Korsett	0	2	
Konservativ	ohne Korsett	4	2	9
Konservativ	mit Korsett	2	1	

Funktionell wurden 6 Verletzten mit Mehrsegmentfrakturen behandelt. Bis auf einen Patienten mit einer LWK 1 Fraktur vom A3 Typ lagen ausnahmslos A1 Frakturtypen der BWS und LWS vor.

Nur 2 Patienten dieser Gruppe mit stabilen Frakturen des 3. und 4. Lendenwirbelkörpers (Typ A1.1 und A1.2) wurden funktionell mit Korsett behandelt.

2.2.6 Neurologische Beeinträchtigungen

Anhand des Frankel-Schema (Tab. VII) sind die am Unfalltag und am stationären Behandlungsende vorliegenden neurologischen Ausfallserscheinungen im Patientenkollektiv in Tabelle VIII dargestellt.

Tab.VII: Frankel-Schema

Schweregrade der neurologischen Ausfälle bei Wirbelsäulenverletzungen (Frankel-Schema)	
Frankel A	kompletter Querschnitt (kompletter sensibler und motorischer Funktionsausfall)
Frankel B	kompletter Querschnitt mit vereinzelt erhaltener Sensibilität
Frankel C	inkompletter Querschnitt mit unbrauchbarer motorischer Funktion
Frankel D	inkompletter Querschnitt mit erhaltener motorischer Funktion und teilweise Sensibilitätsverlust
Frankel E	normaler neurologischer Befund

Bei 4 Patienten kam es jeweils zur Remission der neurologischen Schädigung um je eine Stufe nach dem Frankel-Schema während der stationären Behandlung. Bei einem Verletzten mit Sensibilitätsstörungen der Beine am Unfalltag waren diese Ausfälle am Ende der Krankenhausbehandlung vollständig rückläufig (D zu E).

Tab. VIII: Neurologische Ausfallserscheinungen nach Frankel am Unfalltag und zur Krankenhausentlassung

Frankel	Unfalltag	Entlassungstag
A	0	0
B	0	0
C	3	0
D	1	3
E	36	31

n=40

Verblieben sind bei 3 Patienten mit initial motorischer Beeinträchtigung lediglich Taubheitsgefühle an der unteren Extremität. Bei keinem Patient kam es zu einer Verstärkung der neurologischen Ausfallserscheinungen während der Therapie.

2.2.7 Komplikationen

Es traten in unserm Krankengut, wie in Tab. IX dargestellt, nur wenige, nicht schwerwiegende Komplikationen in Form von Harnwegsinfekten, zeitweiligen primären Blasen-Mastdarmfunktionsstörungen oder Korsettproblemen auf.

Tab.IX: Komplikationen der funktionellen und konservativen Behandlung

Komplikation	Patienten n=40
Neurologische Beeinträchtigung zunehmend	0
abnehmend	4
Harnwegsinfekte	4 (alle bei konservativer Therapie)
Temp. Blasen-Mastdarmfunktionsstörungen	7 (primär 7 / sekundär 0)
Mechanische Probleme Korsett	2 (1x Gipsbruch, 1x Druckulcus)
Patientencompliance	2 (1x Vorzeitiges Aufstehen/1x Therapieabbruch)

Nur ein Patient hielt sich nicht an die verordnete konservative Lagerungsbehandlung und mobilisierte sich selbständig ausserhalb des Bettes. Bei einem weiteren Verletzten wurde nach 4 wöchiger Tragezeit ein Gipskorsettbruch und bei einem zweiten Patienten die Ausbildung eines Druckgeschwüres unter dem Korsett beobachtet.

Zu einem vorzeitigen Behandlungsabbruch nach eigenmächtiger Abnahme des Stützkorsettes in der späteren Behandlungsphase kam es dann durch einen weiteren Patienten. Schwerwiegende Komplikationen wie Venenthrombosen, Pneumonien oder größere Dekubitalgeschwüre wurden nicht beobachtet. Erstaunlich hoch waren die Akzeptanz und Toleranz der Patienten gegenüber der 3-4 wöchigen Lagerungsbehandlung bei der konservativen Therapie nach Magnus.

2.3 Nachuntersuchung

Alle Patienten wurden angeschrieben und zu einer Nachuntersuchung eingeladen, welche im Wesentlichen aus 3 Abschnitten bestand. Die Daten wurden anhand eines selbst erstellten Erhebungsbogens erfasst. (siehe Anlage 1).

2.3.1 Gespräch

Zunächst fand ein Gespräch mit Befragung zum jetzigen Beschwerdebild, Schmerzmittelverbrauch, der subjektiven Einschätzung des Therapieergebnisses und der Wiedererlangung der Arbeitsfähigkeit im ursprünglichen Beruf statt. Auch das Freizeit-sportverhalten sowie allgemeinen Lebens Einschränkungen wurden erfragt.

2.3.2 Klinische Untersuchung

Durch die klinische Nachuntersuchung wurden posttraumatische Fehlstellungen bzw. Fehlhaltungen, muskuläre Verspannungen, Rückenschmerzen und die Beweglichkeit der Wirbelsäule nach einem standardisierten Meßbogen erfasst. Die neurologischen Beeinträchtigungen wurden nach dem Frankel- Schema klassifiziert (Tab.VII S.30).

2.3.3 Radiologische Untersuchung

Hauptinhalt der radiologischen Nachuntersuchung war die Analyse der Röntgenaufnahmen zum Unfallzeitpunkt, nach Mobilisierung und zum Nachuntersuchungszeitpunkt. Diese wurden nach folgenden Kriterien ausgewertet:

Kyphosewinkel nach COBB

Beschreibt den Winkel zwischen Deckplatte des benachbarten intakten oberen WK und der Grundplatte des benachbarten intakten unteren WK, als Ausdruck der Kyphose des verletzten Wirbelsäulensegmentes

Wirbelkeilwinkel(WKW)

Der Winkel zwischen Grund- und Deckplatte des verletzten Wirbels beschreibt den unmittelbaren Deformationsgrad des frakturierten Wirbels.

SI oder Sagittaler Index/ Beck'scher Koeffizient ist der Quotient aus Vorder- und Hinterkantenhöhe des gebrochenen Wirbels, welcher eine gute Beurteilbarkeit der Wirbelkörperdeformierung unabhängig vom Film-Fokus-Abstand zuläßt.

Standardisierte CT-Untersuchungen waren weder zum Aufnahme- noch zum Nachuntersuchungstag mangels technischer Voraussetzungen nicht durchgängig möglich.

3. Ergebnisse

Nachfolgend sind die Behandlungsergebnisse der Verletzten welche nachuntersucht werden konnten (n=34) dargestellt.

3.1 Ergebnisse aus der Patienten-Nachuntersuchung

Von den 40 Patienten, welche im Zeitraum vom 1.1.1990 bis zum 31.12.1993 (4 Jahre) in der Klinik für Unfall- und Wiederherstellungschirurgie der Martin-Luther- Universität Halle Wittenberg mit 62 Frakturen der BWS und LWS nichtoperativ behandelt wurden,

konnten 34 nachuntersucht werden. Bei diesen 34 Verletzten lagen insgesamt 52 Frakturen der BWS /LWS vor. Das Nachuntersuchungskollektiv bestand aus 9 Frauen und 25 Männern. Das Durchschnittsalter der Patienten zum Zeitpunkt der NU lag bei 38 Jahren (von 17 bis 63 Jahren). Der NU-Zeitraum betrug durchschnittlich 45 Monate nach dem Unfall (12- 77 Monate). Wir unterteilen im folgendem nach der durchgeführten Therapie in die Nachuntersuchungsgruppe funktionelle und konservative Behandlung.

3.1.1.1 Nachuntersuchungsgruppe funktionelle Behandlung

Nachfolgend werden die Untersuchungsergebnisse der Einzelkriterien und die Gesamteinschätzung der funktionell behandelten Patienten differenziert dargestellt.

3.1.1.2 Beschwerden

Die nachuntersuchten Personen wurden nach Häufigkeit und Intensität von Rückenschmerzen befragt. Kriterien waren dabei die vollständige Beschwerdefreiheit, das Auftreten von Schmerzen nur bei stärkerer Belastung oder ein ständig vorhandener Schmerz. Wie in Abb.10 dargestellt, gaben 4 von den insgesamt 7 Patienten mit funktionell behandelten LWK -Frakturen das Auftreten von Schmerzen bei stärkerer Belastung an.

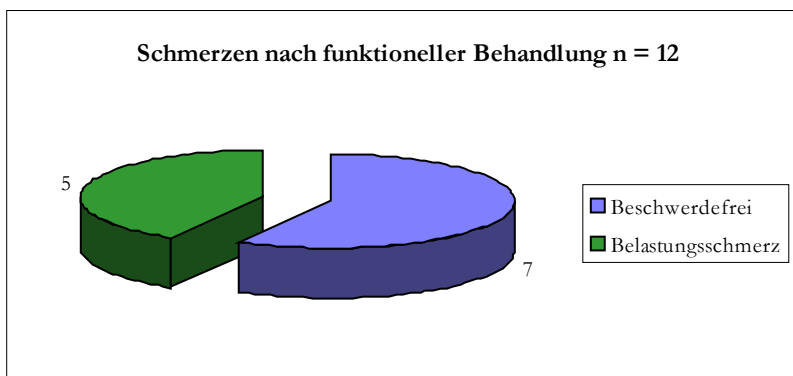


Abb. 10: Subjektive Beschwerden bei funktionell behandelten Patienten

4 von 5 Verletzten mit Frakturen der BWS waren beschwerdefrei und damit anteilig am häufigsten ohne Schmerzen. In dieser Gruppe befand sich auch ein Patient mit einer BWS-Mehrsegmentverletzung (BWK 5-7 Frakturen) unter Ausbildung einer posttraumatischen Kyphose von 24 Grad.

3.1.1.3 Klinische Nachuntersuchung

Wir konnten klinisch bei einem BWS-Mehrsegmentverletzten (radiolog. Kyphosewinkel 24°) sowie bei einem LWK 1 Verletzten (Typ A 3 Fraktur mit radiolog. Kyphosewinkel von 14°) posttraumatische Kyphosen sehen. (Siehe Tab.X)

Tab. X: Klinische Nachuntersuchung funktionelle Behandlung

n=12	BWS	LWS
Kyphose	1	1
Skoliose	1	0
Muskelverspannung paravertebral	0	3

Bei einem Patienten mit isolierter BWK 5 Fraktur (Typ A 1) trat eine Seitverbiegung (Skoliose) von 15° ein. Lediglich bei 3 Patienten mit LWK-Frakturen waren muskuläre Verspannungen im ehemaligen Verletzungsbereich tastbar. Die Gesamtbeweglichkeit der Wirbelsäule bei Drehbewegung und Seitneigung war bei allen Patienten dieser Gruppe nur gering, im Durchschnitt um jeweils 10 Grad, eingeschränkt. Die Beugebeweglichkeit war ebenfalls nur gering und vorrangig bei LWS-Verletzten mit einem durchschnittlichen FFB von 9 cm (0-28 cm) herabgesetzt.

3.1.1.4 Allgemeine Rehabilitation

Alle Verletzten konnten, wie in Tabelle XI dargestellt, nach kurzem KH-Aufenthalt (im Mittel 10 Tage) und einer geringen Arbeitsunfähigkeitsdauer (im Durchschnitt 3 Monate) ihren ursprünglichen Beruf wieder aufnehmen.

Tab. XI: Rehabilitation bei funktioneller Behandlung

KH-Verweildauer	Ø 10 Tage (5-14 Tage)
AU-Zeitraum	Ø 3 Monate (1-6 Monate)
Berentung	1 Pat.
ursprünglicher Beruf	92 % (11 von 12 Pat.)
ursprünglicher Freizeitsport	100%

Es konnten keine signifikanten Unterschiede in der AU-Dauer bei Privat- oder Arbeitsunfällen festgestellt werden.

Auffällig erscheint der kurze stationären Aufenthalt und von hohem Wert für die Patienten, das vollständig wiedererlangte Freizeitverhalten!

3.1.1.5 Subjektive Einschätzung des Therapieergebnisses

Die subjektive Einschätzung des Therapieergebnisses war überwiegend gut (n=9) oder sehr gut (n=2) und nur bei einem Patienten mäßig. Alle Verletzten fühlten sich ähnlich belastbar wie vor dem Unfall und verspürten keine wesentlichen Einschränkungen im Alltag. Die grafische Darstellung in der nachfolgenden Abb. 11 verdeutlicht das gute Ergebnis. Besonders bemerkenswert erscheint die Tatsache, dass die Mehrheit der Verletzten keine genaue Kenntnis mehr davon hatten, welcher Wirbel ehemals frakturiert war, obwohl die Nachuntersuchung im Durchschnitt nur 3 Jahre nach dem Unfall stattfand.

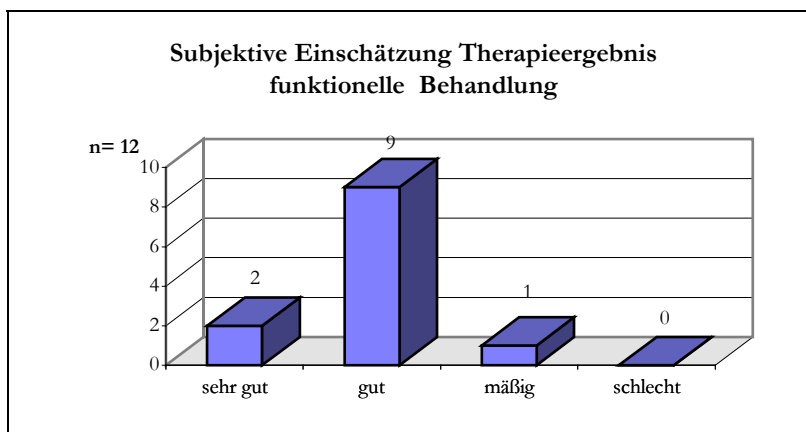


Abb. 11: Subjektive Einschätzung des Therapieergebnisses funktionelle Behandlung

3.1.2.1. Nachuntersuchungsgruppe konservative Behandlung

Nachfolgend werden die Ergebnisse der Nachuntersuchung der Patienten detailliert dargestellt, deren Behandlung konservativ (n. Magnus) oder klassisch konservativ (n. Böhler) erfolgt war.

3.1.2.2 Beschwerden

6 der 22 Patienten klagten über ständige Rückenschmerzen. Dabei handelte es sich um je 2 Verletzte mit Frakturen vom B-Typ oder mit mehrfachen Wirbelbrüchen im thorakolumbalen Übergang sowie 2 Patienten nach primären Repositionen und Korsettbehandlung.

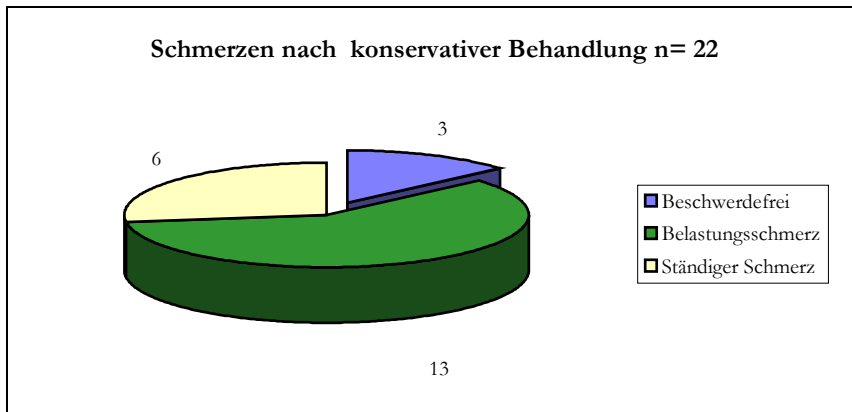


Abb. 12: Subjektive Beschwerden nach konservativer Wirbelbruchbehandlung

Nur 3 Nachuntersuchte (konservativ n. Magnus therapiert) dieser konservativ behandelten Patientengruppe waren annähernd beschwerdefrei. Alle Anderen berichteten über regelmäßig und frühzeitig auftretende Rückenschmerzen bei stärkerer Beanspruchung.

3.1.2.3 Klinische Nachuntersuchung

Bei 1/3 (7 von 22) der Verletzten dieser Gruppe konnte die Ausbildung von posttraumatischen Fehlhaltungen nachgewiesen werden. Am häufigsten (bei 5 dieser 7 Patienten) wurden Beugefehlhaltungen der Wirbelsäule mit einem durchschnittlicher Kyphosewinkel nach Cobb von 14 Grad (min.14° - max. 33°) beobachtet. In Tab. XII sind die Ergebnisse klinischen Nachuntersuchung dargestellt.

Tab. XII: Klinische Nachuntersuchung bei konservativer Therapie

n=22	BWS	LWS
Kyphose	3	2
Skoliose	1	3
Muskelverspannung paravertebral	0	5

Am stärksten war diese Rundrückenbildung bei 2 Patienten mit Mehrsegmentverletzungen der BWS (Kyphosewinkel 20° und 33°). Eine Patientin wies nach B-Verletzung (LWK 2 Fraktur und Korsettbehandlung) mit Neurologie eine Achsenabweichung in der Sagittalebene von 10° in der ehemaligen Verletzungshöhe auf. Die Neurologie besserte sich von Frankel C auf D. Ein weiterer Patient mit LWK 2 Fraktur vom Typ A3.1, behandelt mit Reposition und Korsett, bildete einen seitlichen Achsenknick von 22° (Skoliose) in der Frakturhöhe aus.

Bei 5 Patienten war eine deutliche Verspannung der paravertebralen Muskulatur in Höhe der ehemaligen LWK- Fraktur feststellbar.

Wesentliche Einschränkungen in der Rumpfdrehbeweglichkeit oder in der Seitneigemöglichkeit fanden sich nicht. Die Rumpfbeugung war jedoch im Mittel auf einen FFB von 15,5 cm, im ungünstigsten Fall bis auf 60 cm FFB vermindert. Auffällig war hier wiederum, dass die erheblichen Einschränkungen der Beugebeweglichkeit vorrangig bei LWS- Verletzten auftraten.

3.1.2.4 Allgemeine Rehabilitation

Die Krankenhausverweildauer mit im Mittel 44,5 Tagen sowie der gesamte AU-Zeitraum, im Durchschnitt 6 Monate, waren im Vergleich zur funktionell behandelten Gruppe deutlich erhöht. Auch der Anteil der Rentenempfänger ist mit 23% (5 von 22) höher.

Tab. XIII: Rehabilitation nach konservativer Therapie

KH-Verweildauer	Ø 44,5 Tage (20-133 Tage)
AU-Zeitraum	Ø 6 Monate (2-14 Monate)
Berentung	5 Pat.(23%)
ursprünglicher Beruf	50 % (11 von 22 Pat.)
ursprünglicher Freizeitsport	50%

Mehr als die Hälfte der Verletzten waren in ihrem ursprünglichen Beruf mit teilweise körperlich schwerer Tätigkeit nicht mehr einsetzbar. Nur 50 % der Patienten konnten, manche erst nach mehreren Monaten Pause, ihr früheres Freizeitsportverhalten wieder aufnehmen.

3.1.2.5 Subjektive Einschätzung des Therapieergebnisses

Die Befragung der Verletzten zur subjektiven Einschätzung ihres Therapieergebnisses fällt deutlich ungünstiger als in der funktionell behandelten Gruppe aus.

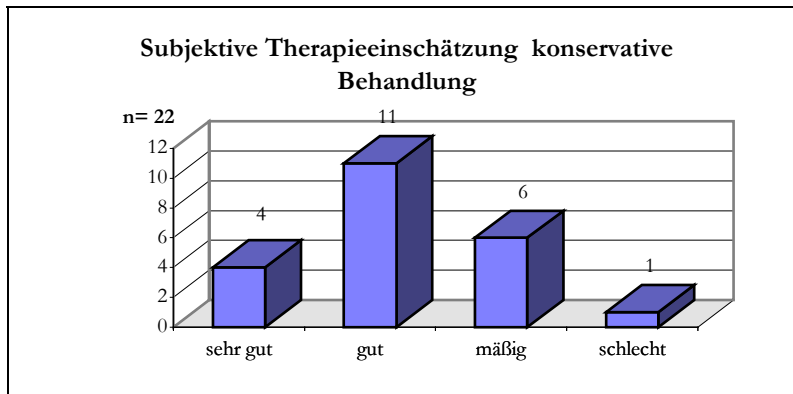


Abb. 13: Subjektive Einschätzung des Therapieergebnisses bei konservativer Wirbelbruchbehandlung

Wurde bei den funktionell behandelten Patienten ein subjektiv überwiegend gutes bis sehr gutes Therapieergebnis empfunden, so schätzte der Hauptanteil der konservativ Behandelten (n=11) das Therapieergebnis mit gut, aber knapp 1/3 der Verletzten (n=6) nur mit mäßig ein. Nur 5 Patienten verspürten keine Einschränkung der allgemeinen körperlichen Leistungsfähigkeit und gaben keine psychische Beeinträchtigung an. Die restlichen 17 Patienten dieser Gruppe fühlten sich in der körperlichen Beanspruchbarkeit und in der Leistungsfähigkeit im Alltag und Beruf eingeschränkt. 3 konservativ Behandelte beklagten zudem ein Instabilitätsgefühl im Rücken und Angst vor einer erneuten Wirbelfraktur. 5 der 22 Patienten hatten hinsichtlich der weiteren Lebensgestaltung und aus Angst um ihren Arbeitsplatz länger anhaltende psychische Probleme. Einige hatten auch einfach nur Angst vor einem erneuten Unfall und steuerten selbst längere Zeit kein Auto. Nur 50% der Verletzten konnten ihren ursprünglich ausgeübten Freizeitsport wieder ausüben.

3.1.3 Nachuntersuchungsergebnisse der Patienten mit primären neurologischen Ausfallserscheinungen

Im Patientenkollektiv wurden 4 Verletzte mit neurologischen Beeinträchtigungen behandelt und konnten alle nachuntersucht werden (s.Tab. XIV).

Tab. XIV: Übersicht der Verletzten mit neurologischen Ausfallserscheinungen

Pat.	Fraktur-Lokalisat/Typ	Neurolg.-UT	Behandlg.	Neurolg.-NU
m. 37 J.	BWK 8 A2.1	D	K	E
w. 20 J.	BWK 10 A1.1	C	K	D
m. 63 J.	BWK 12 B1.2	C	K+Rep.	D
w. 37 J.	LWK 2 B 2.3. Conus/Cauda-Synd.	C	K+Korsett	D

Ein älterer Patient(63J.) mit einer B1.2-Fraktur des 12.BWK musste konservativ therapiert werden, da schwerwiegende Grunderkrankungen(CIHK, Myokardinfarkt, Hypertonie, Zustand nach Lungenembolie) eine Operation nicht zuließen.

Bei 2 Patienten waren die neurologischen Symptome bereits 24 Stunden nach dem Unfall in Rückbildung begriffen, sodass auf eine Operation verzichtet wurde.

Bei allen 4 Patienten trat unter der Behandlung eine Remission der neurologischen Ausfälle um jeweils eine Stufe im Frankel Schema ein, wobei nur 1 Verletzter zum Therapieende vollständig ohne neurologische Beeinträchtigungen war. Bei den restlichen 3 Patienten handelte es sich abschließend um geringe Störungen der Sensibilität der Beine, welche im Alltag als nicht störend empfunden wurden. Alle Verletzten wurden konservativ mit einer Immobilisation im Bett von 4 Wochen und anschließender schrittweiser Mobilisation behandelt.

3.1.4 Behandlungsergebnisse nur A2-A3 Verletzungen

Wie in Tabelle XV dargestellt, sind auch 9 Patienten aus unserem Patientengut (n= 34) mit diesen Frakturtypen nichtoperativ behandelt und nachuntersucht worden.

Hinsichtlich der erreichten posttraumatischen Stabilität, der Wirbelsäulen-Beweglichkeit, der allgemeinen Belastbarkeit und der Resozialisierung wurden nach dem 4-Kategorien Schema nach Steindl[55] überwiegend gute bis mäßige Ergebnisse erzielt.

Tab. XV : Behandlungsübersicht der Verletzten mit Frakturen vom A2 und A3 Typ

Patient	Lokalisat	Typ	Behandlg methode	Korsett	Keilwinkel in Grad		Schmerzen	Berufstätig	Ergebnis Kategorie 1 sehr gut, 2 gut 3mäßig, 4schlecht
					UT	NU			
m.53J	BWK 4	A2.3	K	ja	10	18	Belastung	ja	3
	BWK 6	A3.1			8	12			
m.29 J.	BWK 12	A3.1	F	ja	10	18	Belastung	ja	2
m.50J.	BWK 12	A3.1	K	nein	3	8	Belastung	nein	2
m. 23J.	LWK 1	A3.1	F	ja	20	24	Belastung	ja	1
m.31J.	LWK1	A3.1	K	nein	8	10	ständig	ja	3
w. 53J	LWK 1	A3.3	K	ja	10	15	ständig	nein	4
m. 59J	LWK 4	A3.1	KK	ja	8	10	ständig	ja	3
m.46J.	LWK 4	A2.2	K	nein	2	3	keine	ja	2
m.25J.	LWK 5	A3.3	K	nein	4	4	Belastung	nein	3

Es handelte sich dabei, wie zu sehen, vorrangig um Verletzte mit Frakturen des thorakolumbalen Überganges und der LWS. Bei 3 Patienten lagen nur geringe Spinalkanaleinengungen und bei einem Verletzten eine Einengung bis auf 12 mm (ohne Neurologie) vor, welche im Behandlungsverlauf jedoch nicht weiter zunahmen.

Unabhängig von der Behandlungsmethode (funktionell/konservativ/klassisch-konservativ/ mit und ohne Korsett) konnte eine Nachsinterung der Frakturen nicht verhindert werden. So nahm der Wirbelkeilwinkel vom Unfalltag bis zur Nachuntersuchung im Mittel 4 Grad (min 0 bis +8 Grad) zu. Die stationäre Behandlung war im Durchschnitt mit 63 Tagen (min.9 - max.79 Tagen) sehr lang, wobei die AU-Dauer im Durchschnitt mit 5 Monaten (min 2 - max.10 Monaten) nicht außergewöhnlich verlängert war. 6 von 9 Patienten konnten ihren ursprünglichen Beruf wieder aufnehmen, 2 davon jedoch mit Einschränkungen bei körperlich schwerer Arbeit.

Von den verbleibenden 3 Patienten mussten 2 Verletzte den Beruf zugunsten körperlich leichter Tätigkeiten wechseln 1 Pat. erhielt Invalidenrente aufgrund vorrangig unfallunabhängiger Erkrankungen. Obwohl 3 Pat. über ständige Rückenschmerzen klagten, waren alle 9 Verletzten im Alltag gut belastbar und fühlten sich bei geringem subjektivem Krankheitsgefühl nicht stark eingeschränkt. Eine Korrelation zwischen dem Ausmaß der Wirbelkörperdeformierung und den ständig auftretenden Schmerzen, insbesondere bei älteren Patienten, ließ sich nicht feststellen.

Die beiden funktionell und mit Korsett behandelten Patienten erreichten ein sehr gutes und gutes Behandlungsergebnis. Beide klagten nur über Belastungsschmerz und konnten nach einer AU-Dauer von 2 und 6 Monaten wieder im alten Beruf tätig sein.

3.1.5 Behandlungsergebnisse nur B-Verletzungen

In unserm Krankengut waren 3 Patienten mit B-Frakturen und begleitender neurologischer Ausfallssymptomatik konservativ nach Magnus behandelt worden. Die Behandlungsergebnisse sind trotz langer Krankenhausaufenthalte (43 bis 143 Tage) nach Steindl[55] und Schlickewei[53] als schlecht einzustufen.

Die initial bestehenden neurologischen Ausfallerscheinungen Frankel C besserten sich im Behandlungsverlauf um jeweils 1 Stufe auf Frankel D.

Alle 3 Patienten klagten über ständig bestehende Rückenschmerzen und waren im Alltag nicht belastbar. Die Frakturen heilten zwar stabil aber mit erheblicher Deformierung (Wirbelkeilwinkel von 14 -20 Grad) aus. Ein Verletzter hatte einen seitlichen Achsenknick von 20 Grad und 2 der 3 Nachuntersuchten klinisch eine deutliche Kyphose. Ein 37-

jähriger Patient wurde allein wegen dieser Unfallfolgen, ein 2. Verletzter(63 Jahre) wegen der Folgen des Unfalls in Kombination mit vorbestehender chron. ischäm. Herzkrankheit, Z.n. Myokardinfarkt und Lungenembolie Invalidenrentner. Die 3. Patientin (37 Jahre) wurde bei einem Rentensatz von 50% nur mit deutlichen Einschränkungen erwerbsfähig.

3.1.6. Auswertung nach Scoresystem

In der nachfolgenden Übersicht sind unsere Behandlungsergebnisse nach dem 4 - Kategorien Schema nach Steindl[55] und Schlickewei[53] (Tab. III S. 22) aufgeführt.

Tab.XVI: Behandlungsergebnisse Gesamtkollektiv zur NU

Behandlungsergebnisse nach 4 Stufen -Schema					
n in %	Behandlungs methode	Sehr gut	Gut	Mäßig	Schlecht
12 100%	F	6 50%	4 33%	2 17%	0 0%
22 100%	K	2 9%	9 41%	7 32%	4 18%
Summe bei n=34 in %		24%	38%	26%	12%
		62%			

In der funktionell behandelten Gruppe wurden bei 50% (6 von 12) ein sehr gutes Behandlungsergebnis, gegenüber nur 9 % (2 von 22) bei der konservativ behandelten Gruppe erreicht. 18% (4 von 22) der konservativ Behandelten erzielten nur ein schlechtes Therapieergebnis.

Im Gesamtkollektiv lagen bei 62% (21 von 34) gute bis sehr gute Behandlungsergebnisse vor.

3.2 Radiologische Auswertung

Im folgenden Abschnitt werden die Ergebnisse der radiologischen Nachuntersuchung unter verschiedenen Eingangs- und therapieabhängigen Kriterien dargestellt.

3.2.1 Wirbelkörperdeformierung in Abhängigkeit von der Behandlungsmethode

Zunächst soll geprüft werden ob die jeweilige Behandlungsmethode Einfluß auf das

Heilungsgeschehen und die am Ende manifeste Deformierung der Wirbelkörper bzw. Wirbelsäulenabschnitte hat.

3.2.1.1 Funktionelle Wirbelbruchbehandlung

In der funktionell behandelten Gruppe mit BWS/LWS Frakturen und teilweiser Korsettbehandlung (n=12) zeigte sich im Vergleich mit der initialen Wirbelkörperdeformierung im Durchschnitt keine wesentliche weitere Nachsinterung (NS) im Heilverlauf. In Abb.14 ist der Sagittale Index (Quotient aus Wirbelvorder- und Hinterkantenhöhe siehe S. 32) zur Vermeidung von Meßfehlern bei Erfassung der WK-Deformierung infolge nicht mit standardisiertem Film-Focus Abstand angefertigten Röntgenaufnahmen im Behandlungsverlauf dargestellt

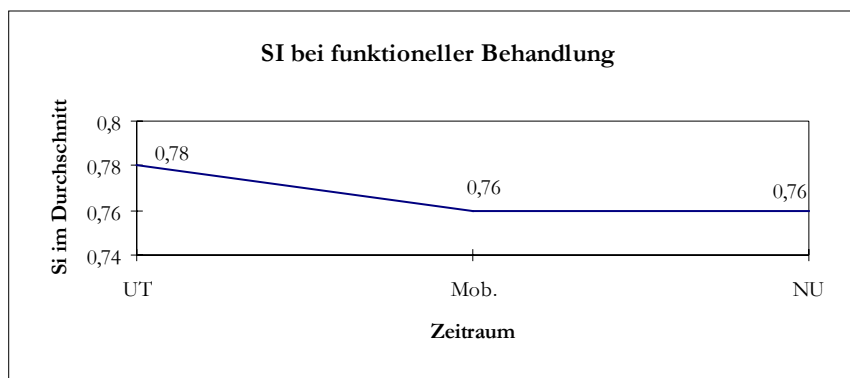


Abb. 14: Sagittaler Index im Durchschnitt während funktioneller Wirbelbruchbehandlung

So betrug der Keilwinkel zum Unfalltag im Durchschnitt 9° und zur Nachuntersuchung 10° . Ausnahmen waren 2 Patienten mit A3 Frakturen, die eine Zunahme der Deformation nach Mobilisation um $+8^\circ$ von 10° auf 18° bzw. $+6^\circ$ von 18° auf 24° im Keilwinkel aufwiesen.

3.2.1.2 Konservative Therapie (mit und ohne Korsett)

Wie in Abb.15 dargestellt, konnte bei den konservativ behandelten Patienten(n= 22) trotz Bettruhe und teilweiser Korsettverordnung im Durchschnitt eine leichte Nachsinterung der Wirbelkörper auch nicht aufgehalten werden. Häufig trat die Sinterung zum Zeitpunkt der

Mobilisation außerhalb des Bettes, also dem eigentlichen Zeitpunkt der statischen Belastung ein. Im Mittel betrug der Keilwinkel dieser Gruppe nach dem Unfall 9° und vergrößerte sich bis zur NU auf 11° .

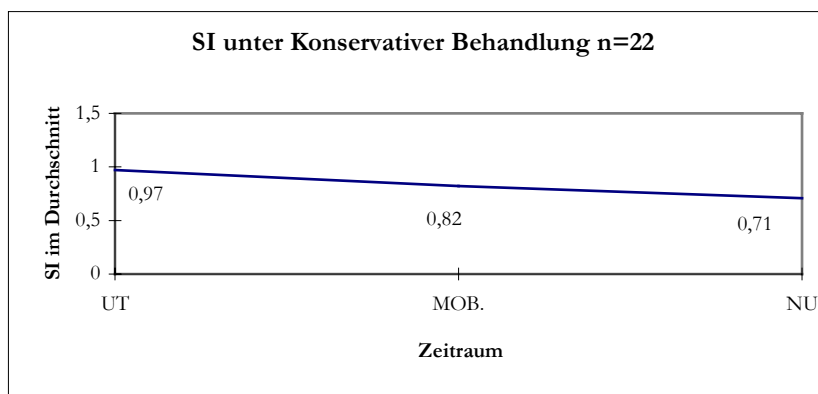


Abb. 15: Sagittaler Index im Durchschnitt während konservativer Wirbelbruchbehandlung

Differenziert betrachtet war die Nachsinterung bei A3 Frakturen am stärksten ($+8^\circ$ bis $+12^\circ$ im Keilwinkel). Eine dauerhafte Aufrichtung der Wirbelkörper konnte nur bei 2 Patienten (um $+5-6^\circ$ im Keilwinkel) festgestellt werden. Bei 9 von 22 Patienten (41%) konnte auch noch eine geringe Sinterung, im Mittel von 2° Grad im Keilwinkel (min. 1° bis max. 4°), bis zur Nachuntersuchung beobachtet werden.

3.2.1.3 Korrekturverhalten nach Repositionen

2 Patienten mit LWK 1 (Typ A1.2) sowie LWK 2 Fraktur (Typ A3.1) und ein Patient mit BWK 5-8 Frakturen (Typ A1.1 bis A1.3) wurden mit einer geschlossenen Reposition im Durchhang und nachfolgender Gipskorsettanlage und frühzeitiger Mobilisation, also klassisch konservativ nach Böhler ($n=3$), therapiert. Nur ein Patient mit BWK 12 Fraktur (Typ B1.2) musste nach Reposition bei schweren Grunderkrankungen (Myokardinfarkt, chron. ischäm. Herzkrankheit und Lungenembolie konservativ mit mehrwöchiger Lagerung (n. Magnus-Schema) behandelt werden. Es zeigte sich bei allen Verletzten nach Reposition eine Wiederaufrichtung des Wirbelbruches im Mittel auf 11° (um $+4^\circ$ bis $+1^\circ$) bei einer Primärdeformierung im Mittel von $14,5^\circ$ (Gesamt $+3,5^\circ$) im Keilwinkel. Jedoch bereits frühzeitig nach Mobilisation ging diese Korrektur mit einem

Keilwinkel im Mittel von $12,5^\circ$ ($-2,5^\circ$) größtenteils verloren. Weitere Sinterungen traten später nicht mehr auf.

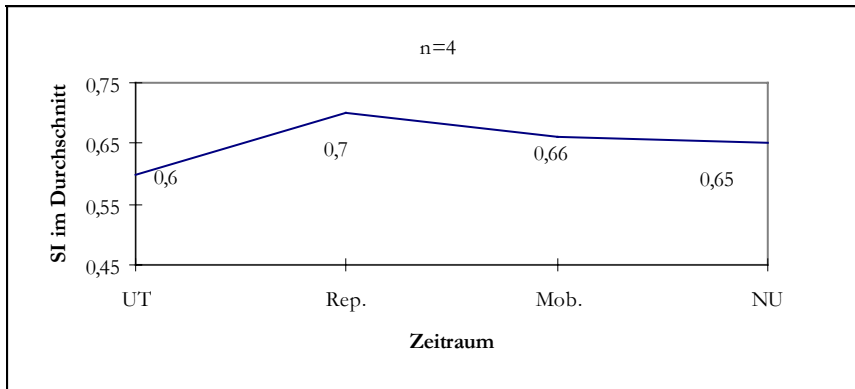


Abb. 16: Sagittaler Index im Durchschnitt nach Reposition und im weiteren Behandlungsverlauf

Die Abb. 16 veranschaulicht den Korrekturgewinn nach Reposition und die Nachsinterung der Frakturen zum Zeitpunkt der Mobilisation.

3.2.2 Nachsinterungsverhalten der Wirbelbrüche

Im folgenden Abschnitt wird das Nachsintern der Frakturen in Abhängigkeit vom Frakturtyp, Primärdeformierung, Patientenalter sowie von Frakturlokalisierung und Behandlungsmethode analysiert.

3.2.2.1 in Abhängigkeit vom Frakturtyp

Die folgende Übersicht (Tab. XVII) zeigt, dass im Durchschnitt keine wesentlichen Differenzen im Nachsinterungsausmaß bei den verschiedenen Wirbelfrakturen und Therapieverfahren in unserem Patientenkollektiv feststellbar waren.

Tab. XVII: Sagittaler Index (SI) im Durchschnitt

Zeitpunkt	Frakturtypen			
SI im Ø	A1	A2	A3	B
UT	0,79	0,88	0,75	0,51
NU	0,77	0,77	0,65	0,56
Differenz	-0,02	-0,1	-0,1	+0,05

Unabhängig von diesen Durchschnittswerten traten in Einzelfällen Sinterungen bzw. Sekundärdeformierungen bis zu 10° im Wirbelkeilwinkel im Behandlungsverlauf (bei A3 Frakturen) auf.

3.2.2.2 in Abhängigkeit von der Primärdeformierung

Bei den 34 Patienten mit insgesamt 52 Frakturen der BWS/LWS wurde das Nachsinterungsverhalten der Wirbelkörper in Abhängigkeit von der primären Deformierung analysiert. Als Grenzwert wurde ein SI von 0,69 festgelegt. Dieser Wert entspricht einem Wirbelkeilwinkel von 15 Grad.

Ein SI unter 0,69 lag bei 11 Frakturen und ein SI über 0,69 bei 41 Frakturen vor.

Tab. XVIII: Vergleich der Nachsinterung von primär geringer oder stärker deformierten Wirbelbrüchen im Behandlungsverlauf

SI im Ø	SI primär kleiner 0,96	SI primär größer 0,69
UT	0,61	0,84
NU	0,58	0,79

Auch bei initial stärkerer Wirbelkörperdeformierung trat im Vergleich zum allgemeinen Sinterungsverhalten keine überdurchschnittlich stärkere Nachsinterung ein.

3.2.2.3 in Abhängigkeit vom Patientenalter

21 Patienten waren zum Unfallzeitpunkt unter 40 Jahre, und 13 Patienten über 40 Jahre alt. Das durchschnittliche Nachsinterungsverhalten der Wirbelbrüche war in der Gruppe über 40 Jahre mit einer SI- Differenz von 0,123 vom Unfalltag bis zur Nachuntersuchung geringfügig höher als in der jüngeren Patientengruppe mit einer SI-Differenz im Durchschnitt von 0,06.

3.2.2.4 in Abhängigkeit vom Frakturlokalisierung und Behandlungsmethode

Wie die nachfolgende Tabelle XIX zeigt, ist das Nachsinterungsverhalten im Mittel unabhängig von der Behandlungsmethode, der Verletzungshöhe und zusätzlicher äußerlicher Stabilisierung durch Gipsmieder oder Korsett.

Die Übersicht zeigt, dass es in keinem Wirbelsäulenabschnitt bevorzugt zu einer stärkeren Nachsinterung gekommen ist.

Tab. XIX: Darstellung der Nachsinterung in Abhängigkeit von Frakturlokalisierung und Behandlungsmethode

SI im Durchschnitt	Behandlungsmethode			
	Funktionell mit ohne Korsett		konservativ mit ohne Korsett	
BWS				
UT	0,76	0,74	0,78	0,80
ET	0,70	0,72	0,76	0,76
Differenz	-0,06	-0,02	-0,02	-0,04
LWS				
UT	0,71	0,9	0,78	0,73
ET	0,72	0,9	0,76	0,74
Differenz	+0,01	0	-0,02	+ 0,01

3.3. Ergebnisse bei primärer Frakturposition

Nachfolgend werden die Behandlungsergebnisse der 4 Patienten mit primärer geschlossener Frakturposition dargestellt.

3.3.1 Patientenübersicht

Von 34 nachuntersuchten Verletzten wurde bei 3 Patienten mit Frakturen des thorakolumbalen Überganges (A1.2-B1.2) und bei 1 Patient mit BWK 5-8 Frakturen vom Typ A1.1-A1.3 eine geschlossene Reposition im ventralen Durchhang und eine Gipsmiederanpassung sowie die frühzeitige Mobilisierung durchgeführt. Neben dieser klassisch konservativen Therapie nach Böhler (n=3) konnte ein Patient nach Reposition und Miederanlage aufgrund von schweren Vorerkrankungen nicht sofort sondern nur rein konservativ nach dem Magnusschema stufenweise verzögert mobilisiert werden.

Bei diesem Patienten handelte es sich, wie bereits erwähnt, um einen 63-jährigen polymorbiden Mann (bekannte CIHK, akuter Myokardinfarkt, und VD auf eine Unterschenkelvenenthrombose) mit einer BWK 12 (Typ B1.2) Fraktur und inkompletten Querschnittslähmung (Frankel C). Eine Operation erschien aufgrund der Begleiterkrankungen zu gefährlich und es erfolgte nur eine schonende Reposition im Durchhang unter Analgesie. Es konnte eine gute Wiederaufrichtung des Wirbelkörpers erreicht und insbesondere die bestehende Spinalkanaleinengung deutlich vermindert werden. (Siehe Kurve 2 Abb.17 S.49)

Bei einer jungen Patientin (17 Jahre) mit einer isolierten LWK 1 Fraktur (Typ A1.2) sollte durch die Reposition eine Wiederherstellung der ursprünglichen anatomischen Struktur des primär deformierten Wirbelkörpers (Keilwinkel 12°) erreicht werden. Neurologische Ausfälle bestanden nicht und eine Operation wurde seitens der Patientin abgelehnt. (Siehe Kurve 1 Abb.17 S.49)

Ein weiterer junger Mann (27 J.) mit einer Mehrsegmentverletzung der BWS (Fraktur Typ A1.1- A1.3) mit einer initialen lokalen Kyphose von 30° wurde zur Vermeidung einer weiteren Deformierung nach 13 Tagen Lagerung im ventralen Durchhang reponiert und ein Gipsmieder angepasst. Die Aufrichtung der Kyphose gelang um 5° , um nach Mobilisation mit einem Gesamtkyphosewinkel von 35° bzw. zur Nachuntersuchung von 38° wieder über die ursprüngliche Primärdeformation hinaus nachzusintern. (Siehe Kurve 3 Abb.17 S.49)

Der 4. Patient (männl., 59 J. LWK 2 Frakt. Typ A 3.1) wurde ebenfalls zunächst auswärtig über 2 Wochen konservativ immobilisierend behandelt. Aufgrund des Verletzungsalters, den vorbestehenden erheblichen degenerativen Wirbelsäulenveränderungen und der nur mäßiggradigen Höhenminderung (SI von 0.84/ Keilwinkel 8°) wurde auf eine operative Therapie verzichtet. Die Reposition im ventralen Durchhang wurde am 16. Tag nach Unfall ohne Korrekturgewinn mit nachfolgender Anpassung eines Gipskorsettes durchgeführt. Nach einer 2wöchigen Lagerungsbehandlung wurde ab dem 27. Tag nach Unfall mit der Krankengymnastik außerhalb des Bettes begonnen. (Siehe Kurve 4 Abb.17 S.49)

3.3.2 Radiologische Auswertung

In Abb. 17 ist das Nachsinterungsverhalten der Wirbelfrakturen anhand des SI im Behandlungsverlauf nach Reposition im Einzelnen dargestellt.

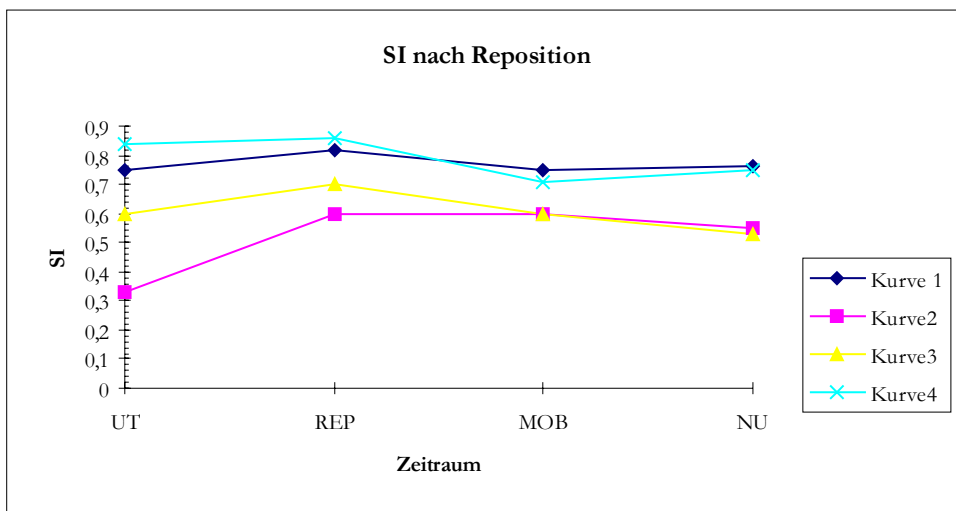


Abb. 17: SI -Verlauf bei 4 Patienten mit geschlossener Frakturposition

Bis auf einen Fall mit einer primär extremen Höhenminderung und einer sehr langen Lagerungsbehandlung (12 Wochen) konnten insgesamt die Repositionsergebnisse nicht gehalten werden. Bereits zum Mobilisationszeitpunkt und damit nach erstmaliger statischer Belastung der Wirbelsäule waren die Nachsinterungen eingetreten. Weitere maßgebliche Wirbelkörperdeformierungen wurden im späteren Heilverlauf nicht beobachtet.

4. Diskussion

Ziel der Behandlung der verletzten Wirbelsäule muß die Wiedererlangung der statischen, dynamischen und myeloprotektiven Funktionen sein.

Bei verbesserten diagnostischen Möglichkeiten und neuem biomechanischen Verständnis über die Stabilität von Wirbelkörpern sollten verwendete Klassifikationen unbedingt eine

Prognose über die Ausheilungschancen der Fraktur ermöglichen und neben individuellen Patientenkriterien eine wichtige Entscheidungshilfe bei der Therapiewahl sein [9].

Wir verwendeten die AO-Klassifikation nach MAGERL, HARMS, GERTZBEIN (Tab. I S.12) welche auch in der Literatur allgemein Anwendung findet.

Obwohl in den letzten Jahren vielfältige und neue Operationstechniken entwickelt wurden, sind dennoch der überwiegende Anteil der Frakturen der Brust- und Lendenwirbelsäule mit den 3 konservativen Behandlungsmethoden mit ausreichendem bis sehr guten funktionellen Ergebnis behandelbar [54].

Dies gewinnt umso mehr an Bedeutung, als infolge steigender Lebenserwartung der Bevölkerung und Zunahme der „Hinfälligkeit“ im eigentlichen Sinne des Wortes die für eine konservative Behandlung im Allgemeinen geeigneten stabilen Frakturformen zahlenmäßig eher im Ansteigen sind [41]. So werden in der Literatur gute und sehr gute Behandlungsergebnisse bei Anwendung der 3 konservativen Therapieformen stabiler Frakturen (Typ A1-A2.1) der BWS/LWS, mit einer Achsenabweichung von weniger als 20 Grad und ohne neurologische Beeinträchtigungen beschrieben [2,24,54,64]. Auch die Würdigung der Behandlungsergebnisse im Literaturüberblick (Tab.IV S.23) verdeutlicht dies.

Kontrovers wird gegenwärtig die konservativ-immobilisierende Behandlung(Magnus) der instabilen bzw. temporär instabilen Spalt- und Berstungsfrakturen(Typ A2.2- A3) diskutiert [9,27,30,58]. Viele Autoren sehen die Gefahr der Sekundärdislokation von Hinterkantenfragmenten mit Entwicklung von neurologischen Folgeschäden [30] unter konservativer Therapie. Weitere Kriterien, die gegen eine konservative Therapie im Allgemeinen sprechen, werden von Bötel [9] in der zu erwartenden Fehlstellung mit Beeinträchtigung der statischen Funktion oder der gänzlich ausbleibenden stabilen Ausheilung bei Pincer-Frakturen (A2.3) von Weckbach [58] gesehen.

In unserem behandelten Patientenkollektiv von insgesamt 40 Verletzten wurden 16

frühfunktionell behandelt. Es handelt sich dabei vorrangig (n=13) um Patienten mit stabilen A1 Frakturen. Lediglich 2 Verletzte mit A3 Frakturen wurden ebenfalls frühfunktionell therapiert.

In der konservativ behandelten Gruppe (n.Magnus- oder Böhler Schema) von insgesamt 24 Patienten befanden sich 13 Verletzte mit stabilen A1 Frakturen, jedoch auch 7 Patienten mit A2/A3 und 4 Verletzte mit Frakturen vom B-Typ.

Unsere Behandlungsergebnisse beider Gruppen zusammengefaßt anhand der 4-Kategorien-Einstufung nach Steindl [53] und Schlickewei [55] zeigen 62% gute und sehr gute Therapieergebnisse (Tab. XVI (S.42). Im Vergleich mit den in Tab. IV S. 23 dargestellten Ergebnissen in der Literatur stellt dies ein gutes Behandlungsergebnis dar. Werte von 98% bei Kaltenecker [28] oder 90% bei Chan [13] mit gut oder sehr gutem Ergebnis bei klassisch- konservativer Therapie von A1-A3 Frakturen sind kritisch zu betrachten.

Die Unterschiede zu unseren Behandlungsergebnissen sind möglicherweise in der ausschließlich bei neurologisch unauffälligen Patienten eingesetzten klassisch konservativen Therapie mit Korsett zu sehen.

Besser vergleichbar wird eine differenzierte Betrachtung unserer Ergebnisse nach funktioneller und konservativer Methode (n. Magnus oder Böhler Schema). So können wir über 83% gute und sehr gute Ergebnisse in der frühfunktionell und nur über entsprechende 49% in der konservativ behandelten Gruppe berichten.

Das bessere Therapieergebnis in unserer funktionell behandelten Gruppe (n=12) unterstreicht auch die subjektive Einschätzung des Therapieerfolges von 11 Patienten mit gut und sehr gut.

Auch der Vergleich der Krankenhaus-Verweildauer der funktionell behandelten Gruppe mit im Mittel 10 Tagen (5-14 Tage) gegenüber 44,5 Tagen (20-133 Tage) bei konservativer Therapie ist eindrucksvoll und belegt die Vorteile der funktionellen Therapie. Im Vergleich der Arbeitsunfähigkeitsdauer beider Gruppen mit dem Mittel von 3 Monaten (1-6 Monate) bei funktioneller und 6 Monaten (2-14 Monate) bei konservativer Behandlung werden die Unterschiede noch deutlicher.

Übereinstimmend mit der Literatur der letzten Jahre [10,13,24,28, 30,35,46,55] kann bei vergleichbaren klinischen und radiologischen Ergebnissen nach funktioneller oder konservativ- immobilisierender Behandlung stabiler Frakturen eher zur funktionellen Therapie geraten werden.

Die Grenze zur operativen Therapie wird wie einleitend in der Literaturübersicht beschrieben bei den instabilen Frakturformen vom Typ A2.2-A3 angegeben.

Unsere Behandlungsergebnisse der A2-A3 Frakturen zeigen bei vorrangiger Anwendung der konservativen Therapie(n. Magnus) gute bis mäßige Therapieergebnisse nach dem 4 Kategorien- Schema von Steindl [55].

Eine sekundäre neurologische Beeinträchtigung, wie immer wieder befürchtet, trat bei keinem der bei uns behandelten Verletzten auf. Bei einer geringen Nachsinterung des Wirbelkörpers im Durchschnitt von 3,4 Grad (+ 0-8 Grad im Keilwinkel) ist mit dem Auftreten von gravierenden posttraumatischen Kyphosen ebenfalls nicht zu rechnen. Auch Mumford [40] berichtete 1993 über gute Therapie-Ergebnisse konservativer Behandlung nach Magnus-Schema von Berstungsfrakturen (n=47).

Unter Einhaltung der Kriterien der konservativen Therapie n. Magnus halten auch wir eine erfolgreiche Behandlung von A2-A3 Frakturen für möglich.

Dennoch wird nach Angaben in der Literatur zur Vermeidung einer 4- wöchigen Lagerungsbehandlung die instabile Typ A- Verletzung gegenwärtig eher operativ behandelt.

Kritisch merkt dazu Resch [47] in einer aktuellen Studie an, das er ausschließlich sehr zufriedene Patienten bei konservativer Therapie bei A1-A3 Frakturen im Vergleich zu nur 15% zufriedenen Patienten in der operativ behandelten Gruppe gleicher Frakturtypen beobachtete.

Übereinstimmend wird in der Literatur konstatiert, daß die Wirbel-Verletzungen vom B-Typ für eine erfolgversprechende konservative Behandlung im Allgemeinen nicht geeignet sind und primär immer operativ therapiert werden sollten [2,6,24,34,37,54,58,64].

Trotz langwieriger konservativ- immobilisierender Behandlung (43-300 Tage KH-Verweildauer) gelang die Rehabilitation aller 4 von uns behandelten Patienten mit einer Wirbelfraktur Typ-B nicht befriedigend. Die Wirbelkörperverletzungen verheilten zwar

stabil, jedoch klagten sie alle über ständige, teils stechende Rückenschmerzen. Die klinischen, radiologischen und sozialen Behandlungsergebnisse waren schlecht. Die verbliebenen neurologischen Ausfälle bestimmten hauptsächlich das Behandlungsergebnis und die Höhe der Berentung. Beim Vorliegen primärer neurologischer Beeinträchtigungen sollte daher frühzeitig die Operation angestrebt werden.

Der Stellenwert der Korsettanwendung ist, wie einleitend dargestellt [22,31,50], umstritten.

Wir wendeten das Stützmißer vorrangig bei mehreren gleichzeitig vorliegenden Wirbelbrüchen oder bei weniger stabilen Frakturtypen (A2/A3 bis B) an. Dennoch konnte die Nachsinterung der Wirbelkörper, übereinstimmend mit den Angaben in der Literatur, nicht aufgehalten werden. [13,24,28,30,37,46,47]

Das Korsett wurde in unserem Patientenkollektiv ebenfalls mit erstaunlicher Akzeptanz getragen. Auch hier scheint die frühzeitige Pflicht zur aktiven Mitbehandlung (Krankengymnastik) ohne zunächst schmerzhaft „einschneidende“, für den Patienten passive Verfahren einen guten Einfluß auf die Krankheitsverarbeitung und auf den späteren Therapieerfolg zu haben.

Wir sehen Vorzüge für den Einsatz des Korsettes in einer rascheren Mobilisierbarkeit des Patienten mit temporär instabilen Frakturformen, einer Schmerzlinderung und in dem von Ruckstuhl [50] beschriebenen „Memoryeffekt“ zur Aufrechterhaltung der aktiven Haltefunktion der Rückenmuskulatur nach Korsettabnahme.

Die geschlossene Reposition von frischen Frakturen (innerhalb 1 Woche nach Trauma) mit einem primären Keilwinkel von mehr als 15 Grad wird von der Böhler-Schule propagiert [8]. Verzögerte geschlossene Frakturpositionen sind häufig aufgrund der Organisation des Frakturhämatoms als Repositionshindernis nicht mehr möglich. Wir führten bei 4 Patienten eine geschlossene Reposition im Durchhang mit anschließender klassisch-konservativer Therapie n. Böhler bei 3 sowie bei 1 Patienten die klassisch-immobilisierende Therapie n. Magnus durch. Der zunächst eingetretene Repositionsgewinn von + 3,5 Grad Keilwinkel im Mittel (min 1° bis max. +5 °) ging nach Mobilisation bzw. nach Korsettabnahme wieder vollständig verloren. Unsere Erfahrungen wurden auch in der Literatur bestätigt [10,37,41,44,46,55]. Es wird eher eine temporäre Instabilität nach den Stabilitätskriterien nach Plaue [43] erzeugt und die spätere Nachsinterung nicht verhindert.

Wir sehen daher die Indikation für geschlossenen Repositionen nur noch in Ausnahmefällen ähnlich den Kriterien nach Daniaux [15] bei Keil deformierung der Wirbelkörper um mehr als 15° bis zum 60 Lebensjahr, einer frischen Verletzung nicht älter als 7 Tage und beim Vorliegen von Kontraindikationen für eine funktionelle oder operative Therapie.

Laut Literaturangaben tolerieren ältere Patienten größere Wirbelsäulen-Fehlstellungen eher und diese könnten daher eher belassen werden [6]. Eigene Erfahrungen waren infolge des geringen Altersdurchschnitts in unserem Patientenkollektiv dazu nicht zu erheben.

Weder die klassisch-konservative, konservativ-immobilisierende noch die funktionelle Wirbelbruchbehandlung können ein Nachsintern der Fraktur verhindern. In der Literatur [10,13,24,28,30,37,39,46,47,55] wird eine Zunahme des Wirbelkeilwinkels im Durchschnitt um + 4,6 Grad (min 2 bis max. 7,6 Grad) angegeben. In Auswertung unseres Patientenkollektives zeigten sich geringere Werte. Bei der funktionell behandelten Gruppe wurde eine Zunahme von +1 Grad (0-8 Grad) sowie bei der konservativ (n. Magnus oder Böhler) behandelten Gruppe eine Zunahme des Wirbelkeilwinkels um +2 Grad (0 bis + 4 Grad) im Durchschnitt beobachtet.

Eine Abhängigkeit der Nachsinterung vom angewendeten Therapieverfahren konnte aber in unserem Patientenkollektiv (Tab. XIX) nicht festgestellt werden. Auch das Patientenalter und das Ausmaß der Primärdeformierung hatten in unserem Patientenkollektiv keinen nachweisbaren Einfluss auf die Nachsinterung.

Damit kann das Ausmaß der Primärdeformierung als Kriterium zur Abgrenzung zwischen möglicher erfolgreicher konservativer Therapie allgemein oder einer erforderlichen OP angesehen werden.

Anhand der Auswertungskriterien nach Steindl[55], Schlickewei [53] und der Ergebnisse der subjektiven Therapieeinschätzung unserer Patienten konnten wir in Übereinstimmung mit der Literatur [10,30,40,47,55] feststellen, das eine Korrelation zwischen dem teilweise erheblichen Ausmaß der radiologisch nachweisbaren Wirbelkörperdeformierung und den Patientenbeschwerden nicht besteht. Wir beobachteten im Einzelfall Beschwerdefreiheit bei einem Cobb-Kyphosewinkel von 24° an der mittleren BWS.

In welchem Ausmaß ein Fortschreiten einer posttraumatische Kyphose die Gefahr

sekundär eintretender Neurologie bzw. das Auftreten persistierender Rückenschmerzen als Insuffizienzzeichen des Achsenorgans bewirkt, kann aufgrund unseres relativ kurzen Nachuntersuchungszeitraumes um im Mittel 3,7 Jahren nicht gesagt werden.

Klößner [33] und Eysel [19] berichteten jedoch bei 50 % der 5 Jahre zuvor mit einem posttraumatischen Achsenknick von mehr als 20 Grad konservativ Behandelten über das Auftreten von neurologischen Symptomen und Rückenschmerzen.

In unserm Patientengut zeigte sich bei 3 Patienten mit Mehrsegmentverletzungen (BWK 5-8, sowie BWK 5-7 und BWK 4 und 6) eine posttraumatische Kyphose von 20-33 Grad. Mehretagenverletzungen der BWS sollten daher zur Vermeidung der zu erwartenden posttraumatischen Kyphose eher operativ behandelt werden, wobei Verheyden [30] die alleinige minimalinvasive ventrale Stabilisierung empfiehlt. Multicenterstudien beschreiben eine signifikante Zunahme der Beschwerden bei einem Kyphosewinkel von mehr als 30° [20]. Über die funktionelle und die konservativen Therapien von Wirbelerkrankungen mit primärer Neurologie wird in der Literatur wenig berichtet.

Unstrittig sollte jedoch die operative Behandlungspflicht der Patienten mit neurologischen Ausfallserscheinungen sein [1,5,9]. Unsere Ergebnisse nach konservativ-immobilisierender Therapie unterstreichen die Vorteile der frühzeitigen operativen Frakturposition und Stabilisierung aufgrund der letztlich unbefriedigenden Behandlungsergebnisse. 3 der 4 Patienten mit primärer Neurologie (Frankel C+D) und gleichzeitig vorliegender B-Verletzung verzeichneten nach Behandlungsende keine vollständige Remission der neurologischen Beschwerden, sondern nur eine Verringerung der Defizite um eine Stufe laut dem Frankel-Schema.

Dies deckt sich mit den Erfahrungen aus der Literatur welche unter konservativer Therapie allgemein jeweils eine Remission der primär vorhandenen Neurologie um mindestens 1 Stufe nach dem Frankel-Schema beobachteten.

Eine Verschlimmerung der vorhandenen oder das sekundäre Auftreten neurologischer Beeinträchtigungen wurde in unserem Patientengut auch bei der Behandlung von instabilen Frakturen, wie in der Literatur als Befürchtung mitgeteilt, nicht beobachtet.

Die funktionelle und die konservative Wirbelbruchbehandlung (n. Magnus oder Böhler) stellen insgesamt ein komplikationsarmes Therapieverfahren dar. Im Schrifttum wird insgesamt nur sehr wenig und nur über geringfügige, wenig gravierende Komplikationen (siehe Tab.II S. 21) berichtet. Auch wir hatten im nachuntersuchten Kollektiv nur 4 Harnwegsinfekte bei klassisch konservativ behandelten und bei 7 Patienten insgesamt temporäre Blasen-Mastdarmleerungsstörungen beobachtet.

Nur 2 Patienten hatten mechanische Probleme mit dem Korsett. 1 Patient brach vorzeitig die Behandlung im Krankenhaus ab, ein weiterer hob die Immobilisierung im Bett selbständig auf.

Die konservativen Therapien insgesamt können daher unverändert als vergleichsweise komplikationsarme Verfahren zur Wirbelbruchbehandlung eingestuft werden.

Die Besonderheiten der Wirbelbruchbehandlung im Alter (älter als 70 Jahre) ergeben sich aus einer abnehmenden Knochendichte, vereinzelt ungenügender Patientencompliance und vorhandenen Einschränkungen für operative Behandlungsverfahren. Die Brüche entstehen meist durch Bagateltraumen im Alltag und sind häufig Keilkompressionsfrakturen vom A-Typ im thorakolumbalen Bereich.

Da auch selten unfallbedingt neurologische Ausfallserscheinungen vorliegen, sind funktionelle oder modifizierte konservative Behandlungsmethoden vorteilhaft anwendbar. Lange Immobilisationen, wie bei der konservativen Behandlung n. Magnus, oder eine Gipsmiederanlage sollten wegen der häufig fehlenden Patiententoleranz und den meistens vorliegenden Herz-Kreislaufkrankungen nicht zur Anwendung kommen.

Eine alleinige Reposition sollte selbst bei stärkerer Wirbeldeformierung nicht erfolgen, da meist eine zusätzliche Instabilität erzeugt wird und die Frakturen teilweise auch nicht reponibel sind. Zur Erhöhung oder Wiederherstellung der Primärstabilität einer instabilen Frakturform ist die Vertebroplastie als minimalinvasives Stabilisierungsverfahren im Alter vorteilhaft einsetzbar. Mehrere Studien unterstützen diese Erfahrungen [6,52].

Ziel der Behandlung beim alten Menschen ist weniger die Wiederherstellung der anatomischen Form der Wirbelsäule als vielmehr eine frühzeitige Mobilisierung und eine rasche Rückführung ins ursprüngliches Lebensumfeld. Die frühfunktionelle Therapie sollte dabei die Methode der Wahl sein.

In dem hier untersuchten Patientengut befanden sich keine Verletzten, die älter als 63 Jahre waren, sodass wir keine eigenen Erfahrungen vermitteln können.

Trotz Entwicklung und Anwendung moderner Operationsverfahren auch in unserer Abteilung später Klinik für Unfall- und Wiederherstellungschirurgie der Martin-Luther Universität Halle-Wittenberg in den letzten Jahren ist ein Teil der thorakolumbalen Wirbelfrakturen mit guten und sehr guten Ergebnissen funktionell oder konservativ (n. Magnus oder Böhler) behandelt worden. Die ärztliche Verantwortung liegt heute darin, die möglichen Behandlungsverfahren und ihre Erfolgschancen zu kennen und dem jeweiligen Patienten die individuell angepasste, sicherste und effizienteste Therapiemethode anbieten bzw. zukommen zu lassen.

5. Zusammenfassung

Die funktionelle oder konservative Behandlung (n. Magnus oder Böhler) von Wirbelbrüchen der BWS/LWS stellt auch gegenwärtig in der Therapie von Unfallverletzten ein adäquates Verfahren für bestimmte Frakturformen dar.

Durchgehend unstrittig ist die erfolgreiche funktionelle Therapiemöglichkeit von A1 Verletzungen der BWS/LWS. Verletzungen vom B-Typ sind in Übereinstimmung mit der Literatur als Grenzbereich der konservativen Behandlung von Wirbelbrüchen definiert. Beim Vorliegen von neurologischen Begleitverletzungen sollte unabhängig vom Frakturtyp ebenfalls primär eine operative Therapie erfolgen. Kontrovers wird die konservative Behandlung der A2-A3 Verletzungen diskutiert.

Wir konnten 34 der insgesamt 40 im Zeitraum vom 1.1.1990 - 31.12.1993 nichtoperativ behandelten Patienten mit insgesamt 63 Frakturen der Brust- und Lendenwirbel, der Abteilung, später Klinik für Unfall- und Wiederherstellungschirurgie der Martin-Luther-Universität Halle- Wittenberg über einen durchschnittlichen Nachuntersuchungs-Zeitraum von 45 Monaten (\bar{x} 3,7 Jahre) auswerten.

Am häufigsten traten Verletzungen der Brust- und Lendenwirbelsäule in der Altersgruppe vom 21.-30. Lebensjahr auf. Anteilig waren mehr Männer (n=30) als Frauen (n=10) betroffen. Hauptursache der Verletzungen waren Unfälle im Straßenverkehr(n=15).

Die häufigste Frakturlokalisation im Patientenkollektiv waren LWK 1 Frakturen(n=14) sowie Verletzungen der mittleren BWS (BWK 5 n=5/BWK 6 n=5). Neurologische Beeinträchtigungen lagen bei 4 Patienten vor.

16 Verletzte wurden funktionell, 24 Patienten konservativ nach Magnus oder Böhler behandelt. Funktionell wurden vorrangig junge kooperative Verletzte mit Frakturformen A1-A3 der BWS(n=8) sowie A1-A2 Frakturen der LWS(n=8), vereinzelt(n=2) auch A3 Frakturen der LWS therapiert.

Die konservative Behandlung wurde hauptsächlich bei A1 Frakturen(n=13), bei komplexen Frakturen des Typs A2-3(n=8) sowie vom B-Typ bei 3 Verletzten angewandt. Bei 9 Verletzten dieser Behandlungsgruppe lagen gleichzeitig mehrere Wirbelbrüche (Mehrsegmentverletzung) vor.

Bei 4 Verletzten wurde eine Reposition im ventralen Durchhang mit nachfolgender Anpassung eines Gipsmieders oder Stützkorsettes eine konservative Therapie n. Magnus (n=1) oder eine Nachbehandlung nach dem Böhler Schema (n=3) durchgeführt. .

Der zunächst eingetretene Repositionsgewinn von $+3,5^\circ$ (min.1- max.5°) im Wirbelkeilwinkel ging nach Mobilisation und Korsettabnahme wieder vollständig verloren.

Sowohl unter konservativer Therapie noch unter funktioneller Behandlung konnte ein Nachsintern der Frakturen verhindert werden. Bei den funktionell Behandelten nahm der Keilwinkel im Mittel 1 Grad (0- max.8°) sowie in der konservativen behandelten Gruppe im Durchschnitt 2 Grad (0 bis max. $+4^\circ$) zu.

Eine Korrelation der subjektiven Beschwerden mit dem Ausmaß der verbliebenen Wirbeldeformation konnte in Übereinstimmung mit der Literatur nicht beobachtet werden.

Im nachuntersuchten Patientenkollektiv konnte eine Abhängigkeit des Nachsinterungsverhaltens der Wirbelbrüche (Wirbelkeilwinkel am Unfalltag und zur NU) in Abhängigkeit vom jeweiligen Frakturtyp und vom Ausmaß der Primärdeformierung nicht festgestellt werden. Die Anwendung des Korsetts hat offenbar keinen Einfluss auf die Nachsinterung. Unsere Ergebnisse bei funktioneller und konservativer Wirbelbruchtherapie waren insgesamt bei 62% der Patienten „sehr gut“ und „gut“ und stellen damit im Abgleich mit den Literaturangaben ein vergleichbar gutes Resultat dar.

Differenziert betrachtet war das Ergebnis der funktionell behandelten Gruppe mit objektiv 50% sehr guten Ergebnissen und der subjektiv Therapieergebniseinschätzung mit „gut“ deutlich besser als mit 24% sehr gutem Ergebnis bei den konservativ behandelten Patienten und deren subjektiver Therapieeinschätzung von „gut“ bis „mäßig“.

Auch die Arbeitsunfähigkeitsdauer von 3 Monaten im Mittel bei der funktionell, gegenüber durchschnittlich 6 Monaten der konservativ behandelten Gruppe unterstreicht das bessere Ergebnis.

Wir empfehlen daher, stabile Frakturen ohne Neurologie und einem Wirbelkeilwinkel weniger als 20 Grad funktionell und ohne Korsett zu behandeln.

Auch temporär instabile Verletzungen vom A2-A3 Typ wurden bei 9 Patienten unseres Nachuntersuchungskollektives mit mäßigem Erfolg, vorrangig konservativ n. Magnus, behandelt. Eine in der Literatur gefürchtete sekundäre neurologische Beeinträchtigung trat nicht ein. 8 der 9 Patienten wurden wieder berufsfähig und hatten trotz teilweiser erheblicher Wirbelkörperdeformierung (Wirbelkeilwinkel von 20 -24 Grad) nur bei stärkerer Belastung im Alltag Rückenschmerzen.

Wir sehen daher die konservative Therapie, insbesondere das Magnus-Schema als Behandlungsoption für A2/A3 Verletzungen an, wobei sich im Schrifttum der Trend zur Operation eindeutig abzeichnet.

Die Behandlungsergebnisse aller 3 Patienten mit B-Verletzungen nach konservativer Therapie (n. Magnus) waren schlecht. Trotz langandauernder Rehabilitation (43-300 Krankenhaustage und bis zu 9 Monaten Arbeitsunfähigkeit) wurden 2 Patienten, allerdings auch aufgrund von Nebenerkrankungen, Invalidenrentner. Eine weitere Patientin wurde mit einer Minderung der Erwerbsfähigkeit von 50 Prozent in die Arbeitsfähigkeit entlassen.

Bei unseren 4 Patienten mit primären neurologischen Ausfällen beobachteten wir unter konservativer Therapie jeweils eine Remission um 1 Stufe laut Frankel-Schema. Eine Verschlimmerung der Neurologie trat bei keinem Patienten ein.

Verunfallte mit Mehrsegmentverletzungen der BWS neigen zur Ausbildung einer posttraumatischen Kyphose von über 20° (max. 24°) und sollten daher eher operativ stabilisiert werden.

Über die radiologische Betrachtung des Ausheilungsergebnisses (gute anatomische Reposition) hinaus ist das klinische Behandlungsergebnis bei verbliebener Wirbelkörperdeformierung das wichtigste Erfolgskriterium der durchgeführten Therapie.

Der zufriedene Patient sollte bei Anwendung des individuell günstigsten Behandlungsverfahrens das Ziel ärztlicher Bemühungen auch nach Verletzungen der Wirbelsäule sein.

6. Literaturverzeichnis

- [1] Ahlers, J. Wegreif, L. Rudig, T. und Seurich, Th. : Indikation zur Operation beim dislozierten Hinterkantenfragment bei Wirbelkörperfrakturen. Langenbecks Arch. Chir. Suppl. (Kongreßbericht 1992), S. 336 - 339
- [2] Atkinson, P.J.: Variation in trabecular structure of vertebrae with age. Calcium Tissue Res. 1:24 (1967) 34 - 41
- [3] Berlemann U., Heini P.F. : Perkutane Zementierungstechniken zur Behandlung osteoporotischer Wirbelkörpersinterungen. Unfallchirurg 1 (2002) S. 2-8
- [4] Bertolini, R. Leutert, G. Rother, P. Scheuner, G. Wendler, D. : Systematische Anatomie des Menschen. 2. Aufl., Verlag Volk und Gesundheit, Berlin, 1982, S. 52 - 65
- [5] Blauth, M. Haas, N. Tscherne, H.: Indikation, Technik und Ergebnisse der rein ventralen Spondylodese bei Verletzungen des thorakolumbalen Übergangs. Langenbecks Arch. Chir. Suppl. (Kongreßbericht 1992) S. 322 - 335
- [6] Blauth, M. Lange, U.F. Knop, C. Bastian, L.: Wirbelsäulenfrakturen im Alter und ihre Behandlung. Orthopäde 29 (2000) 302-317
- [7] Boltze W-H.: Spezielle Probleme der Begleit- und Nachbehandlung bei Wirbelsäulenverletzungen und Verletzungsfolgezuständen Trauma Berufskrankh 2 [Suppl. 4] (2000) 498-492

- [8] Böhler, L.: Die Technik der Knochenbruchbehandlung.
Band 1, 12.-13. Aufl., Maudrich, Wien, 1951, S. 318 - 401
- [9] Bötzel, U.: Klassifikation und Indikationsstellung bei Wirbelsäulen-
verletzungen. Langenbecks Arch. Chir. Suppl. (Kongreßbericht 1992),
S. 263 - 269
- [10] Braun, W. Markmiller, K. Rüter, A. : Konservative Therapie von Frakturen
der Brust- und Lendenwirbelsäule.
Der Chirurg 62 (1991) 404 - 408
- [11] Bühren, V.: Verletzungen der Brust- und Lendenwirbelsäule.
Chirurg BDC, 40. Jhrg., Nr. 7/2001, 197-198
- [12] Cantor J.B., Lebowitz N.H., Garvey T., Eismont F.J.: Nonoperative
Management of stable thoracolumbar burst fractures with early ambulation
and bracing
Spine 18 (1993) 971-976
- [13] Chan, D. Ngian Kite Seng, Pk. Kenneth, Th. Kaan, Ch. : Non operative
treatment in burstfractures of lumbar spine L 2 - L 5 without neurological
Deficits. Spine 18:3 (1993) 320-325
- [14] Crawford, A.H.: Operative treatment of spine fractures in children.
Orth. Clin. North. Am., 21 (1990) 325- 331
- [15] Daniaux, M. Wagner, A. Kathrein, T.: Frakturen des thorakolumbalen
Übergangs. Die konservative Behandlung.
Orthopäde 28 (1999) 682-691

- [16]De Klerk, L.W.L., Fontijne, P.J., Stijnen,Th.: Spontaneous remodelling of the spinal canal after conservativ management of thoracolumbar burst fractures. Spine 23 (1998) 1057-1060
- [17]Denis, F.: The three column spine and its significance in the classification of acut thoraco-lumbar spine injuries. Spine 8 (1983) 817-831
- [18]Eysel, P. Rompe I.-D. Hopf, C. Meinig, G.: Die Bedeutung der Bandscheibe für den Repositionsverlust operativ stabilisierter Frakturen der Rumpfwirbelsäule. Unfallchirurgie 97 (1994) 451-457
- [19]Eysel P., Hopf C., Fürderer S.: Kyphotische Deformierungen bei Frakturen der Brust- und Lendenwirbelsäule Orthopäde 30 (2001) 955-964
- [20]Gertzbein, S.D.: Scoliosis research society. Multicenter spine fracature study. Spine 17 (1992) 528-540
- [21]Gosch, H.H. Gooding E. Schneider R.: An experimental study of cervical spine and cord injuries. J. Trauma 12:570 (1972) 276 - 289
- [22]Günther, R.-A.: Indikation für das Drei-Punkt-Korsett. Op.-Journal (1993) 64-67
- [23]Hensinger, R.N.: Fractures of the spine. Part 1- Fractures of the thoracic and lumbar spine. In: Fractures in children. Hrsg. C.A. Rockwood, K.E. Wilkens, Lippincott, Philadelphia, 1998 S. 287- 354

- [24]Hierholzer, G.: Indikationen, Verfahrenswahl und Ergebnisse der konservativen Therapie von Wirbelsäulenverletzungen.
Langenbecks Arch. Chir. Suppl. (Kongreßbericht 1992) S. 274 -279
- [25]Jani, L.: Wirbelfrakturen im Kindesalter.
Z. Kinderchir. 42 , Hippokrates Verlag (1987) 333-338
- [26]Junghanns, H.: Entwicklungsgeschichte, Anatomie und Physiologie der Wirbelsäule. In: Diebold, O. Junghanns, H. Zukschuerdt, L. (Hrsg.):
Klinische Chirurgie für die Praxis; Bewegungsapparat und Wirbelsäule.
Bd. IV, Thieme-Verlag Stuttgart, 1966 S. 23-47
- [27]Jürgens, Ch. Wolter D. Kortmann H.R. : Konservative Behandlung von
Wirbelsäulen- und Beckenfrakturen.
Chirurg 61 (1990) 783-791
- [28]Kaltenecker G., Kwasny O., Maier R., Schurawitzki H., Hertz H.: Ergebnisse
nach konservativ versorgten Wirbelfrakturen am thoracolumbalen Übergang
unter besonderer Berücksichtigung knöcherner Stenosen des Spinalkanals
Unfallchirurg 95 (1992) 118-123
- [29]Kathrein, A. Huber, B. Waldegger, M. Danniaux, H.: Die Behandlung von
Verletzungen der Brust- und Lendenwirbelsäule bei Kindern.
Orthopäde 28 (1999) 441-450
- [30]Katscher S., Verheyden P., Gonschorek O., Josten C.: Thorakolumbale
Wirbelfrakturen nach konservativer und operativer Behandlung
Unfallchirurg 106 (2003) 20-27

- [31]Kattenhagen, B.-D. Rehn,J. : Formveränderungen von Wirbelfrakturen im Röntgenbild unter frühfunktioneller Therapie.
In: Verletzungen der Wirbelsäule, Hefte Unfallheilkunde 149 (1980) 139-146
- [32]Kinzle, L.: Stabilisierende Operationen an der traumatisch geschädigten Wirbelsäule.
Chirurg 57 (1986) 22 - 26
- [33]Klößner C., Hofmann A., Weber U.: Die posttraumatische Kyphose der Rumpfwirbelsäule
Orthopäde 30 (2001) 947-954
- [34]Kunze, K.: Indikationen der operativen Behandlung von Wirbelsäulenverletzungen.
Unfallchirurgie 13 (1987) 38 - 44
- [35]Kürschner J., Schauwecker F., Nieder P.: Vorteile der frühfunktionellen Behandlung von Wirbelfrakturen am thorakolumbalen Übergang mit dem Drei-Punkte-Korsett
Hefte Unfallheilkunde (1980) 149-153
- [36]Lob, A.: Die Wirbelsäulenverletzungen und ihre Ausheilung.
Thieme-Verlag, Stuttgart, (1954) 81 -92
- [37]Loew, M. Niethard, F.U. Cotta, H. : Die Deformierung bei konservativer Behandlung von Wirbelfrakturen.
Z. Orthop. 130, Enke-Verlag Stuttgart (1992) 447-449
- [38]Magnus, G.: Grundsätzliches zur Knochenbruchbehandlung.
Monatsschrift Unfallheilkunde (1936) S. 39 - 65

- [39]Möllenhoff, G. Walz, M. Muhr, G. : Korrekturverhalten nach Frakturen der Brust-/Lendenwirbelsäule bei Kindern und Jugendlichen.
Chirurg 64 (1993) 948-952
- [40]Mumford J., Weinstein J.N., Spratt K.F., Goel V.K.: Thoracolumbar burst fractures
Spine 18 (1993) 955-970
- [41]Niethard, F.U.: Das Sinterungsverhalten von Wirbelkörperfrakturen bei der Behandlung mit dem 3-Punkte-Korsett.
Aktuelle Traumatologie 15 (1985) 159 - 164
- [42]Oehmke, H.J.: Statik und Funktion der Wirbelsäule.
Unfallchirurgie 12 (1986) 332-336
- [43]Plaue, R.: Das Frakturverhalten von Brust- und Lendenwirbelkörpern.
Z. Orthop. 110:357, Enke-Verlag (1972) 159 -162
- [44]Plaue R.: Trends und Ergebnisse der Wirbelbruchbehandlung
Z.Orthop. 126 (1988) 345-352
- [45]Polster, J.: Entstehungsmechanismus und Verletzungsformen von Frakturen und Luxationen.
Hefte zur Unfallheilkunde 149, Springer-Verlag Berlin Heidelberg, (1980)
15-34
- [46]Reinhold M., Knop C., Lange U., Bastian L., Blauth M.: Nichtoperative Behandlung von Verletzungen der thoracolumbalen Wirbelsäule
Unfallchirurg 106 (2003) 566-576

- [47]Resch, H. Rabl, M. H. Klampfer, H. Ritter, E. Povacez, P.: Operative vs. konservative Behandlung von Frakturen des thorakolumbalen Übergangs. Unfallchirurg 4 (2000) 281-288
- [48]Roaf, R.: International classification of spinal injuries. Paraplegia 10:78 (1972) 123 -129
- [49]Roesgen, M. Hierholzer, G. Ludolph, E. : Frakturen der LWS – konservativ-funktionelle und operative Therapie. Op.-Journal (1993) 35-40
- [50]Ruckstuhl, J.: Ambulante Behandlung stabiler Wirbelkörperfrakturen mit dem Dreipunktkorsett. Z. Orthop. 112 (1974) 908-910
- [51]Rüter, A.: Frakturen und Luxationen der Brustwirbelsäule – konservativ-funktionelle und operative Therapie. Op.-Journal (1993) 25 - 30
- [52]Sandor, L. Barabas, D.: Spontane Wiederentstehung des Spinalkanals bei Fragmentverlegung nach Frakturen des thorakolumbalen Übergangs und der Lendenwirbelsäule. Unfallchirurg 97 (1994) 89-91
- [53]Schlickewei W., Schützhoff G., Kuner E.H.: Frühfunktionelle Behandlung von Frakturen der unteren Brust- und Lendenwirbelsäule mit dem Dreipunktekorsett Unfallchirurg 94 (1991) 40-44

- [54]Skuginna, A. Hierholzer, G. Ludolph, E. : Funktionelle Behandlung bei Frakturen der Brust- und Lendenwirbelsäule.
Hefte zur Unfallheilkunde 149, Springer-Verlag Berlin Heidelberg (1980)
Kongressbericht, S.129 - 110
- [55]Steindl A., Schuh, G.: Spätergebnisse nach Lendenwirbelfraktur mit konservativer Behandlung nach Lorenz Böhler
Unfallchirurg 95 (1992) 439-444
- [56]Tollner, R.: Illustrierte Geschichte der Medizin.
Band 3, Karl-Müller-Verlag, Erlangen 1992, S. 1609-1610
- [57]Vogt, B.: Zur Behandlung der Kompressionsfrakturen der untersten Brustwirbel- und der Lendenwirbelsäule.
Schweiz. Rundsch. Med. Praxis 51 (1962) 515 - 522
- [58]Weckbach, A. Blattert, T.: Die thorakolumbale Wirbelsäulenverletzung – Operationsindikation und Zeitpunkt.
Zentralbl. Chir. 123 (1998) 930-935
- [59]White, A.A. Panjabi, M.M.: Clinical biomechanics of the spine.
Lippincott, Philadelphia, 1978 S.234 -245
- [60]Wiedemann, H. Braun, U. Rüter, A. : Leitfaden Unfallchirurgie, Urban und Schwarzenberg, München-Wien-Baltimore, 1992, S. 226- 231
- [61]Wolter, D.: Vorschlag für eine Einteilung von Wirbelsäulenverletzungen.
Unfallchirurg 88 (1985) 481-484

[62]Wood K., Buttermann G., Mehbod A., Garvey T., Jhanjee R., Sechriest, V.:
Operative compared with nonoperativ treatment of a thoracolumbar burst
fracture without neurological deficit. A prospektiv, randomized study.
JBJS.ORG 85 (2003) 773-781

[63]Wörsdorfer, O.: Pathophysiologie der Wirbelsäulenverletzungen.
Hefte zur Unfallheilkunde 163, Springer-Verlag Berlin Heidelberg,
(1980) 105-110

[64]Zilch, H.: Indikation zur operativen Stabilisierung von Wirbelsäulenfrakturen.
Langenbecks Arch. 364 (Kongressbericht 1984) S. 339-341

7. Thesen

1. Wirbelfrakturen sind relativ selten und können jede Altersgruppe betreffen. Ihre Therapie bedarf daher eines differenziertes Behandlungskonzeptes und einer klaren Indikationsstellung.
2. Biomechanisch entstehen Wirbelkörperfrakturen am häufigsten durch axiale Kraftwirkung in Kombination mit Flexionsmomenten, wie bei Unfällen in Straßenverkehr und Haushalt und Leiterstürzen. Bei derartigen auftretenden Unfallmechanismen ist gezielt nach Wirbelverletzungen zu suchen.
3. Ein wesentliches Kriterium für die Auswahl des Behandlungsverfahrens ist die auf eine exakte klinische und radiologische Diagnostik gestützte Frakturklassifikation. Die AO-Klassifikation läßt eine Differenzierung der Frakturen nach Morphologie, Entstehungsmechanismus, Stabilität, Therapieoptionen und Prognose zu.
4. Neurologische Begleitverletzungen sind zu erfassen und werden nach dem Frankel-Schema eingeteilt. Sie haben großen Einfluß auf die Dringlichkeit und die Art des anzuwendenden Therapieverfahrens.
5. Behandlungsziel ist die Wiederherstellung der statischen, dynamischen und myeloprotektiven Funktion der Wirbelsäule. Dazu können funktionelle, konservative oder auch operative Behandlungsmethoden zur Anwendung kommen.
6. Die Behandlungsergebnisse der funktionellen Therapie stabiler Frakturen (Typ A1 nach AO) sind mit denen der konservativen Behandlung nach Magnus vergleichbar. Daher sollten diese Frakturen eher funktionell therapiert werden.
7. Die konservativ immobilisierende Wirbelbruchbehandlung n. Magnus instabiler bzw. temporär instabiler Frakturen (Typ A3 nach AO) ist mit mäßigen bis guten, vereinzelt aber auch mit sehr guten Ergebnissen möglich. Sie stellt damit beim Vorliegen von Kontraindikationen für eine Operation durchaus eine Behandlungsalternative dar.
8. Durch die primäre geschlossene Reposition von Wirbelfrakturen im Durchhang konnte initial eine Aufrichtung des Wirbelkörpers erzielt werden, die nach statischer Belastung jedoch bei allen Patienten vollständig wieder verloren ging. Repositionsmanöver sollten daher nur so früh wie möglich, am besten aber in Kombination mit einer internen Frakturstabilisierung erfolgen.
9. Auch die über Monate erfolgten Anwendungen von Gipsmiedern oder Dreipunkt-Stützkorsetten konnte die radiologisch nachweisbare Fraktursinterung nach Belastung nicht aufhalten. Der Einsatz derartiger Hilfsmittel sollte daher kritisch betrachtet werden und allenfalls kurzzeitig zur Schmerzlinderung bei Frühmobilisation erfolgen.

10. Das Ausmaß der resultierenden Wirbelkörperdeformierung korreliert nach übereinstimmenden Angaben in der Literatur und unseren Erfahrungen nicht mit den verbleibenden Patientenbeschwerden. Röntgenmorphologische Kriterien allein reichen zur Beurteilung des Behandlungserfolges also nicht aus.
11. Mehrsegmentverletzungen an der BWS, auch bei einfachen Frakturformen, neigen zur Ausbildung einer erheblichen posttraumatischen Kyphose, u.U. mit der Gefahr sekundär auftretender neurologischer Komplikationen. Diese Verletzungen sollten daher vorzugsweise operativ stabilisiert werden.
12. Kompressions-Distraktions-Verletzungen vom B-Typ (nach AO) heilten unter konservativer Therapie trotz langer stationärer Verweildauer mit schlechten Ergebnissen aus. Die Forderung nach grundsätzlich operativer Therapie dieser Verletzungen ist daher voll zu unterstützen.
13. Patienten mit primären posttraumatischen neurologischen Beeinträchtigungen haben unter konservativer Therapie nur geringe Besserungschancen um maximal 1 Stufe. Daher ergibt sich für alle Patienten mit Frankel C und schlechter eine zwar relative aber doch „gute“ OP-Indikation.
14. Die nichtoperative Wirbelbruchbehandlung ist mit einfachen und komplikationsarmen Methoden möglich und führt nach unseren Nachuntersuchungen überwiegend zu sehr guten und guten Behandlungsergebnissen in der funktionell behandelten Gruppe und mehrheitlich zu guten bis mäßigen Erfolgen bei sonstigen konservativen Verfahren.
Sie ist damit bei indikationsgerechter Anwendung nach wie vor ein berechtigtes und erfolgreiches Therapieverfahren.

Lebenslauf

Name : Frank Wernicke
Geburtsdatum : 18.01.1963
Geburtsort : Halle/S.
Wohnort : Theodor- Neubauer Str.05, 06130 Halle
Familienstand : verheiratet, 2 Töchter

Schulbildung : 1969-1977 Polytechnische Oberschule „Hutten“ in Halle
1977-1981 Erweiterte Oberschule“ Bertold Brecht“ Halle

Studium : 9/1983-8/1989 Humanmedizinstudium Martin-Luther-
Universität Halle- Wittenberg

Hochschulabschluß : Approbation als Arzt am 1.9.1989

Akademischer Grad : Verleihung Titel „Diplom-Mediziner“ für eine Arbeit an der
Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg mit dem Thema
„Herzschrittmachertherapie im Kindesalter“ am 31.8.1989

Beruf : 1989 -1997 Weiterbildung zum Facharzt für Chirurgie im
Stadtkrankenhaus Halle, ab 1993 Bergmannstrost Halle
Klinik für Allgemeinchirurgie (Direktor: Dr.med.J. Zaage)
mit Hospitationen im Institut für pathologische Anatomie
(Direktor Prof. Dr.med. Stiller), in der Klinik für
Allgemeinchirurgie der MLU (Direktor Prof. Dr. med. H.
Dralle), in der Klinik für Herz-Thoraxchirurgie der MLU
(Prof. Dr.med. Panzner)
in der Klinik für Neurochirurgie der MLU (Prof. Dr. med. W.
Burkert), in der Klinik für Gefäßchirurgie (OA Dr.med.
Blumenstein), Klinik für Unfall- und Wiederherstellungs-
Chirurgie der MLU (Direktor Prof. Dr. med. W. Otto),
Unfallchirurgische Klinik Bergmannsheil Bochum (Direktor
Prof. Dr. med. G.Muhr)
Erfolgreiche Facharztprüfung im Gebiet Chirurgie 9.6.1997

1992 Fachkunde „Arzt im Rettungsdienst“ und seither Teil-
nahme am Notarztdienst der Stadt Halle mit prakt.Erfahrung
in ca. 1000 Notarzteinsätzen

2001 Zusatzbezeichnung „Sportmedizin“

2002 Teilgebietsbezeichnung „Unfallchirurgie“

gegenwärtig als Oberarzt in der Klinik für Unfall- und
Wiederherstellungschirurgie in der BG-Klinik Bergmanns-
trost Halle tätig

Eidesstattliche Erklärung

Ich versichere an Eides statt, dass ich die vorliegende Doktorarbeit ohne unerlaubte Hilfe angefertigt, das benutzte Schrifttum vollständig erwähnt habe und die Arbeit noch von keiner anderen Fakultät abgelehnt worden ist.

Halle/S., den 18.01.2006

Danksagung

Mein besonderer Dank gilt

Herrn Prof. Dr. med. habil. W. Otto für die Überlassung des interessanten Themas und die intensive und freundliche Betreuung bei der Erstellung der Arbeit und

Herrn OA Dr. W. Wawro für die intensiven Gespräche und die gegebenen Ratschläge in den wichtigen Phasen der Erstellung der Arbeit.

Besonderer Dank gilt auch meiner Ehefrau Uta sowie meinen Kindern für die unterstützenden Gespräche und ihr Verständnis.