Zentrum für Chirurgie, Klinik für Unfallchirurgie,
Hand-, Plastische und Wiederherstellungschirurgie,
Universitätsklinikum Ulm
(Direktor: Univ.-Prof. Dr. med. F. Gebhard)

Die Versorgung von Beckenringfrakturen des alten Patienten – Analyse der Versorgungsstruktur anhand der vorläufigen Daten der Multicenterstudie der AO / DGU-Beckengruppe III

Dissertation

Zur Erlangung des Doktorgrades der Zahnmedizin
der Medizinischen Fakultät der Universität Ulm

vorgelegt von

Benjamin Schaude
aus Karlsruhe

2010

Amtierender Dekan: Prof. Dr. rer. nat. Thomas Wirth
1. Berichterstatter : PD Dr. med. Gert Krischak
2. Berichterstatter : Prof. Dr. med. Klaus Huch
Tag der Promotion : 18.11.2010

Inhaltsverzeichnis

ABKÜRZUNGSVERZEICHNIS III

1 EINLEITUNG 1

1.1 Epidemiologie der Beckenfrakturen 1

1.2 Klassifikation von Beckenfrakturen 2

1.3 Diagnostik von Beckenfrakturen 4

1.4 Allgemeine Therapierichtlinien 7

1.5 Fragestellung und Zielsetzung der Arbeit 10

2 MATERIAL UND METHODEN 12

2.1 Studiendesign und Einschlusskriterien 12

2.2 Datenerhebung 12

2.3 Dokumentationsformular der AO/DGU MC-Studie Becken III 13

2.4 Statistik 25

3 ERGEBNISSE 26

3.1 Beteiligte Kliniken und Fallzahlen 26

3.2 Patientenverteilung nach Geschlecht und Alter 27

3.3 Aufnahmeart 27

3.4 Traumaarten und komplexe Beckenverletzungen 28

3.5 Polytraumascores PTS und ISS 29

3.6 Klassifikation von Beckenring- und Sakrumfrakturen 31

3.7 Therapie 33

3.8 Mortalität 47

3.9 Ergebnisse spezifischer Fragestellungen 48

4 DISKUSSION 60

4.1 Epidemiologische Daten **60**

4.2 PTS- und ISS-Scores **61**

4.3 Traumaart und Frakturtyp **61**

4.4 Therapieoptionen **63**

4.5 Mortalität und Letalität **70**

4.6 Beantwortung der eingangs gestellten Fragen **72**

5 ZUSAMMENFASSUNG **75**

6 LITERATURVERZEICHNIS **77**

DANKSAGUNG **97**

Abkürzungsverzeichnis

Abb	Abbildung
AIS	Abbreviated Injury Scale
AG	Arbeitsgemeinschaft
AO	Arbeitsgemeinschaft für Osteosynthesefragen
AP	Anterior-Posterior
ASIF	Association for the Study of Internal Fixation
ATLS	Advanced-Trauma-Life-Support
bds	beidseits
bzgl	bezüglich
CT	Computertomographie
DCP	Dynamic Compression Plate
DGU	Deutsche Gesellschaft für Unfallchirurgie
ISG	Iliosakralgelenk
ISS	Injury Severity Score
LC-DCP	Limited Contact-Dynamic Compression Plate
LCP	Locking Compression Plate
MC	Multicenter
MOV	Multiorganversagen
ORIF	Open Reduction Internal Fixation
PTS	Polytraumaschlüssel
REKO	Rekonstruktion
Tab	Tabelle

1 Einleitung

1.1 Epidemiologie der Beckenfrakturen

Beckenfrakturen haben eine Inzidenz von 3% bis 8% pro Jahr bezogen auf alle Frakturen [70,146]. Die Häufigkeit wird mit 20 bis 37 pro 100.000 Einwohner pro Jahr angegeben, dies entspricht 0,02% bis 0,037% bezogen auf die Bevölkerung und pro Jahr [51,151]. Demgegenüber steht eine hohe Letalitätsrate von 5% bis 20% [26,57,140,162]. Es dominieren hierbei die einfachen Beckenbrüche, die vor allem den vorderen Beckenring betreffen [71,86,186].

Die Letalität ist abhängig von der Frakturschwere. Einfache Beckenfrakturen (Typ A nach AO/ASIF) haben eine Letalität von 3,7%, Typ-C-Verletzungen dagegen von 18,9% [25]. Liegen begleitende intrapelvine Verletzungen vor (Komplextrauma), so erhöht sich die Letalität weiter auf 21,3% bis 31,0% [25,51,70]. Ein weiterer Risikofaktor sind offene Frakturen, hier sind Mortalitätsraten von bis zu 50% beschrieben [46,84,116,137]. Die Letalität der Patienten steigt sowohl mit dem Schweregrad der Verletzung (von Typ A nach Typ C) als auch bei Beckenfrakturen mit erheblichen Begleitverletzungen entsprechend des Komplextraumas [25].

Die Alters- und Geschlechtsverteilung von Beckenfrakturen ergibt einen ersten Häufigkeitsgipfel zwischen dem 20. und dem 35. Lebensjahr, der sich vor allem beim männlichen Geschlecht manifestiert. Ein zweiter Peak zeigt sich im Bereich des 80. bis 85. Lebensjahres [140,146], der sich hierbei vorwiegend bei Frauen darstellt [22,146]. Beim männlichen Geschlecht ist ebenfalls ein zweiter Häufigkeitsgipfel im Bereich des 50. Lebensjahres sichtbar [146].

Bei Beckenverletzungen des jungen Patienten liegen überwiegend hochenergetische Hochrasanztraumata vor [86]. Diese Patienten erleiden neben der Beckenverletzung oft ausgedehnte Begleitverletzungen, zudem treten signifikant höhere Komplexverletzungen um das Becken herum auf, die in einer deutlich höheren Mortalität einhergehen [13,22,60,178]. Dagegen liegt bei Beckenfrakturen im zweiten Altersgipfel, in der Regel ein niedrig-energetischer Sturz aus geringer Höhe zugrunde. Bei diesem Patientenkollektiv dominieren

einfache Frakturen des vorderen Beckenringes, die in der Regel keine operative Intervention erfordern [22,86,146].

Tab. 1. Prozentuale Verteilung der Ursachen für Beckenfrakturen; aufgrund von Mehrfachnennungen beträgt die Gesamtsumme über 100%

Ursachen für Beckenfrakturen
• 65% Verkehrsunfälle (49% Auto, 15% Fußgänger,12% Motorrad)
• 16% einfacher Sturz
• 14% Sturz aus großer Höhe
• 9% Arbeitsunfälle
• 4% Suizidversuche

Die Sakrumfraktur als eine Entität des dorsalen Beckenringes verdient besondere Beachtung. Der Anteil an der Gesamtheit an Beckenfrakturen beträgt 18% bis 30% [142]. Die Angaben hierzu in der Literatur schwanken, bedingt durch die diagnostischen Schwierigkeiten beim Erkennen einer Sakrumfraktur im konventionellen Röntgenbild. So beträgt die Rate der primär übersehenen Sakrumfrakturen 30% bis 60% [142]. Dies ist insofern problematisch, als dass eine nicht diagnostizierte Sakrumfraktur zu bleibenden Schmerzen und potentiellen neurologischen Ausfällen führt [28,56].

Die Inzidenz der transalaren Fraktur ist hierbei mit bis zu 44% am höchsten, die aufgrund der dorsalen Sakroiliakalbänder stabilisiert wird [142]. Ebenfalls biomechanisch stabil ist die zentrale Sakrumfraktur, die in 15% der Fälle auftritt. Als relativ häufig gilt die transforaminale Sakrumfraktur, die mit 34% angegeben wird [25].

1.2 Klassifikation von Beckenfrakturen

Die gängigen Klassifikationen der Beckenfrakturen beruhen im Wesentlichen auf der Morphologie der Fraktur, die durch die bildgebende Diagnostik erhoben wird [26]. Eine erste Einteilung von Beckenringfrakturen entwickelte Malgaigne im Jahr 1847, der das Becken morphologisch als Ringstruktur erkannte [108].

Jedoch wurde bald deutlich, dass eine ausschließlich morphologische Einteilung von Beckenringfrakturen nicht für eine Ableitung der therapeutischen Konsequenz geeignet war. Die Einbeziehung des Unfallmechanismus in die Klassifikation wurde daher von mehreren Autoren propagiert [88,99,145]. Die heute gebräuchliste Klassifikation der Arbeitsgemeinschaft für Osteosynthese-Fragen/ASIF übernahm die Klassifikation von Müller in A-, B- und C-Frakturen [26,187]. Hierbei wird das Schema von Pennal [135], das die Beckenfraktur nach dem reinen Unfallmechanismus einteilt, mit der Klassifikation von Tile [188] verknüpft, der den Unfallmechanismus dem Instabilitätsgrad der Beckenfraktur unterordnete [25,26,146]. Die Klassifikation nach AO/ASIF hat sich international durchgesetzt und erlaubt durch eine baumartige Untergliederung eine detaillierte Beschreibung der Fraktur, aus der über den in der Klassifikation berücksichtigten Unfallmechanismus indirekt die Stabilität des Beckenringes abgeleitet werden kann [122]. Die AO/ASIF-Klassifikation wird ausführlich in Kapitel 2.3.5.2 erläutert.

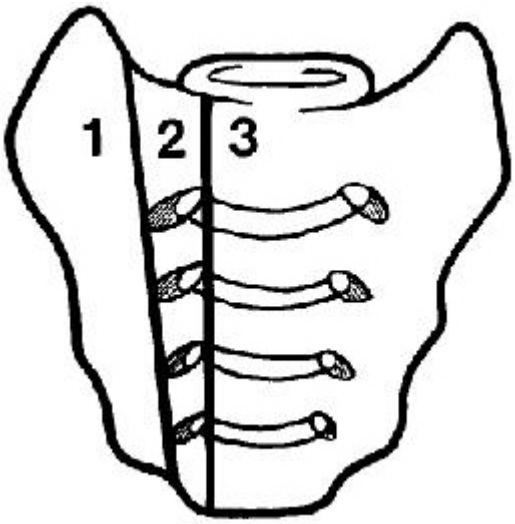


Abb. 1. Nach Denis et al.: Klassifikation der Sakrumfraktur [28, S.68]:
Zone 1: transalare Zone
Zone 2: transforaminale Zone
Zone 3: zentrale Zone

Die Klassifikation von Sakrumfrakturen orientiert sich ausschließlich an morphologischen Gesichtspunkten. Die Klassifikation nach Denis (Abb. 1)

unterteilt eine Zone 1 (transalar), eine mittlere Zone 2 (transforminal) sowie eine zentrale Säule (Zone 3) [28].

1.3 Diagnostik von Beckenfrakturen

Zur grundsätzlichen Frakturerkennung wird eine Basisdiagnostik angewendet, sodass durch die erweiterte Diagnostik der Frakturtyp genauer klassifiziert werden kann. Das entscheidende Kriterium hierfür ist der klinische Zustand des Patienten, der über die Anzahl der diagnostischen Maßnahmen entscheidet [25].

Neben der Anamneseerhebung stellt die klinische Untersuchung einen wichtigen Parameter der Basisdiagnostik dar [22]. Bestandteile dieser sind, neben einer gründlichen äußeren und inneren Inspektion der Beckenregion, um Blutungsquellen, Beinlängendifferenzen, Prellmarken und Hämatome feststellen zu können, die manuelle Untersuchung des Beckens mit einer seitlichen und ventrodorsalen Kompression des Beckens [26]. Mit einer Spezifität von 99% sowie einer Sensitivität von 44% kann die klinische Untersuchung eine Beckenfraktur identifizieren [133]. Von essentieller Bedeutung ist eine bereits initial durchzuführende, grob orientierende, neurologische Untersuchung. Insbesondere ist hier auf sensomotorische Ausfallsgebiete im Bereich des Plexus lumbosacralis zu achten [23]. Dies ist jedoch insbesondere bei intubierten Patienten durch eine fehlende Kommunikation und unmittelbare Untersuchbarkeit erschwert und muss sich in diesen Fällen auf anamnestische Angaben stützen [23]. Mittels Sonographie können zusätzlich intrapelvine und intraabdominelle Verletzungen durch Flüssigkeitsansammlungen im Abdomen beurteilt werden. Bei Vorliegen einer Fraktur im hinteren Beckenring muss mit der Ausbildung eines relevanten retroperitonealen Hämatoms gerechnet werden. Die hierbei auftretenden Transudate dürfen sonografisch nicht mit freier intraabdomineller Flüssigkeit verwechselt werden. Zur Bilanzierung der Harnableitung und damit möglichem zirkulatorischen Monitoring wird ein transurethraler Blasenkatheter gelegt [22]. Liegt jedoch der Verdacht einer Verletzung der unteren Harnwege vor, so ist vor der Anlage eines transurethralen Katheters eine Darstellung der ableitenden Harnwege über retrograde Urethrographie erforderlich [106,183,204,206].

Bei der bildgebenden Diagnostik werden Röntgenuntersuchungen des Beckens durchgeführt. Primär wird eine singuläre a.p.-Aufnahme angefertigt, die um eine Inlet-, Outlet- und Schrägaufnahme nach Judet ergänzt werden kann [173]. Bei der Inletaufnahme (30° bis 45° kraniokaudal eingekippte Röhre) wird der Beckeneingang plan zur Abbildungsebene dargestellt, um so direkt die Linea terminalis sowie ventrodorsale Verschiebungen zu erfassen [22]. Mit der Outletaufnahme (30° bis 45° kaudokranial eingekippte Röhre) können kranio-kaudale Verschiebungen des Beckenringes beurteilt werden. Insbesondere sakrale Verletzungen können in dieser Ebene erkannt werden [26]. Die einzelnen Methoden der konventionellen Röntgentechnik sind in Abb. 2 dargestellt. Die Kombination dieser drei Aufnahmen ist nach Culemann et al. [22] ausreichend, um eine Aussage über die Stabilität treffen zu können. Anhand der Becken-a.p.-Aufnahme alleine kann bereits in bis zu 90% der Fälle die richtige Einschätzung einer Verletzung hinsichtlich einer vorderen oder hinteren Beckeninstabilität gestellt werden, die exakte Klassifikation ist jedoch nur durch weiterführende Diagnostik möglich [35,205].

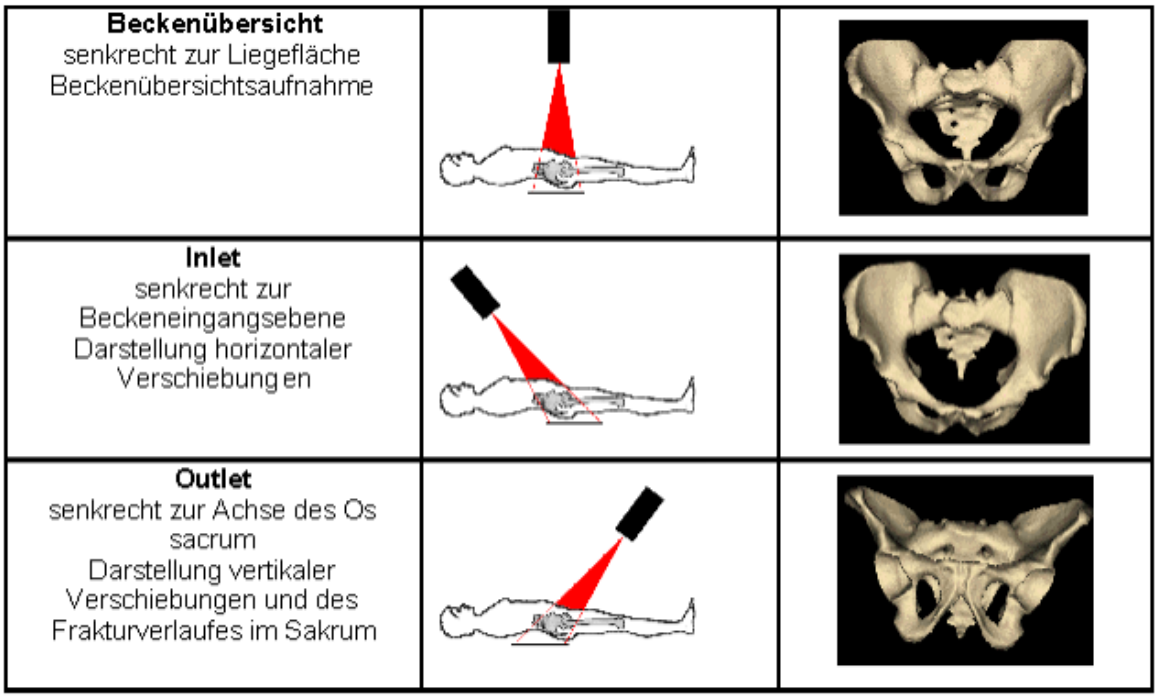


Abb. 2. Standard-Röntgenaufnahmen bei Beckenverletzungen [179, S.16]

Als Standard in der Diagnostik zur Klassifikation und exakten Beurteilung von Verletzungen des Beckenringes hat sich die Computertomographie erwiesen [111,112]. Vor allem Verletzungen des hinteren Beckenringes sind mit einem Anteil von bis zu 70% im konventionellen Röntgenbild nicht diagnostizierbar, sondern werden erst im CT korrekt erkannt [87,109,119,157]. Im CT ist eine exakte Beurteilung des hinteren Beckenringes möglich, die Zuordnung einzelner Knochenfragmente und deren mögliche Lage zu den neuralen Strukturen ist im CT konkret zu lokalisieren [25]. Dadurch hat sich die Computertomographie eindeutig zum Goldstandard gegenüber dem konventionellen bildgebenden Verfahren entwickelt [159,197].

Die diagnostische Überlegenheit der Computertomographie hat zu einer breiten Anwendung bereits in der Primäruntersuchung im Schockraum geführt. An größeren Traumazentren befindet sich bereits im Schockraum ein Computertomograph [77].

Ein ebenfalls entscheidender Vorteil in der Diagnostik ist die Möglichkeit der kontrastmittelgestützten Gefäßdarstellung in der Computertomographie. Hierdurch können Blutungen im Beckenbereich lokalisiert werden. Ebenso ist die wichtige Unterscheidung in venöse oder arterielle Blutungsquellen möglich, die gegebenenfalls einer weiteren therapeutischen Intervention (Embolisation) zugeführt werden können [41].

Mit Hilfe eines 3D-Oberflächenalgorithmus ist es möglich, die Grenze zwischen Knochen und Weichteilen dreidimensional zu visualisieren. Die zwei-/ dreidimensionale Rekonstruktion ist insbesondere bei der operativen Planung hilfreich. Darüber hinaus wurden Planungssoftwares entwickelt, die über die Aufnahme einer CT und erfolgter Rekonstruktion zunächst die Fraktur simulieren, wodurch Reposition und Fixation geplant werden können. Durch Verwendung eines haptischen Gerätes kann so realitätsnah die Beziehung der Fragmente zueinander vermittelt werden [44].

Die Durchführung einer Angiographie als primäre Maßnahme ist durch die Möglichkeit der kontrastmittelgestützen Computertomographie derzeit in den

Hintergrund getreten. Von Bedeutung ist die Angiographie jedoch bei diagnostizierten arteriellen Blutungen, da diese dann therapeutisch im Rahmen der Embolisation durchgeführt werden kann [22].

1.4 Allgemeine Therapierichtlinien

Die Therapie instabiler Beckenringverletzungen ist Teil eines standardisierten, strukturierten und prioritätenorientierten Schockraummanagements [153]. Definierte Algorithmen sollen bei der Schockraumversorgung die Überlebensrate steigern [11,165]. Da in den westlichen Industriestaaten immer noch die häufigste Todesursache bis zum 40. Lebensjahr das Trauma ist [125], will das „Advanced-Trauma-Life-Support“-Protokoll (ATLS) eine erfolgreiche und effiziente Patientenversorgung sicherstellen [72]. Es ist beschrieben, dass bis zu 65% Todesfälle bei Polytraumatisierten durch Managementfehler auftreten, die vermeidbar gewesen wären [62,166]. ATLS als international etabliertes System wurde durch das American College of Surgeons etabliert und weiterentwickelt [59,66]. Hierbei ist klar definiert, dass zuerst die Kontrolle der Vitalfunktionen erfolgt, und somit der Zustand des Patienten klassifiziert wird, sodass lebensgefährliche Verletzungen Vorrang haben [66]. Danach erfolgt eine Zweituntersuchung, um alle anatomischen Verletzungen zu erkennen. Schließlich wird die abschließende Therapie durchgeführt [72]. Verschiedene Untersuchungen haben gezeigt, dass die Anwendung von ATLS zur einer geringeren Letalität [167], zu einer Verbesserung der Ergebnisse während der Schockraumphase [32] sowie zu einem Ausbau an Fachwissen seitens der Behandler geführt hat [2,53,199].

Im Rahmen der chirurgischen Schadensbegrenzung werden Eingriffe wie Blutstillung bzw. Blutungskontrolle, Wundspülung, Tamponaden, externe Fixation von Frakturen langer Röhrenknochen und des Beckenringes sowie provisorischer Verschluss von Wunden bzw. der Bauchhöhle durchgeführt [192].

1.4.1 Notfallmaßnahmen

Notfallmaßnahmen sind erforderlich bei vitaler Gefährdung aufgrund der Beckenverletzung, wie sie häufig beim Polytraumatisierten vorliegt. Das Polytrauma ist definiert als Mehrfachverletzung, von denen mindestens eine oder die Kombination derer zur vitalen Bedrohung führt [107,192]. In mehr als 25% der Polytraumen wird eine Beckenringverletzung diagnostiziert [160]. Liegt eine instabile Beckenfraktur beim Polytrauma vor, so erhöht sich die Letalität auf bis zu 55% [139,149].

Von Bedeutung bei Beckenfrakturen, ist die hämodynamische Stabilisierung [80,160]. Der Patient ist durch den intrapelvinen und retroperitonealen Blutverlust vital gefährdet, da große Mengen von Blut in diesen Räumen verloren werden können. Der Blutverlust kann fünf bis sechs Liter betragen. Ursächlich für die Blutung sind in selteneren Fällen arterielle Verletzungen, in den meisten Fällen ist die Verletzung des präsakralen Venenplexus für den akuten Blutverlust verantwortlich [49,149]. Dieser führt zur aktuen Kreislaufinstabilität, die mittels aggressiver Volumentherapie und durch äußere chirurgische Maßnahmen akut behandelt werden muss [49,107,160].

Das zentrale Prinzip der äußeren Notfallmaßnahme ist das Schließen des geöffneten Beckenringes und die Retention, die eine interne Tamponade ermöglichen soll. Eine weit verbreitete und anerkannte Notfallmaßnahme ist die Anlage eines supraacetabulären Fixateurs externes. Dieser ist rasch anzubringen und erlaubt eine ausreichend gute Stabilität, insbesondere durch Kompression des vorderen Beckenringes [9,12,147,194].

Daneben wird die Beckenzwinge verwendet [37,52]. Diese hat ihren Ansatz auf Höhe des seitlichen Beckenringes, sodass durch Kompression an diesem, vor allem die dorsalen Beckenringanteile komprimiert werden können. Der positive Effekt einer Stabilisierung des systolischen Blutdrucks durch die Verwendung der Beckenzwinge konnte nachgewiesen [52]. Insgesamt liegt die Verwendung der Beckenzwinge zahlenmäßig noch hinter der des Fixateur externe zurück [39]. Eine weitere Möglichkeit der Blutungskontrolle durch externe Kompression wird durch den Beckengurt erreicht [127]. Durch die zirkuläre Kompression wird insbesondere

durch eine Kompression der Beckenschaufel in Richtung Zentrum die Reduktion des intrapelvinen Volumens erreicht. Nachteilig sind die ungerichtete Kompression und die limitierte Anlagedauer von wenigen Stunden, aufgrund von Druckproblemen durch den Gürtel. Ein Vorteil ist jedoch die schnelle Anwendung und breite Verfügbarkeit bereits im präklinischen Einsatz.

Als Salvage-Verfahren kann bei weiterhin bestehender Kreislaufinstabilität sowie nachgewiesener Blutung insbesondere aus dem präsakralen Venenplexus eine chirurgische Blutstillung mit Tamponade durch Packing angewendet werden [37,160]. Bei anhaltender Blutung im Beckenbereich muss auch die Möglichkeit einer Laparotomie mit Eröffnung des Retroperitonealraumes in Betracht gezogen werden [149].

1.4.2 Sekundäre operative Therapie

Zahlreiche Studien belegen, dass bei instabilen Frakturen die operative Therapie der konservativen vorzuziehen ist, da die anatomische Ausheilung besser und die Komplikationsrate geringer ist [40,73,112,134,185].

Die Verwendung navigationsgestützter Verfahren nimmt immer breiteren Raum ein, wodurch auch zunehmend minimal-invasive Operationsverfahren zum Einsatz kommen [110]. Abhängig von der Art der Beckenfraktur muss das geeignete Verfahren zur Osteosynthese ausgewählt werden [22,85,110,121], je nach Art der Verletzung können auch einzelne Verfahren kombiniert werden:

- Plattenosteosynthesen zur Stabilisierung bei vorderen Beckenringfrakturen
- Schraubenosteosynthesen bei transpubischen Frakturen
- Konventionelle oder navigierte Verschraubung bei sakroiliakalen Frakturen
- Plattenosteosynthese bei ISG-Sprengungen oder Luxationsfrakturen
- Distraktionsspondylodese mit Fixateur externe bei Sakrumfrakturen

1.5 Fragestellung und Zielsetzung der Arbeit

Die Arbeitsgruppe „Becken“ wurde von der Arbeitsgemeinschaft für Osteosynthesefragen (AO) und von der Deutschen Gesellschaft für Unfallchirurgie (DGU) gegründet und dokumentiert seit dem Jahr 1991 die Behandlung von Patienten mit Beckenfrakturen (einschließlich Acetabulum) [51,164].

Das Thema und die Zielsetzung der Arbeit resultieren aus den Daten der Arbeitsgruppe „Becken III“ im Rahmen einer Multicenter-Studie, die sich – nach Abschluss der Arbeiten der Beckengruppe I und II – mit der Detailuntersuchung spezieller Fragestellungen der Beckenchirurgie befasst und hierfür kontinuierlich prospektiv Beckenfrakturen an den aktiv teilnehmenden Kliniken erfasst.
Im Rahmen der Arbeitsgruppe „Becken III“ werden seit 2005 Daten über Beckenring- und Acetabulumfrakturen prospektiv und konsekutiv vollständig erfasst. Die Jahrgänge 2005 bis 2007 beinhalten insgesamt 3.034 eingegebene Fälle an 18 teilnehmenden Kliniken.

Das Ziel der vorliegenden Arbeit ist die vergleichende Analyse der Versorgung von Beckenringfrakturen von Patienten im Erwerbsalter (18 bis 64 Jahre) gegenüber einem Kollektiv älterer Patienten (≥ 65 Jahre) anhand der Datenbank der AO/DGU Multicenter-Studie.

Folgende Fragestellungen werden in der vorliegenden Arbeit beantwortet:

1. Haben ältere Patienten eine unterschiedliche Mortalität in Abhängigkeit der Frakturschwere (Frakturtyp A, B und C)?
2. Gibt es einen Zusammenhang zwischen den Polytraumascores PTS, ISS und der Mortalität, und sind diese durch die Altersstruktur beeinflusst?
3. Besteht eine Korrelation zwischen der Aufenthaltsdauer und den Polytraumagraden PTS bzw. ISS, und sind diese ebenfalls durch die Altersstruktur beeinflusst?
4. Welchen Einfluss hat die Entscheidung einer operativen und konservativen Versorgungsmaßnahme auf die Dauer des Klinikaufenthalts und wie beeinflusst das Alter die Dauer der stationären Behandlung?

5. Besteht ein Zusammenhang zwischen der Traumaart und der Dauer des Klinikaufenthalts, und ist diese je nach Altersgruppe unterschiedlich?
6. Beeinflusst der Frakturtyp die Aufenthaltsdauer in der Klinik und welchen Einfluss spielt das Alter?

2 Material und Methoden

2.1 Studiendesign und Einschlusskriterien

Im Rahmen der Multicenter-Studie der Arbeitsgruppe Becken III der Deutschen Gesellschaft für Unfallchirurgie (DGU) und der Arbeitsgemeinschaft für Osteosynthesefragen (AO) wurde die Datenerhebung durchgeführt. Die Eintragung der Daten erfolgte nach Abschluss des stationären Aufenthalts, es handelt sich um eine retrospektive Studie.

Alle Patienten, die stationär an einer Becken- oder Sakrumfraktur behandelt wurden, sind durch die an der Mulicenter-Studie beteiligten Kliniken erfasst worden. Der Beginn der Datenerfassung war der 01.01.2005, da es sich um eine laufende Studie handelt, wurden die Daten empirisch bis einschließlich 31.12.2007 berücksichtigt.

2.2 Datenerhebung

Die Eingabe der Daten erfolgte mittels eines strukturierten Eingabemodus in die Online-Datenbank Memdoc (Basel, Schweiz, www.memdoc.com), wobei der Datenerhebungsbogen der AO/DGU MC-Studie sämtliche einzutragenden Qualitätsmerkmale vorgibt. Durch eine datenbankinterne Plausibilitätsprüfung wurde gewährleistet, dass nur regelkonform eingetragene Daten im Erhebungsbogen der Multicenterstudie enthalten sind und den weiteren Analysen zugrunde liegen.

2.2.1 Daten der Unfallchirurgie des Universitätsklinikums Ulm

Die eingetragenen Daten wurden aus den Krankenakten der Klinik für Unfallchirurgie des Universitätsklinikums Ulm entnommen. Im genannten Zeitraum wurden 121 Fälle am Universitätsklinikum Ulm in die Multicenter-Studie eingeschlossen.

2.3 Dokumentationsformular der AO/DGU MC-Studie Becken III

2.3.1 Patientendaten und –verschlüsselung

Wie bereits in Kapitel 2.2 erwähnt, erfolgt die Eingabe der Patientendaten in die Onlinedatenbank Memdoc, wobei die Daten – wie unten dargestellt – verschlüsselt wurden:

- Jeder Patient erhält eine fortlaufende Nummer: z. B. 5
- Jede Klinik verfügt über eine eigene Kennziffer: z. B. 30 für Ulm
- Das Aufnahmejahr des Patienten: z. B. 07 für das Jahr 2007

Die Datenverschlüsselung des oben genannten Beispiels lautet somit: 07300005. Falls spezifische Fragestellungen zum Patienten erforderlich werden sollten, ist dessen eindeutige Identifikation gewährleistet, da die generierte Verschlüsselung beim Betreuer der vorliegenden Dissertation (PD Dr. med. Gert Krischak) mit der internen Behandlungsnummer unter Verschluss hinterlegt ist.

Zu den erfassten und eingegebenen Patientendaten gehören Alter, Geschlecht und Geburtsdatum. Namen, Initialen oder weitere persönliche Patientendaten wurden nicht übertragen.

2.3.2 Aufnahmeart

Bezüglich der Aufnahmeart wurden zwei Typen berücksichtigt (Tab. 2):
Direkte Einweisung vom Unfallort (primär) und Zuweisung durch eine erstbehandelnde Klinik (sekundär).

Tab. 2. Aufnahmearten

1.	Primäre stationäre Aufnahme	Direkte Einweisung vom Unfallort
2.	Sekundäre stationäre Aufnahme	Zuweisung einer erstbehandelnden Klinik

2.3.3 Traumaart und Komplexverletzung

Basierend auf der Leitlinie „Polytrauma“ der DGU [29] wurde nach Abschluss der Primärdiagnostik die Verletzung einer der drei möglichen Traumaarten „Isoliertes Trauma“, „Mehrfachverletzung“ und „Polytrauma“ (Tab. 3) zugeordnet.

Tab. 3. Klassifikation der Traumaarten; ISS = Injury Severity Score

Isoliertes Trauma	Mehrfachverletzung	Polytrauma
• Isolierte Beckenfraktur • Keine weiteren relevanten Begleitverletzungen anderer Körperregionen	• Beckenverletzung und Verletzung einer weiteren Körperregion oder eines Organs • Keine der Verletzungen ist lebensbedrohlich	• Beckenverletzung und Verletzung einer weiteren Körperregion oder eines Organs • Mindestens eine Verletzung oder die Kombination der Verletzungen ist lebensbedrohlich • Die Verletzungsschwere beträgt mindestens 16 Punkte (nach ISS)

Ergänzend zu den in Tab. 3 aufgeführten Traumaarten wurden bei der Beckenverletzung auch begleitende pelvine Verletzungen berücksichtigt. Solche am Becken lokalisierte Begleitverletzungen sind nach Pohlemann et al. [141] als „Komplexverletzung“ definiert:

Unter einer Komplexverletzung versteht man eine radiologisch verifizierte Fraktur mit einer der folgenden behandlungsbedürftigen lokalen Verletzungen:

- Blasenverletzung
- Plexusläsion (einseitig oder beidseitig)
- Offene Fraktur
- Retroperitoneales Hämatom
- Schwere Verletzung der perianalen Weichteile
- Verletzung der Geschlechtsorgane

- Verletzungen des Rektums oder des Sigma
- Verletzung pelviner Gefäße
- Urethraverletzungen
- Andere lokale Begleitverletzungen

Für den Fall, dass beim Patienten eine Komplexverletzung vorlag, wurden weitere Daten erfasst und dokumentiert, die den Grad der Kreislaufinstabilität beschrieben (Tab. 4).

Tab. 4. Angaben bzgl. der Kreislaufsituation des Patienten bei Einlieferung in die Klinik

• Initialer Hämoglobinwert im Serum [%]
• Initialer systolischer Blutdruckwert [mmHg]
• Anzahl der transfundierten Erythrozytenkonzentrationen nach der Aufnahme o Innerhalb von 6 Stunden o Innerhalb von 7-12 Stunden o Innerhalb von 13-24 Stunden

2.3.4 Polytraumascores ISS und PTS

Der Injury Severity Score (ISS) und der Polytraumaschlüssel (PTS) sind etablierte Scores zur Abschätzung der Polytraumaschwere. Die beiden Scores sollen im Folgenden näher erläutert werden.

2.3.4.1 Injury Severity Score (ISS)

Der Injury Severity Score ist eine anatomische Skala, die den Schweregrad bei Polytraumapatienten als numerischen Wert beschreibt. Es werden 6 Körperregionen unterschieden [3-5]:

- Kopf und Nacken
- Gesicht
- Thorax
- Abdomen

- Extremitäten
- Weichteile

Die Schwere der Verletzung jeder ISS-Körperregion wird mit Hilfe einer Skala von 1 – 6, dem AIS-Code, beschrieben. Der ISS wird als Summe der Quadrate der drei höchsten AIS-Codes gebildet. Wenn in einer ISS-Körperregion ein AIS-Code von 6 vorliegt, wird der ISS-Code auf 75 gesetzt [5]. Die sich ergebenden AIS-Werte werden mit Hilfe eines Onlineformulares von Memdoc übertragen.

2.3.4.2 Polytraumaschlüssel (PTS)

Je nach Schweregrad der Verletzung werden die Körperregionen Schädel, Abdomen, Extremitäten, Thorax, Becken sowie das Alter mittels Punktewerten klassifiziert [129,130]:

- Grad 1: bis zu 19 Punkte
- Grad 2: 20 bis 34 Punkte
- Grad 3: 35 bis 48 Punkte
- Grad 4: mehr als 49 Punkte

Der Polytraumaschlüssel wurde ebenfalls im Rahmen der Online-Erfassung übertragen.

2.3.5 Frakturklassifikation der Beckenringfrakturen

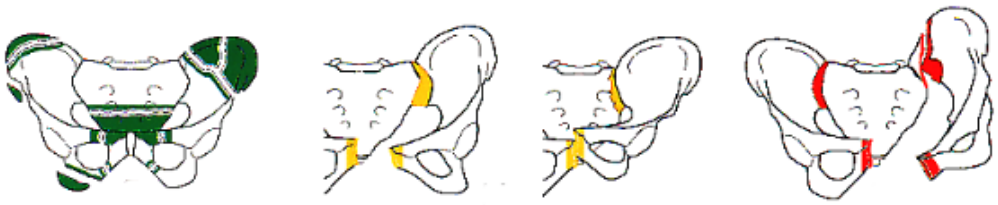
2.3.5.1 AO-Klassifikationen der Beckenringfrakturen

Die Klassifikation von Beckenringfrakturen erfolgt entsprechend der Arbeitsgemeinschaft für Osteosynthesefragen (AO) [122]. Diese Klassifikation berücksichtigt sowohl den Unfallmechanismus als auch die Einschätzung der Stabilität aufgrund morphologischer Kriterien. Diese basiert auf den Arbeiten von Pennal und Tile [122,135,138,189], die in ihrer Klassifikation die Richtung der einwirkenden Gewalt auf das Becken berücksichtigen:

- Antero-posteriore Kompression
- Laterale Kompression
- Vertical-shear Verletzung

In einem weiteren Entwicklungsschritt hat Tile [186] auf der Basis der oben genannten Richtungsunterteilung eine Klassifikation entwickelt, die auch den zunehmenden Grad der Instabilität beinhaltet.

Die Klassifikation von Tile wurde schließlich von der Arbeitsgemeinschaft für Osteosynthesefragen (AO) weiterentwickelt (Abb. 3) [122]. Möglich ist es nahezu jede Verletzung und Verletzungskombination zu klassifizieren [138]. Entscheidend ist auch bei dieser Klassifikation, ob eine Beteiligung des vorderen oder hinteren Beckenringes vorliegt oder gegebenenfalls beide. Bei Mehrfachverletzungen ist die schwerste Verletzung zu Grunde zu legen.



Typ A:	Typ B:	Typ C:
Becken stabil,	rotationsinstabil,	rotationsinstabil,
Dislokation minimal	aber vertikal stabil	vertikal instabil

Abb. 3. Die Typen der Klassifikation von Beckenringfrakturen nach AO [179, S.17]; AO = Arbeitsgemeinschaft für Osteosynthesefragen

Typ A-, Typ B- und Typ C-Beckenverletzungen werden in der Klassifikation weiter unterteilt (Tab. 5 bis 7).

2.3.5.2 Klassifikation der Sakrumfrakturen

Die Klassifikation der Sakrumfraktur, initial von Denis et al. [28] eingeführt, wurde von Pohlemann et al. [142] weiterentwickelt (Abb. 4). Da Sakrumfrakturen zu einigen Teilen bereits in der AO-Klassifikation berücksichtigt werden, wurde bei

der Klassifikation der Sakrumfrakturen gegebenenfalls eine doppelte Klassifikation ein und derselben Fraktur bestimmt. Diese hat sich jedoch daher bewährt, da der Sakrumfraktur im Rahmen der Beckenringfraktur eine prognostische Bedeutung beigemessen wird. Daher erfolgte die näher detaillierte Klassifikation der Sakrumfraktur zur genaueren Identifikation der Morphologie dieser Fraktur.

Tab. 5. AO-Klassifikation der Beckenringfrakturen Typ A [122]; AO = Arbeitsgemeinschaft für Osteosynthesefragen, ant. = anterior, sup. = superior, inf. = inferior

Typ A –Verletzung	**Beckenring stabil, minimale Dislokation**
Typ A.1	Abrissfraktur: • Spina iliaca ant. sup. • Spina iliaca ant. inf. • Tuber ossis ischii
Typ A.2	Beckenschaufelfraktur: • mit oder ohne Dislokation des Beckenringes
Typ A.3	Transversale Sakrumfraktur: • ohne Beckenringbeteiligung • Fraktur Os coccygis

Tab. 6. AO-Klassifikation der Beckenringfrakturen Typ B [122]; AO = Arbeitsgemeinschaft für Osteosynthesefragen, ISG = Iliosakralgelenk

Typ B –Verletzung	**Beckenringfrakturen mit Rotationsinstabilität sowie vertikaler und posteriorer Stabilität**
Typ B.1	Aussenrotation („Open Book“): • Anteriore ISG – Verletzung • Sakrumfraktur
Typ B.2	Innenrotation („Laterale Kompression“): • Ventrale Impressionsfraktur Sakrum • Partielle ISG – Luxation • Inkomplette posteriore Iliumfraktur
Typ B.3	Bilaterale B-Frakturen: • Bilaterale B.1 – Verletzung • B.1 – und B.2 – Verletzung • Bilaterale B.2 – Verletzung

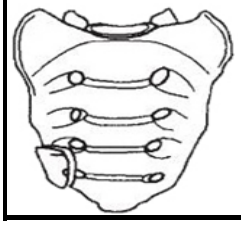
Tab. 7. AO-Klassifikation der Beckenringfrakturen Typ C [122]; AO = Arbeitsgemeinschaft für Osteosynthesefragen, ISG = Iliosakralgelenk

Typ C –Verletzung	**Beckenringfrakturen mit Rotationsinstabilität sowie vertikaler und posteriorer Instabilität**
Typ C.1	Unilaterale Verletzung: • Verletzung des Iliums • Verletzung des ISG – Gelenkes • Sakrumfraktur
Typ C.2	Ipsilateral komplette, contralateral inkomplette Frakturen: • Komplett durch das Ilium • Komplett durch das ISG – Gelenk • Komplett durch das Sakrum
Typ C.3	Bilaterale komplette Frakturen: • Bilateral extrasakrale Verletzung • Sakral + extrasakrale Verletzung • Bilateral sakrale Verletzung

2.3.6 Therapie von Beckenringfrakturen

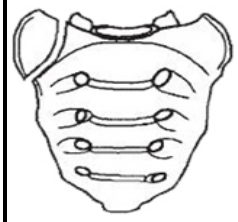
In der Erfassungssystematik wurden primäre von sekundären Therapieformen unterschieden. Die primäre Therapie bezeichnete die unmittelbar bei Einlieferung erforderlichen Notfallmaßnahmen. Als sekundäre Therapie wurden weitergehende rekonstruktive Therapiemaßnahmen bezeichnet, die nach primärer Stabilisierung in der Regel mehrere Tage nach dem erfolgten Trauma durchgeführt wurden. In der Systematik wurden beide Therapieformen entweder konservativ oder operativ zur Auswahl angeboten.

Sakrumfraktur Typ Hannover 0 (Knöcherner Bandausriß)



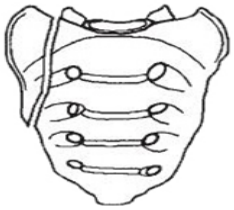
7%

Sakrumfraktur Typ Denis/Hannover I (transalarer Frakturverlauf)



.9%

Ia knöcherner Ausriß



44%

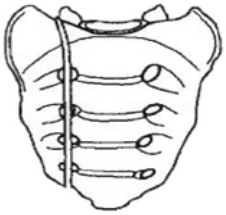
Ib tiefe transalare Fraktur

Sakrumfraktur Typ Denis/Hannover II (transforaminaler Frakturverlauf)



20%

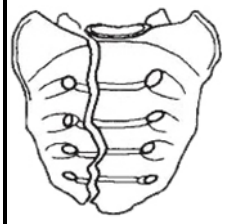
IIa Fraktur bis Foramen S2



14%

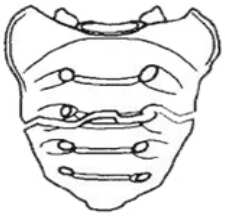
IIa Fraktur bis Foramen S2

Sakrumfraktur Typ Denis/Hannover III (zentraler Frakturverlauf)



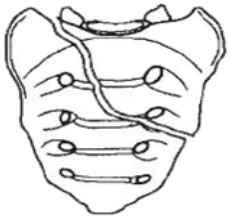
1%

IIIa vertikale Fraktur



4%

IIIb Querfraktur



2%

IIIc Schrägfraktur

Sakrumfraktur Typ Hannover IV (bilateraler Frakturverlauf)



6%

bilaterale Fraktur

Abb. 4. Klassifikation und Häufigkeiten der Sakrumfrakturen [142, S.773]

2.3.6.1 Notfallmaßnahmen

Erfolgten im Rahmen der primären Therapie Maßnahmen zur Stabilisierung des Beckenringes, so wurden nachfolgende Parameter detailliert abgefragt:

1. Beckenzwinge:
   - Dokumentation des Behandlungserfolges durch die eingebende Klinik
   - Dauer bis zur Anlage
   - Keine Unterscheidung nach Modell oder Art der Beckenzwinge

2. Beckengürtel:
   - Dokumentation des Behandlungserfolges durch die eingebende Klinik
   - Dauer bis zur Anlage
   - Keine Unterscheidung nach Modell oder Art des Beckengürtels

3. Beckentuchrolle:
   - Dokumentation des Behandlungserfolges durch die eingebende Klinik
   - Dauer bis zur Anlage
   - Keine Unterscheidung nach Modell oder Art der Beckentuchrolle

4. Fixateur externe:
   - Dokumentation des Behandlungserfolges durch die eingebende Klinik
   - Dokumentation der Dauer bis zur Notfallosteosynthese
   - Keine genaue Angabe der Lokalisation, Montage oder Typ der Implantate

5. Notfallmäßige operative Beckenstabilisierung:
   - Dokumentation des Behandlungserfolges durch die eingebende Klinik
   - Dauer bis zur Durchführung
   - Keine genaue Angabe der Lokalisation, Montage oder Typ der Implantate

Daneben wurden als primäre Therapiemaßnahmen auch solche Therapieformen erfasst, die entweder unmittelbar eine Notfalloperation und Tamponade beinhalten (Laparotomie), oder über eine interventionelle radiologische Maßnahme

(Embolisation) durchgeführt wurde. Des Weiteren wurde eine Extension als primäre Therapiemaßnahme klassifiziert:

1. Laparotomie:
   - Dokumentation des Behandlungserfolges durch die eingebende Klinik
   - Dauer bis zur Durchführung

2. Embolisation:
   - Dokumentation des Behandlungserfolges durch die eingebende Klinik
   - Dauer bis zur Durchführung

3. Extension:
   - Dokumentation des Behandlungserfolges durch die eingebende Klinik
   - Dauer bis zur Durchführung

2.3.6.2 Spezielle Therapie

Im Rahmen der speziellen, definitiven Therapie wurden verschiedene Lokalisationen und damit zusammenhängende Stabilisierungen unterschieden. Generell wurde angegeben, wann die Stabilisierung stattgefunden hat und ob diese mit Komplikationen verbunden war. Darüber hinaus wurde stets eine qualitative Bewertung über den Therapieschritt angegeben. Als Auswahlmöglichkeit bei der entsprechenden Therapie wurde immer nur eine Antwortmöglichkeit akzeptiert. Des Weiteren konnte unter dem Eingabefeld „andere“ eine Freitexteingabe erfolgen.

1. Symphysenstabilisierung:
   - Keine Notwendigkeit zur Stabilisierung
   - Rekonstruktionsplatte
   - Cerclage und Schraube
   - Fixateur externe
   - Fixateur externe und Platte
   - LCP

- DCP
- Andere Therapiemöglichkeit

2. Schambeinstabilisierung:
   - Keine Notwendigkeit zur Stabilisierung
   - Schraube
   - Platte
   - Spickdraht
   - Fixateur externe
   - Fixateur externe und Platte
   - LCP
   - DCP
   - Andere Therapiemöglichkeit

3. Iliumstabilisierung
   - Keine Notwendigkeit zur Stabilisierung
   - Schraube
   - Platte
   - Platte und Schraube
   - LCP
   - DCP
   - Andere Therapiemöglichkeit

4. ISG-Gelenk-Stabilisierung
   - Keine Notwendigkeit zur Stabilisierung
   - Anteriore Platte
   - Schrauben
   - Platte und Schraube
   - ORIF bds
   - LCP
   - DCP
   - Andere Therapiemöglichkeit

5. Sakrumstabilisierung
    - Keine Notwendigkeit zur Stabilisierung
    - Schrauben
    - Platte und Schraube
    - ORIF bds
    - LCP
    - DCP
    - Andere Therapiemöglichkeit

2.3.7 Mortalität

Verstarben Patienten innerhalb des stationären Aufenthaltes, so wurde dies durch die teilnehmenden Kliniken dokumentiert. Neben der Erfassung des Todes im Rahmen der stationären Behandlung wurde die Todesursache, soweit möglich, angegeben. Hier waren Mehrfachnennungen möglich. War die Todesursache nicht bekannt, so konnte das Feld „Ursache unbekannt“ ausgewählt werden.

2.4 Statistik

Die Dokumentation der Daten der Multicenter-Studie wurde mit Microsoft Excel (Excel 2002) erstellt. Die Auswertung erfolgte mit den Statistikprogrammen Statview (Abacus, Palo Alta, USA) und R (GNU Projekt, http://www.r-project.org). Stetige intervallskalierte Variablen wurden nach Mittelwert, Standardabweichung, Häufigkeiten, Maximum und Minimum klassifiziert, während nominal- und ordinalskalierte Variablen nach absoluten und relativen Häufigkeiten angegeben wurden. Um die Zielparameter hinsichtlich der Versorgungs- und Verletzungsstruktur des alten Patienten zu untersuchen, wurden die Patienten in eines von zwei Kollektive zugewiesen: Gruppe A beinhaltete Patienten im Alter von 18 bis 64 Jahren, Gruppe B Patienten mit einem Alter von ≥ 65 Jahren.

Als statistische Testverfahren wurden der nicht-parametrische Mann-Whitney-(*U*)-Test, der Chi²-Test, der Kruskal-Wallis-Test und der Fisher-Test angewendet. Das Signifikanzniveau wurde unterhalb von 0,05 festgelegt ($P \leq 0{,}05$) [148,195]. Zur Darstellung wurden die Grafiken mit der Software Statview und R erstellt.

3 Ergebnisse

3.1 Beteiligte Kliniken und Fallzahlen

Die Daten der bis heute fortdauernden Sammlung im Rahmen der Multicenter-Studie der DGU/AO Becken III wurden empirisch bis zum Einschlussdatum, dem 31.12.2007, ausgewertet. Folgende Kliniken übermittelten Patientendaten bzgl. Becken- und Acetabulumfrakturen (Tab. 8). Insgesamt wurden 3.034 Fälle im genannten Zeitraum dokumentiert. Da in der vorliegenden Untersuchung ausschließlich Beckenringfrakturen unter Ausschluss isolierter Acetabulumfrakturen untersucht werden, verbleiben 2.325 Fälle, auf die sich die nachfolgenden Analysen beziehen.

Tab. 8. Teilnehmende Kliniken an der Dokumentation von Beckenfrakturen im Zeitraum bis 31.12.2007 im Rahmen der Multicenterstudie der AO / DGU (Häufigkeitsangaben unter Ausschluss isolierter Acetabulumfrakturen; Anzahl der Patienten und prozentuale Verteilung); AO = Arbeitsgemeinschaft für Osteosynthesefragen, DGU = Deutsche Gesellschaft für Unfallchirurgie

Teilnehmende Kliniken	Fallzahlen	Anteil [%]
BG Unfallklinik Tübingen	252	10,9%
BG Unfallklinik Ludwigshafen	7	<1%
BG Unfallklinik Murnau	191	8,2%
Charité, Campus Virchow	158	6,8%
Klinikum Friederikenstift Hannover	93	4%
Klinikum Augsburg	1	<1%
Klinikum rechts der Isar	12	<1%
MH Hannover	93	4%
SKM	37	2%
Städt. Klinikum Braunschweig	184	7,9%
Städt. Klinikum Karlsruhe	99	4%
Universitätsklinikum Magdeburg	141	6,1%
Universität Kiel	94	4%
Universitätsklinik Mainz	59	3%
Universitätsklinik Freiburg	107	4,6%
Universitätsklinik Jena	199	8,6%
Universitätsklinik Münster	102	4,5%
Universitätskliniken Saarland	319	13,8%
Universitätsklinikum AöR Leipzig	26	1%
Universitätsklinikum HH-Eppendorf	32	1%
Universitätsklinikum Ulm	119	5,1%

Erläuterung zu Tab. 8.:

- AöR = Anstalt des öffentlichen Rechts
- BG = Berufsgenossenschaft
- HH = Hansestadt Hamburg
- SKM = Stiftungsklinikum Mittelrhein

3.2 Patientenverteilung nach Geschlecht und Alter

In die Altersgruppe A wurden n=1.317 Patienten eingeschlossen (56,6%), in der Gruppe B wurden n=1.008 Patienten berücksichtigt (43,4%). Es zeigte sich bzgl. der Geschlechtsverteilung ein deutliches Übergewicht der männlichen Patienten mit 63,1% in Gruppe A. Demgegenüber war das dominante Geschlecht in Gruppe B das weibliche mit 76,6% (Tab. 9).

Tab. 9. Alters- und Geschlechtsverteilung der Gruppe A (18 Jahre bis 64 Jahre) und Gruppe B (≥ 65 Jahre) im Zeitraum bis 31.12.2007 im Rahmen der Multicenterstudie der AO / DGU; (Alter in Jahren, Mittelwerte, Standardabweichung, Minimum, Maximum, Anzahl der Patienten, prozentuale Verteilung); AO = Arbeitsgemeinschaft für Osteosynthesefragen, DGU = Deutsche Gesellschaft für Unfallchirurgie, J. = Jahre

	Alter	**Geschlecht**	
		Männlich	**Weiblich**
Gruppe A	39,3 ± 13,5 (18 – 64 J.)	830 (63,1%)	487 (36,9%)
Gruppe B	79,2 ± 8,1 (65 – 105 J.)	236 (23,4%)	772 (76,6%)

3.3 Aufnahmeart

In beiden Gruppen erfolgte überwiegend die primäre Aufnahmeart (direkte Zuweisung vom Unfallort; Abb. 5).

Jedoch war in Gruppe A der Anteil von sekundärer Aufnahme (Zuverlegung aus externem Krankenhaus nach dortiger primärer Behandlung) mit

69,4% (n=914 Patienten) signifikant höher als in Gruppe B ($P < 0,01$). Hier erfolgten sekundäre Aufnahmearten lediglich in 14,8% (n=149 Fälle).

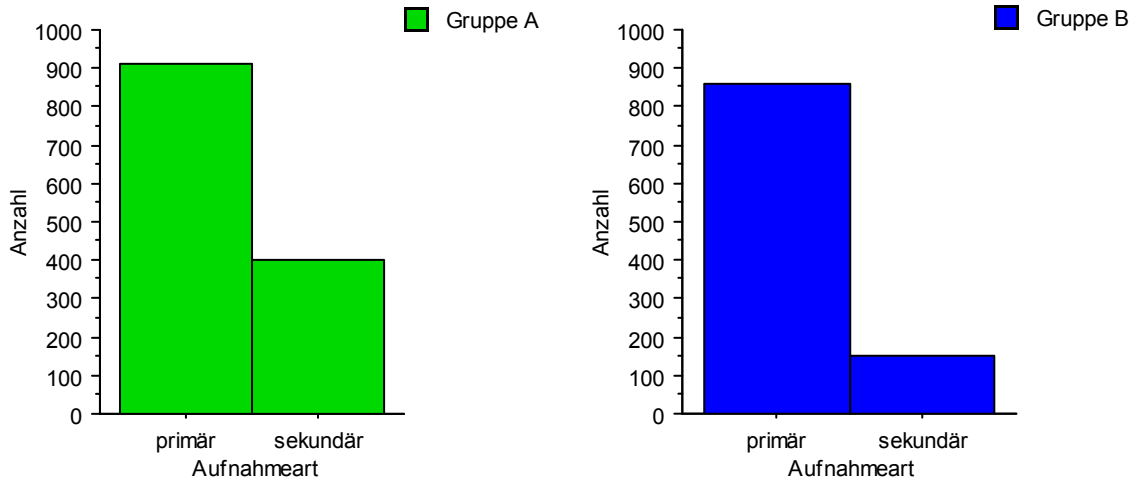


Abb. 5. Vergleich der primären und sekundären Aufnahmeart bei Gruppe A (18 Jahre bis 64 Jahre) und Gruppe B (≥ 65 Jahre) im Zeitraum bis 31.12.2007 im Rahmen der Multicenterstudie der AO / DGU; (Anzahl der Patienten); AO = Arbeitsgemeinschaft für Osteosynthesefragen, DGU = Deutsche Gesellschaft für Unfallchirurgie

3.4 Traumaarten und komplexe Beckenverletzungen

Zwischen den Gruppen war ein hochsignifikanter Unterschied ($P < 0,01$) in der dokumentierten Traumaart festzustellen (Abb. 6): Während bei den jüngeren Patienten in Gruppe A isolierte Beckenverletzungen nur zu einem geringen Anteil (27,2%) auftraten sowie Mehrfachverletzungen (31,5%) und Polytraumatisierungen (41,3%) deutlich überwogen, war dies bei den älteren Patienten in Gruppe B nahezu umgedreht. Hier traten polytraumatisierte Patienten nur zu einem geringen Anteil (9,5%) auf, auch Mehrfachverletzungen waren deutlich geringer (20,8%). Es dominierten die isolierten Verletzungen des Beckenringes (69,6%).

Bei der Analyse der Komplexverletzungen zeigte sich oben genannter Trend. Bei den jüngeren Patienten in Gruppe A waren bei n=170 Patienten (12,9%) Komplexverletzungen vorhanden. Dagegen waren es bei den älteren Patienten in Gruppe B n=23 Patienten (2%), bei denen im Bereich des Beckens eine Komplexverletzung vorlag.

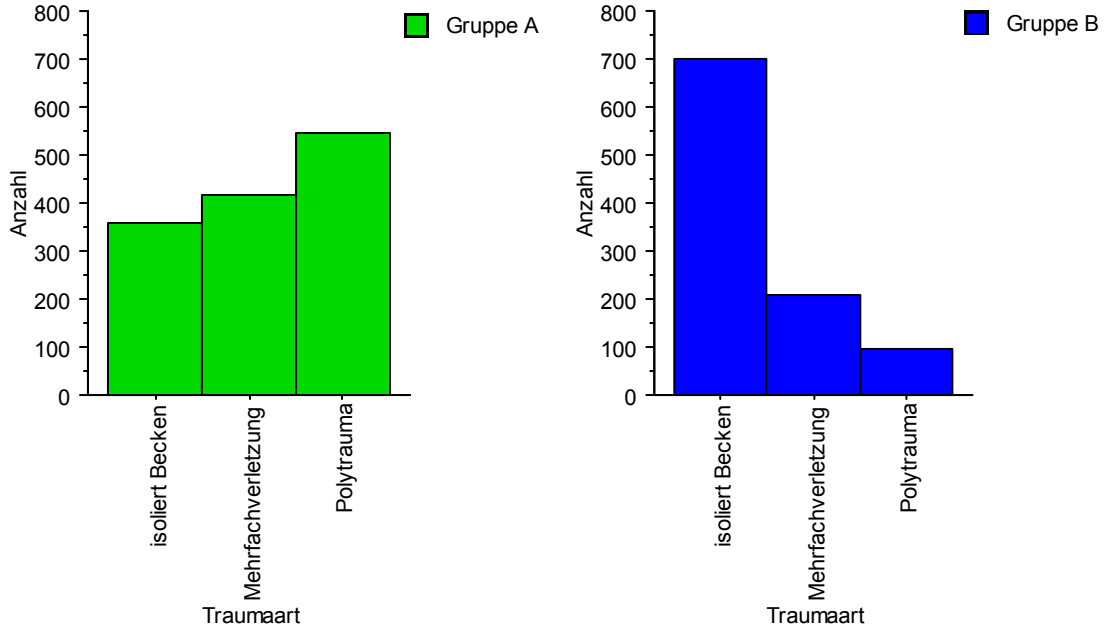


Abb. 6. Traumaarten bei Gruppe A (18 Jahre bis 64 Jahre) und Gruppe B (≥ 65 Jahre) aufgeschlüsselt nach isolierten Beckenfrakturen, Mehrfachverletzungen und Polytraumata im Zeitraum bis 31.12.2007 im Rahmen der Multicenterstudie der AO / DGU; (Angaben als beobachtete Fallzahlen); AO = Arbeitsgemeinschaft für Osteosynthesefragen, DGU = Deutsche Gesellschaft für Unfallchirurgie

3.5 Polytraumascores PTS und ISS

Die Polytraumascores wurden bei insgesamt n=1.297 Patienten der Gruppe A sowie bei n=1.001 Fälle der Gruppe B ermittelt. Es zeigte sich bei den Polytraumascores eine deutlich höhere Schwere der Begleitverletzungen in der Gruppe A der jüngeren Patienten (Abb. 7): Der mittlere PTS betrug 22,7 ± 15,9 (0 – 95). Der PTS-Score bei den älteren Patienten lag dagegen bei 26,9 ± 10,7 (3 – 88). Dieser Unterschied war hochsignifikant ($P \leq 0{,}01$).

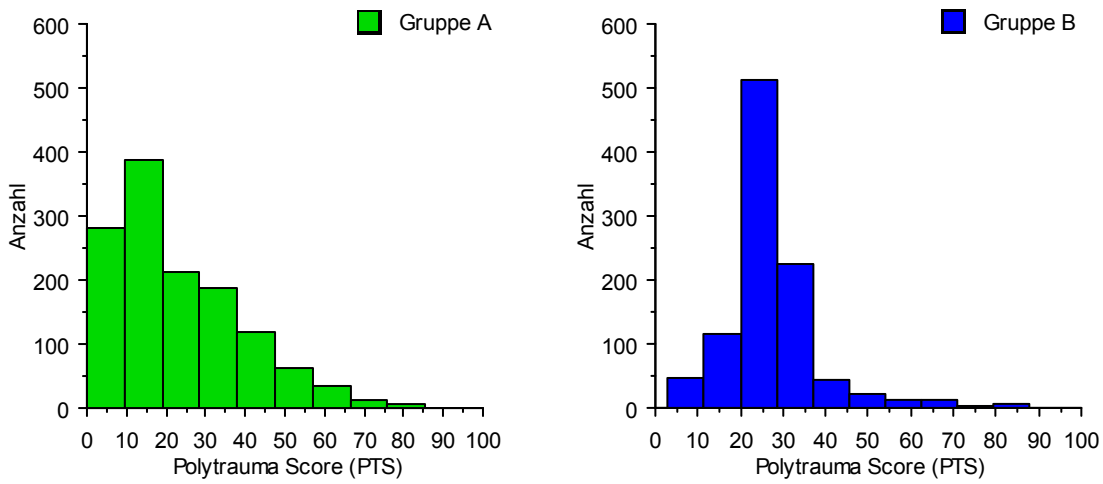


Abb. 7. Verteilung des Polytrauma Score (PTS) nach Häufigkeiten für Gruppe A (18 Jahre bis 64 Jahre) und Gruppe B (≥ 65 Jahre) im Zeitraum bis 31.12.2007 im Rahmen der Multicenterstudie der AO / DGU; (Anzahl der Patienten); AO = Arbeitsgemeinschaft für Osteosynthesefragen, DGU = Deutsche Gesellschaft für Unfallchirurgie

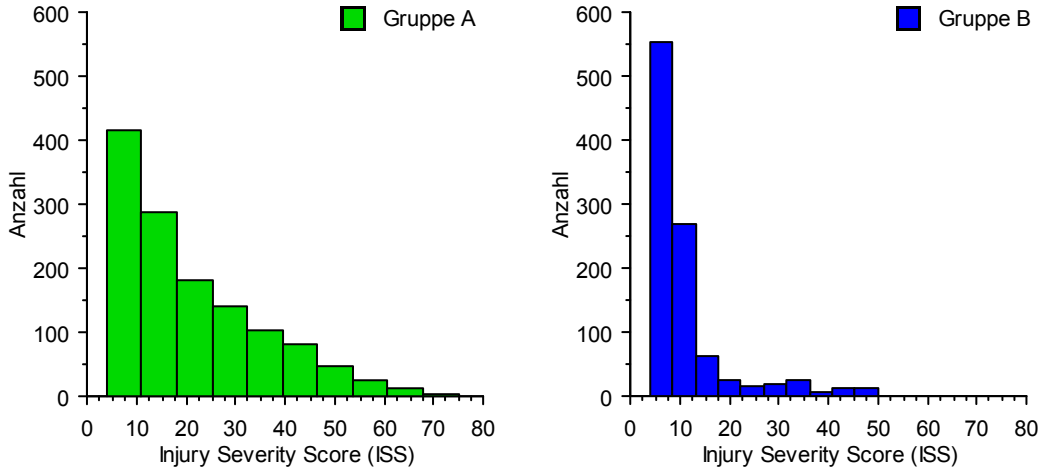


Abb. 8. Verteilung des Injury Severity Score (ISS) nach Häufigkeiten bezogen auf Gruppe A (18 Jahre bis 64 Jahre) und Gruppe B (≥ 65 Jahre) im Zeitraum bis 31.12.2007 im Rahmen der Multicenterstudie der AO / DGU; (Anzahl der Patienten); AO = Arbeitsgemeinschaft für Osteosynthesefragen, DGU = Deutsche Gesellschaft für Unfallchirurgie

Ebenfalls wurde dies für den Injury Severity Score (ISS) aufgezeigt (Abb. 8). Hier betrug der mittlere Wert der jüngeren Patienten in Gruppe A 21,0 ± 14,2 (4 – 75). Dagegen war der ISS bei den älteren Patienten in Gruppe B im Mittel 9,6 ± 9,3 (4 – 50); auch dieser Unterschied war hochsignifikant ($P \leq 0{,}01$).

3.6 Klassifikation von Beckenring- und Sakrumfrakturen

Die Klassifikation der Beckenfrakturen zeigte deutliche Unterschiede zwischen den beiden Gruppen der jüngeren und älteren Patienten. Die detaillierte Aufschlüsselung der Unterklassifikation nach AO ist in Abb. 9 dargestellt.

In der Gruppe B dominierten die stabilen A-Frakturen mit 63,3% (n=957 Fälle). Dieser Unterschied war hochsignifikant ($P < 0{,}01$). Deutlich seltener waren die Typ-B-Verletzungen mit 26,1% (n=250 Fälle) und Typ-C-Frakturen mit 10,6% bei n=101 Patienten. Dagegen war in Gruppe A der jüngeren Patienten die Verteilung der Frakturen deutlich mit einer Häufung der instabilen Frakturformen unterschiedlich. Es wurden insgesamt 31,9% instabile C-Frakturen (n=390 Fälle) und 41,1% instabile B-Frakturen (n=503 Patienten) dokumentiert. Die stabilen A-Frakturen waren mit 27,0% (n=330 Fälle) deutlich geringer anzutreffen.

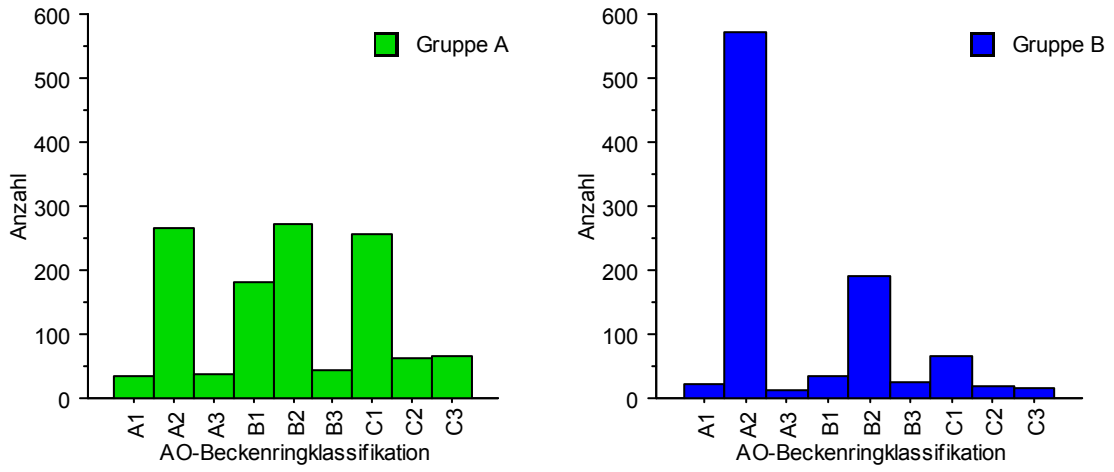


Abb. 9. Klassifikation von Beckenringfrakturen nach Müller [122] (s. Kap. 2.5.3.1) bei Gruppe A (18 Jahre bis 64 Jahre) und Gruppe B (≥ 65 Jahre) im Zeitraum bis 31.12.2007 im Rahmen der Multicenterstudie der AO / DGU; (Anzahl der Patienten); AO = Arbeitsgemeinschaft für Osteosynthesefragen, DGU = Deutsche Gesellschaft für Unfallchirurgie

Die Verletzung des hinteren knöchernen Beckenringes wurde neben der Erfassung über die B- und C-Typen im Rahmen der AO-Klassifikation zur detaillierteren Untersuchung über eine separate Klassifikation nach Pohlemann et. al. [142] erfasst (Abb. 10).

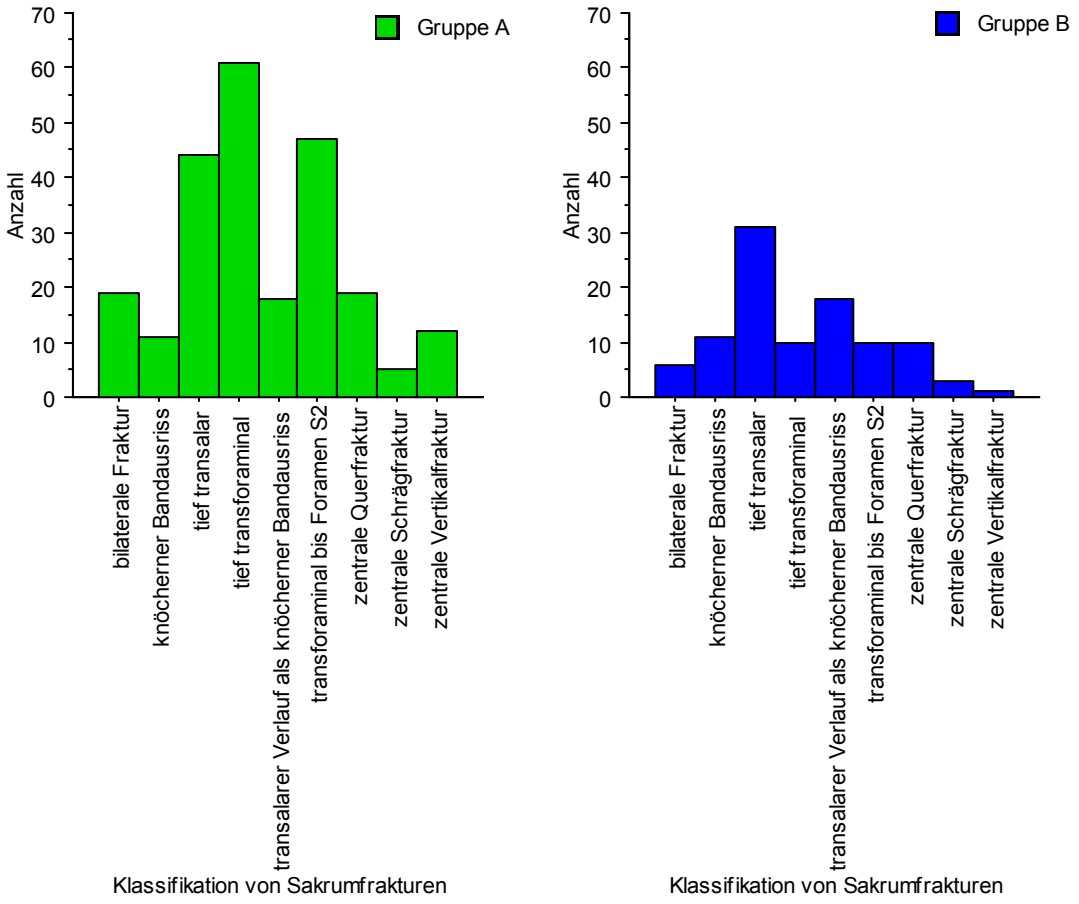


Abb. 10. Häufigkeitsverteilungen der Sakrumfrakturen nach Klassifikation von Pohlemann et al. [142] für Gruppe A (18 Jahre bis 64 Jahre) und Gruppe B (≥ 65 Jahre) im Zeitraum bis 31.12.2007 im Rahmen der Multicenterstudie der AO / DGU; (Anzahl der Patienten); AO = Arbeitsgemeinschaft für Osteosynthesefragen, DGU = Deutsche Gesellschaft für Unfallchirurgie

Es zeigte sich eine deutliche Häufung von Verletzungen des Sakrums in Gruppe A (n=236 Patienten, 17,9% der Gesamtzahl der erfassten Patienten). Dagegen waren knöcherne Verletzungen des Sakrums in der Gruppe B der älteren Patienten mit 9,9% (n=100 Patienten) deutlich geringer. Bei den Sakrumfrakturen kam es zu einer deutlichen Häufung von transforaminalen Frakturen mit 26%

(n=61 Patienten) in Gruppe A, ebenfalls in dieser Gruppe häufig beobachtet wurden tief transalare Frakturen mit 19% (n=44 Patienten) sowie bei 20% (n=47 Patienten) transforaminale Frakturen bis Foramen S2. In der Gruppe B zeigte sich mit 31% (n=31 Patienten) eine Häufung tief transalarer Frakturen, bei den übrigen Frakturtypen zeigte sich keine wesentliche Häufung mehr.

3.7 Therapie

3.7.1 Primäre und Spezielle Therapie

Als primäre Therapieform wurden die sofortig am Unfalltag erforderlichen Notfalltherapiemaßnahmen erfasst. Dokumentiert wurde für jeden Fall, ob eine primäre Therapie stattgefunden hat oder nicht. Ein weiterer Punkt zur Erfassung der weiteren Therapie stellte die Frage nach der speziellen Therapie dar. Als spezielle Therapie wurden sekundäre operative Therapiemaßnahmen nach initialer Stabilisierung abgefragt. Auch hier bestand zunächst die Antwortmöglichkeit in „Ja“ oder „Nein“. Ebenfalls konnte hier die Therapieauswahl „Konservativ“, „Ja“ oder „Nein“ erfolgen.

Unabhängig von der jeweiligen Gruppenzugehörigkeit war die dominante Therapieform stabiler A-Frakturen die konservative Therapie (Abb. 11). Hier zeigte sich noch eine relative Häufung auch operativ behandelter Typ-A-Frakturen in der Gruppe A mit 13% (n=44 Patienten). In Gruppe B der älteren Patienten war dies mit 4% (n=23 Patienten) deutlich geringer. Dieser Unterschied zwischen beiden Gruppen war hochsignifikant ($P < 0,01$). Nahezu die identische Verteilung zeigte sich bei der Anwendung primärer Therapiemaßnahmen stabiler Typ-A-Frakturen; diese wurden in beiden Gruppen nahezu ausschließlich nicht durchgeführt (Abb. 12), die beide signifikante Unterschiede aufwiesen ($P < 0,05$).

Spezielle Therapiemaßnahmen waren in der Gruppe B der älteren Patienten ebenfalls mit 2% (n=11 Patienten) die absolute Ausnahme, während dies in der Gruppe A der jüngeren Patienten mit 11% (n=37 Patienten) hochsignifikant unterschiedlich war ($P < 0,01$; Abb. 13).

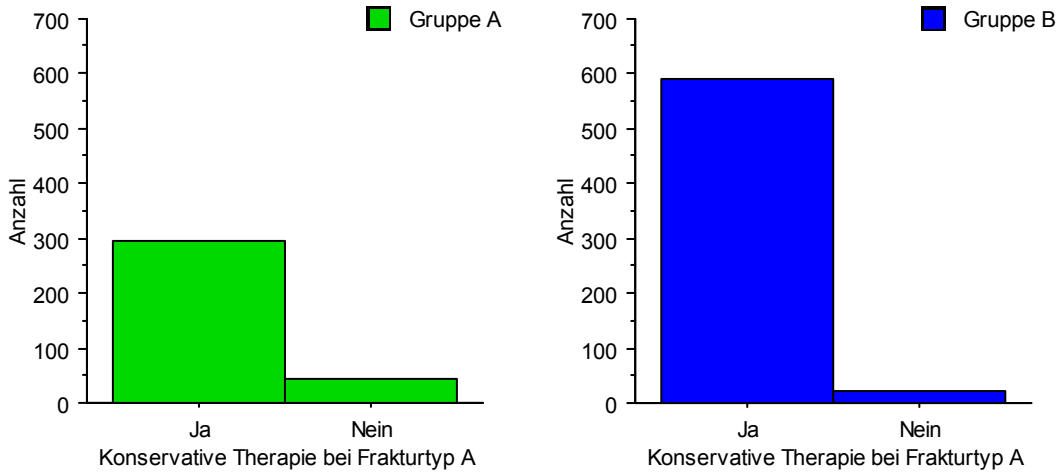


Abb. 11. Konservative Therapiemaßnahmen bei Frakturtyp A für Gruppe A (18 Jahre bis 64 Jahre) und Gruppe B (≥ 65 Jahre) im Zeitraum bis 31.12.2007 im Rahmen der Multicenterstudie der AO / DGU; (nominale Verteilung); AO = Arbeitsgemeinschaft für Osteosynthesefragen, DGU = Deutsche Gesellschaft für Unfallchirurgie

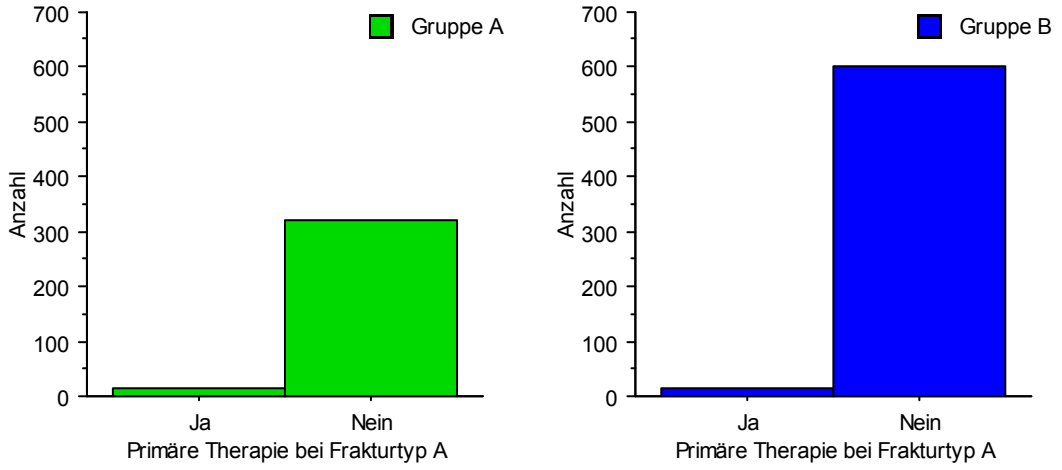


Abb. 12. Primäre Therapiemaßnahmen bei Frakturtyp A jeweils getrennt nach Gruppe A (18 Jahre bis 64 Jahre) und Gruppe B (≥ 65 Jahre) im Zeitraum bis 31.12.2007 im Rahmen der Multicenterstudie der AO / DGU; (Anzahl der Patienten); AO = Arbeitsgemeinschaft für Osteosynthesefragen, DGU = Deutsche Gesellschaft für Unfallchirurgie

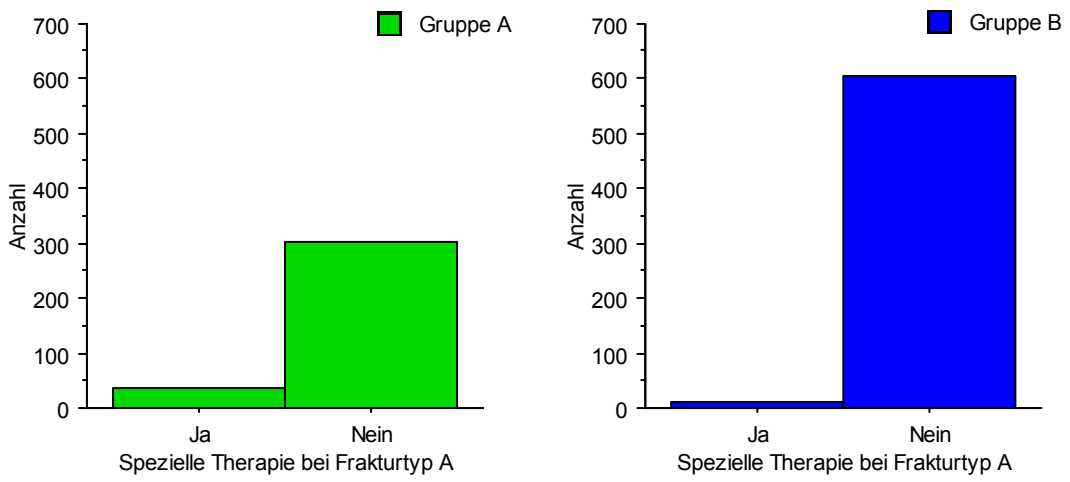


Abb. 13. Spezielle Therapie bei Frakturtyp A für Gruppe A (18 Jahre bis 64 Jahre) und Gruppe B (≥ 65 Jahre) im Zeitraum bis 31.12.2007 im Rahmen der Multicenterstudie der AO / DGU; (Anzahl der Patienten); AO = Arbeitsgemeinschaft für Osteosynthesefragen, DGU = Deutsche Gesellschaft für Unfallchirurgie

In der Gruppe der instabilen B- und C-Frakturen zeigten sich ebenfalls hochsignifikante Unterschiede bezüglich des Patientenalters ($P < 0,01$). Während in der Gruppe A lediglich 30,9% der Patienten (n=286 Fälle) konservativ behandelt wurden (Abb. 14), waren dies in der Gruppe B bei gleicher Frakturform 57,1% (n=214 Patienten).

Ebenfalls zeigte sich eine Häufung der erforderlichen primären Therapie: In Gruppe A mussten 32,2% (n=298 Patienten) mit einer primären Therapiemaßnahme notfallmäßig versorgt werden, in Gruppe B der älteren Patienten war dies bei lediglich 18% der Patienten (n=69 Fälle) erforderlich (Abb. 15), was hochsignifikant unterschiedlich war ($P < 0,01$).

Weitere Therapiemaßnahmen bei den instabilen Beckenfrakturen (spezielle Therapie) waren in Gruppe A mit 58,6% (n=543 Patienten) häufig erforderlich, deutlich geringer wurden ältere Patienten der Gruppe B bei den instabilen B- und C-Frakturen mit speziellen Therapiemaßnahmen sekundär versorgt (Abb. 16); dieser Unterschied war hochsignifikant ($P < 0,01$).

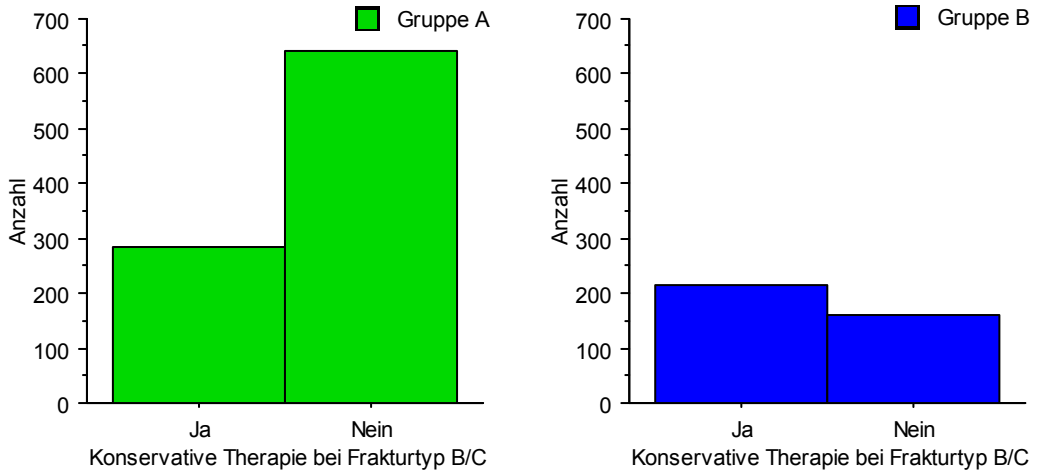


Abb. 14. Konservative Therapie bei Frakturtyp B/C für Gruppe A (18 Jahre bis 64 Jahre) und Gruppe B (≥ 65 Jahre) im Zeitraum bis 31.12.2007 im Rahmen der Multicenterstudie der AO / DGU; (Anzahl der Patienten); AO = Arbeitsgemeinschaft für Osteosynthesefragen, DGU = Deutsche Gesellschaft für Unfallchirurgie

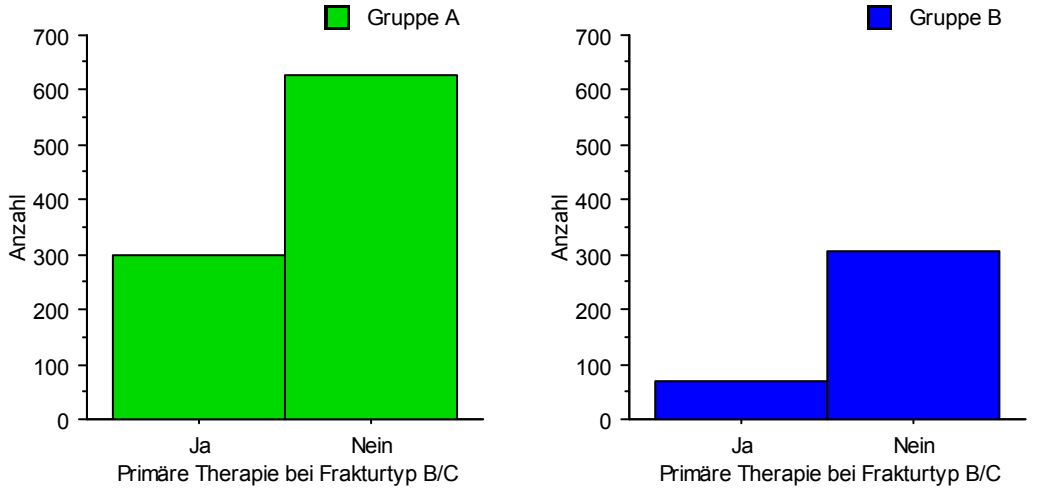


Abb. 15. Primäre Therapie bei Frakturtyp B/C für Gruppe A (18 Jahre bis 64 Jahre) und Gruppe B (≥ 65 Jahre) im Zeitraum bis 31.12.2007 im Rahmen der Multicenterstudie der AO / DGU; (Anzahl der Patienten); AO = Arbeitsgemeinschaft für Osteosynthesefragen, DGU = Deutsche Gesellschaft für Unfallchirurgie

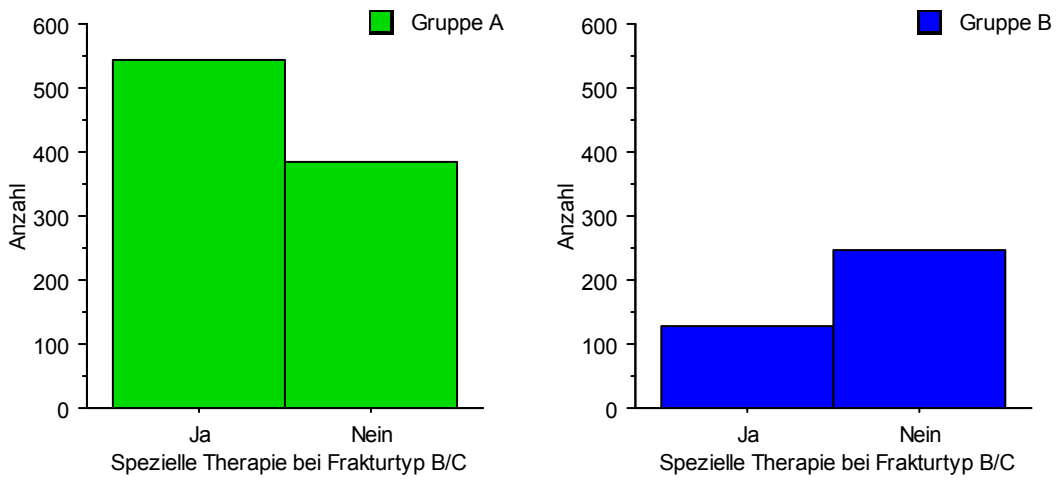


Abb. 16. Spezielle Therapie bei Frakturtyp B/C für Gruppe A (18 Jahre bis 64 Jahre) und Gruppe B (≥ 65 Jahre) im Zeitraum bis 31.12.2007 im Rahmen der Multicenterstudie der AO / DGU; (Anzahl der Patienten); AO = Arbeitsgemeinschaft für Osteosynthesefragen, DGU = Deutsche Gesellschaft für Unfallchirurgie

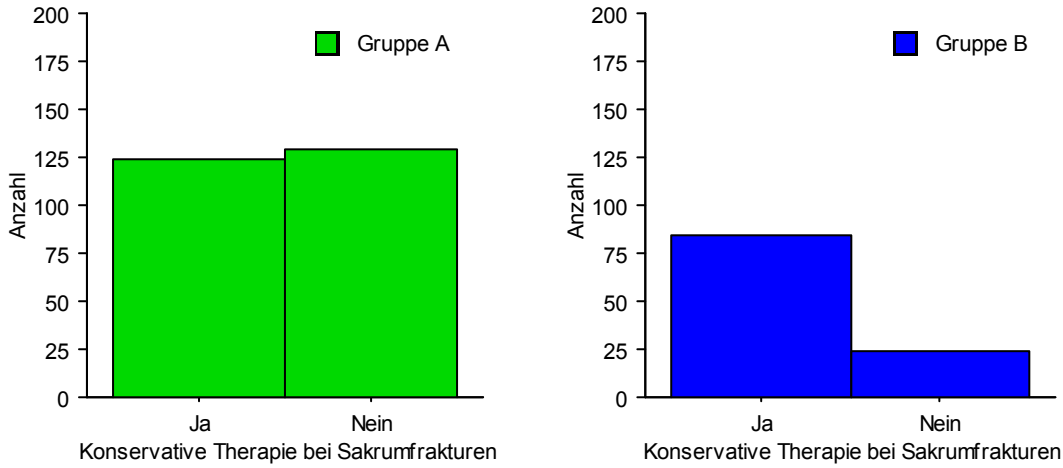


Abb. 17. Konservative Therapie bei Sakrumfrakturen für Gruppe A (18 Jahre bis 64 Jahre) und Gruppe B (≥ 65 Jahre) im Zeitraum bis 31.12.2007 im Rahmen der Multicenterstudie der AO / DGU; (Anzahl der Patienten); AO = Arbeitsgemeinschaft für Osteosynthesefragen, DGU = Deutsche Gesellschaft für Unfallchirurgie

Der gleiche Trend war für die Versorgung der Sakrumfrakturen zu erkennen. Die Unterschiede waren ebenfalls hochsignifikant ($P < 0,01$). Ältere Patienten der Gruppe B wurden überwiegend konservativ behandelt (78%, n=84 Fälle), dagegen wurden bei der Gruppe A 49,0% (n=124 Patienten) konservativ versorgt (Abb. 17). Primäre Therapiemaßnahmen waren jedoch unabhängig der Gruppenzugehörigkeit beider Gruppen nur sehr selten erforderlich (Abb. 18), aber tendenziell ähnlich. Eine hochsignifikante Unterscheidung zeigte sich jedoch bei speziellen Therapiemaßnahmen ($P < 0,01$; Abb. 19): Die jüngeren Patienten in Gruppe A wurden in 49,0% (n=124 Patienten) einer sekundären speziellen Therapie zugeführt, ältere Patienten der Gruppe B in nur 19% (n=20 Fälle).

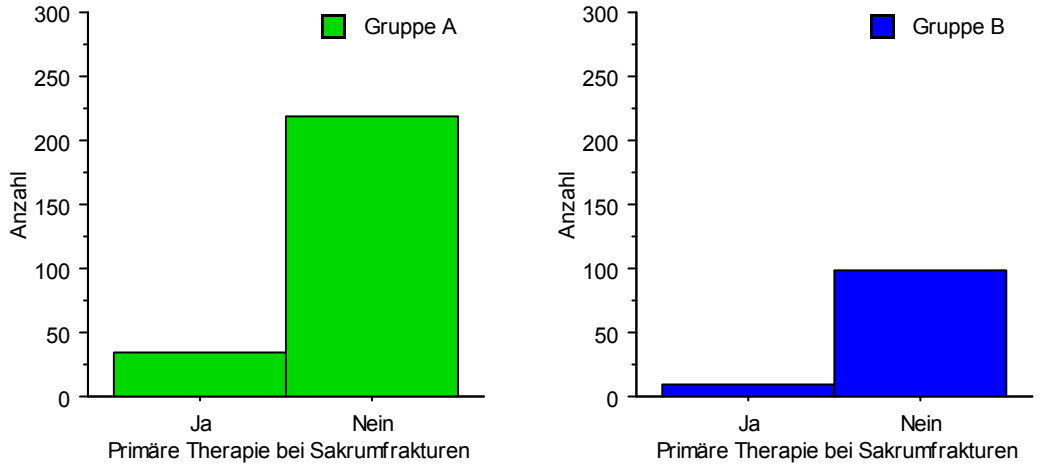


Abb. 18. Primäre Therapie bei Sakrumfrakturen bei Gruppe A (18 Jahre bis 64 Jahre) und Gruppe B (≥ 65 Jahre) im Zeitraum bis 31.12.2007 im Rahmen der Multicenterstudie der AO / DGU; (Anzahl der Patienten); AO = Arbeitsgemeinschaft für Osteosynthesefragen, DGU = Deutsche Gesellschaft für Unfallchirurgie

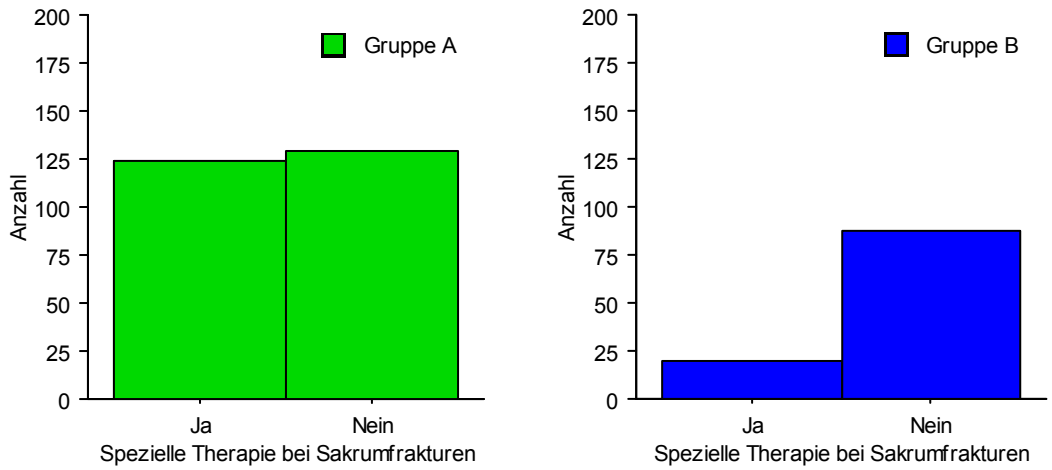


Abb. 19. Spezielle Therapie bei Sakrumfrakturen für Gruppe A (18 Jahre bis 64 Jahre) und Gruppe B (≥ 65 Jahre) im Zeitraum bis 31.12.2007 im Rahmen der Multicenterstudie der AO / DGU; (Anzahl der Patienten); AO = Arbeitsgemeinschaft für Osteosynthesefragen, DGU = Deutsche Gesellschaft für Unfallchirurgie

3.7.2 Notfalltherapie

Notfallmaßnahmen im Rahmen der primären Therapiemaßnahmen wurden neben der Nennung von den eingebenden Kliniken zusätzlich in ihrer Effektivität eingeschätzt: Zu wählen war zwischen „Effektiv“, „Ineffektiv“ und „Unverändert“, bezogen auf die Allgemein- und Kreislaufsituation. Die Einschätzung erfolgte ausschließlich subjektiv durch die eingebende Klinik.

Primäre Therapiemaßnahmen waren in Gruppe A bei 348 Patienten (26,4% des Gesamtkollektivs) erforderlich, in der Gruppe B war dies mit 9% (n=92 Patienten) seltener der Fall.

Die Laparotomie war, unabhängig, von der Patientengruppe die dominierende Form der nicht-stabilisierenden primären Therapiemaßnahmen (Laparotomie, Embolisation, Extension), die insgesamt sowohl bei den jüngeren als auch bei den älteren Patienten eher selten Anwendung fand. Die mittlere Dauer bis zur Anlage dieser Maßnahmen ist in Tab. 10 für beide Patientengruppen dargestellt.

Tab. 10. Mittlere Dauer in Minuten bis zur Anlage der nicht-stabilisierenden Maßnahmen für Gruppe A (18 Jahre bis 64 Jahre) und Gruppe B (≥ 65 Jahre) im Zeitraum bis 31.12.2007 im Rahmen der Multicenterstudie der AO / DGU; (Mittelwerte, Standardabweichung, Minimum, Maximum);
AO = Arbeitsgemeinschaft für Osteosynthesefragen, DGU = Deutsche Gesellschaft für Unfallchirurgie, min = Minuten

	Laparotomie [min]	**Embolisation [min]**	**Extension [min]**
Gruppe A	103,5 ± 154,9 (10 – 900)	225,5 ± 265,0 (10 – 840)	162,1 ± 184,4 (10 – 900)
Gruppe B	116,8 ± 162,4 (20 – 540)	125,0 ± 106,4 (30 – 240)	116,0 ± 112,4 (20 – 540)

Bei den stabilisierenden Notfallmaßnahmen des Beckens, die die Beckenzwinge, den Beckengürtel, die Beckentuchrolle, den Fixateur externe sowie die operative Beckenstabilisierung umfassen, kam der Fixateur externe sowohl bei der jüngeren wie auch bei der älteren Patientengruppe am häufigsten mit 73,5% bzw. 60% zum Einsatz. Von den anderen stabilisierenden Therapiemöglichkeiten der primären Therapie, die weniger häufig eingesetzt wurden, waren die notfallmäßige operative Beckenstabilisierung und die Beckenzwinge in beiden Kollektiven am meisten verbreitet (Tab. 11 und 12).

Erfasst wurde zudem die mittlere Dauer bis zur Einleitung der nicht-stabilisierenden Maßnahmen Laparotomie, Embolisation und Extension. Für die Laparotomie konnte eine geringgradig schnellere Einleitung der operativen Maßnahmen in Gruppe A dokumentiert werden, während in der gleichen Gruppe die Dauer bis zur Durchführung einer Embolisation bzw. Extension deutlich verlängert war (Tab. 10).

Tab. 11. Notfallmaßnahmen bei Gruppe A (18 Jahre bis 64 Jahre) im Zeitraum bis 31.12.2007 im Rahmen der Multicenterstudie der AO / DGU; (Anzahl der Patienten, prozentuale Verteilung, Pat.=Patienten); AO = Arbeitsgemeinschaft für Osteosynthesefragen, DGU = Deutsche Gesellschaft für Unfallchirurgie

Therapieart	**Anwendung**	**Effektiv**	**ineffektiv**	**Unverändert**
Laparotomie	51 Pat. (16%)	36 Pat. (70%)	7 Pat. (14%)	8 Pat. (16%)
Embolisation	10 Pat. (3%)	10 Pat. (100%)	0 Pat. (0%)	0 Pat. (0%)
Extension	26 Pat. (8%)	Keine Angabe	keine Angabe	Keine Angabe
Beckenzwinge	38 Pat. (13%)	23 Pat. (60%)	6 Pat. (16%)	9 Pat. (24%)
Beckengürtel	6 Pat. (2%)	4 Pat. (67%)	0 Pat. (0%)	2 Pat. (33%)
Beckentuchrolle	7 Pat. (2%)	1 Pat. (14%)	4 Pat. (57%)	2 Pat. (29%)
Fixateur externe	216 Pat. (73,5%)	195Pat. (90,3%)	3 Pat. (1%)	18 Pat. (8%)
Operative Beckenstabilisierung	64 Pat. (22%)	59 Pat. (92%)	1 Pat. (2%)	4 Pat. (6%)

Tab. 12. Notfallmaßnahmen bei Gruppe B (≥ 65 Jahre) im Zeitraum bis 31.12.2007 im Rahmen der Multicenterstudie der AO / DGU; (Anzahl der Patienten, prozentuale Verteilung, Pat.=Patienten); AO = Arbeitsgemeinschaft für Osteosynthesefragen, DGU = Deutsche Gesellschaft für Unfallchirurgie

Therapieart	**Anwendung**	**effektiv**	**ineffektiv**	**Unverändert**
Laparotomie	10 Pat. (13%)	6 Pat. (60%)	4 Pat. (40%)	0 Pat. (0%)
Embolisation	3 Pat. (4%)	2 Pat. (67%)	1 Pat. (33%)	0 Pat. (0%)
Extension	7 Pat. (9%)	Keine Angabe	Keine Angabe	Keine Angabe
Beckenzwinge	10 Pat. (14%)	5 Pat. (50%)	3 Pat. (30%)	2 Pat. (20%)
Beckengürtel	2 Pat. (3%)	1 Pat. (50%)	0 Pat. (0%)	1 Pat. (50%)
Beckentuchrolle	5 Pat. (7%)	1 Pat. (20%)	3 Pat. (60%)	1 Pat. (20%)
Fixateur externe	43 Pat. (60%)	37 Pat. (86%)	1 Pat. (2%)	5 Pat. (12%)
Operative Beckenstabilisierung	8 Pat. (11%)	5 Pat. (63%)	2 Pat. (24%)	1 Pat. (13%)

3.7.3 Spezielle Therapie

Im Rahmen der speziellen Therapie wurden bei der Dateneingabe mehrere Therapieoptionen unterschieden. Hier konnten die spezifisch verwendeten Osteosyntheseformen genannt werden.

Die operative Versorgung des vorderen Beckenringes im Sinne einer Symphysensprengung im Rahmen spezieller Therapiemaßnahmen wurde bei den jüngeren Patienten der Gruppe A bei Vorliegen einer B- oder C-Fraktur deutlich hochsignifikant häufiger operativ stabilisiert ($P < 0,01$; Tab. 13). Im gesamten Kollektiv aller Frakturtypen wurden 17,5% (n=230 Fälle) der jüngeren Patienten

von Gruppe A im Bereich des vorderen Beckenringes operativ stabilisiert, dagegen nur 2% (n=20 Fälle) der älteren Patienten in Gruppe B. Bei den wenigen operativ versorgten Patienten der Gruppe B kam in 7 Fällen (35%) eine Rekonstruktionsplatte zum Einsatz, in 4 Fällen (20%) ein Fixateur externe. Bei der Versorgung der jüngeren Patienten in Gruppe A liegen größere Datenmengen vor. Hier wurden in 37% (n=86 Patienten) eine DCP verwendet, in 18% (n=41 Patienten) eine LCP. Des Weiteren wurde die Rekonstruktionsplatte in 22% der Fälle verwendet (n=50 Patienten). Die Versorgung mit einem Fixateur externe als sekundäre Therapiemaßnahme war mit 8% selten (n=18 Patienten).

Tab. 13. Maßnahmen der Symphysenstabilisierung für Frakturtyp B und C; dargestellt sind die Osteosyntheseverfahren bezogen auf Gruppe A (18 Jahre bis 64 Jahre) und Gruppe B (≥ 65 Jahre) im Zeitraum bis 31.12.2007 im Rahmen der Multicenterstudie der AO / DGU; (Anzahl der Patienten, prozentuale Verteilung); AO = Arbeitsgemeinschaft für Osteosynthesefragen, DCP = Dynamic Compression Plate, DGU = Deutsche Gesellschaft für Unfallchirurgie, ext. = externe, LCP = Locking Compression Plate, Reko = Rekonstruktion

Therapie	Gruppe A	Gruppe B
Anzahl aller Operationen	230 (17,5%)	20 (2%)
DCP	86 (37%)	3 (15%)
LCP	41 (18%)	1 (5%)
Fixateur externe	18 (8%)	4 (20%)
Fixateur ext. + Platte	11 (5%)	1 (5%)
Reko-Platte	50 (22%)	7 (35%)
andere Therapie	24 (10%)	4 (20%)

Erfasst wurde auch die operative Versorgung von knöchernen Verletzungen des vorderen Beckenringes. Diese wurden wiederum wesentlich hochsignifikant häufiger bei Patienten der Gruppe A durchgeführt ($P < 0,01$): bei n=246 Patienten (18,7%) der Gruppe A und n=81 Patienten (8%) der Gruppe B bezogen auf alle Schambeinstabilisierungen (Tab. 14). In beiden Gruppen dominierte die Anlage des Fixateurs externes mit 62,6% (n=154 Patienten) in Gruppe A und 77%

(n=62 Patienten) in Gruppe B. Plattenversorgungen waren dahingehend deutlich seltener.

Tab. 14. Maßnahmen der Schambeinstabilisierung für Frakturtyp B und C; dargestellt sind die Osteosyntheseverfahren bezogen auf Gruppe A (18 Jahre bis 64 Jahre) und Gruppe B (≥ 65 Jahre) im Zeitraum bis 31.12.2007 im Rahmen der Multicenterstudie der AO / DGU; (Anzahl der Patienten, prozentuale Verteilung); AO = Arbeitsgemeinschaft für Osteosynthesefragen, DCP = Dynamic Compression Plate, DGU = Deutsche Gesellschaft für Unfallchirurgie, ext. = externe, LCP = Locking Compression Plate

Therapie	Gruppe A	Gruppe B
Anzahl aller Operationen	246 (18,7%)	81 (8%)
Schrauben	36 (15%)	9 (11%)
Platte	35 (14%)	6 (7%)
DCP	3 (1%)	0 (0%)
LCP	4 (2%)	0 (0%)
Fixateur externe	154 (62,6%)	62 (77%)
Fixateur ext. + Platte	2 (1%)	1 (1%)
andere Therapie	12 (5%)	3 (4%)

Die operative Versorgung von Iliumverletzungen war in beiden Gruppen nur in wenigen Fällen erforderlich (Tab. 15): bei n=69 Patienten (5%) der Gruppe A und n=11 Patienten (1%) der Gruppe B.

In beiden Gruppen wurden unabhängig von der Altersstruktur Platten- und Schraubensysteme verwendet. Die Häufigkeit betrug 32% (n=22 Fälle) für die jüngeren sowie 37% (n=4 Fälle) für die älteren Patienten. Im Vergleich beider Gruppen waren hochsignifikante Unterschiede vorhanden ($P < 0,01$). Sowohl die DCP als auch die LCP fanden hierbei nahezu in beiden Gruppen keine Anwendung.

Tab. 15. Maßnahmen der Iliumstabilisierung für Frakturtyp B und C; dargestellt sind die Osteosyntheseverfahren bezogen auf Gruppe A (18 Jahre bis 64 Jahre) und Gruppe B (≥ 65 Jahre) im Zeitraum bis 31.12.2007 im Rahmen der Multicenterstudie der AO / DGU; (Anzahl der Patienten, prozentuale Verteilung); AO = Arbeitsgemeinschaft für Osteosynthesefragen, DGU = Deutsche Gesellschaft für Unfallchirurgie, LCP = Locking Compression Plate

Therapie	Gruppe A	Gruppe B
Anzahl aller Operationen	69 (5%)	11 (1%)
Schrauben	16 (23%)	5 (45%)
Platte + Schrauben	22 (32%)	4 (37%)
Platte	19 (27%)	2 (18%)
LCP	4 (6%)	0 (0%)
andere Therapie	8 (12%)	0 (0%)

Tab. 16. Maßnahmen der ISG-Gelenkstabilisierung für Frakturtyp B und C; dargestellt sind die Osteosyntheseverfahren bezogen auf Gruppe A (18 Jahre bis 64 Jahre) und Gruppe B (≥ 65 Jahre) im Zeitraum bis 31.12.2007 im Rahmen der Multicenterstudie der AO / DGU; (Anzahl der Patienten, prozentuale Verteilung); AO = Arbeitsgemeinschaft für Osteosynthesefragen, bds = beidseits, DCP = Dynamic Compression Plate, DGU = Deutsche Gesellschaft für Unfallchirurgie, ISG = Iliosakralgelenk, LCP = Locking Compression Plate, ORIF = Open Reduction Internal Fixation

Therapie	Gruppe A	Gruppe B
Anzahl aller Operationen	178 (13,5%)	29 (3%)
Schrauben	130 (73,0%)	22 (76%)
Platte + Schrauben	11 (6%)	1 (4%)
anteriore Platte	15 (8%)	3 (10%)
DCP	1 (1%)	0 (0%)
LCP	3 (2%)	0 (0%)
ORIF bds	1 (1%)	0 (0%)
andere Therapie	17 (10%)	3 (10%)

Die operative Stabilisierung des hinteren Beckenringes wurde bei Vorliegen einer B/C-Verletzung bei jüngeren Patienten der Gruppe A mit 13,5% der Fälle (n=178 Patienten) signifikant ($P < 0,01$) häufiger durchgeführt, als bei den älteren Patienten der Gruppe B mit 3% (n=29 Patienten; Tab. 16). Die überwiegende Form der operativen Versorgung war (unabhängig der Altersstruktur) die isolierte Verschraubung des Iliosakrakgelenkes. Kombinierte Verfahren mit Schrauben und Platten bzw. isolierte Platten waren deutlich geringer anzutreffen.

Die operative Versorgung von Sakrumfrakturen war mit insgesamt 18% aller Frakturen bei den jüngeren Patienten in Gruppe A (n=242 Fälle) und mit 4% (n=46 Fälle) bei älteren Patienten in Gruppe B selten. Lag eine B/C-Verletzung vor, so zeigte sich, dass die jüngeren Patienten in Gruppe A zu einem deutlich höheren Anteil mit 18,4% (n=241 Fälle) am Sakrum operativ stabilisiert wurden als ältere Patienten der Gruppe B (4%, n=46 Patienten). Die Art der Versorgung unterschied sich jedoch zwischen den Gruppen nicht, es kamen überwiegend Schraubenosteosynthesen zum Einsatz (Tab. 17).

Tab. 17. Maßnahmen zur Stabilisierung von Sakrumfrakturen für Frakturtyp B und C; dargestellt sind die Osteosyntheseverfahren bezogen auf Gruppe A (18 Jahre bis 64 Jahre) und Gruppe B (≥ 65 Jahre) im Zeitraum bis 31.12.2007 im Rahmen der Multicenterstudie der AO / DGU; (Anzahl der Patienten, prozentuale Verteilung); AO = Arbeitsgemeinschaft für Osteosynthesefragen, bds = beidseits, DCP = Dynamic Compression Plate, DGU = Deutsche Gesellschaft für Unfallchirurgie, LCP = Locking Compression Plate, ORIF = Open Reduction Internal Fixation

Therapie	Gruppe A	Gruppe B
Anzahl aller Operationen	241 (18,3%)	46 (5%)
Schrauben	175 (72,6%)	39 (84%)
Platte + Schrauben	14 (6%)	0 (0%)
DCP	4 (2%)	1 (2%)
LCP	6 (3%)	2 (4%)
ORIF bds	3 (1%)	0 (0%)
andere Therapie	39 (16%)	5 (10%)

Lag eine Sakrumfraktur vor, so wurde dies bei den jüngeren Patienten in Gruppe A in 72,6% (n=175 Fälle) und bei älteren Patienten in 84% der Fälle (n=39 Patienten) operativ stabilisiert.

3.8 Mortalität

Dokumentiert wurde die Mortalität im Rahmen des primären-stationären Aufenthaltes. Es zeigte sich hier eine Mortalitätsrate von 5% (n=60 Fälle) der jüngeren Patienten in Gruppe A, verglichen mit 6% (n=54 Fälle) der Gruppe B. Dieser Unterschied war nicht signifikant.

Im Eintreffen des Todesfalles im Rahmen des primär-stationären Aufenthaltes gaben die teilnehmenden Kliniken mit möglicher Mehrfachnennung die Todesursachen an (Tab. 18).

Tab. 18. Häufigkeit der unterschiedlichen Todesursachen für Gruppe A (18 Jahre bis 64 Jahre) und Gruppe B (≥ 65 Jahre) im Zeitraum bis 31.12.2007 im Rahmen der Multicenterstudie der AO / DGU; (Anzahl der Patienten, prozentuale Verteilung); AO = Arbeitsgemeinschaft für Osteosynthesefragen, DGU = Deutsche Gesellschaft für Unfallchirurgie, MOV = Multiorganversagen

Todesursache	Gruppe A	Gruppe B
Kopfverletzung	21 (35%)	7 (13%)
Thoraxverletzung	16 (27%)	10 (19%)
Abdominale Verletzung	12 (20%)	2 (4%)
Beckenverletzung	17 (28%)	6 (11%)
Verblutung	30 (50%)	12 (22%)
Sepsis / MOV	10 (17%)	10 (19%)
Andere Ursache	11 (18%)	19 (35%)
Unbekannt	1 (2%)	4 (7%)

Hinweis zu Tab. 18: aufgrund von Mehrfachnennungen beträgt die Verteilung mehr als 100%

Hier zeigte sich ein deutlicher Unterschied zwischen den beiden Untersuchungsgruppen. Während bei den häufiger polytraumatisierten jüngeren Patienten in Gruppe A die Todesursache von Verblutung angeführt wurde (50%, n=30 Fällen), gefolgt von Kopf- und Beckenverletzungen sowie Thorax- und Abdomenverletzungen, so waren die Todesursachen bei den älteren Patienten in Gruppe B in 35% (n=19 Fälle) andere Ursachen (unabhängige Begleitkrankheit). Verblutung war bei 22% (n=12 Patienten) die häufigste Todesursache, gefolgt von Sepsis/Multiorganversagen und Thoraxverletzungen mit je 19% (n=10 Patienten). Die Beckenverletzung wurde nur in 11% (n=6 Patienten) als ursächlich für den Eintritt des Todes verantwortlich gemacht.

3.9 Ergebnisse spezifischer Fragestellungen

Im Rahmen der vorliegenden Arbeit wurden die in Kapitel 1.5 aufgeführten Fragestellungen 1. – 6. bearbeitet und die Daten diesbezüglich ausgewertet.

3.9.1 Mortalität in Abhängigkeit des Frakturtyps

Die Mortalität bei Typ-A-Frakturen unterschied sich nicht wesentlich zwischen Gruppe A und Gruppe B (Tab. 19). Sowohl in Gruppe B lag die Mortalität bei 2% (n=11 Patienten) als auch in Gruppe A betrug diese 2% (n=8 Patienten), dieser Unterschied war nicht signifikant.

Die Mortalität war bei B/C-Verletzungen der älteren Patienten in Gruppe B am höchsten (Tab. 19). Hier war eine relativ hohe Mortalität mit 12% (n=42 Patienten) vorhanden. Die Unterschiede in der Mortalitätsrate zwischen den jüngeren und älteren Patienten bei schweren Frakturen vom Typ B oder C waren hochsignifikant ($P < 0,01$). Im älteren Patientenkollektiv waren prozentual deutlich mehr tödliche Verletzungen vorhanden. Wenn man nur die isolierten Beckenfrakturen vom Typ B und C betrachtet, ergaben sich im Vergleich nicht signifikante Unterschiede in der Mortalität zwischen den beiden Patientengruppen bei Anwendung des Fishertests ($P = 0,07$).

Im Vergleich beider Gruppen wies die Mortalität der Sakrumfrakturen der älteren Patienten (Gruppe B) signifikante Unterschiede ($P < 0,01$; Tab. 19) auf. Während

sie für das ältere Patientenkollektiv 8% (n=8 Patienten) betrug, lag die Mortalitätsrate bei den jüngeren Patienten in Gruppe A bei 1% (n=3 Patienten). Verglichen mit allen Frakturtypen und Gruppen, wies diese absolut und prozentual den niedrigsten Wert auf.

Tab. 19. Mortalitätsrate aller Frakturentypen für Gruppe A (18 Jahre bis 64 Jahre) und Gruppe B (≥ 65 Jahre) im Zeitraum bis 31.12.2007 im Rahmen der Multicenterstudie der AO / DGU mit Signifikanzniveau; (Anzahl der Patienten, prozentuale Verteilung); ** = hochsignifikanter Zusammenhang, AO = Arbeitsgemeinschaft für Osteosynthesefragen, DGU = Deutsche Gesellschaft für Unfallchirurgie, n.s. = nicht signifikant, *P* = Signifikanz

	Mortalität in Gruppe A	**Mortalität in Gruppe B**	**Signifikanz *P***
Frakturtyp A	8 (2%)	11 (2%)	n.s.
Frakturtyp B/C	50 (6%)	42 (12%)	*P* < 0,01**
Sakrumfrakturen	3 (1%)	8 (8%)	*P* < 0,01**

3.9.2 Korrelation zwischen Polytraumascores (PTS, ISS) und Mortalität

Die Medianwerte des Polytraumascores (PTS) lagen bei den verstorbenen Patienten sowohl bei Gruppe A als auch bei Gruppe B relativ nahe zusammen (43,0 bzw. 42,5). Dieser Unterschied war nicht signifikant. Dagegen konnten beim Injury Severity Score (ISS) hochsignifikante Unterschiede zwischen Gruppe A (ISS: 42,0) und Gruppe B (ISS: 27,0) bei den verstorbenen Patienten aufgezeigt werden (*P* < 0,01). Demgegenüber lagen die Medianwerte des PTS bei den nicht verstorbenen Patienten sowohl für Gruppe A als auch für Gruppe B deutlich niedriger (17,0 und 24,0). Bezogen auf beide Gruppen lagen hochsignifikante Unterschiede vor (*P* < 0,01). Die Medianwerte des ISS betrugen für die nicht verstorbenen Patienten der Gruppe A 17,0 und für Gruppe B 4,0, der Unterschied war signifikant (*P* < 0,01).

Für Gruppe A konnte eine hohe Korrelation von r=0,85 zwischen ISS und PTS nachgewiesen werden, während für Gruppe B lediglich eine mäßige Korrelation von r=0,60 dargelegt werden konnte (Abb. 20).

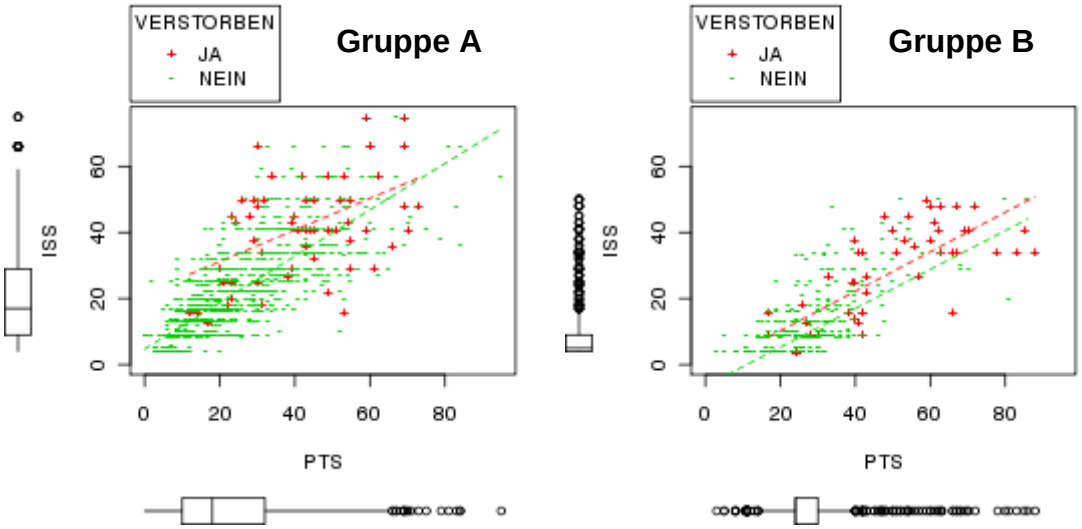


Abb. 20. Korrelation zwischen Mortalität, PTS und ISS mit den dazugehörigen Regressionsgeraden für Gruppe A (18 Jahre bis 64 Jahre) und Gruppe B (≥ 65 Jahre) im Zeitraum bis 31.12.2007 im Rahmen der Multicenterstudie der AO / DGU; (Boxplots für PTS und ISS: Box 1.-3. Quartil, Median, Whiskers: 1,5facher Interquartilabstand, ◦ Minimum und Maximum); AO = Arbeitsgemeinschaft für Osteosynthesefragen, DGU = Deutsche Gesellschaft für Unfallchirurgie, ISS = Injury Severity Score, PTS = Polytraumaschlüssel

Insgesamt bestand ein linearer Zusammenhang (Abb. 20), in beiden Gruppen ist eine positive Kovarianz vorhanden. Sowohl für Gruppe A als auch für Gruppe B zeigten die Regressionsgeraden für die älteren Patienten höhere Werte für PTS und ISS auf, weshalb die Geraden für die verstorbenen Patienten jeweils über der der nicht verstorbenen Patienten liegt. Anhand der Regressionsgeraden wird ebenfalls sichtbar, dass die PTS- und ISS-Werte der verstorbenen Patienten höhere Werte als die der nicht verstorbenen Patienten annehmen. Mit einer Zunnahme der Merkmale sowohl in Gruppe A als auch in Gruppe B versterben mehr Patienten. Innerhalb der Gruppe A bestand bei den Verstorbenen eine flachere Regression, was darauf schließen lässt, dass der ISS im Vergleich zum

PTS langsamer ansteigt, wohingegen bei den nicht verstorbenen Patienten der ISS schneller ansteigt. In Gruppe B ist die Steigung der Regression vergleichbar und macht somit in Bezug auf die Polytraumascores ähnliche Aussagen, auch wenn generell die Werte der Verstorbenen höher sind.

3.9.3 Korrelation zwischen Polytraumascores (PTS, ISS) und stationärer Aufenthaltsdauer

Bei der Untersuchung der Korrelation zwischen der Aufenthaltsdauer und den Polytraumascores PTS und ISS wurden Patienten, die einen längeren Aufenthalt als 70 Tage hatten, nicht berücksichtigt, da diese das Ergebnis unnötig verfälschen würden. Diese Patienten sind aufgrund von weiteren schwereren Begleiterkrankungen, wie z.B. Schädelhirntraumata oder gravierender Grunderkrankungen, dementsprechend lange behandelt worden. Insgesamt wurden 4% der Fälle (n=96 Patienten) ausgeschlossen.

Zwischen der Aufenthaltsdauer und dem PTS ergab sich eine mäßige Korrelation von r=0,62 für die jüngeren Patienten in Gruppe A, während bei den älteren Patienten in Gruppe B mit einem Korrelationskoeffizienten von r=0,27 keine Korrelation bestand.

Eine äußerst schwache Korrelation zwischen der Aufenthaltsdauer und dem Injury Severity Score (ISS) konnte für Gruppe A mit einem Korrelationskoeffizienten von r=0,58 nachgewiesen werden, eine allenfalls sehr schwache Korrelation von r=0,50 bestand für die älteren Patienten in Gruppe B.

Insgesamt sind die Korrelationen bei den älteren Patienten in Gruppe B schwächer ausgeprägt als bei den jüngeren Patienten in Gruppe A.

3.9.4 Zusammenhang zwischen operativen und konservativen Versorgungsmaßnahmen und der Dauer des Aufenthalts

Der Medianwert lag bei der operativen Therapie bei den jüngeren Patienten in Gruppe A bei 27 Tagen, wohingegen bei konservativer Therapie dieser 15 Tage

betrug. Bei den älteren Patienten in Gruppe B war dies deutlich kürzer; die Medianwerte betrugen bei operativer Therapie 20 Tage bzw. 8 Tage bei konservativer Therapie (Tab. 20).

Tab. 20. Medianwerte der Aufenthaltsdauer in Tagen für konservative und operative Therapie für Gruppe A (18 Jahre bis 64 Jahre) und Gruppe B (≥ 65 Jahre) im Zeitraum bis 31.12.2007 im Rahmen der Multicenterstudie der AO / DGU; (Medianwerte, Standardabweichung, Minimum, Maximum); AO = Arbeitsgemeinschaft für Osteosynthesefragen, DGU = Deutsche Gesellschaft für Unfallchirurgie

	Gruppe A	**Gruppe B**
Konservative Therapie	15,0 ± 32,7 (0 – 471)	8,0 ± 26,6 (0 – 374)
Operative Therapie	27,0 ± 70,2 (0 – 1004)	20,0 ± 19,7 (3 – 125)

Der statistische Zusammenhang zwischen operativer, konservativer Therapie und der Dauer des Aufenthaltes war durchweg hochsignifikant (Tab. 21).

Unabhängig von der Therapieform, ob konservativ oder operativ behandelt wurde, bezogen auf beide Kollektive, konnte ein hochsignifikanter Zusammenhang ermittelt werden. Bezogen auf die Medianwerte war die Verweildauer in der Klinik bei den jüngeren Patienten der Gruppe A länger als bei älteren Patienten der Gruppe B, was mit dem deutlich schwereren Verletzungsmuster der Gruppe A zusammenhängt.

Tab. 21. Signifikanzniveau der konservativen und operativen Therapie für Gruppe A (18 Jahre bis 64 Jahre) und Gruppe B (≥ 65 Jahre) im Zeitraum bis 31.12.2007 im Rahmen der Multicenterstudie der AO / DGU; AO = Arbeitsgemeinschaft für Osteosynthesefragen, DGU = Deutsche Gesellschaft für Unfallchirurgie, *P* = Signifikanz

	Konservativ Gruppe A	**Konservativ Gruppe B**	**Operativ Gruppe A**	**Operativ Gruppe B**
Konservativ Gruppe A	—	*P* < 0,01	*P* < 0,01	*P* < 0,01
Konservativ Gruppe B	*P* < 0,01	—	*P* < 0,01	*P* < 0,01
Operativ Gruppe A	*P* < 0,01	*P* < 0,01	—	*P* < 0,01
Operativ Gruppe B	*P* < 0,01	*P* < 0,01	*P* < 0,01	—

3.9.5 Zusammenhang zwischen Traumaart und Dauer des Aufenthalts

Bei dieser Auswertung bestehen hochsignifikante Unterschiede zwischen den Aufenthaltsdauern und den in Tab. 23 dargestellten Gruppen (*P* < 0,01). Lediglich zwischen Mehrfachverletzungen der Gruppe A und B konnten verglichen mit Polytraumatisierungen der Gruppe B keine signifikanten Unterschiede aufgezeigt werden. Alle anderen Zusammenhänge zwischen beiden Gruppen für isolierte Beckenverletzungen, Mehrfachverletzungen und Polytraumata waren stets hochsignifikant (*P* < 0,01). Hierbei scheint wiederum das deutlich schwerere Verletzungsmuster der Gruppe A eine Rolle zu spielen.

In Gruppe A der jüngeren Patienten betrug die Aufenthaltsdauer bei isolierten Beckenfrakturen 20,1 ± 62,0 Tage (Tab. 22). Bei Mehrfachverletzungen lag diese mit 26,6 ± 53,4 Tagen nur geringfügig höher. Bei Polytraumen hingegen erfolgte die Entlassung im Mittel erst nach 40,8 ± 54,0 Tagen. Die älteren Patienten in Gruppe B wurden in der Regel generell früher entlassen. Die mittlere Aufenthaltsdauer bewegte sich bei isolierten Beckenfrakturen bei 11,9 ± 19,4

Tagen, während sie bei Mehrfachverletzungen bei 22,3 ± 38,7 Tagen lag. Für Polytraumatisierungen lagen die Werte bei 26,3 ± 25,2 Tage.

Tab. 22. Mittelwerte der Aufenthaltsdauer in Tagen der unterschiedlichen Verletzungsmuster für Gruppe A (18 Jahre bis 64 Jahre) und Gruppe B (≥ 65 Jahre) im Zeitraum bis 31.12.2007 im Rahmen der Multicenterstudie der AO / DGU; (Mittelwerte, Standardabweichung, Minimum, Maximum); AO = Arbeitsgemeinschaft für Osteosynthesefragen, DGU = Deutsche Gesellschaft für Unfallchirurgie

	Isolierte Beckenfraktur	**Mehrfachverletzung**	**Polytrauma**
Gruppe A	20,1 ± 62,0 (0 – 980)	26,6 ± 53,4 (0 – 1004)	40,8 ± 54,0 (0 – 814)
Gruppe B	11,9 ± 19,4 (0 – 224)	22,3 ± 38,7 (0 – 374)	26,3 ± 25,2 (0 – 125)

Wie in Abb. 21 dargestellt, nimmt sowohl bei jüngeren als auch älteren Patienten mit der Schwere der Traumaart auch die Dauer des Aufenthalts zu.

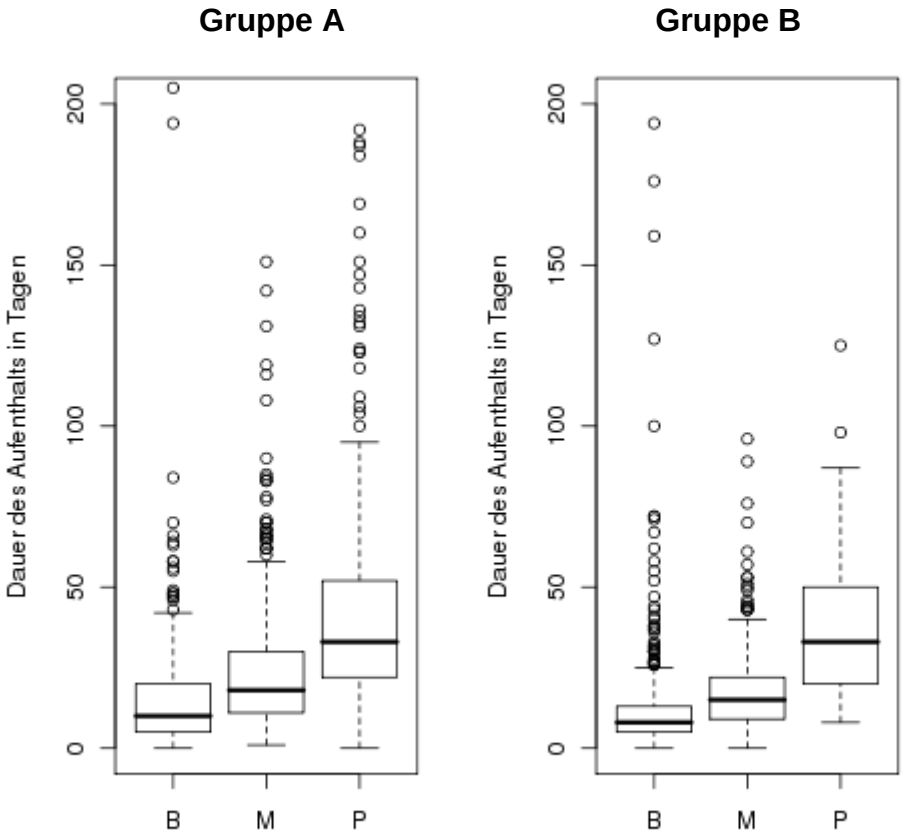


Abb. 21. Dauer des Aufenthalts bei Gruppe A (18 Jahre bis 64 Jahre) und Gruppe B (≥ 65 Jahre) im Zeitraum bis 31.12.2007 im Rahmen der Multicenterstudie der AO / DGU getrennt nach Traumaart; AO = Arbeitsgemeinschaft für Osteosynthesefragen, B = isolierte Beckenverletzung, DGU = Deutsche Gesellschaft für Unfallchirurgie, M = Mehrfachverletzung, P = Polytrauma; (Boxplots: Box 1.-3. Quartil, Median, Whiskers: 1,5facher Interquartilabstand, ◦ Minimum und Maximum)

Tab. 23. Signifikanz der Unterschiede der Aufenthaltsdauern zwischen Gruppe A (18 Jahre bis 64 Jahre) und Gruppe B (≥ 65 Jahre) im Zeitraum bis 31.12.2007 im Rahmen der Multicenterstudie der AO / DGU; AO = Arbeitsgemeinschaft für Osteosynthesefragen, DGU = Deutsche Gesellschaft für Unfallchirurgie, Gr. A = Gruppe A, Gr. B = Gruppe B, n.s. = nicht signifikant, *P* = Signifikanz

	Isoliert Becken Gr. A	**Isoliert Becken Gr. B**	**Mehrfach-verletzung Gr. A**	**Mehrfach-verletzung Gr. B**	**Poly-trauma Gr. A**	**Poly-trauma Gr. B**
Isoliert Becken Gr. A	___	*P* < 0,01	*P* < 0,01	*P* < 0,01	*P* < 0,01	*P* < 0,01
Isoliert Becken Gr. B	*P* < 0,01	___	*P* < 0,01	*P* < 0,01	*P* < 0,01	*P* < 0,01
Mehrfach-verletzung Gr. A	*P* < 0,01	*P* < 0,01	___	*P* < 0,05	*P* < 0,01	n.s.
Mehrfach-verletzung Gr. B	*P* < 0,01	*P* < 0,01	*P* < 0,05	___	*P* < 0,01	n.s.
Poly-trauma Gr. A	*P* < 0,01	*P* < 0,01	*P* < 0,01	*P* < 0,01	___	*P* < 0,01
Poly-trauma Gr. B	*P* < 0,01	*P* < 0,01	n.s.	n.s.	*P* < 0,01	___

3.9.6 Zusammenhang zwischen Frakturtyp und der Dauer des Aufenthalts

Es zeigte sich in beiden Gruppen eine Abhängigkeit der Dauer des stationären Aufenthalts vom Frakturtyp (Tab. 24): In der Regel bestand ein hochsignifikanter Zusammenhang zwischen Gruppe A und Gruppe B bezogen auf die Frakturklassifikation (*P* < 0,01). Lediglich beim Frakturtyp A der Gruppe A und den

Frakturen vom Typ B der Gruppe B war der Unterschied nicht signifikant. Ebenfalls nicht signifikant war der Zusammenhang sowohl für Typ-B-Frakturen der Gruppe A als auch der Gruppe B mit Typ-C-Frakturen der Gruppe B.

Abb. 22 stellt den Zusammenhang zwischen Frakturtyp und Aufenthaltsdauer dar. Sowohl bei den jüngeren Patienten der Gruppe A als auch bei den älteren Patienten der Gruppe B ist festzustellen, dass der Frakturtyp mit der Dauer des Klinikaufenthaltes ansteigt.

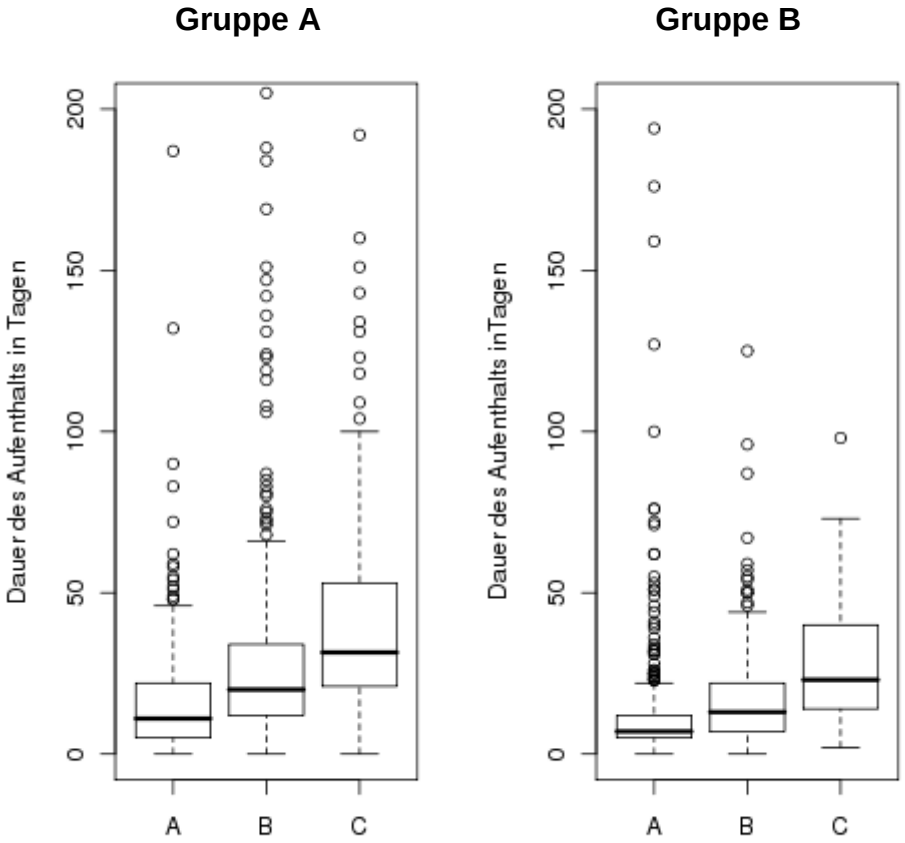


Abb. 22. Dauer des Aufenthalts bei Gruppe A (18 Jahre bis 64 Jahre) und Gruppe B (≥ 65 Jahre) im Zeitraum bis 31.12.2007 im Rahmen der Multicenterstudie der AO / DGU getrennt nach Frakturtyp (A, B, C); (Boxplots: Box 1.-3. Quartil, Median, Whiskers: 1,5facher Interquartilabstand, ◦ Minimum und Maximum); AO = Arbeitsgemeinschaft für Osteosynthesefragen, DGU = Deutsche Gesellschaft für Unfallchirurgie

Anhand der Mittelwerte der Aufenthaltsdauer wird dies ebenfalls sichtbar (Tab. 25). Für Gruppe A betrug die mittlere Dauer des Klinikaufenthalts bei Frakturtyp A 18,2 ± 34,1 Tage. Bei Frakturtyp B der jüngeren Patienten der Gruppe B lag diese bei 30,1 ± 54,2 Tagen. Für Typ-C-Frakturen waren 42,9 ± 74,1 Tage bis zur Entlassung erforderlich.

Tab. 24. Signifikanz der Unterschiede der Aufenthaltsdauern zwischen Gruppe A (18 Jahre bis 64 Jahre) und Gruppe B (≥ 65 Jahre) im Zeitraum bis 31.12.2007 im Rahmen der Multicenterstudie der AO / DGU; AO = Arbeitsgemeinschaft für Osteosynthesefragen, DGU = Deutsche Gesellschaft für Unfallchirurgie, Gr. A = Gruppe A, Gr. B = Gruppe B, n.s. = nicht signifikant, *P* = Signifikanz

	Frakturtyp A Gr. A	**Frakturtyp A Gr. B**	**Frakturtyp B Gr. A**	**Frakturtyp B Gr. B**	**Frakturtyp C Gr. A**	**Frakturtyp C Gr. B**
Frakturtyp A Gr. A	___	*P* < 0,01	*P* < 0,01	n.s.	*P* < 0,01	*P* < 0,01
Frakturtyp A Gr. B	*P* < 0,01	___	*P* < 0,01	*P* < 0,01	*P* < 0,01	*P* < 0,01
Frakturtyp B Gr. A	*P* < 0,01	*P* < 0,01	___	*P* < 0,01	*P* < 0,01	n.s.
Frakturtyp B Gr. B	n.s.	*P* < 0,01	*P* < 0,01	___	*P* < 0,01	n.s.
Frakturtyp C Gr. A	*P* < 0,01	*P* < 0,01	*P* < 0,01	*P* < 0,01	___	*P* < 0,01
Frakturtyp C Gr. B	*P* < 0,01	*P* < 0,01	n.s.	n.s.	*P* < 0,01	___

Insgesamt war auffällig, dass die Aufenthaltsdauer der Gruppe B etwas niedriger war, als die der Gruppe A. Ältere Patienten der Gruppe B, konnten bei einer Frakturklassifikation vom Typ A nach 12,7 ± 28,0 Tagen entlassen werden. Bei Frakturen vom Typ B betrug die mittlere Aufenthaltsdauer 18,1 ± 20,9 Tage. Bei schwerwiegenden Verletzungen vom Typ C lag die Verweildauer in der Klinik bei 24,7 ± 22,0 Tagen.

Tab. 25. Mittelwerte der Aufenthaltsdauer in Tagen in Abhängigkeit der unterschiedlichen Frakturtypen (A, B, C) für Gruppe A (18 Jahre bis 64 Jahre) und Gruppe B (≥ 65 Jahre) im Zeitraum bis 31.12.2007 im Rahmen der Multicenterstudie der AO / DGU; (Mittelwerte, Standardabweichung, Minimum, Maximum); AO = Arbeitsgemeinschaft für Osteosynthesefragen, DGU = Deutsche Gesellschaft für Unfallchirurgie

	Frakturtyp A	**Frakturtyp B**	**Frakturtyp C**
Gruppe A	18,2 ± 34,1 (0 – 471)	30,1 ± 54,2 (0 – 980)	42,9 ± 74,1 (0 – 1004)
Gruppe B	12,7 ± 28,0 (0 – 374)	18,1 ± 20,9 (0 – 223)	24,7 ± 22,0 (0 – 113)

4 Diskussion

4.1 Epidemiologische Daten

Beckenfrakturen stellen eine eher seltene Verletzungsform dar [151], obwohl diese in den letzten 100 Jahren stetig zugenommen haben [184]. Aufgrund der hohen Letalitäts- und Komplikationsrate wurden zahlreiche experimentelle Untersuchungen durchgeführt, um ein besseres Verständnis von Pathobiomechanik, Verletzungsschwere und Therapie zu erlangen, deren Ziel eine vollständige, funktionelle Wiederherstellung sein muss [38,105,136,168,175,176,196]. Während die Rate der Beckenfrakturen bei 2% bezogen auf alle Frakturen liegt [21], beträgt die Mortalitätsrate zwischen 5% und 46% [6,20,55,92,149,178].

Die vorliegende Arbeit behandelt die Daten der aktuell noch nicht abgeschlossenen Multicenter-Studie der DGU/AO Becken III. Im Gegensatz zu einer Längsschnittstudie werden hier eine Vielzahl von Daten aus einem kurzen Zeitraum gesammelt, so dass diese für die aktuelle Versorgungsstruktur aussagekräftig sind [30]. Die hier betrachteten Patientenfälle wurden aus insgesamt 21 Kliniken erfasst.

In dieser Studie betrug der Anteil an männlichen Patienten im Gesamtdatensatz 45,9%, während andere Untersuchungen einen Anteil zwischen 55% und 70% angeben [70,143,156]. Allerdings war der Anteil an männlichen Patienten innerhalb beider Gruppen sehr unterschiedlich: Bei den jüngeren Patienten betrug dieser 63,1%, bei den älteren dagegen nur 23,4%.

Hinsichtlich der Altersverteilung bestehen keine wesentlichen Unterschiede zu anderen Studien; es konnten die beiden typischen Altersgipfel bezogen auf die beiden Kollektive bestätigt werden, die zwischen dem 20. und 30. Lebensjahr sowie im hohen Lebensalter liegen [22,140,184,201].

4.2 PTS- und ISS-Scores

Aussagekräftige Studien über Beckenfrakturen bzw. Polytraumatisierungen geben die PTS- und ISS-Scores mit 21,2 bzw. 22,0 an [70,163]. In dieser Studie lagen für die jüngeren Patienten in Gruppe A die mittleren PTS-Werte mit 22,7 leicht darüber, was einem höheren Grad der Polytraumatisierung entspricht, wohingegen die mittleren ISS-Werte mit 21,0 leicht darunter lagen. Ein deutlicher Unterschied konnte dagegen bei den älteren Patienten in Gruppe B aufgezeigt werden. Das Niveau der mittleren Werte des PTS befindet sich mit 26,9 deutlich über den Literaturangaben, während die Werte des ISS mit 9,6 darunter liegen. Ein wesentlicher Unterschied zwischen PTS und ISS liegt in einem Verzicht des ISS auf eine Alterseinrechnung. Ab einem Alter von 40 Jahren wird beim PTS altersabhängig ein Faktor eingerechnet [130]. Bei den verstorbenen Patienten beider Gruppen besteht ein hoher PTS (s. Kap. 3.9.2). Der ISS ist bei den älteren verstorbenen Patienten dagegen deutlich niedriger und kann wenig Aussage über die Mortalität der älteren Patienten im Vergleich zum PTS machen. Bei den nicht verstorbenen Patienten steigt der PTS dagegen bei den älteren Patienten trotz geringerer Aufenthaltsdauern der älteren Patienten an, während der ISS bei den älteren verstorbenen Patienten deutlich abfällt, was die kürzeren Aufenthaltsdauern der älteren Patienten besser widerspiegelt. Demgegenüber bildet der ISS leichte Verletzungen weniger gut ab, der Wert „4“ trat 490-mal auf.

Abschließend kann zusammengefaßt werden, dass sich die Werte von PTS und ISS gruppenabhängig mit den Literaturangaben decken. Der PTS scheint für eine Aussage über die Mortalität besser geeignet zu sein als der ISS. Um eine Aussage über die Aufenthaltsdauer zu machen, ist der ISS die geeignetere Größe, auch wenn leichtere Verletzungen nicht wesentlich differenziert werden können.

4.3 Traumaart und Frakturtyp

Es zeigte sich eine deutliche Abhängigkeit des Auftretens von Polytraumen, Mehrfachverletzungen bzw. isolierten Beckenfrakturen vom Alter. Während bei den älteren Patienten isolierte Beckenfrakturen dominierten, waren bei den jüngeren Patienten Polytraumatisierungen bzw. Mehrfachverletzung häufiger (Kap. 3.4). In der hier vorliegenden Untersuchung waren die typischen zwei

Verteilungsgipfel (20-35 Jahre und 80-90 Jahre) mit unterschiedlicher Ätiologie und Prävalenz der einzelnen Frakturformen zu finden [121,146]. Bei den jüngeren Patienten handelt es sich vorwiegend um instabile Beckenringverletzungen bei gleichzeitiger Poly- bzw. Mehrfachtraumatisierung, die in der Regel durch Hochenergietraumata, Stürze aus großer Höhe oder auch Arbeitsunfälle verursacht werden [22]. Ältere Patienten hingegen weisen stabile Beckenringfrakturen als Monoverletzung nach energetisch geringfügigen Stürzen im häuslichen Umfeld auf, die häufig Frakturen des Os pubis und des Os ischii betreffen [22,70,121]. Jüngere weisen deutlich günstigere anatomische Verhältnisse als die älteren Patienten auf, sodass bei letzteren schon kleine Energieimpulse ausreichen, um das deutlich immobilere Becken zu frakturieren [70,121,198]. Aufgrund der Tatsache, dass im Alter eher Osteoporose und arthritische Degenerationen auftreten, ist somit die hohe Anzahl an leichten Frakturen vom Typ A zu erklären [43,94,181]. Bei der Klassifikation der Frakturen nach Traumaart, gemäß den Vorgaben der DGU Becken III, traten bei den jüngeren Patienten in Gruppe A am häufigsten Polytraumen auf, gefolgt von Mehrfachverletzungen und isolierten Beckenfrakturen. Für das ältere Patientenkollektiv waren die Häufigkeiten umgekehrt: Während es häufig zu isolierten Beckenfrakturen kam, waren Mehrfachverletzungen seltener zu diagnostizieren, noch seltener traten Polytraumen auf.

Die Morbidität wird vom Ausmaß einer dorsalen Läsion wesentlich beeinflusst [33]. Typ-A-Verletzungen betreffen den vorderen Beckenring, die Beckenschaufel und das Steißbein, wobei der osteoligamentäre Ring erhalten bleibt und somit die mechanische Belastbarkeit des Beckens nicht beeinträchtigt ist. Die Kraftüberleitung vom Achsenskelett zu den Beinen ist nicht beeinträchtigt [80]. In der Regel heilt dieser Frakturtyp folgenlos aus [7,150,174,200]. Bei Frakturen vom Typ B besteht im dorsalen Bereich eine partielle rotatorische Instabilität. Hierbei kann es zu Außenrotationsverletzungen („open book“) kommen und diese sind therapeutisch als schwerwiegender zu betrachten als Innenrotationsverletzungen, die typischerweise eine Fraktur des oberen und unteren Schambeinastes sowie eine Impressionsfraktur des Sakrums im ventralen kranialen Anteil als Verletzung des hinteren Beckenringes mit sich bringt [80]. Bei Verletzungen des Typs C ist die osteoligamentäre Verbindung zwischen dem hinteren Beckenring und der

betroffenen Beckenhälfte vollständig durchtrennt. Dieser Verletzungstyp weist zusätzlich zur Außen- oder Innenrotationsinstabilität eine vertikale, translatorische Instabilität auf [122,145], welche somit in allen drei Ebenen vorhanden ist [80]. Insgesamt ist die Verletzung sehr inhomogen, die Krafteinleitung kann aus allen Richtungen erfolgen. In Bezug auf die Klassifikation nach den Richtlinien der AO (ABC-System) ergaben sich für das Gesamtkollektiv ähnliche Häufigkeiten (Kap. 3.6) wie bei einem von Gänsslen et al. [51] dokumentierten Kollektiv mit 2551 Patienten; hierbei wurde ein Anteil von 54,8% für A-Frakturen, 24,7% für B-Frakturen und 20,5% für C-Frakturen ermittelt. Ähnliche Angaben konnte auch Pohlemann et al. [146] darlegen bei einer Fallzahl von 1722 Patienten.

4.4 Therapieoptionen

Das Ziel der Behandlung einer Beckenfraktur ist die Wiederherstellung der Stabilität, welche die Voraussetzung für eine funktionelle Nachbehandlung ist [23,25,96,185]. Begleitverletzungen weisen hierbei eine sehr hohe Korrelation mit der Mortalität auf. Die Korrelationen zwischen Mortalität und Frakturtyp bzw. Frakturstabilität sind dagegen weniger stark ausgeprägt [65,104]. Im Falle von Polytraumapatienten ist häufig eine primäre Therapie im Sinne von sofortigen, lebensrettenden operativen Interventionen notwendig [22]. Verschiedene Notfallinstrumente sind hierbei verfügbar und wurden dementsprechend dokumentiert: Beckenzwinge, Beckengürtel, Beckentuchrolle, Fixateur externe und notfallmäßige operative Beckenstabilisierung. Darüber hinaus stehen als nicht-stabilisierende Notfallmaßnahmen Laparotomie, Embolisation und Extension zur Verfügung. Insgesamt ist der Fixateur externe die am weitesten verbreitete Maßnahme zur notfallmäßigen Stabilisierung [17,18,118]. Bei der Therapie von Beckenfrakturen wird nach wie vor sehr oft konservativ behandelt, da vor allem bei Typ-A-Frakturen selten eine Indikation zur operativen Intervention vorhanden ist, wie z.B. bei Abrissfrakturen von relevanten Muskelursprüngen [25]. Typ-A-Frakturen können deshalb häufig frühzeitig nach Schmerzmaßgabe funktionell behandelt werden. Bei Typ-B-Frakturen ist prinzipiell eine konservative Behandlung möglich, solange diese stabil eingestaucht ist oder nur eine partielle dorsale Instabilität vorliegt, oder aber insgesamt die Verletzung an sich als stabil betrachtet werden kann [144]. Bei dem Vorhandensein einer Dislokation ist ein

operativer Eingriff unumgänglich. Grundsätzlich ist bei Typ-C-Frakturen in der Regel eine operative Stabilisierung indiziert. Bei konservativer Therapie instabiler Frakturen beschreiben viele Autoren eine hohe Rate an Komplikationen und Heilungsstörungen [40,73,74,112,134,185,202]. Deshalb ist für eine erfolgreiche konservative Behandlung die Stabilität des Beckenringes eine Grundvoraussetzung [40,61]. Trotzdem wird die überwiegende Anzahl an Beckenfrakturen vorwiegend konservativ therapiert [51,137,144].

Die alleinige externe Fixation ist eine mögliche Option bei isolierten vorderen Beckenringverletzungen mit knöcherner Beteiligung des vorderen Beckenringes, bei der eine relativ kurze Tragedauer von vier bis sechs Wochen ausreichend ist, um eine suffiziente und erfolgreiche Therapie zu gewährleisten. Gleichzeitig bestehen keine Risiken einer internen Osteosynthese. Bei allen anderen Frakturformen ist die externe Fixation nach heutigen Maßstäben nicht suffizient, da häufig Probleme mit der Frakturretention und Infekten an den Eintrittsstellen der Schanzschrauben auftreten [144]. Beispielsweise ist der Fixateur externe bei Symphysenrupturen kontraindiziert, da die Bandstrukturen wesentlich längere Zeit zur Regeneration brauchen, als dies mit dem Fixateur externe sinnvoll ist. Darüber hinaus ergaben sich biomechanische Probleme bei dorsaler Instabilität. Einzig die von Remiger et al. [154] beschriebene externe ventrale und dorsale Fixation konnten die biomechanischen Nachteile der externen Fixation umgehen. Eine um Faktor 10 bis 20 geringere biomechanische Stabilität verglichen mit der internen Osteosynthese ist beschrieben worden [8,15,36,71,90,202]. Die externe Fixation hat ihren Stellenwert in der Notfallstabilisierung und ist als zusätzliche Stabilisierung zu sehen [138]. Die interne Osteosynthese ist im Rahmen der Notfalltherapie in der Regel nicht indiziert [149]. Die Arten der internen Stabilisierung sind vielfältig, abhängig von der Lokalisation und liefern bei richtiger Indikationsstellung und technischer Ausführung zuverlässige Ergebnisse.

Im Falle einer Symphysenruptur bei ansonsten stabilen hinterem Beckenring ist die Standardmethode die osteosynthetische Versorgung mittels einer 2-Loch-, 4-Loch-LC-DCP oder Rekonstruktionsplatten [27,138]. Versuche in einem Gangsimulator zeigten, dass für eine Frühmobilisation lediglich die Plattenosteosynthese suffizient ist [117]. Die höchste Stabilität wird bei der

Osteosynthese durch Implantation einer schmalen 4-Loch-4,5mm-DCP erreicht [101]. Insgesamt wird die Gesamtstabilität durch eine Doppelplattenosteosynthese bedeutend erhöht [144]. Bei Frakturen des Os pubis ist in der Regel von einer Schambeinastfraktur auszugehen, diese ist im Normalfall eher unkritisch, da aufgrund der guten Muskeldeckung, einem kräftigen Periost sowie Ligamenten meistens eine ausreichende Stabilität gegeben ist [138]. Eine operative Stabilisierung ist nötig, wenn eine große Diastase oder eine Dislokation der Fragmente besteht. Im Falle von Typ-C-Frakturen mit dorsaler Instabilität muss zusätzlich der vordere Beckenring operativ stabilisiert werden, wobei der supraacetabuläre Fixateur externe hierbei das Standardimplantat ist [138].

Wenn zusätzlich zu einer Symphysenruptur auch eine transpubische Instabilität vorhanden ist, kann diese osteosynthetisch mit einer langen Kortikalisschraube von 3,5 mm bis 4,5 mm Länge versorgt werden, die den Schambeinast als Kriechschraube schient [22,182]. Hierbei ist eine mögliche Perforation der Schraube in das Hüftgelenk unbedingt zu vermeiden [138]. Bei Instabilitäten der Beckenschaufel muss im Einzelfall immer individuell geplant werden, da bei diesem Frakturtyp eine große Variabilität an Frakturverläufen besteht. Im Bereich des Beckenkamms werden normalerweise 3,5-mm-Zugschrauben verwendet, während am Beckenrand DCP, LC-DCP und 3,5-mm-Rekonstruktionsplatten zur Anwendung kommen [138].

Eine iliosakrale Instabilität tritt auf, wenn entweder eine iliosakrale Dislokation auftritt, das Ilium (transiliakal) oder das Sakrum (transsakral) frakturieren. Mehrere Untersuchungen haben gezeigt, dass verschiedene Osteosynthesetechniken am hinteren Beckenring als prinzipiell gleichwertig zu betrachten sind [102,180]. Mehrere Techniken zur operativen Stabilisierung einer iliosakralen Instabilität sind möglich. Die Möglichkeit der ventralen Plattenosteosynthese mit anterolateralem Zugang bietet eine sehr gute Darstellung des Iliosakralgelenkes. Bei Rückenlage des Patienten bietet dies Vorteile für das Monitoring im Falle eines Polytraumas. Außerdem besteht hierbei eine direkte Sicht auf die Schraubenbohrkanäle im Sakrum. Das Implantat der Wahl ist eine Standard 3-Loch-3,5-, 4-Loch-3,5- oder 4,5-mm-DCP [138]. Wenn eine dislozierte iliosakrale Fraktur besteht, muss die Osteosynthese nach dem Frakturverlauf ausgerichtet werden. Es sollte eine

Kombination aus Schrauben- und Plattenosteosynthese bei anterolateralem Zugang angewendet werden. Alternativ kann das Iliosakralgelenk auch mittels transiliosakraler Zugschrauben in Rücken- oder Bauchlage stabilisiert werden; entweder mit 6,5-mm-Spongiosaschrauben oder mit durchbohrten Schrauben von 7,3 mm [24].

Zur Wiederherstellung instabiler Beckenfrakturen mit Zerreißung der Iliosakralfuge ist in der Regel eine iliosakrale Zugschraubenosteosynthese zur Stabilisierung des hinteren Beckenringes indiziert [64]. Aus biomechanischen Gründen ist darauf zu achten, dass zusätzlich der vordere Beckenring stabilisiert wird; dies kann entweder mit Platten-, Zuggurtungsosteosynthese oder externer Fixation erfolgen [58,89,95]. Die Problematik liegt in der korrekten Schraubenpositionierung und ist bei Anwendung der konventionellen Technik mit einer hohen intraoperativen Strahlenexposition verbunden. Aus diesem Grund bietet die navigierte perkutane ISG-Verschraubung einen entscheidenden Vorteil gegenüber der konventionellen Technik [98,128], da es einerseits zu einer optimalen Schraubenlage, wie auch gleichzeitig zu einer geringeren Strahlenexposition kommt. Die computerassistierte Schraubeninsertion auf Basis von CT-Daten [190] kann die unterschiedlichen Knochenstrukturen 3-dimensional visualisieren [64]. Die Verwendung von Ultraschalldetektoren für ein besseres Matching scheint erfolgversprechend zu sein [64]. Lediglich in wenigen Kliniken kann bis jetzt eine intraoperative CT-Bildgebung erfolgen [34,82,124]. Alternativ kann eine Bildwandler basierte optoelektronische Navigation angewendet werden, die auf das aufwendige Matching verzichten kann. Darüber hinaus können intraoperativ aktuelle Bilder nach Repositionsmanöver gewonnen werden. Als vorteilhaft können die Verringerung der Durchleuchtungszeit und der Gewinn an Sicherheit durch das intraoperative Verfolgen des Instruments in verschiedenen Ebenen betrachtet werden [64]. Die chirurgische Navigation dient lediglich als rein passives System, sodass die Kontrolle zu jeder Zeit beim Operateur bleibt und weder Therapievorschläge noch konkrete Anweisungen unterbreitet [14,100].

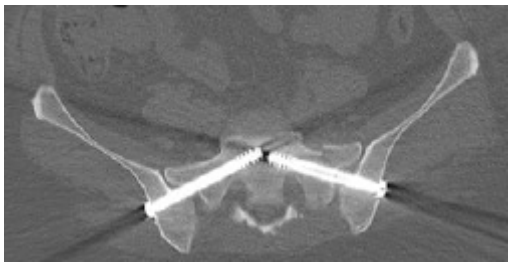


Abb. 24. Computertomographie einer simultan perkutan navigierten ISG-Verschraubung (mit supraacetabulärem Fixateur externe, nicht dargestellt; Abb. aus [14, S.40]; ISG = Iliosakralgelenk)

Uneinigkeit besteht nach wie vor über die operative Versorgung von Sakrumfrakturen [22]. Eine zusätzliche Dekompression neuronaler Strukturen ist vor allem bei zentralen und transforaminalen Frakturverläufen empfohlen [22,26]. Besonders eine Instabilität mit einer die Cauda equina betreffende Frakturform stellt hierbei ein spezielles Problem dar, da die Rate an neurologischen Komplikationen sehr hoch ist [138]. Im Falle von konservativer Therapie bei instabilen Beckenfrakturen mit Sakrumfraktur sind keine guten Erfolgsaussichten zu erwarten [24,90,112]. In der Literatur herrscht Übereinstimmung, dass bei instabilen Sakrumfrakturen die Indikation zur offenen Reposition und Osteosynthese besteht [22,28] und die interne Stabilisierung das Mittel der Wahl darstellt [10,16,112,115,185]. Kleinimplantate bzw. Kleinfragmentplatten mit ausschließlicher Fixierung im Sakrum sind ähnlich Erfolg versprechend zu bewerten wie eine ISG-Gelenk-übergreifende Osteosynthese mit Zugschrauben oder Gewindestäben [24,144]. Pohlemann et al. [75] favorisieren das Konzept des posterioren Zugangs, um das Risiko neurologischer Schädigungen zu minimieren [138]. Darüber hinaus ist der Blutverlust geringer. Hierbei ist eine direkte Sicht auf die Frakturlinie möglich, um gegebenenfalls den Plexus sacralis zu dekomprimieren. Die Osteosynthese an sich erfolgt in den sog. Sicherheitszonen des Sakrums [138]. Als alternative Anwendung können ilioiliakale Plattenosteosynthesen und ilioiliakale Sakralstäbe verwendet werden. Darüber hinaus kann auch eine Distraktionsspondylodese mit Fixateur interne angewendet werden [22]. Um eine erfolgreiche und stabile Osteosynthese zu gewährleisten, muss sichergestellt sein, dass eine vollständige Kompression und eine korrekte

anatomische Reposition erfolgt. Es konnte sich bis heute kein einheitliches Osteosyntheseverfahren durchsetzen [24].

In der hier vorliegenden Untersuchung bestanden keine wesentlichen Unterschiede bei der Therapie von leichten Frakturen vom Typ A bezogen auf die beiden Patientenkollektive, da zu mehr als 87,0% konservativ behandelt wurde. Im Vergleich beider Kollektive wurden schwere Frakturen vom Typ B und C unterschiedlich therapiert: Die älteren Patienten wurden trotz schweren Frakturen mit einem Anteil von 57,1% konservativ behandelt, während die jüngeren Patienten überwiegend operativ behandelt wurden. Bei der Notfalltherapie wurde sowohl bei den jüngeren als auch älteren Patienten einzig der Fixateur externe in bei mehr als der Hälfte der Fälle notfallmäßig angewendet. Bei der speziellen Therapie wurde zwischen Symphysen-, Schambein-, Ilium- und ISG-Gelenkstabilisierung sowie Maßnahmen zur Sakrumstabilisierung unterschieden. Bei Verletzungen des Beckenringes bei schweren Frakturen vom Typ B und C wurde deutlich häufiger bei den jüngeren Patienten operativ therapiert. Gründe hierfür liegen in der Tatsache, dass in der Regel eine erhebliche Gewalteinwirkung vorliegt, die häufig durch Verkehrsunfälle verursacht werden sowohl als PKW-Insassen als auch als Fußgänger [48]. Darüber hinaus wirken bei Arbeitsunfällen massive Kräfte und Impulse auf das Becken ein [68,120,169], weshalb über 50% dieser Patienten mehrfach verletzt sind und fast ein Drittel als Polytraumen eingeliefert werden [48]. In etwa einem Viertel der Fälle werden außerdem assoziierte Organverletzungen diagnostiziert. Bei den älteren Patienten der Gruppe B reichen dagegen oft völlig banale Traumen wie beispielsweise häusliche Stürze aus, um das Becken traumatologisch zu schädigen [22,48,54]. Häufig erinnern sich die älteren Patienten auch nicht mehr an das jeweilige Bagatelltrauma, das die Beschwerdesymptomatik verursacht hat [19,69]. Die logische Konsequenz dieser Therapie ist deshalb eine konservative Behandlung, da diese Patienten oft unter diversen Allgemeinerkrankungen leiden, weshalb man das Risiko einer internen Osteosynthese nur im Ausnahmefall eingeht. Allerdings muss grundsätzlich eine konservative Therapie bei nicht stabilen Frakturen als Kompromisslösung angesehen werden, Gründe hierfür liegen meist im Allgemeinzustand des Patienten [113]. Beim osteoporotischen Knochen des

älteren Patienten muss – aufgrund der weniger dichten Knochenqualität – zum Teil anders verfahren werden als bei jüngeren Patienten [45].

Bei den Patienten der Gruppe A wurden bei Symphysenverletzungen insgesamt deutlich häufiger eine Osteosynthese mit Platten angewendet, während bei den älteren Patienten der Gruppe B der Fixateur externe einen erheblichen Faktor darstellte. Eine wichtige Rolle spielt hierbei das Verletzungsmuster, das in der jüngeren Patientengruppe deutlich häufiger Polytraumatisierungen und Mehrfachverletzungen aufwies, was auch Gänsslen et al. [50] und Culemann et al. [22] bestätigen. Was die knöchernen Verletzungen des vorderen Beckenringes anbetrifft, kam für beide Gruppen generell hauptsächlich der Fixateur externe zum Einsatz, der in mehr als 60% aller Fälle eingesetzt wurde, während interne Osteosynthesen in Form von Platten und Schrauben eher die Ausnahme darstellten. Gerade wenn ein Maximum an Stabilität notwendig ist, stellt der Fixateur eine gute Lösung dar, weshalb dieser häufig in der älteren Patientengruppe angewendet wird [76] bzw. bei schlechtem Allgemeinzustand [50]. Generell ist die Erfolgsquote nach Anwendung des Fixateur externe nach Gänsslen et al. [50] sehr hoch. Im Falle von Iliumfrakturen bestand die Therapie der jüngeren Patienten der Gruppe A vorwiegend in der Anwendung von diversen Plattensystemen, während in Gruppe B in der Mehrzahl der Fälle Schrauben verwendet wurden. Die Maßnahmen zur funktionellen Wiederherstellung des hinteren Beckenringes unterschieden sich zwischen beiden Patientengruppen nicht wesentlich. Wenn die Notwendigkeit einer Stabilisierung des Iliosakralgelenk (ISG) bestand, wurden hierbei in mehr als 70% der Fälle Schrauben verwendet, unabhängig beider Gruppen. Ein ähnliches Bild bestand bei der Therapie von Sakrumfrakturen. Auch bei dieser Art der Fraktur wurden in beiden Altersgruppen in mehr als 70% der Fälle Schrauben verwendet. Verschiedene Untersuchungen zeigen, dass zur erfolgreichen Therapie von Verletzungen des hinteren Beckenringes Schraubenosteosynthesen notwendig und indiziert sind [157,191]. Einen erheblichen Vorteil bekommt man durch eine Visualisierung und intraoperative Navigation [14,64,78,79]. Während man für ein breites Spektrum an Patienten Strategien und Lösungen erarbeitet hat, effizient zu therapieren, besteht immer noch Handlungsbedarf bei der operativen Versorgung von „Altersfrakturen“, die aufgrund der steigenden Anzahl immer relevanter werden. Bislang gibt es

jedoch keine schlüssigen Versorgungsstrategien, die in breiter Basis angewendet werden könnten [22]. Die in der Literatur zu findenden Studien berücksichtigen hauptsächlich eine Altersstruktur, die dem ersten Peak der zweigipfligen Altersverteilung von Beckenfrakturen entspricht [184]. Hier besteht noch weiterer Handlungsbedarf.

4.5 Mortalität und Letalität

In der Literatur sind sehr unterschiedliche Angaben in Bezug auf Mortalität und Letalität zu finden. Agolini et al. [1] gibt hohe Mortalitätsraten von bis zu 75% bei Polytraumen mit massiver Blutung in einem 5-Jahresrückblick an. Die meisten Autoren berichten über Mortalitätsraten von 5 – 20% [22,185]. Mit dem Schweregrad der Verletzung und Komplexität nimmt auch die Letalität zu [26]. In einem von Pohlemann et al. [137] untersuchten Patientenkollektiv mit 1254 Beckenfrakturen in einem Zeitraum von 1972 bis 1992 wurde eine Letalitätsrate von 18,1% ermittelt, wobei dieses Krankengut von schweren Allgemeinerkrankungen geprägt war. Patterson et al. [131] gibt bei 633 Beckenfrakturen eine Letalität von 13,9% an. Bei Rommens et al. [158] beträgt die Gesamtmortalität 10,4%, der diese in unterschiedliche Verletzungsmuster aufteilt. Bei Typ-B-Frakturen liegt diese bei 5,0%, während beim Auftreten von Typ-C-Verletzungen mit 14,8% deutlich höhere Mortalitätsraten eruiert werden. Ursächlich hierfür ist der Anteil des hämorrhagischen Schocks. Ähnliche Ergebnisse sind bei Burgess et al. [17] nachweisbar, der auf eine Gesamtmortalität von 8,0% kommt. Über eine etwas höhere Mortalität von 14% berichtet Ringdal et al. [155]. Hauschild et al. [70] zeigt, dass im Vergleich der letzten beiden Dekaden insgesamt die Mortalitätsrate von 7,9% auf 5,0% gesunken ist, was sich auch bei unkomplizierten Beckenfrakturen widerspiegelt. Einzig bei Komplexfrakturen konnte keine Verbesserung erreicht werden. Entscheidend ist die Tatsache, ob begleitende pelvine Verletzungen vorhanden sind und sich dadurch die Beckenverletzung verkompliziert, wodurch die Vergleichbarkeit dieser individuellen Verletzungscharakteristik erschwert wird [140]. Bei schwerwiegenden Beckenverletzungen wird allein ein Drittel der Todesfälle durch den hohen Blutverlust verursacht [83,93], weniger häufig durch Multiorganversagen, frühe und späte Sepsis [183]. Pavelka et al. [132] gibt eine

Frühmortalitätsrate von 12% an. Komplexe Beckenverletzungen, die durch das Vorhandensein von Läsionen großer Gefäße oder durch die Notwendigkeit der Gabe von Blutersatz charakterisiert sind, weisen in der Literatur Letalitätsraten zwischen 26% und 83% auf [46,84,103,116,162]. Wenn zusätzlich zu einer komplexen Beckenfraktur eine Kreislaufinstabilität hinzukommt, liegt die zu erwartende Letalität mit 55,2% beinahe so hoch wie bei einer traumatischen Hemipelvektomie [140], bei der selbst bei optimalen Bedingungen das Risiko der Mortalität bei etwa 60% liegt [183]. Generell sind Gefäßverletzungen der Bein-Becken-Achse mit hohen Mortalitätsraten vergesellschaftet [31]. Übereinstimmend besteht in der Literatur Konsens darüber, dass eine hohe Letalität und Mortalität aus Blutungen der Seitenäste großer Arterien der Frakturzonen hervorgeht [57,123,161]. Bei einem initialen Hämoglobinwert von unter 8 g/dl ist eine Mortalität von 50% zu erwarten [183]. Es bestehen signifikant höhere Mortalitätsraten bei komplexen Beckenverletzungen [137]. Im Extremfall sind bei penetrierenden Verletzungen des Beckens sogar Mortalitätsraten von bis zu 100% beobachtet worden, wenn eine Kombinationsverletzung von Iliakalarterie und Aorta vorhanden ist [31]. Die Iliakalgefäße sind bei penetrierenden Traumata des Beckens am häufigsten betroffen [177]. Bei der hier vorliegenden Untersuchung lag die Mortalität für die jüngeren Patienten in Gruppe A und für die älteren Patienten der Gruppe B bei etwa 5%. Dies deckt sich in etwa mit den Angaben von Thannheimer et al. [182], der eine Mortalität von 7% angibt. Der Anteil der Patienten, die an einer Beckenverletzung verstarben, lag in Gruppe A bei 28,3% und in Gruppe B bei 11,1%. Als Todesursache wurde die Verblutung in 50,0% der Fälle für die jüngeren und in 22,2% für die älteren Patienten genannt, was sich im Mittel mit Angaben in der Literatur deckt [184]. Eine reine Beckenverletzung als alleinige Verblutungsursache war bei 30,0% der jüngeren und bei 41,7% älteren Patienten der Grund für das Versterben; Tiemann et al. [184] beschreibt ähnliche Zahlen. Es gibt Hinweise darauf, dass die Mortalität bzw. Letalität durch die frühzeitige therapeutische Anwendung von transarterieller Katheterembolisation (TAE) zur Blutungskontrolle bei Beckenfrakturen mit pelviner Blutung gesenkt werden können [1,42,67,97,203]. Aufgrund der Tatsache, dass bei den jüngeren Patienten (Gruppe A) Polytraumen wesentlich häufiger auftraten, ist nachvollziehbar, weshalb Schädel-Hirn-Traumata die Ursache in 35% aller Todesfälle in dieser Gruppe waren, während dies nur in 13,0% bei den älteren

Patienten auftrat. Ein Schädel-Hirn-Trauma stellt im Rahmen einer Polytraumatisierung ein hohes Mortalitätsrisiko dar [81] und weist mit einer Mortalität von 11% bis 42% eine noch höhere Gefahrenklasse als beispielsweise unstillbare Blutungen auf [126]. Thoraxtraumen spielen neben der Beckenverletzung als Todesursache ebenfalls eine wichtige Rolle. In der vorliegenden Arbeit betrug diese als Ursache für das Versterben der Patienten bei den jüngeren Patienten in Gruppe A 26,7%, etwas niedriger war sie mit 18,5% bei den älteren Patienten in Gruppe B. Die Literatur gibt Hinweise, dass zusätzlich zu einer Beckenverletzung ein Thoraxtrauma die Letalität der Patienten erhöht [170]. Galanski et al. [47] gibt an, dass in etwa 13% aller Thoraxtraumen eine Beckenverletzung zugrunde liegt. Für traumabedingte Todesfälle sorgen diese in 20% bis 25% aller Thoraxtraumen [193]. Beim Polytrauma ist das Thoraxtrauma mit 62% eine der dominierenden Verletzungen und ist deshalb ebenfalls immer als eine der möglichen Ursachen in Betracht zu ziehen [152]. Abdominale Verletzungen als Todesursache wurden in der hier vorliegenden Arbeit bei den jüngeren Patienten in Gruppe A in 20,0% aller Fälle diagnostiziert, während diese in Gruppe B lediglich 3,7% betrugen. Dieser gravierende Unterschied liegt in der höheren Polytraumatisierungsrate der Gruppe A begründet, in Gruppe B hingegen sind vorwiegend nur isolierte Verletzungen vorhanden. In der Literatur finden sich im Rahmen von Polytraumatisierungen Häufigkeiten bzgl. der Mortalität von Abdominalverletzungen von 43% [84,172]. Auch hierbei liegen Hochenergie- bzw. Hochrasanztraumata zugrunde, die stumpfe sowie offene Bauchtraumen verursachen. Daher sollte in der Regel immer im Rahmen von Polytraumatisierungen eine abdomiale Ultraschalluntersuchung erfolgen. Wichtig für die Prognose ist hierbei ein möglichst kurzes Intervall zwischen Unfallort und Schockraum [91]. Andere Autoren geben ebenfalls mit 36% bis 40% eine recht hohe Mortalität an und begründen dies mit dem zunehmenden Straßenverkehr und den dadurch entstehenden Polytraumatisierungen [63,114,171].

4.6 Beantwortung der eingangs gestellten Fragen

Die in Kapitel 1.5 beschriebenen Fragestellungen zur Versorgung von zwei unterschiedlichen Altergruppen (Gruppe A mit einem Patientenkollektiv im Alter von 18 bis 64 Jahren und Gruppe B mit Patienten ≥ 65 Jahren) mit dem Datensatz

der Multicenter-Studie der DGU/AO Becken III bis einschließlich 2007 werden wie folgt beantwortet:

1. Für die älteren Patienten in Gruppe B konnte eine steigende Mortalität in Abhängigkeit von der Frakturschwere nachgewiesen werden. Bei Frakturtyp A trat lediglich eine Mortalität von 1,8% auf, während bei den schwereren Frakturen vom Typ B und C eine relativ hohe Mortalitätsrate von 12,1% bestand. Sakrumfrakturen wiesen mit 7,8% ebenfalls eine erhöhte Mortalität im Vergleich zu Typ-A-Frakturen auf. Somit konnte eindeutig je nach Frakturtyp dargelegt werden, dass die ältere Patientengruppe eine Abhängigkeit zur Frakturschwere aufweist.

2. Zwischen PTS, ISS und der Mortalität konnte ein linearer Zusammenhang nachgewiesen werden, auf den die Altersstruktur Einfluss nimmt. Zwischen den jüngeren Patienten in Gruppe A und den älteren Patienten in Gruppe B konnten hochsignifikante Unterschiede ermittelt werden. Während der PTS beider Gruppen auf einem ähnlichen Niveau lag (Gruppe A: 43,0, Gruppe B: 42,5), konnten für den ISS deutliche Unterschiede aufgezeigt werden (Gruppe A: 42,0, Gruppe B: 27,0). In Zusammenhang mit der Frakturschwere war auffällig, dass mit einer Zunahme der Traumascores PTS und ISS, der ISS langsamer ansteigt als der PTS, was sich mit der unterschiedlichen Berechnung der Punktwerte begründen lässt.

3. Für beide Gruppen konnte eine Korrelation zwischen der Aufenthaltsdauer in der Klinik und der Kombination aus den Polytraumascores PTS und ISS nachgewiesen werden. Die Altersstruktur hat Einfluss auf die Höhe des Korrelationskoeffizienten, dieser war bei den älteren Patienten der Gruppe B schwächer ausgeprägt als bei Gruppe A.

4. Operative Eingriffe erfordern zwingend eine höhere Aufenthaltsdauer in der Klinik, da sich diese Form der Therapie deutlich komplexer darstellt, als die konservative, bei der die Dauer des stationären Aufenthaltes kürzer war. Ausgehend von der Dauer des Aufenthaltes bei konservativer

Therapie, wurde deutlich, dass bei älteren Patienten der Aufenthalt in der Klinik bei operativer Therapie deutlich länger war in Relation zur konservativen Therapie. Die Aufenthaltsdauer lag bei konservativer Therapie für Gruppe A bei 15,0 ± 32,7 Tagen und für Gruppe B bei 8,0 ± 26,6 Tagen. Im Vergleich hierzu war die Aufenthaltsdauer bei operativer Therapie deutlich länger (Gruppe A: 27,0 ± 70.2, Gruppe B: 20,0 ± 19,7). Die Unterschiede waren stets hochsignifikant.

5. Insgesamt besteht ein Zusammenhang zwischen der Traumaart und der Dauer des Klinikaufenthaltes bei beiden Gruppen. Im Vergleich beider Gruppen zeigte sich, dass die älteren Patienten der Gruppe B generell früher entlassen wurden. Hierbei scheint die Annahme zu gelten, dass mit der Schwere der Traumaart, die Aufenthaltsdauer in Relation hierzu ansteigt.

6. Der Frakturtyp beeinflusst die Aufenthaltsdauer, was die Mittelwerte der Aufenthaltsdauer für Gruppe A zeigen (Frakturtyp A: 18,2 ± 34,1 Tage, Frakturtyp C: 42,9 ± 74,1 Tage). Ein ähnlicher Effekt war in etwas moderaterer Form für Gruppe B feststellbar (Frakturtyp A: 12,7 ± 28,0 Tage, Frakturtyp C: 24,7 ± 22,0 Tage). Diese Aufenthaltsdauer steigt bei den älteren Patienten der Gruppe B langsamer an als bei den jüngeren Patienten der Gruppe A. Dieser Zusammenhang ist hochsignifikant und lässt daher die Aussage zu, dass mit der Schwere der Fraktur auch die Aufenthaltsdauer ansteigt.

5 Zusammenfassung

Aufgrund der durch die epidemiologische Entwicklung bedingten Zunahme von älteren Patienten steigt die Zahl an älteren Patienten, die aufgrund einer Beckenfraktur versorgt werden müssen. Zugleich besteht Handlungsbedarf für die relativ hohe Anzahl an jüngeren polytraumatisierten Patienten. Das Ziel ist die Wiederherstellung der anatomischen und funktionellen Stabilität. Da Beckenverletzungen eher selten auftreten, sind Multicenterstudien zum Erreichen größerer Fallzahlen erforderlich. In der Arbeitsgruppe Becken III der Deutschen Gesellschaft für Unfallchirurgie (DGU) und der Arbeitsgemeinschaft für Osteosynthesefragen (AO) werden seit 2001 Falldaten in standardisierter Form gesammelt. Analysiert werden sollte die potentiell unterschiedliche Versorgungsstruktur innerhalb der Beckenringfrakturen bezogen auf die Multicenterstudie der DGU/AO Becken III bis einschließlich des Jahrgangs 2007 zwischen Patienten im Erwerbsalter (Alter: 18 Jahre bis 64 Jahre, Gruppe A) und Patienten im Rentenalter (Alter: ≥ 65 Jahre, Gruppe B).

Im Zeitraum von 2001 bis 2007 wurden 2325 Patienten mit Beckenringfrakturen von insgesamt 21 Kliniken dokumentiert. In Gruppe A überwog der Anteil männlicher Patienten mit 63,1%, in Gruppe B der älteren Patienten dagegen der Anteil von Frauen mit 76,6 %. Das Verletzungsmuster war signifikant unterschiedlich: Während bei den jüngeren Patienten der Gruppe A bei 41,3% eine Polytraumatisierung bestand, war bei den älteren Patienten der Gruppe B mit 69,6% die isolierte Beckenfraktur die dominierende Verletzung. Die Traumascores Polytraumaschlüssel (PTS) und Injury Severity Score (ISS) ergaben ein sehr unterschiedliches Bild. Während der PTS im Mittel für die älteren Patienten bei 26,9 und damit höher als bei den jüngeren Patienten mit 22,7 lag, waren die Werte des ISS mit 9,6 deutlich niedriger als bei der jüngeren Patientengruppe mit 21,0. Nach AO-Klassifikation wurden bei den jüngeren Patienten in Gruppe A mit 73,2% vorwiegend instabile Frakturentypen B und C dokumentiert, wohingegen bei älteren Patienten in Gruppe B leichte Frakturtypen A mit 63,3% dominierten. Es waren deutliche Unterschiede in der Versorgungsstruktur beider Gruppen feststellbar: Die älteren Patienten in Gruppe B wurden in deutlich höherer Anzahl konservativ behandelt als die jüngeren Patienten in Gruppe A; bei Gruppe B der

älteren Patienten war eine konservative Therapie in mindestens 57,1% der Fälle nachweisbar, bei der jüngeren Patientengruppe bei mindestens 30,9%, bezogen auf Frakturtyp B und C. Die jüngeren Patienten wurden mit Ausnahme des Frakturtyps-A in mindestens 51,0% der Verletzungen operativ therapiert. In Abhängigkeit des Frakturtyps ergaben sich hochsignifikante Unterschiede bei instabilen Beckenringverletzungen des vorderen Beckenringes in der Versorgungsstruktur zwischen beiden Patientengruppen. Die jüngeren Patienten der Gruppe A wurden im Falle von Frakturtyp B oder C deutlich häufiger operativ stabilisiert. Ebenso wurden hochsignifikante Unterschiede bei der Therapie von hinteren Beckenringfrakturen bezogen auf Gruppe A und Gruppe B festgestellt. Hierbei kam es ebenfalls deutlich häufiger zu einer operativen Stabilisierung der jüngeren Patienten in Gruppe A. Bei der notfallmäßigen Sofortbehandlung (primäre Therapie) war der Fixateur externe für beide Patientengruppen die dominierende Versorgungsmaßnahme (Gruppe A: 73,5% bzw. Gruppe B: 59,7%). Bei Symphysenverletzungen kam bei den jüngeren Patienten eine Kombination aus Platten und Schrauben zur Anwendung, wohingegen der Anteil des Fixateur externe bei den älteren Patienten in Gruppe B einen bedeutenden Anteil ausmachte. Bei Frakturen des Os pubis, wurde für beide Gruppen in mehr als der Hälfte aller Fälle der Fixateur externe als Therapiemaßnahme durchgeführt. Zur Stabilisierung des Os ilium fand eine Verplattung in Kombination mit Schrauben am häufigsten Anwendung. Sowohl zur Therapie von ISG-Gelenksverletzungen als auch bei Sakrumfrakturen wurden größtenteils nur Schrauben angewendet. Die Mortalität beider Patientengruppen lag in einem ähnlichen Bereich, 4,7% für die jüngeren Patienten und 5,5% für die älteren Patienten. Differenziert nach Frakturtyp ergaben sich jeweils deutliche Unterschiede, bei instabilen Frakturen vom Typ B und C lag die Mortalität für die jüngeren Patienten der Gruppe A in 5,7%, während diese bei den älteren Patienten in Gruppe B auf 12,1% anstieg. Das gleiche Bild ergab sich bei Sakrumfrakturen (1,2% bzw. 7,8%). Für das deutlich höhere Versterben der älteren Patienten sind in der Regel unfallabhängige Ursachen verantwortlich.

6 Literaturverzeichnis

1. Agolini SF, Shah K, Jaffe J, Newcomb J, Rhodes M, Reed JF, III: Arterial embolization is a rapid and effective technique for controlling pelvic fracture hemorrhage. J Trauma 43: 395-399 (1997)

2. Ali J, Howard M: The Advanced Trauma Life Support course for senior medical students. Can J Surg 35: 541-545 (1992)

3. Baker SP: Injuries: The neglected epidemic: Stone lecture, 1985 America Trauma Society Meeting. J Trauma 27: 343-348 (1987)

4. Baker SP, O'Neill B: The Injury Severity Score: An update. J Trauma 16: 882-885 (1976)

5. Baker SP, O'Neill B, Haddon W, Jr., Long WB: The Injury Severity Score: A method for describing patients with multiple injuries and evaluating emergency care. J Trauma 14: 187-196 (1974)

6. Balogh Z, King KL, Mackay P, McDougall D, Mackenzie S, Evans JA, Lyons T, Deane SA: The epidemiology of pelvic ring fractures: A population-based study. J Trauma 63: 1066-1073 (2007)

7. Beickert R: Begutachtung von Beckenverletzungen. Trauma Berufskrankh 10: 147-154 (2008)

8. Bell AL, Smith RA, Brown TD, Nepola JV: Comparative study of the Orthofix and Pittsburgh frames for external fixation of unstable pelvic ring fractures. J Orthop Trauma 2: 130-138 (1988)

9. Bellabarba C, Ricci WM, Bolhofner BR: Distraction external fixation in lateral compression pelvic fractures. J Orthop Trauma 14: 475-482 (2000)

10. Berner W, Oestern HJ, Sorge J: Ligamentäre Beckenringverletzungen: Behandlung und Spätergebnisse. Unfallheilkunde 85: 377-387 (1982)

11. Bernhard M, Becker TK, Nowe T, Mohorovicic M, Sikinger M, Brenner T, Richter GM, Radeleff B, Meeder PJ, Büchler MW, Böttiger BW, Martin E,

Gries A: Introduction of a treatment algorithm can improve the early management of emergency patients in the resuscitation room. Resuscitation 73: 362-373 (2007)

12. Bircher MD: Indications and techniques of external fixation of the injured pelvis. Injury 27: 3-19 (1996)

13. Bosch U, Pohlemann T, Haas N, Tscherne H: Classification and management of complex pelvic trauma. Unfallchirurg 95: 189-196 (1992)

14. Briem D, Großterlinden L, Lehmann W, Linhart W, Windolf J, Rueger JM: Navigierte Operationsverfahren bei Beckenring- und Azetabulumfrakturen. Trauma Berufskrankh 11: 38-43 (2009)

15. Brown TD, Stone JP, Schuster JH, Mears DC: External fixation of unstable pelvic ring fractures: Comparative rigidity of some current frame configurations. Med Biol Eng Comput 20: 727-733 (1982)

16. Browner BD, Cole J, Graham J, Bondurant F, Nunchuck-Burns S, Colter H: Delayed posterior internal fixation of unstable pelvic fractures. J Trauma 27: 998-1006 (1987)

17. Burgess AR, Eastridge BJ, Young JW, Ellison TS, Ellison PS, Jr., Poka A, Bathon GH, Brumback RJ: Pelvic ring disruptions: Effective classification system and treatment protocols. J Trauma 30: 848-856 (1990)

18. Cook RE, Keating JF, Gillespie I: The role of angiography in the management of haemorrhage from major fractures of the pelvis. J Bone Joint Surg Br 84: 178-182 (2002)

19. Cooper KL, Beabout JW, Swee RG: Insufficiency fractures of the sacrum. Radiology 156: 15-20 (1985)

20. Cothren CC, Osborn PM, Moore EE, Morgan SJ, Johnson JL, Smith WR: Preperitonal pelvic packing for hemodynamically unstable pelvic fractures: A paradigm shift. J Trauma 62: 834-839 (2007)

21. Court-Brown C, Caesar B: Epidemiology of adult fractures: A review. Injury 37: 691-697 (2006)

22. Culemann U: Beckenringverletzungen. Trauma Berufskrankh 9: 154-157 (2007)

23. Culemann U, Reilmann H: Injuries of the pelvic ring. Unfallchirurg 100: 487-496 (1997)

24. Culemann U, Seelig M, Lange U, Gänsslen A, Tosounidis G, Pohlemann T: Vergleichende biomechanische Untersuchung zur internen Stabilisierung der transforaminalen Sakrumfraktur. Unfallchirurg 110: 528-536 (2007)

25. Culemann U, Tosounidis G, Reilmann H, Pohlemann T: Pelvic fracture. Diagnostics and current treatment options. Chirurg 74: 687-698 (2003)

26. Culemann U, Tosounidis G, Reilmann H, Pohlemann T: Injury to the pelvic ring. Diagnosis and current possibilities for treatment. Unfallchirurg 107: 1169-1181 (2004)

27. Del Frari B, Larndorfer R, Piza-Katzer H: Abriss der geraden Bauchmuskeln der Symphyse nach Symphysenruptur. Unfallchirurg 111: 845-849 (2008)

28. Denis F, Davis S, Comfort T: Sacral fractures: An important problem. Retrospective analysis of 236 cases. Clin Orthop Relat Res 227: 67-81 (1988)

29. Deutsche Gesellchaft für Unfallchirurgie: Leitlinien Polytrauma. http://www.dgu-online.de/de/leitlinien/polytrauma.jsp. [accessed 23-3-2009].

30. Deutsche Gesellchaft für Unfallchirurgie - AG Becken: Aufgabenstellung. http://www.dgu-online.de/de/dgu/gruppierungen/ags/becken.jsp#2. [accessed 26-3-2009].

31. Doll D, Lenz S, Exadaktylos AK, Stettbacher A, Degiannis E, Düsel W, Siewert JR: Penetrating injuries to the pelvis. Chirurg 77: 770-780 (2006)

32. Driscoll PA, Vincent CA: Organizing an efficient trauma team. Injury 23: 107-110 (1992)

33. Dujardin FH, Hossenbaccus M, Duparc F, Biga N, Thomine JM: Long-term functional prognosis of posterior injuries in high-energy pelvic disruption. J Orthop Trauma 12: 145-150 (1998)

34. Duwelius PJ, Van AM, Bray TJ, Nelson D: Computed tomography-guided fixation of unstable posterior pelvic ring disruptions. J Orthop Trauma 6: 420-426 (1992)

35. Edeiken-Monroe BS, Browner BD, Jackson H: The role of standard roentgenograms in the evaluation of instability of pelvic ring disruption. Clin Orthop Relat Res 240: 63-76 (1989)

36. Egbers HJ, Draijer F, Havemann D, Zenker W: Stabilisierung des Beckenrings mit Fixateur externe: Biomechanische Untersuchungen und klinische Erfahrungen. Orthopäde 21: 363-372 (1992)

37. Ertel W, Keel M, Eid K, Platz A, Trentz O: Control of severe hemorrhage using C-clamp and pelvic packing in multiply injured patients with pelvic ring disruption. J Orthop Trauma 15: 468-474 (2001)

38. Euler E, Heining SM, Kotsianos D, Müller-Gerbl M: Anatomie und Biomechanik des Beckens. Trauma Berufskrankh 2: 2-10 (2000)

39. Euler E, Nast-Kolb D, Schweiberer L: Acetabular and pelvic fractures in multiple trauma. Orthopäde 26: 354-359 (1997)

40. Failinger MS, McGanity PL: Unstable fractures of the pelvic ring. J Bone Joint Surg Am 74: 781-791 (1992)

41. Falchi M, Rollandi GA: CT of pelvic fractures. Eur J Radiol 50: 96-105 (2004)

42. Fangio P, Asehnoune K, Edouard A, Smail N, Benhamou D: Early embolization and vasopressor administration for management of life-threatening hemorrhage from pelvic fracture. J Trauma 58: 978-984 (2005)

43. Forum Bundesärztekammer: Alterstraumatologie eröffnet heute große Chancen. http://aerzteblatt.lnsdata.de/pdf/104/5/a238.pdf. [accessed 4-8-2009].

44. Frauenfelder T, Fornaro J, Keel M, Marincek B: Die Beckenfraktur: von der 3D-Bildgebung zur virtuellen Simulation. Schweiz Med Forum 8: 475-477 (2008)

45. French B, Tornetta P: Transiliosakrale Osteosynthese bei instabilen Verletzungen des hinteren Beckenringes. Operat Orthop Traumatol 14: 29-48 (2002)

46. Froman C, Stein A: Complicated crushing injuries of the pelvis. J Bone Joint Surg Br 49: 24-32 (1967)

47. Galanski M: Thorax. In: Galanski M, Freyschmidt J (Hrsg), Handbuch diagnostische Radiologie. Thorax, 1. Auflage, Springer, Berlin Heidelberg New York, S. 1-34 (2003)

48. Galanski M: Pelvic and perineal trauma. Chirurg 77: 800-814 (2006)

49. Gänsslen A, Giannoudis P, Pape HC: Hemorrhage in pelvic fracture: Who needs angiography ? Curr Opin Crit Care 9: 515-523 (2003)

50. Gänsslen A, Pohlemann T, Krettek C: A simple supraacetabular external fixation for pelvic ring fractures. Oper Orthop Traumatol 17: 296-312 (2005)

51. Gänsslen A, Pohlemann T, Paul C, Lobenhoffer P, Tscherne H: Epidemiology of pelvic ring injuries. Injury 27 Suppl 1: 13-20 (1996)

52. Ganz R, Krushell RJ, Jakob RP, Kuffer J: The antishock pelvic clamp. Clin Orthop Relat Res 71-78 (1991)

53. Gautam V, Heyworth J: A method to measure the value of formal training in trauma management: Comparison between ATLS and induction courses. Injury 26: 253-255 (1995)

54. Geiselhart HP, Abele T: Total instability of the pelvic ring as a result of increasing unsufficiency fractures. Unfallchirurg 102: 656-661 (1999)

55. Giannoudis PV, Grotz MR, Tzioupis C, Dinopoulos H, Wells GE, Bouamra O, Lecky F: Prevalence of pelvic fractures, associated injuries, and mortality: The United Kingdom perspective. J Trauma 63: 875-883 (2007)

56. Gibbons KJ, Soloniuk DS, Razack N: Neurological injury and patterns of sacral fractures. J Neurosurg 72: 889-893 (1990)

57. Gilliland MD, Ward RE, Barton RM, Miller PW, Duke JH: Factors affecting mortality in pelvic fractures. J Trauma 22: 691-693 (1982)

58. Gorczyca JT, Varga E, Woodside T, Hearn T, Powell J, Tile M: The strength of iliosacral lag screws and transiliac bars in the fixation of vertically unstable pelvic injuries with sacral fractures. Injury 27: 561-564 (1996)

59. Gries A: Advanced trauma life support (ATLS). Anaesthesist 56: 1101-1102 (2007)

60. Grotz MR, Gummerson NW, Gansslen A, Petrowsky H, Keel M, Allami MK, Tzioupis C, Trentz O, Krettek C, Pape HC, Giannoudis PV: Staged management and outcome of combined pelvic and liver trauma. An international experience of the deadly duo. Injury 37: 642-651 (2006)

61. Gruen GS, Leit ME, Gruen RJ, Garrison HG, Auble TE, Peitzman AB: Functional outcome of patients with unstable pelvic ring fractures stabilized with open reduction and internal fixation. J Trauma 39: 838-844 (1995)

62. Gruen RL, Jurkovich GJ, McIntyre LK, Foy HM, Maier RV: Patterns of errors contributing to trauma mortality. Ann Surg 244: 371-380 (2006)

63. Gruenagel HH: Die Belastbarkeit nach stumpfen Bauchtraumen in ihrer Bedeutung für Operationsindikation und -taktik. Langenbecks Arch Chir 364: 89-94 (1984)

64. Grützner PA, Rose E, Vock B, Holz F, Nolte LP, Wentzensen A: Computer-assisted screw osteosynthesis of the posterior pelvic ring. Initial experiences with an image reconstruction based optoelectronic navigation system. Unfallchirurg 105: 254-260 (2002)

65. Gustavo PJ., Coimbra R, Rasslan S, Oliveira A, Fregoneze M, Mercadante M: The role of associated injuries on outcome of blunt trauma patients sustaining pelvic fractures. Injury 31: 677-682 (2000)

66. Gwinnutt CL, Driscoll PA: Advanced Trauma Life Support. Eur J Anaesthesiol 13: 95-101 (1996)

67. Hagiwara A, Murata A, Matsuda T, Matsuda H, Shimazaki S: The usefulness of transcatheter arterial embolization for patients with blunt polytrauma showing transient response to fluid resuscitation. J Trauma 57: 271-276 (2004)

68. Halter G, Orend KH: Thoracic, abdominal, and pelvic vascular injuries. Chirurg 76: 411-424 (2005)

69. Hauge MD, Cooper KL, Litin SC: Insufficiency fractures of the pelvis that simulate metastatic disease. Mayo Clin Proc 63: 807-812 (1988)

70. Hauschild O, Strohm PC, Culemann U, Pohlemann T, Suedkamp NP, Koestler W, Schmal H: Mortality in patients with pelvic fractures: Results from the German pelvic injury register. J Trauma 64: 449-455 (2008)

71. Havemann D: Der Fixateur externe bei Beckenringfrakturen. Op-Journal 13: 42-45 (1997)

72. Helm M, Kulla M, Lampl L: Advanced Trauma Life Support. Anaesthesist 56: 1142-1146 (2007)

73. Henderson RC: The long-term results of nonoperatively treated major pelvic disruptions. J Orthop Trauma 3: 41-47 (1989)

74. Henderson RC, Nepola JV, Claverle JG: Anterior-posterior traumatic pelvic distruption: An evaluation of the long-term orthopaedic complications. Orthop Trans 10: 440 (1986)

75. Hessmann MH, Rommens PM: Transverse fracture-dislocation of the sacrum: A diagnostic pitfall and a surgical challenge. Acta Chir Belg 102: 46-51 (2002)

76. Hierholzer G, Hax PM, Kuner EH, Tscherne H, Weller S, Burri C: Indikationen für den Fixateur externe sowie dessen Anwendung. Langenbecks Arch Chir 367: 75-83 (1985)

77. Hilbert P, zur Nieden K, Hoeller I, Koch R, Hofmann GO, Stuttmann R: Der Schockraum - Diagnostik-, Therapie- und Managementzentrale. Notfall Rettungsmed 9: 547-552 (2006)

78. Hilgert RE, Finn J, Egbers HJ: Technique for percutaneous iliosacral screw insertion with conventional C-arm radiography. Unfallchirurg 108: 954-960 (2005)

79. Hofmann GO, Marintschev I, Mückley T, Mendler F: Beckenring- und Acetabulumverletzungen. Trauma und Berufskrankheit 9: 168-171 (2007)

80. Holanda M, Culemann U, Burkhardt M, Pohlemann T: Stumpfe Beckenverletzung. Chirurg 77: 761-769 (2006)

81. Huber-Wagner S, Mussack T, Lefering R, Kanz KG, Euler E, Mutschler W: Verlauf, Prognose und Outcome nach Abdominaltrauma – eine Analyse von 3.823 Patienten aus dem Traumaregister der DGU. http://www.egms.de/en/meetings/dgch2007/07dgch597.shtml. [accessed 1-9-2009].

82. Jacob AL, Messmer P, Stock KW, Suhm N, Baumann B, Regazzoni P, Steinbrich W: Posterior pelvic ring fractures: Closed reduction and percutaneous CT-guided sacroiliac screw fixation. Cardiovasc Intervent Radiol 20: 285-294 (1997)

83. John T, Ertel W: Pelvic injuries in the polytraumatized patient. Orthopäde 34: 917-930 (2005)

84. Jonas A, Wruhs O: Verletzungen des Brust- und Bauchraumes bei Beckenbrüchen. Hefte Unfallheilkd 124: 177-181 (1975)

85. Käch K, Trentz O: Distraction spondylodesis of the sacrum in "vertical shear lesions" of the pelvis. Unfallchirurg 97: 28-38 (1994)

86. Kälicke T, Ambacher T, Muhr G, Arens S: Diagnostik und Klassifikation von Beckenfrakturen. Trauma Berufskrankh 2: 11-18 (2000)

87. Karaharju EO, Slätis P: External fixation of double vertical pelvic fractures with a trapezoid compression frame. Injury 10: 142-145 (1978)

88. Katzenelson M: Ueber die Fracturen des Beckenringes. Dtsch Z Chir 41: 473-512 (1895)

89. Keating JF, Werier J, Blachut P, Broekhuyse H, Meek RN, O'Brien PJ: Early fixation of the vertically unstable pelvis: The role of iliosacral screw fixation of the posterior lesion. J Orthop Trauma 13: 107-113 (1999)

90. Kellam J: The role of external fixation in pelvic disruptions. Clin Orthop Relat Res 241: 66-82 (1989)

91. Kern E, Klaue P: Das Polytrauma - Dringliche Diagnostik und Therapie bei begleitendem Abdominaltrauma. Langenbecks Arch Chir 352: 243-248 (1980)

92. Kido A, Inoue F, Takakura Y, Hoshida T: Statistical analysis of fatal bleeding pelvic fracture patients with severe associated injuries. J Orthop Sci 13: 21-24 (2008)

93. Kobziff L: Traumatic pelvic fractures. Orthop Nurs 25: 235-241 (2006)

94. König A: Insuffizienzfrakturen des Os ileum und des Os sacrum. Z Rheumatol 59: 343-347 (2000)

95. Kraemer W, Hearn T, Tile M, Powell J: The effect of thread length and location on extraction strengths of iliosacral lag screws. Injury 25: 5-9 (1994)

96. Krischak G: Beckenverletzungen. In: Krischak G (Hrsg), Traumatologie für Physiotherapeuten, 1. Auflage, Thieme, Stuttgart, S. 105-110 (2005)

97. Krötz M, Pfeifer KJ, Reiser M, Linsenmaier U: Radiological intervention in multiply injured patients. Radiologe 45: 1129-1145 (2005)

98. Krüger A, Walthers E, Schnabel M: CT-gesteuerte perkutane Verschraubung des Ileosakralgelenks bei instabilen Beckenverletzungen. http://www.egms.de/en/meetings/dgch2007/07dgch098.shtml. [accessed 2-8-2009].

99. Kusmin W: Ueber Beckenfracturen. Wiener Med Jahrbücher 1/1882: 105-141 (1882)

100. Langlotz F, Nolte LP: Technical approaches to computer-assisted orthopedic surgery. Eur J Trauma 30: 1-11 (2004)

101. Lehmann U: Belastungsmessung an der Symphysis pubis, normale Belastung und Plattenosteosynthese. Med Dissertation, Universität Hannover (1990)

102. Leighton RK, Waddell JP, Bray TJ, Chapman MW, Simpson L, Martin RB, Sharkey NA: Biomechanical testing of new and old fixation devices for vertical shear fractures of the pelvis. J Orthop Trauma 5: 313-317 (1991)

103. Linke E: Injuries of the great vessels as a complication of pelvic fractures. Monatsschr Unfallheilkd Versicher Versorg Verkehrsmed 69: 430-434 (1966)

104. Lunsjo K, Tadros A, Hauggaard A, Blomgren R, Kopke J, bu-Zidan FM: Associated injuries and not fracture instability predict mortality in pelvic fractures: A prospective study of 100 patients. J Trauma 62: 687-691 (2007)

105. MacAvoy MC, McClellan RT, Goodman SB, Chien CRD, Allen WA, van der Meulen MCH: Stability of open-book pelvic fractures using a new biomechanical model of single-limb stance. J Orthopaedic Trauma 11: 590-593 (1997)

106. Machtens S, Stief CG, Hagemann J, Pfingst G, Gänsslen A, Pohlemann T, Truss MC, Kuczyk MA, Becker AJ, Jonas U: Management traumatischer Läsionen von Harnblase und Urethra. Urologe 40: 560-571 (2000)

107. Maghsudi M, Nerlich M: Polytrauma. Internist 39: 188-194 (1998)

108. Malgaigne JF: Des fractures en général - Art. II: Variétés des fractures. In: Malgaigne JF (Hrsg), Traité des fractures et des luxations, 1. Auflage, Baillière, Paris Londres New York, S. 33-81 (1847)

109. Manner G, Knapp U: Treatment of pelvic-girdle fractures using the pelvis compression frame. Hefte Unfallheilkd 124: 288-291 (1975)

110. Marintschev I, Gras F, Mückley T, Hofmann GO: Stellenwert der Navigation in der Beckenchirurgie. Trauma Berufskrankh 10: 131-135 (2008)

111. Matta JM: Indications for anterior fixation of pelvic fractures. Clin Orthop Relat Res 329: 88-96 (1996)

112. Matta JM, Saucedo T: Internal fixation of pelvic ring fractures. Clin Orthop Relat Res 242: 83-97 (1989)

113. Maurer F, Weise K: Indikationsstellung und Verfahrenswahl bei Beckenringverletzungen. Trauma Berufskrankh 2: 39-45 (2000)

114. Mayer HR, Neugebauer W, Kieninger G: Zur Problematik des stumpfen Bauchtraumas bei begleitendem Schadel-Hirn-Trauma. Aktuel Traumatol 11: 225-227 (1981)

115. McLaren AC, Rorabeck CH, Halpenny J: Long-term pain and disability in relation to residual deformity after displaced pelvic ring fractures. Can J Surg 33: 492-494 (1990)

116. McMurtry R, Walton D, Dickinson D, Kellam J, Tile M: Pelvic disruption in the polytraumatized patient: a management protocol. Clin Orthop Relat Res 22-30 (1980)

117. Meißner A, Fell M, Wilk R, Boenick U, Rahmanzadeh R: Comparison of different methods of internal fixation of symphyseal disruptions under multidirectional dynamic conditions: An experimental analysis simulating gait conditions. Unfallchirurg 101: 18-25 (1998)

118. Miller PR, Moore PS, Mansell E, Meredith JW, Chang MC: External fixation or arteriogram in bleeding pelvic fracture: Initial therapy guided by markers of arterial hemorrhage. J Trauma 54: 437-443 (2003)

119. Montana MA, Richardson ML, Kilcoyne RF, Harley JD, Shuman WP, Mack LA: CT of sacral injury. Radiology 161: 499-503 (1986)

120. Muck PE, Nunez TC, Hruska L, Kasper GC, Chang CK, Welling RE: Blunt injury to the external iliac artery. Am Surg 68: 11-14 (2002)

121. Mückley T, Marintschev I, Gras F, Hofmann GO: Aktueller Stand der Versorgung vorderer Beckenringfrakturen. Trauma Berufskrankh 10: 116-122 (2008)

122. Müller ME: Part 2: Pelvis and acetabulum (CD-ROM). In: Müller ME (Hrsg), The comprehensive classification of fractures, Springer, Berlin Heidelberg New York, (1997)

123. Naam NH, Brown WH, Hurd R, Burdge RE, Kaminski DL: Major pelvic fractures. Arch Surg 118: 610-616 (1983)

124. Nelson DW, Duwelius PJ: CT-guided fixation of sacral fractures and sacroiliac joint disruptions. Radiology 180: 527-532 (1991)

125. Nelson LD, Anderson HB: Physiologic effects of steep positioning in the surgical intensive care unit. Arch Surg 124: 352-355 (1989)

126. Neugebauer E, Hensler T, Rose S, Maier B, Holanda M, Raum M, Rixen D, Marzi I: Severe craniocerebral trauma in multiple trauma. Unfallchirurg 103: 122-131 (2000)

127. Nunn T, Cosker TD, Bose D, Pallister I: Immediate application of improvised pelvic binder as first step in extended resuscitation from life-threatening hypovolaemic shock in conscious patients with unstable pelvic injuries. Injury 38: 125-128 (2007)

128. Oberst M, Zwingmann J, Konrad G, Südkamp N: 3D-navigierte vs. konventionelle ISG-Verschraubung bei instabiler Beckenringfraktur. http://www.egms.de/en/meetings/dkou2008/08dkou159.shtml. [accessed 2-8-2009].

129. Oestern HJ: Scoring - Criteria for operability. Zentralbl Chir 122: 943-953 (1997)

130. Oestern HJ, Tscherne H, Sturm J, Nerlich M: Classification of the severity of injury. Unfallchirurg 88: 465-472 (1985)

131. Patterson FP, Morton KS: The cause of death in fractures of the pelvis: With a note on treatment by ligation of the hypogastric (internal iliac) artery. J Trauma 13: 849-856 (1973)

132. Pavelka T, Dzupa V, Stulik J, Grill R, Baca V, Skala-Rosenbaum J: Our results of surgical management of unstable pelvic ring injuries. Acta Chir Orthop Traumatol Cech 74: 19-28 (2007)

133. Pehle B, Nast-Kolb D, Oberbeck R, Waydhas C, Ruchholtz S: Significance of physical examination and radiography of the pelvis during treatment in the shock emergency room. Unfallchirurg 106: 642-648 (2003)

134. Pennal GF, Massiah KA: Nonunion and delayed union of fractures of the pelvis. Clin Orthop Relat Res 151: 124-129 (1980)

135. Pennal GF, Tile M, Waddell JP, Garside H: Pelvic disruption: Assessment and classification. Clin Orthop Relat Res 12-21 (1980)

136. Pohlemann T, Angst M, Schneider E, Ganz R, Tscherne H: Fixation of transforaminal sacrum fractures: a biomechanical study. J Orthop Trauma 7: 107-117 (1993)

137. Pohlemann T, Bosch U, Gänsslen A, Tscherne H: The Hannover experience in management of pelvic fractures. Clin Orthop Relat Res 69-80 (1994)

138. Pohlemann T, Culemann U: Beckenring. In: Rüedi TP, Buckley RE, Moran CG (Hrsg), AO - Prinzipien des Frakturmanagements, 2. Auflage, Thieme, Stuttgart, S. 696-717 (2008)

139. Pohlemann T, Culemann U, Gänsslen A, Tscherne H: Severe pelvic injury with pelvic mass hemorrhage: Determining severity of hemorrhage and clinical experience with emergency stabilization. Unfallchirurg 99: 734-743 (1996)

140. Pohlemann T, Gänsslen A: Epidemiologie und Beckenringverletzungen. In: Tscherne H, Pohlemann T (Hrsg), Unfallchirurgie: Becken und Acetabulum, 1. Auflage, Springer, Berlin Heidelberg New York, S. 63-67 (1998)

141. Pohlemann T, Gänsslen A, Stief CH: Complex injuries of the pelvis and acetabulum. Orthopäde 27: 32-44 (1998)

142. Pohlemann T, Gänsslen A, Tscherne H: Fracture of the sacrum. Unfallchirurg 103: 769-786 (2000)

143. Pohlemann T, Kiessling B, Gänsslen A, Bosch U, Tscherne H: Standardized osteosynthesis techniques for the pelvic ring. Analysis of a patient sample and surgical technique. Orthopäde 21: 373-384 (1992)

144. Pohlemann T, Lobenhoffer P, Tscherne H: Therapie. In: Tscherne H, Pohlemann T (Hrsg), Becken und Acetabulum, 1. Auflage, Springer, Berlin Heidelberg New York, S. 135-188 (1998)

145. Pohlemann T, Regel G, Tscherne H: Klassifikation und Begriffsbestimmungen. In: Tscherne H, Pohlemann T (Hrsg), Unfallchirurgie: Becken und Acetabulum, 1. Auflage, Springer, Berlin Heidelberg New York, S. 47-62 (1998)

146. Pohlemann T, Tscherne H, Baumgaertel F, Egbers HJ, Euler E, Maurer F, Fell M, Mayr E, Quirini WW, Schlickewei W, Weinberg A: Pelvic fractures: Epidemiology, therapy and long-term outcome. Overview of the multicenter study of the Pelvis Study Group. Unfallchirurg 99: 160-167 (1996)

147. Poka A, Libby EP: Indications and techniques for external fixation of the pelvis. Clin Orthop Relat Res 54-59 (1996)

148. Portney LG, Watkins MP: Analysis. In: Portney LG, Watkins MP (Hrsg), Foundations of Clinical Research: Applications to Practice, 2. Auflage, Prentice Hall, New Jersey, S. 365-630 (2000)

149. Probst C, Probst T, Gänsslen A, Krettek C, Pape HC: Timing and duration of the initial pelvic stabilization after multiple trauma in patients from the German trauma registry: Is there an influence on outcome? J Trauma 62: 370-377 (2007)

150. Probst J: Pelvic fractures. Late sequelae and assessment for compensation. Unfallheilkunde 82: 340-348 (1979)

151. Ragnarsson B, Jacobsson B: Epidemiology of pelvic fractures in a Swedish county. Acta Orthop Scand 63: 297-300 (1992)

152. Regel G, Lobenhoffer P, Lehmann U, Pape HC, Pohlemann T, Tscherne H: Results of treatment of polytraumatized patients. A comparative analysis of 3.406 cases between 1972 and 1991. Unfallchirurg 96: 350-362 (1993)

153. Regel G, Schmidt U, Tscherne H: Allgemeine Aspekte. In: Tscherne H, Regel G (Hrsg), Unfallchirurgie: Trauma-Management, 1. Auflage, Springer, Berlin Heidelberg New York, S. 3-13 (1997)

154. Remiger A, Blatter G, Magerl F: Die kombinierte ventrale und dorsale Fixateur externe-Osteosynthese bei Typ C-Beckenringfrakturen. Z Unfallchir Versicherungsmed 87: 249-258 (1994)

155. Ringdal KG, Coats TJ, Lefering R, Di BS, Steen PA, Roise O, Handolin L, Lossius HM: The Utstein template for uniform reporting of data following major trauma: A joint revision by SCANTEM, TARN, DGU-TR and RITG. Scand J Trauma Resusc Emerg Med 16: 7-25 (2008)

156. Roder JD, Stübinger B, Gmeinwieser J, Müller E, Claudi BF: Ergebnisse der operativen Behandlung von Beckenfrakturen bei polytraumatisierten Patienten. Aktuelle Traumatol 18: 129-133 (1988)

157. Rommens P, Wissing H, Serdarevic M: Significance of computerized tomography in the diagnosis and therapy of fractures of the posterior pelvic ring and hip joint. Unfallchirurgie 13: 32-37 (1987)

158. Rommens PM, Gercek E, Hansen M, Hessmann MH: Mortality, morbidity and functional outcome after open book and lateral compression lesions of the pelvic ring. Unfallchirurg 106: 542-549 (2003)

159. Rommens PM, Gielen J, Broos PL: The role of CT in diagnosis and therapy of fractures of the pelvic girdle. Unfallchirurg 95: 168-173 (1992)

160. Rommens PM, Heinermann M, Hessmann MH: Notfallmanagement instabiler Beckenverletzungen. Notfall Rettungsmed 7: 151-160 (2004)

161. Rothenberger DA, Fischer RP, Perry JF, Jr.: Major vascular injuries secondary to pelvic fractures: An unsolved clinical problem. Am J Surg 136: 660-662 (1978)

162. Rothenberger DA, Fischer RP, Strate RG, Velasco R, Perry JF, Jr.: The mortality associated with pelvic fractures. Surgery 84: 356-361 (1978)

163. Ruchholtz S: DasTraumaregister der DGU als Grundlage des interklinischen Qualitätsmanagements in der Schwerverletztenversorgung. Unfallchirurg 103: 30-37 (2000)

164. Ruchholtz S, Kuhne CA, Siebert H: Trauma network of the German Association of Trauma Surgery (DGU). Establishment, organization, and quality assurance of a regional trauma network of the DGU. Unfallchirurg 110: 373-379 (2007)

165. Ruchholtz S, Zintl B, Nast-Kolb D, Waydhas C, Lewan U, Kanz KG, Schwender D, Pfeifer KJ, Schweiberer L: Improvement in the therapy of multiply injured patients by introduction of clinical management guidelines. Injury 29: 115-129 (1998)

166. Ruchholtz S, Zintl B, Nast-Kolb D, Waydhas C, Schwender D, Pfeifer KJ, Schweiberer L: Quality management in early clinical polytrauma management. II. Optimizing therapy by treatment guidelines. Unfallchirurg 100: 859-866 (1997)

167. Rutledge R, Fakhry SM, Baker CC, Weaver N, Ramenofsky M, Sheldon GF, Meyer AA: A population-based study of the association of medical manpower with county trauma death rates in the United States. Ann Surg 219: 547-563 (1994)

168. Sagi HC, Ordway NR, DiPasquale T: Biomechanical analysis of fixation for vertically unstable sacroiliac dislocations with iliosacral screws and symphyseal plating. J Orthop Trauma 18: 138-143 (2004)

169. Salzano A, Nocera V, De RA, Rossi E, Ciamillo A, De NR, Fontanarosa G, Alabiso ME: CT findings in fire arm injuries of the pelvis. Radiol Med 100: 310-313 (2000)

170. Schneider F, Böhme J, Reske A, Klima S, Josten C: Schweres Thorax- und Beckentrauma - eine tödliche Kombination ?

http://www.egms.de/en/meetings/dkou2007/07dkou440.shtml. [accessed 1-9-2009].

171. Schriefers KH, Gerometta P: Stumpfe und offene Bauchverletzungen. Langenbecks Arch Chir 355: 353-360 (1981)

172. Schwemmle K, Schultheis K: Abdominelle Begleitverletzungen der Beckenfrakturen. Eur J Trauma 11: 7-11 (1985)

173. Seekamp A, Burkhardt M, Pohlemann T: Shock trauma room management of pelvic injuries. A systematic review of the literature. Unfallchirurg 107: 903-910 (2004)

174. Senst W, Bida B: Expert assessment of pelvic injuries. Zentralbl Chir 125: 737-743 (2000)

175. Shaw JA, Mino DE, Werner FW, Murray DG: Posterior stabilization of pelvic fractures by use of threaded compresion rods: Case reports and mechanical testing. Clin Orthop Relat Res 192: 240-254 (1985)

176. Simonian PT, Routt ML, Jr., Harrington RM, Tencer AF: Internal fixation of the unstable anterior pelvic ring: A biomechanical comparison of standard plating techniques and the retrograde medullary superior pubic ramus screw. J Orthop Trauma 8: 476-482 (1994)

177. Sriussadaporn S: Abdominopelvic vascular injuries. J Med Assoc Thai 83: 13-20 (2000)

178. Stein DM, O'Connor JV, Kufera JA, Ho SM, Dischinger PC, Copeland CE, Scalea TM: Risk factors associated with pelvic fractures sustained in motor vehicle collisions involving newer vehicles. J Trauma 61: 21-30 (2006)

179. Stöckle U: Schräg dorsaler Beckenfixateur - Ein neues Konzept zur Beckenstabilisierung. Med Habilitationsschrift, Humboldt-Universität Berlin (2001)

180. Stocks GW, Gabel GT, Noble PC, Hanson GW, Tullos HS: Anterior and posterior internal fixation of vertical shear fractures of the pelvis. J Orthop Res 9: 237-245 (1991)

181. Studer S: Die osteoporotische Fraktur. http://www.ot-forum.de/OT/split2000/ot2000.379-382.pdf. [accessed 4-8-2009].

182. Thannheimer A, Bühren V: Beckenfrakturen und ihre Behandlung. In: Jerosch J, Heisel J, Imhoff A (Hrsg), Fortbildung Orthopädie und Traumatologie 11, Steinkopff, Darmstadt, S. 53-61 (2005)

183. Thannheimer A, Leuth DH, Bühren V: Komplexverletzung des Beckens. Trauma Berufskrankh 10: 102-109 (2008)

184. Tiemann AH, Hofmann GO: Trianguläre vertebropelvine Abstützung. Trauma Berufskrankh 10: 123-130 (2008)

185. Tile M: Pelvic ring fractures: Should they be fixed? J Bone Joint Surg Br 70: 1-12 (1988)

186. Tile M: Acute pelvic fractures: I. Causation and classification. J Am Acad Orthop Surg 4: 143-151 (1996)

187. Tile M, Burri C, Poigenfürst J: Pelvis. In: Müller ME, Allgöwer M, Schneider R, Willenegger H (Hrsg), Manual of internal fixation, 3. korrigierte Auflage, Springer, Berlin Heidelberg New York, S. 485-500 (1995)

188. Tile M, Helfet D, Kellam J, Isler B, Nazarian S, Müller ME: Comprehensive classification of fractures. ME Müller Foundation 61: 1-6 (1995)

189. Tile M, Pennal GF: Pelvic disruption: Principles of management. Clin Orthop Relat Res 151: 56-64 (1980)

190. Tonetti J, Carrat L, Lavallee S, Pittet L, Merloz P, Chirossel JP: Percutaneous iliosacral screw placement using image guided techniques. Clin Orthop Relat Res 354: 103-110 (1998)

191. Tosounidis G, Culemann U, Wirbel R, Holstein JH, Pohlemann T: Die perkutane transiliosakrale Zugschraubenosteosynthese des hinteren Beckenrings. Unfallchirurg 110: 669-674 (2007)

192. Trentz O: Polytrauma. In: Rüedi TP, Buckley RE, Moran CG (Hrsg), AO - Prinzipien des Frakturmanagements, 2. Auflage, Thieme, Stuttgart, S. 336-347 (2008)

193. Trupka A, Kierse R, Waydhas C, Nast-Kolb D, Blahs U, Schweiberer L, Pfeifer KJ: Shock room diagnosis in polytrauma. Value of thoracic CT. Unfallchirurg 100: 469-476 (1997)

194. Tucker MC, Nork SE, Simonian PT, Routt ML, Jr.: Simple anterior pelvic external fixation. J Trauma 49: 989-994 (2000)

195. Universität Oldenburg: virtuelle Lernräume im Studium: Signifikanzniveau. http://viles.zef.uni-oldenburg.de/viles2/hypothesen/hypothesen_4.php3. [accessed 24-3-2009].

196. Van Zwienen CMA, Van den Bosch EW, Snijders CJ, Kleinrensink GJ, van Vugt AB: Biomechanical comparison of sacroiliac screw techniques for unstable pelvic ring fractures. J Orthop Trauma 18: 589-595 (2004)

197. Vas WG, Wolverson MK, Sundaram M, Heiberg E, Pilla T, Shields JB, Crepps L: The role of computed tomography in pelvic fractures. J Comput Assist Tomogr 6: 796-801 (1982)

198. Vitale MG, Kessler MW, Choe JC, Hwang MW, Tolo VT, Skaggs DL: Pelvic fractures in children: An exploration of practice patterns and patient outcomes. J Pediatr Orthop 25: 581-587 (2005)

199. Walsh DP, Lammert GR, Devoll J: The effectiveness of the Advanced Trauma Life Support system in a mass casualty situation by non-trauma-experienced physicians: Grenada 1983. J Emerg Med 7: 175-180 (1989)

200. Weber M: Die Begutachtung von Frakturen und Rupturen des Beckens. Z Orthop Ihre Grenzgeb 130: 157-162 (1992)

201. Weinberg AM, Reilmann H: The pelvic professional section of the German society of accident surgery and the German section of AO-International. Orthopäde 21: 449-452 (1992)

202. Weiß H, Eyssel M: Folgezustände instabiler Beckenfrakturen nach operativer und konservativer Behandlung. Hefte Unfallheilkd 164: 293-297 (1984)

203. Westhoff J, Laurer H, Wutzler S, Wyen H, Mack M, Maier B, Marzi I: Interventional emergency embolization for severe pelvic ring fractures with arterial bleeding. Unfallchirurg 111: 821-828 (2008)

204. Wille AH, Loening SA: Management of trauma to the male external genitalia. Chirurg 77: 790-799 (2006)

205. Young JW, Resnik CS: Fracture of the pelvis: Current concepts of classification. Am J Roentgenol 155: 1169-1175 (1990)

206. Ziran BH, Chamberlin E, Shuler FD, Shah M: Delays and difficulties in the diagnosis of lower urologic injuries in the context of pelvic fractures. J Trauma 58: 533-537 (2005)

Danksagung

Mein ganz besonderer Dank gilt Herrn Univ.-Prof. Dr. Florian Gebhard, Ordinarius für Unfall-, Hand-, Plastische und Wiederherstellungschirurgie in Ulm für die Überlassung des Themas und Unterstützung meiner Dissertation.

Ganz besonders möchte ich mich bei meinem Betreuer PD Dr. Gert Krischak für die Hilfestellung und Mühen in jeder Phase dieser Arbeit bedanken. Seinem Einsatz bei der praktischen und technischen Durchführung, der Auswertung und grafischen Darstellung, aber auch bei der theoretischen Arbeit, die Auseinandersetzung mit der Literatur sowie seiner sorgfältigen Korrekturen verdanke ich diese Promotion. Ganz besonders schätze ich, dass ich zu jeder Zeit Gelegenheit und Möglichkeit bekam, bei Fragen und Schwierigkeiten sofortige wertvolle Unterstützung zu bekommen, die letztendlich das Gelingen dieser Arbeit erst ermöglicht hat. Dafür nochmal ganz herzlichen Dank!

Ebenfalls danke ich den Mitgliedern der AG Becken III der DGU, allen voran Univ.-Prof. Dr. Tim Pohlemann und PD Dr. Ulf Culemann für die Herausgabe der Daten, wodurch diese Arbeit überhaupt erst möglich gemacht wurde.

Nicht zuletzt geht mein Dank an meine Lebensgefährtin Frau Jelena Imgrunt und meine Eltern, die mich während der ganzen Zeit motiviert und unterstützt haben.