

Sakrumfrakturen

■ Rainer Neugebauer, Wilhelm Nothofer

Zusammenfassung

Sakrumfrakturen treten in einer Häufigkeit von 3–8% aller Frakturen auf, sie nehmen eine besondere Stellung im Bereich der Beckenringverletzungen ein, da die Rumpflast von der Wirbelsäule allein über das Sakrum in das Becken und die Femura verteilt wird. Bei Verletzungen im Sakrumbereich mit Frakturen und Dislokation kommt es schnell zu großen Instabilitäten. Häufig handelt es sich dabei um polytraumatisierte Patienten mit Kreislaufinstabilität der besondere Aufmerksamkeit gewidmet werden muss. Besondere Bedeutung kommt der klinischen Diagnostik, dem Röntgen, CT und 3D-Rekonstruktion zu. Sakrumfrakturen werden nach Denis klassifiziert. Stabile und wenig dislozierte Frakturen können konservativ behandelt werden. Die Instabilität sollte möglichst bald operativ behandelt werden um die Patienten einer eventuellen optimalen intensivmedizinischen Betreuung einer Frühmobilisation zuführen zu können. Für ope-

rativ Stabilisierung stehen verschiedene Verfahren zu Verfügung. Bevorzugt sollten winkelstabile Implantate verwendet werden, unter Einbeziehung der unteren Wirbelsäulensegmente und der kontralateralen Beckenseite. Mit Hilfe von Wirbelsäulenimplantaten können überbrückende Osteosynthesen mit hoher Stabilität appliziert werden. Bei intra spinal gelegenen Fragmenten muss eine Dekompression der neurologischen Strukturen erfolgen. Weniger invasive Operationsverfahren werden heute bevorzugt benutzt. Bei den klinischen Nachuntersuchungen konnte gezeigt werden, dass winkelstabile Osteosynthesen des hinteren Beckenringes, manchmal in Kombination mit Osteosynthesen am vorderen Beckenring, eine gute intensivmedizinische Betreuung mit Frühmobilisation zulässt. Damit ist auch der Bedeutung der Stabilität des hinteren Beckenringes Rechnung getragen. Ohne Stabilität des hinteren Beckenringes bei Sakrumfrakturen ist keine frühfunktionelle Behandlung möglich.

Einleitung

Beckenbrüche kommen in einer Anzahl von 3–8% aller Frakturen vor [11]. Die Inzidenz nimmt bei Schwerverletzten auf über 25% zu. Die häufigsten Verletzungsmechanismen sind Rasanztraumata im Straßenverkehr und der Sturz aus großer Höhe, Verschüttungen, Einklemmungen sind ebenso vertreten. Dabei finden sich in ca. 18–30% Sakrumfrakturen [6]. Der Entstehungsmechanismus ist eine indirekte Krafteinleitung über das Femur, bzw. Hebelbewegungen des Femurs

beim Anprall von vorne als auch bei direktem Seitenanprall [9] es handelt sich damit häufig um polytraumatisierte Patienten. Isolierte Sakrumfrakturen sind mit 11% eher selten, $\frac{1}{3}$ der Patienten sind polytraumatisiert mit dabei begleitenden Abdominalverletzungen und Verletzungen des Beckenbodes. Von besonderer Bedeutung sind die begleitend vorliegenden Nervenverletzungen, welche meist auf Überdehnung, seltener infolge direkten Druckes im Frakturspalt oder durch dislozierte Fragmente entstehen. Sie kommen in einer Häufigkeit von 21–60% vor und können primär durch das Vorliegen von Kreislaufinstabilität und der Notwendigkeit sofortiger Intubation am Unfallort erst später diagnostiziert werden [15].

Diagnostik

Das Sakrum gilt als Lastüberträger von der Wirbelsäule auf das Becken in das Femur und nimmt eine zentrale Rolle im Beckenring ein. Gleichsam als Schlussstein eines romanischen Bogens ist die Intaktheit äußerst wichtig für die biomechanische Stabilität des gesamten Beckenringes [12]. (**Abb. 1**)

Bei kompletter Durchtrennung und Dislokation kann es dabei zu erheblichen Fehlstellungen kommen. Die Kenntnis des Unfallmechanismus ist bei allen Beckenverletzungen von großer Bedeutung. Hierdurch können bereits entscheidende Hinweise für das Verletzungsmuster gewonnen werden. Besonders bei Kindern werden durch die Anamnese und den Unfallmechanismus wichtige Informationen über erfolgte Gewalteinwirkungen gegeben, da sich aufgrund der Elastizität des kindlichen Beckens häufig radiologisch nur geringe knöcherne Verletzungen feststellen lassen.

Die klinische Untersuchung erfasst Kreislaufsituation, Schmerzen, Inspektion und Palpation, Beckenasymmetrien, Beinfehlstellungen, Prellmarken, Schürfwunden, Blutungen aus Körperöffnungen sowie Decollement-Verletzungen. Palpatorisch sind die Beckeninstabilität zu prüfen und der Pulsstatus an der unteren Extremität zu erheben. Wenn immer möglich sollte die klinische Untersuchung durch einen neurologischen Status mit Überprüfung der sensiblen Dermatome sowie der motorischen Funktion der Kennmuskeln und der Eigenreflexe erhoben werden. Standarddiagnostik ist weiterhin die Sonographie des Abdomens und die Beckenübersichtsaufnahme im Röntgenbild. Die erweiterte Diagnostik umfasst Schrägaufnahmen und die so genannte „inlet“- und „outlet“-Projektion nach Pennal. Heute Standard ist die Computertomographie (**Abb. 2**), die durch die Ergänzung von 3D-Rekonstruktionen die Planung zur operativen Versorgung vom

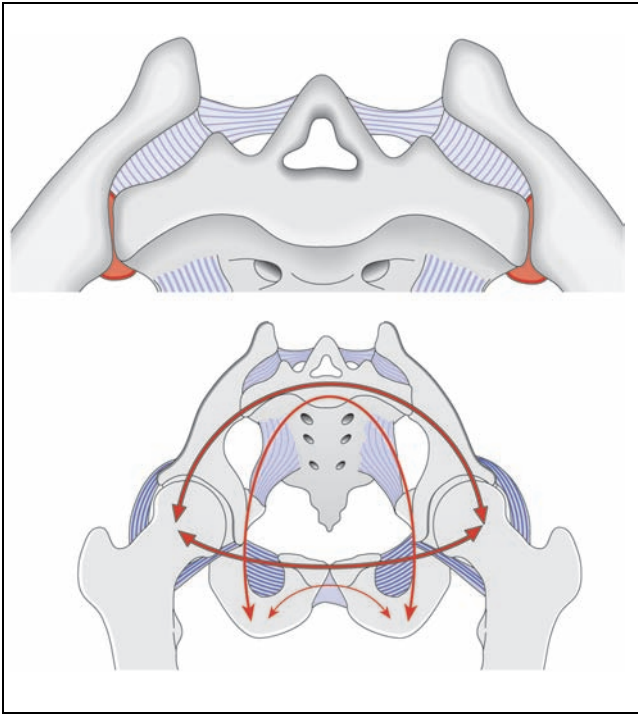


Abb. 1 Zentrale Rolle des Sakrums im Beckenring [12].

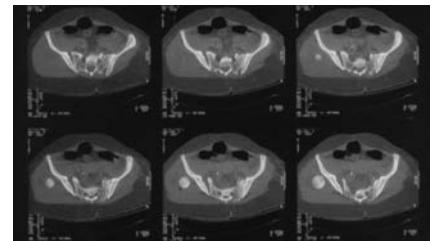
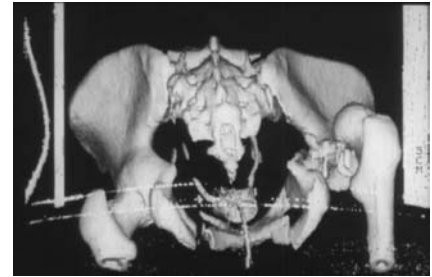


Abb. 3 CT und 3-D-Rekonstruktion bei komplexen Beckentrauma mit Sakrum- und Acetabulumluxationsfraktur.

komplexen Becken- und Azetabulumfrakturen sinnvoll ergänzen [9,13,17] (**Abb. 3**).

Klassifikation

Grundsätzlich werden Sakrumfrakturen als Teil von Beckenringfrakturen nach den Kriterien der Beckenringklassifikation beurteilt. Dabei werden nach Tile drei Schweregrade der Beckeninstabilität unterschieden. Der Frakturtyp A beschreibt stabile Frakturen mit knöchernem und ligamentärem intaktem hinteren Beckenring. Der Typ B ist partiell instabil (Rotationsinstabilität) bei inkomplett unterbrochenem hinteren Beckenring. Der Typ C zeigt einen kompletten unterbrochenen Beckenring mit dreidimensionaler translatorischer und rotatorischer Instabilität. Unter den instabilen Beckenringbrüchen Typ C finden sich in ca. 46% Sakrumfrakturen [9,16]. Eine Beschreibung der Frak-

turen kann ebenso dem anatomischen Frakturverlauf nach erfolgen.

Die Klassifikation nach Denis beschreibt die transsakrale Instabilität und lässt prognostische Schlüsse zu. Die Häufigkeit der neurologischen Begleitverletzungen nimmt von lateral nach medial zu. Die drei Zonen von Sakrumfrakturen nach Denis werden in vertikaler Richtung durch die Foramina getrennt. Zone 1 entspricht den transalaren Brüchen mit einer Häufigkeit mit 54%. Zone 2 sind die transforaminalen Frakturen mit ca. 36% und Zone 3 die zentralen Sakrumbrüche mit meist querverlaufenden Frakturen mit einer Häufigkeit mit 10% [1].

Auf der als Basis von Denis erarbeiteten Klassifikation (**Abb. 4**) hat Pohlemann eine Erweiterung gebracht. Dabei unterscheidet er knöcherne Bandausrisse, transalare Frakturformen, transforami-

nale Frakturformen, zentrale Frakturformen und in Gruppe 4 als schwerwiegendste Verletzung eine bilaterale Frakturform. Damit lassen sich die Frakturen etwas genauer bezeichnen und erleichtern die Kommunikation mit anderen Arbeitsgruppen [8].

Konservative Therapie

Die Beckenstabilität ist nur bei intaktem dorsalen Beckenring gewährleistet.

Daher unterliegen dislozierte Frakturen in dieser Region in der Regel einer operativen Therapie [16]. Für das konservative Vorgehen kommen Frakturen infrage die wenig oder nicht disloziert sind. Dabei muss über 3–4 Wochen Bettruhe eingehalten werden. Es beginnt dann der Lokalisations- und Belastungsaufbau mit physikalischer Therapie. Regelmäßige Kontrollen von sekundären Dislokationen sind anzustreben. Durch die operative Stabilisierung können schmerzhaft

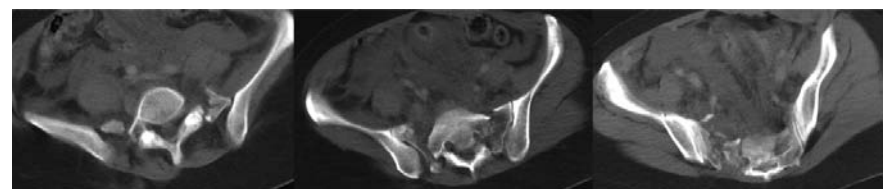


Abb. 2 Diagnostik Rö Beckenübersicht und Computertomographie einer beidseitigen Sakrumfraktur (Denis 3 rechts, Denis 2 links).

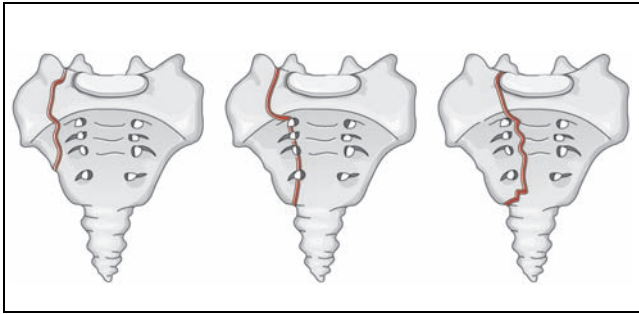


Abb. 4 Klassifikation der Sakrumfraktur nach Denis (Typ 1–3).



Abb. 5 Winkelstabile Wirbelsäulenimplantate, Längsträger und Pedikelschrauben zur Osteosynthese bei Sakrumfraktur (variable axis screw VAS).

Pseudarthrosenbildung vermieden werden. C-Frakturen sind in der Regel operativ anzugehen. Bei Schwerverletzten mit instabilen Kreislaufverhältnissen kommt eine Notversorgung mit Beckenzwinge infrage. Nach Kreislaufstabilisierung ist eine definitive Versorgung der Instabilitäten anzustreben. Damit können begleitende pulmonale Verletzungen optimal intensivmedizinisch betreut und eine frühe Mobilisation des Patienten erfolgen. Pulmonale Komplikationen wie Pneumonien und ARDS-Syndrom sind zu vermeiden.

Operative Therapie

Die operative Therapie der dislozierten Sakrumfrakturen und damit instabilen Beckenringbrüchen sollte möglichst noch am Aufnahmetag erfolgen. Der Behandlungsalgorithmus bei Beckenfrakturen mit Kreislaufinstabilität sollte innerhalb der ersten halben Stunde nach stationärer Aufnahme entschieden sein.

Im Vordergrund steht dabei die Schockbekämpfung. Als Notfalldiagnostik gilt: Röntgen-Thorax, Becken und Sonographie. Zur Bekämpfung von Massenblutung muss eventuell eine sofortige Operation zur Behebung der Blutungsquellen eingeleitet werden [4]. Durch Anlegen der Beckenzwinge kann das Beckenvolumen verkleinert werden. Ist der Patient durch die Schockbekämpfung kreislaufstabil, kann er in das Polytraumaprotokoll eingeschleust werden. Nach der Reanimationsphase wird eine definitive Ver-

sorgung der Beckenverletzungen bei Kreislaufstabilität angestrebt [11,13].

Ziel der operativen Behandlung von Sakrumfrakturen ist optimale Stabilität. Der Beckenring und die Anatomie des Knochens müssen durch Reposition wiederhergestellt sein, falls notwendig komprimierte Nervenwurzeln freigelegt und entlastet werden.

Um frühfunktionelle Behandlung des polytraumatisierten Patienten zu gewährleisten und intensivmedizinische Maßnahmen frühzeitig effektiv zu gestalten, muss eine stabile Fixation mit geeigneten Osteosynthesematerialien durchgeführt werden.

Lokale Plattenosteosynthesen können als Stabilisierungselemente benutzt werden. Durch die winkelstabilen dreidimensionalen Rekonstruktionsmöglichkeiten mit Wirbelsäulenimplantaten wird eine frühzeitige Mobilisierung bei hoher Stabilität der Osteosynthese und Scho-

nung der Iliosakralfuge erreicht (Abb. 5) (Tab. 1).

Operative Stabilisationsverfahren

Als Notversorgung bei instabilen Kreislaufverhältnissen und hoch instabilen Beckenringverletzungen mit Beteiligung des hinteren Beckenringes kommen Fixateur extern – Applikationen unter Einschluss der Beckenzwinge zur Anwendung. Man muss sich jedoch im klaren sein, das mit einem Fixateur externe nur unzureichende Stabilität mit hoher Redislokationsrate bei Typ-C-Frakturen zu erreichen ist. Man kann jedoch das Volumen des Beckeninhaltes verringern und damit die Möglichkeiten der Einblutung limitieren [4]. Weiter nachteilig ist die Einschränkung der Lagerungsmöglichkeiten des Patienten, sowie lokale Probleme bei längerliegenden Fixateuren wie Pin-Infektionen. Heute wird nach kurzer Fixateuranwendung eine interne Stabilisierung angestrebt.

Die transsakralen Osteosynthesen mittels Gewindestangen basieren auf dem Fixationsprinzip einer Frakturflächenkompression neben der Gefahr der Impaktion, insbesondere bei transforaminalen Trümmerfrakturen mit möglicher zusätzlicher Nervenkompression. Ist die fehlende kraniale Abstützung ein Nachteil diese Methode, das Behandlungsprinzip der Stellschraubeneffekt ist nur bedingt anwendbar [15].

Bei einer transversalen ilio-iliakalen Verplattung wird das Sakrum mit einer LCDC oder einer Rekonstruktionsplatte ggf. unter Überbrückung der Iliosakralgelenke stabilisiert. Nachteil dieser Methode sind wiederum die fehlende kraniale Abstützung und das häufige schwierige Anpassen der Platten an die anatomischen Strukturen am hinteren Beckenring [8].

Die bereits 1934 von Lehmann beschriebene iliosakrale transartikuläre Schrau-

Tab. 1 Anforderung an ein operatives Repositions- und Stabilisationsverfahren. Anatomische Reposition, schonende Weichteilexposition (less invasive).

1. anatomische Reposition
2. schonende Weichteilbehandlung
3. Dekompression neuraler Strukturen und lokale Plattenosteosynthesen
4. dreidimensionale Rekonstruktionsmöglichkeiten
5. frühzeitige Mobilisation
6. hohe Stabilität der osteosynthetischen Verfahren
7. Wiederherstellung und Schonung des ISG-Gelenkes

benosteosynthese ermöglicht eine stabile Versorgung von ISG-Sprengungen [5]. Bei Vorliegen einer transforaminalen Fraktur, insbesondere bei Trümmerzonen, sowie osteoporotischen Knochenstrukturen, ist das stabile Verankern von transiliosakralen Schrauben im Korpus von S1 meist sehr schwierig. Zudem führt das transartikuläre Einbringen von 6,5-mm- bzw. 7-mm-Spongiaschrauben zu einer Schädigung des ISG-Gelenkes. Das Einbringen der Schrauben kann heute durch Navigation erleichtert werden.

Die direkte Sakrumosteosynthese [7] mit speziellen Kleinfragmentplättchen und 3,5-mm-Schrauben wurde von Pohle- mann u. Mitarb. empfohlen. Die Möglichkeiten einer auf das Sakrum beschränkten Osteosynthese sind wegen der wenigen zuverlässigen Schraubenverankerungspunkte begrenzt.

Bei Osteoporose und lokalen Trümmerzonen im Frakturverlauf ist die Anwendung der lokalen Plattenosteosynthese zusätzlich limitiert. Es lässt sich keine ausreichende stabile Osteosynthese erreichen.

Käch und Trentz haben 1994 die lumbopelvine Distractionsspondylodese zur indirekten Stabilisierung von Sakrumfrakturen in Zone 2 und 3 nach Denis angegeben. Mit einem Fixateur interne erfolgt eine Abstützung zwischen der Crista iliaca posterior und dem Pedikel von LWK 4 oder 5. Da die Rotationsstabilität um die Pedikelschrauben nicht gegeben war, ergänzt Josten diese Konstruktion mit einer zusätzlich eingebrachten iliosakralen Schraube im Sinne einer so genannten triangulären Osteosynthese [2,3].

Die dorsale Sakrumdistanzosteosynthese erreicht bei C-Verletzungen eine optimale Stabilität durch Anwendung von winkelstabilen Wirbelsäulenimplantaten [6]. Um ein Verdrehen bei zunehmender Belastung in der Frühmobilisationsphase der entsprechenden Beckenhälfte zu vermeiden, wird neben der abstützenden Pedikelschraube eine Zusatzmontage auf die beiden hinteren Beckenkämme eingebracht. Eine hohe Stabilität der Osteosynthese wird erreicht (**Abb. 5 u. Tab. 2**).

Operatives Vorgehen

Lagerung: Der Patient liegt in Bauchlage mit Thoraxkissen und Rollenlagerung bei leicht gewinkelten Kniegelenken. Auf die Möglichkeiten der intraoperati-

Tab. 2 Vorteile der dorsalen Sakrumdistanzosteosynthese

1. Die Distanz der Spina iliaca posterior kann beliebig (anatomisch) eingestellt werden.
2. Die Frakturflächen können komprimiert und die Stabilität erhöht werden.
3. Keine Kompromittierung der Durchblutung der Frakturzonen.
4. Bei Bedarf ist ein problemloses Anlagern der Spongiosa möglich.
5. Die Abstützung nach kranial ist beliebig zu verlängern (z. B. begleitende Wirbelfrakturen)
6. Die Dekomprimierung des Wirbelkanals lässt sich begleitend ohne Komplikationen durchführen
7. Eine frühzeitige Mobilisierung unter Vollbelastung ist möglich.

ven Röntgendiagnostik und Navigation mit Einstellung der Inlet-outlet-Position muss geachtet werden.

Operative Zugangswege: Die Hautinzision erfolgt im lumbosakralen Übergang, ca. 1–2 cm lateral der Dornfortsatzreihe auf der verletzten Seite. Bei beidseitigen Sakrumfrakturen hat sich die mediane Inzision über den Dornfortsätzen bewährt, die ebenfalls bei ausgedehnten Verletzungen mit Notwendigkeit der Freilegung des Spinalkanals durchgeführt wird. Nach Inzision der Fascia thorakolumbalis wird der Musculus erector spinae nach lateral abpräpariert, die Frakturzonen sollten sauber dargestellt, gegebenenfalls eine Nervenläsion dekomprimiert werden. Eine Reposition der Fraktur kann dann mithilfe der Beckenrepositionszange oder dem Kugelspies durchgeführt werden. Eine lokale Fixation der Sakrumfrakturen mit Drittelrohrblättchen interforaminell zwischen S1 und S2, bzw. S3 ermöglicht die anatomische Reposition zu halten, bis die endgültige Montage mit der Fixateur interne die Stabilität gewährleistet. Bei unfallbedingten Decollementverletzungen (Morel-, Lavallé-Läsion) sollte das nekrotische Gewebe ausgeräumt und großlumige Redondrainagen eingelegt werden, um Flüssigkeitsansammlungen zu vermeiden. Eventuell sind auch frühzeitige Secondlookoperationen mit erneuten Nekrosektomien, Hämatom- und Serumräumungen notwendig.

Weniger invasiver Zugang (less invasiv): Liegen keine Kompressionen von Nervenwurzeln oder hochgradige Fehlstellungen bei Sakrumfrakturen vor, so kann der Fixateur interna auch über weniger invasive kleine Inzisionen im Bereich der hinteren Beckenkämme und unter Durchschieben der Querverbindungen subkutan eingebracht werden. Auch die nach kranial hin einzubringenden Pedikelschrauben können über relativ kleine Inzisionen in Höhe der Dornfortsätze L4/L5

eingebracht und die Längsträger durchgeschoben werden. Die dafür zur Verfügung stehenden Hakenlängsträger mit Madenschrauben erleichtern die Arbeit.

Postoperative Behandlung

Mithilfe der Fixateur-interne-Montage (DSDO) kann eine hohe Stabilität des Beckenringes erreicht werden, sodass die einwirkenden Kräfte auf das Sakrum bei Mobilisation neutralisiert werden (**Abb. 6**). Sie lässt deshalb eine frühzeitige Mobilisation mit Bettrandsitzen am zweiten postoperativen Tag zu. Falls möglich, beginnt die Mobilisation sobald der Patient gehfähig ist, mit einer Teilbelastung von 20 kg für 8 bis 14 Tage auf der verletzten Beckenseite. Bei sicheren Osteosynthesen und guter Knochenqualität ist eine zunehmende Vollbelastung der verletzten Beckenhälfte bereits ab der ersten Woche postoperativ möglich. Die Entfernung des Osteosynthesematerials sollte wegen der Überbrückung von intakten Bewegungssegmenten (ISG, Bandscheibensegmenten L4/L5/S1) nach 6–9 Monaten gemacht werden.

Eigene Ergebnisse

In unserer Abteilung wurden im Zeitraum vom 1.1.1996 bis 31.7.2001 180 Beckenfrakturen operativ versorgt. Dabei lag in 35 Fällen eine Typ-C-Verletzung mit instabilen Sakrumfrakturen vor. Es handelt sich um 20 Männer und 15 Frauen. Das Durchschnittsalter betrug 36 Jahre (13–78 Jahre). Von den 35 instabilen Sakrumfrakturen waren nach Denis 7 in der Zone 1, 27 in der Zone 2 (transforaminale Frakturen) und 1 zentrale Sakrumfraktur entsprechend der Zone 3 nach Denis. In 12 Fällen lag ein bereits präoperativ erkennbares ausgedehntes Weichteildecollement mit Hämatombildung im lumbosakralen Übergang bzw. über der Glutealregion zum Teil mit Abscheren der Glutealmuskulatur von der Beckenschaufel vor (Morell, Lavallé-Läsion). Bei 27 Patienten

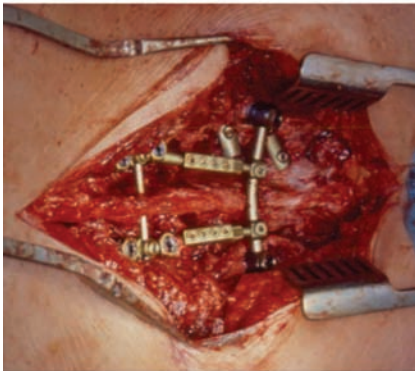
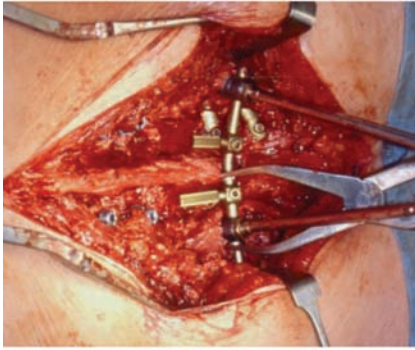


Abb. 6 Intraoperativer Befund nach Stabilisierung einer beidseitigen Sakrumfraktur, Querverbindung spina iliaca posterior (1) und Abstützung auf L4 und L5 (2), sowie Röntgenergebnisse (3) mit zusätzlicher Stabilisierung des vorderen Beckenringes beim polytraumatisierten Patienten.

war die Sakrumfraktur einseitig. In 8 Fällen lag eine beidseitige Sakrumfraktur vor (**Abb. 7**). Präoperativ konnte bei den Verletzten eine frakturbedingte neurologische Symptomatik beobachtet werden. Der größte Teil der Patienten war mehrfach verletzt und bereits bei Einlieferung intubiert, so dass präoperativ keine genauere neurologische Untersuchung möglich war. Der durchschnittliche PTS-Wert (Polytraumaschlüssel Hannover) lag bei 29 mit einer Schwankungsbreite von 12–66. Die Intensivbehandlungsdauer betrug zwischen 0 und 23 Tagen im Durchschnitt 6,3 Tage. Während des

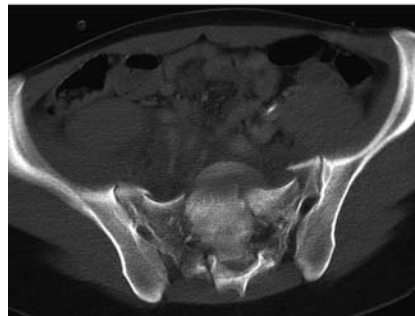


Abb. 7 Sakrumfraktur beidseits, Denis II rechts, Denis III links, Unfallröntgen (1), CT-Diagnostik (2), DSDO, Stabilisierungsergebnis (3).

stationären Aufenthalts verstarb keiner der Patienten.

PTS (Polytraumaschlüssel Hannover):
 Ø 29 Punkte (12–66)
 Schweregrad I (–19 Punkte)
 10 Patienten
 Schweregrad II (20–34 Punkte)
 16 Patienten
 Schweregrad III (35–48 Punkte)
 7 Patienten
 Schweregrad IV (→ 49 Punkte)
 2 Patienten

Operationszeitpunkt

Die operative Versorgung erfolgte unter Berücksichtigung der vorliegenden Begleitverletzungen. Der Großteil der Verletzten war n=27 und wurde innerhalb von 72 h nach dem Trauma stabilisiert.

In allen Fällen erfolgte eine kraniale Abstützung der betroffenen Beckenseite über eine Pedikelschraube in L4 bzw. L5. Eine quere Stabilisierung beider hinteren Beckenkämme wurde in 29 Fällen durchgeführt, 14-mal in Kombination mit einer lokalen Plattenosteosynthese. Die Dekompression der Nervenwurzeln im Bereich des Os Sakrums wurde 15-mal praktiziert. Zusätzlich einzeitiges oder zweizeitiges ventrales Vorgehen zur Stabilisierung des vorderen Beckenringes, war 19-mal notwendig.

Komplikationen

An Komplikationen fanden wir 5 Wundhämatome bzw. Serome, die ein operatives Vorgehen notwendig machten. Dabei befanden sich 3 infizierte Situationen, die einen Teil ME (lokale Platten) beinhalteten. Bei Entlassung waren alle Operationswunden abgeheilt. Des Weiteren fanden wir 2 Wundrandnekrosen, zwei Schraubenlockerungen (lokale Platten) und 1-mal eine Lockerung des Fixateur interne. Diese Patienten wurden konservativ bis zur Metallentfernung behandelt.

Nachuntersuchungsergebnisse

Nachuntersucht werden konnten 20 von 21 Patienten mit instabiler Sakrumfraktur im Zeitraum vom 1.1.1996 bis 30.6.1999 und im Durchschnitt nach 23 Monaten (7–48 Monaten) nachuntersucht werden. Klinische und radiologische Nachuntersuchung erfolgten entsprechend der Kriterien der Beckengruppe der DGU [9]. In 18 Fällen konnte röntgenologisch die knöcherne Heilung des hinteren Beckenringes nachgewiesen werden. Einmal fand sich eine Fehlstellung von über 5 mm. Bei 2 Patienten wurde eine posteriore Fehlstellung von 5–10 mm festgestellt. Pseudarthrosen fanden wir nicht. Bei 13 Verletzten wurde klinisch ein gutes Ergebnis erzielt, bei 5 Patienten war der klinische Verlauf mäßig, bei 2 Patienten schlecht. Von den 5 Patienten mit präoperativ festgestellter neurologischer Symptomatik verbesserte er sich bei 2 Patienten. 1 Patient konnte bei der Nachuntersuchung nicht erreicht werden (s. Tabelle).

Schlussfolgerung

Die Auswertung der Sammelstatistik der Beckengruppe der DGU ergab bei einem Gesamtkollektiv von 156 Beckenringfrakturen einen Anteil von 20,3% Typ-C-Verletzungen [10]. Nur die Hälfte dieser Patienten unterlag einer operativen Versor-

Nachuntersuchung: (1 Pat. zur NU nicht erreicht)	Ø 23 Monate (7–48) postop.	n = 20
Männer: Frauen		11 : 9
Alter:		33 (13–68)
Frakturlokalisierung (nach Denis)	Zone 1	7
	Zone 2	12
	Zone 3	1
einseitig 15	zweiseitig 5	
Weichteildecollement		6
neurolog. Symptomatik (präop. diagnostiziert)		5
Rö: Ausheilung	anatomisch (< 5 mm)	18 (90%)
	Fehlstellung (5–10 mm)	2 (10%)
	Pseudarthrosen	0
klinisch:	gut	13 (65%)
	mäßig	5 (10%)
	schlecht	2 (10%)
Neurologie:	persistierend	3

gung. Bei 11,8% der Typ-C-Instabilitäten wurde eine Sakrumfraktur osteosynthetisch angegangen. Die Therapieverfahren waren unterschiedlich: die Plattenosteosynthese mit iliakaler Überbrückung, mit Gewindestäben, transiliosakraler Schraubenosteosynthese und überbrückende Plattenosteosynthese und lumbopelvine Distraktionsspondylodese. Jede dieser Stabilisierungsmethoden hat typische Komplikationsmöglichkeiten und Indikationsbeschränkungen. Nachteile der Plattenosteosynthese sind schwierige Verankerung bei lokalen Trümmerzonen und bei schlechter Knochenqualität. Die Nachbehandlung muss sehr vorsichtig und unter Teilbelastung erfolgen um eine sekundäre Dislokation zu vermeiden. Der von Käch und Trentz, sowie von Josten favorisierte lumbopelvine Fixateur interne zeigt eine gute Stabilität und ermöglicht eine Frühmobilisation auch unter stärkerer Belastung [2, 3, 14]. Es wird gezeigt, dass nur bei 3 Patienten von 48 ein Korrekturverlust erfolgte. Nachteil dieses Verfahrens ist die Überbrückung von unverletzten Bewegungssegmenten und die Perforation des intakten Iliosakralgelenkes mit Spongiosa-schrauben. Die Spätschäden durch die Überbrückung von intakten Bewegungssegmenten sind jedoch als gering anzusehen. Die Entfernung des Materials sollte nach 6 bis 9 Monaten erfolgen. Die Indikation zur Anwendung von Gewindestäben bei unverschobenen Sakrumfrakturen ist gelegentlich gegeben, wird jedoch kaum noch durchgeführt. Die offene und auch perkutan zum Teil mithilfe der Navigation durchgeführten transiliosakra-

len Verschraubung ist technisch schwierig. Lange Strecken bis zur Verankerung im Korpus S1 und S2 sind intraossär zu durchqueren. Trotz entsprechender intraoperativer Bildwandlerkontrolle ist die Gefahr von sakralen Nervenwurzel- und Iliakalgefäßverletzungen bei falscher Bohrrichtung und sekundär durch Dislokation nicht zu vernachlässigen. Durch Navigation werden die Risiken minimiert.

Mit der dorsalen Sakrumdistanzosteosynthese kann auch bei schweren Dislokationen im Bereich des hinteren Beckenringes eine anatomische Rekonstruktion mit sehr hoher Stabilität erzielt werden. Durch die konstruktionsbedingte Winkel- und Rotationsstabilität erlaubt sie auch bei komplexen Verletzungen die Frühmobilisierung und beugt so immobilisationsbedingten Komplikationen vor. Eine vollständige knöcherne Ausheilung in anatomischer Stellung wird erreicht. Mithilfe der Repositionsgeräte aus dem Wirbelsäulen- und Beckeninstrumentarium der AO lassen sich gute Repositionen und Korrekturen erreichen. Eine weniger invasive Methode mit gezielten Hautschnitten über den einzubringenden Pedikelschrauben bzw. Beckenschrauben ist gut möglich und entsprechen dem Trend hin zu weichteilschonenden minimalinvasiven Operationsverfahren.

Die Infektrate nach dorsalem Zugang zum Beckenring wird wesentlich durch begleitende Weichteilschäden insbesondere bei Komplextraumata beeinflusst. Hämatome und evtl. infizierte Serome sind die Hauptkomplikationen. Die Infektrate

wird bei fehlendem Weichteilschaden mit 7,2% als oberflächlicher Infekt, bei Vorliegen eines Komplextraumas mit 21,5% angegeben [3, 17]. Diese Komplikationen erfordern ein rechtzeitiges evtl. mehrzeitiges Vorgehen bis zur Sanierung. Sie lassen sich jedoch durch schonendes operatives Vorgehen und rechtzeitiges Intervenieren vermeiden oder minimieren.

Bei den Ergebnissen konnten wir in allen Fällen eine knöcherne Ausheilung der instabilen Sakrumfraktur erreichen und damit Pseudarthrosen mit erheblichen Beschwerden vermeiden. In 90% wird eine radiologische, anatomische Heilung des Beckenringes erzielt und die sekundäre Stabilität voll erreicht. Nichtsdestotrotz sind die Frakturen im Sakrumbereich und deren chirurgische Versorgung eine Domäne der erfahrenen Chirurgen. Die Polytraumaversorgung mit anschließender intensivmedizinischer Betreuung der Patienten muss gewährleistet sein. Mithilfe der internen winkelstabilen Osteosyntheseverfahren kann früh mobilisiert und postoperative Komplikationen, besonders intensivmedizinische Schäden, vermieden werden.

Literatur

- 1 Denis F, Steven D, Comfort T. Sacral fractures. An important problem, retrospective analysis of 236 cases. *Clin Orthop* 1988; 22: 67–81
- 2 Josten Ch, Schildhauer Ta, Muhr G. Therapie instabiler Sakrumfrakturen bei Beckenringbrüchen. *Chirurg* 1994; 65: 970–975
- 3 Käch K, Trentz O. Distraktionsspondylodese des Sacrums bei „Vertical-shear-Läsionen“ des Beckens (1994)
- 4 Kellam JF. The role of external fixation in pelvic disruptions. *Clin Orthop* 1989; 241: 66–72
- 5 Matta J, Saucedo T. Internal fixation in pelvic disruptions. *Clin Orthop* 1987; 242: 83–97
- 6 Nothofer W, Neugebauer R. Die transpedikuläre Abstützosteosynthese bei instabilen Beckenringverletzungen Typ C. *Wiss. Referate 77. Tagung Vereinigung der Bayerischen Chirurgen e. V. Regensburg 20.–22.7.2000*, S. 72–73, K.-W. Jauch, H. Bauer, G. Metak (Hrsg.) Krankenhaus Gunzenhausen, Albert-Schweitzer-Str. 90, 91709 Gunzenhausen Krankenhaus Barmherzige Brüder, Prüfeninger Str. 86, 93049 Regensburg Hieronymus Buchreproduktions GmbH, München (2000)
- 7 Pohlmann T, Gänsslen A, Kiessling B, Bosch U, et al. Indikationsstellung und Osteosynthesetechniken am Beckenring. *Unfallchirurg* 1992; 95: 197–204
- 8 Pohlmann T, Gänsslen A, Tscherne H. Die Sakrumfraktur. *Unfallchirurg* 2000; 103: 769–786
- 9 Pohlmann T, Gänsslen A, Tscherne H. Die Problematik der Sakrumfraktur. *Klinische Analyse von 377 Fällen. Der Orthopäde* 1992; 21: 400–412

- ¹⁰ Pohlemann T, Tscherne H, Baumgärtel F, Egbers HJ, Euler E, Maurer F, Fell M, Mayr E, Quirini WW, Schlickewei W, Weinberg A. Beckenverletzungen: Epidemiologie, Therapie und Langzeitverlauf. Unfallchirurgie 1996; 98: 160–167
- ¹¹ Pohlemann T, Tscherne H. (). Die operative Therapie von Sakrumfrakturen. Operat Orthop Traumatol 1996; 8 (1): 55–72
- ¹² Pohlemann T. Pelvic ring implants, assessment and concepts of surgical management in Rüedi, T. P., Murphy, W. M., AO Principles of Fracture Management. Thieme Verlag (2000)
- ¹³ Rommens PM, Vanderschot PM, De Boedt P, PL Surgical management of pelvic ring disruptions. Indications, technique and functional results. Unfallchirurgie 1992; 95: 445–462
- ¹⁴ Schildhauer TA, Josten C, Muhr G. (). Die trianguläre Osteosynthese instabiler Sakrumfrakturen. Operative Orthopädie und Traumatologie 2001; 13: 27–42
- ¹⁵ Siemeth A, Müllner T, Kukla C, Vecsei V. Begleitverletzungen beim schweren Beckentrauma. Unfallchirurgie 2000; 103: 572–581
- ¹⁶ Tile M. Fracture of pelvis and acetabulum. Williams & Wilkins, Baltimore, London, Los Angeles (1984)
- ¹⁷ Tscherne H, Pohlemann T. Becken und Acetabulum Springer Verlag, Berlin, Heidelberg, New York, Tokyo 1998; S. 163–188

Prof. Dr. med. Rainer Neugebauer
Chefarzt der Abteilung für Unfall-, Wiederherstellung-, Handchirurgie und Sportmedizin

Krankenhaus Barmherzige Brüder
Prüfeninger Straße 86
D-93049 Regensburg

Dr. med. Wilhelm Nothofer
Chefarzt der Unfallchir. Abt.

Krankenhaus Gunzenhausen
Albert-Schweizer-Str. 90
D-91709 Gunzenhausen