

Die operative Therapie von Sakrumfrakturen

Tim Pohlemann, Harald Tscherne*

Surgical Treatment of Sacral Fractures

Summary

- Indications** Sacrum fractures accompanied by unstable type C pelvic ring fractures with and without neurologic deficits.
- Contraindication** Type A and B pelvic ring fractures Severe osteoporosis.
- Surgical Technique** Stabilization of unstable pelvic ring injuries.
Direct exposure of fracture and neural elements through a posterior approach.
Internal fixation with plates from AO small fragment set, applying tension band principle.
Stabilization of the anterior part of the pelvic ring (symphysis pubis) through an anterior approach completes the operation (see Figures).
- Postoperative Management** After 3rd or 4th postoperative day partial weight bearing on injured side.
Unilateral, well reduced fractures: full weight bearing after 6 weeks.
Comminuted, bilateral fractures: full weight bearing after 12 weeks.
Regular assessment of neurologic status.
Physiotherapy.
- Possible Complications** Haemorrhage from presacral plexus.
Iatrogenic injuries of the neural elements.
Thromboembolism, delayed healing, avulsion of implants.
- Results** Since 1989 thirteen patients were treated with the here described technique, their mean age: 31.1 years (22 to 62).
Six had neurologic deficits, see Table 1 for details.
In 11 instances transforaminal and twice central sacral fractures were stabilized.
Anatomical reduction achieved in 9 patients, persistent vertical displacement of 5 mm seen in 2 patients, displacement of 10 mm in 1 patient. Secondary displacement of 3 mm in 1 patient.
Follow up of 10 out of 12 surviving patients: average 28 months (12 to 52): 3 excellent results, 3 good results, 4 satisfactory results (according to rating scale in Table 2). Bony consolidation occurred in all sacral fractures.

*Unfallchirurgische Klinik der Medizinischen Hochschule Hannover (Direktor: Prof. Dr. H. Tscherne)

Vorbemerkungen

Sakrumfrakturen werden vor allem aufgrund schwerer Allgemeinverletzungen häufig übersehen: So fanden zum Beispiel Denis et al. [3] noch 1988 in einer retrospektiven Studie von 236 Sakrumfrakturen über 50% übersehene Frakturen. Deshalb konnte auch bis heute die Inzidenz einer Sakrumfraktur im Rahmen einer Beckenverletzung nicht genau angegeben werden: Wakeley (1930) [23] und Noland u. Conwell (1933) [13] nahmen zunächst 4,0%, dann 11,7% an. In aktuellen Untersuchungen kleinerer Serien geben Gibbons et al. (1990) [7] und Isler u. Ganz (1990) [9] ein Vorkommen in 17,4 und 69,4% an. Große Serien enthalten übereinstimmend Raten um 30% (Denis et al. 1988 [3], Pohlemann et al. 1992 [16]).

Die erste grundlegende Analyse zur Einteilung der Sakrumfrakturen publizierten Denis et al. (1988) [3]. Ihre Klassifikation beruht auf der bis dahin größten Serie von 236 Frakturen (Abbildung 1). Zuvor hatte Bonin (1945) [2] schon eine Klassifikation vorgelegt und auf die hohe Rate von neurologischen Ausfällen hingewiesen.

Sakrale Nervenschäden entgehen häufig der primären Diagnostik, da offensichtliche motorische Ausfälle bei Verletzungen distal der Nervenwurzel S2 nicht mehr beobachtet werden. Störungen der Sphinkterfunktionen sind außerdem bei den überwiegend „intensivpflichtigen“ Patienten zunächst nicht erkennbar. Angaben über die Inzidenz der Nervenschäden schwanken beträchtlich. In großen Serien liegt sie zwischen 21,6% (Denis et al. 1988 [3]) und 34,1% (Gibbons et al. 1990 [7]). Beide Autorenteam beobachten in Abhängigkeit vom anatomischen Frakturverlauf eine Zunahme der Nervenschäden von lateral nach zentral (5,6% bis 60,0%). Nach unseren Erfahrungen liegt zwar die Gesamtinzidenz der Nerven-

schäden bei 30%, sie hängt aber in erster Linie vom Ausmaß der Beckenringinstabilität ab und erst sekundär vom anatomischen Frakturverlauf im Sakrum (Pohlemann et al. 1992 [16]).

Die Therapie der Sakrumfraktur wird noch kontrovers diskutiert. Während über die Indikation zur internen Stabilisierung von instabilen Beckenringfrakturen vom Typ C nach Pennal et al. (1980) [14] weitgehend Einigkeit herrscht, ist die Implantatwahl zur Osteosynthese dieser Frakturen noch strittig (Egbers et al. 1992 [5], Havemann u. Schroeder 1982 [8], Kellam et al. 1987 [10], Tile u. Pennal 1980 [21], Wild et al. 1982 [24]). Eine Reihe von Untersuchungen belegen weiterhin, daß mit alleiniger externer Fixation keine ausreichende Stabilität erreicht werden kann (Bell et al. 1988 [1], Egbers et al. 1992 [5], Rubash et al. 1983 [18], Vécsei 1988 [22]). Die derzeit zur Osteosynthese verwendeten Implantate, wie zum Beispiel Sakrum-Gewindestäbe („Harrington-bars“), die ilioiliakalen Platten („Double-cobra plate“) und die transiliosakralen Zugschrauben (Mears et al. 1988 [11], Müller et al. 1991 [12], Tile u. Pennal 1980 [21]) sind teilweise zu voluminös, und alle überbrücken außerdem das Sakroiliakalgelenk im Sinne einer Transfixation. Die zur Reposition und Platzierung der Implantate benötigten ausgedehnten Weichteilablösungen gehen in bis zu 30% mit Wundheilungsstörungen einher (Simpson et al. 1987 [20]). Werden gedeckte Verfahren, wie zum Beispiel die transiliosakrale Zugschraubenosteosynthese angewendet, muß in der Regel auf eine anatomische Reposition verzichtet werden, obwohl gerade diese in Verbindung mit einer Nervendekompression am Sakrum erforderlich ist (Denis et al. 1988 [3], Gibbons et al. 1990 [7], Schmidek et al. 1984 [19], Wörsdörfer u. Magerl 1980 [25]). In nur wenigen Arbeiten beschäftigen sich Autoren mit einer „Miniaturisierung“

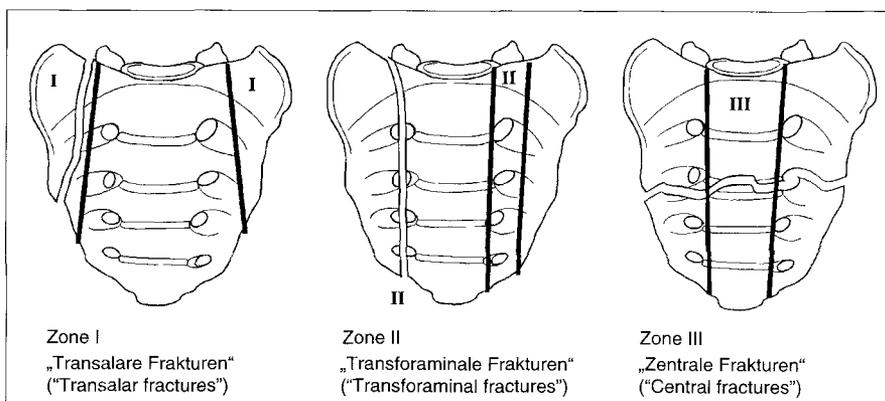


Abb. 1 Klassifikation der Sakrumfrakturen nach Denis et al. (1988) [3].

der Implantate; Ecke u. Völkel (1984) [4] beschrieben zum Beispiel eine sogenannte „Schnürsenkelosteosynthese“ zur Stabilisierung einer Sakrumfraktur.

Erst die Kombination einer frühen Stabilisierung der Fraktur mit einem entsprechenden Verfahren und einer gleichzeitigen Nervendekompression läßt ein befriedigendes Behandlungsergebnis erwarten.

Operationsprinzip

Dorsale Stabilisierung einer instabilen Sakrumfraktur als Teil einer translatorisch instabilen Beckenringverletzung mit Osteosynthesematerial aus dem AO-Kleinfragmentset, wie zum Beispiel DC-Platten, H-Platten und Drittelrohrplatten. Über einen unilateralen, medianen oder seitlich versetzten Schnitt ergibt sich nach Distraction der Fragmente eine gute Einsicht in die Frakturflächen mit der Möglichkeit, Knochenfragmente, die Nervenwurzeln irritieren, zu extrahieren. Die Implantate wirken als Zuggurtung für den hinteren Beckenring. Nach Umlagerung des Patienten muß eine vordere Beckenringläsion zusätzlich in Standardtechnik (Symphysenplatte, supraacetabulärer Fixateur externe, transpubische Zugschrauben) fixiert werden, um eine ausreichende Stabilität zu erreichen.

Vorteile

Dorsaler Längsschnitt mit schonender Ablösung der Weichteile genügt.

Kleinimplantate tragen unter den dünnen Weichteilen wenig auf.

Gute Übersicht über die gesamte Frakturfläche.

Nervendekompression mit Fragmentextraktion ist möglich.

Anatomische Reposition des Sakrums unter Sicht.

Frühmobilisation unter Teilbelastung möglich.

Nachteile

Die anatomische Orientierung bei der Verschraubung ist schwierig.

Es ist eine zusätzliche ventrale Stabilisierung des Beckenrings erforderlich.

Technisch anspruchsvoller Eingriff.

Indikationen

Sakrumfrakturen als Teil instabiler Beckenringfrakturen vom Typ C.

Sakrumfrakturen mit neurologischen Ausfällen im Bereich des Plexus sacralis und nachgewiesenen Fragmenten im Zentralkanal oder in den Foramina sacralia.

Kontraindikationen

Stabile Sakrumfrakturen vom Typ A.

Rotationsinstabile Verletzungen vom Typ B. Hier ist eine alleinige ventrale Stabilisierung des Beckenrings ausreichend.

Nicht stabilisierter Allgemeinzustand; kein Notfall-eingriff!

Ausgeprägte Osteoporose.

Patientenaufklärung

Thrombotische und embolische Komplikationen.

Intraoperativer Blutverlust; gegebenenfalls Fremdblutgabe erforderlich.

Verbleibende Nervenwurzelläsionen bei Wurzelaußverletzungen oder intraoperativer Manipulation.

Wundinfektion.

Implantatausriß mit Repositionsverlust bei Schraubenfehlagen und/oder nicht berücksichtigten Trümmerzonen.

Implantatentfernung nach etwa zwölf Monaten empfehlenswert, aber nicht zwingend notwendig, da kein Gelenk überbrückt wird.

Operationsvorbereitung

Thromboseprophylaxe nach einem Hochrisikoschema, zum Beispiel mit Heparin über Perfusor (prä-

operativ 150 IE/kg KG 24 bis 8 Stunden vor dem Eingriff, dann ab Operation 5000 IE subkutan; postoperativ 150 IE/kg KG 24 bis 48 Stunden, danach 300 IE/kg KG 24 Stunden bis zur Mobilisation).

Beckenübersichtsaufnahme, Schrägaufnahmen (Inlet- und Outlet-Aufnahme). Feinschichtige Computertomographie des hinteren Beckenrings mit Sakrum. Möglichst CT-Rekonstruktionen mit Sagittal- und Frontalschnitten und 3D-Darstellung. Dabei Suche nach Knochenfragmenten im Bereich des Zentralkanals und der Foramina.

Eingehender neurologischer Status einschließlich Elektromyogramm, bei polytraumatisierten Patienten nur eingeschränkt möglich.

Gegebenenfalls urologische Untersuchung.

Bereitstellung von drei Einheiten Blutkonserven à 500 cm³ und Cell saver.

Blasenkatheter.

Perioperative Antibiotikaphylaxe, zum Beispiel Cefzolidin 1mal 2 g intravenös eine Stunde präoperativ.

Gegebenenfalls postoperative Intensivtherapie.

Instrumentarium

- Vollständiges Beckeninstrumentarium.
- AO-Schrauben- und Plattenset (Kleinfragmentimplantate).
- AO-H-Platten.
- Großer AO-Distraktor.
- Repositionszangen.
- Oszillierender Bohraufsatz und Dreilippenbohrer.

Lagerung

- Bauchlagerung mit Kissenunterstützung an Becken und Thorax bei frei hängendem Abdomen.
- Möglichkeit der intraoperativen Bildwandlerkontrolle mit Inlet- und Outlet-Einstellung. Dazu muß bei seitlich herangeführtem C-Arm die Möglichkeit bestehen, eine jeweils 30° kraniokaudale und kaudokraniale Einstellung des Strahlengangs zu erreichen. Hiermit kann das Os sacrum axial und anterior-posterior projiziert werden.
- Nach Lagerung des Patienten in Bauchlage Kontrolle der BildwandlerEinstellung.
- Vorreinigung des Operationsgebiets mit Seife und Alkohol. Trocknen und Abkleben mit Vliestüchern.
- Sterile Abdeckung von Höhe L4 bis zur Steißbeinspitze und beidseits lateral der dorsalen Beckenkämme (bis an den Scheitelpunkt der Cristae iliacae).

Operationstechnik

Abb. 2 bis 15

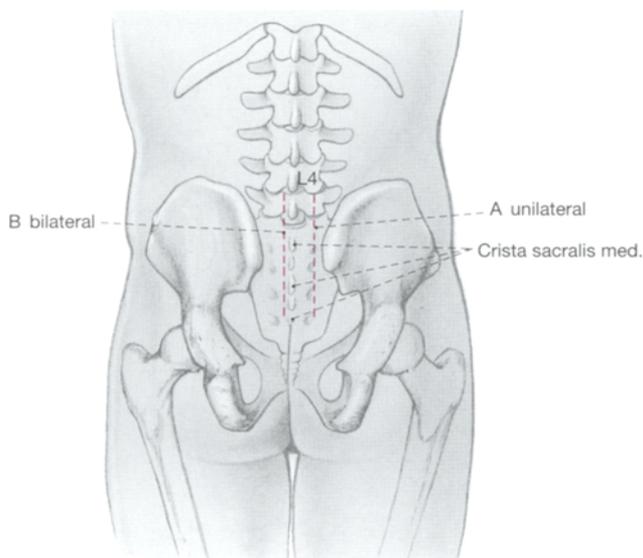


Abb. 2 Die „landmarks“ werden getastet und eingezeichnet: Dornfortsatz L5, die Spina iliaca posterior superior mit dorsalem Beckenkamm und die Crista sacralis mediana sowie in ihrer distalen Verlängerung der Beginn der Rima ani.

Die Schnittführung ist abhängig vom Frakturtyp. Bei der transforaminalen Sakrumfraktur ist die Darstellung der Sakrumrückfläche nur einseitig nötig. Längsschnitt in der Mitte zwischen der Crista sacralis mediana und dem dorsalen Beckenkamm von L4 bis S4 (Schnittführung A). Transalare und zentrale Sakrumfrakturen: Wenn eine bilaterale Exposition der Sakrumrückfläche notwendig ist, medianer Längsschnitt knapp neben der Crista sacralis mediana, um Narbenschmerzen beim Aufliegen zu vermeiden (Schnittführung B).

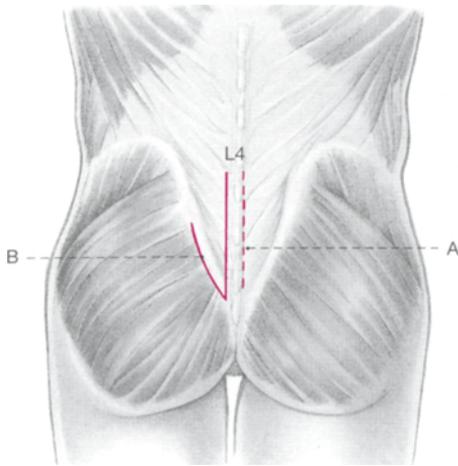


Abb. 4 Exposition der Sakrumrückfläche durch Retraktion der Muskulatur nach lateral (A) oder durch Abheben des gesamten Muskelbauchs nach kranial mittels Haltenaht (B). Ist die beidseitige komplette Darstellung der Sakrumrückfläche erforderlich, können beidseits die Ausläufer der Rückenmuskulatur nach kranial abgehoben werden.

Abb. 5 Wichtige Orientierungspunkte zur Implantatlage sollten aufgesucht werden: Querfortsatz L5 und kraniale Begrenzung der Pars lateralis des Os sacrum. Direkt distal des Querfortsatzes L5 wird durch Palpation mit dem Zeigefinger die Orientierung der „Sakrumschulter“, das heißt der kranialen Begrenzung der Pars lateralis, bestimmt. Das Facettengelenk L5/S1 definiert den wichtigen Eintrittspunkt für die mediale Implantatverankerung im Körper von S1. Die Crista sacralis intermedia zeigt „sichere“ knöcherne Zonen des zentralen Sakrums an. Die Crista sacralis mediana markiert die Mittellinie. Die Crista iliaca dorsalis begrenzt den Ansatz der Ligamenta sacroiliaca dorsalia und damit den dorsalen Zugang zum Sakroiliakgelenk. Die Ligamente verhindern aber gleichzeitig den direkten Einblick in das Sakroiliakgelenk und müssen teilweise abgelöst werden, wenn laterale Schrauben eingebracht werden. Durch Einsetzen eines Spickdrahts läßt sich der räumliche Verlauf des Sakroiliakgelenks in der Regel gut feststellen.

Abb. 6 Darstellung im Schnittmodell des Sakrums. Ein Sagittalschnitt am Knochenmodell durch die Foramenebene läßt erkennen, daß genau in der Mitte zwischen den Foramina eine feste Knochensubstanz liegt. Hier können Schrauben ohne Gefahr der Perforation in den Zentralkanal eingedreht werden.

◀ **Abb. 3** Schnittführung A: Inzision der Fascia lumbosacralis neben ihrem Ansatz an der Crista sacralis mediana. Die sakralen Ausläufer der Rückenmuskulatur werden mit Raspatorium und elektrischem Messer von der Rückfläche des Sakrums abgelöst und nach lateral abgedrängt. Schnittführung B: Ist die Übersicht nicht ausreichend – besonders die Darstellung des teilweise weit ventral liegenden Sakrumanteils S1 kann erschwert sein –, wird die Faszie zusätzlich von der Crista iliaca dorsalis bis zur Höhe der Spina iliaca posterior superior abgelöst.

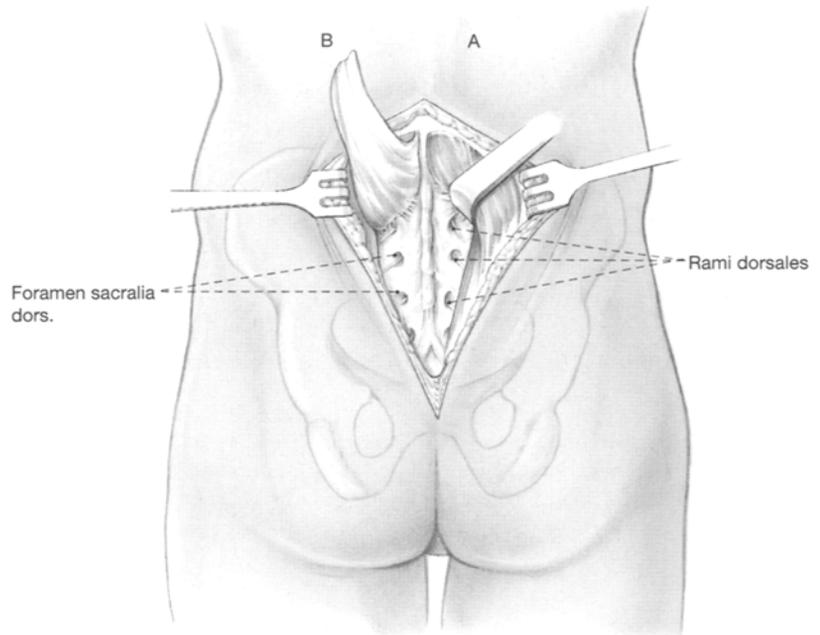


Abb. 4

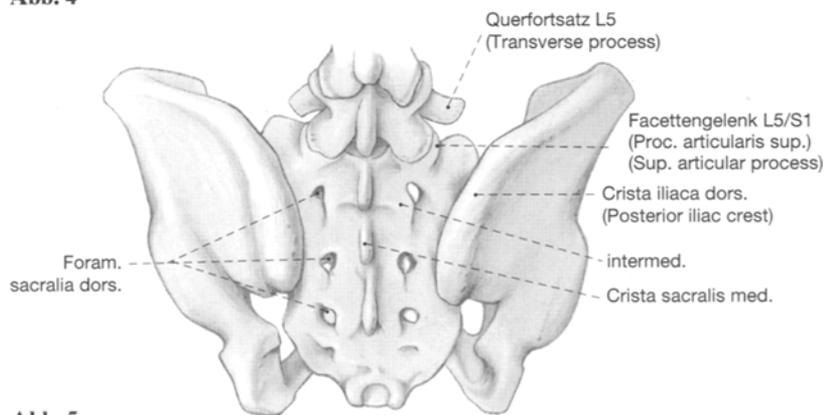


Abb. 5

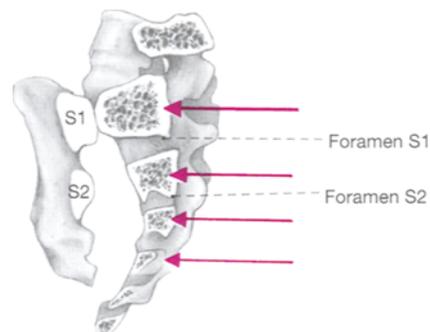


Abb. 6 ▶

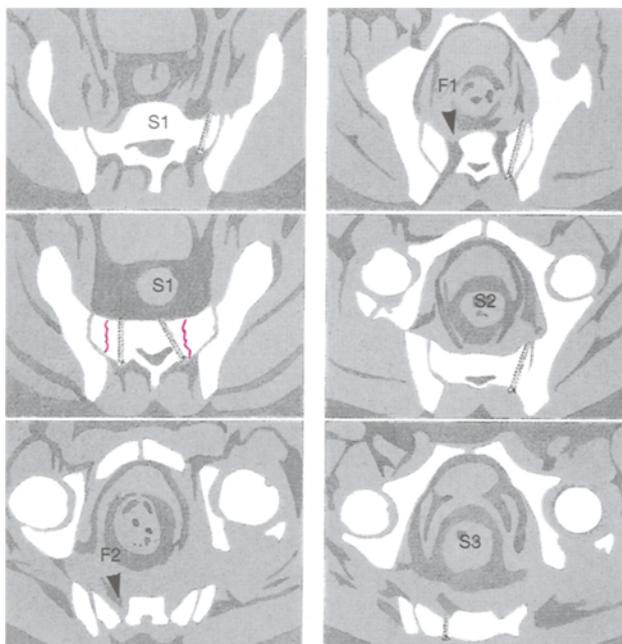


Abb. 7 Mit Hilfe von computertomographischen Schnitten lassen sich die Regionen zur Verankerung von Schrauben im Sakrum darstellen. Da bei fehlerhafter Bohrrichtung die Gefahr der Perforation in den Zentralkanal, der Foramina sowie der Verletzung von ventral des Sakrums liegenden vaskulären Strukturen besteht, wird die ausschließliche Verwendung des oszillierenden Bohraufsatzes in Verbindung mit dem Dreilippenbohrer dringend empfohlen.

Laterale Schraubeneinlage: Der Eintrittspunkt wird so weit lateral als möglich gewählt, um die fester werdende Knochensubstanz in der Region nahe des Sakroiliakgelenks auszunutzen. Die Orientierung der Schraubenrichtung ist grundsätzlich parallel zum Sakroiliakgelenk. In Höhe von S1 muß zusätzlich die Orientierung der kranialen Sakrumbegrenzung beachtet werden. Innerhalb des Sakrums ist die Bohrung gefahrlos; eine lange ventrale Perforation durch den Bohrer kann die Vasa iliaca interna gefährden!

Mediale Schraubeneinlage: S2 bis S4: Die Eintrittspunkte liegen auf der Verbindungslinie der Foramina exakt in der Mitte zwischen zwei Foramina. Von dieser Position aus wird in der Sagittalebene senkrecht zur dorsalen Sakrumkortikalis gebohrt. S1: In Höhe S1 liegt der Eintrittspunkt der Schraube oder Schrauben direkt distal der Begrenzung des Processus articularis superior.

Die Schraubenrichtung wird entsprechend dem Frakturverlauf

variiert: a) Frakturlinie lateral des Foramens (transalare Fraktur): Die Schraubenrichtung liegt genau in der Sagittalebene und senkrecht zur dorsalen Sakrumkortikalis. Die kraniokaudale Inklination wird parallel zur kranialen Sakrumbegrenzung ausgerichtet. b) Transforaminale Frakturlinie: Es wird eine „transpedunkuläre“ Schraubeneinlage angestrebt. Eine Neigung des Bohrers um maximal 20° nach lateral ermöglicht eine transpedunkuläre Schraubeneinlage bis zum Promontorium. Eine weitere Neigung birgt die Gefahr der Perforation in den Zentralkanal.

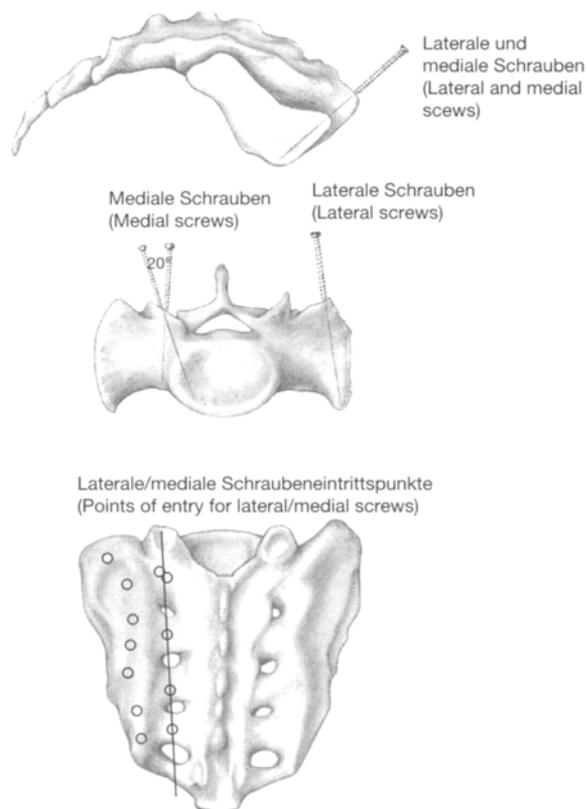


Abb. 8 Schematische Darstellung der Schraubenrichtungen S1 in zwei Ebenen. Die anhand der CT-Schnitte erläuterte Schraubenrichtung wird nochmals in der anatomischen Ansicht in zwei Ebenen verdeutlicht. Die im Modell erkennbare Richtung der einzelnen Schrauben muß intraoperativ exakt beim Bohren unter Berücksichtigung der angegebenen „landmarks“ eingehalten werden. Bestehen Unsicherheiten, wird die Bohrrichtung unter Bildwandlereinstellung kontrolliert.

Abb. 9a ▶

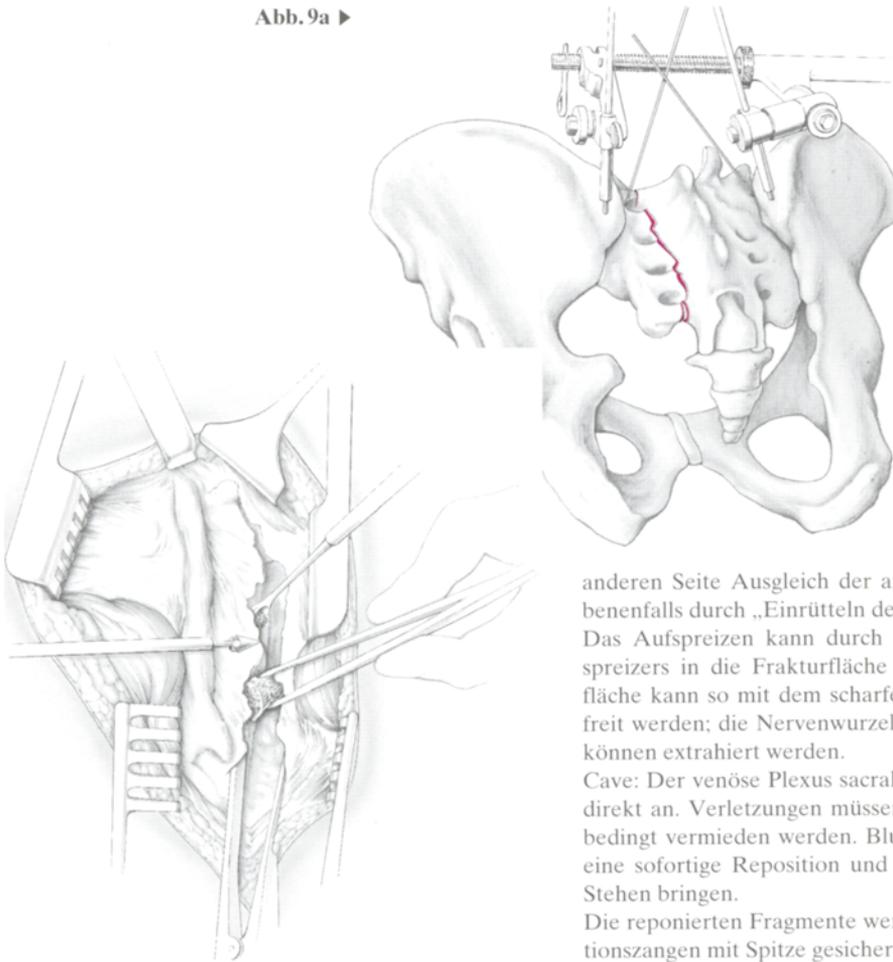


Abb. 9a und 9b Nervendekompression und Reposition der Fraktur. Bei starker Dislokation: Einsetzen von zwei 5-mm-Schanz-Schrauben im Bereich der Spinae iliacae posteriores superiores über Stichinzisionen. Der große AO-Distraktor wird angelegt (a). Das Einsetzen von zwei langen Spickdrähten der Stärke 1,8 oder 2,0 mm in die Sakroiliakalgelenke erleichtert die Orientierung für den Bohrvorgang zur Positionierung der Schanz-Schrauben und auch für die späteren Bohrungen im Sakrum.

Durch Distraction Spreizen der Frakturflächen, durch Verkanten Ausgleichen des Höhenversatzes, durch Anheben der einen oder

anderen Seite Ausgleich der anterioposterioren Verschiebung, gegebenenfalls durch „Einrütteln der Fraktur“.

Das Aufspreizen kann durch Einsetzen eines großen Arthrodesenspreizers in die Frakturfläche unterstützt werden (b). Die Frakturfläche kann so mit dem scharfen Löffel vorsichtig von Hämatom befreit werden; die Nervenwurzeln komprimierende Knochenfragmente können extrahiert werden.

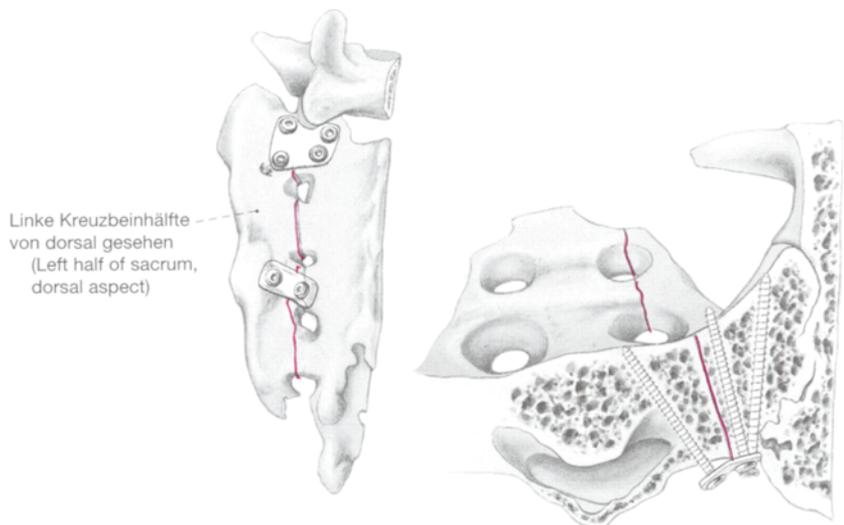
Cave: Der venöse Plexus sacralis liegt der ventralen Sakrumkortikalis direkt an. Verletzungen müssen aufgrund starker Blutungsgefahr unbedingt vermieden werden. Blutungen lassen sich in der Regel durch eine sofortige Reposition und Kompression der Frakturflächen zum Stehen bringen.

Die reponierten Fragmente werden durch Einsetzen von zwei Repositionszangen mit Spitze gesichert.

Frakturstabilisierung und Implantatewahl

Abb. 10 Transforaminale Sakrumfraktur („lokale Kleinfragmentosteosynthese“): Die Frakturlinie wird an mindestens zwei Stellen überbrückt (S1 und S3 oder S4). Zugeschnittene H-Platten bieten ausreichend Möglichkeiten zur Besetzung mit Schrauben auf engem Raum und werden entsprechend der individuellen anatomischen Gegebenheiten angepaßt. Die Platte versteift die im Bereich der Dorsalseite des ersten und zweiten Sakralkörpers sehr dünne Kortikalis und verhindert ein Einsinken der Schrauben. Wir verwenden hier einen Prototyp mit zwei eng beieinander liegenden medialen Schraubenlöchern und einer erhöhten Plattensteifigkeit.

Schraubenlängen von 50 bis 70 mm geben einen ausgezeichneten Halt. Die zusätzliche distale Überbrückung der Frakturlinie ist unerlässlich, da sich in biomechanischen Untersuchungen gezeigt hat, daß es unter Belastung besonders distal zum Aufspreizen der Fraktur kommt. An mindestens einer zusätzlichen Position werden Drittelrohrplatten, besser H-Platten, angebracht, bevorzugt in Höhe von S3 und S4.



Schraubenlängen von 50 bis 70 mm geben einen ausgezeichneten Halt. Die zusätzliche distale Überbrückung der Frakturlinie ist unerlässlich, da sich in biomechanischen Untersuchungen gezeigt hat, daß es unter Belastung besonders distal zum Aufspreizen der Fraktur kommt. An mindestens einer zusätzlichen Position werden Drittelrohrplatten, besser H-Platten, angebracht, bevorzugt in Höhe von S3 und S4.

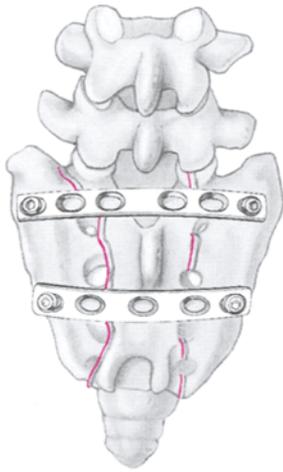


Abb. 11

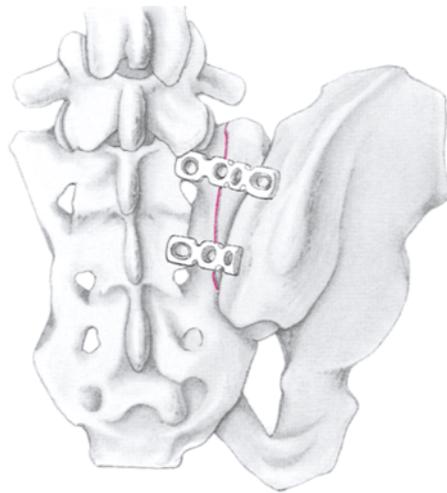


Abb. 12 ▶

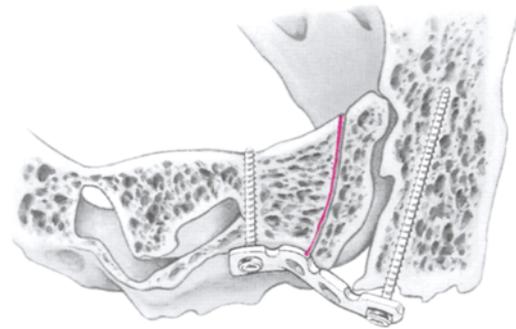
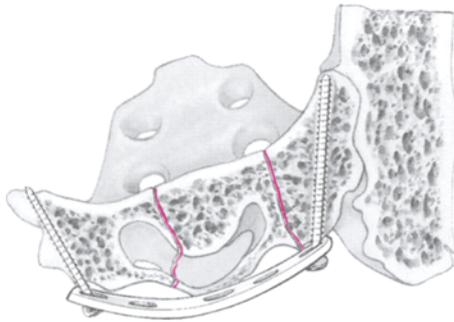


Abb. 11 Transforaminale Sakrumfrakturen mit Trümmerzonen und ausreichend großem lateralen Fragment sowie zentrale Frakturen: Hier läßt sich nur durch Übergreifen der Mittellinie eine ausreichende Stabilisierung erreichen. Zwei 3,5-mm-Kleinfragment-DC-Platten werden in Höhe von S1 und S3 an die Sakrumoberfläche angeformt. Die Dornfortsätze werden eingekerbt oder besser „getunnelt“. Die Platten werden mit jeweils einer Schraube parallel zum Sakroiliakgelenk in der Pars lateralis des Sakrums fixiert. Im Bereich der Crista sacralis intermedia können zusätzliche Schrauben plaziert werden. Es muß unbedingt auf einen guten Schraubenhalt auch in der ventralen Sakrumkortikalis geachtet werden.

Bei zentralen Frakturen wird durch die schräge Lage der Schrauben ein guter Kompressionseffekt erzielt. Bei Trümmerzonen muß eine Kompression der Frakturzone vermieden werden. Die Platte wirkt als „Distanzosteosynthese“. Die Platten werden entsprechend länger gewählt, um den Kompressionseffekt zu vermeiden. In diesen Fällen muß die Platte besonders gut in die Crista sacralis mediana eingefalzt werden.

Abb. 12 Transalare Frakturen mit kleinem Pars-lateralis-Fragment und transalare Trümmerfrakturen: In diesen Fällen läßt sich in der Pars lateralis des Os sacrum kein Implantat verankern. Die Transfixation des Sakroiliakgelenks läßt sich nicht vermeiden; die Implantate werden lateralseitig im Os ilium fixiert. Die Platten (H-Platten, Rekonstruktionsplatten) werden an die mediale Iliumseite angeformt. Sie sollten die dorsale Crista iliaca mit mindestens einem Plattenloch erreichen. Zwischen den beiden Kortikalisblättern des Os ilium können extrem lange Schrauben mit ausgezeichneter Haltekraft verwendet werden. Die Außenseite des Iliums muß nicht freigelegt werden.

Zur Os-sacrum-Fixation wird eine unilaterale Fixation in der oben beschriebenen Technik angestrebt. Ist sie aufgrund der Frakturcharakteristik (Trümmerzonen, Frakturlinien medial des Processus articularis superior) nicht möglich, werden die Implantate auf der Gegenseite in der Pars lateralis des Sakrums verankert. Gegebenenfalls kann durch weitere mediale Schrauben zusätzliche Stabilität erreicht werden. Als Implantate haben sich kleine DC-Platten oder Rekonstruktionsplatten bewährt.

Die Verwendung des Bildwändlers ist prinzipiell nicht notwendig. Bei Unsicherheiten über die korrekte Orientierung der Schrauben: Überprüfung mittels Durchleuchtung in anterior-posterioren Inlet- und Outlet-Projektionen. Die Orientierung des Sakroiliakgelenks im Raum läßt sich durch seitliches Schwenken des Bildwändlers darstellen („Ala- und Obturator-Einstellungen“).

Wundverschluss: Nach Einlage einer oder zweier Saugdrainagen wird die Fascia lumbosacralis mit resorbierbarem Nahtmaterial verschlossen. Es wird dabei Gewebe im Bereich der Crista sacralis mediana mitgefaßt, um Taschenbildungen zu vermeiden. Hautverschluß mit Einzelnähten 3 – 0.

Nach Anlage eines sterilen Verbands wird der Patient vorsichtig in die Rückenlage umgedreht. Beim Drehen des Patienten wird der Beckenring manuell ständig in der Frontalebene komprimiert.

Nun wird der vordere Beckenring stabilisiert. Dies ist notwendig, da die beschriebene Osteosynthese am Sakrum im Sinne einer Zuggurtung wirkt und ihre Stabilität nur bei geschlossenem vorderem Beckenring erreicht.

Folgende Methoden werden empfohlen (Pohlemann et al. 1992 [17]):

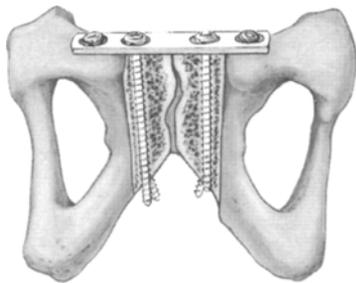


Abb. 13 Symphyse ruptur: Standardverplattung mit der schmalen Vier-Loch-DC-Platte über Pfannenstielquerschnitt. Von einer Fixateur-externe-Behandlung wird aufgrund der mit zwölf bis 16 Wochen sehr langen Heilungszeit der Symphyse abgeraten.

Abb. 14 Transpubische Instabilität, auch beiderseits. Einfacher, beiderseits supraazetabulär von vorne eingebrachter Fixateur. Aufgrund der kurzen Heilungszeit der Scham- und Sitzbeinäste wird er nach drei Wochen entfernt. Die bis dahin aufgetretene Kallusbildung stabilisiert den vorderen Beckenring ausreichend.

Abb. 15 Symphyse ruptur mit transpubischer Instabilität. Nach Symphyseverplattung wird der Schambeinast über eine parasymphysär eingebrachte, lange 3,5-mm-Zugschraube in den vorderen Pfeiler des Azetabulums stabilisiert. Diese Versorgung läßt sich ohne Schnitterweiterung durchführen. Alternativ wird nach der Symphyseverplattung ein zusätzlicher supraazetabulärer Fixateur externe eingebracht. Postoperative Anfertigung einer Beckenübersichtsaufnahme.

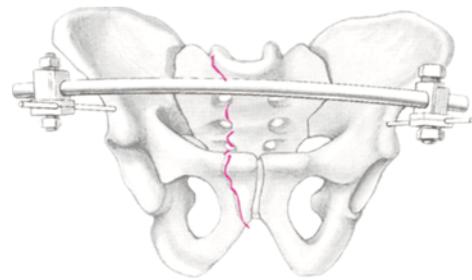


Abb. 14

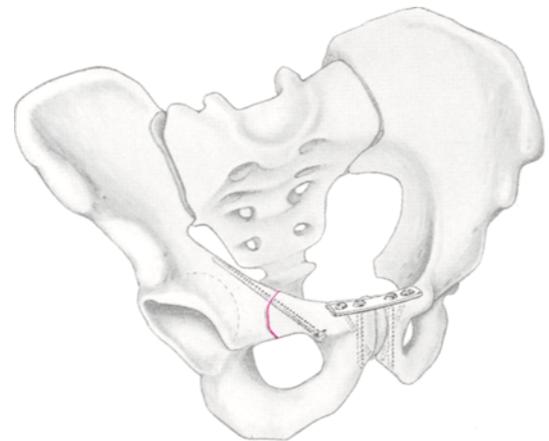
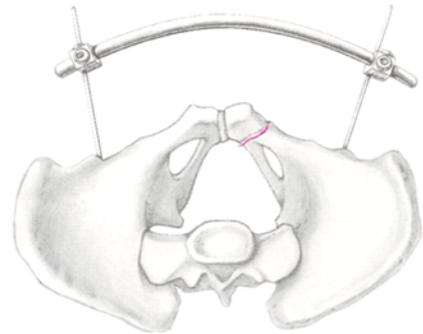
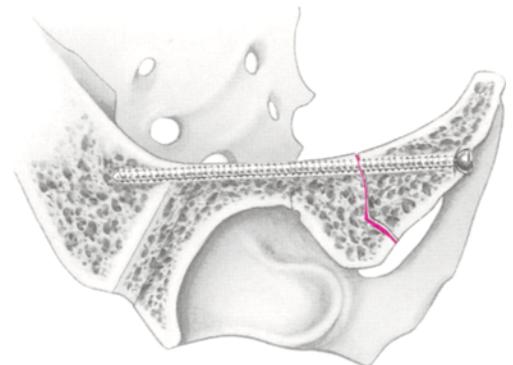


Abb. 15



Postoperative Behandlung

Lagerung auf dem Rücken. „Drainagepflege“ und Entfernung des Drains nach zwei Tagen. Entfernen des Blasenkatheters am ersten postoperativen Tag oder bereits nach Extubation. Lassen die Begleitverletzungen eine Frühmobilisation zu, kann ab dem zweiten Tag das Sitzen geübt werden. Ab dem dritten bis vierten Tag Mobilisation an Gehstützen unter Teilbelastung der betroffenen Extremität.

Abschluß der Thromboseprophylaxe, sobald die Mobilisationszeit mehr als vier Stunden täglich beträgt.

Frühzeitige neurologische Kontrolluntersuchung, in der Regel nach Abnahme der Verbände und Rückbildung der Schwellung.

Sofortige Teilbelastung der Extremität mit etwa 10 bis 15 kg unter Abrollen des Fußes. Bei einfachen Frakturtypen wird die Teilbelastung für sechs Wochen, bei komplizierten Frakturtypen (Trümmerzonen, bilaterale Frakturen) für zwölf Wochen beibehalten. Danach Steigerung der Belastung innerhalb von zwei Wochen bis zur Vollbelastung. Während der Teilbelastung wird krankengymnastische Bewegungstherapie verordnet.

Vor Entlassung Anfertigung einer Beckenübersichtsaufnahme und Inlet- und Outlet-Aufnahmen. Hierbei Beurteilung von residualen Fehlstellungen (kranial-kaudal sowie anterior-posterior) und gegebenenfalls Implantatlagenänderungen nach Mobilisation. Wiederholung der Röntgenkontrollen nach sechs und zwölf Wochen.

Bei manifesten Nervenausfällen langfristige neurologische Kontrollen und entsprechende Physiotherapie, gegebenenfalls urologische Therapie.

Implantatentfernung nach zwölf Monaten; bei älteren Patienten werden die Implantate belassen.

Intra- und postoperative Komplikationen

Blutungen aus dem präsakralen Venenplexus: Ursache kann die zu starke Distraction bei der Reposition sein oder ein unvorsichtiges Vorgehen beim Débridement der Frakturflächen. In der Regel läßt sich durch sofortige Kompression der Frakturflächen eine Blutstillung erreichen. Notfalls ist eine Tamponade durchzuführen.

Schraubenlage im Zentralkanal: Ursache sind die fehlende Darstellung der Eintrittspunkte und falsche

Bohrerrichtungen. Ein Verlassen des Knochens ist durch sorgfältiges Bohren mit oszillierendem Bohrer in der sogenannten „Schlagbohrertechnik“ zu verhindern. Im Zweifelsfall muß die Bohrerorientierung durch Aufsuchen der „landmarks“ überprüft werden. Zusätzliche Sicherheit gibt die Überprüfung mit Bildwandler.

Schrauben geben keinen Halt: Ursache kann eine falsche Schraubenlage oder eine Trümmerzone sein, die primär nicht diagnostiziert wurde. Bestehen Zweifel an der Stabilität der Osteosynthese, ist das Verfahren zu wechseln. Mit einer ilioliakalen Verplattung läßt sich in jedem Fall eine stabile Osteosynthese erreichen. Die Stabilität der Versorgung hat Vorrang vor dem Ziel der Verankerung der Implantate nur im Sakrum.

Zunehmende neurologische Ausfälle postoperativ: Ursache können Fehllagen der Schrauben oder eine Überkompression von Trümmerzonen sein. Es muß eine sofortige CT-Untersuchung die Ursache der Nervenkompression klären helfen. Im Anschluß daran unverzügliche operative Revision.

Pseudarthrosen: Pseudarthrosen im Sakrum sind selten und werden nur bei fehlender Stabilität beobachtet. Im eigenen Krankengut kamen sie nach interner Stabilisierung nicht vor.

Thrombotische und embolische Komplikationen: Frakturen im Beckenring sind mit einem erhöhten Thromboserisiko verbunden. Eine ausreichende medikamentöse Prophylaxe ist deswegen unumgänglich. Besonders bei Patienten, bei denen eine sofortige und ununterbrochene Thromboseprophylaxe nach einem Hochrisikoschema nicht sicher bestätigt werden kann (zugewiesene Patienten), wird ein Screening mit der Duplex-Sonographie, im Zweifelsfall auch eine Abklärung mit Phlebographie empfohlen. Nach neuesten Erkenntnissen bietet eine kernspintomographische Untersuchung des Beckens die höchste Sensitivität für okkulte Thrombosen in der Bekenetage.

Fehler und Gefahren

Ungenauere Präparation: Nur die exakte Präparation mit Darstellung aller angegebenen „landmarks“ erlaubt die gefahrlose Positionierung der Schrauben. Andernfalls droht die Schraubenlage im Zentralkanal mit der Möglichkeit iatrogenen Nervenschäden.

Bohren ohne oszillierenden Bohraufsatz: Bei einer Perforation in den Zentralkanal kann es durch den rotierenden Bohrer zu Ausrißverletzungen der Nervenwurzeln kommen.

Zu weit ventrale Präparation und Reposition: Es kann zur Verletzung des präsakralen Venenplexus mit erheblichen Blutungskomplikationen kommen. Identifizierbare Gefäßläsionen lassen sich gegebenenfalls durch die Fraktur umstechen, ansonsten sofortige Reposition und Kompression, unter Umständen mit Einlage von Fibrinschwämmen oder temporärer Tamponade mit „Rollen“.

Fehlender Schraubenhalt: Werden Kompromisse im Schraubenhalt akzeptiert, droht Implantateausriß mit sekundärer Dislokation. Im Zweifelsfall überbrückende Implantate (Sakralstäbe, ilioiliakale Platten) verwenden.

Ergebnisse

(Siehe auch Abbildungen 16a bis 16g und 17a bis 17d).

Zwischen 1972 und 1993 wurden an der Unfallchirurgischen Klinik der Medizinischen Hochschule Hannover 1899 Patienten mit Beckenverletzungen behandelt. 1409 dieser Patienten hatten Beckenringfrakturen erlitten, 421 (29,9%) gleichzeitig eine Sa-

krumfraktur. Insgesamt wurden 23 Osteosynthesen durchgeführt. Bis 1989 wurden verschiedene Verfahren angewendet: sechs Sakralstäbe, zwei transiliosakrale Zugschrauben, zwei überbrückende ilioiliakale Plattenosteosynthesen. Anatomische Ausheilungen waren nach zwei Stabilisierungen mit ilioiliakalen Plattenosteosynthesen zu beobachten. Eine dorsale residuale Fehlstellung bis 1 cm lag in vier Fällen nach Versorgung mit Sakralstäben und in einem Fall nach Bruch einer transiliosakralen Zugschraubenosteosynthese vor. Eine über 1 cm residuale dorsale Dislokation wurde in zwei Fällen nach Versorgung mit Sakralstäben ohne Stabilisierung des vorderen Beckenrings und in einem weiteren Fall nach Bruch einer transiliosakralen Zugschraubenosteosynthese beobachtet.



Abb. 16b



Abb. 16a



Abb. 16c

Abb. 16a bis 16c Ein 30-jähriger Patient stürzte bei Gerüstarbeiten 5 m ab und zog sich neben einer Fraktur LWK 2 und 3 eine instabile Beckenringverletzung vom Typ C1 nach Tile zu. Neben einer transpubischen Instabilität linksseitig besteht eine zentrale Sakrumfraktur. Neurologisch läßt sich ein sensibler Ausfall in Höhe S3 nachweisen. a) Auf der Beckenübersichtsaufnahme ist das Ausmaß der Verletzung nur bei genauer Durchsicht zu erkennen. Neben Frakturen im Bereich der Lineae arcuatae S1 und S2 links besteht rechtsseitig eine Kortikalisunterbrechung in Höhe S3. Als Ausdruck der Beckenringinstabilität besteht ein Querfortsatzabbruch L5 links. b und c) Inlet- und Outlet-Projektionen verdeutlichen eine gewisse Kranial- und Dorsalverschiebung der linken Beckenhälfte. Die transpubische Instabilität linksseitig kommt besser zur Darstellung. Der exakte Frakturverlauf im Sakrum bleibt jedoch weiter unklar.



Abb. 16d

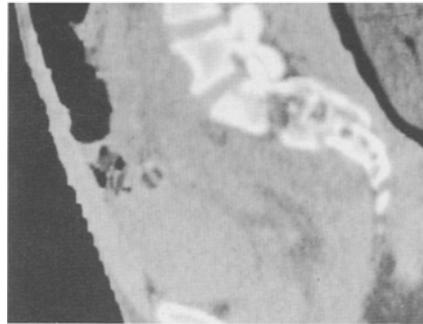
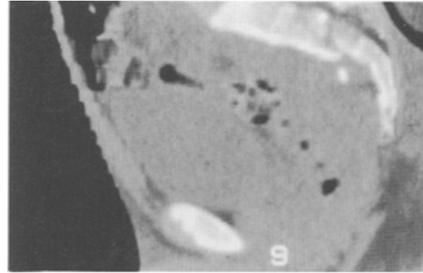


Abb. 16e ▶

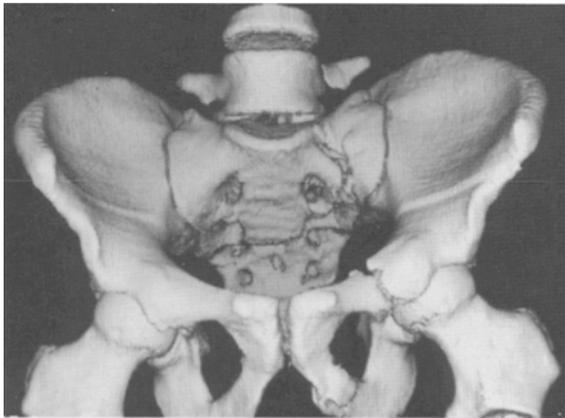


Abb. 16f



Abb. 16g

Abb. 16d bis 16g d) Das konventionelle CT bestätigt das Ausmaß der Sakrumfraktur, Fragmente befinden sich in der Zone der Foramina. e) Die Rekonstruktion des CT in der Sagittalebene zeigt eine deutliche Knickbildung des Sakrums im Übergang von S2 zu S3 mit einer Einengung des Zentralkanals. f) Die dreidimensionale Rekonstruktion des CT erlaubt eine bessere räumliche Orientierung über den exakten Frakturverlauf. Die Oberflächenstruktur läßt sich allerdings nur mit Vorsicht interpretieren. Durch den zur dreidimensionalen Darstellung nötigen Rechenalgorithmus können Trümmerzonen unter einer virtuellen „Oberfläche“ verdeckt sein. Zur Beurteilung der Knochenqualität zur Schraubenplatzierung ist das native CT heranzuziehen. g) Nach offener Einrichtung und Extraktion von Fragmenten aus dem Zentralkanal und des Bereichs der Foramina S1 und S2 linksseitig wurde in Höhe S1 die Stabilisierung mit einer Sakrumspezialplatte durchgeführt. Die Fraktur wurde zusätzlich in der Höhe von S3 mit einer queren Kleinfragment-LCDC stabilisiert. Die korrespondierende Stabilisierung des vorderen Beckenrings erfolgte durch einen einfachen supraazetabulär eingebrachten Fixateur externe für drei Wochen.



Abb. 17a



Abb. 17b



Abb. 17c

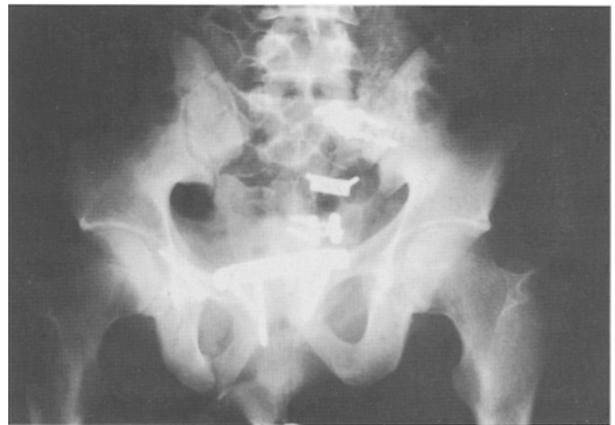


Abb. 17d

Abb. 17a bis 17d Ein 22-jähriger Kfz-Mechaniker wird unter einer versagenden Hebebühne im Beckenbereich eingeklemmt. Neben einer Lungenkontusion besteht im Beckenbereich eine instabile Verletzung des Typs C1 nach Tile mit Symphysenruptur, transpubischer Instabilität rechts sowie einer transforaminalen Sakrumfraktur links. b und c) Das native CT und die dreidimensionale Rekonstruktion bestätigen den Frakturverlauf im Sakrum. d) Die Versorgung erfolgte zunächst von dorsal mit einer Sakrum-spezialplatte in Höhe S1 sowie zwei weiteren frakturüberquerenden Platten auf Höhe von S3 und S4. Der vordere Beckenring wurde durch eine Symphysenplatte und eine transpubische Schraube rechtsseitig stabilisiert.

Seit 1989 wurden nach den oben dargestellten Prinzipien 13 Patienten versorgt, über die hier berichtet wird:

Das Patientengut ist in Tabelle 1 aufgeschlüsselt. Das durchschnittliche Alter betrug 31,1 Jahre (22 bis 62 Jahre). Eine Patientin verstarb an den Folgen eines ARDS (Adult respiratory distress syndrome [post-traumatisches Lungenversagen]) (PTS [Hannover-Polytrauma-Schlüssel] 44 Punkte, dabei Schädel-Hirn-Trauma und Thoraxtrauma, Frakturen obere und untere Extremitäten, transforaminale Sakrum-trümmerfraktur, versorgt durch sakroiliakale Platten-osteosynthese). Die Unfallursache war in sechs Fällen ein PKW-Unfall (Fahrer und Beifahrer). Sechs

Patienten stürzten aus großen Höhen (dreimal suizidal, ein Fallschirmabsturz, ein Arbeitsunfall, ein Sturz aus unbekannter Ursache). Ein Patient wurde unter einer Hebebühne von einem abstürzenden PKW eingeklemmt.

Die Zahl der Begleitverletzungen war hoch, der durchschnittliche PTS betrug 29 Punkte (zwölf bis 48 Punkte). Eine isolierte Beckenverletzung lag bei keinem Patienten vor.

Bei elf Patienten konnten primäre neurologische Untersuchungen durchgeführt werden; bei zwei Patienten war dies aufgrund des erlittenen Polytraumas primär nicht möglich. Neurologische Ausfälle wurden bei sechs Patienten festgestellt:

Alter (Jahre)	Geschlecht	PTS	Zusatzverletzungen	Frakturtyp Sakrum	Komplikationen	Neurologie	Röntgenologisch	Klinisch Becken	Outcome	Ergebnis Becken	Bemerkungen
42	w	34	SHT, Th, Abd, UE	Zentral	Dislokation 5 mm	Präoperativ unbekannt, postoperativ keine	2	4	2	Gut	
32	w	13	SHT, WS	Transforaminal	Keine	Präoperativ Plexusaffektion, postoperativ unbekannt	-	-	-	-	Nachuntersuchung verweigert
64	w	17	SHT, Th	Transforaminal	Keine	Präoperativ S2 sensibel, komplette Remission	3	4	3	Sehr gut	
26	m	13	SHT	Transforaminal	Keine	Keine	3	4	3	Sehr gut	
50	m	36	SHT, Th, Abd	Transforaminal	Sekundäre Dislokation 3 mm	Keine	2	2	3	Befriedigend	
35	m	48	SHT, Th, OE, UE	Transforaminal	Dislokation 5 mm	Keine	2	4	1	Gut	
26	w	46	SHT, Th, OE, UE, WS	Zentral	Keine	Präoperativ Plexusläsion, postoperativ keine	3	3	3	Gut	
62	w	34	SHT, Th, OE, UE	Transforaminal mit transalerer Trümmerzone	Verstorben (ARDS)	Präoperativ unbekannt	-	-	-	-	Verstorben
22	m	42	SHT, Th, Abd, OE, UE	Transforaminal	Keine	Präoperativ Plexusläsion + ED, nur ED verbleibt	3	2	3	Befriedigend	
26	w	37	Th, OE, UE	Transforaminal	Dislokation 10 mm (Schwangerschaft)	Keine	1	4	3	Befriedigend	
45	m	37	Th, OE, UE	Zentral	Keine	Keine	-	-	-	-	Keine Nachuntersuchung (Schizophrenie)
22	m	20	SHT, Th	Transforaminal	Keine	L5 motorisch + sensibel gebessert. ED bleibt	3	2	3	Befriedigend	
30	m	12	WS	Zentral	Keine	Sensibel L2 und S3, komplette Remission	3	4	3	Sehr gut	

SHT = Schädel-Hirn-Trauma; Th = Thoraxtrauma; Abd = Abdominalverletzung mit operativer Revision; OE = Frakturen obere Extremitäten; UE = Frakturen unterer Extremitäten; WS = Wirbelsäulenverletzungen; ED = erektile Dysfunktion.

Tabelle 1. Eigenes Krankengut der in den Jahren 1989 bis 1993 operierten Sakrumfrakturen.

1. Nach transforaminaler Sakrumfraktur bestand eine *Plexus-lumbosacralis-Affektion*, die sich während des klinischen Aufenthalts besserte.
2. Nach transforaminaler Fraktur bestand eine *sensible Symptomatik S2*. Nach Entfernung eines wurzelkomprimierenden Fragments war die neurologische Symptomatik rückläufig und in der Nachkontrolle nach 43 Monaten nahezu verschwunden.
3. Nach transforaminaler Fraktur lag eine *periphere Läsion des Plexus lumbosacralis* vor. Nach offener Reposition und Stabilisierung mit querer Platte war das neurologische Defizit nicht mehr nachweisbar.
4. Nach transforaminaler Sakrumfraktur fanden wir eine *sensible Läsion des Plexus lumbosacralis* sowie eine *erektiler Dysfunktion*. Elf Monate nach der Operation waren keine sensiblen oder motorischen Ausfälle mehr nachweisbar, die erektiler Dysfunktion besteht weiter.
5. Nach transforaminaler Sakrumfraktur stellten wir eine *Großzehenheberschwäche* mit sensiblem Ausfall im Interdigitalraum 1/II sowie erektiler Dysfunktion fest. Nach Reposition und Stabilisierung mit Kleinfragmentspezialplatte waren keine neurologischen Ausfälle bei persistierender erektiler Dysfunktion mehr nachweisbar.
6. Nach Absturz kam es zu einer Fraktur des ersten und zweiten Lendenwirbelkörpers sowie einer zentralen Sakrumfraktur mit Kompression des Zentralkanals in Höhe S3. Neurologisch fiel eine *sensible Symptomatik L2 sowie S3* auf. Nach operativer Versorgung beider Verletzungen mit Dekompression des Zentralkanals sind keine neurologischen Ausfälle nachweisbar.

Folgende Osteosynthesen wurden durchgeführt:

Es bestanden elf transforaminale Frakturen, in vier Fällen mit Trümmerzonen. In fünf Fällen wurde ohne Überquerung der Mittellinie mit Kleinfragmentimplantaten stabilisiert, in fünf Fällen quere DC-Platten verwendet; in drei Fällen wurden diese mit distalen H-Platten ergänzt. In einem Fall einer transforaminalen und transalaren Trümmerzone wurden quere Rekonstruktionsplatten im Os ilium verankert.

In zwei Fällen bestanden zentrale Frakturen, sie wurden mit queren DC-Platten stabilisiert.

Alle Patienten wurden zusätzlich am vorderen Beckenring stabilisiert; bei Symphysenrupturen wurde

eine Symphysenverplattung vorgenommen, bei transpubischen Instabilitäten die Anlage eines supraazetabulären Fixateur externe für die Dauer von drei Wochen.

Die operative Versorgung fand durchschnittlich zehn Tage nach dem Unfall (fünf bis 20 Tage) statt.

In neun Fällen konnte die Fraktur in anatomischer Position stabilisiert werden, in zwei Fällen verblieben 5 mm kraniale Dislokation. In einem Fall wurde bei bestehender Gravidität eine Dislokation von 10 mm ohne Stufenbildung akzeptiert. Eine sekundäre Dislokation wurde nur einmal beobachtet: Nach transforaminaler Trümmerfraktur war der Halt der medialen Schraube in S1 nicht sicher. Nach der Mobilisation kam es zu einer einmaligen sekundären Dislokation von 3 mm ohne klinische Folgen.

Komplikationen

Perioperative lokale Komplikationen waren nicht zu beobachten. Alle Wunden heilten primär. Die zwölf überlebenden Patienten wurden im Schnitt 4,6 Tage nach der operativen Versorgung (vier bis sechs Tage) mobilisiert. Eine Teilbelastung an Unterarmgehstützen wurde für sechs Wochen eingehalten.

Kontrolluntersuchungen: Von zwölf überlebenden Patienten wurden zehn im Minimum zwölf Monate nach der Operation nachkontrolliert (zwölf bis 52 Monate, Durchschnitt 28 Monate). Ein Patient befand sich in einer geschlossenen psychiatrischen Anstalt, eine Patientin verweigerte die Nachuntersuchung.

Bewertungskriterien (Tabelle 2)

Die Nachuntersuchung umfaßte eine klinische und radiologische Untersuchung. Da die Rate der Begleitverletzungen bei Beckenfrakturen hoch ist, läßt sich das „Ergebnis“ der Behandlung nur schwer einschätzen. Es wurde deswegen zunächst eine Beurteilung folgender Einzelergebnisse vorgenommen:

- I: Radiologisches Ergebnis (Maximum drei Punkte).
 - II: Klinisches Ergebnis Beckenring inklusive neurologischer, urologischer und sexueller Probleme (Maximum vier Punkte).
 - III: „Restitutio“ nach der „Summe aller Verletzungen“ (Maximum drei Punkte).
- Das Ergebnis aus I und II wurde zu einem „Gesamtergebnis Becken“ zusammengefaßt. Dabei wurden 7

Punkte	I. Radiologisches Resultat (maximal 3 Punkte)
3	Posterior anatomische Heilung Fehlstellung vorderer Beckenring, Symphyse <5 mm und/oder Maximale Fehlstellung Scham-/Sitzbein <10 mm
2	Maximale posteriore Fehlstellung 5 mm und/oder Maximale Fehlstellung vorderer Beckenring, Symphyse 6–10 mm und/oder Maximale Fehlstellung Scham-/Sitzbein 10–15 mm
1	Posteriore Fehlstellung >5 mm und/oder Fehlstellung vorderer Beckenring, Symphyse >10 mm und/oder Maximale Fehlstellung Scham-/Sitzbein >15 mm
Punkte	II. Klinisches Resultat (maximal 4 Punkte)
4	Keine Schmerzen Kein neurologisches Defizit Kein urologisches Defizit Keine funktionellen Einschränkungen.
3	Schmerzen nach intensiver Belastung, keine Analgetika Leichte funktionelle Einschränkungen (gelegentliches Hinken) Leichte sensible Nervenstörungen, subjektiv nicht störend
2	Nach Belastung immer Schmerzen, gelegentlich Analgetika Deutliche Funktionsbehinderung (Hinken, Gehstock) Motorische Nervenstörungen nicht behindernd und/oder ausgedehntere Sensibilitätsstörungen ohne Verlust der Schutzsensibilität Miktionsstörungen ohne Restharnbildung und/oder erektile Dysfunktion oder andere Sexualstörungen, die subjektiv nicht behindernd empfunden werden
1	Dauerschmerzen, Ruheschmerzen, häufig Analgetika Dauerhafte beckenbedingte Benutzung von Gehstützen oder Rollstuhl Behindernde motorische Nervenstörungen und/oder sensible Störungen mit Verlust der Schutzsensibilität Miktionsstörungen mit Restharnbildung und/oder subjektiv behindernder erektiler Dysfunktion oder anderen Sexualstörungen, Blasen- oder Mastdarminkontinenz
Punkte	III. „Restitutio“ (maximal 3 Punkte)
3	Unveränderte Berufstätigkeit wie vor Unfall Freizeit und Sportverhalten unverändert Unveränderte soziale Situation
2	Eingeschränkte Tätigkeit im alten Beruf Umschulung im Gange oder abgeschlossen Verminderter sportlicher Aktivitätsgrad Leichte Einschränkungen in sozialen Kontakten Gelegentliche externe Hilfe erforderlich
1	Unfallbedingt berufsunfähig oder Behindertentätigkeit Deutlich eingeschränkte Freizeitaktivitäten, kein Sport. Sozial deutlich eingeschränkt oder desintegriert Häufig fremde Hilfe erforderlich
Zusammenfassende Beurteilung der Summe aus I und II als „Ergebnis Becken“: 7 Punkte „Sehr gut“, 6 Punkte „gut“, 5 und 4 Punkte „befriedigend“, 3 und 2 Punkte „schlecht“	

Tabelle 2. Bewertungskriterien.

Punkte als „sehr gut“, sechs Punkte als „gut“, fünf und vier Punkte als „befriedigend“ und drei und zwei Punkte als „schlecht“ beurteilt.

Nachuntersuchungsergebnis

Vier der neun Patienten gaben noch Schmerzen an, die als „tiefe Rückenschmerzen“ und/oder Schmerzen im hinteren Beckenring zu charakterisieren waren. Bei zwei Patienten traten diese Beschwerden erst nach längerer Belastung auf, bei einem Patienten nach leichter Belastung, ein weiterer Patient klagte über Schmerzen auch in Ruhe beim Sitzen. Bei keinem dieser Patienten war die Gehdauer unter einer Stunde eingeschränkt.

Radiologisch waren die Frakturen in allen Fällen knöchern verheilt. Ein Implantateversagen war nicht zu beobachten. In drei Fällen kam es zu Schraubenlockerungen, in einem Fall zu einer sekundären Dislokation von 3mm, in zwei Fällen verblieb die Reposition unverändert. Implantatbrüche oder Ausrisse kamen nicht vor. Eine Implantatentfernung wurde zwischenzeitlich bei sieben Patienten durchgeführt.

Von den sechs Fällen, bei denen primär eine neurologische Störung nachweisbar war, waren die Veränderungen in vier Fällen zum Zeitpunkt der Nachuntersuchung nicht mehr vorhanden. Bei einem der beiden verbleibenden Patienten kam es zwar zur Rückbildung einer Sensibilitätsstörung, eine traumatisch bedingte erektile Dysfunktion blieb bestehen. Im zweiten Fall war eine im Verlauf unveränderte, traumatisch bedingte erektile Dysfunktion nachweisbar.

Die Gesamtbeurteilung „Ergebnis Becken“ war in drei Fällen „sehr gut“, in drei Fällen „gut“, in vier Fällen „befriedigend“ und in keinem Fall „schlecht“.

Literatur

1. Bell, A., R. Smith, T. Brown, J. Nepola: Comparative study of the Orthofix and Pittsburgh frames for external fixation of unstable pelvic ring fractures. *J. Orthop. Traumatol.* 2 (1988), 130–138.
2. Bonin, J.: Sacral fractures and injuries to the cauda equina. *J. Bone Jt Surg.* 27 (1945), 113–127.
3. Denis, F., D. Steven, T. Comfert: Sacral fractures: an important problem, retrospective analysis of 236 cases. *Clin. Orthop.* 227 (1988), 67–81.
4. Ecke, H., W. Völkel: Operative Maßnahmen und Ergebnisse bei Verletzungen des knöchernen Beckenringes mit Ausnahme der Acetabulumfraktur. *Hefte Unfallheilk.* 164 (1984), 234–239.
5. Egbers, H., F. Draijer, D. Havemann, W. Zenker: Stabilisierung des Beckenringes mit Fixateur externe. *Orthopäde* 21 (1992), 363–372.
6. Egbers, H., L. Schroeder, D. Havemann, H. Bömer: Indikationen für die äußere Stabilisation von Beckenringfrakturen. *Hefte Unfallheilk.* 164 (1984), 292–293.
7. Gibbons, K., D. Soloniuk, N. Razack: Neurological injury and patterns of sacral fractures. *J. Neurosurg.* 172 (1990), 889–893.
8. Havemann, D., L. Schroeder: Behandlung von Beckenringfrakturen mit Fixateur externe. *Akt. Traumatol.* 12 (1982), 83–85.
9. Isler, B., R. Ganz: Klassifikation der Beckenringverletzung. *Unfallchirurg* 93 (1990), 289–302.
10. Kellam, J. F., R. Y. McMurtry, D. Paley, M. Tile: The unstable pelvic fracture. *Operative treatment.* *Orthop. Clin. N. Amer.* 1 (1987), 25–41.
11. Mears, D., C. Capito, H. Deleeuw: Posterior pelvic disruptions managed by the use of the double cobra plate. *AAOS Instr. Course Lect.* 37 (1988), 143–150.
12. Müller, M., M. Allgöwer, R. Schneider, H. Willenegger: Manual of internal fixation, 3rd ed. In: Chapter 9: Pelvis. Springer, Berlin – Heidelberg – New York 1991, p. 485–500.
13. Noland, L., H. Conwell: Fractures of the pelvis. *Surg. Gynec. Obstet.* 56 (1933), 522–525.
14. Pennal, G., M. Tile, J. Waddell, H. Garside: Pelvic disruption: assessment and classification. *Clin. Orthop.* 151 (1980), 12–21.
15. Pohlemann, T., A. Gänsslen, B. Kiessling, U. Bosch, N. Haas, H. Tscherne: Indikationsstellung und Osteosynthesetechniken am Beckenring. *Unfallchirurg* 95 (1992), 197–209.
16. Pohlemann, T., A. Gänsslen, H. Tscherne: Die Problematik der Sakrumfraktur, klinische Analyse von 377 Fällen. *Orthopäde* 21 (1992), 400–412.
17. Pohlemann, T., B. Kiessling, A. Gänsslen, U. Bosch, H. Tscherne: Standardisierte Osteosynthesetechniken am Beckenring. *Orthopäde* 21 (1992), 373–384.
18. Rubash, H., T. Brown, D. Nelson, D. Mears: Comparative mechanical performance of some new devices for fixation of unstable pelvic ring fractures. *Med. Biol. Engng Comput.* 21 (1983), 657–663.
19. Schmidek, H., D. Schmith, D. Kristiansen: Sacral fractures. *Neurosurgery* 15 (1984), 735–746.
20. Simpson, L. A., J. P. Waddell, R. K. Leighton, J. F. Kellam, M. Tile: Anterior approach and stabilization of the disrupted sacroiliac joint. *J. Trauma* 12 (1987), 1332–1339.

21. Tile, M., G. Pennal: Pelvic disruptions: principles of management. Clin. Orthop. 151 (1980), 56–64.
22. Vécsei, V.: Ergebnisse biomechanischer Untersuchungen verschiedener F.-e.-Montagen am Becken. Akt. Traumatol. 18 (1988), 261–264.
23. Wakeley, C.: Fractures of the pelvis: an analysis of 100 cases. Brit. J. Surg. 17 (1930), 22–29.
24. Wild, J., G. Hanson, H. Tullos: Unstable fractures of the pelvis treated by external fixation. J. Bone Jt Surg. 7 (1982), 1010–1019.
25. Wörsdörfer, O., F. Magerl: Sacrumfrakturen. Hefte Unfallheilk. 149 (1980), 203–214.

Schlüsselwörter:

Sakrumfrakturen · Neurologie · Interne Stabilisierung · „Outcome“

Key Words:

Sacrum fractures · Neurology · ORIF · Outcome

*Für die Verfasser:
Priv.-Doz. Dr. Tim Pohlemann
Unfallchirurgische Klinik der
Medizinischen Hochschule
Konstanty-Gutschow-Straße 8
D-30625 Hannover*