

Die minimal-invasive Stabilisierung des dorsalen Beckenrings mit dem transiliakalen Fixateur interne (TIFI)

Operative Technik und erste klinische Ergebnisse

Instabile Verletzungen des vorderen und hinteren Beckenrings stellen für den Patienten eine erhebliche Traumatisierung dar. Zum einen bedrohen sie den Patienten initial vital, zum anderen sind sie nach wie vor mit erheblichen Spätfolgen und Einschränkung der Lebensqualität verbunden [19, 28, 30]. Die Letalität von Beckenverletzungen wird in der Literatur mit bis zu 31% angegeben [20]. Erhebliche funktionelle Beeinträchtigungen von bis zu 50% der Patienten werden nach wie vor beschrieben [13, 16].

Die operative Stabilisierung von Instabilitäten des hinteren Beckenrings stellt weiterhin ein Problem dar.

Zum einen ist der Beckenring einer Osteosynthese aufgrund komplexer anatomischer Verhältnisse schwer zugänglich, zum anderen sind Patienten mit Verletzungen des Beckenrings häufig polytraumatisiert. Der Zeitpunkt für einen mitunter großen Zugang, eine offene Reposition sowie eine interne Osteosynthese ist daher häufig schwierig zu wählen [9, 19, 24]. Darüber hinaus können komplexe Weichteilschädigungen die Möglichkeiten des Zugangs limitieren.

Zur Stabilisierung des hinteren Rings sind eine Vielzahl von Techniken veröffentlicht. Von Tile wird die Verwendung von dorsalseitig eingebrachten Gewindestäben zur Stabilisierung des hinteren Beckenrings beschrieben [28]. Simpson publizierte die ventrale Stabilisierung des Sakroiliakalgelenks mit 2 V-förmig angeord-

neten Platten nach dem Neutralisationsprinzip [25]. Eine weitere Alternative zur Stabilisierung des hinteren Beckenrings ist die direkte Verschraubung des Sakroiliakalgelenks, die erstmalig 1934 von Lehmann beschrieben wurde [14]. Zur Versorgung von Sakrumfrakturen steht die lokale Plattenosteosynthese zur Verfügung, die eine offene Reposition mit Dekompression von Nervenwurzeln ermöglicht [5, 20]. Käch beschreibt die Disktraktionsspondylothese, die eine Stabilisierung des hinteren Beckenrands auf LWK 5 vorsieht [12]. Josten verwendet eine trianguläre Osteosynthese, die neben einer IS-Fugenverschraubung bzw. dorsalen Plattenosteosynthese eine Abstützung des Os ilium auf LWK 5 beinhaltet. Neben dem Vorteil einer so-

fortigen Vollbelastbarkeit weist er auf die Notwendigkeit einer weichteilschonenden Operationstechnik hin [11].

Die CT-gestützte Platzierung [17] von Schrauben, aber auch die durch Navigationssysteme kontrollierte Applikation, werden die minimal-invasiven Techniken weiter verbessern [8, 26]. Der apparative Aufwand hierfür ist jedoch hoch. Alles in allem sind die oben beschriebenen Verfahren entweder mit einer hohen Weichteilkomplikationsrate bzw. Zugangsmorbidität verbunden oder beinhalten ein hohes Risiko für Implantatfehlagen mit resultierenden Nervenschäden [7, 13, 15, 24].

Vor diesem Hintergrund ergeben sich folgende Anforderungen an ein Osteosyntheseverfahren des hinteren Beckenrings.

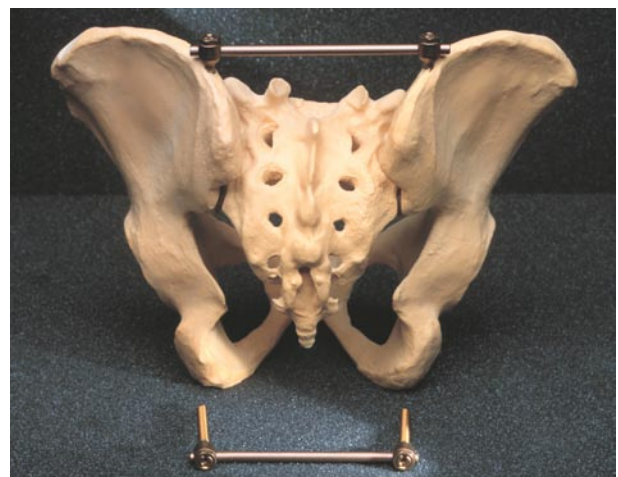


Abb. 1 ► Transiliakaler Fixateur interne (TIFI)

Neben einer ausreichenden biomechanischen Stabilität, sollte es minimal-invasiv implantierbar sein, verbunden mit einem geringen Risiko von Implantatfehl-lagen. Darüber hinaus muss eine Repositionsmöglichkeit des hinteren Beckenrings möglich sein. Der transiliakale Fixateur interne (TIFI) scheint diesen Anforderungen gerecht zu werden (■ **Abb. 1**).

Vorab wurde in einer In-vitro-Analyse an 6 humanen Beckenpräparaten das biomechanische Verhalten dieser Fixations-technik untersucht. Eine C1-Läsion diente dabei als Frakturmodell. Neben dem TIFI wurden die transiliosakrale Verschraubung sowie die ventrale Plattenosteosynthese als Referenzimplantate getestet. Unter einer zyklischen Last von 70% Körpergewicht zeigte der TIFI eine gleichwertige Stabilität wie die Vergleichsimplantate sowohl in der lokalen Deformation über dem SI-Gelenk als auch bei der Verschiebung der beiden Beckenschaufeln gegeneinander [4].

Ziel der vorliegenden Arbeit ist es, diese Osteosynthesetechnik vorzustellen und erste Ergebnisse eines entsprechenden Kollektivs zu analysieren.

Transiliakaler Fixateur interne (TIFI)

Die *Hauptindikation* zur Stabilisierung des hinteren Beckenrings mit einem minimal-invasiv eingebrachtem Fixateur interne (Universal-Spine-System der Fa. Synthes, USS), sind unilaterale Instabilitäten wie Iliosakralfugensprengungen oder laterale und transforaminale Sakrumfrakturen. Diese kommen meist im Rahmen von Typ-C-Verletzungen vor. Beidseitige Instabilitäten (Typ C3) stellen eine eingeschränkte Indikation dar und erlauben keine Belastungsstabilität.

Operationstechnik

Der Patient befindet sich in Bauchlage. Die Röntgendurchleuchtung ermöglicht eine Beckenübersicht, sowie eine Inlet- und Outlet-Ebene. Die Abdeckung erfolgt kraniokaudal von der mittleren LWS bis zur Rima ani, nach lateral jeweils bis zur Mitte des Beckenkamms. Nach beidseitiger Markierung der Spina iliaca posterior superior werden die dorsalseitigen Beckenkämme

Unfallchirurg 2004 · 107:1142–1151
DOI 10.1007/s00113-004-0824-9
© Springer Medizin Verlag 2004

B. Füchtmeier · M. Maghsudi · C. Neumann · R. Hente · C. Roll · M. Nerlich

Die minimal-invasive Stabilisierung des dorsalen Beckenrings mit dem transiliakalen Fixateur interne (TIFI). Operative Technik und erste klinische Ergebnisse

Zusammenfassung

Der transiliakale Fixateur interne (TIFI) ist eine Technik zur minimal-invasiven Stabilisierung von Iliosakralfugensprengungen sowie lateralen und transforaminalen Sakrumfrakturen. Über Mini-Inzisionen werden beidseits 7,0 mm USS-Pedikelschrauben (Universal-Spine-System, Synthes) 1–2 cm kranial der Spina iliaca posterior superior parallel zur Linea glutea posterior eingebracht. Der Schraubenverbindungsstab wird subfaszial eingeschoben und mit den Pedikelschrauben winkelstabil verbunden.

In einer prospektiven Studie traten bei einem Kollektiv von 31 Patienten mit vertikal instabilen Beckenbrüchen, die mit dem TIFI stabilisiert wurden, 2 Wundinfektionen sowie 1 Implantatlockerung auf. Implantatfehl-lagen sowie implantatbedingte Gefäß-Nerven-Läsionen wurden nicht

beobachtet. 2 Jahre postoperativ zeigten sich bei den Typ-C-Instabilitäten 50% gute bis sehr gute Ergebnisse. Die ersten Erfahrungen zeigen somit, dass sich mit dem TIFI sowohl IS-Fugensprengungen als auch laterale und transforaminale Sakrumfrakturen stabilisieren lassen. Eine geschlossene Reposition und minimal-invasive Implantationstechnik sind dabei möglich. Bei einem sehr geringen Risiko von intraoperativen Gefäß- und Nervenverletzungen bietet der TIFI eine ausreichende biomechanische Stabilität.

Schlüsselwörter

Beckenringverletzung · Transiliakaler Fixateur interne · Fixateur interne · Minimal-invasive Technik · Winkelstabile Osteosynthese

The minimally invasive stabilization of the dorsal pelvic ring with the transiliacal internal fixator (TIFI) – Surgical technique and first clinical findings

Abstract

The Trans Iliacal Internal Fixator (TIFI) is a minimally invasive technique for the stabilization of sacro-iliac joint ruptures and fractures lateral to the sacral ala or through the sacral foramen. In this study, 7.0 mm pedicle screws of the Universal-Spine-System (USS, Synthes) were inserted 1–2 cm on the cranial side of the posterior superior iliac spine and parallel to the superior gluteal line. The connecting bar was inserted subfascially and fixed with the locking head pedicle screws to form an fixed-angle construction. In a prospective study 31 patients with vertical shear injuries of the pelvis were treated with the TIFI. There were two wound infections and one loosening of a pedicle screw. None of the screws were incorrectly positioned and no neuro-vas-

cular lesions were caused by the implant. 2 years postoperatively we found 50% good and excellent results for type C pelvic ring injuries.

Early findings show that the TIFI is well suited to stabilization of sacro-iliac joint ruptures and fractures of the lateral sacrum. Closed reduction and minimally invasive insertion technique are possible. The implant leads to sufficient biomechanical stability but there is a very low intraoperative risk of neuro-vascular lesion.

Keywords

Pelvic ring injuries · Transiliacal internal fixator · Internal fixator · Minimally invasive technique · Angular stability

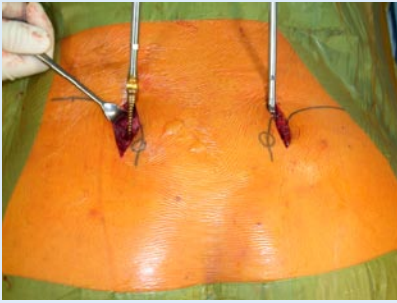


Abb. 2 ▲ Platzierung der Pedikelschrauben

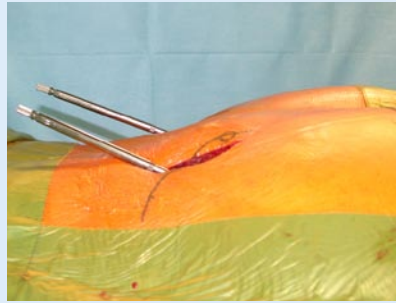


Abb. 3 ▲ Möglichst flache Schraubenlage zur Vermeidung von Weichteilirritationen



Abb. 4 ▲ Winkelstabile Verbindung zwischen Pedikelschrauben und Verbindungsstab



Abb. 5 ▲ Nach Bedecken der Schraubenköpfe mit Muskelfaszie erfolgt der schichtweise Wundverschluss

angezeichnet. Es erfolgt jeweils eine Inzision von 3–4 cm Länge, 1 cm lateral der Spina iliaca posterior superior. Der Pedikelschraubeninsertionspunkt wird dargestellt. Dieser liegt auf Höhe des hinteren Beckenkamms, 1–2 cm kranial der Spina iliaca posterior superior. Der Markraum wird mit der Pedikeleröffnungsahle perforiert. Anschließend wird mit der Pedikelvertiefungsahle der Schraubenkanal parallel der Linea glutea posterior bis zur Gegenkortikalis präpariert. Daraufhin werden Pedikelschrauben der Stärke 7 mm eingebracht. Die Länge beträgt in der Regel 50–60 mm. In gleicher Weise wird die kontralaterale Pedikelschraube platziert (■ Abb. 2).

In der Sagittalebene sollte die Schraubenlage möglichst „flach“ sein. Das heißt, der Winkel zwischen LWS-Längsachse und Schraubenachse sollte maximal 30° betragen, um eine Implantatprominenz am Insertionspunkt mit sekundärer Weichteilirritation zu vermeiden (■ Abb. 3).

Dann wird der 6 mm dicke Schraubenverbindungsstab subfaszial quer eingebracht. Im Einzelfall kann es nötig sein, die lateralen Enden des Verbindungsstabs etwas vorzubiegen. Der Schraubenverbindungsstab und die Pedikelschrauben wer-

den durch die USS-Muttern mit Hülsen winkelstabil verbunden (■ Abb. 4).

Je nach Frakturmuster kann Distraktion oder Kompression auf die Fraktur gebracht werden. Dies geschieht analog zur Reposition an der Wirbelsäule mit den im USS-Sieb befindlichen Spreiz- oder Kompressionszangen. Bei starken Dislokationen am Beckenring kann über Manipulation am Bein oder perkutan eingebrachte Schanz-Schrauben das Repositionsmanöver in „Joystick-Technik“ unterstützt werden. Ein temporäres Fixieren des Repositionsergebnis mit Spickdrähten ist selten erforderlich. Um ein Auslockern der Pedikelschrauben zu verhindern, wird von einem Repositionsmanöver über die Pedikelschrauben abgeraten. Da es sich um eine geschlossene Reposition handelt, ist die Kontrolle des Repositionsergebnisses nur per Bildwandler möglich. Dazu dienen die Standardebene im anterior-posterioren Strahlengang, sowie die 2 Zusatzansichten in Inlet-Outletebene, wie von Matia [15] beschrieben. Der Wundverschluss erfolgt schichtweise, nachdem die Schraubenköpfe mit Muskelfaszie bedeckt wurden (■ Abb. 5).

Die Nachbehandlung erlaubt Teilbelastung der verletzten Beckenseite mit 15 kg

Körpergewicht für 6 Wochen postoperativ und Vollbelastung der Gegenseite.

Patientenkollektiv und Methodik

In der Abteilung für Unfallchirurgie am Klinikum der Universität Regensburg wurden in einem Zeitraum von 3 Jahren insgesamt 81 Patienten mit vertikal instabiler Beckenverletzung behandelt. Von diesen wurden 31 mit dem transiliakalen Fixateur interne (TIFI) stabilisiert. Bei den verbleibenden 50 Patienten kam neben der transiliakalen Verschraubung die Plattensynthese zur Anwendung. Die Implantatwahl war operateurabhängig. Die folgende Auswertung beinhaltet ausschließlich Patienten, welche mit dem Fixateur interne behandelt wurden. Diese wurden unterteilt in

- Patienten mit einer knöchernen Beckenringverletzung vom Typ C ohne Begleitverletzungen (n=23),
- Patienten mit beckennahen Begleitverletzungen im Sinne eines komplexen Beckentraumas (n=8).

Die Indikation für den TIFI war die IS-Fugenverletzung sowie die laterale und transforaminale Sakrumfraktur. Als Kontraindikation galt die IS-Fugenverletzung mit knöcherner Beteiligung des dorsalen Os ilium.

Die klinisch/radiologische Datenerhebung erfolgte in Anlehnung an die Multicenterstudie der „Arbeitsgruppe Becken“ der Deutschen Gesellschaft für Unfallchirurgie (DGU) mindestens 2 Jahre postoperativ. An röntgenologischer Diagnostik standen eine Beckenübersichts-, Inlet-Outlet-Aufnahmen sowie Computertomographie prä- und postoperativ sowie die Ausheilungsbilder nach Implantatentfernung zur Verfügung.

Neben der morphometrischen Datenerfassung wurde die Verletzungsschwere mit dem Polytraumaschlüssel PTS und dem Injury Severity Score (ISS) bewertet. Ferner wurde der zeitliche Abstand zwischen Operation und Trauma sowie die Operationsdauer, der Blutverlust und die intraoperativen Repositionsmaßnahmen sowie die Dauer der Strahlenexposition erhoben. Auf den präoperativen Röntgen- und CT-Bildern wurde der Frakturlinien-

verlauf und das Ausmaß der Dislokation bewertet. Die Frakturklassifikation erfolgte gemäß der AO, basierend auf der Einteilung von Tile [28]. Frakturen des Sakrums wurden zusätzlich nach Denis [3] klassifiziert. Alle aufgetretenen Komplikationen wie Thrombose, Embolie, Wundheilungsstörung, Infektion, Nervenläsion und Letalität wurden im Verlauf dokumentiert. Ein weiterer Schwerpunkt der Studie war die Dokumentation von implantatbedingten Beschwerden und Komplikationen.

Neben der Erfassung von Schmerz und Funktion wurden neurologische und urologische Störungen durch einen Konsiliar der entsprechenden Fachabteilung verifiziert. Anhand der postoperativen Bildanalyse erfolgte die Bewertung der Reposition sowohl des hinteren als auch des vorderen Beckenrings. Die einzelnen Ergebnisse wurden analog des Pelvic Outcome Scores bewertet (s. [Tabelle 3](#); [21]). Ferner wurden die soziale Reintegration, die unfallbedingte Einschränkung der Lebensführung und der beruflichen Aktivität standardisiert erfasst.

Ergebnisse

Von den 31 Patienten standen insgesamt 28 nach 2 Jahren zur Nachuntersuchung zu Verfügung. Die Nachuntersuchungsquote ergab somit 93,3%. Bei der Geschlechtsverteilung zeigte sich, dass 71% der Patienten männlichen Geschlechts waren, der Altersdurchschnitt lag bei 35,7 ($\pm 14,9$) Jahren, das Intervall ging von 16 bis 72 Jahren. Unfallursache waren in 54,8% Pkw-Unfall, 25,8% Sturz aus großer Höhe, 12,9% Motorradunfall und 6,4% sonstige Ursachen.

Mit Ausnahme von 2 Patienten, bei denen die Beckenringfraktur lediglich eine isolierte Verletzung war, waren 29 Patienten mehrfach verletzt ([Tabelle 1](#)). Die Verletzungsschwere nach dem PTS betrug im Mittel 28,3 (± 12) Punkte.

Die Beckenringverletzungen wurden gemäß der AO-Klassifikation bewertet. Demnach waren 16 als C1-, 9 als C2-, 6 als C3-Verletzungen einzustufen. Von den 31 Patienten hatten 23 eine Sakrumfraktur, welche nach Denis klassifiziert wurden. Die restlichen 8 Patienten hatten ein IS-Fugensprengung. Bei 14 Patienten lag die Sakrumfraktur in Zone I, bei 7 Patien-

ten in Zone II, bei 2 in Zone III. 5 Fälle hatten eine Läsion des Plexus lumbosacralis, 3 Fälle eine Verletzung im Urogenitalbereich bzw. Dammbereich, bei 2 Patienten bestand ein ausgedehntes Décollement der Beckenweichteile im Sinne einer Morel-Lavallè-Läsion. Einer von diesen zeigte zusätzlich eine kreislaufwirksame Blutung aus der A. glutea superior rechts, welche interventionell embolisiert wurde. Insgesamt erfüllten 8 Patienten die Kriterien für ein komplexes Beckentrauma.

Die operative Versorgung des hinteren Beckenrings mit dem transiliakalen Fixateur interne erfolgte im Durchschnitt 4,7 ($\pm 2,9$) Tage nach Trauma. Bei 3 Patienten wurde im Schockraum eine äußere Beckenzwinge angelegt [6]. Der operative Wechsel auf den Fixateur interne erfolgte am 3. bzw. 8. Tag sowie am 12. Tag. Bei weiteren 5 Patienten erfolgte die Stabilisierung des hinteren Beckenrings als sekundärer Eingriff nach vorausgegangener ventraler Stabilisierung.

Die mittlere Operationszeit zur Implantation des transiliakalen Fixateur interne betrug 28,4 ($\pm 6,1$) Minuten (Intervall: 20 bis 45 min). Der intraoperative Blutverlust wurde im Mittel auf weniger als 50 ml geschätzt. Die Reposition konnte in nahezu allen Fällen manuell durchgeführt werden. Bei 2 Patienten war die Reposition mit Hilfe zusätzlicher Schanz-Schrauben erforderlich.

Die durchschnittliche Durchleuchtungszeit belief sich auf 0,3 ($\pm 0,2$) Minuten (Intervall: 0,1–1,0 min). Die postoperative Mobilisierung erfolgte im Durchschnitt 11,9 ($\pm 5,5$) Tage postoperativ, 30% der Patienten konnten innerhalb der ersten 7 Tage mobilisiert werden. Maßgeblich beeinflusst wurde die verzögerte Mobilisierung durch den teilweise sehr langen Aufenthalt auf der Intensivstation bzw. die Zusatzverletzungen der unteren Extremitäten.

Postoperative Komplikationen

Die Letalität in diesem Kollektiv lag mit 1 Patient bei 3,2%. Als Todesursache lag ein Schädel-Hirn-Trauma vor. 1 Patient erlitt eine tiefe Beinvenenthrombose mit sekundärer Lungenembolie. 9 Patienten entwickelten posttraumatisch ein isoliertes Lungenversagen (ARDS), wodurch sich der Aufenthalt auf der Intensivstation

Tabelle 1

Begleitverletzungen (n=31)

Isolierte Beckenverletzung	2
Schädel-Hirn-Trauma	9
Thoraxtrauma	10
Abdominaltrauma	9
Wirbelsäulenverletzung	6
Fraktur der oberen Extremität	13
Fraktur der unteren Extremität	20

Tabelle 2

Komplikationen

Allgemeine Komplikationen

Exitus letalis (nach Schädel-Hirn-Trauma)	1
Lungenembolie nach tiefer Beinvenenthrombose	1
ARDS	9

Implantatspezifische Komplikationen

Wundinfektion	2
Schmerzen im Implantatlager beim Liegen	5
Implantatlockerung	1
Implantatfehlhage	–
Implantatbedingte Gefäß- oder Nervenläsionen	–

on bis auf maximal 66 Tage verlängerte. 2 Patienten erlitten eine Wundinfektion in den ersten 4 Wochen postoperativ. Beide Patienten waren aufgrund ihrer Polytraumatisierung langzeitbeatmet und in ständiger Rückenlage bei ausgedehntem lokalem Weichteilschaden.

Eine Implantatfehlhage konnte im gesamten Kollektiv nicht beobachtet werden. Implantatbedingte, zusätzliche Verletzungen im Sinne von Gefäß- oder Nervenbeschäden traten ebenfalls in keinem der Fälle auf ([Tabelle 2](#)). Präoperative Nervenfunktionsstörungen bildeten sich bei 2 von 7 Patienten vollständig zurück. 1 Patient klagte über anhaltende Sensibilitätsstörungen bei zurückgebildeten motorischen Störungen. Bei 3 Patienten mit primär urogenitalen Verletzungen bestanden anhaltende sexuelle Funktionsstörungen mit nachfolgender urologischer Behandlung. Inkontinenz bestand bei 1 Patienten. Lokale Druckbeschwerden über der Spina iliaca posterior superior im Liegen wurden von 5 Patienten angegeben.

Tabelle 3

Pelvic Outcome Score			
	Punkte	Isolierte C-Verletzung (n=20)	Komplextrauma (n=8)
Klinisches Resultat			
Beschwerdefrei	4	7	1
Schmerz bei geringer Belastung, geringe funktionelle Einschränkung, sensible Ausfälle	3	9	1
Belastungsschmerz, deutliche funktionelle Einschränkung, motorische Ausfälle, geringe urologische Defizite	2	4	5
Dauerschmerz, dauerhafte Gehhilfe, Verlust der Schutzsensibilität, Sexualstörung, Blasen- oder Mastdarminkontinenz	1	–	1
Radiologisches Resultat			
Anatomische Heilung Vorderer Beckenring (Symphyse) <5 mm Scham- und/oder Sitzbein <10 mm	3	8	3
Posteriore Fehlstellung <5 mm Vorderer Beckenring (Symphyse) <10 mm Scham- und/oder Sitzbein <15 mm	2	12	4
Posteriore Fehlstellung >5 mm Vorderer Beckenring (Symphyse) >10 mm Scham- und/oder Sitzbein >15 mm	1	–	1
Summe			
Ausgezeichnet	7	4 (20%)	–
Gut	6	6 (30%)	1 (12,5%)
Ausreichend	4–5	10 (50%)	5 (62,5%)
Schlecht	1–3	–	2 (25%)

Tabelle 4

Soziale Reintegration			
Soziale Reintegration	Punkte	Isolierte C-Verletzung (n=20)	Komplextrauma (n=8)
Unverändert	3	8 (40%)	1 (12,5%)
Beruflich eingeschränkt Umschulung läuft Sportlich und sozial gering eingeschränkt Gelegentlich externe Hilfe	2	8 (40%)	4 (50%)
Berufsunfähig Sportlich und sozial deutlich eingeschränkt Häufig externe Hilfe	1	4 (20%)	3 (37,5%)

Im Stehen und Sitzen waren alle Patienten jedoch diesbezüglich beschwerdefrei. In einem Fall konnte eine klinisch asymptotische Implantatlockerung ohne Verlust des Repositionsergebnisses 14 Monate postoperativ im Rahmen der Implantatentfernung festgestellt werden. Die vorliegende Sakroiliakalgelenkssprengung

war zu diesem Zeitpunkt verheilt (■ **Tabelle 2**).

Die Implantatentfernung erfolgte im Durchschnitt nach 11,8 ($\pm 4,5$) Monaten. Bei 2 Patienten musste wegen eines lokalen Infekts das Implantat am 28. bzw. 30. Tag entfernt werden. Implantatbrüche wurden nicht beobachtet.

Pelvic Outcome Score

Klinisches Resultat

Von den 20 Patienten mit isolierter knöcherner Beckenverletzung vom Typ C gaben 7 an, keinerlei Beschwerden zu haben (4 Punkte). 9 Patienten empfanden subjektiv geringe Beeinträchtigungen (3 Punkte). 4 Patienten klagten über regelmäßige belastungsabhängige Schmerzen und deutliche Funktionsbehinderung (2 Punkte). Dauerhafte Schmerzzustände mit Blasen- oder Mastdarminkontinenz wurden von keinem der 20 Patienten beklagt (1 Punkt).

Bei den 8 Patienten mit Komplextrauma waren die klinischen Resultate erwartungsgemäß schlechter. Hier war 1 Patient beschwerdefrei (1 Punkt). 1 Patient berichtete über geringe Beeinträchtigungen (3 Punkte). 5 Patienten klagten über deutliche Funktionsbehinderungen mit urologischen Funktionsstörungen (2 Punkte) und ein weiterer Patient litt an dauerhaften Schmerzen mit Störung der Blasen-Mastdarm-Funktion.

Radiologisches Resultat

Bei der Bewertung der radiologischen Ergebnisse wurde ebenfalls zwischen isolierten knöchernen Beckenringverletzungen vom Typ C und Beckenkomplextraumata unterschieden. Dabei wurde auf den zur Verfügung stehenden Aufnahmen die größte Dislokation des hinteren Beckenrings gemessen. 8 der 20 Patienten mit isolierter C-Fraktur hatten ein radiologisches Ausheilungsergebnis in nahezu anatomischer Stellung (3 Punkte). Bei 12 Patienten lag ein Ausheilungsergebnis mit einer Dislokation von weniger als 5 mm vor (2 Punkte). Und bei keinem der 20 Patienten lagen postoperative Fehlstellung von >5 mm vor.

Bei den Komplextraumata war die Verteilung ähnlich. Bei 3 Patienten heilten die Verletzungen in nahezu anatomischer Stellung, bei 4 Patienten mit einer Dislokation von <5 mm und bei 1 Patient mit >5 mm (■ **Tabelle 3**). Insgesamt betrug die präoperative Fragmentdislokation des hinteren Beckenrings 8,7 ($\pm 5,7$) mm. Postoperativ konnte ein Wert von 2,5 ($\pm 1,5$) mm erzielt werden.

Gemäß dem Pelvic Outcome Score der DGU wurde das klinisch/radiologische Ergebnis bei 4 von 20 Patienten als ausgezeichnet, bei 6 als gut und bei 10 als aus-

Fallbeispiel 1

D.K. 36 Jahre, männlich.

Bei einem Fallschirmabsturz erleidet der Patient eine instabile Beckenringverletzung vom Typ C mit transforaminaler Sakrumfraktur links und Symphysenruptur (▣ Abb. 6). Zusätzlich besteht eine Pilon-tibiale-Fraktur rechts. Neurologische Störungen bestehen nicht.

Bei der operativen Versorgung erfolgt die geschlossene Reposition und minimal-invasive Stabilisierung des hinteren Beckenrings mit dem transiliakalen Fixateur interne (TI-FI). Nach Umlagerung des Patienten wird zusätzlich die Verplattung der Symphyse mit einer 4,5 mm Rekonstruktionsplatte vorgenommen (▣ Abb. 7). Die Implantatentfernung erfolgt 1 Jahr postoperativ nach Konsolidierung der Fraktur (▣ Abb. 8).

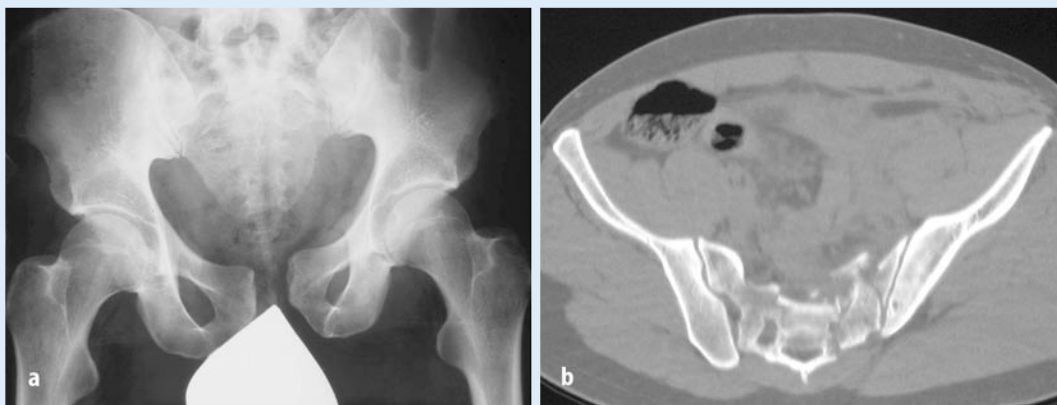


Abb. 6a, b ◀ Instabile Beckenringverletzung vom Typ C mit transforaminaler Sakrumfraktur links, Symphysenruptur und Pilon-tibiale-Fraktur rechts

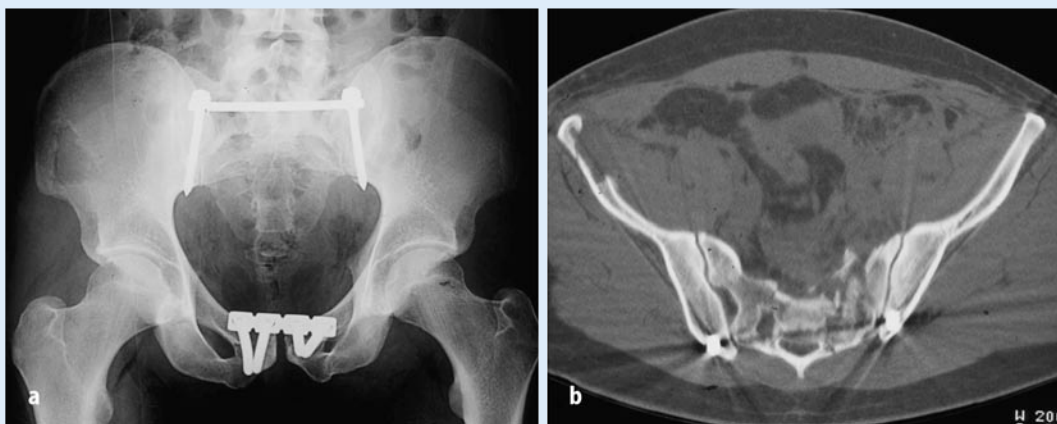


Abb. 7a, b ◀ Stabilisierung des hinteren Beckenrings mit transiliakalem Fixateur interne sowie Verplattung der Symphyse. Nebenfundlich: Spongiosaentnahmestelle zur Versorgung der Pilonfraktur



Abb. 8 ◀ Zustand nach Implantatentfernung

reichend angegeben. Keiner der Patienten wurde als schlecht bewertet. Bei den Komplextraumata wurde 1 von 8 Patienten als gut, 5 als ausreichend und 2 als schlecht klassifiziert (■ **Tabelle 3**).

Soziale Reintegration

Die soziale Reintegration wurde anhand des Evaluationsbogens der DGU-Becken-Gruppe bewertet. 8 der 20 Patienten mit isolierter C-Fraktur beschrieben eine unveränderte soziale Aktivität in Freizeit und Beruf (3 Punkte), weitere 8 Patienten beklagten eine leichte Einschränkung und 4 Patienten berichteten über deutliche Einschränkungen in Beruf und Freizeit.

Bei den Komplextraumata war die Verteilung schlechter, lediglich 1 Patient berichtete über unveränderte soziale Reintegration. 4 Patienten waren gering und 3 der 8 Patienten erheblich in Freizeit und Beruf eingeschränkt (■ **Tabelle 4**).

Diskussion

Bei der Stabilisierung des hinteren Beckenrings ist man unabhängig vom Operationsverfahren mit 2 Problemfeldern konfrontiert. Entweder man benötigt einen relativ großen Zugang mit entsprechender Zugangsmorbidität, der sowohl den Zeitpunkt als auch die Durchführbarkeit der Operation limitiert [9, 25]. Oder es finden weniger invasive Osteosynsetechniken Anwendung, wie beispielsweise die transiliosakrale Verschraubung [13, 15]. Dann besteht neben einer begrenzten Repositionsmöglichkeit das Risiko für eine intraoperative Gefäß- und Nervenschädigung. Somit war die Motivation zur Entwicklung einer Osteosynsetechnik gegeben, welche neben einer minimal-invasiven Implantationstechnik ein geringes Risiko von intraoperativen Gefäß-Nerven-Läsionen beinhalten sollte.

Bei den dorsalen Stabilisierungstechniken sind Wundheilungsstörungen häufig. Für die transiliakale Gewindestabosteosynthese werden Infektionsraten von bis zu 33% beschrieben [7, 13]. Im eigenen Krankengut erlitten 2 von 31 Patienten (6,4%) eine Wundinfektion. Diese traten zu Beginn der Studie auf. Beide Patienten waren aufgrund von Begleitverletzungen langzeitbeatmet in Rückenlage auf der Intensivstation und hatten eine ausgedehnte

Weichteilschädigung. Im weiteren Verlauf wurde die Schnittführung zur Implantation dahingehend modifiziert, dass diese laterokranial vom eigentlichen Insertionspunkt angesetzt wird. Auch einer „möglichst flachen“ Schraubenlage kommt bei der Verhinderung von Weichteilirritationen große Bedeutung zu (■ **Abb. 3**).

Darüber hinaus wird der lokalen Druckproblematik mit der neuen Generation des USS mit flacheren Schraubenköpfen weiter Abhilfe geschaffen. Ein schichtweiser Wundverschluss ist zur Prophylaxe einer postoperativen Wundinfektion wichtig. Es ist sehr darauf zu achten, dass die Schraubenköpfe nicht nur von subkutanem Fett, sondern auch durch die Faszie der autochthonen Rückenmuskulatur bedeckt sind.

Indikationen und Kontraindikationen

Die Erfahrungen, die sich im vorgestellten Patientenkollektiv mit dem System gewinnen ließen bestätigen, dass es den initial gestellten Anforderungen wie minimaler Invasivität und ausreichender Stabilität bei geschlossener Repositionsmöglichkeit gerecht wird. Die Hauptindikation besteht bei allen unilateralen Instabilitäten des hinteren Beckenrings. Damit steht es in Konkurrenz zu etablierten Systemen wie z. B. der transiliosakralen Verschraubung oder der Plattenosteosynthese. Beide Techniken finden im eigenen Vorgehen ebenfalls Anwendung. Die Implantatwahl erfolgte im oben genannten Zeitraum durch den Operateur.

Bilaterale Frakturen stellen eine eingeschränkte Indikation dar. Bei diesen Fällen kann das System lediglich der Schließung des hinteren Beckenrings dienen. Eine Belastungsstabilität liegt dann nicht vor. Im vorgestellten Patientengut war dies bei polytraumatisierten Patienten der Fall, bei denen ein ausgedehnteres Verfahren aufgrund der Begleitverletzungen nicht in Frage kam.

Die ideale Indikation ist die einseitige Iliosakralfugensprengung oder einseitige Sakrumfraktur mit geringer oder mittlerer Dislokation. Bei diesen Verletzungen kann der Fixateur interne ausreichende Kompression auf die Verletzung bringen und eine Ausheilung in dieser Stellung ge-

Fallbeispiel 2

P.L., 28 Jahre, männlich.

Nach einem Sturz vom Dach zeigt der Patient eine Beckenringverletzung Typ C mit transforaminaler Sakrumfraktur links und vorderer Beckenringfraktur beidseits (■ **Abb. 9**). Neurologische Ausfälle sind nicht zu beobachten. Zusätzlich besteht eine pertrochantere Femurfraktur links.

Im auswärtigen Krankenhaus erfolgt die initiale Stabilisierung der Beckenringverletzung mit einem Fixateur externe sowie die Versorgung der pertrochanteren Femurfraktur mit einem Gamma-Nagel (■ **Abb. 10**). Im Anschluss wird der Patient zur definitiven Versorgung der Beckenverletzung in unsere Klinik verlegt. Zunächst wird hier die perkutane Verschraubung des vorderen Beckenrings mit 3,5 mm Kortikalisschrauben durchgeführt. Nach Umlagerung des Patienten erfolgt die geschlossene Reposition der Sakrumfraktur und Stabilisierung mit dem transiliakalen Fixateur interne (TIFI; ■ **Abb. 11**). Für 4 Wochen wird der ventrale Fixateur externe partiell belassen. Die ■ **Abbildungen 12 und 13** zeigen den weiteren postoperativen Verlauf.

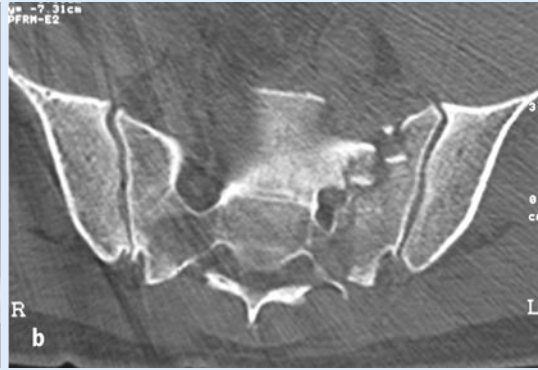


Abb. 9a, b ◀ **Beckenringverletzung Typ C mit transforaminaler Sakrumfraktur links und beidseitiger vorderer Beckenringfraktur sowie pertrochanterer Femurfraktur links**



Abb. 10 ◀ **Fixateur externe zur Stabilisierung der Beckenringverletzung, Versorgung der pertrochanteren Femurfraktur mit Gamma-Nagel**

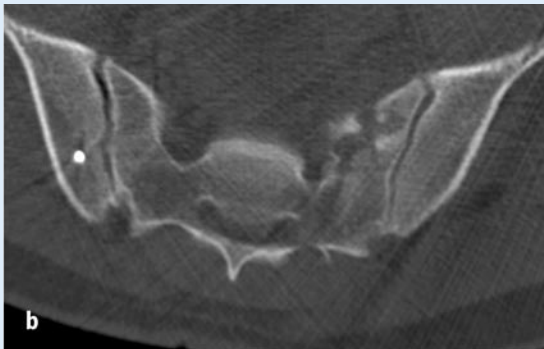
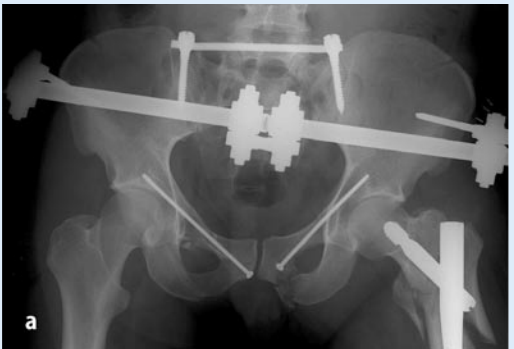


Abb. 11a, b ◀ **Perkutane Verschraubung des vorderen Beckenrings mit Kortikalisschrauben und Stabilisierung der Sakrumfraktur mit transiliakalem Fixateur interne**



Abb. 12 ▲ **Zustand 4 Wochen postoperativ**



Abb. 13 ▲ **Radiologischer Befund 1 Jahr postoperativ**

währleisten. Transforaminale Sakrumfrakturen können nach Reposition auch ohne Kompression stabilisiert werden, um Nervenwurzeln nicht zu komprimieren. Bei knöcherner Einklemmung von Sakralwurzeln muss offen dekomprimiert und reponiert werden.

Sakrumfrakturen in Zone 3 nach Denis stellen eine erweiterte Indikation dar. Im eigenen Krankengut war dies zweimal der Fall. Bei Iliosakralfugenverletzungen mit knöcherner Verletzung des dorsalen Os ilium ist der TIFI kontraindiziert, weil hier die Pedikelschrauben keinen ausreichenden Halt finden.

Vergleichbare Ergebnisse

Die morphometrischen Daten des vorgestellten Patientenguts hinsichtlich Alters- und Geschlechtsverteilung sowie der Unfallursache, Begleitverletzung und Verletzungsschwere hinsichtlich PTS und ISS sind vergleichbar mit den Kollektiven anderer Autoren [20, 21, 23].

Die operative Stabilisierung des hinteren Beckenrings erfolgte im eigenen Patientenkollektiv im Schnitt nach 4,7 Tagen. Dieses lag zum einen daran, dass einige Patienten initial mit der Beckenzwinge stabilisiert wurden. Nach kardiopulmonaler Stabilisierung erfolgte dann der Wechsel von Beckenzwinge auf Fixateur interne. Heini konnte in einem Kollektiv von 30 Patienten die Effektivität dieses Verfahrens zeigen. Hier wird ein positiver Effekt der Beckenzwinge bei vertikal instabilen Verletzungen und hämodynamisch instabilen Patienten gezeigt [9]. Auch in dieser Studie erfolgte der Verfahrenswechsel des dorsalen Beckenrings nach 4,5 Tagen. Die definitive Osteosynthese des hinteren Beckenrings sollte erst nach Optimierung der Vitalparameter des Patienten erfolgen. Gute Repositionsergebnisse lassen sich bis zum 21. Tag erzielen [16].

Das hier vorgestellte Verfahren des transiliakalen Fixateur interne stellt ein relativ einfaches und wenig traumatisierendes Verfahren dar. Dies spiegelt sich in einer kurzen Operationszeit von im Mittel 28 min sowie einem geringen Blutverlust wider. Bei geschlossener Reposition des hinteren Beckenrings können zusätzliche Schanzschrauben, die in „Joystick-Technik“ verwendet werden, hilfreich sein. Bei

starker Redislokationstendenz kann ein percutan eingebrachter 2,0 mm Spickdraht das Ergebnis temporär halten. Das Repositionsergebnis muss mit dem Bildwandler in den 3 Standardebenen kontrolliert werden. Bei geschlossener Reposition stellt die transiliosakrale Verschraubung eine Behandlungsalternative dar.

Auch wenn die Repositionsergebnisse in offener Technik genauer sind, bietet ein geschlossenes Verfahren neben einer geringeren Zugangsmorbidität ein gleichwertiges Outcome. Die postoperative Fragmentstellung korreliert nicht immer mit dem funktionellen Ergebnis [18]. Im eigenen Krankengut konnten 11 von 28 Patienten anatomisch reponiert werden. In 16 Fällen war die postoperative Fragmentstellung des hinteren Beckenrings mit einer Dislokation von unter <5 mm verbunden.

In keinem der Fälle kam es im vorgestellten Krankengut zu einer iatrogenen Gefäß- oder Nervenschädigung. Obwohl die minimal-invasive Iliosakralfugenverschraubung ein Standardverfahren in der Versorgung von hinteren Beckenringverletzungen darstellt, ist hier eine exakte Platzierung von Schrauben mit Vermeidung neurologischer Komplikationen ausgesprochen wichtig. Der Korridor der korrekten Schraubenlage im ersten Sakralwirbel ist klein. Bei Fehlinsertionen der Schrauben besteht die Gefahr der S1-Wurzelläsion bzw. Perforation des anterioren Kortex [27].

Die Angaben bezüglich Schraubenfehl-lage mit neurologischen Störungen bei konventioneller Implantationstechnik liegen in der Literatur bei bis zu 15% [24]. Ferner werden Schraubenlockerungen und sekundäre Repositionsverluste beschrieben [22, 25]. Neben neurologischen Irritationen stellt eine Läsion der A. glutea superior ein gefürchtete Komplikation dar [1].

Zusätzlich zu den bereits erwähnten Stabilisierungstechniken beschreibt Ragnarsson eine modifizierte ventrale Plattenosteosynthese, die jedoch ebenfalls eine offene ventrale Darstellung der IS-Fuge erforderlich macht. In einer Serie von 23 Patienten erzielte er in 18 Fällen exzellente bis gute Ergebnisse. Die Infektionsrate lag bei 4,5%. Ein Patient zeigte eine Läsion des Plexus lumbosacralis [22].

Nach dem Pelvic Outcome Score waren im eigenen Patientengut von den C-Verletzungen 50% als gut und ausgezeichnet sowie 50% als ausreichend bewertet worden. Bei den Komplextraumata waren 12,5% als gut, 62,5% als ausreichend und 25% als schlecht eingestuft. Die Differenzierung zwischen rein knöchernen Typ-C-Verletzungen und Komplextraumata erfolgte deshalb, da sich diese hinsichtlich ihrer Prognose deutlich unterscheiden [21, 30].

Pohlemann fand in einer Studie von 58 operativ behandelten Typ-B- und C-Verletzungen bei lediglich 27% der Patienten ein gutes oder exzellentes Outcome bei C-Verletzungen, obwohl diese anatomisch reponiert worden waren. In der multizentrischen Studie der DGU-Beckengruppe konnten von 1722 Patienten 486 nachuntersucht werden. Davon hatten 75 eine C-Verletzung. Ein gutes bis sehr gutes Outcome hatten 54% dieser Patienten [21].

Intraoperative Bildgebung

Wie sowohl aus der Literatur als auch aus dem eigenen Patientenkollektiv hervorgeht, scheint die Minimalinvasivität verbunden mit stabiler Osteosynthese vorteilhaft in der Versorgung von hinteren Beckenringinstabilitäten zu sein [2, 24]. Zusätzliche intraoperative bildgebende Verfahren, wie die Computertomographie oder die Navigation, bieten hier neue Hilfen [8, 10, 29]. Bereits 1991 beschrieb Nelson die Möglichkeit der CT-gesteuerten Iliosakralfugenverschraubung und erzielte bei 8 Patienten eine exakte Schraubenlage über einen minimal-invasiven Zugang [17]. Stöckle zeigte an 19 Patienten die Möglichkeiten der C-Arm-basierten navigationsgestützten IS-Verschraubung. Er weist neben der guten und sicheren Platzierung auf die Möglichkeit der Schraubenkontrolle nach Reposition hin [26].

Beide Techniken, sowohl die CT-gesteuerte als auch die navigationsgestützte, stellen jedoch einen nicht unerheblichen apparativen und zeitlichen Mehraufwand dar, der sich mit dem TIFI vermeiden lässt.

Fazit für die Praxis

Die Erfahrungen, die sich bisher mit dem vorgestellten System gewinnen ließen, zeigen, dass sich mit dem transiliakalen Fixateur interne sowohl IS-Fugensprengungen als auch laterale Sakrumfrakturen stabilisieren lassen. Eine geschlossene Reposition und minimal-invasive Implantationstechnik ist dabei möglich. Bei einem sehr geringen Risiko von intraoperativen Gefäß- oder Nervenverletzungen bietet er eine ausreichende Stabilität.

Korrespondierender Autor

Dr. B. Füchtmeier

Abteilung für Unfallchirurgie,
Klinikum der Universität Regensburg,
Franz-Josef-Strauss-Allee 11, 93042 Regensburg
E-Mail:
bernd.fuechtmeier@klinik.uni-regensburg.de

Interessenkonflikt: Der korrespondierende Autor versichert, dass keine Verbindungen mit einer Firma, deren Produkt in dem Artikel genannt ist, oder einer Firma, die ein Konkurrenzprodukt vertreibt, bestehen.

Literatur

1. Altman DT, Jones CB, Roult ML (1999) Superior gluteal artery injury during iliosacral screw placement. *J Orthop Trauma* 13: 220–227
2. Barei DP, Bellabarba C, Mills WJ, Roult ML (2001) Percutaneous management of unstable pelvic ring disruptions. *Injury* 32 (Suppl 1): SA33–44
3. Denis F, Davis S, Comfort T (1988) Sacral fractures: an important problem. Retrospective analysis of 236 cases. *Clin Orthop* 227: 67–81
4. Füchtmeier B, Maghsudi M, Hente R, Nerlich M (2002) Minimalinvasive winkelstabile Stabilisierung des dorsalen Beckenrings mit Fixateur interne – eine biomechanische Analyse. *Hefte Unfallchirurg* 284: 393–394
5. Gänsslen A, Pape HC, Lehmann U, Lange U, Krettek C, Pohlemann T (2003) Open reduction and internal fixation of unstable sacral fractures. *Zentralbl Chir* 128: 40–45
6. Ganz R, Krushell RJ, Jakob RP, Kuffer J (1991) The antishock pelvic clamp. *Clin Orthop* 267: 71–78
7. Goldstein A, Phillips T, Sclafani SJ et al. (1986) Early open reduction and internal fixation of the disrupted pelvic ring. *J Trauma* 26: 325–333
8. Grutzner PA, Rose E, Vock B, Holz F, Nolte LP, Wentzensen A (2002) Computer-assisted screw osteosynthesis of the posterior pelvic ring. Initial experiences with an image reconstruction based optoelectronic navigation system. *Unfallchirurg* 105: 254–260
9. Heini PF, Witt J, Ganz R (1996) The pelvic C-clamp for the emergency treatment of unstable pelvic ring injuries. A report on clinical experience of 30 cases. *Injury* 27 (Suppl 1): S-A38–45
10. Hufner T, Pohlemann T, Tarte S et al. (2002) Computer-assisted fracture reduction of pelvic ring fractures: an in vitro study. *Clin Orthop* 399: 231–239
11. Josten C, Schildhauer TA, Muhr G (1994) Therapy of unstable sacrum fractures in pelvic ring. Results of osteosynthesis with early mobilization. *Chirurg* 65: 970–975
12. Käch K, Trentz O (1994) Distraction spondylodesis of the sacrum in „vertical shear lesions“ of the pelvis. *Unfallchirurg* 97: 28–38
13. Kellam JF, McMurtry RY, Paley D, Tile M (1987) The unstable pelvic fracture. Operative treatment. *Orthop Clin North Am* 18: 25–41
14. Lehmann J (1934) Luxation einer Beckenhälfte. *Zentralbl Chir* 37: 2149–2152
15. Matta JM, Saucedo T (1989) Internal fixation of pelvic ring fractures. *Clin Orthop* 242: 83–97
16. Matta JM, Tornetta P (1996) Internal fixation of unstable pelvic ring injuries. *Clin Orthop* 329: 129–140
17. Nelson DW, Duwelius PJ (1991) CT-guided fixation of sacral fractures and sacroiliac joint disruptions. *Radiology* 180: 527–532
18. Nepola JV, Trenhaile SW, Miranda MA, Butterfield SL, Fredericks DC, Riemer BL (1999) Vertical shear injuries: is there a relationship between residual displacement and functional outcome? *J Trauma* 46: 1024–1029
19. Nerlich M, Maghsudi M (1996) Algorithms for early management of pelvic fractures. *Injury* 27 (Suppl 1): A29–37
20. Pohlemann T, Gänsslen A, Schellwald O, Culemann U, Tscherne H (1996) Outcome after pelvic ring injuries. *Injury* 27 (Suppl 2): B31–38
21. Pohlemann T, Tscherne H, Baumgartel F et al. (1996) Pelvic fractures: epidemiology, therapy and long-term outcome. Overview of the multicenter study of the Pelvis Study Group. *Unfallchirurg* 99: 160–167
22. Ragnarsson B, Olerud C, Olerud S (1993) Anterior square-plate fixation of sacroiliac disruption. 2–8 years follow-up of 23 consecutive cases. *Acta Orthop Scand* 64: 138–142
23. Rommens PM, Hessmann MH (2002) Staged reconstruction of pelvic ring disruption: differences in morbidity, mortality, radiologic results, and functional outcomes between B1, B2/B3, and C-type lesions. *J Orthop Trauma* 16: 92–98
24. Roult ML Jr, Nork SE, Mills WJ (2000) Percutaneous fixation of pelvic ring disruptions. *Clin Orthop* 375: 15–29
25. Simpson LA, Waddell JP, Leighton RK, Kellam JF, Tile M (1987) Anterior approach and stabilization of the disrupted sacroiliac joint. *J Trauma* 27: 1332–1339
26. Stöckle U, König B, Dahne M, Raschke M, Haas NP (2002) Computer assisted pelvic and acetabular surgery. Clinical experiences and indications. *Unfallchirurg* 105: 886–892
27. Templeman D, Schmidt A, Freese J, Weisman I (1996) Proximity of iliosacral screws to neurovascular structures after internal fixation. *Clin Orthop* 329: 194–198
28. Tile M (1988) Pelvic ring fractures: should they be fixed? *J Bone Joint Surg Br* 70: 1–12
29. Tonetti J, Carrat L, Lavallee S, Pittet L, Merloz P, Chirrossel JP (1998) Percutaneous iliosacral screw placement using image guided techniques. *Clin Orthop* 354: 103–110
30. Tscherne H, Pohlemann T, Gänsslen A (2000) Classification, staging, urgency and indications in pelvic injuries. *Zentralbl Chir* 125: 717–724

Hier steht eine Anzeige
This is an advertisement