Sekundär- und Späteingriffe nach Beckenring- und Azetabulumfrakturen

Beckenringverletzungen

Ihre Versorgungsstrategie wurde in den letzten Jahrzehnten durch ein besseres Verständnis der Pathophysiologie und Biomechanik instabiler Beckenringfrakturen erheblich beeinflusst und optimiert. Durch eine standardisierte Behandlungstaktik, angepasst an das individuelle Verletzungsmuster des einzelnen Patienten, konnten sowohl die Morbidität als auch die Mortalität signifikant gesenkt werden [2, 8, 22, 24].

Trotz verbesserter Erkenntnisse und Erfahrungen werden wir aber nach wie vor regelmäßig mit der komplexen Problematik instabil oder fehlerverheilter Frakturen konfrontiert. Korrekturingriffe bei Fehlheilungen des Beckens sind eine große Herausforderung für den behandelnden Chirurgen und stellen sehr hohe operationstechnische Ansprüche. Ausgedehnte Erfahrungen in der Behandlung frischer Verletzungen sind für das Gelingen unabdingbare Voraussetzung. Als rekonstruktive Eingriffe werden Korrekturen mehr als 3–4 Monate nach dem Unfallereignis bezeichnet [5, 6].

Diagnostik fehlerverheilte Beckenringverletzungen

Der Begriff fehlerverheilt beinhaltet 3 verschiedene Heilungsprobleme:

- nicht verheilte Frakturen und/oder Luxationen,
- unvollständig verheilte Verletzungen und
- in Fehlstellung verheilte Läsionen.

Auch Kombinationen verschiedener Fehlheilungen können vorkommen. Diese Heilungsprobleme können sich sowohl

auf den vorderen als auch auf den hinteren Beckenring beziehen.

Klinische Symptomatik

Die Mehrzahl der Patienten mit Fehlheilungen im Bereich des Beckens weist eine komplexe, häufig zunächst nicht exakt zuzuordnende Beschwerdesymptomatik auf. Das klinische Bild einer chronischen Instabilität wird oft durch eine belastungs- und positionsabhängige Schmerzsymptomatik geprägt. Diese Schmerzen können im vorderen und/oder im hinteren Beckenring lokalisiert sein [17, 19].

Differenzialdiagnostisch müssen instabilitätsbedingte Beschwerden von neurologischen, lumbosakralen, sakroiliakal arthrotiformen oder atypischen Schmerzen im Beckenboden differenziert werden.

Beckenasymmetrien mit verbliebener vertikaler Dislokation oder Fehlrotation einer Beckenhälfte führen oft zu einer schiefen Sitzposition, einem Beckenschiefstand mit Beinlängendifferenz und Skoliose der thorakolumbalen Wirbelsäule sowie Abweichungen im Gangmuster. Durch vertikale Verschiebung einer Beckenhälfte werden Sakrum und Coccygeus mehr prominent, was zu einer entsprechenden Beschwerdesymptomatik beim Sitzen und Liegen führt [20]. Beckenfehlstellungen können sich auch kosmetisch störend auswirken, zur Dyspareunie führen, ein Geburtshindernis darstellen oder durch Druck einzelner Knochenfragmente auf Organe eine urologische oder intestinale Symptomatik hervorrufen. Andere Patienten weisen neurologische Ausfälle an den unteren Extremitäten auf.

Apparative Diagnostik

Neben einer ausführlichen Anamnese und einer auf Stabilität und Symmetrie des Be-

ckenrings gerichteten klinischen Untersuchung sind Röntgenuntersuchungen für die exakte Diagnostik und weitere Therapieplanung unerlässlich [10].

Röntgen. Die Beckenübersichtsaufnahme erlaubt eine Beurteilung der Becken-(a)symmetrie. Der Vergleich der Position der beiden Azetabuli vermittelt Informationen über Art und Ausmaß der vorhandenen Rotationsfehlstellung und über die vertikale Dislokation der betroffenen Beckenhälfte. Manchmal sind belastete Aufnahmen im wechselseitigen 1-Bein-Stand notwendig, um eine Symphyseninstabilität nachzuweisen. Die Dorsalverschiebung einer Beckenhälfte lässt sich am besten in der Beckeneingangsaufnahme darstellen, während ein Vertikalversatz anhand der Beckenausgangsaufnahme beurteilt werden kann.

Eine genaue Analyse dieser 3 konventionellen Aufnahmen ermöglicht oft Rückschlüsse über die primäre Läsion. Idealerweise sollten auch die primären Unfallaufnahmen zur Beurteilung vorliegen.

Computertomographie. Sie ermöglicht eine detaillierte Abklärung der einzelnen Läsionen, insbesondere am hinteren Beckenring. Um eine räumliche Vorstellung der Beckendeformität zu bekommen, ist die 3D-Rekonstruktion besonders hilfreich. Mit moderner Software kann der spätere Korrekturingriff bereits virtuell am 3D-Modell simuliert werden.

Therapie

Nachdem die Fehlstellung oder Instabilität des Beckenrings als Ursache für die geklagten Beschwerden identifiziert worden ist und abgeklärt wurde, ob durch einen

M. H. Hessmann · P. Ingelfinger · A. Hofmann · P. M. Rommens
Sekundär- und Späteingriffe nach Beckenring- und Azetabulumfrakturen

Zusammenfassung

Sekundär- und Späteingriffe bei fehlverheilten Beckenring- und Azetabulumverletzungen sind komplex und anspruchsvoll. „Fehlverheilte“ beinhaltet nicht verheilte Frakturen und/oder Luxationen, unvollständig verheilte Verletzungen und in Fehlstellung verheilte Läsionen – auch Kombinationen können vorkommen. Korrekturingriffe haben nur Aussicht auf Erfolg, wenn die Beschwerden auf die Fehlheilung zurückzuführen sind. Somit sind eine differenzierte präoperative klinische und radiologische Abklärung unerlässlich. Nach detaillierter Planung des Operationsablaufs ist eine ausführliche Aufklärung des Patienten über die Risiken und den möglichen Erfolg der Therapie erforderlich. Bei Pseudarthrosen werden die Instabilitätszone ausgeräumt, mit autologer Spongiosa aufgefüllt und stabil osteosynthetisiert. Ausgeheilte Fehlstellungen er-

fordern eine vorsichtige, aber oft aufwändige Mobilisation der fehlverheilten Fragmente. Bei weit fortgeschrittenem Azetabulumschaden ist von einer Korrekturosteotomie funktionell wenig Besserung zu erwarten, alternativ sind Hüftgelenkarthrodese und endoprotehtischer Gelenkersatz möglich. An Komplikationen können Schäden neurovaskulärer Strukturen, postoperative Wundheilungsstörungen, Infektionen und Implantatversagen mit Pseudarthrosenrezidiv auftreten. Für das Gelingen von Korrekturmaßnahmen am Becken und Azetabulum sind umfassende Erfahrungen bei der chirurgischen Behandlung akuter Beckenring- und Azetabulumfrakturen unabdingbar.

Schlüsselwörter

Fraktur · Becken · Azetabulum · Osteosynthese · Osteotomie

Secondary and delayed reconstruction of pelvic ring and acetabular fractures

Abstract

Secondary or delayed reconstructions following mal- or nonunited fractures of the pelvic ring and acetabulum are challenging procedures. Three different healing problems have to be distinguished: malunion, nonunion, and fractures and/or dislocations that have healed incompletely. Combinations of these three pathologies are also possible. Delayed reconstructions have no chance of success unless the patient's signs and symptoms are clearly attributable to the malunion or nonunion. This means that extensive clinical and radiological evaluation is mandatory preoperatively. Risks involved and the results that can be expected must be discussed thoroughly with the patient once the surgery has been planned in detail. For the treatment of nonunion or delayed union, the unstable zone must be debrided, and autologous bone grafting with cancellous bone

and stable internal fixation are then required. Malunion requires careful mobilization of the malunited fracture fragments, which is often a very demanding procedure. If there is already advanced damage to the acetabulum little functional improvement can be expected after a corrective osteotomy. Viable treatment alternatives are hip fusion and endoprosthetic joint replacement. Possible complications include damage to neurovascular structures, impaired wound healing, infections and implant failure. Extensive experience in the management of acute fractures of the pelvic ring and acetabulum is essential if delayed reconstruction is to be successful.

Keywords

Fracture · Pelvis · Acetabulum · Fixation · Osteotomy

Korrekturingriff – auch unter Berücksichtigung des operativen Risikos – eine Befundbesserung erreicht werden kann, muss eine genaue chirurgische Behandlungsstrategie ausgearbeitet werden. Die geplante Vorgehensweise sollte ausführlich mit dem Patienten besprochen werden.

Die Korrektur eines fehlverheilten Beckens ist wesentlich risikoreicher als die Osteosynthese akuter Beckenringverletzungen [8]. Verletzungen neurovaskulärer Strukturen, Wundheilungsstörungen und Infektionen müssen als mögliche Komplikationen angesprochen werden. Außerdem dauert die knöcherne Heilung nach einer Korrektur von Pseudarthrosen und Fehlstellungen länger als bei frischen Läsionen [6, 14]. Mögliche daraus resultierende Probleme sind Implantatlockerungen, Implantatversagen und/oder Auftreten eines Pseudarthrosenrezidivs. Zudem sollte dem Chirurgen und dem Patienten bewusst sein, dass Art und Dauer der Nachbehandlung nicht denjenigen einer Erstversorgung entsprechen. In der Regel beträgt die postoperative Entlastungsdauer nach Beckenkorrektur mindestens 12 Wochen.

Korrekturen bei Pseudarthrosen

Beckenringinstabilitäten können ventral, dorsal oder kombiniert ventral/dorsal vorkommen.

Vorderer Beckenring. Instabilitäten können in Höhe der Symphyse oder der Schambeinäste lokalisiert sein. Als operative Zugangswege stehen uns die aus der akuten Chirurgie bekannten konventionellen Zugänge zur Verfügung. Die Symphyse kann in der Regel über einen Pfannenstihschnitt gut erreicht werden. Transpubische Instabilitäten werden durch die medialen Fenster des ilioinguinalen Zugangs angegangen.

Ist die Symphyse instabil, muss das meist sehr derbe Narbengewebe zwischen den beiden Beckenhälften ausgeräumt werden. Um dabei Urethraverletzungen zu vermeiden, ist es sinnvoll, präoperativ einen transurethralen Blasenkatheter einzubringen, um intraoperativ die Harnröhre besser lokalisieren zu können. Anschließend wird der vordere Beckenring mit einer Zirkel- oder Faraboeuf-Zange geschlossen und mit einer Plattenosteosynthese stabilisiert. Wirken erheb-

Abb. 1 ◀ **a** Schmerzhafte Pseudarthrose der linken Beckenschaufel (Pfeile) bei einem 64-jährigen Patienten nach Anpralltrauma 6 Monate zuvor, **b** zunehmende Durchbauung der Pseudarthrose 4 Monate nach Stabilisierung mit 2 Kriechschrauben und einer überbrückender Plattenosteosynthese

liche Rotationskräfte oder Scherkräfte auf die Symphyse, empfiehlt sich die Doppelplattenosteosynthese mittels zweier rechtwinklig zueinander stehender Platten, um das Risiko eines Implantatversagens zu reduzieren. Bei chronischen Open-book-Verletzungen mit weit klaffender Symphyse ist es sinnvoll, vor der Osteosynthese des vorderen Beckenrings zunächst über einen retroperitonealen Zugang an der Innenseite der Beckenschaufel Narbengewebe aus dem klaffenden Iliosakralgelenk auszuräumen, um den Verschluss des ventralen Beckenrings zu vereinfachen. Wird eine definitive Symphysiodesse angestrebt, wird vor der Osteosyn-

these ein trikortikaler Knochenspan aus dem Beckenkamm in die Symphyse interponiert.

In ähnlicher Technik wird auch bei der transpubischen Instabilität der Pseudarthrosenherd dargestellt, ausgeräumt und der knöcherne Defekt mit Spongiosa aufgefüllt. Die ossäre Stabilisierung erfolgt mittels Plattenosteosynthese oder einer langen Zugschraube, welche vom Tuberculum pubicum ausgehend frakturüberquerend im periazetabulären Os ilium verankert wird.

Dorsaler Beckenring. Je nach Lokalisation der Pseudarthrose ist ein ventraler

oder ein dorsaler Zugang zu bevorzugen. Instabilitäten des hinteren Beckenrings sind entweder im Sakrum, im dorsalen Os ilium oder im Iliosakralgelenk lokalisiert.

Dorsale Iliuminstabilitäten werden über einen retroperitonealen Zugang entlang der Innenseite der Beckenschaufel angegangen. Nach Ausräumen von Pannusgewebe aus dem Frakturspalt wird die Fraktur mit Zirkelzangen und/oder Faraboeuf-Klemmen reponiert und anschließend osteosynthetisch fixiert. Die Stabilisierung erfolgt durch eine Plattenosteosynthese, ggf. in Kombination mit einzelnen Zugschrauben, welche frakturüberquerend vom Beckenkamm ausgehend in Richtung der Linea terminalis gebohrt werden. Die Platten werden an der Crista iliaca und der Linea terminalis platziert (■ **Abb. 1**).

Sakruminstabilitäten werden über einen dorsalen Zugang angegangen. Nach Ausräumen des Pseudarthrosenherds wird die ehemalige Fraktur durch eine Kompressionsosteosynthese, ggf. in Kombination mit einer Spongiosaplastik, stabilisiert. Die ossäre Stabilisierung erfolgt entweder durch eine sakroiliakale Verschraubung, durch eine überbrückende dorsale Plattenosteosynthese oder durch eine Kombination von beiden [1, 14, 16, 17, 18].

Das Sakroiliakalgelenk kann sowohl von ventral als auch von dorsal dargestellt werden. Zunächst wird es unter Erhalt des Knorpels ausgeräumt und débridiert. Ähnlich wie bei den frischen Verletzungen erfolgt seine osteoligamentäre Stabilisierung bei anteriorem Zugang mit 2 überbrückenden schmalen Großfragment-DC-Platten. In der Regel reichen kurze 2- bis 3-Loch-Platten aus. Wird ein dorsaler Zugang gewählt, kommt die sakroiliakale Schraubenosteosynthese zur Anwendung (■ **Abb. 2**).

Korrekturingriffe bei Fehlheilungen des Beckens

Die Rekonstruktion eines fehlverheilten Beckenrings stellt einen außerordentlich schwierigen und anspruchsvollen Eingriff dar. Die Häufigkeit von relevanten Fehlstellungen des Beckenrings liegt nach Literaturangaben bei etwa 5% [24]. In der Mehrzahl der Fälle handelt es sich um Fehlstellungen nach suboptimaler Behandlung von vertikal instabilen Frak-

Abb. 2 ◀ **a** Symphysensprengung mit vollständiger sakroiliakaler (SI) Luxation rechts bei 56-jährigem Patienten, Begleitverletzungen : SHT 3. Grades, Lungenkontusion, Milzruptur und Humerusschaftfraktur links, auswärtige Primärversorgung und Stabilisierung des Beckens in Fehlposition mittels Fixateur externe für 6 Wochen, **b** Röntgenaufnahmen bei Aufnahme des Patienten, 3 Monate nach Unfall, persistierende kraniale Dislokation der rechten Beckenhälfte um 35 mm, breit klaffendes rechtes SI-Gelenk und Symphyse, starke belastungsabhängige Schmerzen, **c** CT-Aufnahme des hinteren Beckenrings, noch vorhandene Dislokation des rechten SI-Gelenk, deutliche Kallusbildung ventral, ebenso links als Zeichen der stattgehabten Open-book-Verletzung, **d** Zustand nach Pannusausräumung und Osteosynthese am rechten SI-Gelenk über einen dorsalen Zugang und an der Symphyse über einen Pfannenstielschnitt

turen. Diese wurden entweder primär unter zu geringer Zugkraft konservativ behandelt, primär nicht ausreichend reponiert oder nicht ausreichend stabil fixiert [4, 6, 16, 21].

Die typische Fehlstellung zeichnet sich durch eine kraniodorsale Verschiebung der betroffenen Beckenhälfte aus. Oft ist diese zusätzlich flektiert und innenrotiert. Das Hüftgelenk ist demzufolge nach kranial, medial und vorne versetzt.

Während isolierte Außen- oder Innenrotationsfehlstellungen in der Regel relativ unproblematisch zu korrigieren sind, sind für die Korrektur von komplexen Fehlstellungen eine präzise präoperative Planung sowie eine aufwändige operationstechnische Logistik erforderlich. Für einen solchen Eingriff müssen ein Operationsteam und ein Operationssaal für einen kompletten Tag reserviert werden. Der Einsatz eines Cell-savers ist anzustreben. Das intraoperative Monitoring der peripheren Nervenfunktionen mittels evozierten Potenzialen und/oder EMG ist eine Möglichkeit, um Dehnungsschäden frühzeitig erkennen bzw. vermeiden zu können [7]. Allerdings ist diese Methode nach bisherigen Erfahrungen noch nicht als sehr zuverlässig anzusehen [14].

Korrekturen komplexer Fehlheilungen des Beckens erfolgen immer in mehreren Schritten. Zunächst müssen sie sowohl vorne als auch hinten gelöst werden, bevor mit der Stellungskorrektur und der Osteosynthese begonnen werden kann. Die Entscheidung, ob die Osteotomie zunächst ventral und dann dorsal vorgenommen wird oder umgekehrt, ist abhängig von der Art der Fehlstellung und von der geplanten Vorgehensweise.

Bedingt durch die schrittweise Versorgung muss der Patient intraoperativ von Bauch- in Rückenlage gebracht werden oder umgekehrt. Die einzelnen Zugänge werden vor dem Umlagern provisorisch

verschlossen und später wieder neu eröffnet.

Die ventrale transpubische Osteotomie erfolgt uni- oder bilateral. Kallus- und Narbengewebe müssen abgetragen werden, um die fehlverheilte Beckenhälfte zu lösen. Kontrakte Ligamente müssen durchtrennt werden. Bedingt durch die Verzerrung der normalen Anatomie befinden sich die neurovaskulären Strukturen häufig in atypischer Lage. Da sie zudem oft durch sehr derbes Narben- oder Kallusgewebe umgeben sind, muss sehr umsichtig vorgegangen werden, um Verletzungen während der Präparation zu vermeiden.

Da nach der Korrektur teilweise erhebliche Kräfte auf die Osteosynthese einwirken, die Implantate sich in dem oft osteoporotischen Knochen nicht immer optimal verankern lassen und zudem mit längeren Heilungszeiten zu rechnen ist, sollte eine sichere und stabile Osteosynthese erfolgen. Diese gestaltet sich häufig aufwändiger als bei frischen Verletzungen [16, 17]. Auch muss die Nachbehandlung entsprechend vorsichtiger gestaltet werden. Passive Mobilisationsübungen werden umsichtig unter Entlastung vorgenommen. Beim Gehen und Stehen sollte eine Abrollbelastung der operierten Beckenhälfte für mindestens 3 Monate beibehalten werden.

Azetabulum

Chronische Beschwerden nach konservativer oder operativer Behandlung von Azetabulumfrakturen bedürfen einer umfassenden differenzialdiagnostischen Abklärung. Klinisch stehen belastungsabhängige Schmerzen und/oder eine Bewegungseinschränkung der betroffenen Hüfte im Vordergrund. Bei voranschreitender Arthrose können auch schmerzmittelbedürftige Ruheschmerzen auftreten.

Differenzialdiagnostisch müssen mehrere mögliche Ursachen berücksichtigt werden. Die posttraumatische Arthrose ist einer der häufigsten Gründe für ein schlechtes funktionelles Ergebnis. Risikofaktoren sind verbliebene Stufen- oder Spaltbildungen in der Hauptbelastungszone, ausgeprägte traumabedingte Knorpelschäden an Hüftkopf oder Azetabulum, Impaktion von Wandfragmenten und Inkongruenzen durch verbliebene

Abb. 3 ▶ **a** 2-Pfeiler-Fraktur des rechten Azetabulums bei 21-jähriger Patientin, **b** Zustand nach Osteosynthese über Kocher-Langenbeck-Zugang, insuffiziente Reposition des vorderen Pfeilers, **c** postoperatives Ergebnis nach Korrekturosteosynthese: zunächst Implantatentfernung dorsal mit Reosteosynthese, in 2. Schritt Reposition und Stabilisierung des vorderen Pfeilers über ilioinguinalen Zugang

intraartikuläre Knochenfragmente. Andere Ursachen einer unbefriedigenden Funktion sind Durchblutungsstörungen des Hüftkopfs mit avaskulärer Nekrose, Verschleiß des Femurkopfs durch intraartikulär gelegene Implantate und Frakturheilungsstörungen mit Pseudarthrosenbildung, ggf. erschwert durch Implantatversagen. Auch heterotope Ossifikati-

onen können das funktionelle Ergebnis beeinträchtigen.

Therapiemöglichkeiten

Es stehen die Korrekturosteosynthese, die Hüftgelenkarthrodese und der künstliche Hüftgelenkersatz zur Verfügung.

Abb. 4 ◀ **a** 2-Pfeiler-Fraktur des rechten Azetabulums bei 65-jähriger Patientin, **b** postoperatives Ergebnis nach Osteosynthese über ilioinguinalen Zugang, insbesondere des hinteren Pfeilers, **c** Zustand nach Prothesenimplantation mit Pfannendachabstützschale und zusätzlichem supraazetabulärem Knochenspan zur stabilen Verankerung der Pfanne im Azetabulum

Korrekturosteosynthesen. Sie erscheinen bei Pseudarthrosen und Fehlstellungen nur dann sinnvoll, wenn die Schädigung des Hüftgelenks noch nicht weit vorangeschritten ist. Das zu erwartende funktionelle Ergebnis einer Spätkorrektur ist insgesamt schlechter als nach primär korrekter Versorgung einer akuten Fraktur [9, 11, 15].

Präoperativ ist eine umfassende radiologische diagnostische Abklärung erforderlich. Diese beinhaltet neben den konventionellen Röntgenaufnahmen auch eine CT-Untersuchung mit 3D-Rekonstruktion.

Wie auch am Beckenring ist die Korrekturosteosynthese als ein technisch sehr anspruchsvoller Eingriff anzusehen. Eine sorgfältige Planung beginnt mit der Entscheidung über den operativen Zugang. Bei vorangegangenen Osteosynthesen muss häufig zunächst das Osteosynthesematerial entfernt werden, da es eine Korrektur des gegenüberliegenden Pfeilers verhindert. Häufiger als bei den akuten Verletzungen sind deshalb kombinierte oder auch sequenzielle Zugänge (Kocher-Langenbeck, ilioinguinal) erforderlich (■ Abb. 3).

Hüftgelenkarthrodese und Prothesenimplantation (TEP). Erscheint eine Korrekturosteotomie aufgrund einer fortgeschrittenen Gelenkdestruktion nicht sinnvoll, stehen sie als weitere Behandlungsalternativen zur Verfügung. Da die meisten Patienten aus funktionellen Gründen Wert auf ein bewegliches Hüftgelenk legen, wird die Prothesenimplantation in der Regel bevorzugt. Die Arthrodese, die heute meist mit einer ventralen Plattenosteosynthese durchgeführt wird [12], ist eine sinnvolle Alternative bei jungen (meist männlichen) Patienten mit körperlich anspruchsvoller beruflicher Tätigkeit.

Die Implantation eines künstlichen Gelenks nach Azetabulumfraktur ist nicht als der technisch einfachere Eingriff anzusehen. Romness u. Lewallen [23] verglichen die Ergebnisse nach elektiver TEP-Implantation wegen Koxarthrose und nach Prothesenimplantation nach Azetabulumfraktur. Während die Lockerungsrate des Schafts in beiden Patientengruppen vergleichbar war, zeigte sich eine 5- bis 6-mal höhere Lockerungsrate bei den Patienten, die zuvor eine Azetabulumfraktur erlitten hatten. Während aktuellere Studien über 10-Jahres-Überlebensraten von bis zu 90% berichteten, wurden einheitlich in allen Studien ausgeprägte Knochendefekte im Azetabulum sowie verbliebene Instabilitäten als Ursachen für eine verfrühte Pfannenlockerung identifiziert [2, 25]. Deshalb sollten im Rahmen der Prothesenimplantation Instabilitäten des Azetabulums stabilisiert und Knochendefekte in der Belastungszone durch Spongiasplastik aufgefüllt werden. Als Donor kann der resezierte Hüftkopf gebraucht werden. Mehr als in der Koxarthrosenendoprothetik sollten Pfannendachschalen verwendet werden, um eine möglichst stabile Verankerung der Pfanne im Azetabulum zu gewährleisten (■ Abb. 4).

Fazit

Chirurgische Korrekturen von Fehlstellungen des Beckenrings und des Azetabulums sind seltene, aber komplexe und anspruchsvolle Eingriffe. Weniger häufig als bei frischen Verletzungen können die normale Anatomie und Funktionalität wiederhergestellt werden. Sowohl dem Chirurgen als auch dem Patienten sollte

**bewusst sein, dass es sich bei den Korrektur-
eingriffen um aufwändige und kom-
plikationsträchtige Operationen handelt.
Umfassende Erfahrungen bei der chirur-
gischen Behandlung akuter Beckenring-
und Azetabulumfrakturen sind für das
Gelingen dieser Korrekturmaßnahmen
unabdingbare Voraussetzungen.**

Korrespondierender Autor

PD Dr. M. H. Hessmann

Klinik und Poliklinik für Unfallchirurgie,
Johannes-Gutenberg-Universität
Langenbeckstraße 1, 55101 Mainz
Hessmann@Unfall.klinik.uni-mainz-de

Interessenkonflikt. Es besteht kein 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. Die Präsentation des Themas ist unabhängig und die Darstellung der Inhalte produktneutral.

Literatur

1. Beaulieu PE, Antoniadou J, Matta J (2006) Transsacral fixation for failed posterior fixation of the pelvic ring. *Arch Orthop Trauma Surg* 126: 49–52
2. Bellabarba C, Berger RA, Bentley CD et al. (2001) Cementless acetabular reconstruction after acetabular fracture. *J Bone Joint Surg Am* 83A: 868–876
3. Cole JD, Blum DA, Ansel LJ (1996) Outcome after fixation of unstable posterior pelvic ring injuries. *Clin Orthop* 329: 160–179
4. Ebraheim NA, Biyani A, Wong F (1998) Nonunion of pelvic fractures. *J Trauma* 44: 202–204
5. Gautier E, Ganz R (1993) Spätreakonstruktive Eingriffe nach Beckenverletzungen mit Fehlheilung. *OP J* 9: 46–53
6. Gautier E, Rommens PM, Matta JM (1996) Late reconstruction after pelvic ring injuries. *Injury [Suppl 2]* 27: 39–46
7. Helfet DL, Koval KJ, Hissa EA et al. (1995) Intraoperative somatosensory evoked potential monitoring during acute pelvic fracture surgery. *J Orthop Trauma* 9: 28–34
8. Hessmann MH, Mayer A, Rommens PM (1999) Internal fixation of posterior pelvic ring lesions. *Osteosynthesis* 7: 34–44
9. Johnson EE, Matta JM, Mast J et al. (1994) Delayed reconstruction of acetabular fractures 21–120 days following injury. *Clin Orthop* 305: 20–30
10. Kreitner KF, Rommens PM (1999) Radiologische Diagnostik von Becken- und Acetabulumfrakturen. *Osteosynthesis* 7: 3–12
11. Letournel E (1990) Diagnosis and treatment of nonunions and malunions of acetabular fractures. *Orthop Clin North Am* 21: 769–788
12. Matta JM, Siebenrock KA (1997) Hip fusion through an anterior approach with use of a ventral plate. *Clin Orthop* 337: 129–139
13. Matta JM, Tornetta P (1996) Internal fixation of unstable pelvic ring injuries. *Clin Orthop* 329: 129–140
14. Matta JM, Dickson KF, Markovich D (1996) Surgical treatment of pelvic nonunions or malunions. *Clin Orthop* 329: 199–206
15. Mayo K, Letournel E, Matta JM et al. (1994) Surgical revision of malreduced acetabular fractures. *Clin Orthop* 305: 47–52
16. Mears DC (1996) Das Management von Beckenpseudarthrosen und Beckenfehlstellungen. *Orthopäde* 25: 441–449
17. Mears DC, Velyvis JH (2002) In situ fixation of pelvic nonunions following pathologic and insufficiency fractures. *J Bone Joint Surg Am* 84A: 721–728
18. Mears DC, Velyvis J (2003) Surgical reconstruction of late pelvic posttraumatic nonunions and malalignment. *J Bone Joint Surg Br* 85B: 21–30
19. Moore RS, Stover MD, Matta JM (1998) Late posterior instability of the pelvis after resection of the symphysis pubis for the treatment of osteitis pubis. A report of two cases. *J Bone Joint Surg Am* 80-A: 1043–1048
20. Olson SA, Pollak AN (1996) Assessment of pelvic ring stability after injury. *Clin Orthop* 329: 15–27
21. Pennal GF, Massiah KA (1980) Nonunion and delayed union of fractures of the pelvis. *Clin Orthop* 151: 124–129
22. Rommens PM, Hessmann MH (1998) Early versus delayed surgery for musculoskeletal trauma in polytraumatized patients. *Curr Opin Crit Care Med* 4: 424–428
23. Romness DW, Lewallen DG (1990) Total hip arthroplasty after fracture of the acetabulum. Long-term results. *J Bone Joint Surg Br* 72B: 761–764
24. Tile M (2003) Fractures of the pelvis and acetabulum, 3rd edn. Lippincott, Williams & Wilkins, Philadelphia
25. Weber M, Berry DJ, Harmsen WS (1998) Total hip arthroplasty after operative treatment of an acetabular fracture. *J Bone Joint Surg Am* 80A: 1295–1305