

Spätfolgen – Beckenchirurgie

Marius Johann Baptist Keel, Johannes Dominik Bastian

Einleitung

Beckenringverletzungen sind sowohl beim schwerverletzten Patienten als auch im Rahmen von Altersfrakturen von einer hohen Morbidität und Mortalität begleitet [1]. In der Akutphase nach Trauma stehen Blutungen bei vertikalen (C-Verletzungen) oder anteroposterioren (B1-Verletzungen) Instabilitäten und schwere Infektionen bei offenen Beckenverletzungen oder solchen mit Hohlorganverletzungen im Vordergrund [1]. Spätfolgen nach Beckentrauma werden vor allem durch Urogenital- oder Nervenverletzungen (Plexus lumbosacralis) und durch inadäquate chirurgische Repositionen und/oder fehlende oder instabile Fixationen am hinteren und/oder vorderen Beckenring bestimmt [1, 2]. In einer Übersichtsarbeit von Papakostidis et al. konnte gezeigt werden, dass bei operativer Versorgung mit alleinigen Fixationen des vorderen Beckenrings unabhängig von einer möglichen Verletzung am hinteren Beckenring in 43% eine exzellente Reposition (anteroposteriore Translation oder vertikale Verschiebung < 5 mm oder Symphysendiastase < 10 mm) erreicht wurde, wohingegen bei zusätzlichen Fixationen des hinteren Beckenrings ebenfalls unabhängig von Art und Ausmaß der Dislokation der Verletzung des hinteren Beckenrings exzellente Rekonstruktionen in 73% möglich waren [3]. Die Heilungsrate lag nach konservativer Therapie bei 83%, bei alleiniger Fixation des vorderen Beckenrings zwischen 95 und 100% und bei Fixationen des vorderen und hinteren Beckenrings bei 93–100%, je nach Studie. Neben Nonunions (Pseudarthrosen) können aber auch Beckendeformitäten mit (eigentliche Malunion) oder ohne ossäre Heilung auftreten. Nach nicht operativer Therapie können solche in 30%, nach alleiniger ventraler Fixation in 42% und nach kombinierten ventralen und posterioren Fixationen in 7% auftreten. Bei den klinischen Langzeitresultaten waren Schmerzen deutlich häufiger nach konservativer Therapie (27%) als nach alleinigen anterioren (5%) oder kombinierten anteroposterioren Fixationen (1%) zu beobachten. Diese Daten weisen darauf hin, dass bei Beckenringverletzungen am vorderen und hinteren Beckenring sowohl der hintere als auch der vordere Beckenring möglichst anatomisch reponiert und stabil fixiert werden müssen, um Nonunion resp. Malunion mit chronischen Schmerzen und invalidisierenden Fehlstellungen zu verhindern. In den nachfolgenden Ausführungen wird auf die Risikofaktoren, die Erkennung und Versorgung von Nonunion und Malunion als Spätfolgen nach Beckenringverletzungen eingegangen.

Merke

Der vordere und hintere Beckenring sollte möglichst anatomisch reponiert und stabil fixiert werden, um Nonunion oder Malunion mit chronischen Beschwerden zu verhindern.

Risikofaktoren für die Entwicklung von Becken-Nonunion und -Malunion

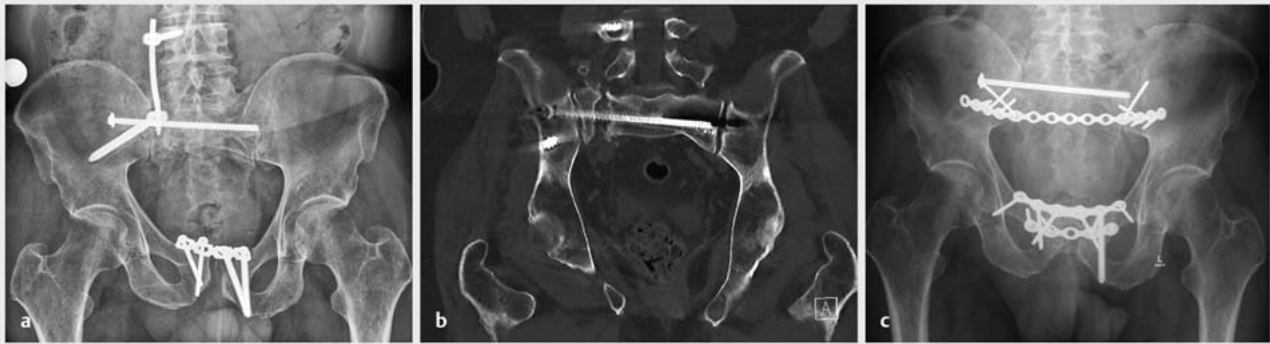
In der Literatur werden bei Nonunion oder Malunion am häufigsten Verkehrsunfälle als Unfallmechanismus mit einer Inzidenz von über 50% beschrieben [2]. Als Verletzungstypen wurden initial meist C-Verletzungen beobachtet (88%). Die nicht operative Therapie, das alleinige Anwenden eines Beckengürtels oder die Ausbehandlung von Beckenringverletzungen mit einem Fixateur externe führen am häufigsten zu Nonunion oder Malunion [2, 4].

Klinische Manifestation von Becken-Nonunion und -Malunion

Klinisch präsentiert sich ein Patient mit einer Nonunion resp. Malunion des Beckenrings meist mit Schmerzen (97%). Diese können nur ventral, posterior oder simultan vorne und hinten sein, meist aktivitätsabhängig. Nonunions des vorderen Beckenrings können im Gegensatz zu solchen am hinteren Beckenring schmerzfrei sein. Neben Beschwerden beim Gehen klagen die Patienten auch über Probleme beim Sitzen aufgrund der unterschiedlichen Position des Sitzbeines (Tuber ischiadicum), beim Wasserlösen oder beim Sexualverkehr aufgrund der mechanischen Enge. Beinlängenunterschiede werden in ca. 25% der Patienten beobachtet [2]. Die eigentliche Beckendeformität kann auch ein ästhetisches Problem darstellen. Je nach initialen Verletzungen des Plexus lumbosacralis und der Cauda equina können zudem auch radikuläre Ausfälle (L IV, L V oder S I) mit neuropathischen Schmerzen und Fußheber- oder -senkerpareesen oder Blasen- und Stuhlinkontinenz persistieren.

Radiologische Diagnostik von Becken-Nonunion und -Malunion

Zur radiologischen Diagnostik und präoperativen Planung gehören eine Beckenübersicht, eine Inlet- und Outlet-



► **Abb. 1** Nonunion einer mehrfragmentären Sakrumfraktur rechts mit Schraubenlockerungen nach triangulärer lumbopelviner Stabilisierung und Symphysenplatte bei Symphysenruptur im Rahmen einer vertikal instabilen Verletzung. Beckenübersicht (a) und koronares CT-Schnittbild mit Defektzone in der Massa lateralis Sakrum rechts und gelockerten L IV-Pedikel- und Iliumschrauben (b) vor Pseudarthrosenrevision. Beckenübersicht 2 Monate nach Symphysiodese mit Doppelplatten und Beckenspan sowie dorsaler Entfernung der Instrumentierung, Beckenspaninterposition sakral, neuer iliosakraler Schraube und dorsaler Zuggurtungsplatte (c).



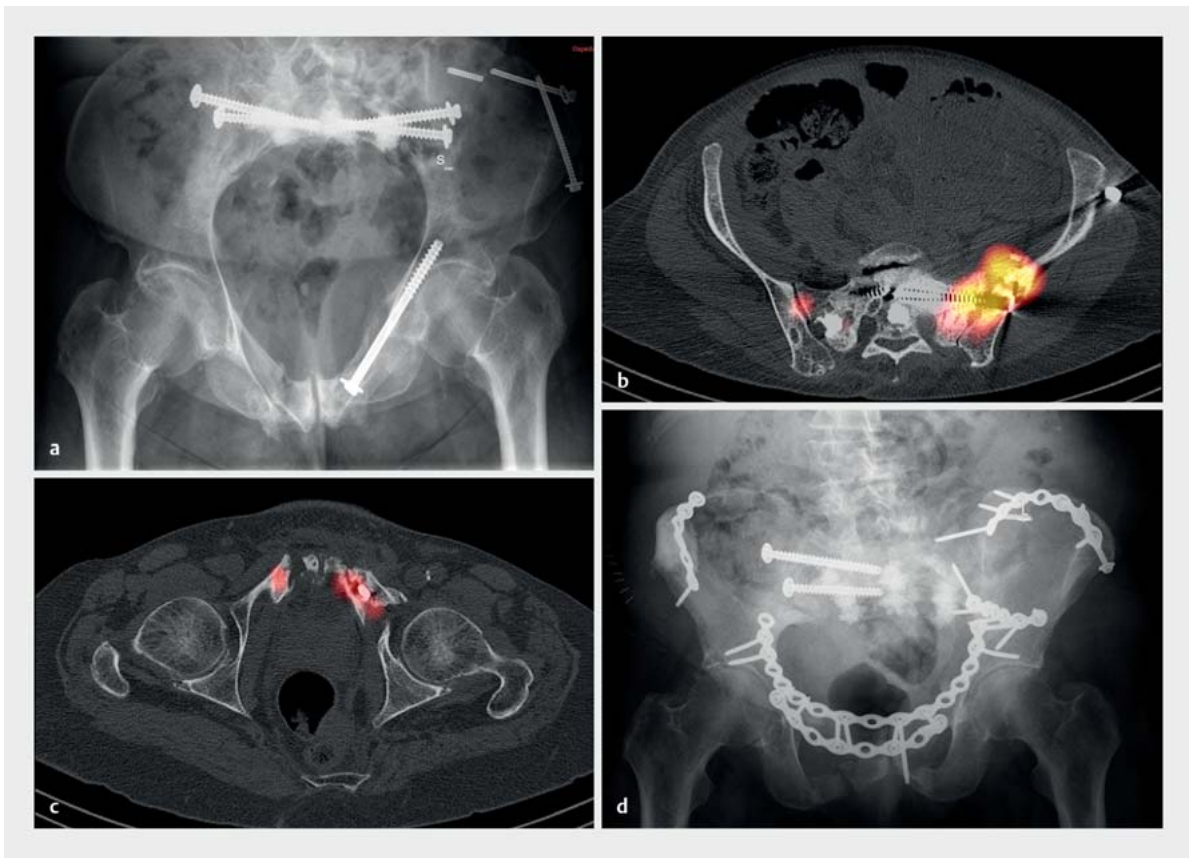
► **Abb. 2** Malunion einer vertikal instabilen Verletzung mit fehlverheilter Luxationsverletzung iliosakral links, Schambeinastfraktur rechts und Symphysenruptur. Beckenübersicht nach innerer Fixation mittels dorsalem Stab ohne Reposition (a) und 3-D-CT nach Stabentfernung (b). Beckenübersicht 6 Monate nach 3-stufigem Verfahren mit anteriorer Osteotomie Schambeinast rechts, Mobilisierung der Symphyse und Osteotomie der sakrospinalen und -tuberalen Bänder, dorsaler Osteotomie im Iliosakralgelenk mit offener Reposition und dorsaler Zuggurtungsplatte mit iliosakraler Schraube sowie anschließender ventraler Reposition und Plattenosteosynthese (c).

Untersuchung [4,5]. Bei den in 32% sichtbaren Becken-
deformitäten werden vertikale Verschiebungen in 16%
und sagittale Malrotationen (Innen- oder Außenrotatio-
nen) in 18% beobachtet [2]. Komplettiert wird die Bildge-
bung mit einer Computertomografieuntersuchung (CT)
mit 3-D-Rekonstruktionen, in der die Fehlstellungen der
Symphyse, der Schambeinäste, allenfalls beim Azetabu-
lum und am hinteren Beckenring im Bereich der Becken-
schaufel (transiliakal), des Iliosakralgelenkes und des Sa-
krums beurteilt werden. Gemäß der Arbeit von Mears
und Velyvis werden anhand der nicht verknöcherten Ver-
letzung mit oder ohne Fehlstellung oder fehlverheilten
Beckenringverletzungen 4 Typen unterschieden [6]:

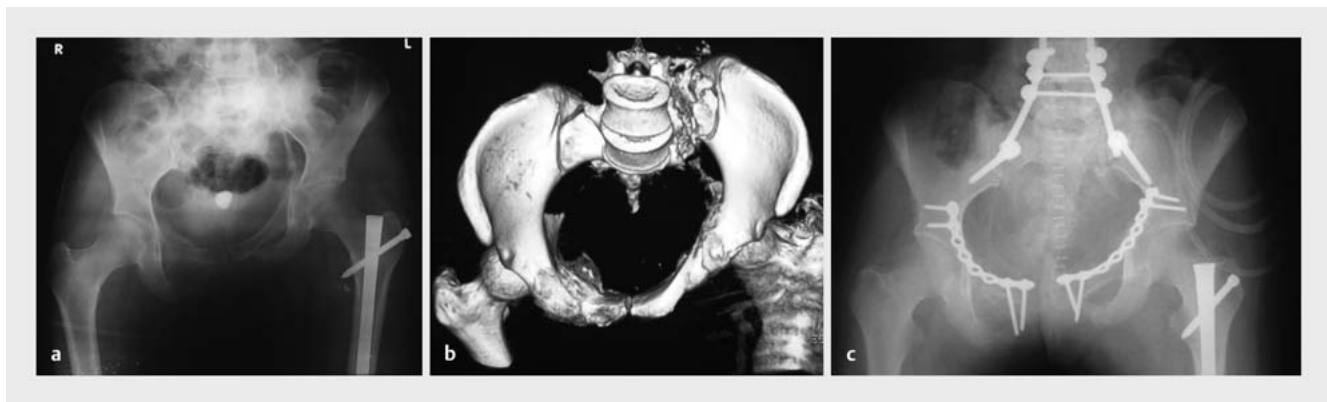
- Nichtheilung ohne Fehlstellung, eigentliche Nonunion (Pseudarthrose; ► **Abb. 1**)
- verknöcherte Fehlstellung („united malalignment“), eigentliche Malunion (► **Abb. 2**)

- nicht verknöcherte Fehlstellung („united malalign-
ment“; ► **Abb. 3**)
- partiell verknöcherte Fehlstellung („partially united
malalignment“; ► **Abb. 4**)

Falls bei den Voroperationen auch eine Infektsituation
vorhanden war oder die radiologische Diagnose einer
Nonunion mittels CT nicht klar ist, kann ein SPECT (single
photon emission tomography/computed tomography)/
CT Zusatzinformationen bez. Instabilitäten, nicht ver-
knöcherten Arealen und Ausdehnung von Osteolysen
geben. Diese Technik erlaubt es, gezielte szintigrafische
und CT-Schichtbilder in allen Raumebenen zu entwickeln
(► **Abb. 3 b, c**).



► **Abb. 3** Inlet-Aufnahme bei nicht verheilter transiliosakraler Luxationsfraktur mit nicht geheilten Schambeinastfrakturen beidseits mit posteriorer Translation und Innenrotation des Hemipelvis links bei Status nach Schraubenosteosynthesen am Beckenkamm und Schambeinast links und Status nach Sakroplastik (Zementierung des Sakrums) und S I- und S II-Schrauben beidseits nach Sakruminsuffizienzfrakturen (a). In einer SPECT/CT-Untersuchung (axiale Rekonstruktionen) zeigen sich die Aktivitätszonen als Ausdruck der Pseudarthrosen und Defektzonen am hinteren Beckenring (b) und am vorderen Beckenring (c). Beckenübersicht 2 Monate nach Außenrotation des Hemipelvis links, Doppelplattenosteosynthesen und Beckenspaninterposition am vorderen Beckenring und Plattenosteosynthese der Beckenschaukel über einen dorsalen Zugang (d) in einem 2-stufigen Verfahren.



► **Abb. 4** Beckenübersicht (a) und 3-D-CT (b) einer nach konservativer Therapie partiell verheilten anteroposteriorer und vertikaler Fehlstellung nach Sakrumfraktur links und Schambeinastfrakturen beidseits. Postoperative Beckenübersicht nach 3-stufiger Rekonstruktion nach Osteotomien Schambeinäste beidseits und Osteomie der sakrospinalen und -tuberalen Bänder ventral, Sakrumosteotomie mit offener Reposition und lumbopelviner Spondylosese und ventraler beidseitiger Plattenosteosynthese (c).

Operatives Behandlungskonzept bei Nonunion und Malunion

In der Literatur liegt die Zeit zwischen dem initialen Unfall und der chirurgischen Revision der Beckendeformität oder -instabilität bei ca. 2 Jahren (10 Wochen bis 15 Jahre). Als Indikationen gelten die oben erwähnten Symptome, wobei die intraoperativen (großer Blutverlust, Gefäßverletzungen) und postoperativen Komplikationen (Lähmungserscheinungen durch Traktion oder Verletzungen von Nerven [N. obturatorius, N. femoralis, N. ischiadicus, N. gluteus superior], Blasenverletzungen, persistierende Fehlstellungen oder Schmerzen) dem Patienten vorgängig in aller Klarheit beschrieben werden müssen.

Goldstandard der operativen Revision ist die offene Reposition, die interne stabile Fixation und die Anlagerung von Autograft und/oder Allograft oder Knochenersatz. Bei Nonunion (Typ I nach Mears und Velyvis) reichen meist 2 Schritte („two stage procedure“) [4, 5]. Am vorderen Beckenring wird entweder über einen intrapelvinen Zugang (modifizierter Stoppa-Zugang) oder ilioinguinalen Zugang nach Letournel eine Plattenosteosynthese der Schambeinäste uni- oder bilateral mit Dekortikation, allenfalls mit Spongiosaplastik der Defektzone oder Interposition eines Beckenspans durchgeführt. Bei einer chronischen instabilen Symphyse wird eine Symphysektomie mit Entfernung des Diskusmaterials und des Narbengewebes durchgeführt, unter Kompression ein Beckenspan eingepasst, und eine Doppelplattenosteosynthese ist für eine höhere Stabilität einer einfachen Plattenosteosynthese zu bevorzugen (► Abb. 1 c). Am hinteren Beckenring ist, je nach Pseudarthrose und Instabilität, eine perkutane Verschraubung des Iliosakralgelenkes oder des Sakrums möglich, wobei über das 1. Fenster in Rückenlage das Iliosakralgelenk debridiert wird und ein Beckenspan eingepasst wird. Alternativ kann auch eine Doppelplattenosteosynthese des Iliosakralgelenkes mit einer höheren Stabilität durchgeführt werden. Bei großen Defektzonen am Sakrum ist ein dorsaler Zugang zu bevorzugen mit Ausräumung des Narbengewebes in der Sakrumpseudarthrose, wobei bei bilateralen Sakrumpseudarthrosen oder schweren Instabilitäten oder auch zusätzlichen Degenerationen der kaudalen lumbalen Wirbelsäulensegmente eine lumbopelvine Stabilisierung (L IV/LV bis Becken) mit einer eigentlichen Spondylodese sinnvoll ist. Eine hohe Stabilität und gute Heilungsrate speziell bei einseitigen Sakrumpseudarthrosen kann auch erreicht werden, wenn eine Iliosakralschraube mit einer eingeschobenen dorsalen Zuggurtungsplatte kombiniert wird nach Resektion der Pseudarthrose und Spaninterposition (► Abb. 1 c).

Merke

Bei Nonunion wird 2-stufig am vorderen und hinteren Beckenring die Pseudarthrose ausgeräumt und eine stabile innere Fixation angebracht.

Bei allen Malunions oder auch nicht verheilten Fehlstellungen des Beckenrings (Typen II, III und IV nach Mears und Velyvis) mit vertikalen Verschiebungen, anteroposterioren Translationen und/oder Außen- und Innenrotationsfehlstellungen ist meist eine 3-schrittige Revision nötig („three stage reconstruction“). Gestartet wird meist anterior mit Mobilisierung des vorderen Beckenrings mit Débridement der Symphyse nach Symphysenverletzungen, Osteotomien von fehlverheilten oberen und unteren Schambeinastfrakturen ein- oder beidseitig über einen intrapelvinen oder ilioinguinalen Zugang und der zusätzlichen Osteotomie und Mobilisierung der meist verknöcherten sakrospinalen und sakrotuberalen Bänder, um im 2. Schritt den hinteren Beckenring reponieren zu können (► Abb. 4 c). Nach Verschluss des ventralen Zugangs werden bei fehlverheilten Iliosakralgelenken diese in Bauchlage mobilisiert resp. bei fehlverheilten Sakrumfrakturen eine Osteotomie in der Massa lateralis durchgeführt. Bei vertikal stark verschobenen Frakturen muss allenfalls dann die Operation gestoppt werden und über eine Woche unter Traktion das betroffene Hemipelvis am wachen Patienten kontinuierlich distalisiert werden, um sekundäre Schäden des Plexus lumbosacralis zu verhindern. Ansonsten kann nach Reposition des hinteren Beckenrings bei beidseitigen Verletzungen eine lumbopelvine Spondylodese durchgeführt werden (► Abb. 4 c) oder eine dorsale Zuggurtungsplatte mit Iliosakralschraube implantiert werden (► Abb. 2 c). Als Repositionshilfe wird von Matta ein am Tisch montierter Bügel („frame“) empfohlen, der über Pins am gesunden Hemipelvis fixiert wird und dadurch die Traktion des osteotomierten Hemipelvis erlaubt, ohne dass es zu einer Beckenkipfung kommt [7]. Eine Anlagerung von Knochen ist essenziell. Im Anschluss wird der Patient wieder in Rückenlage gedreht und die ventrale Reposition und Fixation können analog zur oben erwähnten Nonunion-Ver-sorgung des vorderen Beckenrings vollzogen werden.

Merke

Bei nicht geheilten Beckendeformitäten oder eigentlichen Malunions wird 3-stufig zuerst der vordere Beckenring mittels Lysierung der Symphyse oder Osteotomie der Schambeinäste mobilisiert, gefolgt von der Osteomie, Reposition und inneren Fixation des hinteren Beckenrings und schließlich der inneren Fixation des vorderen.

Zur Risikoreduktion von Traktionsschäden des Plexus lumbosacralis während der Reposition kann ein perioperatives Neuromonitoring angewandt werden mit Ableitung der somatosensorischen evozierten Potenziale (SSEP). Die Operationszeiten variieren in der Literatur stark und liegen zwischen 1 und 10 Stunden, durchschnittlich bei 6 Stunden. Der Blutverlust liegt durchschnittlich bei ca. 1200 ml, maximal bei über 7 l [2]. Die Nachbehandlung hängt von der Stabilität der Fixation ab und wird beschrieben als Bett-Rollstuhl-Transfer für

6 Wochen bis 3 Monate oder Teilbelastung mit Sohlenkontakt für diese Zeit.

Resultate nach operativer Versorgung von Nonunion und Malunion

Die häufigste Komplikation nach operativen Revisionen vor allem von Malunions sind in 5% neurologische Läsionen durch Traktion des Plexus lumbosacralis [2, 4, 5]. Tiefe Venenthrombosen werden in ebenfalls 5% beobachtet, Lungenembolien in 1,9% und tiefe Infektionen in 1,6%. Seltener sind im Rahmen des anterioren Zugangs Blasenläsionen (0,8%) und Gefäßläsionen (0,5%). Ausreichende Repositionen mit < 1 cm Dislokation oder < 15° Fehlrotationen wurden in 85% erreicht. Gute oder sehr gute klinische Resultate wurden in 80% beschrieben, wobei chronische Schmerzen in 7% persistierten. Implantatversagen wie Lockerungen oder Implantatbruch wurde in ca. 3% beobachtet.

Merke

In 80% der Fälle können gute oder sehr gute klinische Ergebnisse erzielt werden. Neurologische Läsionen durch Traktionsschäden am Plexus lumbosacralis treten nach operativen Revisionen von Malunions auf (5%). Ein perioperatives Neuromonitoring kann dieses Risiko reduzieren. Tiefe Venenthrombosen treten ebenso häufig auf. Seltener Komplikationen sind Lungenembolien, tiefe Infektionen, Blasenläsionen oder Gefäßläsionen.

Fazit für die Praxis

Spätfolgen nach Beckentrauma werden vor allem durch Urogenital- oder Nervenverletzungen (Plexus lumbosacralis) und durch inadäquate chirurgische Repositionen und/oder fehlende oder instabile Fixationen am hinteren oder vorderen Beckenring bestimmt. Neben Nonunions (Pseudarthrosen) treten Beckendeformitäten mit (eigentliche Malunions) oder ohne Heilung vor allem nach nicht operativer Therapie oder alleinigen ventralen Fixationen auf. Bei symptomatischer Nonunion wird in einem 2-stufigen Konzept die Pseudarthrose am vorderen Beckenring debridiert und die Symphyse resp. die Schambeinäste fixiert, gefolgt von der operativen Revision des hinteren Beckenrings mit stabiler Osteosynthese. Bei nicht verheilter Fehlstellung oder einer eigentlichen Malunion wird meist in einem 3-stufigen Konzept zuerst der vordere Beckenring mobilisiert, dann die Osteotomie am hinteren Beckenring mit Reposition und Fixation durchgeführt, bevor schließlich der vordere Beckenring stabilisiert wird. Diese Chirurgie ist anspruchsvoll und weist in geübten Händen eines erfahrenen Beckenchirurgen eine Heilungsrate von über 80% auf, wobei in je 5% neurologische und thromboembolische Komplikationen auftreten können.

Interessenkonflikt

Die Autoren geben an, dass kein Interessenskonflikt besteht.

Autorinnen/Autoren

Marius Johann Baptist Keel

Prof. Dr. FACS, Spezialist für Becken-, Hüft- und Wirbelsäulenchirurgie, spine-pelvis AG; Senior Consultant für komplexe Becken- und Wirbelsäulenchirurgie, Universitätsklinik für Orthopädische Chirurgie und Traumatologie, Universitätsspital Bern, Inselspital

Johannes Dominik Bastian

PD Dr. med., Oberarzt für Hüft- und Beckenchirurgie, Koordinator Orthogeriatric und Alterstraumatologie, Universitätsklinik für Orthopädische Chirurgie und Traumatologie, Universitätsspital Bern, Inselspital

Korrespondenzadresse

Prof. Dr. Marius Johann Baptist Keel, FACS

TraumaZentrum Hirslanden
Klinik Hirslanden
Witellikerstrasse 40
8032 Zürich
Schweiz
Tel.: + 41/(0)44/3 87-37 34
Fax: + 41/(0)44/3 87-37 35
mkeel@traumazentrum.ch

Literatur

- [1] Keel M, Trentz O. Acute management of pelvic fractures. *Curr Orthopaed* 2005; 19: 334–344
- [2] Kanakaris NK, Angoules AG, Nikolaou VS et al. Treatment and outcomes of pelvic malunions and nonunions. A systematic review. *Clin Orthop Relat Res* 2009; 467: 2112–2124
- [3] Papakostidis C, Kanakaris NK, Kontakis G et al. Pelvic ring disruptions: treatment modalities and analysis of outcomes. *Int Orthop* 2009; 33: 329–338
- [4] Oransky M, Tortora M. Nonunions and malunions after pelvic fractures: why they occur and what can be done. *Injury* 2007; 38: 489–496
- [5] Matta JM, Dickson KF, Markovich GD. Surgical treatment of pelvic nonunions and malunions. *Clin Orthop Relat Res* 1996; 329: 199–206
- [6] Mears DC, Velyvis J. Surgical reconstruction of late pelvic post-traumatic nonunion and malalignment. *J Bone Joint Surg Br* 2003; 85: 21–30
- [7] Matta JM, Yerasimides JG. Table-skeletal fixation as an adjunct to pelvic ring reduction. *J Orthop Trauma* 2007; 21: 647–656

Bibliografie

DOI <https://doi.org/10.1055/s-0044-100865>
OP-JOURNAL 2018; 34: 48–52 © Georg Thieme Verlag KG
Stuttgart · New York ISSN 0178-1715