Lösungsmöglichkeiten nach fehlgeschlagenen Osteosynthesen: Becken und Azetabulum

■ Ulf Culemann, Georg Tosounidis, Tim Pohlemann

Zusammenfassung

Fehlschläge nach Osteosynthesen des Beckenrings oder nach Azetabulumrekonstruktionen sind i. d. R. chirurgisch schwer zu behandeln und sollten von spezialisierten Zentren durchgeführt werden. Das Ziel der Primärversorgung der Becken- und Azetabulumverletzungen sollte immer sein, derartige Komplikationen möglichst zu vermeiden. Da allein schon der Klassifikation, der primären Einschätzung der spezifischen Besonderheiten der Verletzung, der Zugangswahl und letztendlich der Auswahl und Ausführung

der Osteosynthese eine entscheidende Bedeutung für den Erfolg der Behandlung zukommen und in allen Bereichen erhebliche Fehlermöglichkeiten vorkommen können, sollte im Einzelfall immer geprüft werden, inwieweit die persönliche Erfahrung und/oder infrastrukturellen Voraussetzungen gegeben sind, eine Definitivbehandlung außerhalb von Notfallversorgungen vorzunehmen. Es ist zu erwarten, dass im Zuge der Änderungen der Krankenhauslandschaft eine weitere Zentrierung von Becken- und Azetabulumverletzungen zu Traumazentren hin erfolgen wird.

Einführung

Die Technik der operativen Stabilisierung von Becken- und Azetabulumfrakturen hat sich in den letzten 30 Jahren deutlich fortentwickelt. Während zu diesem Zeitpunkt die Therapie instabiler Beckenringverletzungen bis auf wenige Ausnahmen eine Domäne der konservativen Therapie war, haben sich zwischenzeitlich standardisierte Indikationsstellungen und Operationstechniken herauskristallisiert, die in 80% der instabilen Beckenringverletzungen vom Typ AO/OTA eine vollkommene anatomische Rekonstruktion des osteoligamentären Ringgefüges erlauben [3,6,15,16]. Trotzdem müssen derartige Eingriffe immer noch als schwierig und komplikationsbeladen und daher in vielen Fällen dem Spezialisten vorbehalten gelten. In noch ausgeprägter Weise gilt das für die Versorgung von Azetabulumfrakturen. Zwar steht basierend auf den grundlegenden Arbeiten von Judet und Letournel ein klares System von Klassifikation, Indikationsstellung und Zugangswahl zur Verfügung [4,8,9,14,17],

die „Toleranzgrenze“ für die Gelenkkonstruktion ist aber sehr viel geringer und die operationstechnischen Schwierigkeiten sind höher. Daher führen derartige Operationen außerhalb der Hand von Spezialisten immer noch zu einer relativ hohen Rate von nicht ausreichenden Repositionen mit den bekannten Folgen der Früh- oder Späarthrose. Alle aktuellen Ergebnisse müssen sich daher weiterhin an den exzellenten Resultaten Letournels orientieren, die sicherlich zumindest mittelfristig noch als „Goldstandard“ gelten können [10,12].

Ziel der vorliegenden Arbeit ist es nicht, die grundlegenden Betrachtungen der Notfallbehandlung, der Indikationsstellung und der Osteosynthesetechniken abzuhandeln, sondern vielmehr, basierend auf einer groben Systematik möglicher Fehlschläge, anhand von konkreten Beispielen, auf Komplikationsmöglichkeiten hinzuweisen, zu deren Vermeidung beizutragen und ggf. Lösungsmöglichkeiten aufzuzeigen. Bewusst erfolgt eine Konzentration auf osteosynthespezifische Probleme. Auf allgemeine Komplikationsmöglichkeiten wie Blutungen, Thromboembolierisiko und Infekte wird an anderer Stelle verwiesen [17].

Fehlschläge nach Beckenringosteosynthesen

Fehler in der Indikationsstellung

Ein wesentliches Problem in der Durchführung von Beckenringosteosynthesen ist die korrekte Indikationsstellung.

In der bekannten AO/OTA-Klassifikation wird eine an sich kontinuierliche Abnahme der Stabilität der Beckenringstruktur von stabil (A) nach komplett instabil (C) systembedingt in 3 Frakturtypen eingeteilt. Daher kann es insbesondere in den Übergangsbereichen zu Fehlbeurteilungen kommen (**Abb. 1**).

Das A/B-Problem

In zunehmendem Maße erleiden auch geriatrische Patienten Beckenringverletzungen, die nicht wie bisher üblich als sichere isolierte vordere Beckenringfrakturen eingeteilt werden können. Okkulte Verletzungen im hinteren Beckenringbereich insbesondere im Bereich des Os sacrum oder SI-Gelenksnah im Os ilium können primär übersehen werden.

Bei den immer kürzer werdenden Hospitalisationszeiten bzw. sogar ambulanten Behandlungen wird die persistierende Schmerzhaftigkeit im hinteren Beckenring nicht bemerkt und die Patienten werden erst deutlich verspätet mit einer schmerzhaften verzögerten Frakturheilung bis hin zur Pseudarthrose des vorderen Beckenringes vorstellig (siehe **Abb. 2**).

Im allgemeinen Vorgehen wird daher beim Vorliegen einer vorderen Beckenringfraktur eine genaue Analyse der Frakturform durchgeführt. Bei eingestauchtem vorderen Beckenring erfolgt eine frühzeitige schmerzabhängige Mobilisation.

Bei Schmerzen im hinteren Beckenring wird sofort eine CT-Untersuchung angeschlossen, ansonsten im Falle von nicht gebesserten Beschwerden in der 2. Woche nach Trauma.

Abb. 1 Schematische Darstellung der ABC-Klassifikation der Beckenringfraktur. Die Stabilität des Beckenringes nimmt dabei von A nach C ab, d.h. bei A-Verletzungen handelt es sich um stabile, bei C-Verletzungen um rotations- und translationsinstabile Verletzungen. Die Übergänge zwischen den Verletzungstypen sind dabei fließend.

Bei verspätet zur Behandlung kommenden Patienten muss in diesem Fall von einer „hypertrophen Pseudarthrose“ ausgegangen werden, sodass auf eine Plattenosteosynthese bei den geriatrischen Patienten verzichtet werden kann und eine alleinige Fixateurbehandlung ausreichend ist. Zu achten ist auf eine korrekte Positionierung des Fixateurs, da es osteoporosebedingt auch zu Auslockerungen kommen kann, wenn nicht der gesamte Sagittaldurchmesser des Os coxae zur Verankerung ausgenutzt wird (s. **Abb. 2**).

Das B/C-Problem

Auch im Übergang zwischen den rotationsinstabilen B-Verletzungen, die per Definition mit einer alleinigen ventralen Beckenringosteosynthese ausreichend versorgt sind, und den translatorisch instabilen C-Verletzungen kommt es naturgemäß zu Einschätzungsfehlern.

Abb. 2a Beckenübersicht

Abb. 2b Inlet

Abb. 2c Outlet

Abb. 2d CT

Abb. 2e CT

Abb. 2f Beckenübersicht nach Fixateuranlage

Abb. 2g Ausheilungsbild

Abb. 2 Pseudarthrose nach nicht erkannter und konservativ behandelter Verletzung vom Typ C (transpubische Verletzung rechts, transiliakale SI-Luxationsfraktur rechts, unverschoben). (a–e) Eine 80-jährige, vor dem Unfall noch ausgezeichnet mobil und geistig rege Patientin, stellt sich 6 Monate nach Sturz mit unverändert bestehenden Schmerzen in der rechten Leiste vor, die die Mobilität erheblich einschränken. Inlet- und Outlet-Aufnahmen sowie ausgewählte CT-Schnitte zeigen, dass die Fraktur des hinteren Beckenringes ohne weitere Dislokation zwischenzeitlich fest ausgeheilt ist. Es besteht aber eine hypertrophe Pseudarthrose der rechten Scham- und Sitzbeinäste. (f) Versorgung mit einem anterioren, supraazetabulären Fixateur externe, der bei deutlich verminderter Knochenqualität unter Ausnutzung der längst möglichen intraossären Strecke in beide Hüftbeine eingebracht wird. Die Patientin wird sofort mobilisiert und ist schmerzfrei. (g) Zwei Monate nach der Versorgung ist die Pseudarthrose fest verheilt, die Patientin weiterhin schmerzfrei und gut mobilisiert.

Abb. 3a–g Darstellung einer übersehenen hinteren Beckenringfraktur, die primär lediglich ventral stabilisiert wurde. Nach Mobilisation Plattenbruch (a), Die Unfall-CT zeigt eine Längs- und Querfraktur des Sakrums (b–d), die einer Berstungsfraktur des Sakrums entspricht und damit instabil ist. Dorsale Stabilisierung mit SI-Schraubenosteosynthese und ventraler Reosteosynthese durch Doppelplattenosteosynthese (e–g).

Als Grundsatz gilt, dass eine ventrale Osteosynthese nur dann ausreichend ist, wenn die verbliebenen dorsalen Strukturen eine ausreichende Haltekraft zur Verhinderung von dorsalen Translationsbewegungen aufweisen.

Im eigenen Vorgehen wird daher nach alleiniger ventraler Versorgung eine Röntgenübersichtskontrolle nach Mobilisation, innerhalb der ersten 14 Tage nach Unfall durchgeführt, um rechtzeitig auf eine sekundäre Dislokation aufmerksam zu werden.

Eine alleinig ventrale Osteosynthese ist hier in keinem Fall ausreichend, auch durch Doppelplattenosteosynthese im Bereich der Symphyse ggf. kombiniert mit dem ventralen Fixateur externe lässt sich keine ausreichende Stabilität zur Frühmobilisation erreichen (Abb. 3).

Probleme in der Beurteilung treten hier insbesondere bei Sakrumfrakturen auf, die am Übergang der Zone 1 („transalar“) zur Zone 2 („transforaminal“) liegen. Auch bei lateralen Kompressionen, die i.d.R. zu Eintauchungen der spongiösen Struktur führen, kann das Niveau der Energieübertragung so hoch sein, dass im Endeffekt eine komplette Unterbrechung des hinteren Beckenrings vorliegt. In diesem Fall kann nicht mit einer ausreichenden Funktion der dorsalen und intraossären sakro-iliakalen Bänder gerechnet werden, da sie anatomisch gesehen lateral der sakralen Foramina enden. In solchen Fällen kann es aufgrund der noch erhaltenen Beckenbodenbänder zu äußerst schwierig zu therapierenden sekundären Dislokationen kommen.

Fehler in der Verfahrenswahl

Fehler betreffen hier i.d.R. Verletzungen des Typs C. Es besteht hier der Grundsatz, dass nur durch kombinierte vordere und hintere Stabilisierung des Beckenrings die Voraussetzung für eine Frühmobilisation erreichbar sind. Ist dieses aus verschiedenen Gründen, wie z.B. Einschränkung des Allgemeinzustandes, lokale Weichteilsituation, Wunsch des Patienten etc., nicht oder nur unvollständig zu realisieren, muss das Nachbehandlungskonzept entsprechend angepasst werden und ggf. durch Elemente der konservativen Therapie wie Bettruhe bis hin zur Extensionsbehandlung (insbesondere bei schwierigen Intensivverläufen) ergänzt werden.

Technische Fehler bei Osteosynthesen

Beckenringosteosynthesen können technisch anspruchsvoll und schwierig sein, insbesondere bei Versorgung des hinteren Beckenrings und des Os sacrum, so dass hier alle Komplikationsmöglichkeiten der fehlerhaften Implantatpositionierung denkbar sind.

Eine zunehmende Bedeutung gewinnen derzeit die perkutane oder auch offen durchgeführten transiliosakralen Zugschraubenosteosynthesen. Bei dieser Technik kommt der intraoperativen Bildgebung eine besondere Bedeutung zu. Auch der Einsatz von Navigationsgeräten ist limitiert, da bei der CT-basierten Navigation das Problem „Matching“ und der

Abb. 4a–e Darstellung einer Schraubenfehlage nach fluoroskopisch gestützter SI-Schraubenosteosynthese. In der konventionellen postoperativen Darstellung lässt sich nur in der Inletaufnahme die Fehllage erahnen, erst die CT-Kontrolle zeigt die Schraubenfehlage eindeutig.

Instrumentenverbiegung noch nicht endgültig gelöst ist und die an sich ideal geeignete C-Arm-gesteuerte Navigation das Problem einer geminderten Bildqualität aufweist.

Es kommt daher der intraoperativen Visualisierung eine entscheidende Bedeutung zu. Die Bildqualität in allen erforderlichen Standardansichten (seitlich, a.-p., inlet, outlet) muss ausreichend sein, um die zwingend erforderlichen „landmarks“ zu erkennen und damit den sicheren „Implantatkorridor“ zu identifizieren.

Zum frühzeitigen Erkennen von implantatbedingten Wurzelläsionen, die sich i. d. R. durch außerordentliche Schmerzen bemerkbar machen, wird in konventioneller Technik eine sofortige Überprüfung nach Narkoseende, möglichst noch im Saal durchgeführt. In allen unklaren Fällen wird eine postoperative CT-Untersuchung durchgeführt bzw. in letzter Zeit intraoperativ mit einem 3-dimensionalen Bildwandlersystem die Schraubenposition gesichert.

Bei allen Schraubenfehlagen wird bei bestehender Wurzelirritation und sogar Wurzelausfällen eine sofortige Schraubenentfernung, ggf. mit Neupositionierung, andernfalls mit Verfahrenswechsel durchgeführt (SI-Verschraubung, Schraubenfehlage und Entfernung sowie Verschraubung mit intraop. ISO-C-D3-Darstellung [Abb. 4a–e]).

Implantatlockerungen

Implantatlockerungen im Bereich des Beckenrings kommen physiologisch vor, wenn Gelenke, wie z.B. die Symphyse, passager mit Implantaten überbrückt werden. Eine Plattenlockerung bzw. bei der Verwendung von schwächeren Implantaten sogar Implantatbruch ist somit nach Abschluss der Heilung (für die Symphyse mind. 12–16 Wochen) als Ausdruck einer frühphysiologischen Mobilisationsfähigkeit der Symphyse zu verstehen und die Patienten sind dementsprechend aufzuklären. Eine andere Situation besteht bei frühzeitiger Symphysenplattenlockerung, hier kann ein derartiges Phänomen Ausdruck einer übersehenen oder fehleingeschätzten hinteren Beckenringverletzung sein (s. Abb. 3).

Insgesamt wird die Implantatentfernung bei bestehender Lockerung und implantatbedingten Beschwerden etwa 6–12 Monate nach Osteosynthese empfohlen.

Bei vollkommener Beschwerdefreiheit und nicht störender Implantatposition (Schrauben z.B. nur minimal hervorgetreten) werden die Implantate auch belassen.

Spätfolgen nach unzureichend behandelten Beckenringverletzungen

Ziel der Primärtherapie sollte es immer sein, derartige Zustände zu vermeiden und ggf. Patienten in der frühen Phase

der Behandlung einem Zentrum mit evtl. erweiterten primären Osteosynthesemöglichkeiten zuzuführen (Abb. 5). Bestehen allerdings fixierte Fehlstellungen und lassen sich die Beschwerden des Patienten sicher auf die Beckenfehlstellung zurückführen, so kann die Indikation zu einer sekundären Korrektur gegeben sein [11].

Als grobe Richtlinie sind beckenbedingte Beinlängendifferenzen von 2 cm und mehr, eine sog. „sitting imbalance“ mit unterschiedlicher Stellung der Sitzbeinhöcker sowie Dorsalverschiebungen der Beckenhälfte mit lokalen Druckproblemen zu nennen.

Diese spezialisierte Chirurgie sollte in einem Zentrum durchgeführt werden, dass entsprechende Erfahrungen mit der Beckenspätrekonstruktion aufweist. Voraussetzungen sind eine umfangreiche Evaluation sowohl des morphologischen Problems als auch der sozialen und psychischen Situation des Patienten, da derartige Eingriffe mit einer hohen Komplikationsrate verbunden sind und eine ausreichende Compliance des Patienten Voraussetzung ist. Sind diese Voraussetzungen gegeben, lassen sich aber in vielen Fällen deutliche Besserungen bis hin zu Komplettheilungen erzielen.

Azetabulum

Die wesentlichen Fehler in der Azetabulumchirurgie sind bei unzureichenden Repositionen und/oder intraartikulären Implantatlagen zu beobachten. Zur

Abb. 5a Beckenübersicht

Abb. 5b Beckenübersicht postop. nach Primärversorgung mit Fixateur externe.

Abb. 5c Beckenübersicht nach dorsoventraler Stabilisierung + Fixateur.

Abb. 5d Nach Entfernung des Fixateur externe (6 Wochen postop.).

Abb. 5 a–d Stufenweises Behandlungskonzept bei C-Verletzung des Beckenringes. Verlauf bei transsymphyseärer, transiliosakraler Instabilität. In der Primärphase Versorgung mit einem Fixateur verbleibt eine Dehiszenz in der Symphyse und IS-Fuge. Nach Kreislaufstabilisierung des Patienten in der Sekundärphase kombinierte Verschraubung der IS-Fuge mit kannülierten 7,0-mm-Zugschrauben und ventraler Plattenosteosynthese in Rückenlage.

Indikationsstellung und Zugangswahl wird an dieser Stelle nicht eingegangen [17].

Unzureichende Reposition

Ziel jeder operativen Behandlung ist eine absolut anatomische Reposition im azetabulären Gelenkbereich.

Da das Gelenk in vielen Fällen nur indirekt (ilioinguinaler Zugang) erreichbar ist, kommt der Präzision der Reposition eine ganz besondere Bedeutung zu. Probleme bestehen immer dann, wenn über den Zugangsweg die „Gegenseite“ nicht ausreichend kontrollierbar ist, ein Umstand, der im Wesentlichen im Rahmen der präoperativen Analyse und Operati-

Abb. 6 Versorgung einer 2-Pfeilerfraktur über zwei Zugänge zweizeitig. Nach Primärversorgung über ilioinguinalen Zugang wird nach erneuter C-Kontrolle gezielt der hintere Pfeiler bei noch verbliebener Inkongruenz über einen Kocher-Langenbeck-Zugang angegangen.

onsplanung schon erkannt werden sollte. Vom Grundsatz her muss immer dort direkt exponiert werden, wo kleinere Fragmente oder Schlüsselfragmente chirurgisch inspiziert und unter direkter Sicht reponiert werden müssen. Während z.B. eine typische 2-Pfeiler-Fraktur mit einem großen Fragment des hinteren Pfeilers über den ilioinguinalen Zugang ausreichend versorgbar ist, ist dieses bei der Kombination einer 2-Pfeiler-Fraktur mit hinterer Wandfraktur nicht möglich (**Abb. 6**).

In derartigen Fällen wurde klassischerweise der erweiterte Zugang empfohlen, der aber aufgrund der erhöhten perioperativen Morbidität und der erheblichen Denudierung von azetabulären Schlüsselfragmenten Nachteile aufweist. Im eigenen Vorgehen wird daher in solchen Fällen zunächst eine Versorgung über den ilioinguinalen Zugang durchgeführt, die Reposition intraoperativ genau kontrol-

Abb. 7 Darstellung einer ilioinguinalen Versorgung am Präparat. (a) zeigt den Situs nach zusätzlicher Präparation des proximalen Femurs. (b) zeigt in Vergrößerung die intraartikuläre Schraubenlage.

Abb. 8 (a) 34-jährige Patientin nach primärer Rekonstruktion einer hinteren Wand-Azetabulumfraktur. Nach Frühmobilisation kam es zu dieser sekundären Dislokation infolge zu früher Belastungssteigerung. Klinische Symptome: Schmerzen und bewegungseinschränkung, kein neurologisches Defizit. (b) intraoperative Darstellung der Fehlstellung des hinteren Wandfragmentes, (c) nach Reposition entsteht ein Defekt in der Belastungszone des Domes. Dieser wird mit kortikospongiösen Blöcken aus dem Beckenkamm wieder aufgefüllt (d). Abschließender Situs nach Zurückklappen der hinteren Wand und Abstützung mit einer Platte (e). Postoperatives Ergebnis (f u. g).

liert und Schraubenpositionen vermieden, die eine sequenziell sekundäre dorsale Stabilisierung behindern könnten. Nach einer erneuten postoperativen CT-Analyse wird dann gezielt von dorsal vorgegangen, um die Reposition zu optimieren (s. **Abb. 6**).

Intraartikuläre Implantatlage

Intraartikuläre Implantate sind als schwerwiegende Komplikation zu werten, die bei Nichterkennen in kürzester Zeit zu einer vollständigen Zerstörung des Gelenkes führen.

Da insbesondere bei den in zunehmendem Maße zu versorgenden geriatrischen Patienten eine wesentlich höhere Zahl von sehr azetabulumnah eingebrachten Schrauben gewählt werden muss, um eine ausreichende Stabilisierung zu erreichen, steigt das Risiko der intraartikulären Implantatlage an.

Im eigenen Vorgehen wird daher immer auf dem röntgentransparenten OP-Tisch operiert und intraoperativ in allen Ebenen die Reposition und die Schraubenposition geprüft.

Bei „riskanten“ Schrauben lässt sich durch eine axiale Einstellung (erleichtert durch das vorübergehende Einsetzen eines Schraubenziehers in den Schraubenkopf) und eine zusätzliche tangential Darstellung, die Schraubenposition in sehr hoher Sicherheit belegen [5,13]. Aber auch hier lässt sich durch Einsatz des 3-dimensionalen Bildwandlers die Sicherheit noch erhöhen (**Abb. 7 a u. b**).

Schraubenfehlagen kommen aber auch häufig bei der Versorgung der „hinteren Wand“ des Azetabulums vor. Aufgrund der hohen Belastung in diesem Bereich kommt es bei intraartikulärer Lage in kürzester Zeit zu einer kompletten Kopfzerstörung.

Zugschrauben sollten daher in ausreichendem Sicherheitsabstand vom Azetabulumrand eingesetzt und die Schraubenrichtung beachtet werden [17]. Hilfreich kann es hier sein, entweder vor Reposition die Bohrlöcher ggf. auch retrograd zu setzen bzw. einen Spickdraht zur Orientierung vorzuplatzieren [5,17].

Ist eine intraartikuläre Schraube identifiziert bzw. kann die intraartikuläre Lage nicht sicher ausgeschlossen werden, muss unverzüglich eine Korrektur erfolgen.

Entsprechend muss auch vorgegangen werden, wenn im Rahmen einer postoperativen CT-Untersuchung ein derartiges Problem erkannt wird. Ohne weitere Mobilisation des Patienten muss auch hier eine sofortige Revision erfolgen.

Spätkorrekturen

Die Möglichkeit einer operativen Spätkonstruktion nach knöchern fehlverheilten bzw. pseudarthrotisch fehlverheilten Azetabulumfraktur ist deutlich eingeschränkt, da in vielen Fällen die Patienten schon mit einer ausgeprägten posttraumatischen Arthrose zur Vorstellung kommen. Im letzteren Fall ist nur der totalendoprothetische Gelenkersatz möglich, wobei bei Vorliegen einer Pseudarthrose ggf. eine zusätzliche Stabilisierung erforderlich ist, da auch das Langzeitergebnis der TEP ganz wesentlich von der stabilen Pfannenverankerung abhängig ist [1,2]. Die Indikation zu einer Korrekturosteotomie durch das Azetabulum ist dann gegeben, wenn bei einem jungen Patienten relativ „einfache“ intraartikuläre Frakturformen bestehen und eine ausreichende Knorpelqualität besteht. Da die Frakturverläufe häufig nur noch im Knorpelniveau zu erkennen sind, müssen ggf. Osteotomien von „innen“ her durchgeführt werden, um die exakte Kongruenz wiederherzustellen (**Abb. 8 a–g**). Da derartige Eingriffe äußerst aufwändig sind, sollte das Ziel der Behandlung in der Vermeidung derartiger Zustände liegen, d. h. bei erkannter nicht ausreichender Reposition nach primärer Rekonstruktion (als Grenzwerte können hier 1–2 mm Stufenbildung und über 2 mm Spaltbildung gelten [7]) sollte eine operative Revision ggf. in einem spezialisierten Zentrum erfolgen.

Literatur

- ¹ Bellabarba C, Berger RA, Bentley CD, Quigley LR, Jacobs JJ, Rosenberg AG, Sheinkop MB, Galante JO. Cementless acetabular reconstruction after acetabular fracture. J Bone Joint Surg Am 2001 Jun; 83-A(6): 868–76
- ² Berry DJ, Halasy M. Uncemented acetabular components for arthritis after acetabular fracture. Clin Orthop 2002 Dec; (405): 164–7

- ³ Culemann U, Reilmann H. Verletzungen des Beckenringes. Unfallchirurg 1997; 100: 487–496
- ⁴ Culemann U, Tosounidis G, Reilmann H, Pohlmann T. Pelvic fracture. Diagnostics and current treatment options. Chirurg 2003 Jul; 74(7): 687–98; S. 699–700
- ⁵ Ebraheim NA, Savolaine ER, Hoeflinger MJ, Jackson WT. Radiological diagnosis of screw penetration of the hip joint in acetabular fracture reconstruction. J Orthop Trauma 1989; 3(3): 196–201
- ⁶ Gautier E, Rommens PM, Matta JM. Late reconstruction after pelvic ring injuries. Injury 1996; 27 Suppl 2: B39–46
- ⁷ Haas NP, Stockle UC, Hoffmann R. Acetabulum surgery. Development, current status and prospects. Zentralbl Chir 1999; 124(11): 999–1003
- ⁸ Helfet D. Alpha-numeric classifications for pelvic fractures. In: Surgery of the pelvis and Acetabulum: an international consensus. Conference proceeding, Pittsburgh (1992)
- ⁹ Isler B, Ganz R. Klassifikation der Beckenringverletzung. Unfallchirurg 1990; 93: 289–302
- ¹⁰ Johnson L. Operative management of unstable pelvic fractures. Orthop Nurs 1989 Jul-Aug; 8(4): 21–5
- ¹¹ Matta JM, Dickson KF, Markovich GD. Surgical treatment of pelvic nonunions and malunions. Clin Orthop 1996 Aug; (329): 199–206
- ¹² Matta JM, Tornetta P 3rd. Internal fixation of unstable pelvic ring injuries. Clin Orthop 1996 Aug; (329): 129–40
- ¹³ Norris BL, Hahn DH, Bosse MJ, Kellam JF, Sims SH. Intraoperative fluoroscopy to evaluate fracture reduction and hardware placement during acetabular surgery. J Orthop Trauma 1999 Aug; 13(6): 414–7
- ¹⁴ Pohlmann T, Tscherne H, Baumgärtel F, Eggers HJ, Euler E, Maurer T, Fell M, Mayr E, Quirini W, Schlickewei W, Weinberg A. Beckenverletzungen: Epidemiologie, Therapie und Langzeitverlauf. Unfallchirurg 1996; 99: 160–167
- ¹⁵ Rommens P, Hartwig T, Wissing H, Schmit-Neuerburg KP. Diagnosis and treatment of unstable fractures of the pelvic ring. Acta Chir Belg 1986 Nov-Dec; 86(6): 352–9
- ¹⁶ Tile M. Pelvic ring fractures: Should they be fixed? J Bone Joint Surgery 1988; 70 B: 1–12
- ¹⁷ Tscherne H, Pohlmann T. (Hrsg.) Becken und Acetabulum, Springer-Verlag (1998) Berlin, Heidelberg, New York

Dr. med. Ulf Culemann

Oberarzt

Georg Tosounidis

Facharzt für Chirurgie

Prof. Dr. med. Tim Pohlmann

Ärztlicher Direktor

Klinik für Unfall-, Hand- und Wiederherstellungschirurgie
Chirurgische Universitätsklinik
Universitätskliniken des Saarlandes
Kirrberger Str.
D-66421 Homburg/Saar