

Beckenverletzungen

Hagen Schmal

Chirurgische und funktionelle Anatomie

Auch für die Beckenregion gilt, dass Kinder keine kleinen Erwachsenen sind. Dies ist bedingt durch eine Reihe anatomischer Besonderheiten:

- die Y-Fuge, in der sich Schambein, Darmbein und Sitzbein vereinigen, und die sich ungefähr mit dem 14. Lebensjahr schließt
- die hohe Elastizität des Skelettes verbunden mit einem sehr dicken Periost [1]
- die unterschiedliche Symphysenweite, die sich aber bereits mit 7 Jahren den Dimensionen des Erwachsenenalters angleicht [2]
- die hohe Festigkeit der Bänder und Sehnenansätze
- die etwas erweiterten IS-Fugen

Das Becken dient auch im Kindesalter der Kraftübertragung vom Rumpf auf die unteren Extremitäten, dem Ansatz von Muskeln und schützt die Organe des kleinen Beckens. Aus den genannten Charakteristika ergeben sich eine Reihe von Konsequenzen, die bei der Behandlung beachtet werden sollten:

- Die beobachteten Dislokationen sind aufgrund der hohen Rückstellkräfte häufig gering.
Cave: Unterschätzung der Verformung während des Unfalls, der Instabilität und von Begleitverletzungen!
- Die Klassifikation, insbesondere die Differenzierung zwischen rotatorischer und vertikaler Instabilität, ist oft unsicher.
- Es treten typische Apophysenabrisse (z. B. der Spina iliaca anterior inferior) auf.
- Wachstumsstörungen durch Fugenschädigung sind möglich.

Die Apophyse des Os ilium ist zwar biomechanisch kaum bedeutend, wird aber für die Wachstumsprognose als Risser-Zeichen verwendet.

Ätiologie und Epidemiologie

Nach der Neugeborenenperiode sind Unfälle die Todesursache Nummer 1 im Kindesalter [3]. Typische Unfallmechanismen sind Hochrasanztraumata, Quetschverletzungen („crush injuries“) und Stürze aus großer Höhe. Nach Angaben des Statistischen Bundesamtes (ICD10

S32) treten Beckenfrakturen in der Altersgruppe unter 15 Jahren mit einem jährlichen Anteil von 5–7/100 000 Einwohner auf. Dies war trotz einer insgesamt sinkenden Anzahl Verkehrstoter relativ konstant. Korrelierend mit der epidemiologischen Entwicklung sank der Anteil der im Beckenregister der DGU dokumentierten Frakturen im Kindesalter von 3,3% Anfang der 90er-Jahre auf 1,1% im Zeitraum zwischen 2004 und 2012 [4, 5]. Ein durchschnittlicher ISS von 16,7 Punkten weist auf den hohen Anteil an Polytraumen hin [6, 7]. Bei den klassischen Überrolltraumata wurden bei 87% Begleitverletzungen beobachtet, was mit einer Steigerung der Mortalität auf 20% und einer Komplikationsrate auf über 70% verbunden war [8].

Diagnostik und Klassifikation

Anamnese und Symptome stellen die Weichen für die sich anschließende Bildgebung, wobei sich viele Fragestellungen anhand einer einfachen Beckenübersicht beantworten lassen (► **Abb. 1**). Plötzlich einschließende Schmerzen beim Sprinten oder beim Fußball deuten auf die meist gut konservativ therapierbaren Apophysenabrisse. Diese sind in den konventionellen Röntgenaufnahmen gut sichtbar. Zur besseren Darstellung kann eine Schrägaufnahme hilfreich sein, die Dislokation und der Verlauf lassen sich sehr gut mit der Sonografie beurteilen. Es handelt sich um Tile-A-Verletzungen, die stabil sind. Das bedeutet, dass der Kraftfluss von der Wirbelsäule zur unteren Extremität nicht gestört ist. Patienten, die über den Schockraum aufgenommen werden, haben i. d. R. höherenergetische Traumen erlitten und werden entsprechend den Algorithmen der Polytraumaversorgung diagnostiziert (ATLS: Advanced Trauma Life Support [American College of Surgeons]). Hierzu gehört meist das Ganzkörper-CT, mit dem sich die Beckenfrakturen natürlich auch sehr gut darstellen lassen (► **Abb. 2** und **3**).

Merke

CT und Röntgen sind Momentaufnahmen! Eine geringe Dislokation, gerade bei angelegtem Beckengurt, kann über den eigentlichen Grad der Instabilität hinwegtäuschen!

Insofern haben auch Parameter wie Anamnese, Zeichen einer akuten Blutung, Hämatome (auch im CT), andere, auch äußere Verletzungen und, sofern beurteilbar,

Schmerzen Bedeutung und können richtungsweisend sein (► **Abb. 4**). Erwartet werden in diesem Zusammenhang Frakturen mit rotatorischer Instabilität (Tile B) und zusätzlicher vertikaler Instabilität (Tile C). Die bereits genannte Elastizität der anatomischen Strukturen bedeutet, dass im Vergleich zum Erwachsenen eine wesentlich höhere Dislokation stattgefunden haben muss, bevor es zur Fraktur kommt. Hierdurch erklärt sich die hohe Zahl der Begleitverletzungen, die sich aber auch im CT sehr gut darstellen lassen. Das MRT hat im Kindesalter einen höheren Stellenwert, wobei es sich zur elektiven Diagnostik und zu Verlaufskontrollen eignet. Die Grundsätze der Strahlenhygiene sind im Hinblick auf die möglichen Langzeitfolgen besonders zu beachten. MRT und Ultraschall sind dementsprechend eher einzusetzen, wobei hinsichtlich Treffsicherheit der Untersuchung, Zeitfaktor, Verfügbarkeit und Untersuchererfahrung abzuwägen ist. Studien konnten jedoch zeigen, dass kindertraumatologische Zentren mit speziell angepassten Richtlinien weniger strahlenbelastend arbeiten, ohne mehr Verletzungen zu übersehen [9].

Therapie

Merke

Ziel der Therapie bei Beckenringfrakturen ist die Wiederherstellung der Kontinuität und der Symmetrie. Im Unterschied dazu sind Azetabulumfrakturen Gelenkfrakturen, die einer anatomischen Rekonstruktion bedürfen.

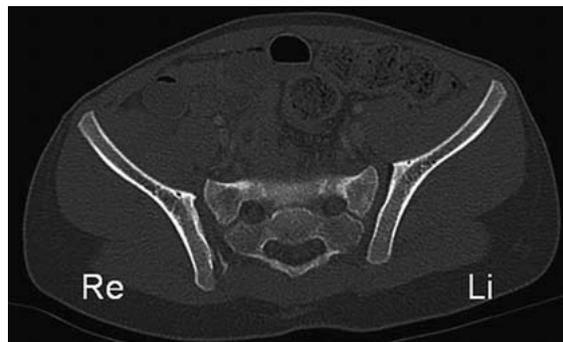
Die Therapie richtet sich nach dem Grad der Instabilität und dem funktionellen Anspruch. Dieser kann, wenn es sich bspw. um Ausnahmeathleten handelt, ausschlaggebend bei der Indikationsstellung zur operativen Versorgung bei den Apophysenabrissen sein. Diese werden üblicherweise konservativ behandelt, d.h. Schonung des Beines und schmerzadaptierte Belastung. Sportartspezifische Übungen können langsam nach etwa 6 Wochen begonnen werden. Ambitionierte Fußballer müssen hier manchmal gebremst, vorsichtige Eltern hingegen ermutigt werden. Bei stärker dislozierten Verletzungen dieser Art ist auf die manchmal sehr eindrucksvolle Kallusbildung hinzuweisen, die sehr selten mechanisch sowohl an den Spinae als auch am Sitzbein störend sein können. Andere Tile-A-Frakturen werden ebenso konservativ behandelt.

Differenzierter ist die Behandlung bei den instabilen Frakturen. Da diese oft nach Hochrasanztraumen auftreten, soll hier kurz auf die zu beachtenden physiologischen Besonderheiten der Kinder hingewiesen werden:

- große Körperoberfläche mit Tendenz zur schnellen Auskühlung
- geringe Hypoxietoleranz bei vergleichsweise erhöhtem Sauerstoffverbrauch
- lange Schockkompensation



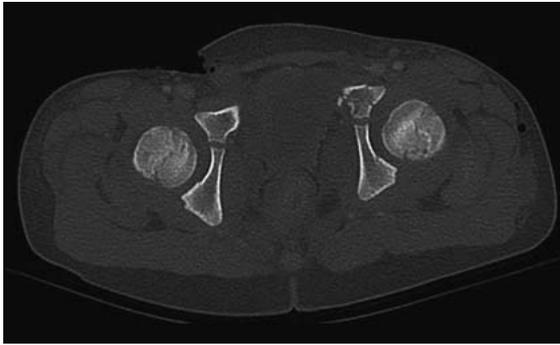
► **Abb. 1** Beckenübersicht bei einem 7-jährigen Jungen, der zwischen 2 Pkw eingeklemmt wurde. Deutlich zu sehen ist die rechtsseitige Femurschaftfraktur. Die Beckenfraktur ist nicht sicher zu erkennen, wobei sich eine Aufweitung der rechten Iliosakralfuge vermuten lässt. Außerdem zeigt sich eine Doppelkontur am linken Schambeinast und eine angedeutete Knickbildung am linken Sitzbein.



► **Abb. 2** Die Vermutung bestätigt sich im CT, dass die Asymmetrie und Lösung der rechten IS-Fuge zeigt.

Psychologisch untertreiben Kinder eher in der für sie einschüchternden Umgebung des Krankenhauses generell und bei der Behandlung im Schockraum im Besonderen.

Die laterale Kompressionsverletzung (Typ B2) ist die stabilste der instabilen Verletzungen und wird meist ohne Operation behandelt. In der Regel kann sofort schmerz-



► **Abb. 3** Die Veränderungen am vorderen Beckenring sind dagegen recht unspektakulär. Zusätzlich zur hier sichtbaren Fraktur am linken Schambein findet sich eine nicht gezeigte undiszierte Sitzbeinfraktur.

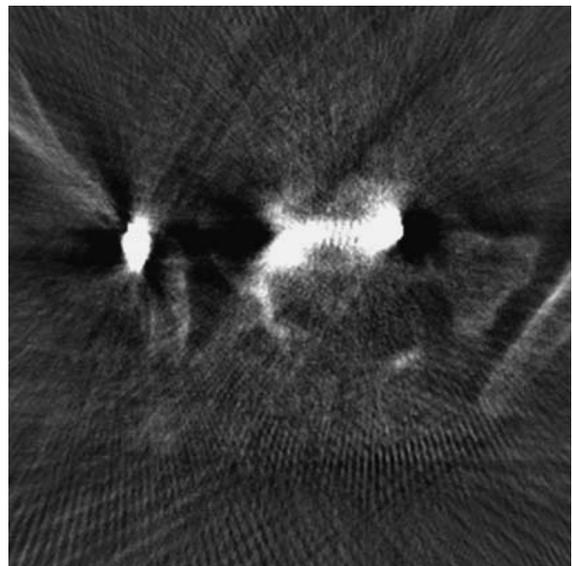


► **Abb. 4** Klinisch zeigt sich die offene Läsion im Bereich der rechten Leiste, die bis ins Skrotum reicht. Außerdem hatte der Junge schwere Quetschverletzungen an beiden Oberschenkeln und eine Peroneusparese links. Diese war also eher bedingt durch die Quetschung der Weichteile. Trotzdem machen die genannten Begleitverletzungen aus der Beckenfraktur eine Komplexverletzung (Tile C1).

adaptiert belastet werden. Nur die im Kindesalter sehr seltene Zerreißung der Symphyse, die dann mit erheblicher Dislokation verbunden ist, kann eine Ausnahme sein. Symphyseninstabilitäten finden sich eher bei den B1- und B3-Frakturen, die einer „Open-Book“-Verletzung entsprechen. Die üblicherweise angegebene Toleranz von 5 mm als Grenze zwischen operativer und konservativer Therapie bei rotatorischer und vertikaler Instabilität ist nicht unkritisch zu sehen [10]. Zum einen handelt es sich immer um eine Momentaufnahme, zum anderen können 5 mm, je nach Alter des Kindes und Größe des Beckens, sehr unterschiedliche Bedeutung haben. Leider sind deswegen generelle Standards schwierig zu etablieren. Empfehlenswert sind im Zweifel der Versuch der Mobilisierung und die Einschätzung der Schmerzen. Man kann davon ausgehen, dass Kinder nicht freiwillig im Bett bleiben wollen und oft sehr gut angeben können, was wo weh tut. Dies ist in die Therapieentscheidung mit einzubeziehen. Nach Entscheidung zur Osteosynthese lassen sich jedoch durchaus folgende generelle Richtlinien festlegen:

- kindgerechte Dimensionierung der Implantate
- Respektierung der Wachstumsfugen soweit möglich
- so minimalinvasiv wie möglich stabilisieren

Hierfür eignet sich der Fixateur externe, der nicht nur einen wichtigen Stellenwert bei der Notfallbehandlung, sondern im Kindesalter auch bei der definitiven Versorgung hat. Bei den kleineren Dimensionen des kindlichen Beckens stabilisiert er biomechanisch durchaus auch im Bereich des hinteren Beckenringes sehr gut. Ist eine posteriore Fixierung notwendig, stellt die perkutane ilio-sakrale Verschraubung mit einem Implantat eine gute und wenig invasive Technik dar (► **Abb. 5**). Grundsätzlich kann davon ausgegangen werden, dass die Belastung des Beckens bei der Mobilisierung aufgrund des Körpergewichtes der Kinder geringer ist. Auch das ist bei der Auswahl der Stabilisierung zu beachten. Die Plattenosteosynthese hat durchaus ihren Stellenwert im Versor-



► **Abb. 5** Die Versorgung erfolgte mit einer ISG-Schraube auf der rechten Seite, deren Lage intraoperativ mit einem IsoC-3-D-Scan kontrolliert wurde. Die Qualität ist nicht gut, aber ausreichend, um die Positionierung des Implantats beurteilen zu können. Ein zusätzliches CT erfolgte deshalb aus strahlenhygienischen Gründen nicht.

gungsspektrum, wird aber aufgrund der genannten Prinzipien eher selten verwendet. Mit zunehmendem Grad der Instabilität ergibt sich auch häufiger die Indikation zur Operation. Allerdings hat sich hier in der praktischen Handhabung in den letzten Jahrzehnten einiges geändert. Noch Anfang der 90er-Jahre wurden Kinder fast ausnahmslos konservativ behandelt. Inzwischen liegt der An-



► **Abb. 6** Klinisches Verlaufsmodell des verletzten Jungen. Die Wunde in der Leiste ist abgeheilt, die Nekrosen am linken Oberschenkel haben sich demarkiert. Problemlose Heilung der Stichinzision nach ISG-Schraube rechts. Mehrwöchige Katheterbehandlung.

teil der operativ fixierten Frakturen fast genauso hoch wie bei den Erwachsenen [11]. Dies ist allerdings auch durch den höheren Anteil stabiler Verletzungen im fortgeschrittenen Alter begründet. Damit ist diese Veränderung auch auf die sich wandelnde generelle Altersstruktur unserer Gesellschaft zurückzuführen. Die im Kindesalter sehr seltenen Komplexverletzungen des Beckens werden auch häufig operiert. Dabei handelt es sich um offene Frakturen, Frakturen mit ausgedehntem Décollement (Morel-Lavallée-Läsion) oder Verletzungen der Organe des kleinen Beckens oder Gefäß-Nerven-Verletzungen. Die Indikation ergibt sich dann nicht nur durch die knöcherne Instabilität, sondern auch durch die Organ- und Weichteilverletzungen.

Nachbehandlung

Die Behandlung sollte eine schnellstmögliche Mobilisierung gestatten. Kinder haben dabei ein recht gutes Körpergefühl, d. h. Belastung und Bewegung orientieren sich weniger an strengen Vorgaben, als vielmehr an natürlich limitierenden Faktoren wie Schmerzen und Einschränkungen durch andere Verletzungen (► **Abb. 6**). Krankengymnastik kann sich deshalb oft auf spielerische Anregung beschränken, wobei die Eltern gern mit einbezogen werden können. Schmerzhaftes Dehnen ist zu vermeiden und führt eher zu Vertrauensverlust als zur Besserung.

Komplikationen und Ergebnisse

Das Komplikationsspektrum von Kindern mit Beckenfrakturen unterscheidet sich von demjenigen der Erwachsenen. Thrombosen und Embolien sind nicht ganz überraschend seltener, hier ist die Abhängigkeit von der Ausbildung der sekundären Geschlechtsmerkmale hinreichend bekannt. Allerdings finden sich auch seltener Komplikationen, die mit einer Dysregulation des Immunsystems



► **Abb. 7** Beckenübersicht nach Konsolidierung. Sowohl die Beckenfraktur als auch die rechtsseitige Femurfraktur sind symmetrisch und achsgerecht ausgeheilt. Vollbelastung ohne Probleme. Beeinträchtigend war nach 6 Monaten die noch immer bestehende Peroneusparese.

in Zusammenhang stehen. Dazu gehört das akute Lungenversagen (ARDS: Adult respiratory Distress Syndrome) oder das septische Multiorganversagen (MOV). Die dabei zugrunde liegenden Pathomechanismen sind hinreichend beschrieben [12], wobei zu vermuten ist hier, dass die Unreife des sich entwickelnden Immunsystems einen gewissen protektiven Effekt hat. Neurologische Komplikationen waren im Kindesalter seltener, wobei eine bessere Regenerationsfähigkeit ursächlich sein könnte [13]. Trotzdem sind es gerade Nervenverletzungen, die bleibende und beeinträchtigende Folgen nach Beckenfrakturen hinterlassen (► **Abb. 7**). Beckenasymmetrien können durch Heilung in Fehlstellung oder Wachstumsstörungen nach vorzeitiger Verknöcherung der Epiphyse (Y-Fuge) entstehen. Insgesamt ist die Prognose besser als bei Erwachsenen, allerdings waren sowohl Lebensqualitäts- als auch Funktionsscores gegenüber einer alterskorrelierten Normalpopulation gemindert [11].

Interessenkonflikt

Der Autor erklärt, dass kein Interessenkonflikt vorliegt.

Autorinnen/Autoren



Hagen Schmal

Professor, Ortopædkirurgisk Afdeling O,
Odense Universitetshospital, Danmark

Korrespondenzadresse

Hagen Schmal

Ortopædkirurgisk Afdeling O
Odense Universitetshospital
Sdr. Boulevard 29
5000 Odense C
Dänemark
Tel.: +45/2942 8705
hagen.schmal@freenet.de

Literatur

- [1] Holden CP, Holman J, Herman MJ. Pediatric pelvic fractures. *J Am Acad Orthop Surg* 2007; 15: 172–177
- [2] Krauss F. Über Symphysensprengung. *Zentralbl Chir* 1930; 57: 134–135
- [3] Snyder CL, Jain VN, Saltzman DA et al. Blunt trauma in adults and children: a comparative analysis. *J Trauma* 1990; 30: 1239–1245
- [4] Hauschild O, Strohm PC, Culemann U et al. Mortality in patients with pelvic fractures: results from the German pelvic injury register. *J Trauma* 2008; 64: 449–455
- [5] Meyer-Junghanel L, Gansslen A, Pohlemann T et al. [Treatment outcome after complex pelvic trauma in children]. *Unfallchirurg* 1997; 100: 225–233
- [6] Schmal H, Klemm C, Haag C et al. [Complex pelvic injury in childhood]. *Unfallchirurg* 2002; 105: 748–754
- [7] Nabaweesi R, Arnold MA, Chang DC et al. Prehospital predictors of risk for pelvic fractures in pediatric trauma patients. *Pediatr Surg Int* 2008; 24: 1053–1056
- [8] Mosheiff R, Suchar A, Porat S et al. The “crushed open pelvis” in children. *Injury* 1999; 30 (Suppl. 2): B14–B18
- [9] Sharp NE, Svetanoff WJ, Alemayehu H et al. Lower radiation exposure from body CT imaging for trauma at a dedicated pediatric hospital. *J Pediatr Surg* 2014; 49: 1843–1845
- [10] Guimaraes JA, Mendes PH, Vallim FC et al. Surgical treatment for unstable pelvic fractures in skeletally immature patients. *Injury* 2014; 45 (Suppl. 5): S40–S45
- [11] Zwingmann J, Aghayev E, Sudkamp NP et al. Pelvic fractures in children results from the German Pelvic Trauma Registry: a cohort study. *Medicine (Baltimore)* 2015; 94: e2325
- [12] Huber-Lang M, Lambris JD, Ward PA. Innate immune responses to trauma. *Nat Immunol* 2018; 19: 327–341
- [13] Schmal H, Hauschild O, Culemann U et al. Identification of risk factors for neurological deficits in patients with pelvic fractures. *Orthopedics* 2010; 33

Bibliografie

DOI <https://doi.org/10.1055/a-0618-1047>
OP-JOURNAL 2018; 34: 310–314 © Georg Thieme Verlag KG
Stuttgart · New York ISSN 0178-1715