



Herausforderungen beim Umgang mit Beckenschlingen in der CT-Bildgebung: ein Fallbericht

Melanie Schindler¹ · Josina Straub¹ · Gerardo Napodano² · Borys Frankewycz^{1,3} · Manuela Malsy⁴

¹ Klinik und Poliklinik für Unfallchirurgie, Universitätsklinikum Regensburg, Regensburg, Deutschland

² Klinik für Radiologie, Universitätsklinikum Regensburg, Regensburg, Deutschland

³ Interdisziplinäre Notaufnahme, Universitätsklinikum Regensburg, Regensburg, Deutschland

⁴ Klinik für Anästhesiologie, Universitätsklinikum Regensburg, Regensburg, Deutschland

Falldarstellung

Ein 17-jähriger Patient wurde in Notarztbegleitung über unseren Schockraum vorgestellt, nachdem er auf der Landstraße einen schweren Mopedunfall erlitten hatte. Das ersteintreffende Notfallteam fand den bewusstseinsgetrübten Patienten weit entfernt von seinem Moped auf der Straße liegend vor. Bei hämodynamischer Instabilität erfolgte bei einem Glasgow-Coma-Scale-Wert von sieben die Narkoseinduktion und präklinische Intubation. Ebenfalls wurden ein Stifneck sowie eine Beckenschlinge von VBM Medizintechnik angelegt und zur hämodynamischen Stabilisierung insgesamt 1500 ml kristalloide Infusionslösung und 1 g Tranexamsäure intravenös verabreicht.

Nach Übergabe des Patienten an das Schockraumteam präsentierte sich der Patient zunächst hämodynamisch ohne Katecholamintherapie stabil. In der klinischen Untersuchung kamen mehrere Prellmarken (am linken Unterarm, linken Hemithorax, linken Oberschenkel und rechten Knie) sowie eine Fehlstellung des linken Oberschenkels zur Darstellung. Das durchgeführte eFAST zeigte freie Flüssigkeit im Koller-Pouch. Der Beckengurt wurde für die CT-Bildgebung geöffnet. Während der Öffnung wurde der Patient jedoch hämodynamisch instabil, sodass ein erneuter Verschluss des Beckengurts erfolgen musste. Bei Verdacht auf eine mögliche Überstrahlung des Handpumpenballs und des Manometers sowie

diesbezüglicher Unklarheit im Schockraumteam wurde die Beckenschlinge der Firma VBM Medizintechnik jedoch nicht wieder sofort verschlossen, sondern auf eine Beckenschlinge T-POD Responder gewechselt. Die anschließende CT-Bildgebung wurde mit deutlicher Kreislaufstabilität (RR 90/50 mmHg unter 0,6 mg/h Noradrenalin intravenös) durchgeführt und der Patient direkt im Anschluss in den Operationssaal zur chirurgischen Blutstillung und hämodynamischen Stabilisierung verbracht.

In der Polytraumaspirale kamen unter anderem folgende Diagnosen zur Darstellung: eine Nierenruptur rechts mit Eröffnung des Kelchsystems (American Association for the Surgery of Trauma Grad IV) mit aktiver retroperitonealer Blutung, eine Blasen tamponade, eine AO-Beckenringverletzung vom Typ C mit Fraktur des vorderen und hinteren Acetabulumpeilers links, acetabulumnahe Frakturen des oberen und unteren Schambeinasts links (AO-Klassifikation Typ C2), eine mehrfragmentäre Fraktur des oberen Schambeinasts rechts, eine Fraktur des unteren Schambeinasts rechts mit Dislokation um Schaftbreite (AO-Klassifikation Typ A3), eine Symphysensprengung, eine Fraktur der Massa lateralis sacri rechts ventral, angrenzend an das ISG, eine transforaminale Fraktur des Os sacrum links, eine mehrfragmentäre Fraktur des Os sacrum mit quer und schräg verlaufenden Frakturlinien sowie Frakturausläufer in den Processus articularis superior

Zusatzmaterial online

Die Online-Version dieses Beitrags (<https://doi.org/10.1007/s10049-024-01374-7>) enthält eine Übersicht der Modelle gängiger Beckenschlingen und den benötigten Röhrenstrom pro CT-Scan. Bitte scannen Sie den QR-Code.



QR-Code scannen & Beitrag online lesen

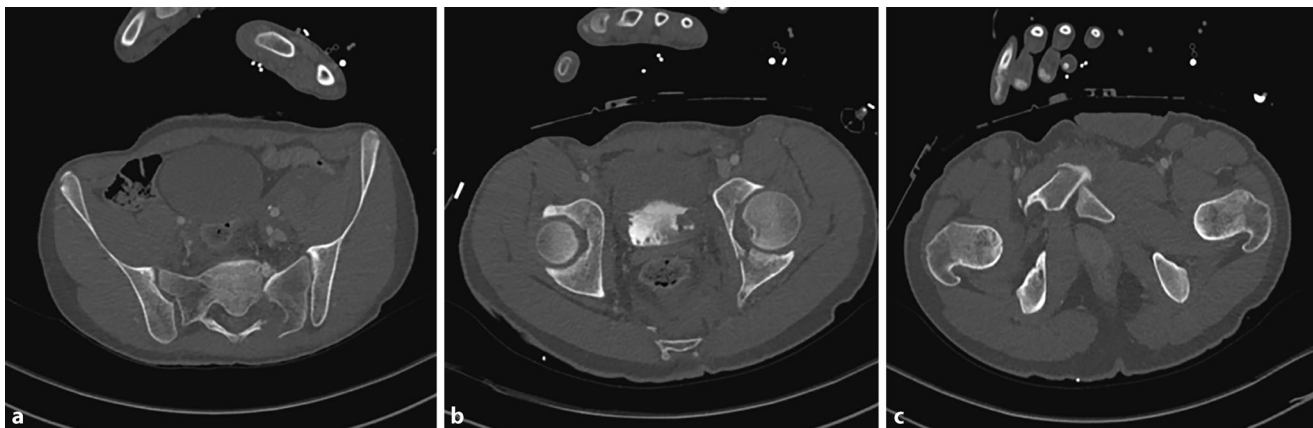


Abb. 1 ▲ CT-Bilder des Patienten in axialer Schichtung mit der Beckenringfraktur Typ C. a Sakrumfraktur links, b Acetabulumpfeilerfraktur links, c Symphysensprengung

rechts (Typ III nach Denis) und eine inkomplette Berstungsfraktur LWK 5 (AO-Klassifikation A3; ■ **Abb. 1**). Ebenfalls zeigte sich eine Femurschaftfraktur links in der Bildgebung. Operativ wurden daher ein supraacetabulärer Fixateur externe, eine Beckenzwinge und ein Fixateur externe an das linke Femur angelegt. Außerdem erfolgte eine explorative Laparotomie sowie ein Packing retroperitoneal rechts und pelvin. Am dritten postoperativen Tag wurden das abdominelle Entpacking sowie der Bauchdeckenverschluss durchgeführt. Eine ileolumbale Abstützung L4 bis Os ilium, beidseitige SI-Schrauben sowie eine Femur-Marknagelosteosynthese links konnten am fünften postoperativen Tag ausgeführt werden. Erst am zehnten postoperativen Tag erfolgte die definitive Ausversorgung des Beckens mit einer Plattenosteosynthese der Symphyse, des Acetabulums links und des oberen Schambeinasts beidseits. Nach insgesamt 12 Tagen konnte der Patient von der Intensivstation verlegt und am 17. Tag in die Rehabilitation entlassen werden.

Umgang mit Beckenschlingen – Diskussion des Falls

Beckenfrakturen treten bei etwa 15,4% aller polytraumatisierten Patienten auf und sind, wenn sie mit hämodynamischer Instabilität verbunden sind, für eine hohe Mortalitätsrate dieser Patienten verantwortlich. In der Prähospitalphase wird bei klinischen Anhaltspunkten in der körperlichen Untersuchung und bei indirekten Hinweisen für eine Beckenringverlet-

zung mit hämodynamischer Instabilität empfohlen, eine nichtinvasive, externe Stabilisierung des Beckens vorzunehmen [1]. Hierfür stehen verschiedene Modelle von Beckenschlingen zur Verfügung (siehe Online-Zusatzmaterial).

Hintergrund der Verwendung von Beckenschlingen ist, dass bei etwa 3% der Beckenringfrakturen zudem ein kritisches Blutungsproblem (C-Problem) auftritt, das zum Teil mit massivem Blutverlust einhergeht. Durch die Beckengurtanlage soll das Becken in seine anatomische Ursprungsposition zurückgebracht und so das intrapelviale Volumen verkleinert werden. Eine Blutung kann dadurch tamponiert und eine hämodynamische Stabilisierung des Patienten erzielt werden. Der Nutzen der Beckenschlingen wurde in diversen Studien in den letzten Jahren nachgewiesen [2].

Nach Aufnahme des Patienten in der Notaufnahme stützt sich das innerklinische Traumamanagement unter anderem auf die Beurteilung sowie die Bildgebung mittels Computertomographie oder Röntgenübersichtsaufnahme des Beckens [1]. Dabei haben auch die bereits prähospital angelegten Beckengurte einen Einfluss auf die Durchführung und Bewertung der bildgebenden Diagnostik. Die Beibehaltung der Beckenschlinge *in situ* kann zwar eine Stabilisierung von Beckenverletzungen während der Bildgebung ermöglichen, andererseits aber auch die Visualisierung einiger Beckenläsionen behindern und zu erheblichen Bildartefakten führen. Als Artefakt (Bildstörung) bezeichnet man dabei ein unechtes, durch Eigenschaften der

Methode hervorgerufenes Ergebnis. Diese Bildstörungen können diverse Ursachen haben und Quellen diagnostischer Unsicherheiten oder Fehlbefundungen darstellen [3]. In einem Fallbericht von 2018 wurde zum Beispiel von Jamme et al. beschrieben, dass bei korrekt angelegtem Beckengurt eine Becken-B1-Verletzung (rein ligamentäre Open-book-Verletzung) so „kaschiert“ wurde, dass sie selbst in der CT-Diagnostik nicht erkannt werden konnte [4]. Die Entscheidung, wann die einmal angelegte Beckenschlinge bei einem mutmaßlich kreislaufstabilen Patienten gefahrlos wieder geöffnet werden kann, ist daher Gegenstand aktueller Diskussionen [1]. In der Arbeit von Schweigkofler et al. wurde ein Algorithmus einer strukturierten Vorgehensweise beschrieben, wann und unter welchen Umständen der Beckengurt beim schwer verletzten Patienten geöffnet werden kann („Clear-the-pelvis-Algorithmus“; [5]). Im hier beschriebenen Fall hätte sich aufgrund der festgestellten Nierenverletzung das Öffnen des Beckengurts im Schockraum ohne Vorsichtsmaßnahmen verboten. Nur in Fällen, in denen es keine klinischen oder bildmorphologischen Hinweise auf eine Beckenringverletzung gibt, wird im „Clear-the-pelvis-Algorithmus“ der Beckengurt geöffnet und das Becken zunächst klinisch untersucht. Eine Übersichtsarbeit von Sauerland et al. bescheinigt der klinischen Untersuchung eine hervorragende Sensitivität und Spezifität gegenüber der konventionellen Röntgenaufnahme [6]. Bei Unsicherheit darüber, inwieweit die angelegte Beckenschlinge Bildartefakte verursachen könnte, verständigte

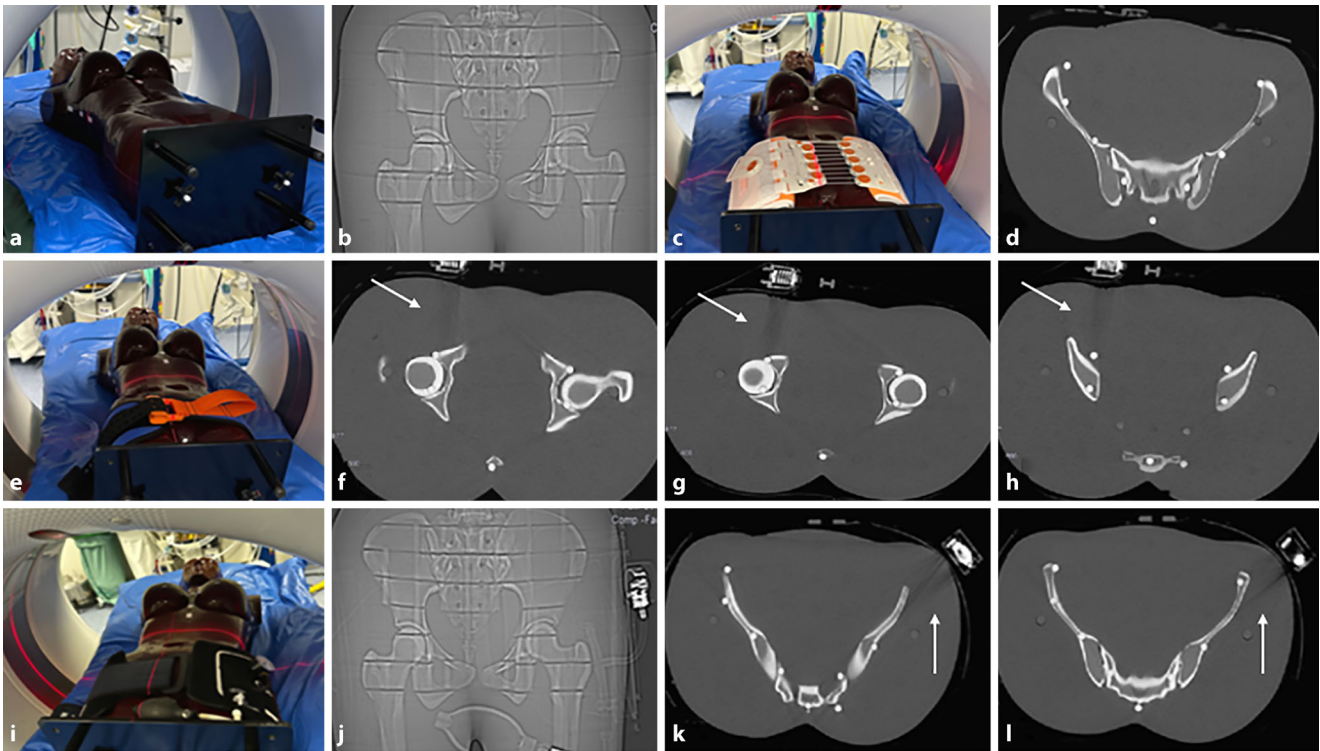


Abb. 2 ▲ Diverse Beckenschlingen im CT-Scan. **a** Röntgenphantom ohne Beckenschlinge im CT; **b** Topogramm des Röntgenphantoms; **T-POD Responder**: **c** Röntgenphantom; **d** axiale Schichtung; **SAM Pelvic Sling II**: **e** Röntgenphantom; **f-h** axiale Schichtung; **VBM Medizintechnik**: **i** Röntgenphantom; **j** Topogramm; **k, l** axiale Schichtung; **Pfeile** Aufhärungsartefakte

sich das Schockraumteam im vorliegenden Fallbericht jedoch darauf, bei initialer Kreislaufstabilität die Beckenschlinge vor der Bildgebung zu öffnen. Eine Sorge bestand darin, dass die angelegte Beckenschlinge Bildartefakte verursachen könnte, die die diagnostische Genauigkeit der Bildgebung beeinträchtigen. Das Öffnen des Beckengurts provozierte dann jedoch eine erhebliche Instabilität und hämodynamische Dekompensation des Patienten, sodass sich die Öffnung der Beckenschlinge in diesem Fall als inadäquat erwies und die sofortige Neuanlage des Beckengurts erforderlich machte.

Um Klarheit zu schaffen, in welchem Ausmaß denn Bildartefakte durch Beckengurte auftreten, wurden durch unsere Arbeitsgruppe CT-Scans mit den oben genannten Beckenschlingenmodellen an einer Röntgenmodellpuppe durchgeführt (▣ **Abb. 2**).

Es konnte gezeigt werden, dass die untersuchten Beckengurte die Beckenanatomie zuverlässig darstellen. Lediglich die Beckenschlinge T-POD Responder verursacht dabei keinerlei Artefakte, sodass auch kleinste Fissuren oder Infraktionen

detektiert werden können. Die restlichen Beckengurte verursachen hauptsächlich Aufhärungsartefakte. Treffen Röntgenstrahlen auf ein Objekt hoher Dichte werden die niederenergetischen Photonen selektiv abgeschwächt und die höher energetischen Photonen sind folglich Hauptbestandteil des Röntgenstrahls. Es kommt zur sogenannten „Aufhärtung“. Die resultierenden Artefakte werden dann als Aufhärungsartefakte zusammengefasst.

Des Weiteren konnte gezeigt werden, dass alle drei untersuchten Modelle nur geringe Unterschiede im Röhrenstrom aufweisen (siehe Online-Zusatzmaterial). Die unterschiedlichen Strahlenbelastungen sind zu berücksichtigen und spielen eine relevante Rolle, insbesondere aus Sicht des Strahlenschutzes. Eine höhere Strahlendosis kann die Bildqualität verbessern, indem sie das Bildrauschen reduziert. Eine Erhöhung der kV (Kilovolt) kann die Aufhärungsartefakte verringern, jedoch nachteilig für Jodkontrastmittel sein. Zudem können diese Artefakte durch iterative Metallartefaktreduktion im Postprocessing reduziert werden. In einer Notfallsituation ist es

daher wichtig, die Balance zwischen der notwendigen Bildqualität für die Diagnostik und Therapie sowie der Minimierung der Strahlenexposition zu finden.

Fazit für die Praxis

- Beckenverletzungen sind bei polytraumatisierten Patienten häufig und können zu einer erheblichen hämodynamischen Instabilität des Patienten führen.
- In der Prähospitalphase wird bei klinischen Anhaltspunkten für eine Beckenringverletzung mit hämodynamischer Instabilität empfohlen, eine großzügige externe Stabilisierung des Beckens vorzunehmen.
- Das Belassen der Beckenschlinge während der innerklinischen Bildgebung trägt einerseits zur hämodynamischen Stabilität bei, andererseits sollte beachtet werden, dass eine perfekte Reposition die Verletzung des Beckenrings kaschieren kann.
- Artefakte durch Beckengurte sind möglich, scheinen aber wenig relevant.

Schlüsselwörter. Beckenringverletzungen · Computertomografie · Polytrauma · Beckengurt · Bildartefakte · Clear-the-pelvis-Algorithmus

Korrespondenzadresse

Dr. med. Dr. med. univ. Melanie Schindler
Klinik und Poliklinik für Unfallchirurgie,
Universitätsklinikum Regensburg
Franz-Josef-Strauß-Allee 11, 93053 Regens-
burg, Deutschland
Melanie.Schindler@ukr.de

Funding. Open Access funding enabled and organi-
zed by Projekt DEAL.

Einhaltung ethischer Richtlinien

Interessenkonflikt. M. Schindler, J. Straub, G. Napo-
dano, B. Frankewycz und M. Malsy geben an, dass kein
Interessenkonflikt besteht.

Für diesen Beitrag wurden von den Autor/-innen keine
Studien an Menschen oder Tieren durchgeführt. Für
die aufgeführten Studien gelten die jeweils dort ange-
gebenen ethischen Richtlinien. Für Bildmaterial oder
anderweitige Angaben innerhalb des Manuskripts,
über die Patient/-innen zu identifizieren sind, liegt
von ihnen und/oder ihren gesetzlichen Vertretern/
Vertreterinnen eine schriftliche Einwilligung vor.

Open Access. Dieser Artikel wird unter der Creative
Commons Namensnennung 4.0 International Lizenz
veröffentlicht, welche die Nutzung, Vervielfältigung,
Bearbeitung, Verbreitung und Wiedergabe in jegli-
chem Medium und Format erlaubt, sofern Sie den/die
ursprünglichen Autor(en) und die Quelle ordnungsge-
mäß nennen, einen Link zur Creative Commons Lizenz
beifügen und angeben, ob Änderungen vorgenom-
men wurden.

Die in diesem Artikel enthaltenen Bilder und sonstiges
Drittmaterial unterliegen ebenfalls der genannten
Creative Commons Lizenz, sofern sich aus der Abbil-
dungslegende nichts anderes ergibt. Sofern das be-
treffende Material nicht unter der genannten Creative
Commons Lizenz steht und die betreffende Handlung
nicht nach gesetzlichen Vorschriften erlaubt ist, ist für
die oben aufgeführten Weiterverwendungen des Ma-
terials die Einwilligung des jeweiligen Rechteinhabers
einzuholen.

Weitere Details zur Lizenz entnehmen Sie bitte der
Lizenzinformation auf [http://creativecommons.org/
licenses/by/4.0/deed.de](http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.de).

Literatur

1. S3-Leitlinie Polytrauma/Schwererletzten-Be-
handlung der Deutschen Gesellschaft für Unfall-
chirurgie e. V., Version 12/2022
2. Schweigkofler U, Wincheringer D, Holstein J, Fritz T,
Hoffmann R, Pohlemann T, Herath SC (2022) How
effective are different models of pelvic binders:
results of a study using a pelvic emergency
simulator. *Eur J Trauma Emerg Surg* 48(2):847–855.
<https://doi.org/10.1007/s00068-020-01406-0>
3. Mayor A (2015) Artefakte in der Computertomo-
grafie. *Radiopraxis* 8:145–160. <https://doi.org/10.1055/s-0041-102575>
4. Jamme S, Poletti A, Gamulin A, Rutschmann O,
Andereggen E, Groscurin O, Marti C (2018) False
negative computed tomographyscan due to pelvic
binder in a patient with pelvic disruption: a case

report and review of the literature. *J Med Case Rep*
12(1):271. <https://doi.org/10.1186/s13256-018-1808-7>

5. Schweigkofler U, Wohlraht B, Paffrath T, Flohé S,
Wincheringer D, Hoffmann R, Trentzsch H (2016)
„Clear-the-Pelvis-Algorithmus“: Handlungsemp-
fehlung zur Freigabe des Beckens nach nicht
invasiver Stabilisierung mittels Beckengurt im
Rahmen der Schockraumversorgung [Recom-
mendations for Releasing the Pelvic Binder After
a Non-Invasive Pelvic Stabilisation Procedure
Under Emergency Room Conditions]men der
Schockraumversorgung [Recommendations for
Releasing the Pelvic Binder After a Non-Invasive
Pelvic Stabilisation Procedure Under Emergency
Room Conditions. *Z Orthop Unfall* 154(5):470–476.
<https://doi.org/10.1055/s-0042-105768>
6. Sauerland S, Bouillon B, Rixen D, Raum MR, Koy T,
Neugebauer EA (2004) The reliability of clinical
examination in detecting pelvic fractures in blunt
trauma patients: a meta-analysis. *Arch Orthop
Trauma Surg* 124(2):123–128. <https://doi.org/10.1007/s00402-003-0631-8>

Hinweis des Verlags. Der Verlag bleibt in Hinblick
auf geografische Zuordnungen und Gebietsbezeich-
nungen in veröffentlichten Karten und Instituts-
adressen neutral.