



Blutungskontrolle bei Beckenverletzungen

Hintergrund

Epidemiologie und Relevanz

Beckenverletzungen unterscheiden sich je nach Schweregrad der Verletzung eminent und bieten eine sehr variable Klinik, von einfachen Schambeinfrakturen bis hin zu komplexen Beckentraumen mit lebensbedrohlichem Blutverlust reichend. Unterschieden wird zwischen der einfachen Beckenverletzung und dem Komplextrauma des Beckens. Einfache oder unkompliziertere Beckenverletzungen weisen einen unerheblichen peripelvinen Weichteilschaden auf. Dagegen versteht man unter dem Beckenkomplextrauma eine Beckenringfraktur in Verbindung mit beträchtlichen Begleitverletzungen. Neben ausgedehnten peripelvinen Weichteilschäden zählen hierzu u. a. Verletzungen des Urogenitalsystems, des unteren gastrointestinalen Systems, der Muskulatur, der Nerven oder der Blutgefäße. Komplextraumen machen statistisch gesehen 10 % der Beckenverletzungen aus, instabile Komplextraumen mit lebensbedrohlicher Blutung 2 % der Beckenverletzungen [1]. Insbesondere gehen Hochenergiebeckenfrakturen mit erheblichen Blutungen und schweren kreislaurelevanten Komplikationen einher. Etwa 15–30 % der Patienten mit Hochenergiebeckenfrakturen weisen eine hämodynamische Instabilität auf. Der Blutverlust ist in erster Linie entscheidend für die Lebensbedrohlichkeit und stellt mit einer Mortalität von 6–35 % die führende Todesursache bei Patienten mit Beckenverletzungen dar [2–4].

Anatomie

Das genaue Verständnis der Beckenanatomie ist von entscheidender Bedeutung, um komplexe Beckenfrakturen mit ihren potenziell lebensbedrohlichen Komplikationen wie der Hämorrhagie adäquat zu behandeln. Der ringförmige Beckengürtel besteht aus dem Os sacrum und den paarigen Ossa coxae. Das Os coxae wird beim Erwachsenen von 3 knöchern miteinander verwachsenen Anteilen, dem Os ilium, dem Os pubis und dem Os ischii, gebildet. Anterior sind die beiden Hüftknochen über die Symphysis pubica verbunden. Posterior bildet die sakroiliakale Amphiarthrose die gelenkige Verbindung mit dem Os sacrum. Für die nötige Stabilität des Beckens sorgen v. a. die Bandstrukturen, allen voran die Ligg. sacroiliaca posteriora. Die großen Blutgefäße befinden sich an der Beckeninnenseite. Die beiden kräftigen Äste der A. abdominalis, die A. iliaca communes teilen sich nach kurzem Verlauf in die A. iliaca externa zur Versorgung der unteren Extremität und in die A. iliaca interna, die für die Durchblutung der Beckenregion verantwortlich ist, auf. Die weitere Aufzweigung der A. iliaca interna ist häufig sehr variabel. Die Arterien werden von ihren gleichnamigen Venen begleitet. Besonderes Augenmerk gilt dem präsakralen Venenplexus, der in ca. 90 % der Fälle die Ursache für die Massenblutung bei komplexen Beckenfrakturen darstellt ([5]; ■ Tab. 1; ■ Abb. 1)

Klassifikationssysteme und prognostischer Wert

Voraussetzung für die optimale Behandlung von Patienten mit Beckenverletzungen ist ein umfassendes Klassi-

fikationssystem. Eine exakte Einteilung der Beckenfraktur bildet die Basis der Therapie bzw. dient als wichtige Entscheidungshilfe und prognostischer Wert [6]. Dies erfordert – wenn möglich – eine gründliche Anamnese, klinische und v. a. radiologische Analyse der Verletzung unter Einbeziehung des Unfallmechanismus [7]. Das von Tile entwickelte Klassifikationssystem für Beckenfrakturen unterteilt nach Art und Richtung der Gewalteinwirkung und dient als Grundlage der meisten Klassifikationen. Zu den heute gebräuchlichsten Einteilungen zählen die Klassifikation nach der AO (Arbeitsgemeinschaft für Osteosynthesefragen) sowie die nach Young-Burgess [8].

Klassifikation nach Tile und AO-Klassifikation

Die Klassifikation nach Tile, basierend auf dem Verletzungsmechanismus und dem zunehmenden Instabilitätsgrad des Beckens, wurde durch die AO weiterentwickelt. Grundlage der Klassifikation ist eine Korrelation zwischen einer dorsalen

Tab. 1 Potenzielle pelvine Blutungsquellen. Nur ca. 10–20 % der pelvinen Blutungen sind arteriellen Ursprungs, der Großteil der pelvinen Blutungen ist venös. (Adaptiert nach [33])

| Potenzielle pelvine Blutungsquellen | |
|-------------------------------------|---|
| 10–20 % | Arteriell Arterien des kleinen Beckens |
| 80–90 % | Venös Präsakraler Venenplexus Perivesikaler Venenplexus Frakturflächen |

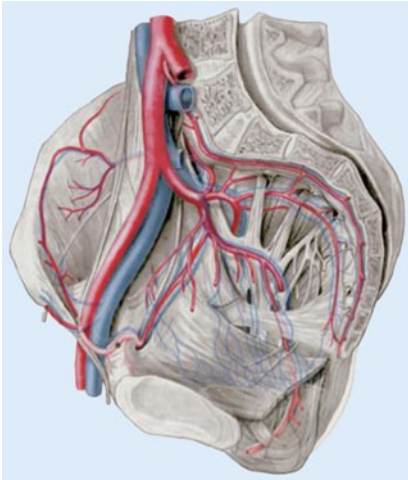


Abb. 1 ▲ Darstellung der venösen und arteriellen Blutversorgung des Beckens. Der präsakrale Venenplexus stellt in ca. 90 % der Fälle die Ursache für die Massenblutung bei komplexen Beckenverletzungen dar. (Adaptiert nach [34])

Beckenringverletzungen und dem Stabilitätsverlust des Beckens. Unterschieden werden die 3 Untergruppen, Typ A, B und C. Beckenfrakturen mit stabilem dorsalem Beckenring zählen zu den Typ-A-Verletzungen, das Ausmaß der Verschiebung ist vernachlässigbar gering. Frakturen ohne Beteiligung des Beckenrings, d. h. Abrissfrakturen vom Beckenrand, unterliegen den Typ-A1-Verletzungen, Typ A2 sind stabile Beckenschaufelfrakturen und Typ A3 Os-sacrum-Querfrakturen. Typ-B-Frakturen sind rotationsinstabile Verletzungen mit intakten Anteilen des dorsalen Beckenrings und verbleibender vertikaler Stabilität. Die durch anteroposteriore Kompression verursachten Außenrotationsverletzungen mit Sprengung der Symphysis pubica, jedoch intakten Ligg. sacroiliaca dorsalia, sog. Open-Book-Frakturen, entsprechen Typ B1. Zu Typ B2 zählen Innenrotationsverletzungen durch laterale Kompression und Frakturen des anterioren Beckenrings. Liegt eine bilaterale Typ-B-Verletzung vor, spricht man von Typ B3. Das Vorliegen kombinierter Rotations- und Vertikalinstabilität entspricht Typ C mit vollständig unterbrochenem dorsalem Beckenring und Dislokation der Beckenhälften. Typ C1 ist gekennzeichnet durch das Vorliegen einer einseitigen Instabilität mit stabiler kontralateraler Seite. Besteht eine partielle Instabilität auf der Gegen-

seite, klassifiziert man als Typ C2 und Typ C3 bei einer kompletten instabilen bilateralen Beckenringfraktur [9].

Young-Burgess-Klassifikation

Die Beckenfrakturen werden je nach Verletzungsmechanismus, d. h. Richtung der einwirkenden Kraft, in laterale Kompressionsfrakturen (LC), anteroposteriore Kompressionsfrakturen (APC) bzw. vertikale Scherfrakturen (VS) sowie in die durch einen kombinierten Mechanismus (CM) entstandenen Beckenfrakturen unterteilt. Die LC- und APC-Kategorien lassen sich weiter in Typ I–III je nach Schwere der Verletzung unterteilen. Laterale Kompression bewirkt eine Innenrotation des ipsilateral gelegenen Os coxae und führt zu einer Fraktur des Os pubis (LC-I), häufig kombiniert mit einer posterioren Fraktur des Os ilium (LC-II) und im schlimmsten Fall mit einer Außenrotationsverletzung der kontralateralen Beckenschaufel (LC-III). Durch die laterale Kompression verkürzen sich die ipsilateralen Ligg. sacrospinale und sacrotuberale sowie die A. iliaca interna und entziehen sich den Zugkräften, sodass das Zerreißen großer Blutgefäße bei LC-Frakturen relativ untypisch ist. Anteroposteriore Kompression verursacht eine Außenrotationsverletzung des Beckens – reichend von geringer Diastase der Symphysis pubica (APC-I) zu den sog. Open-Book-Frakturen mit Auseinanderklaffen der Symphyse durch Ruptur des Lig. sacroiliaca anterius, des Lig. sacrotuberale, des Lig. sacrospinale (APC-II) sowie der Ligg. sacroiliaca ventralia und interossea bis hin zu einem kompletten Zerreißen des Iliosakralgelenks (APC-III). Der Verlauf der Äste der A. und V. iliaca interna nahe des Iliosakralgelenks ist ausschlaggebend für den hohen Blutverlust insbesondere bei APC-III-Frakturen. Vertikale Scherkräfte verursachen eine Ruptur des Iliosakralgelenks mit Diastase der Symphysis pubica oder vertikaler Fraktur der Rr. ossis pubis. Die vertikale Verschiebung der Beckenhälften geht mit schweren Gefäßverletzungen und Blutverlust einher [10].

Patientenevaluation

Hochenergiebeckenfrakturen liegen selten isoliert vor. Potenzielle Mehrfachverletzungen erfordern zum Ausschluss eine umfassende Untersuchung der Patienten, am besten im Rahmen eines Polytraumamanagements. Häufig gehen sie mit Kopf-, Thorax- und abdominellen Verletzungen einher. Verletzungen des muskuloskeletalen Systems, insbesondere der unteren Extremität, treten in 60–80 % der Fälle auf. Ferner sind instabile Beckenverletzungen meist begleitet von Verletzungen der pelvinen Gefäße, des lumbosakralen Plexus und des Urogenitaltrakts [5]. Voraussetzung für das bestmögliche Outcome der Patienten ist die optimale Zusammenarbeit eines fächerübergreifenden Teams. Die höchste Priorität hat die Stabilisierung des kardiopulmonalen Systems. Der hämorrhagische Schock ist die häufigste Ursache der Kreislaufinstabilität bei Patienten mit stumpfem Trauma. Die arterielle Hypotonie steht in Verbindung mit einem erhöhten Mortalitätsrisiko beispielsweise im Rahmen des akuten Lungenversagens sowie Multiorganversagen [3]. Der Blutverlust kann sowohl durch pelvine als auch nichtpelvine Blutungsquellen, durch eine große Blutung sowie durch mehrere kleine Blutungen verursacht werden. Dies erfordert eine rasche und systematische Evaluation.

Advanced-Trauma-Life-Support-Blutverlust-Klassifikation

Die Advanced-Trauma-Life-Support-Blutverlust-Klassifikation dient dazu, das Ausmaß des Blutverlustes abschätzen zu können, und gibt je nach Schweregrad (I–IV) eine Therapieempfehlung für das Verabreichen von Infusionslösungen und Blutkonserven. Die Einteilung erfolgt anhand der Vitalparameter, der Rekapillarierungszeit, der Bewusstseinslage sowie der Urinmenge. Bei Klasse I beträgt der Blutverlust < 15 % des Blutvolumens, es sind keine kreislaufstabilisierenden Maßnahmen nötig. Im Rahmen einer Klasse-II-Blutung mit 15–30 % Blutverlust wird die Gabe von kristalloiden Infusionslösungen und ggf. Bluttransfusionen empfohlen; 30–40 %

Blutverlust ist definiert als Klasse III mit der Indikation zur Bluttransfusion. Beträgt der Blutverlust mehr als 40 % besteht eine akut lebensbedrohliche Klasse-IV-Blutung mit Indikation zur sofortigen Bluttransfusion.

Therapie

Therapie der einfachen Beckenverletzung

Bei einfachen oder unkomplizierten Beckenfrakturen mit einem unerheblichen Weichteilschaden besteht das Behandlungsziel in der elektiven osteolegamentären Rekonstruktion.

Notfallmaßnahmen bei Komplextrauma mit relevanter Kreislaufinstabilität

Bei hämodynamisch instabilen Patienten mit einer komplexen Beckenverletzung besteht ein sofortiger Handlungsbedarf mittels Notfallversorgung. Im Mittelpunkt der Notfallmaßnahmen steht die lebensrettende Blutstillung durch mechanische Stabilisierung des Beckens in Verbindung mit einer operativen Blutstillung. Die Damage Control Surgery bezeichnet eine Behandlungsstrategie bei hämodynamisch instabilen schwer verletzten Patienten mit Fokus auf dem Überleben und der Stabilisierung des Patienten. Die Ziele sind die Notfallstabilisierung des Beckenrings, Kontrolle der pelvinen Blutung sowie die Versorgung lebensbedrohlicher peripelviner Weichteilverletzungen. Die Indikation zur Damage Control Surgery besteht bei Patienten mit komplexen Beckenfrakturen bei schwerem hämorrhagischem Schock mit metabolischer Azidose, Hypothermie und Koagulopathie. Somit sollen eine Reduktion der frühen Mortalität erreicht, das Outcome der Patienten maximiert und Sekundärschäden minimiert werden [11–13]. Die hämodynamischen Parameter dienen als Erfolgskontrolle und bestimmen den Ablauf der Behandlung.

Mechanische Beckenstabilisierung

Schockhose. Die in den 1970er- und 1980er-Jahren verwendete Schockhose

Trauma Berufskrankh 2016 · [Suppl 2]: 18:S173–S180 DOI 10.1007/s10039-015-0115-4
© Springer-Verlag Berlin Heidelberg 2016

S. Felix · M. Hanschen · P. Biberthaler

Blutungskontrolle bei Beckenverletzungen

Zusammenfassung

Beckenfrakturen sind seltene, jedoch potenziell lebensbedrohliche Verletzungen. Der Blutverlust bei instabilen Beckenverletzungen ist die führende Todesursache. Das initiale Erkennen der pelvinen Blutung ist ausschlaggebend für das Überleben des Patienten und erfordert eine sofortige Notfallbehandlung mit dem Ziel der Blutungskontrolle. Dabei kommt der detaillierten Kenntnis der anatomischen und pathophysiologischen Grundlagen große Bedeutung zu; der Großteil der verletzungsbedingten pelvinen Blutungen ist venösen Ursprungs. Deren Kontrolle gelingt am besten über Tamponade, die jedoch bei

frakturbedingter Instabilität zunächst nicht gelingen kann. Daher kommt dem Konzept der Stabilisierung gefolgt von Tamponade immer größere Bedeutung zu, was sich auch in den neuesten Empfehlungen der Literatur widerspiegelt. Diese werden im folgenden Beitrag dargestellt, aktuelle Entwicklungen in der Therapie ausgedehnter Beckenverletzungen werden besprochen, und es wird versucht, einen klar strukturierten Handlungsablauf zu skizzieren.

Schlüsselwörter

Beckenfraktur · Mortalität · Klassifikation · Angiographie · Fixateur externe

Hemorrhage control in pelvic injuries

Abstract

Pelvic ring fractures are rare but potentially life-threatening injuries due to hemorrhage and hemodynamic instability. Severe blood loss is the leading cause of death in unstable pelvic injuries. The early identification of pelvic hemorrhage is therefore crucial for survival of patients and requires immediate emergency treatment. Detailed knowledge of the anatomical and pathophysiological principles is of great importance, whereby the majority of hemorrhages following pelvic fractures are of venous origin. The control of bleeding is best accomplished with pelvic packing but is, however, initially not possible in the case of

pelvic instability induced by fractures; therefore, the concept of stabilization followed by pelvic tamponade is gaining in importance as reflected in the most recent recommendations in the literature. The aim of this article is to review these latest findings, to discuss the newest developments in the therapy of extensive pelvic injuries and to sketch a clearly structured algorithm for the treatment of hemorrhage control in pelvic injuries.

Keywords

Pelvic fractures · Classification · Mortality · Angiography · External fixation

[Military Antishock Trousers (MAST) oder Pneumatic Anti-Shock Garments (PASG)] bewirkt eine pelvine Tamponade sowie eine Kreislaufunterstützung durch Erhöhung des venösen Rückflusses [14]. Dies wird mittels pneumatischer Kompression durch Immobilisation des Beckenrings sowie Kompression der unteren Extremitäten erreicht. Aufgrund von Nebenwirkungen wie Elektrolytverschiebungen, der Entstehung eines abdominalen Kompartmentsyndroms und dem Nachteil der sperrigen Anlage ist die Verwendung der Schockhose nach den EAST Pelvic Fracture Guidelines 2011 nicht mehr empfohlen [15, 16].

Beckengurt. Der v. a. präklinisch verwendete Beckengurt mit einer Spannung

von ca. 180 N bewirkt eine Stabilisierung während des Transportes. Eine Studie zeigte zudem eine Reduktion des Bedarfs an Bluttransfusionen, der Krankenhausaufenthaltsdauer und der Mortalität bei Patienten mit instabilen Beckenfrakturen. Unterstützend sollten zusätzlich die unteren Extremitäten aneinander fixiert werden [17]. Die Verwendung des Beckengurtes wird nach aktueller Datenlage als effektive Maßnahme empfohlen [15]. Eine Tuschlinge, wie beispielsweise ein normales Betttuch, kann insbesondere bei nicht vorhandenem Beckengurt als alternative Notfallmaßnahme zur externen Stabilisierung verwendet werden.



Abb. 2 ▲ Radiologische Kontrollaufnahme einer instabilen Beckenfraktur mit initial angebrachtem ventralem Fixateur externe zur notfallmäßigen Stabilisierung des Beckens



Abb. 3 ▲ Postoperatives Bild nach Stabilisierung des Beckenrings mittels Fixateur externe

Fixateur externe und Beckenzwinge. Die standardmäßige initiale Verwendung des ventralen Fixateur externe oder der Beckenzwinge bei hämodynamisch instabilen Patienten mit instabilen Beckenfrakturen ist eine nützliche Maßnahme [2]. Externe Fixation führt zu einer Immobilisation des Beckens. In Abhängigkeit der Fraktur wird das Beckenvolumen um 10–20% vermindert, durch Apposition der Frakturfragmente der venöse oder spongiöse Blutverlust kontrolliert und eine weitere Dislokation verhindert. Nach aktueller Studienlage wird kontrovers diskutiert, ob der ventrale Fixateur externe oder die Beckenzwinge einen besseren Nutzen bietet [15]. Der Fixateur externe ist ein schnell einsetzbares Verfahren, limitierend muss gewertet werden, dass keine suffiziente dorsale Kompression



Abb. 4 ▲ Koronar-CT-Aufnahme mit liegender supraazetabulärer Beckenzwinge, notfallmäßige Fraktur stabilisation im dorsalen Ringbereich durch symmetrische Krafteinwirkung



Abb. 5 ▲ Klinisches Bild nach Anlage einer Beckenzwinge bei Beckenfraktur mit Kreislaufinstabilität. Die ggf. notwendige Beckentamponade wird durch die frei schwenkbare Beckenzwinge nicht beeinträchtigt

durch den ventralen Fixateur externe ausgeübt werden kann (■ Abb. 2, 3). Im Vergleich dazu ermöglicht die eigens für den Schockraum und die Primärversorgung entwickelte Beckenzwinge eine direkte Kompression im Bereich des dorsalen Beckenrings und dient deshalb zur Stabilisierung vertikaler instabiler C-Verletzung. Bei der Anlage der Beckenzwinge ist – besonders bei mangelnder Erfahrung – auf die Vermeidung von iatrogenen Verletzungen, wie beispielsweise eine Ileumperforation oder Überkompression, zu achten [13, 18]. Obwohl die Beckenzwinge zum unerlässlichen Instrumentarium jedes Polytraumazentrums gehört, nimmt ihre Verwendung aufgrund der oben genannten Probleme, der mangelnden Übung und der potenziellen Komplikationen eher ab (■ Abb. 4, 5).

Operative Blutstillung

Beckentamponade/„Pelvic Packing“. Im Management der komplexen Beckenfrakturen mit schwerer Hämorrhagie spielt die Blutstillung mittels extra-peritonealer Beckentamponade eine entscheidende Rolle. Kann keine ausreichende Blutstillung durch eine adäquate Stabilisierung des Beckens erreicht werden, besteht die Indikation zur operativen Beckentamponade. Das „Pelvic Packing“ ist nur in Verbindung mit einer mechanischen Stabilisierung, wie beispielsweise mit der Beckenzwinge, sinnvoll. Komplexe Beckenfrakturen gehen in 90% der Fälle mit venösen Blutungen, insbesondere aus dem präsakralen Venenplexus einher, die im Allgemeinen mittels retroperitonealer Beckentamponade kontrolliert werden können. Der chirurgische Zugang erfolgt mittels eines ca. 8 cm langen infraumbilikalischen Längsschnitts knapp oberhalb des Os pubis in Richtung Umbilicus. Es folgt die Durchtrennung des subkutanen Gewebes sowie der Faszie, unterhalb der Faszie ist keine Präparation notwendig, und es kann die Harnblase von der Frakturstelle abgehoben werden. Anschließend werden beidseits jeweils 3 Bauchtücher in den retroperitonealen Raum entlang der Iliakalgefäße eingebracht. Diese werden von posterior nach anterior zwischen dem hinteren und vorderen Beckenring verklemmt. Da die Blutungsquelle im kleinen Becken liegt, muss keine Laparotomie erfolgen. Die Zeitdauer des Eingriffs beträgt bei einem erfahrenen Operateur ca. 20 min. Routinemäßig erfolgt nach 24 bzw. 48 h im Sinne einer Second-Look-Operation ein Wechsel der einliegenden Bauchtücher ([19]; ■ Abb. 6a, b).

Angiographie. Angiographie mit anschließender Embolisation ist ein geeignetes Verfahren, um arterielle Blutungen bei Patienten mit Beckenfrakturen zu kontrollieren. Eine frühe Embolisation innerhalb von 3 h korreliert signifikant mit einem besseren Outcome der Patienten [20]. Da 10% der pelvinen Blutung arteriellen Ursprungs sind, ist die Angiographie nur in einer Minderzahl der Fälle indiziert [21]. Bei hämodynamischer Instabilität und dem Fort-

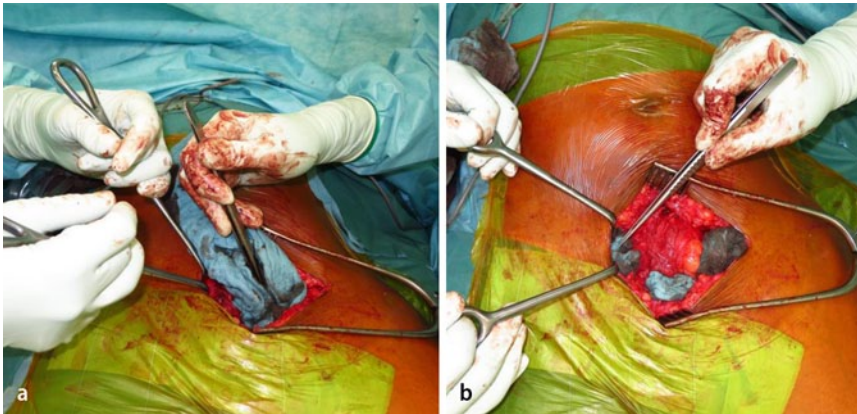


Abb. 6 ▲ **a, b** Intraoperative Aufnahme einer retroperitonealen Beckentamponade, Einbringen der Tamponade in das kleine Becken zur notfallmäßigen Blutstillung einer venösen Massenblutung



Abb. 7 ▲ Nach initialer Stabilisierung des dorsalen Beckenrings mittels Beckenzwinge im Schockraum operative Blutstillung nachgewiesener arterieller Blutungen durch Angioembolisation

bestehen von Blutungen trotz erfolgter Beckenstabilisation und fehlender signifikanter alternativer Blutungsquellen sollte eine Angiographie durchgeführt werden. Im Falle von schweren Beckenfrakturen bei Patienten über 60 Jahren oder bei einer in der CT nachgewiesenen arteriellen Kontrastmittelextravasation (ICE) sollten ggf. eine Angiographie und Embolisation unabhängig von dem hämodynamischen Status erfolgen. Nach erfolgter Angiographie und dem weiter bestehenden Verdacht auf eine arterielle Blutung ist eine Reangiographie ratsam. Zu den Vorteilen zählen die Möglichkeit der gezielten Intervention, die Schonung des Retroperitoneums sowie die Level-I-Evidenz. Die lange Dauer, während der keine weiteren Maßnahmen möglich sind, ist ein Nachteil der Angiographie. Ferner kann dieses Verfahren

nur in speziellen Zentren mit speziell ausgebildetem Personal durchgeführt werden ([22, 23]; ■ **Abb. 7**). In einer Studie von Osborn et al. [19] wurde das Verfahren der retroperitonealen Beckentamponade mit dem der Angiographie bei hämodynamisch instabilen Patienten mit komplexen Beckenfrakturen verglichen. Es zeigte sich ein unterschiedlicher Zeitaufwand, die Beckentamponade konnte im Median mit 45 min bis zu 85 min schneller als die Angiographie durchgeführt werden. Des Weiteren konnte eine Reduktion des Blutkonservenbedarfs in den ersten 24 h erreicht werden – im Gegensatz zu einem gleichbleibenden Konservenbedarf bei den Patienten der Angiographiegruppe. Durch eine der Angiographie vorausgegangenen retroperitonealen Beckentamponade konnte die Embolisationsrate von 10 auf 3 bei jeweils 20 Patienten reduziert werden, zusätzlich konnte die Mortalitätsrate von 6 auf 4 gesenkt werden. Somit ist die Beckentamponade mindestens genauso effektiv wie die Angiographie. Daher wird in der aktuellen Literatur diskutiert, ob nicht die Tamponade die Embolisation ablösen könnte. Ein deutlicher Unterschied besteht zwischen den nordamerikanisch geprägten und den europäischen Algorithmen. Die nordamerikanischen Traumazentren favorisieren die frühe Angioembolisation, während die europäischen die Tamponade bevorzugen. Eine Aussage bezüglich der Überlegenheit einer der oben genannten Behandlungsstrategien kann aufgrund der derzeitigen geringen Datenlage nicht getroffen werden. Bei der Wahl

des Therapieverfahrens muss man sich im Klaren darüber sein, dass nur 10 % der Blutungen arteriell bedingt sind und somit mittels Angiographie gestoppt werden können. Ferner kann während der Angiographie keine weitere Intervention erfolgen. Auch eine etwaige Progredienz einer intrakraniellen Blutung kann aufgrund der Narkose leicht übersehen werden. Hierzu liegen jedoch keine ausreichenden Daten vor [24].

Flüssigkeitstherapie und Transfusionsmanagement

Flüssigkeitstherapie. Routinemäßig sollten 2 großlumige (> 16 Gauge) intravenöse Zugänge gelegt werden. Es wird empfohlen, initial über 20 min mindestens 2 l kristalloide Infusionslösung zu verabreichen, im Falle einer Schocksituation ggf. schneller. Kann dadurch eine stabile Kreislaufsituation erreicht werden, sollte dies bis zum Erhalt der passenden Blutkonserven fortgeführt werden [25].

Blutprodukte und rekombinanter Faktor VIIa. Patienten mit instabilen Kreislaufverhältnissen benötigen große Mengen an kristalloiden Infusionslösungen. Hierdurch kann eine Insuffizienz des Gerinnungssystems entstehen. Für jede 5-l-Infusionslösung benötigt man 2 bis 3 Units Fresh Frozen Plasma (FFP) und 7 bis 8 Units Thrombozytenkonzentrate [25]. AB0- und Rhesusfaktor-kompatible Erythrozytenkonzentrate sind in Zentren durchschnittlich innerhalb von 10 min verfügbar, wohingegen vollständig gekreuztes Blut innerhalb von 60 min bereitgestellt werden kann. Lassen sich stabile Kreislaufverhältnisse nicht durch die initial verabreichten kristalloiden Infusionslösungen erreichen, ist die Therapie der Wahl, 2 l kristalloide Infusionslösung und nicht gekreuztes Blut eines Universalspenders (Blutgruppe 0, Rhesusfaktor –) schnellstmöglich zu infundieren. Zu den Risiken der Bluttransfusion gehören eine Verdünnungskoagulopathie, Infekte, immunsuppressive Effekte sowie Transfusionszwischenfälle [4]. Um ein Multiorganversagen zu verhindern, für das die Menge an transfundierten Erythrozytenkonzentraten ein Risikofaktor darstellt,

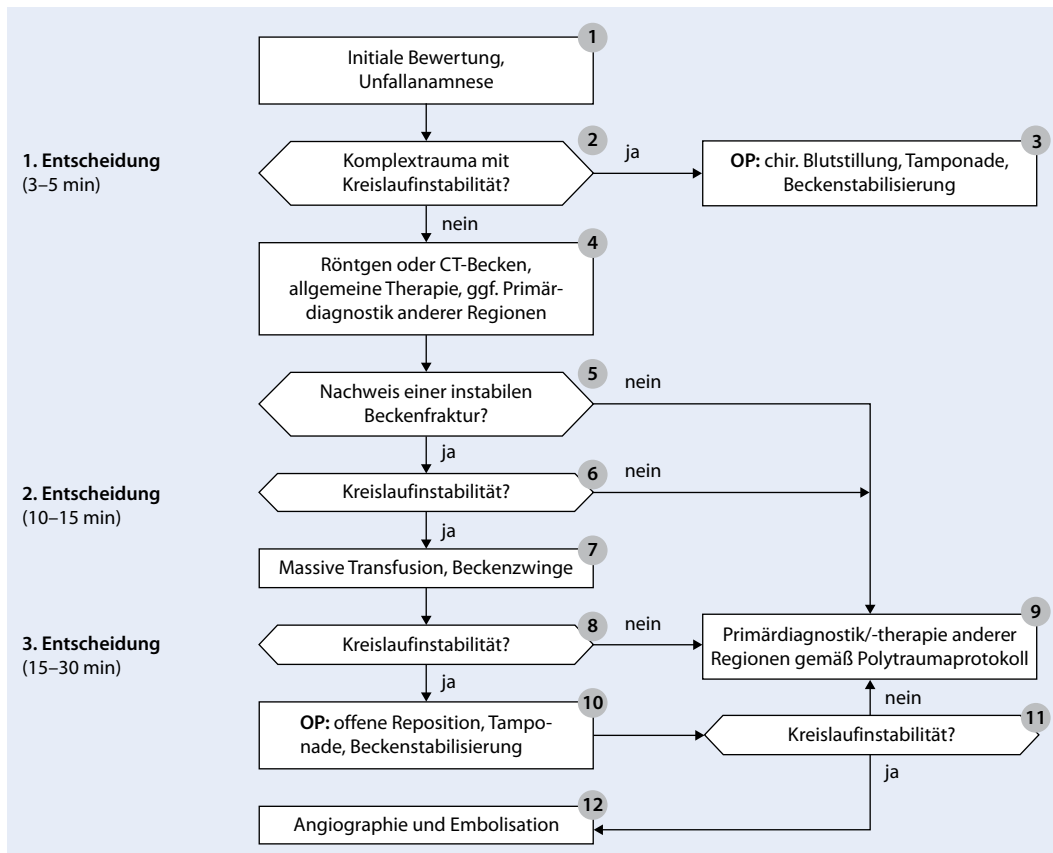


Abb. 8 ▲ Der Behandlungsalgorithmus der S3-Polytraumaleitlinie ermöglicht ein strukturiertes Vorgehen bei Patienten mit Beckenverletzungen. Durch eine klare Behandlungsstrategie kann die Mortalitätsrate bei Hochenergiebeckenfrakturen nachhaltig reduziert werden. (Adaptiert nach [26])

sollten Fresh Frozen Plasma, Thrombozytenkonzentrate und Erythrozytenkonzentrate im Verhältnis 1:1:1 verabreicht werden [27]. Das optimale Verhältnis der Transfusion bleibt umstritten, kürzlich konnte für das Verhältnis 1:1:1 gegenüber dem Verhältnis 1:1:2 ein Vorteil insbesondere bei der kurzfristigen Hämostase gezeigt werden (PROPPR-Trial; [28]). Im Falle einer Koagulopathie oder dem Fortbestehen einer therapieresistenten Blutung sollte als Off-label-Use rekombinant hergestellter Faktor VIIa appliziert werden. In einer Studie von Boffard et al. [29] konnte gezeigt werden, dass durch den Off-label-Einsatz von Faktor VIIa der Bedarf an Erythrozytenkonzentraten gesenkt sowie die Mortalität reduziert werden kann.

Zusammenfassung

Beckenverletzungen mit lebensbedrohlichem Blutverlust sind selten und zählen mit einer Letalität bis zu 70 % zu den

schwersten traumatischen Verletzungen. Standardisierte Behandlungsalgorithmen reduzierten die Mortalitätsrate bei Hochenergiebeckenfrakturen laut Bosch et al. [30] von 66,7 auf 18,7%. Des Weiteren kann die Wahrscheinlichkeit für eine schnelle Stabilisierung und das Überleben des Patienten signifikant erhöht werden [20, 23]. Der Behandlungsalgorithmus sollte je nach Eigenheiten des jeweiligen Zentrums an die Gegebenheiten angepasst werden. Ferner ist die Behandlung von Patienten mit komplexen Beckenfrakturen individuell abzustimmen. Nach Übergabe durch den behandelnden Notarzt, wenn möglich erhobener Unfallanamnese und klinischer Untersuchung erfolgt eine initiale Bewertung. Die Überprüfung der Beckeninstabilität sollte nur 1-mal während der klinischen Untersuchung durchgeführt werden, um die Verletzungssituation, insbesondere den Blutverlust nicht zu verschlechtern [25]. Die erste Entscheidung, ob ein Komplextrauma mit Kreislaufinstabilität vorliegt,

muss rasch erfolgen. Bei hämodynamisch instabilen Patienten mit Komplextrauma und freier intraabdomineller Flüssigkeit in der FAST (fokussierte abdominelle traumaspezifische Sonographie)-Untersuchung besteht die sofortige Indikation zur Operation unter suffizienter Infusionstherapie. Wir empfehlen die primäre Stabilisierung des Beckens. Neben der direkten chirurgischen Blutstillung ist die Stabilisierung des Beckens Voraussetzung für den Erfolg einer Beckentamponade. Stabile Kreislaufverhältnisse erlauben es, zunächst mittels Spiral-CT im Schockraum nach Verletzungen und potenziellen Blutungsquellen zu suchen. Steht die Ganzkörper-CT nicht zur Verfügung, kann die Diagnostik auch mit konventionellem Röntgen durchgeführt werden. Die Aussagekraft der konventionellen Röntgendiagnostik ist jedoch, insbesondere bei komplexen Beckenverletzungen, limitiert. Fast immer muss zusätzlich ein CT nachgefahren werden – mit entsprechendem

Zeitverlust und zusätzlicher Strahlenbelastung.

Um das Vorhandensein abdomineller Blutungsquellen zu bewerten, empfiehlt sich die FAST. Aufgrund der geringen Sensitivität der FAST-Untersuchung mit der Frage nach abdominellen Blutungen bei Beckenfrakturen ist bei unauffälliger FAST ein CT des Abdomens mit intravenöser Kontrastmittelgabe erforderlich. Im Falle des Nachweises einer abdominellen Blutung und Kreislaufinstabilität ist eine sofortige explorative Laparotomie indiziert [31]. Liegt keine instabile Beckenfraktur vor, kann gemäß Polytraumaprotokoll die Primärdiagnostik anderer Regionen fortgeführt werden. Wird der Nachweis einer instabilen Beckenfraktur mit Kreislaufinstabilität erbracht, erfolgt im Sinne der Damage-Control-Surgery-Behandlungsstrategie zunächst die anatomische Stabilisierung entweder über anterior fixierenden Fixateur externe oder posterior fixierende Systeme wie die Beckenzwinge. Bei persistierender Kreislaufinstabilität und venöser Blutung erfolgt die Tamponade. Durch die initiale Stabilisierung mit Schaffung der anatomischen Grenzen kann eine Tamponade erfolgen. So lässt sich der Großteil der vital bedrohlichen Blutungen kontrollieren. Bei Nachweis arterieller Blutungen behält die Angioembolisation ihren Stellenwert. Im Anschluss an die Akutversorgung erfolgen die weitere stationäre Betreuung auf der Intensivstation und ggf. Second- oder Third-Look-Operationen nach 48 oder 72 h ([10, 32]; [Abb. 8](#)).

Korrespondenzadresse

Univ.-Prof. Dr. med. P. Biberthaler
Klinik und Poliklinik für Unfallchirurgie,
Klinikum rechts der Isar, Technische
Universität München
Ismaninger Straße 22, 81675 München
peter.biberthaler@mri.tum.de

Einhaltung ethischer Richtlinien

Interessenkonflikt. S. Felix, M. Hanschen und P. Biberthaler geben an, dass kein Interessenkonflikt besteht.

Dieser Beitrag beinhaltet keine Studien an Menschen oder Tieren.

The supplement containing this article is not sponsored by industry.

Literatur

- Gänsslen A, Giannoudis P, Pape H-C (2003) Hemorrhage in pelvic fracture: who needs angiography? *Curr Opin Crit Care* 9(6):515–523. doi:10.1097/00075198-200312000-00009
- Burgess AR, Eastridge BJ, Young JW et al (1990) Pelvic ring disruptions: effective classification system and treatment protocols. *J Trauma* 30(7):848–856
- Dalal SA, Burgess AR, Siegel JH et al (1989) Pelvic fracture in multiple trauma: classification by mechanism is key to pattern of organ injury, resuscitative requirements, and outcome. *J Trauma* 29(7):981–1000, discussion 1000–1002
- Smith W, Williams A, Agudelo J et al (2007) Early predictors of mortality in hemodynamically unstable pelvic fractures. *J Orthop Trauma* 21(1):31–37. doi:10.1097/BOT.0b013e31802ea951
- Papadopoulos IN, Kanakaris N, Bonovas S et al (2006) Auditing 655 fatalities with pelvic fractures by autopsy as a basis to evaluate trauma care. *J Am Coll Surg* 203(1):30–43. doi:10.1016/j.jamcollsurg.2006.03.017
- Isler B, Ganz R (1990) Classification of pelvic girdle injuries. *Unfallchirurg* 93(7):289–302
- Pennal GF, Tile M, Waddell JP, Garside H (1980) Pelvic disruption: assessment and classification. *Clin Orthop Relat Res* 151:12–21. doi:10.1097/00003086-198009000-00004
- Furey AJ, O'Toole RV, Nascone JW, Sciadini MF, Copeland CE, Turen C (2009) Classification of pelvic fractures: analysis of inter- and intra-observer variability using the Young-Burgess and Tile classification systems. *Orthopedics* 32(6):401. doi:10.3928/01477447-20090511-05
- Gabbe BJ, Esser M, Bucknill A et al (2013) The imaging and classification of severe pelvic ring fractures: experiences from two level 1 trauma centres. *Bone Joint J* 95 B(10):1396–1401. doi:10.1302/0301-620X.95B10.32134
- Hak DJ, Smith WR, Suzuki T (2009) Management of hemorrhage in life-threatening pelvic fracture. *J Am Acad Orthop Surg* 17(7):447–457
- Giannoudis PV, Pape HC (2004) Damage control orthopaedics in unstable pelvic ring injuries. *Injury* 35(7):671–677. doi:10.1016/j.injury.2004.03.003
- Scalea TM, Boswell SA, Scott JD, Mitchell KA, Kramer ME, Pollak AN (2000) External fixation as a bridge to intramedullary nailing for patients with multiple injuries and with femur fractures: damage control orthopedics. *J Trauma* 48:613–621. doi:10.1097/00005373-200004000-00006
- Rossaint R, Bouillon B, Cerny V et al (2010) Management of bleeding following major trauma: an updated European guideline. *Crit Care* 14(2):R52. doi:10.1186/cc8943
- Flint LM, Brown A, Richardson JD, Polk HC (1979) Definitive control of bleeding from severe pelvic fractures. *Ann Surg* 189(6):709–716. doi:10.1097/0000658-197906000-00006
- Cullinane DC, Schiller HJ, Zielski MD et al (2011) Eastern Association for the Surgery of Trauma practice management guidelines for hemorrhage in pelvic fracture – update and systematic review. *J Trauma* 71(6):1850–1868. doi:10.1097/TA.0b013e31823dca9a
- Ali J, Qi W (1995) Fluid and electrolyte deficit with prolonged pneumatic antishock garment application. *J Trauma* 38(4):612–615. doi:10.1097/00005373-199504000-00025
- Croce MA, Magnotti LJ, Savage SA, Wood GW, Fabian TC (2007) Emergent pelvic fixation in patients with exsanguinating pelvic fractures. *J Am Coll Surg* 204(5):935–939. doi:10.1016/j.jamcollsurg.2007.01.059
- Tiemann AH, Böhme J, Josten C (2006) Use of the pelvic clamp in polytraumatised patients with unstable disruption of the posterior pelvic ring. Modified technique – risks – problems. *Orthopäde* 35(12):1225–1236. doi:10.1007/s00132-006-1008-9
- Osborn PM, Smith WR, Moore EE et al (2009) Direct retroperitoneal pelvic packing versus pelvic angiography: a comparison of two management protocols for haemodynamically unstable pelvic fractures. *Injury* 40(1):54–60. doi:10.1016/j.injury.2008.08.038
- Agolini SF, Shah K, Jaffe J, Newcomb J, Rhodes M, Reed JF (1997) Arterial embolization is a rapid and effective technique for controlling pelvic fracture hemorrhage. *J Trauma* 43(3):395–399. doi:10.1097/00005373-199709000-00001
- Starr AJ, Griffin DR, Reinert CM et al (2002) Pelvic ring disruptions: prediction of associated injuries, transfusion requirement, pelvic arteriography, complications, and mortality. *J Orthop Trauma* 16(8):553–561. doi:10.1097/00005131-200209000-00003
- Tötterman A, Dormagen JB, Madsen JE, Kløw N-E, Skaga NO, Røise O (2006) A protocol for angiographic embolization in exsanguinating pelvic trauma: a report on 31 patients. *Acta Orthop* 77(3):462–468. doi:10.1080/17453670610046406
- Miller PR, Moore PS, Mansell E, Meredith JW, Chang MC (2003) External fixation or arteriogram in bleeding pelvic fracture: initial therapy guided by markers of arterial hemorrhage. *J Trauma* 54(3):437–443. doi:10.1097/01.TA.0000053397.33827.DD
- Cothren CC, Osborn PM, Moore EE, Morgan SJ, Johnson JL, Smith WR (2007) Preperitoneal pelvic packing for hemodynamically unstable pelvic fractures: a paradigm shift. *J Trauma* 62(4):834–839, discussion 839–842. doi:10.1097/TA.0b013e31803c7632
- Kortbeek JB, Al Turki SA, Ali J et al (2008) Advanced trauma life support, 8th edition, the evidence for change. *J Trauma* 64(6):1638–1650. doi:10.1097/TA.0b013e3181744b03
- Deutsche Gesellschaft fuer Unfallchirurgie (DGU) (2011), „S3 – Leitlinie Polytrauma/Schwer-verletzten-Behandlung“
- Biffi WL, Smith WR, Moore EE et al (2001) Evolution of a multidisciplinary clinical pathway for the management of unstable patients with pelvic fractures. *Ann Surg* 233(6):843–850. doi:10.1097/0000658-200106000-00015

28. Holcomb JB, Fox EE, Wade CE (2015) Mortality and ratio of blood products used in patients with severe trauma – reply. *JAMA* 313(20):2078–2079. doi:10.1001/jama.2015.4427
29. Boffard KD, Riou B, Warren B et al (2005) Recombinant factor VIIa as adjunctive therapy for bleeding control in severely injured trauma patients: two parallel randomized, placebo-controlled, double-blind clinical trials. *J Trauma* 59:8–15 doi:10.1097/01.TA.0000171453.37949.B7
30. Bosch U, Pohlemann T, Haas N, Tscherne H (1992) Classification and management of complex pelvic trauma. *Unfallchirurg* 95(4):189–196
31. Ballard RB, Rozycki GS, Newman PG et al (1999) An algorithm to reduce the incidence of false-negative FAST examinations in patients at high risk for occult injury. *J Am Coll Surg* 189(2):145–151. doi:10.1016/S1072-7515(99)00121-0
32. Rixen D, Steinhausen E, Dahmen J, Bouillon B (2012) S3 guideline on treatment of polytrauma/severe injuries. *Unfallchirurg* 115(1):22–29. doi:10.1007/s00113-011-2104-9
33. Culemann U, Oestern HJ, Pohlemann T (2014) Current treatment of pelvic ring fractures. *Unfallchirurg* 117(2):145–159, quiz 160–161
34. Tillmann B (2011) *Atlas der Anatomie des Menschen*, 2. Aufl. Springer Medizin Verlag, Heidelberg, S 356–359