

Pädiatrisches stumpfes thorakoabdominales Trauma

Damage-Control-Resuscitation-Therapie

Das schwere stumpfe Abdominaltrauma mit begleitendem hämorrhagischem Schock stellt besonders beim pädiatrischen Patienten eine akut lebensbedrohliche Notfallsituation dar, welche ein multidisziplinäres und zielgerichtetes Handeln erfordert, um die Mortalität zu senken. Basierend auf Publikationen von Behandlungsstrategien schwerer Verletzungen im militärischen Umfeld wurden Damage-Control-Resuscitation-Behandlungsempfehlungen (DCR-Behandlungsempfehlungen) entwickelt, welche bei schweren adulten Traumen in der zivilen Population angewandt werden [2, 10, 18, 25, 27, 28]. Europäische Empfehlungen zum Management von schweren adulten Traumen wurden von Rossaint et al. [24] publiziert. Spezifische Massentransfusionsprotokolle (MT-Protokolle) oder DCR-Empfehlungen für pädiatrische Patienten sind allerdings weniger weit verbreitet [8, 13]. Eine der Schwierigkeiten zur Entwicklung pädiatrischer Empfehlungen liegt

im Einschluss schwerstverletzter Kinder im Rahmen von Studien, weil diese Verletzungsbilder in höheren Fallzahlen vorwiegend im militärischen Umfeld auftreten. Die Definition der Behandlungsstrategie mit der Entscheidung, im Falle eines schwer traumatisierten Kindes eine angepasste Empfehlung von adulten Patienten zur Anwendung kommen zu lassen, obliegt somit dem Behandlungsteam.

Ziel dieses Fallberichts ist es, die Entscheidungsfindung für oder gegen eine DCR-Behandlungsstrategie bei einem Kind im akuten hämorrhagischen Schockzustand aufzuzeigen.

Fallbericht

Unfall und Erstversorgung

Ein 5,5 Jahre alter Junge wurde auf einem Bergbauernhof nach dem Absteigen vom väterlichen Traktor beim Zurücksetzen zwischen dem Hinterrad des Trak-

tors und einer Hoforumrandung eingeklemmt. Er klagte über sofort einsetzende, heftige Bauchschmerzen. Die Eltern transportierten das Kind mittels Privat-PKW in einer etwa 25-minütigen Fahrt in das nächstgelegene regionale Krankenhaus. Von dort erfolgte bei kreislaufstabilem Kind unter Substitution von Kristalloiden und einem GCS („Glasgow coma score“) von 15 Punkten mit persistierenden abdominalen Schmerzen die bodengebundene Zuweisung in ein etwa 30 min entferntes regionales Krankenhaus mit pädiatrischer Abteilung. Klinisch präsentierte sich dort ein blasser, kreislaufstabiler Patient mit einem weichem Abdomen und persistierenden Schmerzen im Oberbauch bei neu von 15 auf 13 Punkte fallendem GCS. Die Bildgebung mittels FAST-Sonographie (FAST: „focussed assessment sonography for trauma“; [32]) und thorakoabdominaler Computertomographie (CT) zeigte (■ **Abb. 1**):

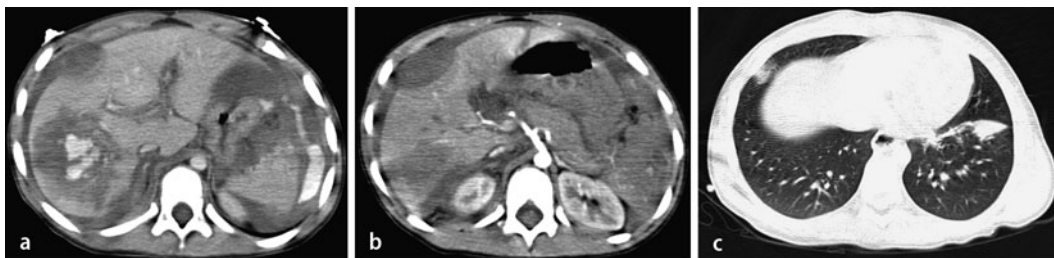


Abb. 1 ▲ Präoperative Computertomographie, **a** Kontrastmittelaustritte („contrast-blush“) [20] im Bereich einer Ruptur im rechten Leberlappen und lateral links im Milzrupturbereich, **b** subkapsuläres Leberhämatom, **c** Lungenkontusionen links und gering auch rechts

Tab. 1 Klinische Daten und ausgewählte Laborbefunde (jeweils am stärksten von Normwerten abweichende Werte)

Parameter	Erstversorgende Krankenhäuser	Schockraum Zielkrankenhaus (Eintreffzeitpunkt im Schockraum: 3 h nach dem Unfall)	Intraoperative Werte (Operationsbeginn: 4 h nach dem Unfall)
Blutdruck (mmHg)	96/51	80/35	70/35
Herzfrequenz (Schläge/min)	116	130	130
Rekapillarierungszeit (s)		4	
Atemfrequenz (Atemzüge/min)	38	30	
Temperatur (°C)		35,4	32,4
Hämoglobin (g/dl)	11,9	10,0	8,0
Thrombozyten ($\times 10^9/l$)	301	42	66
INR	1,5	1,6	1,2
pH		7,19	7,10
„Base excess“ (mmol/l)		-6,1	-9,7
Laktat (mmol/l)		5,1	9,7

INR, „international normalized ratio“

Tab. 2 Klassifikation der Verletzungen nach AIS und ISS. (Nach [1])

Art der Verletzung	AIS	ISS
Leberruptur Grad III	3	-
Milzruptur Grad IV	4	16
Pankreaslazeration Grad III	3	-
Lungenkontusion beidseits Grad II	3	9
Multiple muskuloskeletale Kontusionen Grad II	2	4
Summe	15	29

AIS anatomischer Injury-Score, ISS, „injury severity score“

- vermehrte, freie intraperitoneale Flüssigkeit mit hochgradigem Verdacht auf eine Leberlazeration in Segment 7,
- ein subkapsuläres Hämatom der Leber,
- eine Pankreasschwanzlazeration,
- eine Milzruptur sowie
- bilaterale basale Lungenkontusionen.

Bei im Labor beginnender Koagulopathie mit erniedrigtem Hämoglobin (■ Tab. 1) wurde das Kind parallel zur Gabe eines Erythrozytenkonzentrats luftgebunden ins Zentrumskrankenhaus verlegt. Die dortige Aufnahme, etwa 3 h nach dem primären Trauma, erfolgte aufgrund der räumlichen Nähe zum Hubschrauberlandeplatz bei angekündigtem instabilem Pa-

tienten im Erwachsenenschockraum. Das multidisziplinäre Behandlungsteam setzte sich aus Erwachsenen- und pädiatrischen Chirurgen, Anästhesisten und Pädiatern zusammen. Das Team wurde vom pädiatrischen Chirurgen geleitet. Der ISS („injury severity score“; [1]) betrug 29 (■ Tab. 2).

Schockraumversorgung

Es präsentierte sich ein spontan atmender, wacher Patient mit einem GCS von 15 Punkten und einer Sättigung von 95% mit 10 l/min O₂ per Maske. Kardiovaskulär dominierten eine Tachykardie um 120 Schläge/min sowie ein mittlerer arterieller Druck um 53 mmHg. Im Labor zeigten sich nach Etablierung zweier weiterer Venenzugänge eine Anämie mit kombinierter metabolisch/respiratorischer Azidose sowie eine Koagulopathie (■ Tab. 1). Bei vorbestehender Gabe von 60 ml/kg Kristalloiden wurde unter Akzeptanz der Hypotension [13] mit einer Infusionsstrategie mittels Erythrozytenkonzentraten (EC) und FFP („fresh frozen plasma“) begonnen. Auf eine Induktion der Anästhesie im Schockraum wurde verzichtet.

Nach Absprache im Behandlungsteam wurde entschieden, die Operation mit Beginn der Anästhesie in Schnittbereitschaft

im etwa 10 min entfernten pädiatrischen Operationstrakt durchzuführen, um allen Beteiligten ein bekanntes Umfeld zur Verfügung zu stellen und das notwendige pädiatrische Material zur Verfügung zu haben. Die vorliegende Bildgebung wurde reevaluiert und aufgrund des hochgradigen Verdachts der Hauptblutungsquelle im Bereich von Leber und Milz die Operationsstrategie auf ein primäres Organ-Packing festgelegt („resuscitative packing“; [10, 19]). Letzteres sollte anschließend schrittweise entfernt werden mit etappenweiser Versorgung der Blutungsquellen. Ein möglicher Milzerhalt vs. Splenektomie wurde diskutiert und initial angestrebt. Die geplante Operationszeit wurde auf 1–2 h angesetzt [13].

Operative Behandlung des Kindes

Nach Vorbereiten von Nahtgeräten, einem Vicryl®-Netz (Johnson & Johnson, St. Stevens, Woluwe, Belgien) mit 3 konzentrisch vorgelegten Tabaksbeutelnähten, um ein intraoperatives Warten auf Material zu vermeiden, und operationsbereitem Team wurde die Anästhesie bei vor Operationsbeginn deutlich aufgetriebenem Abdomen (■ Abb. 2) eingeleitet. Als Zugangsweg wurde eine Längslaparotomie vom Xyphoid bis zur Symphyse bei nicht voperiertem Abdomen, radiologisch ausgeschlossener Beckenfraktur und entleerter Blase gewählt [2, 10, 14, 15, 27].

Die Oberbauchorgane wurden auf das Vorliegen von aktiven Blutungen inspiziert. Es erfolgte ein Pringle-Manöver für 15 min mit gleichzeitigem Packing der Leber, der Milzloge und des Pankreasschwanzbereichs [10, 13, 14, 27] sowie paralleler kardiovaskulärer Stabilisation mittels zielkontrollierter Gabe von Blutprodukten. Als Hauptblutungsquelle wurde eine Zerreißen der Milzarterie und der Vene im Pankreasschwanzbereich identifiziert. Nach manueller Kompression wurden die blutenden Gefäße ligiert.

Der zentral abgerissene Milzoberpol zeigte noch eine Blutversorgung über die kurzen gastrischen Gefäße. Nach seiner Mobilisation wurde eine Splenorrhaphie mit Vicryl®-Netz mit vorgelegten Tabaksbeutelnähten durchgeführt ([5, 11, 17], ■ Abb. 3), wobei die definitive Blutstillung durch Einbringen von FlowSeal®

(Baxter Healthcare SA, Zürich, Schweiz) in den Vicryl®-Netzbeutel erreicht wurde. Die Rupturfläche des Milzunterpols wurde mit einem Endo-GIA-Autosuture®-Stapler (Covidien, Mansfield, USA) schrittweise komprimiert und in der Folge mit zwei 45-mm-Endostaplermagazinen blut trocken verschlossen ([31], ■ Abb. 4). Die Blutversorgung des Milzunterpols war über erhaltene kurze gastrische Gefäße und besonders Gefäße von der linken Kolonflexur gewährleistet. Der zerstörte zentrale Milzanteil wurde entfernt.

Im Bereich der blutenden Pankreaslaserationstelle im Pankreasschwanzbereich zeigte sich eine inkomplette Ruptur; diese wurde mit monofilen resorbierbaren Nähten und 2 in die Bursa omentalis und ins linke Subphrenium eingelegten Drainagen versorgt [16, 17]. Im Rahmen der operativen Versorgung wurde bei intraoperativem Blutdruckabfall unter laufender Transfusion ein einmaliges Zwischenpacking notwendig.

Zur Korrektur der Hypothermie mit minimal 32,4°C wurden ein Bair Hugger® (Arizant Deutschland GmbH, Trittenau) eingesetzt und die Bauchhöhle nach Versorgung der Leberruptur mehrfach mit warmer Kochsalzlösung gespült.

Vor Operationsende wurden die beiden erhaltenen Milzpole miteinander vernäht und im linken Oberbauch an der Bauchwand mit Nähten fixiert, um eine Torsion zu vermeiden [31]. Aufgrund klinisch mäßiger Schwellung der intraabdominalen Organe und klinisch guter Organperfusion wurde die Laparotomie primär verschlossen und für die Kontrolle des intraabdominalen Drucks zur Früherkennung eines drohenden abdominalen Kompartmentsyndroms ein Blasendruckmesskatheter eingelegt [2, 12, 29].

Perioperativ wurden bei geschätztem Blutverlust von etwa 4500 ml und geschätztem Körpergewicht von 25 kg 12 EC, 12 FFP, 2 Thrombozytenkonzentrate, 2 g Fibrinogen und 10 ml Kalziumglubionat 10% (Calcium-Sandoz®, Sandoz Pharmaceutical AG, Cham, Schweiz) appliziert. Die im Rahmen der Point-of-Care-Thrombelastographie dokumentierte Koagulopathie mit Erhöhung u. a. der „clotting formation time“ im EXTEM („extrinsically acitvated ROTEM“) und INTEM („intrinsically acitvated RO-

Trauma Berufskrankh 2012 · 14:292–298 DOI 10.1007/s10039-012-1917-2
© Springer-Verlag Berlin Heidelberg 2012

J. Mayr · S. Lagreze · M. Frech-Dörfler

Pädiatrisches stumpfes thorakoabdominales Trauma. Damage-Control-Resuscitation-Therapie

Zusammenfassung

Die Primärversorgung von Kindern mit schwerem stumpfem Bauchtrauma und begleitender Azidose, Koagulopathie und Hypothermie (letale Trias) erfordert ein effizientes multidisziplinäres Therapieregime zur Reduktion der Mortalität. Ein 5,5 Jahre alter Junge wurde auf einem Bergbauernhof zwischen Traktorhinterrad und Hofterumrandung im Torsobereich eingequetscht. Es kam zu einer Milzruptur Grad IV, einer Leberruptur Grad III, einer Pankreaslaseration Grad III, einer beidseitigen Lungenkontusion und einem begleitenden Weichteiltrauma mit Rhabdomyolyse. Aufgrund des schweren Traumas mit Auftreten einer Koagulopa-

thie und einer kombinierten metabolisch-respiratorischen Azidose erfolgten die Gabe von Blutprodukten anstelle der von Kristalloiden, Akzeptanz einer permissiven Hypotension, Stabilisierung der Körpertemperatur im Sinne einer Damage-Control-Resuscitation-Strategie sowie eine Milz erhaltende operative Versorgung mittels Laparotomie. Es wird ein mögliches Therapieregime für das pädiatrische schwere Trauma mit Massentransfusion (MT) diskutiert.

Schlüsselwörter

Azidose · Koagulopathie · Bauchtrauma · Damage Control · Kind

Pediatric blunt thoracoabdominal trauma. Damage control resuscitation therapy

Abstract

Primary resuscitation and therapeutic management of children with severe blunt abdominal trauma with accompanying acidosis, coagulopathy and hypothermia (lethal triad) necessitate an efficient multidisciplinary regimen to minimize mortality. A boy aged 5.5 years presented with severe abdominal trauma, including splenic rupture grade IV, hepatic rupture grade III, pancreatic laceration grade III, bilateral pulmonary contusions and abdominal wall contusion with rhabdomyolysis. He had been crushed between the rear wheel of a tractor and the frame of a gate at a mountain farm. Because severe trauma with

coagulopathy and metabolic-respiratory acidosis were present, primary blood products were given instead of crystalloids. Permissive hypotension was tolerated, the body temperature was corrected in accordance with damage control resuscitation guidelines and spleen-preserving surgery was performed. This case report discusses a possible therapeutic strategy including massive transfusion in severe abdominal trauma in a child.

Keywords

Acidosis · Coagulopathy · Abdominal injuries · Damage control resuscitation · Child

TEM“) normalisierte sich nach Substitution der Blutprodukte (ROTEM®, TEM International GmbH, München, Deutschland, ■ Abb. 5).

Postoperative intensivmedizinische Stabilisation

Die initial notwendige kardiovaskuläre Unterstützung mittels Adrenalin i.v. konnte am 2. postoperativen Tag ausgeschlichen werden. Zur Prävention eines akuten Nierenversagens bei bestehender Rhabdomyolyse [21] wurde eine forcierte Diurese mittels Volumentherapie angestrebt. Trotz laborchemischem Anstieg der Kreatinkinase (CK) von initial 951 U/l

(Norm <149 U/l) auf maximale Werte von 5433 U/l blieb dieses jedoch aus.

Pulmonal entwickelte der Patient bei beidseitigen Lungenkontusionen mit passageren Pleuraergüssen ein ARDS Grad IV [ARDS: „acute respiratory distress syndrome“, p_aO_2/F_iO_2 -Quotient 96 mmHg (p_aO_2 : arterieller Sauerstoffpartialdruck, F_iO_2 : Fraktion des Sauerstoffs im Einatemungsgasgemisch)] mit möglicher Extubation nach konventioneller Beatmung am 4. postoperativen Tag.

Nach dem Rückgang der Amylasewerte im Drainagesekret konnten die Drainagen am 3. bzw. 10. Tag entfernt werden.

Die Ultraschalluntersuchung des Abdomens vor der Entlassung zeigte eine



Abb. 2 ▲ Aufgetriebenes Abdomen bei Narkoseeinleitung am Operationstisch, Prellmarken rechts im unteren Thoraxwandbereich

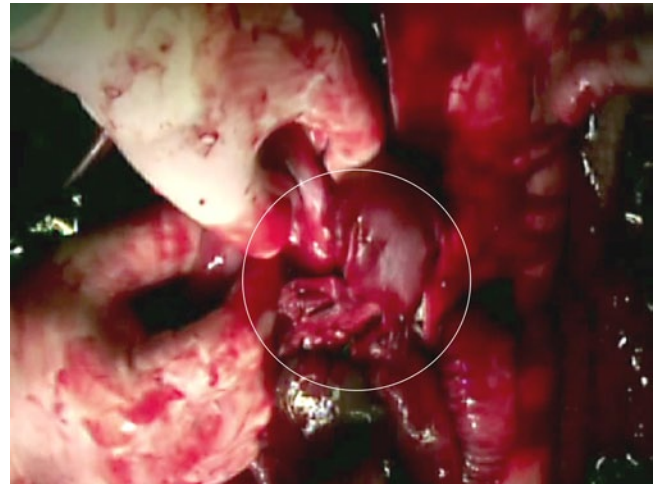


Abb. 3 ▲ Intraoperatives Bild des eng in einem Vicryl®-Netz eingehüllten Milzoberpols

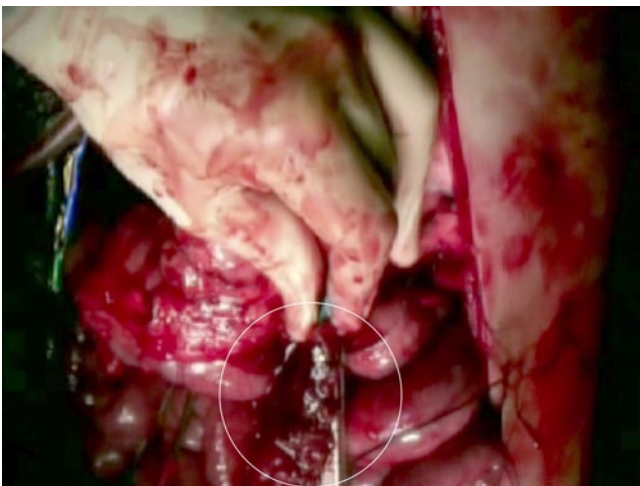


Abb. 4 ◀ Intraoperatives Bild der Staplernäht an der Rupturfläche des Milzunterpols

Größenrückbildung der hypoechoenen Leberrupturzonen, eine erhaltene, perfundierte Restmilz (■ **Abb. 6**) und keine Hinweise auf eine Ausbildung einer Pankreaspseudozyste.

Der Patient wurde 4 Wochen nach dem Unfall in gutem Allgemeinzustand nach Hause entlassen.

Diskussion

Das Management des hämorrhagischen Schocks bei einem Kind mit schweren Verletzungen mehrerer intraabdominaler, parenchymatöser Organe stellt eine große Herausforderung an das Behandlungsteam dar. Die Behandlung erfolgt unter hohem Zeitdruck. Clarke et al. [3] konnten bei adulten Patienten mit abdominalen Verletzungen eine steigende Le-

talität von 1% pro 3 min länger dauernder Zeit bis zur operativen Versorgung zeigen.

Überrollunfälle durch schwere Fahrzeuge oder Einklemmungsunfälle mit landwirtschaftlichen Geräten [33] sowie das Herausgeschleudertwerden aus Kraftfahrzeugen von nicht korrekt gesicherten bzw. im Kindersitz transportierten Kindern stellen die Hauptursache schwerster stumpfer Bauchtraumen im Kindesalter dar. Häufig sind die Lenker der Unfallfahrzeuge bei landwirtschaftlichen Unfällen Eltern teile oder nahe verwandte Familienmitglieder mit einer zusätzlichen Erhöhung der posttraumatischen psychischen Belastung der Beteiligten.

Pädiatrische *letale Trias*

Patregnani et al. [22] zeigten 2012 eine Assoziation zwischen dem Nachweis einer Koagulopathie bei der stationären Aufnahme zur krankhausinternen Mortalität unabhängig von der Schwere der Verletzung der untersuchten Kinder in Kriegsgebieten. Mit steigendem ISS und vorliegender Koagulopathie bei Eintritt in die stationäre Behandlung konnte eine deutlich erhöhte assoziierte Mortalität bei Kindern nachgewiesen werden [7]. Eine bereits bei der Aufnahme ins Krankenhaus bestehende Hypothermie ist zudem ein unabhängiger Risikofaktor bezüglich der Mortalität pädiatrischer Patienten [30, 33].

Bei Traumen im Bereich der Landwirtschaft erhöhen lange Transportwege das Risiko einer Hypothermie [33].

Die initiale Körpertemperatur lag bei unserem Patienten bei 35,4°C und fiel im Rahmen der MT-Situation um weitere 3°C ab. Mittels Wärmedecke und abdominaler Lavage konnte eine Wiedererwärmung erreicht werden. Ein Infusionswärmegerät für MT-Situationen (Level 1°, Smiths Medical, Lower Pemberton, Ashford, Kent, UK) war im OP (Operationssaal) vorhanden, wurde aber aufgrund kleinlumiger i.v. Zugänge nicht genutzt.

Permissive Hypotension

Der Entscheid zur Scoop-and-Run-Strategie, d. h. möglichst wenig Zeit in die Erst-

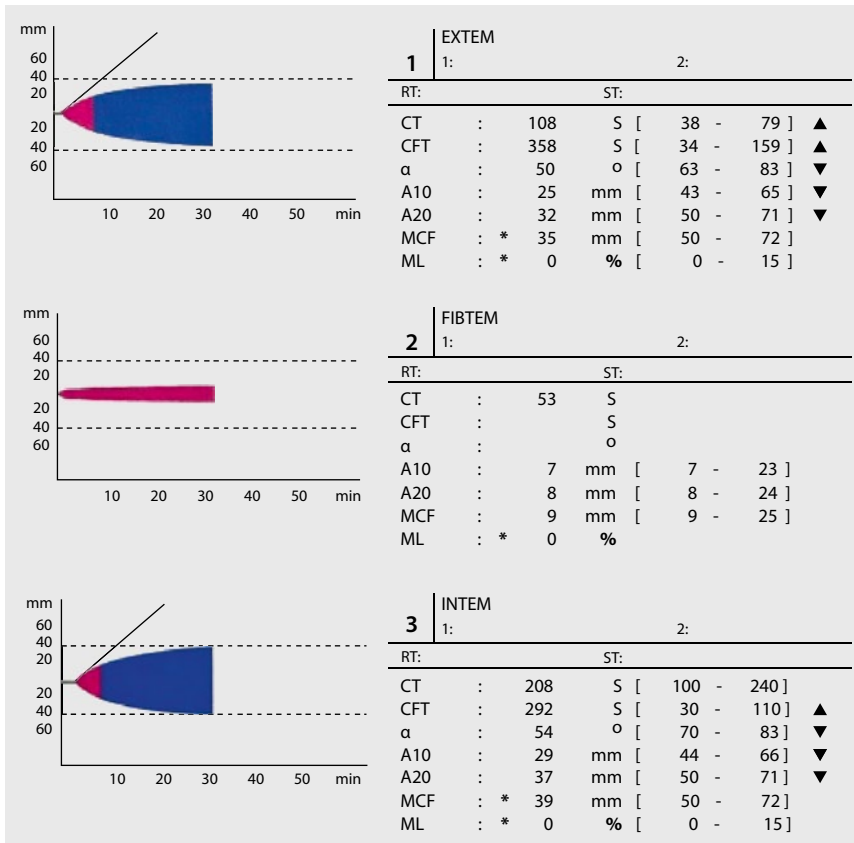


Abb. 5 ▲ Perioperative Thrombelastographie, Störungen in der INTEM- und EXTEM-Analyse mit Verlängerung der „clotting time“ (CT) und der „clot formation time“ (CFT) als Zeichen eines Faktorenmangels und einer verlangsamt ablaufenden Gerinnung, A10 „clot amplitude after 10 minutes“, A20 „clot amplitude after 20 minutes“, EXTEM „extrinsically activated ROTEM“, FIBTEM „functional fibrinogen test“, INTEM „intrinsically activated ROTEM“, MCF „maximum clot firmness“, ML „maximum lysis“, RT „result“, ST „standard“

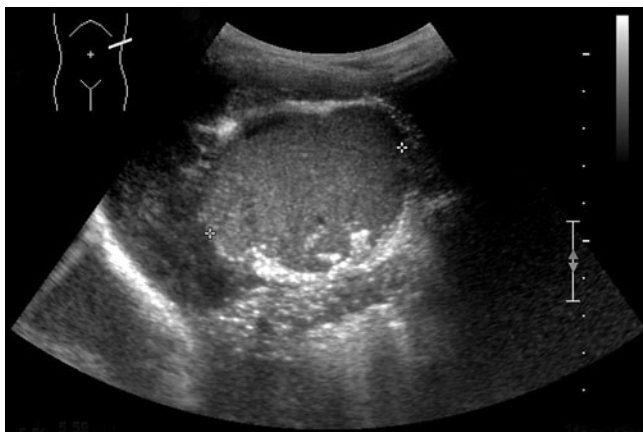


Abb. 6 ◀ Erhaltener Milzoberpol mit umgebendem echoreichem Vicryl®-Netz im Ultraschall 4 Wochen nach Splenorrhaphie

versorgung am Unfallort zu investieren und das Kind mit abdominalen Hämorrhagie bei Verletzung intraabdominaler Organe so rasch wie möglich ins geeignete Krankenhaus zu transportieren, lohnt sich mitunter aufgrund vor Ort nicht korrigierbarer Ursache, obwohl ein Schock bei Krankenhausaufnahme mit einer er-

höhten Mortalität einhergeht [23, 27]. Die Entscheidung, ob eine FAST-Sonographie oder ggf. eine Multidetektor-CT (MD-CT) mit i.v. Kontrastmittelgabe in der initialen Schockraumphase noch durchführbar sind, wird durch den Teamleiter oder interdisziplinär getroffen, gestützt durch die klinische Situation [32]. Im vorliegen-

den Fall erfolgte eine Bildgebung im vorgeschalteten Krankenhaus. Ergibt diese Hinweise auf massive Organblutungen, ist eine operative Versorgung die Behandlung der Wahl [5, 11, 20].

Damage-Control-Surgery-Strategie

Hier sind mehrere Ziele zu beachten. Neben einer Kontrolle der aktiven Blutungen mittels abgekürzter chirurgischer Versorgung und einer Exploration sollte eine weitere Kontamination von Körperhöhlen kontrolliert werden und neben einem evtl. „resuscitative packing“ ein rascher passagerer abdominaler Verschluss erfolgen [27]. Nach intensivmedizinischer Stabilisation wird bei provisorischem Verschluss des Abdomens im Rahmen einer geplanten Zweitoperation nach rund 48–72 h die chirurgische weitere Versorgung des Abdomens angestrebt [2, 9, 10, 13, 18, 27]. Der Beginn der Laparotomie sollte so gewählt werden, dass eine frühestmögliche Blutstillung stattfinden kann.

Die abdominale Inzision erfolgt beim Fehlen von Operationsnarben als Mittellinieninzision vom Xyphoid bis zur Symphyse [2, 13, 14, 27]. Bei Vorliegen eines Beckenhämatoms im Rahmen einer Beckenfraktur sollte die Laparotomie initial auf den Mittel- und Oberbauchbereich beschränkt werden, um eine Blutung durch Eröffnung des Frakturhämatoms zu vermeiden. Der intraoperative Entscheid über die Art des Abdominalverschlusses bzw., ob eine definitive chirurgische Versorgung vs. provisorischem Verschluss vorgenommen werden kann, ist vom Zustand des Kindes und von der Art der primär durchzuführenden Versorgung abhängig. Situationsabhängig sollte ein provisorischer Verschluss der Abdominalwunde mit Vakuumverband oder Plastikfolie unter Planung einer Second-Look-Operation nach 48 h in Erwägung gezogen werden [18].

Milzerhalt

Dieser ist bei Kindern von größerer Bedeutung als bei Erwachsenen, es ist aber keine Milzerhaltung um jeden Preis anzustreben. Auch Milzrupturen Grad III und IV können bei Kindern rasch im Rahmen einer Laparotomie Milz erhaltend versorgt werden. Die mobilisierte Milz

kann entweder teilreseziert oder mit Splenorrhaphie versorgt werden [5, 11, 17, 31]. Das unbehandelt sehr rasch einsetzende „overwhelming post-splenectomy infection syndrome“ (OPSI) bei milzexstirpierten Kindern ist zwar sehr selten, geht aber unzureichend behandelt mit einer hohen Mortalität einher [5].

Eine Splenektomie in extremis beim Kind ist im Rahmen von Damage-Control-Operationen zur Behandlung kreislaufrelevanter Milzblutungen gerechtfertigt. Eine Milzerhaltung bei kleinen Rissen oder Monoverletzungen anzustreben, sollte jedoch von Fall zu Fall erwogen werden [18]. Diese darf allerdings einen Blutungsschock nicht prolongieren und auch die Operationsdauer nicht signifikant verlängern, sodass in der Regel maximal 20 min für die Milzerhaltung verwendet werden sollten, wenn es die hämodynamische Situation des Kindes zulässt [2, 4, 10, 13, 18, 22, 27].

Pankreasverletzungen

Pankreasverletzungen im Rahmen von Damage-Control-Eingriffen bei Kindern erfordern sehr selten eine primäre Pankreasteilresektion. Meist reicht beim Ersteinriff die Einlage von Drainagen [16, 26]. Zeigt sich im Drainagesekret nach 1 Woche ein höherer Amylasewert als im Serum, gilt dies als Hinweis auf eine Fistelbildung zum Pankreasgang. Eine ERCP-gesteuerte (ERCP: endoskopisch retrograde Cholangiopankreatikographie) Pankreasdrainageeinlage kann die Ausbildung einer Pankreaspseudozyste häufig verhindern, den Verlauf abkürzen und ggf. eine chirurgische Intervention vermeiden helfen.

Wundverschluss bei Damage-Control-Operationen bei Kindern

Damage-Control-Laparotomiewunden werden üblicherweise nur mit steriler Plastikfolie, wie einem sog. Bogota-Bag (sterile 3-l-Plastikspülbeutel für Urologiespülflüssigkeit) oder einem Vakuumverband verschlossen, wobei eine perforierte, glatte Plastikfolie die Baucheingeweide vor dem direkten Kontakt mit dem Schaumstoff oder den Bauchtüchern schützt [2, 13]. Ein niedriger Dauersog (beispielsweise mit 50 mmHg) über die innerhalb der Bauchtücher oder des

Vakuumschaumstoffs eingelegten Drains sorgt für eine sichere Absaugung von Bauchsekreten bei Kindern und hilft mit, die Laparotomiewunde frühzeitig zu verschließen.

Entwicklung eines Bauchkompartmentsyndroms

Durch das Offenlassen der großen Laparotomiewunde kann ein Bauchkompartmentsyndrom weitgehend verhindert werden [2, 12, 27]. In Ergänzung kann zur Früherkennung eines erhöhten intraabdominalen Drucks ein Druckmesskatheter zur kontinuierlichen intravesikalen Druckmessung in die Harnblase eingelegt werden [29]. Bei Kindern sollte bei gering gefüllter Blase [Blasenfüllung etwa 1 ml/kgKG (KG: Körpergewicht), maximal 25 ml] ein intravesikal gemessener Druckwert von 12 mmHg nicht überschritten werden; als Referenzlinie für den 0-Wert gilt dabei die Höhe der Medioaxillarlinie in Rückenlage [12, 29]. Diese Blasendruckmesstechnik wurde auch bei unserem Patienten angewandt und ergab stets Blasendruckwerte unter 12 mmHg.

Ein primärer Bauchdeckenverschluss wird heute auch nach Damage-Control-Laparotomien bei Erwachsenen etwas häufiger angestrebt, da das Offenlassen der Laparotomiewunde und die geplanten Relaparotomien in der Vergangenheit anscheinend etwas zu häufig angewandt wurden und mit einer nicht unbeträchtlichen Morbidität einhergingen [6].

Dauer der Damage-Control-Operation

Eine Damage-Control-Laparotomie sollte innerhalb von 1 h (bis maximal 2 h) beendet sein, wobei erfahrungsgemäß das Auftreten von zunehmenden, nicht mechanisch bedingten Blutungen oder eine livide Verfärbung, fleckige Abblassung, Diskolorierung und Anschwellung des Darms als Hinweis gewertet werden müssen, dass die Operation zu beenden ist [13].

Posttraumatische Rhabdomyolyse

Wegen einer Rhabdomyolyse mit einer maximalen CK-Wert-Erhöpfung auf 5433 U/l erfolgte im vorgestellten Fall postoperativ eine ausreichende Hydrierung des Kindes unter Kontrolle des zent-

ralvenösen Drucks, um ein akutes Nierenversagen durch Muskelzerfall und nachfolgende Myoglobinablagerung in den Nieren zu verhindern [21]. Die deswegen postoperativ zum Einsatz kommende Hydrierung mit kristalloider Flüssigkeit birgt jedoch zusammen mit einer Massentransfusion eine große Gefahr für die Entwicklung eines schweren ARDS, wie es auch bei unserem Patienten in voller Ausprägung beobachtet wurde. Mitunter kann die schwere Rhabdomyolyse, die in unserem Fall in erster Linie durch das schwere Torsoquetschtrauma bedingt war, die Durchführung einer Hämodialyse erforderlich machen, da eine Peritonealdialyse bei drohendem intraabdominalem Kompartmentsyndrom oder offenem Abdomen nicht möglich ist.

Postoperative Intensivbehandlung

In der postoperativen kinderintensivmedizinischen Nachbetreuung gilt das Hauptaugenmerk der Korrektur der Parameter der *letalen Trias*, nämlich der Besserung von Azidose, Koagulopathie und Hypothermie. Postoperative Gerinnungskontrollen und die erforderliche Überwachung und Steuerung der Gerinnungssubstitution erfolgen heute am effizientesten mit Thrombelastographie und ROTEM®-Gerinnungsmonitoring (Axon Lab®, Baden-Dättwil, Schweiz; ■ **Abb. 5**, [27]). Neben der Schockbehandlung wurde auch der Wiedererwärmung des Patienten Rechnung getragen; beides wirkt sich synergistisch günstig auf die Gerinnungssituation aus [27, 30].

Fazit für die Praxis

Schwerste abdominal verletzte Kinder, die bereits bei Eintreffen im Schockraum die Zeichen einer *letalen Trias* aufweisen, stellen eine große Herausforderung für das Behandlungsteam dar. Dabei kommt der Damage-Control-Resuscitation-Strategie mit frühzeitiger laborchemisch kontrollierter Gabe von möglichst frischen Blutprodukten, Korrektur der Hypothermie und Azidose unter Tolerierung einer permissiven Hypotension große Bedeutung zu. Damage-Control-Operationen haben auch bei Kindern das

Ziel, die Hauptblutungsquellen in einem kurzen chirurgischen Eingriff zu stoppen und eine weitere Kontamination des Abdomens zu verhindern. Das Kind wird im Anschluss auf einer Kinderintensivstation weiter stabilisiert und ggf. nach rund 48 h einer geplanten Folgeoperation unterzogen.

Korrespondenzadresse



Prof. Dr. J. Mayr
 Abteilung für Kinderchirurgie,
 Universitätskinderhospital
 beider Basel,
 Spitalstraße 33, 4056 Basel,
 Schweiz
 johannes.mayr@ukbb.ch

Interessenskonflikt. Der korrespondierende Autor gibt für sich und seine Koautoren an, dass kein Interessenskonflikt besteht.

Literatur

1. Baker SP, O'Neill B, Haddon W Jr, Long WB (1974) The injury severity score: a method for describing patients with multiple injuries and evaluating emergency care. *J Trauma* 14(3):187–196
2. Burch JM, Ortiz VB, Richardson RJ et al (1992) Abbreviated laparotomy and planned reoperation for critically injured patients. *Ann Surg* 215(5):476–483
3. Clarke JRM (2002) Time to laparotomy for intra-abdominal bleeding from trauma does affect survival for delays up to 90 min. *J Trauma* 52:420–425
4. Elerding SC, Aragon GE, Moore EE (1979) Fatal hepatic hemorrhage after trauma. *Am J Surg* 138(6):883–888
5. Franklin GA, Casós SR (2006) Current advances in the surgical approach to abdominal trauma. *Injury* 37(12):1143–1156
6. Hatch QM, Osterhout LM, Podbielski J et al (2011) Impact of closure at the first take back: complication burden and potential overutilization of damage control laparotomy. *J Trauma* 71(6):1503–1511
7. Hendrickson JE, Shaz BH, Pereira G et al (2012) Coagulopathy is prevalent and associated with adverse outcomes in transfused pediatric trauma patients. *J Pediatr* 160(2):204–209.e3
8. Hendrickson JE, Shaz BH, Pereira G et al (2012) Implementation of a pediatric trauma massive transfusion protocol: one institution's experience. *Transfusion* 52:1228–1236
9. Hildebrand F, Frink M, Mommsen P et al (2010) Die Damage Control Strategie. *Trauma Berufskrankh [Suppl 4]* 12:475–479
10. Hirshberg A, Mattox KL (2010) Top knife – the art and craft of trauma surgery. *tfn, Shrewsbury*
11. Konstantakos AK, Barnoski AL, Plaisier BR et al (1999) Optimizing the management of blunt splenic injury in adults and children. *Surgery* 126(4):805–812
12. Malbrain ML, Cheatham ML, Kirkpatrick A et al (2006) Results from the international conference of experts on intra-abdominal hypertension and abdominal compartment syndrome. I. Definitions. *Intensive Care Med* 32(11):1722–1732
13. Meredith W, Eichelberger ME, Ponsky T (2012) Webinar: pediatric trauma: new concepts and controversies: „How I do it“: a worldwide interactive web symposium. <http://www.gotomeeting.com/fec/webinar>. Zugegriffen: 17.02.2012
14. Moore EE (1984) Edgar J. Poth Lecture. Critical decisions in the management of hepatic trauma. *Am J Surg* 148(6):712–716
15. Moore EE, Thomas G (1996) Orr memorial lecture. Staged laparotomy for the hypothermia, acidosis, and coagulopathy syndrome. *Am J Surg* 172(5):405–410
16. Morgan K, Mansker D, Adams DB (2010) Not just for trauma patients: damage control laparotomy in pancreatic surgery. *J Gastrointest Surg* 14(5):768–772
17. Mucha P (2000) Splenic injury. *Oper Techn General Surg* 2:192e–205e
18. Müller T, Doll D, Kliebe F et al (2010) Damage Control – prioritätenorientiertes Behandlungsmanagement schwerstverletzter Patienten. *Anesthesiol Intensivmed Notfallmed Schmerzther* 45(10):626–633
19. Nicol AJ, Hommes M, Primrose R et al (2007) Packing for control of hemorrhage in major liver trauma. *World J Surg* 31(3):569–574
20. Nwomeh BC, Nadler EP, Meza MP et al (2004) Contrast extravasation predicts the need for operative intervention in children with blunt splenic trauma. *J Trauma* 56(3):537–541
21. Parekh R, Care DA, Tainter CR (2012) Rhabdomyolysis: advances in diagnosis and treatment. *Emerg Med Pract* 14(3):1–15
22. Patregnani JT, Borgman MA, Maegele M et al (2012) Coagulopathy and shock on admission is associated with mortality for children with traumatic injuries at combat support hospitals. *Pediatr Crit Care Med* 13(3):273–277
23. Probst C, Hildebrand F, Frink M et al (2007) Erstversorgung Schwerstverletzter am Unfallort. *Chirurg* 78(10):875–884
24. Rossaint R, Bouillon B, Cerny V et al (2010) Management of bleeding following major trauma: an updated European guideline. *Crit Care* 14:R52
25. Schuster KM, Davis KA, Lui FY (2010) The status of massive transfusion protocols in United States trauma centers: massive transfusion or massive confusion? *Transfusion* 50:1545–1551
26. Seamon MJ, Kim PK, Stawicki SP et al (2009) Pancreatic injury in damage control laparotomies: Is pancreatic resection safe during the initial laparotomy? *Injury* 40(1):61–65
27. Shapiro MB, Jenkins DH, Schwab CW, Rotondo MF (2000) Damage control: collective review. *J Trauma* 49(5):969–978
28. Spinella PC, Perkins JG, Grathwohl KW et al (2009) Warm fresh whole blood is independently associated with improved survival for patients with combat related traumatic injuries. *J Trauma* 66:569–576
29. Steinau G, Kaussen T, Bolten B et al (2011) Abdominal compartment syndrome in childhood: diagnostics, therapy and survival rate. *Pediatr Surg Int* 27(4):399–405
30. Sundberg J, Estrada C, Jenkins C et al (2011) Hypothermia is associated with poor outcome in pediatric trauma patients. *Am J Emerg Med* 29(9):1019–1022
31. Uranues S, Alimoglu O (2005) Laparoscopic surgery of the spleen. *Surg Clin North Am* 85(1):75–90
32. Vlies CH van der, Olthof DC, Gaakeer M et al (2011) Changing patterns in diagnostic strategies and the treatment of blunt injury to solid abdominal organs. *Int J Emerg Med* 27:4–47
33. Waibel BH, Durham CA, Newell MA et al (2010) Impact of hypothermia in the rural, pediatric trauma patient. *Pediatr Crit Care Med* 11(2):199–204