



Stumpfes und penetrierendes Abdominaltrauma beim Kind

Für eine rasche Erstversorgung von kindlichen abdominalen Traumata müssen die Grundzüge der Versorgung beherrscht werden. Gerade bei stumpfen abdominalen Traumata sollte man sich nicht nur auf die Diagnostik mittels Computertomografie verlassen, sondern im Zweifel bei entsprechender Klinik eine Laparoskopie oder Laparotomie durchführen. Bei Patienten, die primär nicht operativ behandelt und nur überwacht werden, muss bei Verschlechterung großzügig die Indikation zur Operation gestellt werden.

■ Einleitung

Nach Schätzungen der WHO (World Health Organization) sind Traumata für ca. 10% aller Todesfälle weltweit verantwortlich. Die Mehrheit der Betroffenen stellen Männer im Alter zwischen 15 und 44 Jahren dar [1, 2]. Bei Traumata im Kindesalter stellt das Abdomen die am 3. häufigsten betroffene Region dar, somit gehen 10–15% aller pädiatrischen Traumata mit Verletzungen der soliden Bauchorgane einher [3, 4]. Je nach Unfallmechanismus wird in stumpfe und penetrierende Abdominaltraumata unterteilt, wobei insbesondere in Europa die schwerer zu erkennenden stumpfen deutlich häufiger als die penetrierenden Abdominaltraumata sind [1, 6]. Bei Kindern werden Verletzungen des Abdomens initial oft übersehen, gehen aber mit einer Sterblichkeitsrate von 8,5% einher [4]. Auch bei Kindern ist die Mehrzahl der abdominalen Traumata stumpf und die häufigste Ursache stellen Verkehrsunfälle dar [7]. Im Falle eines Unfalls haben Kinder im Vergleich zu Erwachsenen ein höheres Risiko für intraabdominelle Verletzungen. Die Gründe hierfür sind das deutlich geringere Körpergewicht sowie die geringere Körpergröße. Die soliden Organe sind beim Kind proportional größer und liegen somit auch auf engerem Raum beieinander, wodurch das Risiko einer Organverletzung im Vergleich zu Erwachsenen steigt. Durch die schwächer ausgeprägte Bauchmuskulatur werden die Organe zudem weniger geschützt, wodurch die bei einem Unfall auftretenden Kräfte anders als beim Erwachsenen verteilt werden [4, 7]. Bei Kindern ist die Milz beim stumpfen Bauchtrau-

K. Grass¹, S. Kersting¹, V. Schellerer²

¹ Klinik und Poliklinik für Allgemeine Chirurgie, Viszeral-, Thorax- und Gefäßchirurgie, Greifswald;

² Kinderchirurgie, Universitätsmedizin Greifswald, Greifswald

Stumpfes Abdominaltrauma – penetrierendes Abdominaltrauma – Laparoskopie – Laparotomie

pädiatrische praxis 99, 1–14 (2023)
mgo fachverlage GmbH & Co. KG

mata das am häufigsten betroffene Organ. Im Gegensatz zu Erwachsenen können Milzverletzungen im Kindesalter aber in ca. 95 % der Fälle konservativ behandelt werden. Penetrierende Abdominaltraumata bei Kindern müssen immer operativ versorgt werden und führen deutlich häufiger zum Tod als stumpfe Abdominaltraumata [4]. Bei Kindern mit intraabdominellen Verletzungen wird mittels Sonografie nur in ca. 40 % der Fälle freie Flüssigkeit nachgewiesen, weshalb die Aussagekraft der FAST-Sonografie (»Focused Assessment with Sonography for Trauma«) deutlich limitiert ist [4]. Mit der heute flächendeckend verfügbaren computertomografischen Diagnostik (»Traumaspirale«) kann die diagnostische Abklärung auch bei Kindern im Notfall erfolgen. Insbesondere bei Unfällen mit hoher kinetischer Energie sollte trotz der Strahlenbelastung und deren möglichen Langzeitfolgen die weitere Diagnostik mittels Computertomografie erwogen werden.

Bei konservativer Behandlung eines stumpfen Bauchtraumas sind engmaschige klinische Kontrollen und regelmäßige Wiederholungen der abdominalen Sonografie von elementarer Bedeutung [4]. Insbesondere da in der initialen Diagnostik nicht immer alle Traumafolgen sofort evident sind. Gerade stumpfe Hochrasanztraumata benötigen eine engmaschige Reevaluation, um eventuelle, sich im Verlauf manifestierende, intraabdominelle Verletzungen rechtzeitig zu erkennen [8]. Das hämodynamisch instabile Abdominaltrauma ist auch bei pädiatrischen Patienten weiterhin eine Herausforderung und benötigt eine rasche Entscheidung zur explorativen Laparotomie.

■ Intraabdominelle Verletzungen bei abdominalen Traumata

Es wird zwischen stumpfen und penetrierenden Abdominaltraumata unterschieden. In Anbetracht der verbesserten Diagnostik hat sich das Management insbesondere des stumpfen Traumas in den letzten Jahrzehnten deutlich gewandelt.

Stumpfes Abdominaltrauma

Um auf der sicheren Seite zu sein, war lange Zeit die Laparotomie das Standardverfahren bei einem stumpfen, klinisch relevanten Bauchtrauma [5]. Bei Untersuchung und Diagnostik muss immer der Verletzungsmechanismus berücksichtigt werden. Bei allen Traumapatienten muss eine klinische Inspektion, z. B. auf Gurtprellmarken bzw. Prellmarken durch Fahrradlenker, und eine Untersuchung des Abdomens erfolgen. Eine FAST-Sonografie ist unerlässlich, um sich v. a. bei instabilen Patienten einen Überblick zu verschaffen und intraabdominelle freie Flüssigkeit zu detektieren. Bei stabilen Patienten ist die Computertomografie (CT) das Verfahren der Wahl, um intraabdominelle Verletzungen zu diagnostizieren [8, 9]. Gerade bei soliden Organen wie Leber und Milz ist die CT sehr sensitiv und hat eine hohe Spezifität [8, 9], wohingegen eine geringere Sensitivität für Darm- und Zwerchfellverletzungen besteht. Eine diagnostische Peritoneallavage wird heutzutage fast nicht mehr durchgeführt. Bei stabilem Patienten kann bei unklaren Befunden eine CT oder MRT sowie eine diagnostische Laparoskopie erfolgen [9, 10].

Bei stumpfem Trauma im Kindesalter sind Leber und Milz die am häufigsten betroffenen Organe gefolgt von Darm, Mesenterium und Pankreas [10]. In Abteilungen mit entsprechender Expertise in laparoskopischer Leber- und Milzchirurgie kann daher die Laparoskopie nicht nur zur Diagnostik dienen, sondern ermöglicht gleichzeitig auch ein therapeutisches Vorgehen. Allerdings können bei Kindern fast alle intraabdominellen Verletzungen solider Organe konservativ behandelt werden [4].

Penetrierendes Abdominaltrauma

Im Gegensatz zu beispielsweise den USA oder Südafrika sind penetrierende Abdominaltraumata in Deutschland sehr selten (ca. 4 %). Trotzdem ist man in der Klinik hin und wieder mit dieser Art der Verletzung konfrontiert (► Abb. 1–3). Mit einer zunehmenden Bedrohung durch Attentate und Terroranschläge sollte das Management

von Schuss-, Stich- oder Schrapnellverletzungen nicht vernachlässigt werden. Auch hier gilt bei der Behandlung zunächst zu differenzieren, ob ein Patient hämodynamisch stabil ist oder nicht. Die Art der Tatwaffe lässt fast immer Rückschlüsse auf das Verletzungsmuster zu. So ist bei Schusswaffen die auf das Gewebe übertragene Energie (kinetische Energie) entscheidend für die Wirkung des Projektils. Die Geschwindigkeit erhöht die Energie, die maximal an das Gewebe abgegeben werden kann, im Quadrat (verdoppelte Auftreffgeschwindigkeit führt zu einer Vervielfachung der kinetischen Energie), während die Geschossmasse nur zur Hälfte einfließt. Das tatsächliche Verletzungsmuster hängt nicht nur von der Geschwindigkeit, sondern auch von Auftreffgeschwindigkeit, Gewebebeschaffenheit, Bauweise und Masse des Projektils (Kaliber, Vollmantel, Teilmantel, Hohlspitzgeschoss) und dem Auftreffwinkel und Rotation des Projektils ab [11]. Die Größe der Ein- und Austrittswunden lässt keine direkten Rückschlüsse auf die dazwischenliegenden Verletzungen zu.

Bei Stich- und Hiebverletzungen (►Abb. 1, 2) werden nicht nur Messer, sondern auch andere Gegenstände wie Schraubenzieher oder Feilen verwendet. Diese Verletzungen haben eine deutlich bessere Prognose als Schussverletzungen



Abb. 1 | Messerstichverletzung ohne intraabdominelle Verletzung. Man sieht den tangentialen, extraperitonealen Verlauf der Klemme entsprechend der Stichrichtung, die zu keiner intraabdominellen Verletzung geführt hat.

(►Abb. 3), da Stichverletzungen das Peritoneum in nur ca. 70% der Fälle durchdringen, Schussverletzungen hingegen in 95% [11, 12].

Bei hämodynamisch instabilen Patienten mit Schuss- oder Stichverletzungen im Abdomen besteht die Indikation zur Notfalllaparotomie. Bei stabilen Patienten erfolgt eine komplette

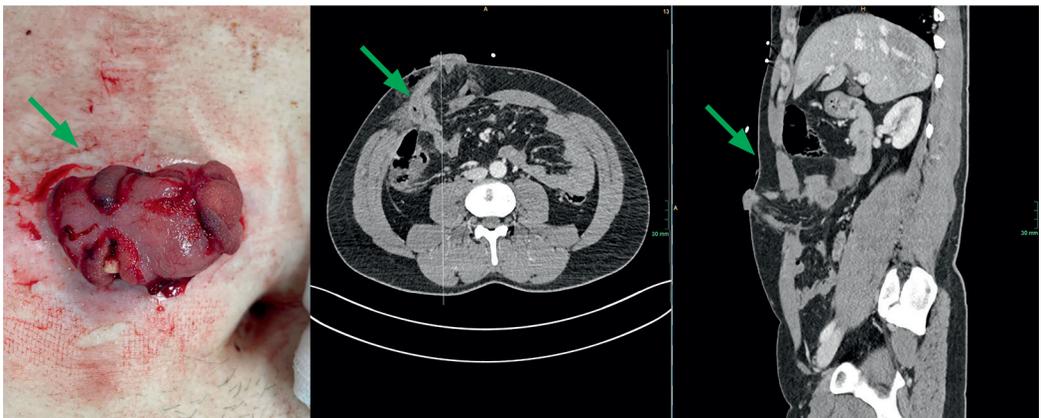


Abb. 2 | Messerstichverletzung mit Dünndarmverletzung und Dünndarmprolaps. Klinisches Erscheinungsbild (links). Darstellung der Verletzung im CT in der Transversalebene (Mitte) und Sagittalebene (rechts).

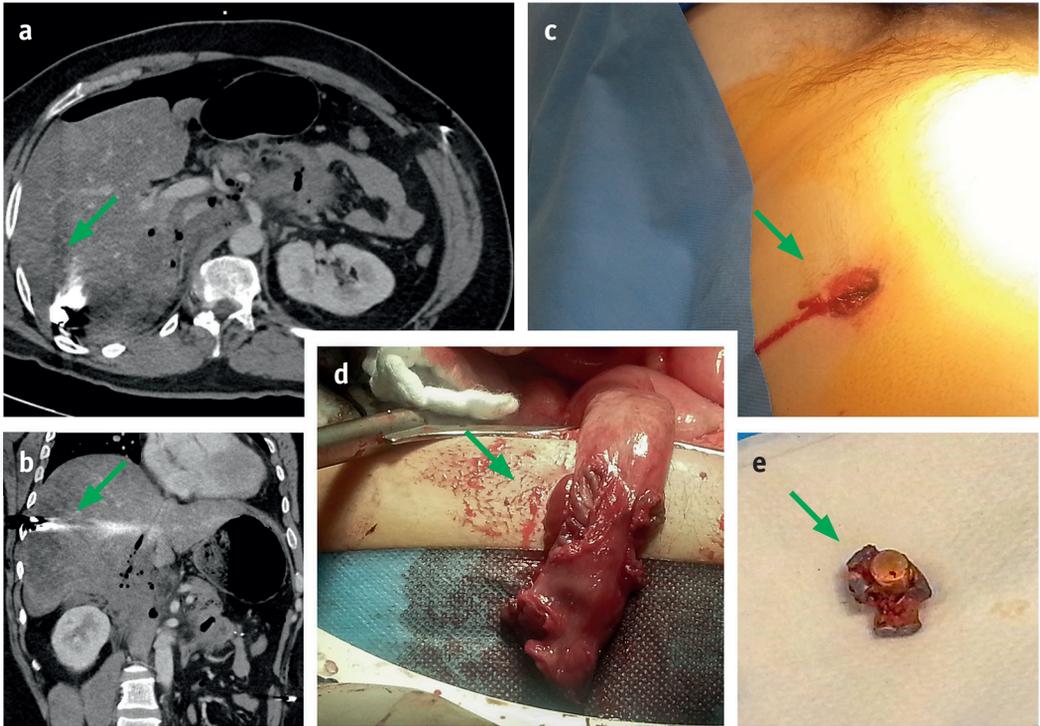


Abb. 3 | Abdominelle Schussverletzung in der CT in Transversalebene (a) und Frontalebene (b) dargestellt. Klinisches Bild des Einschusses (c), intraoperativer Befund mit Verletzung des Dünndarms (d), intraoperativ entferntes Projektil (e)

körperliche Untersuchung, um weitere Verletzungen nicht zu übersehen, und ein FAST. Im Anschluss sollte je nach Verletzungsmuster eine CT erfolgen. Eine konservative Therapie bzw. Beobachtung auf einer Intensivstation kann nur bei kardiorespiratorisch stabilem Patienten ohne Peritonitis und Auffälligkeiten in der CT erfolgen. Wenn bei Stichverletzungen die Tatwaffe noch in situ ist, sollte diese bis in den OP belassen werden. Bei Verletzungen durch ein Hochgeschwindigkeitsgeschoss oder eine Stichwaffe sollte immer eine Laparoskopie oder Laparotomie erfolgen [13]. Schuss- und Stichverletzungen gelten als kontaminiert und bedürfen der zügigen Gabe eines Breitbandantibiotikums. Bei der Planung einer operativen Versorgung sollte man immer daran denken, dass beide Körperhöhlen operativ zugänglich sind, da bei Verletzungen im thorakoabdominellen Übergangsbereich die

Anzahl an Zwei-Höhlen-Verletzungen hoch ist. 44 % der thorakalen Schussverletzungen zeigten begleitende abdominelle Verletzungen. Bei penetrierenden abdominalen Verletzungen besteht bei ca. 60 % eine thorakale Beteiligung [11].

Im Vergleich zum stumpfen abdominellen Trauma sind bei Schuss- und Stichverletzungen nicht Leber und Milz am häufigsten betroffen, sondern Dünndarm (48 %) und Kolon (36 %) (► Abb. 2, 3). Eine Beteiligung der Gefäße wird mit ca. 30 % angegeben [11].

Eine Notfalllaparotomie bei Kindern sollte immer erfolgen, wenn im FAST oder in der CT freie intraabdominelle Luft nachgewiesen wurde. Bei hämodynamisch instabilen Kindern trotz maximaler Therapie (Bluttransfusionen von mehr als 50 % des totalen Blutvolumens) sowie bei Schussver-

Grad	Verletzung der Milz
I	Hämatom subkapsulär <10% Oberfläche oder Lazeration <1 cm Tiefe
II	Hämatom subkapsulär 10–50 % Oberfläche oder Hämatom intraparenchymal <5 cm oder Lazeration 1–3 cm Tiefe
III	Hämatom subkapsulär >50% Oberfläche oder Hämatom intraparenchymal >5 cm oder Lazeration >3 cm Tiefe
IV	Lazeration unter Beteiligung segmentaler Hilusgefäße mit Devaskularisation >25 % der Milz
V	Komplexe Ruptur oder Devaskularisation der Milz

Tab. 1 | Einteilung der Milzverletzungen nach Moore [16]

letzungen muss ebenfalls die explorative Laparotomie, bei guter Expertise die Laparoskopie, erfolgen [4]. Eine diagnostisch nachgewiesene intraabdominelle Blutung bei Kreislaufstabilität ist nicht zwingend eine Indikation für eine operative Intervention und kann bei bestehender Kreislaufstabilität mittels Bluttransfusionen behandelt werden.

Milz-, Leber- und Nierenverletzungen machen zusammen 90% der Organverletzungen beim Kind aus. Pankreas und Hohlorganverletzungen sind deutlich seltener [14].

■ Organe im Überblick

Milz

Bei stumpfen Abdominaltraumata bei Kindern ist die Milz mit ca. 46% das am häufigsten betroffene Organ (►Abb. 4) [7]. Als Organ mit der höchsten Durchblutungsrate kann eine Verlet-

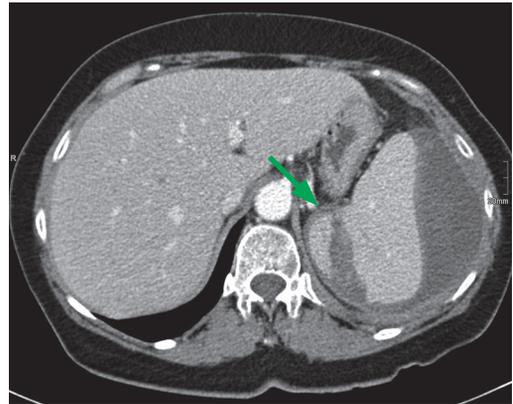


Abb. 4 | Computertomografie einer traumatischen Milzruptur (grüner Pfeil)

zung aufgrund des teils massiven Blutverlustes schnell zu einer lebensbedrohlichen Situation führen. Wie die Leber ist die Milz bei Kindern weniger durch die Rippen geschützt als bei Erwachsenen [7]. Die Milzverletzungen werden in verschiedene Schweregrade eingeteilt (►Tab. 1) [8, 15, 16]. Die Entscheidung für oder gegen eine OP hängt im Wesentlichen von der Kreislaufsituation des Patienten ab. Bei unter Bluttransfusion hämodynamisch stabilen Kindern erfolgt ein konservatives Management. Erst bei einer zunehmenden Kreislaufinstabilität ist ein operatives Vorgehen einzuleiten.

Konservatives Management bei Milzverletzungen

Etwa 98% der Milzverletzungen bei Kindern werden heute konservativ behandelt. Meistens sind das erst- oder zweitgradige Milzverletzungen [14]. Insbesondere bei Kindern und Jugendlichen wird ein Milzerhalt angestrebt und ist auch meistens möglich. Unabdingbar ist eine engmaschige intensivmedizinische Kontrolle der Vitalparameter und engmaschige sonografische Kontrolle. Um eine Entscheidung für oder gegen eine konservative Therapie zu fällen, ist das Wissen um Unfallmechanismus, Ausmaß der Milz- und Gesamtverletzung, Zustand und Alter des Patienten zu berücksichtigen. Jüngere Pa-

Grad	Verletzung der Leber
I	Hämatom subkapsulär <10% Oberfläche oder Lazeration <1 cm Tiefe
II	Hämatom subkapsulär 10–50% Oberfläche oder Hämatom intraparenchymal <10 cm oder Lazeration 1–3 cm Tiefe bzw. <10 cm Länge
III	Hämatom subkapsulär >50% Oberfläche oder Hämatom intraparenchymal >10 cm oder Lazeration >3 cm Tiefe
IV	Parenchymdestruktion 25–75% eines Leberlappens oder 1–3 Lebersegmente
V	Parenchymdestruktion >75% eines Leberlappens oder >3 Lebersegmente oder Verletzung der juxtahepatischen Gefäße
VI	Avulsion der Leber

Tab. 2 | Einteilung der Leberverletzungen nach Moore [16]

tienten mit isoliertem Milztrauma und stabilen Kreislaufverhältnissen eignen sich für eine konservative Therapie [8, 15].

Operatives Management bei Milzverletzungen

Das Ziel einer Operation ist insbesondere im Kindes- und Jugendalter der Organerhalt. Wenn die Milz nicht komplett zerrissen oder die Blutversorgung komplett unterbrochen ist, sollte immer versucht werden, die Milz zu erhalten. Es reichen ca. 30% der Milzmasse aus, um die Komplikationen einer Asplenie zu vermeiden [17]. Direkt postoperativ kann eine Thrombozytose mit oft mehr als 1 Million Thrombozyten auftreten und so ein höheres Thromboserisiko bestehen. Es tritt eine Verminderung von Immunglobulin (Ig) G und M sowie eine verminderte Funktion des Monozyten-Makrophagen-Systems auf. Durch die fehlende Filterfunktion für Bakterien besteht lebenslang eine erhöhte Sepsisgefahr (overwhelming postsplenektomie infection [OPSI]). Im

Falle einer Splenektomie muss daher 3 Wochen postoperativ eine Impfung gegen Pneumokokken, Meningokokken und Haemophilus influenzae Typ B erfolgen. Im Weiteren sollte jährlich gegen Grippe geimpft und Reisen in Malaria-Endemiegebiete vermieden werden.

Es gibt unterschiedliche Verfahren zum Milzerhalt. Bei stabilem Patienten kann eine Grad-I- oder Grad-II-Verletzung mit einem Kollagenvlies, Elektrokauter oder Argonbeamer operativ behandelt werden [18]. Verletzte Gefäße müssen ligiert werden. Bei Grad-III-Verletzungen kann die Milz nach Auflage eines Kollagenvlieses oder Einsatz eines Argonbeamers zusätzlich mit Nähten oder einem resorbierbarem Netzmaterial versorgt werden [15, 19]. Ziel der Implantation dieses »Netz-sackes« ist die Kompression des Parenchyms, wodurch hauptsächlich venös bedingte Blutungen gestillt werden können. Blutende arterielle Gefäße hingegen sollten gezielt mit Umstechung, Clips oder Koagulation versorgt werden.

Bei Grad-IV-Verletzungen der Milz kann eine Teilresektion des traumatisierten und devaskularisierten Milzgewebes unter Beachtung der segmentalen Durchblutung durchgeführt werden. Bei Verletzungen Grad V (komplette Devaskularisierung) wird splenektomiert.

Bei Versorgung einer Milzverletzung muss immer bedacht werden, dass bei kreislaufinstabilen Patienten mit multiplen Verletzungen eine langwierige Blutstillung nicht von Vorteil sein kann [8].

Leber

Bei Kindern ist die Leber das beim stumpfen Abdominaltrauma am zweithäufigsten betroffene Organ. Die Leber ist bei Kindern proportional größer als bei Erwachsenen und durch die horizontale Stellung des kindlichen Zwerchfells wird die Leber weniger durch die Rippen geschützt [7]. Leberverletzungen werden in folgende 6 unterschiedlichen Schweregrade eingeteilt: leichte Leberverletzungen (Grad I und II), moderate (Grad III) und schwere Leberverletzungen (Grad IV bis VI) (s. ►Tab. 2) [16]. Diese Klassifikation

ist in der Literatur nicht einheitlich beschrieben. Deutlich entscheidender als die Einteilung anhand der Klassifikation ist der hämodynamische Zustand des Patienten, der ISS (Injury Severity Score) in Kombination mit weiteren Verletzungen [20].

Die Behandlung der Leberverletzungen hat sich in den letzten Jahren gewandelt, wobei das nicht operative Management (NOM) deutlich zugenommen hat [20, 21]. Auch bei Kindern werden Leberverletzungen deutlich häufiger konservativ behandelt als früher [4].

Die Letalität beim Lebertrauma ist aufgrund von Blutungskomplikationen sowie simultanen intraabdominalen Verletzungen, welche in bis zu 50% der Fälle auftreten, hoch und beträgt 10–25% [22].

Nicht operatives Management (NOM) bei Lebertrauma

Ein NOM erfolgt nur bei hämodynamisch stabilen Patienten, die keine weiteren operationswürdigen intraabdominellen Verletzungen haben [23]. Es gibt jedoch keine eindeutige Aussage, wie lange eine intensivmedizinische Überwachung erfolgen soll und welche Parameter aussagekräftig genug sind, um das Management zu ändern. Diskutiert wird die totale Anzahl an benötigten Bluttransfusionen [24]. Eine intensivmedizinische Überwachung ist notwendig, um Komplikationen des konservativen Managements rasch zu erkennen und zu behandeln [13]. Diese entstehen v. a. bei schweren Leberverletzungen. Engmaschige Laborkontrollen, Sonografie und CT können helfen, Komplikationen rechtzeitig zu erkennen. Eine erneute CT sollte v. a. dann erfolgen, wenn Entzündungswerte ansteigen, der Hämoglobinwert im Blut abfällt, Fieber oder zunehmende Schmerzen auftreten. Die häufigsten Komplikationen bei NOM der Leberverletzungen sind Verletzungen der Gallengänge, Blutung, abdominelles Kompartmentsyndrom, Infektionen (z. B. Abszesse) und Leberparenchymnekrosen [24].

Bis vor ein paar Jahren wurde bei jeder Schuss- und Stichverletzung eine Laparotomie oder

Laparoskopie durchgeführt. Allerdings waren gerade bei Stichverletzungen die Operationen häufig ohne pathologischen Befund, sodass ein differenziertes Vorgehen je nach Konstellation gerechtfertigt erscheint.

Operationen bei stumpfen und penetrierenden Lebertraumata

Patienten mit stumpfen oder penetrierendem Lebertrauma, die hämodynamisch instabil sind, müssen operiert werden. Ebenfalls sollten Patienten mit zusätzlichen intraabdominellen Verletzungen operativ exploriert werden. Die primäre OP dient zur Blutungskontrolle, Kontrolle auf Gallenlecks und Infektionskontrolle. Bei ausgedehnten Leberverletzungen mit großen nichtdurchbluteten Leberparenchymanteilen kann auch in der ersten OP notfallmäßig eine Resektion erfolgen. Kleine oder moderate Leberverletzungen können mit »Packing«, Elektroauter, Parenchymnaht, lokalen Hämostaseprodukten, wie z. B. Kollagenvlies, oder Argonbeamer behandelt werden [25]. Bei schweren Verletzungen kann auch ein »Packing« der Leber mit Bauchtüchern erfolgen. Hierbei wird durch gezielte Platzierung von mehreren Bauchtüchern Kompression auf die Verletzung ausgeübt, bis die Blutung steht und einige Tage (in der Regel 2–4 Tage) später eine Entfernung der komprimierenden Bauchtücher unter optimalen Bedingungen (Gerinnung, Temperatur, Kreislaufstabilität, Team) erfolgen kann. Im Weiteren können Gefäßverschlüsse bis hin zu Lebersegment- oder Teilresektionen notwendig werden [25]. Zudem kann bei nicht zu beherrschender Blutung ein Pringle-Manöver (temporärer Verschluss des Lig. hepatoduodenale mittels Klemme oder Tourniquet) notwendig werden, um einen Überblick über das Ausmaß der Verletzungen zu bekommen und den Blutverlust zu reduzieren. Auch das Ausklemmen der V. cava inferior kann helfen, den venösen Rückstrom über die Lebervenen in das Leberparenchym zu reduzieren und Überblick über die Verletzungssituation zu erlangen. Auch wenn die warme Ischämietoleranz der Leber deutlich unter einer Stunde beträgt: Die Haupttodesursache bei Leberverletzung ist der hämorrhagische Schock.

Grad	Verletzung der Niere
I	Kontusion oder ein nicht expandierendes subkapsuläres Hämatom, keine Lazeration
II	Parenchym-lazeration <1 cm und ohne Urinextravasation, nicht expandierendes perirenales Hämatom
III	Parenchym-lazeration >1 cm und ohne Urinextravasation
IV	Ausgeprägte Lazeration durch die kortikomedulläre Junktionszone bis in das Hohlsystem hinein oder vaskuläres Geschehen mit Segmentgefäßeinriss oder partielle Gefäßstielverletzung oder Gefäßthrombose
V	Zertrümmerte Niere oder Gefäßstielabriss

Tab. 3 | Einteilung der Nierenverletzungen

Nierenverletzungen

Verletzungen des Urogenitaltraktes können durch stumpfe oder penetrierende Traumata hervorgerufen werden. Im Kindesalter ist in über 60% bei Verletzungen des Urogenitaltraktes die Niere betroffen, wobei in 80–90% der Verletzungen ein stumpfes Nierentrauma vorliegt. Durch die geringere Ausprägung des retroperitonealen und abdominalen Fettgewebes, die vergleichsweise schwache Rumpfmuskulatur und durch die kaudale Lage der Nieren sind die Nieren im Kindesalter beim Abdominaltrauma gefährdet. In der Anamnese ist das Vorliegen eines Dezelerationstraumas (Verkehrsunfall, Sturz aus großer Höhe) von entscheidender Bedeutung, da durch die relative Beweglichkeit der kindlichen Niere Abrisse am Gefäßstiel auftreten können. Diagnostisch wird das Nierentrauma mittels kontrastmittelunterstützter Computertomografie suffizient beurteilt, aber auch die Sonografie der Niere, die im Rahmen der Erstdiagnostik durchgeführt wird, kann entscheidende Hinweise auf subkap-

suläre, perirenale und retroperitoneale Hämatome, Parenchymeinrisse oder Urinome geben. Die Einteilung der Nierenverletzungen erfolgt nach der American Association for the Surgery of the Trauma in fünf Schweregrade (► Tab. 3). In unter 10% der Fälle ist bei einer Nierenverletzung eine operative Therapie indiziert, so werden alle Nierentraumata Grad I–II konservativ behandelt, ebenso wie isolierte Grad-III–IV- und stabile Grad-V-Traumata. Das konservative Therapieregime beinhaltet Bettruhe, Stabilisierung des Kreislaufs, Verlaufskontrollen der Vitalparameter und Bilanzierung der Urinausscheidung, Blutbildkontrollen und Bluttransfusionen. Bei Urinombildung ist eine innere oder äußere Harnableitung indiziert. Bei Gefäßverletzungen kann diese mittels Angiografie und anschließender Embolisation therapiert werden. Lediglich bei der hämodynamischen Instabilität, einem zunehmenden und pulsierenden retroperitonealen Hämatom oder frustraner Angioembolisation ist eine Operation über einen transperitonealen Zugang zur Gefäßkontrolle notwendig. Ziel der chirurgischen Therapie ist der Erhalt von möglichst viel Nierengewebe. Indikationen zur Nephrektomie stellen eine komplette Fragmentierung der Niere, ein Nierengefäßstielabriss, eine komplette Ischämie der Niere und ein kreislaufinstabiler Patient dar.

Viele Kinder mit Nierentrauma entwickeln im weiteren Verlauf Parenchymnarben, die letztlich für die Entwicklung einer renovaskulären Hypertonie verantwortlich sind, weshalb eine Langzeitüberwachung der Nierenfunktion nach Trauma notwendig ist [26].

Magen und Darm

Verletzungen des Magens, des Dün- und Dickdarmes sowie des Mesenteriums sind im Vergleich zu Verletzungen der Milz und der Leber beim stumpfen Bauchtrauma eher selten [1, 6]. Nur 2–6% der Patienten mit stumpfem Trauma weisen diese Verletzungen auf. Häufiger treten sie bei penetrierenden Verletzungen auf [8, 27]. Beim stumpfen Trauma betreffen ca. 87% der Verletzungen den Dünndarm, 23% das Kolon

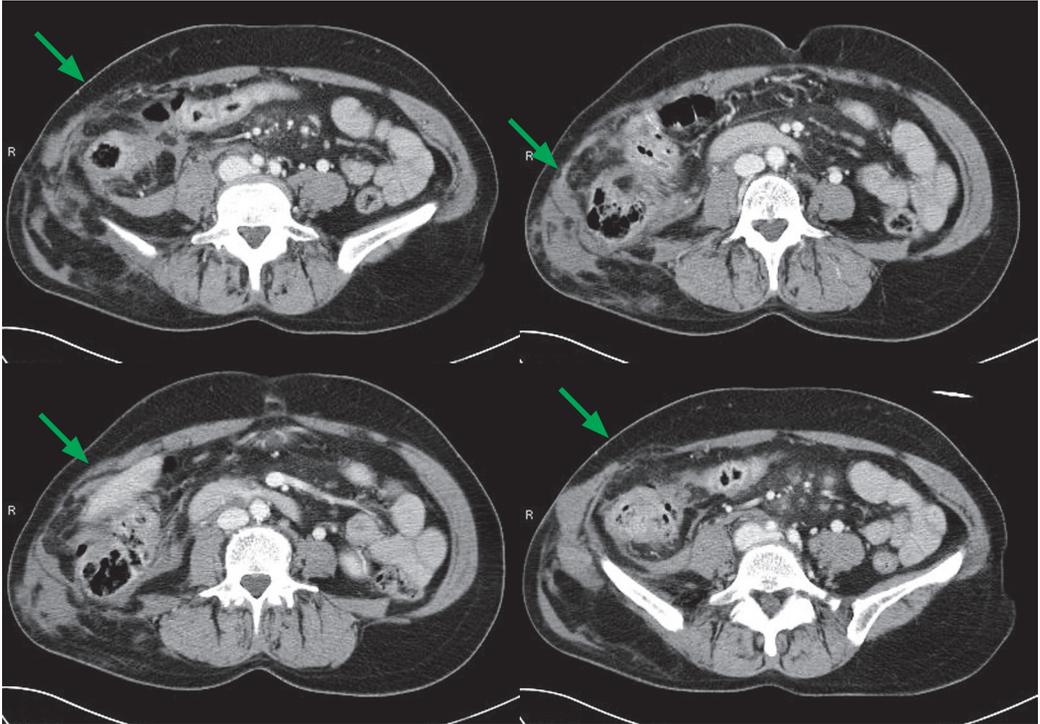


Abb. 5 | Mesenterialeinriss mit Kolonruptur, Bauchwandeinblutung, schwer zu diagnostizieren in der CT (Pfeile)

und in ca. 3% ist der Magen betroffen [1]. Das Duodenum ist wie das Pankreas durch seine retroperitoneale Lage geschützt, wird jedoch bei penetrierenden Verletzungen etwas häufiger verletzt [11].

Da Verletzungen des Darmes oder des Mesenteriums selten zu Beginn eine ausgeprägte Klinik aufweisen, können diese leicht übersehen und im Rahmen einer Polytraumaversorgung zu spät erkannt werden (►Abb. 5) [1]. Hier steigen Morbidität und Mortalität der Patienten mit verspäteter Diagnostik von Darm- oder Mesenterialverletzungen deutlich an [28]. Freie Flüssigkeit im CT oder eine Imbibierung des mesenterialen Fettgewebes kann ein Hinweis auf eine solche Verletzung sein. Im Zweifel sollte eine Operation erfolgen. Ziel der Operation ist eine zügige Blutungskontrolle und Verhinderung einer Peritonitis.

Magen, Duodenum und Darmverletzungen werden nach Moore eingeteilt (►Tab. 4–6) [29].

Die operative Versorgung richtet sich nach Ausmaß der Verletzung und nach dem Zustand des Patienten. Kleine Serosaläsionen und Einblutungen können übernäht werden. Auch transmurale Läsionen können ein- oder zweireihig rekonstruiert werden. Bei großen Deserosierungen am Darm kann eine Segmentresektion des verletzten Anteils mit einer primären Anastomose notwendig sein. Besteht eine ausgedehnte Verletzung des Mesenteriums oder des Darmes, kann bei stabilem Patienten eine primäre Resektion mit Anastomose mit oder ohne Protektion durch ein Stoma durchgeführt werden. Bei polytraumatisiertem Patienten oder bei unklarer Durchblutungssituation des Darmes sollte zunächst nur eine Resektion der betroffenen Darmabschnitte erfolgen, um dann in einer Second-Look-Operati-

Grad	Verletzung des Magens
I	Serosaverletzungen, intramurales Hämatom ohne Wanderöffnung
II	Wanderöffnung von <2 cm im Pylorusbereich <5 cm im proximalen Drittel des Magens <10 cm in den distalen 2/3 des Magens
III	Wanderöffnung von >2 cm im Pylorusbereich >5 cm im proximalen Drittel des Magens >10 cm in den distalen 2/3 des Magens
IV	Gewebeuntergang oder Devaskularisation von <2/3 des Magens
V	Gewebeuntergang oder Devaskularisation von >2/3 des Magens

Tab. 4 | Einteilung der Verletzungen des Magens nach Moore [26]

Grad	Verletzung des Dün- und Dickdarms
I	Serosaverletzung, intramurales Hämatom ohne Wanderöffnung
II	Wanderöffnung mit einer Ausdehnung von <50% des Umfanges
III	Wanderöffnung mit einer Ausdehnung von >50% des Umfanges
IV	Zirkuläre Wanderöffnung mit Kontinuitätsunterbrechung
V	Kontinuitätsunterbrechung und segmentaler Gewebeuntergang, Mesenterialverletzung mit segmentaler Devaskularisation

Tab. 6 | Einteilung der Verletzungen des Dün- und Dickdarms nach Moore [26]

Grad	Verletzung des Duodenums
I	Kleines Hämatom, ein Segment, Serosaverletzung
II	Großes Hämatom, <50% Riss der Duodenalwand
III	Wandruptur im Abschnitt 2 mit einer Ausdehnung von 50–75% des Umfanges oder 50–100% Wandruptur in Abschnitten 1, 3 oder 4.
IV	Wandruptur im Abschnitt 2 mit einer Ausdehnung von >75% des Umfanges Verletzung von Papille und Ductus choledochus
V	Devaskularisation des Duodenums, Pankreasbegleitverletzungen

Tab. 5 | Einteilung der Verletzungen des Duodenums nach Moore [26]

on nach 24–48 h die Situation erneut abzuschätzen und eine Rekonstruktion durchzuführen. Auch sollte die Indikation einer Revisions-OP großzügig gestellt werden. Insbesondere Dickdarmverletzungen sind aufgrund der bakteriellen Kontamination der Darmbakterien und der resultierenden Peritonitis prognostisch relevant. Hier sollte primär eine möglichst sichere Versorgung erfolgen. Der Leitgedanke sollte die Überlegung sein, wie der Patient eine weitere Komplikation (z. B. Anastomoseninsuffizienz) im Verlauf kompensieren könnte. Im Zweifelsfall sollte daher der risikoärmere Ansatz gewählt werden.

Magenperforationen müssen zeitnah versorgt werden. Hier reicht meistens ein Débridement und eine Naht der Perforationsstelle. Bei etwas ausgedehnter Verletzung kann eine Wedge-Resektion erfolgen. Bei Verletzungen Grad V kann eine Magenteilresektion bis hin zur Gastrektomie nötig sein. Auch hier sollte der Zeitpunkt der Rekonstruktion vom Zustand des Patienten abhängig gemacht werden.

Verletzungen des Duodenums sind selten, jedoch durch die Nähe zum Pankreas und Ductus choledochus klinisch relevant. Diese Verletzungen gehen durch septische Komplikationen wie Nahtinsuffizienz, Stenosen oder Fistel mit einer sehr hohen Morbidität und Mortalität einher. Die häufigsten Verletzungen sind kleine Serosadefekte, welche mit einer Naht verschlossen werden können. Segmentresektionen mit Anastomose sind nur im distalen Duodenum technisch möglich, haben jedoch hohe Insuffizienzraten, sodass eine Ableitung des Gallesekretes über eine T-Drainage und eine Therapie mit Somatostatinanaloga zur Reduktion der Pankreassekretion erwogen werden kann, um das aggressive Verdauungsekret von der frischen duodenalen Anastomose fernzuhalten. Auch bei direkter Naht des verletzten duodenalen C's sollte dies erwogen werden, ebenfalls kann eine Absicherung einer solchen Naht mit einer ausgeschalteten Roux-Y-Schlinge erfolgen. Bei Mitverletzung des Ductus choledochus kann eine einfache Einlage einer T-Drainage bis hin zur deutlich komplexeren Duodenopankreatektomie nötig werden. Auch hier sollte der Zeitpunkt der Rekonstruktion klug gewählt werden und im Zweifel großzügig eine Second-Look-Operation erfolgen.

■ Laparotomie versus Laparoskopie

In den letzten Jahren hat sich das laparoskopische Operieren in der Viszeralchirurgie durchgesetzt und es werden auch komplexe onkologische Resektionen minimalinvasiv durchgeführt. Allerdings gibt es noch keinen eindeutigen Konsens bezüglich der Laparoskopie bei penetrierenden und stumpfen Abdominaltraumata. Ziel einer Laparoskopie sollte sein, unnötige Laparotomien zu vermeiden, da »negative« Laparotomien eine Mortalität von ca. 5% und Morbidität von ca. 20% aufweisen [9]. Sie sollte nur bei entsprechender Expertise und bei kreislaufstabilen Patienten erfolgen. Dies gilt bei Erwachsenen und Kinder gleichermaßen [30]. Bisher wurde der Stellenwert der diagnostischen Laparoskopie bei abdominalen Traumata aufgrund von übersehenen Verletzungen (ca. 40%) nicht so hoch gewertet [31]. Die meisten dieser Publikationen stammen jedoch

aus den 1990er-Jahren vor Entwicklung von hochauflösenden HD- und 4K-Optiken und mit deutlich weniger Erfahrung in komplexer minimalinvasiver Chirurgie in den Zentren [9]. Inzwischen gibt es neuere Daten, welche eine deutlich niedrigere Rate von übersehenen Verletzungen (1,4%) zeigen [9]. Diese bessere Expertise spiegelt sich auch in der Versorgung der Verletzungen wider [32], die inzwischen häufig ohne Konversion auf ein offenes Verfahren laparoskopisch versorgt werden können [9]. Auch konnte gezeigt werden, dass bei einem penetrierenden Trauma durch eine Laparoskopie nicht mehr Verletzungen übersehen werden als bei einer Laparotomie [33]. Gerade bei penetrierenden Verletzungen kann eine diagnostische Laparoskopie unnötige Laparotomien vermeiden. 50–70% der Stichverletzungen penetrieren das Peritoneum und 50–70% dieser Patienten benötigen eine Operation. Eine reine Wundexploration zum Ausschluss einer peritonealen Verletzung ist aufgrund des Kulissenphänomens nicht ausreichend [34]. Hier kann die Laparoskopie bei guter Übersicht die Penetration des Peritoneums nachweisen oder ausschließen.

■ Fazit für die Praxis

Da kindliche abdominelle Traumata prinzipiell in jeder chirurgischen Abteilung unangekündigt vorgestellt werden können, müssen die Grundzüge der Versorgung überall beherrscht werden, um eine rasche Erstversorgung zu gewährleisten. In Deutschland sind penetrierende Traumata eher selten, aber auch hier muss jederzeit eine adäquate (Erst-)Versorgung erfolgen. Gerade bei stumpfen abdominalen Traumata sollte man sich nicht nur auf die Diagnostik mittels Computertomografie verlassen, sondern im Zweifel bei entsprechender Klinik eine Laparoskopie oder Laparotomie durchführen, um sicher keine Verletzungen zu übersehen. Bei der Versorgung von kreislaufstabilen Patienten sollte bei entsprechender Expertise immer eine diagnostische Laparoskopie in Erwägung gezogen werden. Die Behandlung von Schwerverletzten sollte interdisziplinär und auf einer Intensivstation erfolgen, um Komplikationen zeitnah zu erkennen und sofort adäquat zu behandeln.

■ Zusammenfassung

Abdominalverletzungen werden in stumpfe und penetrierende Traumata unterteilt. Stumpfe Abdominaltraumata sind in Deutschland deutlich häufiger als penetrierende Verletzungen. Gerade bei stumpfen Traumata ist die Diagnostik, trotz sehr guter moderner bildgebender Verfahren, nicht einfach und im Zweifel sollte in Anbetracht der möglichen Morbidität eine operative Exploration erfolgen. Milz, Leber und Nieren sind bei stumpfen Traumata im Kindesalter die am häufigsten betroffenen Organe. Wurde früher auch bei kreislaufstabilen Patienten nahezu immer die OP-Indikation gestellt, so hat sich bei Verletzungen der Leber und Milz ein nicht operatives Management etabliert. Allerdings muss hier eine engmaschige Überwachung auf einer Intensivstation erfolgen. Hohlorganverletzungen lassen sich bei einem stumpfen Bauchtrauma oft nicht sicher ausschließen, sodass bei nicht eindeutigen CT-Befunden eine operative Exploration erfolgen sollte. Perforation des Darmes und Verletzungen des Mesenteriums werden häufig erst im Verlauf symptomatisch, können leicht übersehen werden und sind bei Übersehen mit einer hohen Morbidität und Mortalität vergesellschaftet. Bei penetrierenden Traumata sollte die Operationsindikation noch niedrigschwelliger gestellt werden. Hier sind Dünndarmverletzungen am häufigsten, die bei frischer Verletzung häufig auch in einer Computertomografie nicht sicher zu beweisen oder auszuschließen sind.

Bei Patienten, die primär nicht operativ behandelt und nur überwacht werden, muss bei Verschlechterung großzügig die Indikation zur Operation gestellt werden. Bei entsprechender Expertise ist bei kreislaufstabilen Patienten die Laparoskopie gleichwertig zur Laparotomie.

Grass K, Kersting S, Schellerer V:
Pediatric blunt and penetrating
abdominal trauma

Summary: Abdominal trauma can be divided into blunt and penetrating traumas. Blunt abdominal

trauma is much more common than penetrating abdominal trauma in Germany. Especially in the case of blunt trauma, the diagnosis is not easy, despite the recent developments in modern imaging diagnostics, and in any doubt, the patient should undergo surgery. Spleen, liver and kidneys are the most affected organs in pediatric blunt abdominal trauma. In the past, even in patients with stable circulation, indication for surgery was readily made for, whereas now non-surgical management can be considered for many lower grade injuries to the liver and spleen. However, close surgical monitoring on an intensive care unit is mandatory in these cases. Injuries to the hollow organs cannot always be ruled out in the case of blunt abdominal trauma, so in cases with ambiguous CT findings surgical exploration is mandatory. Perforation of the intestine and injuries to the mesentery often only become symptomatic in due course and can easily go unnoticed. In the case of penetrating trauma, surgery should also be performed with low threshold since small bowel injuries are not uncommon and easily missed in CT diagnosis. In patients who primarily undergo non operative management the indication for surgery should be made soon in the event of deterioration. Given the expertise, laparoscopy can be considered in patients with stable circulation.

Keywords: blunt abdominal trauma – penetrating abdominal trauma – damage-control-surgery – laparoscopy – laparotomy

Literatur

1. Harmston C, Ward JBM, Patel A. Clinical outcomes and effect of delayed intervention in patients with hollow viscus injury due blunt abdominal trauma: a systematic review. *Eur J Trauma Emerg Surg* 2018; 44: 369–376.
2. Kauvar DS, Lefering R, Wade CE. Impact of Hemorrhage on Trauma outcome: An overview of Epidemiology, Clinical Presentations, and Therapeutic Considerations. *J Trauma* 2005; 60 (Suppl): S3–S11.
3. Acker SN, Hill LRS, Bensard D, Moulton S, Partrick DA. The benefits of limiting scheduled blood draws in children

- with a blunt liver or spleen injury. *J Pediatr Surg* 2020; 55: 1219–1223.
4. Lynch T, Kilgar J, Shibli AA. *Pediatric Abdominal Trauma. Curr Pediatr Rev* 2018; 14: 59–63.
 5. Debus F, Lefering R, Lechler P, Ruchholtz S, Frink M; TraumaRegister DGU. Frühe klinische Versorgungsstrategien für schwerverletzte Patienten mit Abdominaltrauma. *Chirurg* 2019; 90: 752–757.
 6. Kummunuri JS, Loto-Aso E, Harmston C. Incidence, outcomes and effect of delayed intervention in patients with hollow viscus injury due major trauma in the Northern region of New Zealand. *ANZ J Surg* 2021; 91: 1148–1153.
 7. Paltiel HJ, Barth RA, Bruno C, Chen AE, Deganello A, Harkanyi Z, et al. Contrast-enhanced ultrasound of blunt abdominal trauma in children. *Pediatr Radiol* 2021; 51: 2253–2269.
 8. Prachalias AA, Kontis E. Isolated abdominal trauma: diagnosis and clinical management consideration. *Curr Opin Crit Care* 2014; 20: 218–225.
 9. Beltzer C, Bachmann R, Strohäker J, Axt S, Schmidt R, Küper M, Königsrainer A. Wertigkeit der Laparoskopie beim penetrierenden und stumpfen Abdominaltrauma – systematisches Review. *Chirurg* 2020; 91: 567–575
 10. Achatz G, Schwabe K, Brill S, Zischek C, Schmidt R, Friemert B, Beltzer C. Diagnostic options for blunt abdominal trauma. *Eur J Trauma Emerg Surg* 2022; 48: 3575–3589.
 11. Hartenstein F, Schwab R. Schuss- und Stichverletzungen. *Allgemein- und Viszeralchirurgie up2date* 2021; 15: 167–184.
 12. Hauer T, Sprengel K, Huschitt N, Schwab R. Abdominaltrauma. In: Flohé S, Matthes G, Paffrath T, Trentzsch H, Wölfl C, Hrsg. *Schwerverletztenversorgung*. 1. Aufl. Stuttgart: Thieme; 2018. S. 133–164.
 13. Coccolini F, Montori G, Catena F, Di Saverio S, Biffi W, Moore EE, et al. Liver trauma: WSES position paper. *World J Emerg Surg* 2015; 10: 39.
 14. Schmittbecher P, et al.; Deutsche Gesellschaft für Kinderchirurgie e.V. (DGKCH). S2K-Leitlinie „Polytraumaversorgung im Kindesalter“. AWMF-Registernummer 006-120. Stand: 31.10.2020. (<https://register.awmf.org/de/leitlinien/detail/006-120>). Zugriffen: 15.11.2022.
 15. Hildebrand P, Bouchard R, Roblick UJ, Bruch H-P, Bürk C. Abdominaltrauma – Teil 2. *Allgemein- und Viszeralchirurgie up2 date* 2012; 6: 251–264.
 16. Moore EE, Cogbill TH, Jurkovich GJ, Shackford SR, Malangoni MA, Champion HR. Organ injury scaling: spleen and liver (1994 revision). *J Trauma* 1995; 38: 323–324.
 17. Chattopadhyay B. Splenectomy, pneumococcal vaccination and antibiotic prophylaxis. *Br J Hosp Med* 1989; 41: 172–174.
 18. Dunham CM, Cornwell EE 3rd, Militello P. The role of the Argon Beam Coagulator in splenic salvage. *Surg Gynecol Obstet* 1991; 173: 179–182.
 19. Lange DA, Zaret P, Merlotti GJ, Robin AP, Sheaff C, Barrett JA. The use of absorbable mesh in splenic trauma. *J Trauma* 1988; 28: 269–275.
 20. Croce MA, Fabian TC, Menke PG, Waddle-Smith L, Minard G, Kudsk KA, et al. Nonoperative management of blunt hepatic trauma is the treatment of choice for hemodynamically stable patients. Results of prospective trial. *Ann Surg* 1995; 221: 744–753.
 21. Richardson JD, Franklin GA, Lukan J, Carillo EH, Spain DA, Miller FB, et al. Evolution in the management of hepatic trauma: a 25-year perspective. *Ann Surg* 2000; 232: 324–330.
 22. Aufmkolk M, Nast-Kolb D. Abdominaltrauma. *Unfallchirurg* 2001; 104: 861–875.
 23. Parks NA, Davis JW, Forman D, Lemaster D. Observation for nonoperative management of blunt liver injuries: how long is long enough? *J Trauma* 2011; 70: 626–629.
 24. Stassen NA, Bhullar I, Cheng JD, Crandall M, Friese R, Guillaumondegui O, et al.; Eastern Association for the Surgery of Trauma. Nonoperative management of blunt hepatic injury: an Eastern Association for the Surgery of Trauma practice management guideline. *J Trauma Acute Care Surg* 2012; 73 (Suppl 4): S288–S293
 25. Kozar RA, Feliciano DV, Moore EE, Moore FA, Cocanour CS, West MA, et al. Western Trauma Association/critical decisions in trauma: operative management of blunt hepatic trauma. *J Trauma* 2011; 71: 1–5.
 26. Hirsch K, Heinz M, Wullich B. Diagnose und Therapiemanagement bei Nieren-, Harnleiter- und Blasenrauma. *Akt Urol* 2017; 48: 64–71.
 27. Watts DD, Fakhry SM; EAST Multi-Institutional Hollow Viscus Injury Research Group. Incidence of hollow viscus injury in blunt trauma: an analysis from 275,557 trauma admissions from the East multi-institutional trial. *J Trauma* 2003; 54: 289–294.
 28. Okishio Y, Ueda K, Nasu T, Kawashima S, Kunitatsu K, Kato S. Surgical intervention for blunt bowel and mesenteric injury: indications and time intervals. *Eur J Trauma Emerg Surg* 2021; 47: 1739–1744.
 29. Moore EE, Cogbill TH, Malangoni MA, Jurkovich GJ, Champion HR, Gennarelli TA, et al. Organ injury scaling, II: Pancreas, duodenum, small bowel, colon, and rectum. *J Trauma* 1990; 30:1427–1429.
 30. Evans PT, Phelps HM, Zhao S, Van Arendonk KJ, Greeno AL, Collins KF, Lovvorn HN 3rd. Therapeutic Laparoscopy for Pediatric Abdominal Trauma. *J Pediatr Surg* 2020; 55: 1211–1218.

31. Kokabi N, Harmouche E, Xing M, Shuaib W, Mittal PK, Wilson K, et al. Specific radiological findings of traumatic gastrointestinal tract injuries in patients with blunt chest and abdominal trauma. *Can Assoc Radiol J* 2015; 66: 158–163.
32. Koto MZ, Matsevych OY, Motilall SR. The role of laparoscopy in penetrating abdominal trauma: our initial experience. *J Laparoendosc Adv Surg Tech A* 2015; 25: 730–736.
33. Hajibandeh S, Hajibandeh S, Gumber AO, Wong CS. Laparoscopy versus laparotomy for the management of penetrating abdominal trauma: a systematic review and meta-analysis. *Int J Surg* 2016; 34: 127–136.
34. Biffl WL, Leppaniemi A. Management guidelines for penetrating abdominal trauma. *World J Surg* 2015; 39: 1373–1380.

Interessenkonflikt: Die Autor*innen erklären, dass bei der Erstellung des Beitrags keine Interessenkonflikte im Sinne der Empfehlungen des International Committee of Medical Journal Editors bestanden.



Dr. med. Katharina Grass



Prof. Dr. med. Vera Schellerer



Prof. Dr. med. Stephan Kersting
Klinik und Poliklinik für Allgemeine Chirurgie,
Viszeral-, Thorax- und Gefäßchirurgie
Ferdinand-Sauerbruch-Straße
17475 Greifswald

stephan.kersting@med.uni-greifswald.de