



**University of
Zurich**^{UZH}

**Zurich Open Repository and
Archive**

University of Zurich
University Library
Strickhofstrasse 39
CH-8057 Zurich
www.zora.uzh.ch

Year: 2022

Untere Extremitäten

Jensen, K O ; Prediger, B ; Könsgen, N ; Teuben, M P J

Posted at the Zurich Open Repository and Archive, University of Zurich

ZORA URL: <https://doi.org/10.5167/uzh-251485>

Book Section

Published Version

Originally published at:

Jensen, K O; Prediger, B; Könsgen, N; Teuben, M P J (2022). Untere Extremitäten. In: Deutsche Gesellschaft für Unfallchirurgie e.V.; Deutsche Gesellschaft für Orthopädie Unfallchirurgie e.V.; Bieler, Dan. Polytrauma/Schwerverletzten-Behandlung S3-Leitlinie - Kurzversion. Berlin: AWMF online, 84-86.

Polytrauma/Schwerverletzten-Behandlung

S3-Leitlinie - Kurzversion

der

Deutschen Gesellschaft für Unfallchirurgie e.V. &
Deutschen Gesellschaft für Orthopädie und Unfallchirurgie e.V.

und

Deutsche Arbeitsgemeinschaft Krankenhaus-Einsatzplanung (DAKEP)
Deutsche Gesellschaft der Plastischen, Rekonstruktiven und Ästhetischen Chirurgen e.V. (DGPRÄC)
Deutsche Gesellschaft für Allgemein- und Viszeral Chirurgie e.V. (DGAV)
Deutsche Gesellschaft für Anästhesiologie und Intensivmedizin e.V. (DGAI)
Deutsche Gesellschaft für Chirurgie e.V. (DGCH)
Deutsche Gesellschaft für Fachkrankenpflege und Funktionsdienste e.V. (DGF)
Deutsche Gesellschaft für Gefäßchirurgie und Gefäßmedizin e.V. (DGG)
Deutsche Gesellschaft für Gynäkologie und Frauenheilkunde e.V. (DGGG)
Deutsche Gesellschaft für Handchirurgie e.V. (DGH)
Deutsche Gesellschaft für HNO-Heilkunde, Kopf- und Hals-Chirurgie e.V. (DGHNO)
Deutsche Gesellschaft für interventionelle Radiologie und minimal-invasive Therapie (DeGIR)
Deutsche Gesellschaft für Kinderchirurgie e.V. (DGKCH)
Deutsche Gesellschaft für Neurochirurgie e.V. (DGNC)
Deutsche Gesellschaft für Neurorehabilitation e.V. (DGNR)
Deutsche Gesellschaft für Thorax-, Herz- und Gefäßchirurgie (DGTHG)
Deutsche Gesellschaft für Thoraxchirurgie e.V. (DGT)
Deutsche Gesellschaft für Transfusionsmedizin und Immunhämatologie e.V. (DGTI)
Deutsche Gesellschaft für Urologie e.V. (DGU)
Deutsche Gesellschaft für Verbrennungsmedizin e.V. (DGV)
Deutsche Gesellschaft interdisziplinäre Notfall- und Akutmedizin (DGINA)
Deutsche Interdisziplinäre Vereinigung für Intensiv- und Notfallmedizin e.V. (DIVI)
Deutsche Röntgengesellschaft e.V. (DRG)
Deutscher Berufsverband Rettungsdienst e.V. (DBRD)
Gesellschaft für Mund-, Kiefer- und Gesichtschirurgie e.V. (DGMKG)
Sektion Pflege der Deutschen Interdisziplinären Vereinigung für Intensiv- und Notfallmedizin e.V. (DIVI)

Versionsnummer: 4.1

Erstveröffentlichung: 2002

Überarbeitung von: 12/2022

Nächste Überprüfung geplant: 12/2027

AWMF Register-Nr.: 187-023

Klasse: S3



DEUTSCHE
GESELLSCHAFT FÜR
UNFALLCHIRURGIE

DGOU Deutsche Gesellschaft für
Orthopädie und Unfallchirurgie

Herausgeberin der Leitlinie und federführende Fachgesellschaft

Deutsche Gesellschaft für Unfallchirurgie e.V. (DGU)
Deutsche Gesellschaft für Orthopädie & Unfallchirurgie e.V. (DGOU)
Geschäftsstelle
Straße des 17. Juni 106-108
10623 Berlin

Kontakt

Leitliniensekretariat
Straße des 17. Juni 106-108
10623 Berlin
leitlinien@dgou.de

Priv.-Doz. Dr. med habil. Dan Bieler (Leitlinienkoordination)
Klinik für Unfallchirurgie und Orthopädie, Wiederherstellungs- und Handchirurgie,
Verbrennungsmedizin
Bundeswehrzentral Krankenhaus Koblenz
Rübenacher Straße 170
56072 Koblenz

Zitierweise

Deutsche Gesellschaft für Unfallchirurgie e.V.: S3-Leitlinie Polytrauma/Schwerverletzten-Behandlung (AWMF Registernummer 187-023), Version 4.0 (31.12.2022), verfügbar unter <https://www.awmf.org/leitlinien/detail/II/187-023.html>. Zugriff am [Datum].

Schlüsselwörter/Keywords

Schlüsselwörter: Trauma, Polytrauma, Schwerverletzte

Keywords: trauma, polytrauma, major trauma, severe injuries

Zur besseren Lesbarkeit wird in dieser Leitlinie das generische Maskulinum verwendet. Die in dieser Leitlinien verwendeten Personenbezeichnungen beziehen sich – sofern nicht anders kenntlich gemacht – auf alle Geschlechter.

Inhalt

Herausgeberin der Leitlinie und federführende Fachgesellschaft.....	2
Kontakt.....	2
Zitierweise.....	2
Schlüsselwörter/Keywords.....	2
Kapitelautoren.....	5
Vorwort	8
1 Prähospital Phase	10
1.1 Stop the Bleed (STB) – Prähospital.....	10
1.2 Atemwegsmanagement, Beatmung und Notfallnarkose.....	13
1.3 Gerinnungsmanagement und Volumentherapie.....	19
1.4 Analgesie.....	22
1.5 Thorax.....	24
1.6 Schädel-Hirn-Trauma.....	27
1.7 Wirbelsäule.....	29
1.8 Extremitäten.....	30
1.9 Transport und Zielklinik.....	31
1.10 Massenanfall von Verletzten (MANV).....	33
2 Schockraum-Phase.....	34
2.1 Der Schockraum – strukturelle und apparative Voraussetzungen.....	34
2.2 Schockraum – Team und Alarmierung.....	35
2.3 Reanimation.....	38
2.4 Gerinnungsmanagement und Volumentherapie.....	42
2.5 Bildgebung.....	48
2.6 Endovaskuläre Therapie von Blutungen und Gefäßläsionen.....	50
2.7 Thorax.....	53
2.8 Abdomen.....	57
2.9 Becken.....	58
2.10 Schädel-Hirn-Trauma.....	59
2.11 Wirbelsäule.....	61
2.12 Unterkiefer und Mittelgesicht.....	63
2.13 Hals.....	63
2.14 Extremitäten.....	65
2.15 Hand.....	67
2.17 Urogenitaltrakt.....	67
3 Erste OP-Phase	70
3.1 Thorax.....	70
3.2 Zwerchfell.....	72
3.3 Abdomen.....	72
3.4 Schädel-Hirn-Trauma.....	75
3.5 Wirbelsäule.....	76
3.6 Unterkiefer und Mittelgesicht.....	77

3.7 Hals	78
3.8 Obere Extremitäten.....	79
3.9 Hand	80
3.10 Untere Extremitäten	84
3.11 Fuß.....	87
3.12 Urogenitaltrakt.....	88
3.13 Thermische Hautverletzung und Verbrennung.....	90
Literatur.....	92

Kapitelautoren

* Kapitelverantwortlicher # Methodik und systematische Literaturrecherche

+ haben zu gleichen Teilen bei der Erstellung des Kapitels beigetragen

1 Prähospital Phase	
1.1 Stop the Bleeding (STB) - Prähospital	
H. Trentzsch*, K. Gooßen#, B. Prediger#, U. Schweigkofler, P. Hilbert-Carius, H. Hanken, D. Gümbel, B. Hossfeld, H. Lier, D. Hinck, A. Suda, G. Achatz, D. Bieler	
1.2 Atemwegsmanagement, Beatmung und Notfallnarkose	
S. Braun*, B. Prediger#, J. Breuing#, M. Hertwig#, T. Becker, M. Caspers, S. Imach, H. Trentzsch, B. Hossfeld, M. Bernhard	
1.3 Gerinnungsmanagement und Volumentherapie	
Björn Hußmann*, Peter Hilbert-Carius, Manuel Struck, Erwin Strasser, Orkun Özkurtul, K. Gooßen#, C. Kugler#, Till Berk, Marc Maegele, Björn Hossfeld	
1.4 Analgesie	
M. Bernhard*, D. Bieler, B. Hossfeld, P. Hilbert-Carius, S. Braun	
1.5 Thorax	
C. Waydhas*, C. Kleber, M. Struck, A. Nohl, O. Kamp, H. Trentzsch, S. Schulz-Drost, B. Prediger#, J. Breuing#, C. Schreyer, R. Schwab	
1.6 Schädel-Hirn-Trauma	
U.M. Mauer*, N. Könngen#, N. Meyer#, S. Hess#, M. Maegele, P. Hilbert-Carius	
1.7 Wirbelsäule	
P. Kobbe*, D. Häske, T. Helfen, M. Kreinest, M. Münzberg	
1.8 Extremitäten	
D. Gümbel*, M. Engelhardt, D. Hinck, C. Lott, M. Mutschler, C. Probst	
1.9 Transport und Zielklinik	
M. Münzberg*, D. Bieler, A. Franke, B. Gliwitzky, D. Häske, E. Kollig, M. Ruppert, U. Schweigkofler, C. Wöfl	
1.10 Massenanfall von Verletzten (MANV)	
A. Suda*, A. Franke, M. Hertwig#, K. Gooßen#	

*Kapitelverantwortlicher #systematische Literaturrecherche

2 Schockraum-Phase	
2.1 Der Schockraum – strukturelle und apparative Voraussetzungen	
C. Kühne*, C. Spering, S. Huber-Wagner, C. Lott, D. Bieler	
2.2 Schockraum – Team und Alarmierung	

2 Schockraum-Phase	
C. Kühne*, U. Schweigkofler, A. Weise#, N. Könsgen#, A. Kaltwasser, S. Pelz, T. Becker, C. Spering, F. Wagner, D. Bieler*	
2.3 Reanimation	
J.T. Gräsner*, O. Özkurtul, K.-O. Jensen, C. Kleber, H. Trentzsch, M. Fröhlich, M. Helm, C. Kugler#, A. Weise#, M. Bernhard	
2.4 Gerinnungsmanagement und Volumentherapie	
H. Lier*, C. Kugler#, K. Gooßen#, E. Strasser, B. Hußmann, M. Maegele, P. Hilbert-Carius	
2.5 Bildgebung	
S. Huber-Wagner*, R. Braunschweig+, D. Kildal+, D. Bieler+, S. Reske, T. Wurmb, B. Prediger#, M. Hertwig#, C. Kugler#, G. Achatz, B. Friemert, C. Schoeneberg*	
2.6 Endovaskuläre Therapie von Blutungen und Gefäßläsionen	
H.-J. Wagner*, P. Hilbert-Carius, R. Braunschweig, D. Kildal, D. Hinck, T. Albrecht, N. Könsgen#, K. Gooßen#	
2.7 Thorax	
C. Schreyer*, S. Schulz-Drost, M. Struck, T. Berk, H. Trentzsch, J. Neudecker, B. Thiel, J. Breuing#, B. Prediger#, C. Waydhas	
2.8 Abdomen	
R. Schwab*, W. Bader, S. Flohé, S. Huber-Wagner, E. Klar, L. Wessel, C. Güsgen	
2.9 Becken	
P. Mörsdorf*, D. Osche, S. Herath, K. Sprengel, A. Weise#, N. Könsgen#, U. Schweigkofler	
2.10 Schädel-Hirn-Trauma	
U.M. Mauer*, N. Könsgen#, N. Meyer#, S. Hess#, P. Hilbert-Carius, A. Bender, M. Maegele	
2.11 Wirbelsäule	
F. Högel*, O. Gonschorek, A. Woltmann	
2.12 Unterkiefer und Mittelgesicht	
H. Hanken*, C. Kugler#, A. Weise#	
2.13 Hals	
F. Waldfahrer*, N. Meyer#, S. Wahlen#, J. Zenk	
2.14 Extremitäten	
B. Hußmann*, T. Bürger, M. Mutschler, C. Probst, S. Lendemans	
2.15 Hand	
M. Schädel-Höpfner*	
2.16 Fuß	
S. Rammelt*, S. Ochmann	

2 Schockraum-Phase

2.17 Urogenitaltrakt

T. Nestler*, J. P. Radtke, G. Schönberg, U. Schweigkofler, M. Hohenfellner, C. Ruf

*Kapitelverantwortlicher #systematische Literaturrecherche +haben zu gleichen Teilen zur Erstellung des Kapitels beigetragen

3 Erste OP-Phase

3.1 Thorax

C. Schreyer*, A. Markewitz, J. Breuing#, B. Prediger#, L. Becker, C. Spering, J. Neudecker, B. Thiel, S. Schulz-Drost

3.2 Zwerchfell

R. Schwab*, E. Klar, C. Ludwig, G. Matthes, D. Stengel

3.3 Abdomen

C. Güsgen, J. Breuing#, B. Prediger#, R. Schwab*

3.4 Schädel-Hirn-Trauma

U.M. Mauer*, B. Prediger#, A. Bender, M. Maegele, N. Könsgen#

3.5 Wirbelsäule

R. Hartensuer*, K. Sprengel, S. Huber-Wagner, A. Weise#, J. Breuing#, F. Högel

3.6 Unterkiefer und Mittelgesicht

R. Gutwald*

3.7 Hals

F. Waldfahrer*

3.8 Obere Extremitäten

K. Horst*, H. Andruszkow, M. Frink, P. Lechler, T. Lustenberger, F. Hildebrand

3.9 Hand

M. Schädel-Höpfner*, F. Siemers

3.10 Untere Extremitäten

K.O. Jensen*, B. Prediger#, N. Könsgen#, M.P.J. Teuben

3.11 Fuß

S. Rammelt*, S. Ochmann

3.12 Urogenitaltrakt

C. Ruf*, L. A. Kluth, J. Breuing#, S. Wahlen#, T. Nestler

3.13 Thermische Hautverletzung und Verbrennung

M. Lehnhardt*, C. Hirche, O. Rennekampf, U. Kneser

*Kapitelverantwortlicher #systematische Literaturrecherche

Vorwort

Insgesamt gibt es in Deutschland jedes Jahr schätzungsweise fast 10 Millionen Unfallverletzte, wovon der größte Teil auf den Haushalts- und Freizeitbereich fällt. Daneben gehören schwere Traumata zu den häufigsten Todesursachen bei unter 45-Jährigen und werden in erster Linie durch Verkehrsunfälle oder Stürze verursacht. Die Versorgung dieser Patienten ist aufgrund der Komplexität der Verletzungen, der Vorhaltung der ständigen Versorgungsbereitschaft über 24 Stunden an 365 Tagen im Jahr und der Notwendigkeit des schnellen, sorgfältigen Handelns in kürzest möglicher Zeit unter Einbindung verschiedener, dem jeweiligen Fall entsprechenden Fachdisziplinen eine enorme medizinische, logistische und sozioökonomische Herausforderung. Nach gegenwärtigem Verständnis kommt der initialen Versorgung prähospital wie auch innerklinisch eine zentrale Bedeutung im Hinblick auf das Überleben der Patienten und der Wiederherstellung der physischen Funktionalität zu. Die vorliegende S3-Leitlinie Polytrauma / Schwerverletzten-Behandlung soll mit ihren insgesamt 332 Schlüsselempfehlungen zur prähospitalen Erstversorgung (98 Empfehlungen), zur Schockraumversorgung (139 Empfehlungen) und zur 1. operativen Phase (95 Empfehlungen) helfen, dieser Herausforderung gerecht zu werden. Neben Aussagen zur Notwendigkeit von (kritischen) Interventionen, Therapien, Versorgungsstrategien und Versorgungsempfehlungen im Rahmen der ersten operativen Phase, finden sich Empfehlungen zur notwendigen Behandlungseinrichtung hinsichtlich Ausstattung, Personalressourcen und Qualifikationen wie auch für etwaige andere Strukturvoraussetzungen. Es konnten für diese Aktualisierung 26 Fachgesellschaften und Berufsverbände gewonnen werden. Dabei hervorzuheben ist, dass die interprofessionelle Bearbeitung der verschiedenen Themen gestärkt werden konnte.

Die formulierten Schlüsselempfehlungen sind auf die Versorgungsstrukturen in Deutschland angepasst. Festzuhalten bleibt, dass empfohlene Maßnahmen auch beherrscht werden und die geltenden Regularien, Vorgaben und gesetzlichen Grundlagen eingehalten werden müssen. So ist es unumgänglich, dass einzelne Maßnahmen Zentren vorbehalten sind, da diese an eine spezielle fachliche Expertise wie auch strukturelle Voraussetzungen gebunden sind.

Weiterhin bleibt zu bemerken, dass eine ständige Reevaluation des Gesamtzustandes des schwerverletzten Patienten unentbehrlich ist, da Empfehlungen zu Versorgungsstrategien

unmittelbar von diesem abhängen. Diese Tatsache kann nicht genug betont werden, da es sich bei dem in dieser Leitlinie adressierten um ein hochkomplexes Patientengut handelt, das insbesondere in der initialen Behandlung einen hochdynamischen und anspruchsvollen Verlauf aufweisen kann.

Wir hoffen, dass die vorliegende Leitlinie allen Behandlern (ärztlich wie nichtärztlich) Sicherheit bei der Behandlung von Schwerverletzten, insbesondere im Hinblick auf eine notwendige operative und konservative Versorgung wie auch hinsichtlich der Reduktion von Komplikationen gibt.

1 Prähospitale Phase

1.1 Stop the Bleed (STB) – Prähospital

H. Trentzsch*, K. Gooßen#, B. Prediger#, U. Schweigkofler, P. Hilbert-Carius, H. Hanken, D. Gumbel, B. Hossfeld, H. Lier, D. Hinck, A. Suda, G. Achatz, D. Bieler

Allgemeine Sinnhaftigkeit der Blutungskontrolle – Rationale zum Handeln!

1.1.1	Empfehlung	Neu 2022
Empfehlungsgrad GPP	Aktive Blutungen sollen, soweit sie im prähospitalen Setting einer Blutstillung zugänglich sind, immer gestoppt werden.	
	Konsensstärke: 100%	

Becken

1.1.2	Empfehlung	Neu 2022
Empfehlungsgrad GPP	Das Becken soll während der Prähospitalphase klinisch untersucht werden.	
	Konsensstärke: 100%	

1.1.3	Empfehlung	Neu 2022
Empfehlungsgrad B ↑	Es sollte im Rahmen der klinischen Untersuchung auf Spontanschmerzen, Druckschmerzen bei vorsichtiger Palpation sowie sichtbare äußere Verletzungen als indirekte Hinweise auf eine Beckenringverletzung geachtet werden.	
Literatur, Evidenzgrad	[1] Schweigkofler 2018: LoE 2b	
	Konsensstärke: 100%	

1.1.4	Empfehlung	Neu 2022
Empfehlungsgrad GPP	Patienten mit klinischen Anhaltspunkten für eine Beckenringverletzung oder instabiler Beckenringverletzung und hämodynamischer Instabilität sollten einen Beckengurt erhalten.	
	Konsensstärke: 100%	

Extremitätenverletzungen

1.1.5	Empfehlung	Modifiziert 2022
Empfehlungsgrad A ↑↑	Aktive Blutungen der Extremitäten sollen durch folgendes Stufenschema behandelt werden: 1) Manuelle Kompression 2) Kompressionsverband, wenn möglich in Kombination mit einem Hämostyptikum 3) Tourniquet	
Literatur, Evidenzgrad	[2] Henry 2021: LoE 2b [3] Taghavi 2021: LoE 2b [4] Clasper 2009: LoE 3b↓	
	Konsensstärke: 100%	

Kompressionsverband

1.1.6	Empfehlung	Neu 2022
Empfehlungsgrad GPP	Wenn andere Möglichkeiten zur Blutungskontrolle bestehen, dann kann die manuelle Kompression, auch wenn sie suffizient ist, zu Gunsten des anderen Verfahrens aufgegeben werden. Repetitive Kontrollen, ob die Blutung zum Stillstand gekommen ist, sollten bei manueller Kompression nicht durchgeführt werden.	
	Konsensstärke: 100%	

1.1.7	Empfehlung	Neu 2022
Empfehlungsgrad B ↑	Kompressionsverbände sollten bei penetrierendem Trauma mit nach außen blutenden Verletzungen am Torso und an den Extremitäten angelegt werden.	
Literatur, Evidenzgrad	[3] Taghavi 2021: LoE 2b	
	Konsensstärke: 100%	

1.1.8	Empfehlung	Neu 2022
Empfehlungsgrad GPP	Kompressionsverbände sollen in gleicher Weise auf akute Blutungen an Torso und an den Extremitäten nach stumpfem Trauma angewendet werden.	
	Konsensstärke: 100%	

Tourniquet

1.1.9	Empfehlung	Modifiziert 2022
Empfehlungsgrad A ↑↑	Ein Tourniquet soll dann angewendet werden, wenn eine lebensgefährliche Blutung mit anderen Maßnahmen nicht zeitgerecht gestoppt werden kann.	
Literatur, Evidenzgrad	[2] Henry 2021: LoE 2b [3] Taghavi 2021: LoE 2b	
	Konsensstärke: 96%	

1.1.10	Empfehlung	Neu 2022
Empfehlungsgrad GPP	Wenn bei unzugänglichem Blutungsort zur Erstversorgung ein Tourniquet angelegt wurde, sollte, nachdem der Patient gerettet wurde und die Situation es erlaubt, die Fortsetzung der Maßnahme und ein möglicher Verfahrenswechsel kritisch geprüft werden.	
	Konsensstärke: 100%	

Hämostyptika

1.1.11	Empfehlung	Neu 2022
Empfehlungsgrad A ↑↑	Bei blutenden Stichwunden, in denen der Fremdkörper bereits wieder entfernt wurde und die eine Länge von mind. 3 cm aufweisen, soll eine direkte Wundtamponade mit Chitosan erfolgen	
Literatur, Evidenzgrad	[5] Hatamabadi 2015: LoE 2b↓	
	Konsensstärke: 96%	

1.1.12	Empfehlung	Neu 2022
Empfehlungsgrad B ↑	Bei Schuss- und Explosionsverletzungen mit aktiver Blutung sollten Verbände mit Chitosan eingesetzt werden.	
Literatur, Evidenzgrad	[6] Winstanley 2019: LoE 2b	
	Konsensstärke: 96%	

1.1.13	Empfehlung	Modifiziert 2022
Empfehlungsgrad 0 ↔	Zur Unterstützung der Maßnahmen des Stufenschemas können Hämostyptika auf jeder Stufe ergänzend angewendet werden.	
Literatur, Evidenzgrad	[6] Winstanley 2019: LoE 2b	
	Konsensstärke: 100%	

Blutungen an Kopf und im Gesicht

Kopfschwartenverletzungen

1.1.14	Empfehlung	Neu 2022
Empfehlungsgrad B ↑	Bei Kopfschwartenverletzungen mit aktiver Blutung sollten Chitosan-Wundauflagen verwendet werden, weil damit eine schnellere und effektivere Blutungskontrolle erzielt wird.	
Literatur, Evidenzgrad	[7] Kabeer 2019: LoE 3b↓	
	Konsensstärke: 96%	

Epistaxis

1.1.15	Empfehlung	Neu 2022
Empfehlungsgrad 0 ↔	Bei Blutungen im oberen Mittelgesichts- bzw. Nasenbereich können, alternativ zu posterioren Tamponaden, pneumatische Tamponaden verwendet werden.	
Literatur, Evidenzgrad	[8] García Callejo 2010: LoE 3b↓	
	Konsensstärke: 100%	

1.2 Atemwegsmanagement, Beatmung und Notfallnarkose

S. Braun*, B. Prediger#, J. Breuing#, M. Hertwig#, T. Becker, M. Caspers, S. Imach, H. Trentzsch, B. Hossfeld, M. Bernhard

Indikationen zur Atemwegssicherung

1.2.1	Empfehlung	Geprüft 2022
Empfehlungsgrad A ↑↑	Bei polytraumatisierten Patienten mit Apnoe oder Schnappatmung (Atemfrequenz <6) sollen prähospital eine Notfallnarkose, eine endotracheale Intubation und eine Beatmung durchgeführt werden.	
Literatur, Evidenzgrad	[9] Badjatia 2008, Leitlinie, LoE 5 [10] Dunham 2003, Leitlinie, LoE 5 [11] Nolan 2005, Leitlinie, LoE 5 [12] ATLS 2008 Traumakonzept, LoE 5 [13] ETC 2009 Traumakonzept, LoE 5 [14] PHTLS 2009 Traumakonzept, LoE 5	
	Konsensstärke: 100%	

1.2.2	Empfehlung	Modifiziert 2022
Empfehlungsgrad B ↑	Bei polytraumatisierten Patienten sollten bei folgenden Indikationen prähospital eine Notfallnarkose, eine endotracheale Intubation und eine Beatmung durchgeführt werden: <ul style="list-style-type: none"> • Hypoxie (SpO₂ <90%) trotz Sauerstoffgabe und nach Ausschluss eines Spannungspneumothorax • schweres SHT (GCS <9) • schweres Thoraxtrauma mit respiratorischer Insuffizienz (Atemfrequenz >29/min) 	
Literatur, Evidenzgrad	[15] Bernard 2010: LoE 1b [16] Chou 2016: LoE 2b [17] Denninghoff 2017: LoE 2b [18] Gravesteijn 2020: LoE 2b [19] Schauer 2019: LoE 2b [20] Schauer 2018: LoE 2b [21] Sise 2009: LoE 2b [22] Wang 2014: LoE 2b [23] Ruchholz 2002: LoE 3b [24] Bernard 2002: LoE 4 [25] Frankel 1997: LoE 4 [26] Klemen 2006: LoE 4 [27] Stephens 2009: LoE 4	
	Konsensstärke: 100%	

Physiologisch schwieriges Atemwegsmanagement

1.2.3	Empfehlung	Neu 2022
Empfehlungsgrad GPP	Veränderungen der Hämodynamik bei der prä- und innerklinischen Narkoseeinleitung sollen engmaschig kontrolliert und ggfs. frühzeitig therapiert werden.	
	Konsensstärke: 100%	

Präoxygenierung

1.2.4	Empfehlung	Geprüft 2022
Empfehlungsgrad A ↑↑↑	Der polytraumatisierte Patient soll vor Narkoseeinleitung präoxygeniert werden.	
Literatur, Evidenzgrad	[28] Mort 2005: LoE 2b [29] Mort 2009: LoE 2b	
	Konsensstärke: 100%	

Innerklinische Atemwegssicherung

1.2.5	Empfehlung	Modifiziert 2022
Empfehlungsgrad B ↑	Die innerklinische Notfallnarkose, endotracheale Intubation und Beatmung sollten durch trainiertes und erfahrenes anästhesiologisches Personal durchgeführt werden.	
Literatur, Evidenzgrad	[30] Thierbach 2004: LoE 2a [31] Helm 2006: LoE 2b [32] Timmermann 2006: LoE 3b [33] Schmidt 2008: LoE 4 [27] Stephens 2009: LoE 4	
	Konsensstärke: 100%	

Anwenderanforderungen und Training

1.2.6	Empfehlung	Modifiziert 2022
Empfehlungsgrad A ↑↑	Notfallmedizinisches Personal soll regelmäßig in der Notfallnarkose, der endotrachealen Intubation und den alternativen Methoden zur Atemwegssicherung (Maskenbeatmung, supraglottische Atemwegshilfen, Notfallkoniotomie) trainiert werden.	
Literatur, Evidenzgrad	[34] Konrad 1998: LoE 3b [35] Timmermann 2007: LoE 4	
	Konsensstärke: 84%	

Schwieriges Atemwegsmanagement

1.2.7	Empfehlung	Geprüft 2022
Empfehlungsgrad A ↑↑	Bei der endotrachealen Intubation des Traumapatienten soll mit einem schwierigen Atemweg gerechnet werden.	
Literatur, Evidenzgrad	[30] Thierbach 2004: LoE 2a [31] Helm 2006: LoE 2b [36] Combes 2006: LoE 3b [32] Timmermann 2006: LoE 3b [37] Cogbill 2008: LoE 4 [27] Stephens 2009: LoE 4	
	Konsensstärke: 100%	

Alternative Methoden zur Atemwegssicherung

1.2.8	Empfehlung	Geprüft 2022
Empfehlungsgrad A ↑↑	Bei der Narkoseeinleitung und endotrachealen Intubation des polytraumatisierten Patienten sollen alternative Methoden zur Atemwegssicherung vorgehalten werden.	
Literatur, Evidenzgrad	[30] Thierbach 2004: LoE 2a	
	Konsensstärke: 100%	

1.2.9	Empfehlung	Geprüft 2022
Empfehlungsgrad A ↑↑	Nach mehr als zwei Intubationsversuchen sollen alternative Methoden zur Beatmung bzw. Atemwegssicherung in Betracht gezogen werden.	
Literatur, Evidenzgrad	[38] Mort 2004: LoE 3b	
	Konsensstärke: 100%	

Periinterventionelles Monitoring

1.2.10	Empfehlung	Geprüft 2022
Empfehlungsgrad A ↑↑	Zur Narkoseeinleitung, Atemwegssicherung, Beatmung und Führung der Notfallnarkose soll der Patient mittels EKG, Blutdruckmessung, Pulsoxymetrie und Kapnografie überwacht werden.	
Literatur, Evidenzgrad	[39] Wilharm 2019: LoE 3b↓ [40] Silvestri 2005: LoE 3b	
	Konsensstärke: 100%	

1.2.11	Empfehlung	Geprüft 2022
Empfehlungsgrad A ↑↑	Die Kapnometrie/-grafie soll prähospital und innerklinisch im Rahmen der endotrachealen Intubation zur Tubuslagekontrolle und danach zur Dislokations- und Beatmungskontrolle angewendet werden.	
Literatur, Evidenzgrad	[41] Helm 2003: LoE 1a [42] Gries 2008: LoE 2a [30] Thierbach 2004: LoE 2a [43] Grmec 2004: LoE 3b [35] Timmermann 2007: LoE 3b [40] Silvestri 2005: LoE 3b	
	Konsensstärke: 100%	

Beatmung

1.2.12	Empfehlung	Geprüft 2022
Empfehlungsgrad A ↑↑	Beim endotracheal intubierten und narkotisierten Traumapatienten soll eine Normoventilation durchgeführt werden.	
Literatur, Evidenzgrad	[44] Warner 2007: LoE 2a [45] Caulfield 2009: LoE 3b [46] Warner 2008: LoE 4	
	Konsensstärke: 100%	

1.2.13	Empfehlung	Geprüft 2022
Empfehlungsgrad A ↑↑	Ab der Schockraumphase soll die Beatmung durch engmaschige arterielle Blutgasanalysen kontrolliert und gesteuert werden.	
Literatur, Evidenzgrad	[44] Warner 2007: LoE 2a [47] Lee 2009: LoE 2a [46] Warner 2008: LoE 4	
	Konsensstärke: 100%	

Notfallnarkose

1.2.14	Empfehlung	Modifiziert 2022
Empfehlungsgrad A ↑↑	Bei polytraumatisierten Patienten soll zur endotrachealen Intubation eine Notfallnarkose aufgrund des immanenten Aspirationsrisikos als Rapid Sequence Induction durchgeführt werden.	
Literatur, Evidenzgrad	[48] Wang 2006: LoE 1b [28] Mort 2005: LoE 2b [49] Lyon 2015: LoE 2b [27] Stephens 2009: LoE 4	
	Konsensstärke: 100%	

1.2.15	Empfehlung	Geprüft 2022
Empfehlungsgrad B ↑	Etomidat als Einleitungshypnotikum sollte aufgrund der assoziierten Nebenwirkungen auf die Nebennierenfunktion vermieden werden. Ketamin stellt hier meistens eine gute Alternative dar.	
Literatur, Evidenzgrad	[50] Hildreth 2008: LoE 1b [51] Jabre 2009: LoE 1b [52] Cotton 2008: LoE 2b [53] Gäßler 2019: LoE 2b [49] Lyon 2015: LoE 2b [54] Warner 2009: LoE 4	
	Konsensstärke: 100%	

Halswirbelsäulenimmobilisation während der Atemwegssicherung

1.2.16	Empfehlung	Geprüft 2022
Empfehlungsgrad B ↑	Zur endotrachealen Intubation sollte die manuelle In-line-Stabilisation unter temporärer Aufhebung der Immobilisation mittels HWS-Immobilisationsschiene durchgeführt werden.	
Literatur, Evidenzgrad	[55] Santoni 2009: LoE 3b [56] Manoach 2007: LoE 5	
	Konsensstärke: 100%	

Einsatz der Videolaryngoskopie beim Traumapatienten

1.2.17	Empfehlung	Modifiziert 2022
Empfehlungsgrad B ↑	Die Videolaryngoskopie sollte zur besseren Einstellbarkeit der Stimmbandenebene und Optimierung des primären Intubationserfolges prähospital und innerklinisch eingesetzt werden.	
Literatur, Evidenzgrad	[57] Goksu 2016, LoE 1b [58] Michailidou 2015: LoE 3b	
	Konsensstärke: 100%	

Definitive innerklinische Atemwegssicherung bei extraglottischem Atemweg

1.2.18	Empfehlung	Neu 2022
Empfehlungsgrad GPP	Ein prähospital eingebrachter extraglottischer Atemweg sollte unmittelbar innerklinisch mittels Videolaryngoskop in eine endotracheale Intubation überführt werden.	
	Konsensstärke: 100%	

Tubuslagekontrolle

1.2.19	Empfehlung	Neu 2022
Empfehlungsgrad GPP	Besteht bei der Beurteilung der korrekten Tubuslage mittels Kapnografie Unsicherheit (z.B. bei schwersten Schockzuständen, Hypothermie, CPR oder vermutetem Gerätedefekt), soll unverzüglich die Tubuslage mittels Videolaryngoskopie oder alternativ mittels Bronchoskopie kontrolliert werden.	
	Konsensstärke: 100%	

Notfallkoniotomie

1.2.20	Empfehlung	Neu 2022
Empfehlungsgrad GPP	Eine Koniotomie sollte in chirurgischer Technik durchgeführt werden. Besteht ein besonderer Übungsstand mit einer anderen Koniotomie-Technik, kann diese angewendet werden.	
	Konsensstärke: 100%	

1.2.21	Empfehlung	Neu 2022
Empfehlungsgrad GPP	Bei jeder Intubation des Polytraumatisierten durch Video-/Laryngoskopie sollte ein Führungsstab oder „Bougie“ verwendet werden.	
	Konsensstärke: 100%	

1.3 Gerinnungsmanagement und Volumentherapie

Björn Hußmann*, Peter Hilbert-Carius, Manuel Struck, Erwin Strasser, Orkun Özkurtul, K. Gooßen#, C. Kugler#, Till Berk, Marc Maegele, Björn Hossfeld

1.3.1	Empfehlung	Modifiziert 2022
Empfehlungsgrad B ↑	Bei schwer verletzten Patienten sollte eine Volumentherapie eingeleitet werden, die bei nicht beherrschbarer Blutung in reduzierter Form durchgeführt werden sollte, um den Kreislauf auf niedrig-stabilem Niveau (MAP ~65 mmHg, RRsys ~80 mmHg) zu halten und die Blutung nicht zu verstärken.	
Literatur, Evidenzgrad	keine Änderung zu 2016	
	Konsensstärke: 100%	

1.3.2	Empfehlung	Modifiziert 2022
Empfehlungsgrad B ↑	Bei hypotensiven Patienten mit einem vermuteten isolierten oder führenden Schädel-Hirn-Trauma sollte eine Volumentherapie mit dem Ziel der Normotension (RRsys \geq 90 mmHg) durchgeführt werden.	
Literatur, Evidenzgrad	keine Änderung zu 2016	
	Konsensstärke: 100%	

1.3.3	Empfehlung	Geprüft 2022
Empfehlungsgrad A ↑↑	Bei Traumapatienten soll ein venöser Zugang gelegt werden.	
Literatur, Evidenzgrad	keine Änderung zu 2016	
	Konsensstärke: 100%	

1.3.4	Empfehlung	Neu 2022
Empfehlungsgrad A ↑↑	Bei Traumapatienten, bei denen ein venöser Zugang nicht gelingt, soll ein intraossärer Zugang zur Infusions- und Medikamententherapie gelegt werden.	
Literatur, Evidenzgrad	[59] Leidel 2012: LoE 3b	
	Konsensstärke: 100%	

1.3.5	Empfehlung	Modifiziert 2022
Empfehlungsgrad B ↑	Bei fehlendem Hinweis auf einen Volumenmangel sollte auf eine Volumentherapie verzichtet werden.	
Literatur, Evidenzgrad	keine Änderung zu 2016	
	Konsensstärke: 100%	

1.3.6	Empfehlung	Neu 2022
Empfehlungsgrad GPP	Bei Nichterreichen eines adäquaten Blutdrucks beim polytraumatisierten Patienten durch eine ausreichende Volumentherapie können Vasopressoren titrierend zur Kreislaufunterstützung erwogen werden.	
	Konsensstärke: 100%	

1.3.7	Empfehlung	Modifiziert 2022
Empfehlungsgrad A ↑↑	Zur Volumentherapie bei Traumapatienten sollen balancierte, isotone kristalline Vollelektrolytlösungen eingesetzt werden, welche idealerweise vorgewärmt sind.	
Literatur, Evidenzgrad	keine Änderung zu 2016	
	Konsensstärke: 100%	

1.3.8	Empfehlung	Geprüft 2022
Empfehlungsgrad 0 ↔	Balancierte Infusionslösungen mit Acetat oder Malat statt Lactat können erwogen werden.	
Literatur, Evidenzgrad	keine Änderung zu 2016	
	Konsensstärke: 100%	

1.3.9	Empfehlung	Neu 2022
Empfehlungsgrad GPP	Der letalen Trias aus Hypothermie, Azidose und Koagulopathie soll bereits prähospital durch 1. Vermeidung der weiteren Auskühlung des Patienten (Ziel: Normothermie), 2. geeignete Therapie des hämorrhagischen Schocks (Blutungskontrolle, Volumen- und Gerinnungstherapie) und 3. adäquate Oxygenierung und Ventilation (ggf. Intubation gemäß Intubationskriterien) begegnet werden.	
	Konsensstärke: 100%	

1.3.10	Empfehlung	Neu 2022
Empfehlungsgrad B ↑	Bei Polytraumapatienten mit manifestem oder drohendem hämorrhagischen Schock sollte zügig die Gabe von 1 g Tranexamsäure (TxA) als Bolus über 10 Minuten erfolgen.	
Literatur, Evidenzgrad	[60] Guyette 2020: LoE 1b [61] Roberts 2017: LoE 1b [62] Roberts 2014: LoE 1b [63] Khan 2018: LoE 2b	
	Konsensstärke: 100%	

1.3.11	Empfehlung	Neu 2022
Empfehlungsgrad 0 ↔	Bei Polytraumapatienten mit nicht beherrschbarer Blutung kann die Gabe von Fibrinogen nach Gabe von Tranexamsäure erwogen werden.	
Literatur, Evidenzgrad	[64] Ziegler 2021: LoE 2b	
	Konsensstärke: 100%	

1.3.12	Empfehlung	Neu 2022
Empfehlungsgrad 0 ↔	Bei Polytraumapatienten mit nicht beherrschbarer Blutung kann die Gabe von Erythrozyten- und Plasmakonzentraten (gefrorene Frischplasmakonzentrate oder lyophilisierte Plasmakonzentrate) erwogen werden, sofern die Logistik dieses erlaubt und der Transport in die Zielklinik nicht verzögert wird.	
Literatur, Evidenzgrad	[65] Gruen 2020: LoE 1b [66] Sperry 2018: LoE 1b [67] Pusateri 2020: LoE 2b↓ [68] Guyette 2021: LoE 2b [69] Brown 2015: LoE 3b↓ [70] Henriksen 2016: LoE 3b↓	
	Konsensstärke: 100%	

1.4 Analgesie

M. Bernhard*, D. Bieler, B. Hossfeld, P. Hilbert-Carius, S. Braun

Applikationsformen der Analgesie

1.4.1	Empfehlung	Neu 2022
Empfehlungsgrad A ↑↑	Schwerverletzte Patienten sollen eine intravenöse Analgesie erhalten.	
Literatur, Evidenzgrad	[71] Bounes 2011: LoE 1b [72] Galinski 2007: LoE 1b [73] Smith 2012: LoE 1b [74] Häske 2017: LoE 2a	
	Konsensstärke: 100%	

1.4.2	Empfehlung	Neu 2022
Empfehlungsgrad O ↔	Als alternative Applikationsformen für eine Analgesie bei schwerverletzten Patienten kann die intraossäre und ggf. intranasale Gabe genutzt werden.	
Literatur, Evidenzgrad	[74] Häske 2017: LoE 2a [75] Karlsen 2014: LoE 2b	
	Konsensstärke: 100%	

Schmerzbeurteilung

1.4.3	Empfehlung	Neu 2022
Empfehlungsgrad GPP	Ansprechbare schwerverletzte Patienten sollen gefragt werden, ob Sie ein Schmerzmittel wünschen.	
	Konsensstärke: 93%	

1.4.4	Empfehlung	Neu 2022
Empfehlungsgrad GPP	Die Numeric Rating Skala ist nicht bei allen Patienten anwendbar, daher sollen Patienten alternativ nach starken oder unerträglichen Schmerzen gefragt werden.	
	Konsensstärke: 92%	

1.4.5	Empfehlung	Neu 2022
Empfehlungsgrad A ↑↑	Die Numeric Rating Skala soll genutzt werden, um die Schmerzen zu objektivieren, zu dokumentieren und den Erfolg einer Analgesie zu kontrollieren.	
Literatur, Evidenzgrad	[74] Häske 2017: LoE 2a	
	Konsensstärke: 92%	

1.4.6	Empfehlung	Neu 2022
Empfehlungsgrad A ↑↑	Zielwert der Analgesie soll eine Numeric Rating Skala ≤ 4 sein.	
Literatur, Evidenzgrad	[76] DAS Leitlinie 2020: LoE 2a [77] Maier 2010: LoE 2b	
	Konsensstärke: 100%	

1.4.7	Empfehlung	Neu 2022
Empfehlungsgrad 0 ↔	Ergänzend können auch Vitalwerte (z.B. Atemfrequenz) als Hinweis für die bestehende Schmerzen genutzt werden.	
Literatur, Evidenzgrad	[78] Bendall 2011: LoE 2b	
	Konsensstärke: 100%	

Prähospitale und innerklinische Analgetika

1.4.8	Empfehlung	Neu 2022
Empfehlungsgrad A ↑↑	Fentanyl, Ketamin und Morphin weisen eine vergleichbare Effektivität auf und sollen zur Analgesie des spontanatmenden schwerverletzten Patienten zur Anwendung kommen.	
Literatur, Evidenzgrad	[71] Bounes 2011: LoE 1b [72] Galinski 2007: LoE 1b [79] Jennings 2012: LoE 1b [80] Tran 2014: LoE 1b [81] Grissa 2015: LoE 1b [73] Smith 2012: LoE 1b [74] Häske 2017: LoE 2a [82] Johanson 2009: LoE 2b	
	Konsensstärke: 100%	

Nicht-pharmakologische Schmerztherapie

1.4.9	Empfehlung	Neu 2022
Empfehlungsgrad GPP	Neben einer pharmakologischen Therapie sollen physikalische Maßnahmen (z.B. Lagerung, Schienung) zur Anwendung kommen.	
	Konsensstärke: 100%	

Monitoring und Überwachung

1.4.10	Empfehlung	Neu 2022
Empfehlungsgrad GPP	Eine Analgesie soll nach entsprechender Ausbildung und Schulung unter kontinuierlicher Überwachung (z.B. EKG, Blutdruck, Atem- und Herzfrequenz, pulsoxymetrische Sauerstoffsättigung, ggf. Kapnografie) des Patienten und der Bereithaltung von Notfallequipment zur Behandlung von Komplikationen erfolgen.	
	Konsensstärke: 85%	

1.5 Thorax

C. Waydhas*, C. Kleber, M. Struck, A. Nohl, O. Kamp, H. Trentzsch, S. Schulz-Drost, B. Prediger#, J. Breuing#, C. Schreyer, R. Schwab

Diagnosestellung

	Empfehlung	Geprüft 2022
Empfehlungsgrad A ↑↑	Eine klinische Untersuchung des Thorax und der Atemfunktion soll durchgeführt werden.	
Literatur, Evidenzgrad	keine Änderung zu 2016	
	Konsensstärke: 100%	

1.5.2	Empfehlung	Geprüft 2022
Empfehlungsgrad B ↑	Die Untersuchung sollte mindestens die Bestimmung der Atemfrequenz und die Auskultation der Lunge umfassen. Eine wiederholte Untersuchung sollte erfolgen.	
Literatur, Evidenzgrad	keine Änderung zu 2016	
	Konsensstärke: 100%	

1.5.3	Empfehlung	Geprüft 2022
Empfehlungsgrad 0 ⇔	Die Inspektion, die Palpation die Perkussion des Thorax sowie die Pulsoxymetrie und, bei beatmeten Patienten, die Überwachung des Beatmungsdrucks und der Kapnographie können hilfreich sein.	
Literatur, Evidenzgrad	keine Änderung zu 2016	
	Konsensstärke: 100%	

1.5.4	Empfehlung	Neu 2022
Empfehlungsgrad 0 ⇔	Eine prähospital Ultraschalluntersuchung des Thorax zum Nachweis bzw. Ausschluss eines Pneumothorax oder eines Perikardergusses kann durchgeführt werden.	
Literatur, Evidenzgrad	[83] Press 2014: LoE 2b [84] Quick 2016: LoE 2b	
	Konsensstärke: 100%	

1.5.5	Empfehlung	Modifiziert 2022
Empfehlungsgrad A ↑↑	Die Verdachtsdiagnose Pneumo- und/oder Hämatothorax soll bei einseitig abgeschwächtem oder fehlendem Atemgeräusch (nach Kontrolle der korrekten Tubuslage) oder beim Nachweis der sonografischen Zeichen gestellt werden.	
Literatur, Evidenzgrad	keine Änderung zu 2016	
	Konsensstärke: 100%	

1.5.6	Empfehlung	Geprüft 2022
Empfehlungsgrad B ↑	Die mögliche Progredienz eines kleinen, zunächst prähospital nicht diagnostizierbaren Pneumothorax sollte in Betracht gezogen werden.	
Literatur, Evidenzgrad	keine Änderung zu 2016	
	Konsensstärke: 100%	

1.5.7	Empfehlung	Geprüft 2022
Empfehlungsgrad B ↑	Die Verdachtsdiagnose Spannungspneumothorax sollte gestellt werden bei einseitig fehlendem Atemgeräusch bei der Auskultation der Lunge (nach Kontrolle der korrekten Tubuslage) und dem zusätzlichen Vorliegen von typischen Symptomen insbesondere einer schweren respiratorischen oder zirkulatorischen Störung.	
Literatur, Evidenzgrad	keine Änderung zu 2016	
	Konsensstärke: 100%	

Therapie

1.5.8	Empfehlung	Geprüft 2022
Empfehlungsgrad A ↑↑	Ein klinisch vermuteter Spannungspneumothorax soll umgehend dekomprimiert werden.	
Literatur, Evidenzgrad	keine Änderung zu 2016	
	Konsensstärke: 100%	

1.5.9	Empfehlung	Geprüft 2022
Empfehlungsgrad B ↑	Ein durch Auskultationsbefund diagnostizierter Pneumothorax sollte bei Patienten, die mit Überdruck beatmet werden, dekomprimiert werden.	
Literatur, Evidenzgrad	keine Änderung zu 2016	
	Konsensstärke: 100%	

1.5.10	Empfehlung	Geprüft 2022
Empfehlungsgrad B ↑	Ein durch Auskultationsbefund diagnostizierter Pneumothorax sollte bei nicht beatmeten Patienten in der Regel unter engmaschiger klinischer Kontrolle beobachtend behandelt werden.	
Literatur, Evidenzgrad	keine Änderung zu 2016	
	Konsensstärke: 100%	

1.5.11	Empfehlung	Geprüft 2022
Empfehlungsgrad B ↑	Die Entlastung eines Spannungspneumothorax sollte durch eine einmalige Nadeldekompression oder eine sofortige Minithorakotomie erfolgen. Nach einer Nadeldekompression sollte zusätzlich eine chirurgische Eröffnung des Pleuraspaltes mit oder ohne Thoraxdrainage, erfolgen.	
Literatur, Evidenzgrad	keine Änderung zu 2016	
	Konsensstärke: 100%	

1.5.12	Empfehlung	Geprüft 2022
Empfehlungsgrad B ↑	Ein Pneumothorax sollte – sofern die Indikation besteht – durch eine Thoraxdrainage behandelt werden.	
Literatur, Evidenzgrad	keine Änderung zu 2016	
	Konsensstärke: 100%	

Nadeldekompression: Punktionsort und Nadellänge

1.5.13	Empfehlung	Geprüft 2022
Empfehlungsgrad B ↑	Die Eröffnung des Pleuraraums sollte mittels Minithorakotomie erfolgen. Die Einlage der Thoraxdrainage sollte ohne Verwendung eines Trokars erfolgen.	
Literatur, Evidenzgrad	keine Änderung zu 2016	
	Konsensstärke: 100%	

1.5.14	Empfehlung	Neu 2022
Empfehlungsgrad GPP	Ein offener Pneumothorax sollte mittels eines geeigneten Ventilverbandes versorgt werden.	
	Konsensstärke: 100%	

1.6 Schädel-Hirn-Trauma

U.M. Mauer*, N. Könsgen[#], N. Meyer[#], S. Hess[#], M. Maegele, P. Hilbert-Carius

1.6.1	Empfehlung	Geprüft 2022
Empfehlungsgrad B ↑	Beim Erwachsenen sollte eine arterielle Normotension mit einem systolischen Blutdruck ≥ 90 mmHg angestrebt werden.	
Literatur, Evidenzgrad	Zusätzliche Evidenz aus Aktualisierung 2022: [85] Shibahashi 2018: LoE 2b [86] Shibahashi 2021: LoE 2b	
	Konsensstärke: 79%	

1.6.2	Empfehlung	Geprüft 2022
Empfehlungsgrad B ↑	Eine arterielle Sauerstoffsättigung unter 90% sollte vermieden werden.	
Literatur, Evidenzgrad	keine Änderung zu 2016	
	Konsensstärke: 100%	

1.6.3	Empfehlung	Geprüft 2022
Empfehlungsgrad A ↑↑	Die wiederholte Erfassung und Dokumentation von Bewusstseinslage, Pupillenfunktion und Glasgow Coma Scale soll erfolgen.	
Literatur, Evidenzgrad	keine Änderung zu 2016	
	Konsensstärke: 100%	

1.6.4	Empfehlung	Geprüft 2022
Empfehlungsgrad A ↑↑	Auf die Gabe von Glukokortikoiden soll verzichtet werden.	
Literatur, Evidenzgrad	keine Änderung zu 2016	
	Konsensstärke: 100%	

1.6.5	Empfehlung	Geprüft 2022
Empfehlungsgrad 0 ↔	Bei Verdacht auf stark erhöhten intrakraniellen Druck, insbesondere bei Zeichen der transtentoriellen Herniation (Pupillenerweiterung, Strecksynergismen, Streckreaktion auf Schmerzreiz, progrediente Bewusstseinsstrübung), können die folgenden Maßnahmen angewandt werden: <ul style="list-style-type: none"> • Hyperventilation • Hypertone Kochsalzlösung • Mannitol 	
Literatur, Evidenzgrad	keine Änderung zu 2016	
	Konsensstärke: 100%	

1.6.6	Empfehlung	Geprüft 2022
Empfehlungsgrad B ↑	Bei perforierenden Verletzungen sollte der perforierende Gegenstand belassen werden, evtl. muss er abgetrennt werden.	
Literatur, Evidenzgrad	keine Änderung zu 2016	
	Konsensstärke: 100%	

1.6.7	Empfehlung	Geprüft 2022
Empfehlungsgrad GPP	Herausgeschlagene Zähne und Zahnfragmente sollten aufgenommen, feucht gelagert und zur Replantation ins Traumazentrum mitgebracht werden.	
	Konsensstärke: 100%	

1.7 Wirbelsäule

P. Kobbe*, D. Häske, T. Helfen, M. Kreinest, M. Münzberg

Welche diagnostischen Maßnahmen sind erforderlich?

1.7.1	Empfehlung	Geprüft 2022
Empfehlungsgrad A ↑↑	Eine gezielte körperliche Untersuchung, inklusive der Wirbelsäule und der mit ihr verbundenen Funktionen, soll durchgeführt werden.	
	Konsensstärke: 100%	

Welche Begleitverletzungen machen das Vorliegen einer Wirbelsäulenverletzung wahrscheinlich?

1.7.2	Empfehlung	Geprüft 2022
Empfehlungsgrad A ↑↑	Bei bewusstlosen Patienten soll bis zum Beweis des Gegenteils von dem Vorliegen einer Wirbelsäulenverletzung ausgegangen werden.	
	Konsensstärke: 100%	

Wie erfolgt die technische Rettung eines Wirbelsäulenverletzten?

1.7.3	Empfehlung	Geprüft 2022
Empfehlungsgrad GPP	Die Halswirbelsäule soll bei der schnellen und schonenden Rettung vor der eigentlichen technischen Rettung immobilisiert werden. Die Notwendigkeit zur Sofortrettung (z.B. Feuer/Explosionsgefahr) stellt eine Ausnahme dar.	
	Konsensstärke: 95%	

Wie wird ein Wirbelsäulenverletzter transportiert?

1.7.4	Empfehlung	Geprüft 2022
Empfehlungsgrad GPP	Der Transport soll möglichst schonend und unter Schmerzfreiheit erfolgen.	
	Konsensstärke: 100%	

Hat der Wirbelsäulenverletzte Vorteile, wenn er primär in ein Traumazentrum mit Wirbelsäulenchirurgie transportiert wird?

1.7.5	Empfehlung	Geprüft 2022
Empfehlungsgrad B ↑	Patienten mit neurologischen Ausfällen und vermuteter Wirbelsäulenverletzung sollten primär in ein geeignetes Traumazentrum transportiert werden.	
	Konsensstärke: 100%	

1.8 Extremitäten

D. Gümbel*, M. Engelhardt, D. Hinck, C. Lott, M. Mutschler, C. Probst

Priorität

1.8.1	Empfehlung	Geprüft 2022
Empfehlungsgrad A ↑↑	Stark blutende Verletzungen der Extremitäten, welche die Vitalfunktion beeinträchtigen können, sollen mit Priorität versorgt werden.	
	Konsensstärke: 100%	

1.8.2	Empfehlung	Geprüft 2022
Empfehlungsgrad A ↑↑	Die Versorgung von Verletzungen der Extremitäten soll weitere Schäden vermeiden und die Gesamtrettungszeit beim Vorliegen weiterer bedrohlicher Verletzungen nicht verzögern.	
	Konsensstärke: 100%	

Diagnostik

1.8.3	Empfehlung	Geprüft 2022
Empfehlungsgrad B ↑	Alle Extremitäten eines Verunfallten sollten prähospital orientierend untersucht werden.	
	Konsensstärke: 88%	

Therapie

1.8.4	Empfehlung	Geprüft 2022
Empfehlungsgrad B ↑	Eine auch nur vermutlich verletzte Extremität sollte vor grober Bewegung/dem Transport des Patienten ruhiggestellt werden.	
	Konsensstärke: 94%	

Frakturen

1.8.5	Empfehlung	Geprüft 2022
Empfehlungsgrad B ↑	Grob dislozierte Frakturen und Luxationen sollten, wenn möglich und insbesondere bei begleitender Ischämie der betroffenen Extremität /langer Rettungszeit, prähospital annähernd reponiert werden.	
	Konsensstärke: 100%	

Offene Frakturen

1.8.6	Empfehlung	Geprüft 2022
Empfehlungsgrad B ↑	Jede offene Fraktur sollte von groben Verschmutzungen gereinigt und steril verbunden werden.	
	Konsensstärke: 100%	

Amputationen

1.8.7	Empfehlung	Geprüft 2022
Empfehlungsgrad B ↑	Das Amputat sollte grob gereinigt und in sterile, feuchte Kompressen gewickelt werden. Es sollte indirekt gekühlt transportiert werden.	
	Konsensstärke: 100%	

1.9 Transport und Zielklinik

M. Münzberg*, D. Bieler, A. Franke, B. Gliwitzky, D. Häske, E. Kollig, M. Ruppert, U. Schweigkofler, C. Wöfl

1.9.1	Empfehlung	Geprüft 2022
Empfehlungsgrad B ↑	Die Luftrettung sollte zur prähospitalen Versorgung Schwerverletzter primär eingesetzt werden. Einsatztaktische Gesichtspunkte und der Faktor Zeit sind zu berücksichtigen.	
	Konsensstärke: 100%	

Vergleich Traumazentrum vs. Krankenhaus Level II und III

1.9.2	Empfehlung	Geprüft 2022
Empfehlungsgrad B ↑	Schwer verletzte Patienten sollten primär in ein geeignetes Traumazentrum eingeliefert werden.	
	Konsensstärke: 94%	

Vergleich Level-I-Traumazentrum vs. Level-II/III-Krankenhäuser

1.9.3	Empfehlung	Geprüft 2022
Empfehlungsgrad GPP	Bei penetrierendem Trauma des Thorax und/oder Abdomens sollte der schnellstmögliche Transport in das nächstgelegene Traumazentrum erfolgen.	
	Konsensstärke: 100%	

1.9.4	Empfehlung	Geprüft 2022
Empfehlungsgrad GPP	Um Schnittstellenprobleme bei der Anmeldung, Übergabe bzw. Übernahme von schwer verletzten Patienten zu vermeiden, sollen geeignete und standardisierte Kommunikationsmethoden verwendet werden.	
	Konsensstärke: 100%	

1.10 Massenanfall von Verletzten (MANV)

A. Suda*, A. Franke, M. Hertwig#, K. Gooßen#

1.10.1	Empfehlung	Neu 2022
Empfehlungsgrad B ↑	Zur Verbesserung der Triagequalität sollten Übungen oder (virtuelle) Trainings unter Anwendung verifizierter Triagesysteme und Algorithmen in der eigenen Einrichtung durchgeführt werden.	
Literatur, Evidenzgrad	[87] Dittmar 2016: LoE 2b [88] Dittmar 2018: LoE 2b [89] Risavi 2013: LoE 2b [90] Andreatta 2010: LoE 2b↓ [91] Mills 2020: LoE 2b↓ [92] Cicero 2017: LoE 2b↓ [93] Knight 2010: LoE 3b↓	
	Konsensstärke: 100%	

1.10.2	Empfehlung	Neu 2022
Empfehlungsgrad GPP	Ein Krankenhausalarm- und Einsatzplan muss von jeder Klinik erstellt, in der eigenen Einrichtung implementiert und regelmäßig durch Übungen evaluiert werden.	
	Konsensstärke: 100%	

1.10.3	Empfehlung	Neu 2022
Empfehlungsgrad GPP	Die Vorbereitung der verantwortlichen Ärzte auf eine (Terror)MANV-Lage sollte durch regelmäßige Übungen erfolgen.	
	Konsensstärke: 100%	

2 Schockraum-Phase

2.1 Der Schockraum – strukturelle und apparative Voraussetzungen

C. Kühne*, C. Spring, S. Huber-Wagner, C. Lott, D. Bieler

2.1.1	Empfehlung	Geprüft 2022
Empfehlungsgrad B ↑	Die Größe des Schockraums sollte 25–50 m ² (pro zu behandelnden Patienten) betragen.	
Literatur, Evidenzgrad	keine Änderung zu 2016	
	Konsensstärke: 100%	

2.1.2	Empfehlung	Geprüft 2022
Empfehlungsgrad B ↑	Der Schockraum, die Krankenanhfahrt, die radiologische Abteilung und die OP-Abteilung sollten sich in dem gleichen Gebäude befinden. Der Hubschrauberlandeplatz sollte sich auf dem Klinikgelände befinden.	
Literatur, Evidenzgrad	keine Änderung zu 2016	
	Konsensstärke: 100%	

2.1.3	Empfehlung	Geprüft 2022
Empfehlungsgrad B ↑	Der Computertomograph (CT) sollte im oder nahe am Schockraum lokalisiert sein.	
Literatur, Evidenzgrad	[94] Saltzherr 2012: LoE 2b↓ [95] Huber-Wagner 2014: LoE 2b [96] Riepl 2013: LoE 3b↓ [97] Wulffeld 2017: LoE 4	
	Konsensstärke: 100%	

2.2 Schockraum – Team und Alarmierung

C. Kühne*, U. Schweigkofler, A. Weise#, N. Könsgen#, A. Kaltwasser, S. Pelz, T. Becker, C. Spring, F. Wagner, D. Bieler*

2.2.1	Empfehlung	Geprüft 2022
Empfehlungsgrad A ↑↑	Zur Polytraumaversorgung sollen feste Teams (sog. Schockraumteams) nach vorstrukturierten Plänen arbeiten und/oder ein spezielles Training absolviert haben.	
Literatur, Evidenzgrad	[98] Dodek 2000: LoE 2b [99] Lomas 1994: LoE 2b [100] Palmer 1995: LoE 2b [101] Vernon 1999: LoE 2b	
	Konsensstärke: 100%	

2.2.2	Empfehlung	Modifiziert 2022
Empfehlungsgrad GPP	Das interprofessionelle Schockraum-Team soll aus mindestens 2 Pflegekräften und mindestens 2 Ärzten bestehen, die die notfallmedizinische und notfallchirurgische Kompetenz abbilden.	
	Konsensstärke: 100%	

2.2.3	Empfehlung	Modifiziert 2022
Empfehlungsgrad GPP	Eine Erweiterung des Schockraum-Teams (sog. erweitertes Schockraum-Team) soll entsprechend der Versorgungsstufe des Krankenhauses jederzeit erfolgen können.	
	Konsensstärke: 100%	

2.2.4	Empfehlung	Neu 2022
<p>Empfehlungsgrad</p> <p>A ↑↑</p>	<p>Bei folgenden pathologischen Befunden nach Trauma soll das Schockraumteam aktiviert werden:</p> <p>A/B - Problem</p> <ul style="list-style-type: none"> • Atemstörungen (SpO2 <90%) /erforderliche Atemwegssicherung • AF <10 oder >29 <p>C - Problem</p> <ul style="list-style-type: none"> • systolischer Blutdruck <90 mmHg • Herzfrequenz >120/min • Schockindex >0,9 • Positiver eFAST <p>D - Problem</p> <ul style="list-style-type: none"> • GCS ≤12 <p>E - Problem</p> <ul style="list-style-type: none"> • Hypothermie <35,0°C 	
<p>Literatur, Evidenzgrad</p>	<p>[102] Bieler 2021: LoE LoE 2b [103] Brown 2015: LoE 2b [104] Hasler 2011: LoE 2b [105] Hasler 2012: LoE 2b [106] Lehmann 2009: LoE 2b [107] Shawhan 2015: LoE 2b [108] Singh 2014: LoE 2b [109] Tignanelli 2018: LoE 2b [110] Dehli 2016: LoE 3b↓ [111] Kalkwarf 2021: LoE 3b↓ [112] Werman 2011: LoE 3b↓</p>	
	<p>Konsensstärke: 94%</p>	

2.2.5	Empfehlung	Neu 2022
Empfehlungsgrad A ↑↑	Bei folgenden Verletzungen oder Maßnahmen nach Trauma soll das Schockraumteam aktiviert werden: <ul style="list-style-type: none"> • instabiler Thorax • Mechanisch instabile Beckenverletzung • Vorliegen von penetrierenden Verletzungen der Rumpf-Hals-Region • Amputationsverletzung proximal der Hände/Füße • Sensomotorisches Defizit nach Wirbelsäulenverletzung • prähospital Intervention (erforderliche Atemwegssicherung, Thoraxentlastung, Katecholamingabe, Pericardiozentese, Anlage Tourniquet) 	
Literatur, Evidenzgrad	[106] Lehmann 2009: LoE 2b [107] Shawhan 2015: LoE 2b [109] Tignanelli 2018: LoE 2b [113] Heindl 2021: LoE 2b [110] Dehli 2016: LoE 3b↓ [111] Kalkwarf 2021: LoE 3b↓	
	Konsensstärke: 100%	

2.2.6	Empfehlung	Neu 2022
Empfehlungsgrad B ↑	Bei folgenden Verletzungen nach Trauma sollte das Schockraumteam aktiviert werden: <ul style="list-style-type: none"> • Frakturen von 2 oder mehr proximalen großen Röhrenknochen • Verbrennungen >20% und Grad ≥2b 	
Literatur, Evidenzgrad	[114] Ichwan 2015: LoE 2b [110] Dehli 2016: LoE 3b↓	
	Konsensstärke: 100%	

2.2.7	Empfehlung	Neu 2022
Empfehlungsgrad B ↑	Bei folgenden zusätzlichen Kriterien sollte das Trauma-/Schockraumteam aktiviert werden: <ul style="list-style-type: none"> • (Ab)Sturz aus über 3 Metern Höhe • Verkehrsunfall (VU) mit Ejektion aus dem Fahrzeug oder Fraktur langer Röhrenknochen 	
Literatur, Evidenzgrad	[110] Dehli 2016: LoE 3b↓	
	Konsensstärke: 100%	

2.2.8	Empfehlung	Neu 2022
Empfehlungsgrad B ↑	Die Schockraumalarmierung bei geriatrischen Patienten sollte großzügig erfolgen.	
Literatur, Evidenzgrad	[115] Hranjec 2012: LoE 2b [112] Werman 2011: LoE 3b↓	
	Konsensstärke: 81%	

2.2.9	Empfehlung	Neu 2022
Empfehlungsgrad B ↑	Die Schockraumalarmierung bei geriatrischen Patienten nach relevantem Trauma sollte zusätzlich bei einem der folgenden Parametern erfolgen: <ul style="list-style-type: none"> • RRsys <100mmHg • bekanntes oder vermutetes Schädel-Hirn-Trauma und GCS ≤14 • 2 oder mehr verletzte Körperregionen • Fraktur eines oder mehrerer langer Röhrenknochen nach Verkehrsunfall 	
Literatur, Evidenzgrad	[114] Ichwan 2015: LoE 2b [115] Hranjec 2012: LoE 2b [112] Werman 2011: LoE 3b↓	
	Konsensstärke: 100%	

2.3 Reanimation

J.T. Gräsner*, O. Özkurtul, K.-O. Jensen, C. Kleber, H. Trentzsch, M. Fröhlich, M. Helm, C. Kugler#, A. Weise#, M. Bernhard

Kriterien eines Herzkreislaufstillstandes

2.3.1	Empfehlung	Modifiziert 2022
Empfehlungsgrad A ↑↑	Bei Bewusstlosigkeit und keiner oder nicht-normaler Atmung (Schnappatmung) soll unverzüglich mit einer kardiopulmonalen Reanimation begonnen werden.	
Literatur, Evidenzgrad	keine Änderung zu 2016	
	Konsensstärke: 100%	

2.3.2	Empfehlung	Neu 2022
Empfehlungsgrad GPP	Medizinisches Fachpersonal sollte auch gleichzeitig den Carotis-Puls tasten.	
	Konsensstärke: 88%	

Vorgehensweise bei einem traumatisch bedingtem Herzkreislaufstillstand

2.3.3	Empfehlung	Geprüft 2022
Empfehlungsgrad A ↑↑	Bei der Behandlung des traumatisch bedingten Herzkreislaufstillstands soll beachtet werden, dass dieser eine andere Pathophysiologie als der nicht-traumatisch bedingte Herzkreislaufstillstand hat und sich das Vorgehen daher grundlegend unterscheidet.	
Literatur, Evidenzgrad	keine Änderung zu 2016	
	Konsensstärke: 100%	

2.3.4	Empfehlung	Modifiziert 2022
Empfehlungsgrad GPP	Die Reanimation des traumatisch-bedingten Herz-Kreislaufstillstandes soll sich auf die sofortige, gleichzeitige Behandlung reversibler Ursachen konzentrieren und hat Vorrang vor Thoraxkompression.	
	Konsensstärke: 100%	

2.3.5	Empfehlung	Modifiziert 2022
Empfehlungsgrad A ↑↑	Während der kardiopulmonalen Reanimation sollen zeitgleich leitliniengerecht traumaspezifische reversible Ursachen des Herzkreislaufstillstandes (nach xABCDE-Schema; z.B. externe Blutung, Atemwegsobstruktion, ösophageale Fehlintonation, Spannungspneumothorax, Perikardtamponade und Hypovolämie) diagnostiziert, ausgeschlossen und/oder therapiert werden.	
Literatur, Evidenzgrad	keine Änderung zu 2016	
	Konsensstärke: 100%	

2.3.6	Empfehlung	Neu 2022
Empfehlungsgrad GPP	Bei einem Trauma-assoziierten Herzkreislaufstillstand soll ein sequentielles Vorgehen gewählt werden mit <ul style="list-style-type: none"> • Blutstillung (bei massiven externen Blutungen), • Atemwegssicherung, • bilaterale Pleuraraumdekompression mittels chirurgischer Minithorakotomie, • nicht-invasive externe Beckenstabilisierung, • Blutprodukten, sowie in bestimmten Konstellationen <ul style="list-style-type: none"> • Notfallthorakotomie zur Beseitigung einer Perikardtamponade und proximalem Aortenclamping oder REBOA 	
	Konsensstärke: 100%	

Blutstillung

2.3.7	Empfehlung	Neu 2022
Empfehlungsgrad GPP	Beim traumatischen bedingtem Herz-Kreislaufstillstand sollen alle Maßnahmen (z.B. äußerer Druck, Hämostyptika und Tourniquets, Beckenschlinge) zur Blutungskontrolle durchgeführt werden.	
	Konsensstärke: 100%	

Spannungspneumothorax

2.3.8	Empfehlung	Modifiziert 2022
Empfehlungsgrad A ↑↑	Wird ein Spannungspneumothorax vermutet, soll bei Patienten mit traumatisch bedingtem Herzkreislaufstillstand eine beidseitige Entlastung mittels Minithorakotomie vorgenommen werden.	
Literatur, Evidenzgrad	[116] Huber-Wagner 2007: LoE 2b	
	Konsensstärke: 100%	

Prähospitale Notfallthorakotomie

2.3.9	Empfehlung	Neu 2022
Empfehlungsgrad GPP	Eine prähospitale Notfallthorakotomie kann bei nachfolgenden Indikationen (stabiler Herzrhythmus bei Eintreffen des Rettungsteams und/oder Herzkreislaufstillstand <15 Minuten, vermutete Perikardtamponade) im Rahmen eines beobachteten Herzkreislaufstillstandes beim Traumapatienten eingesetzt werden.	
	Konsensstärke: 87%	

Spezielle innerklinische Verfahren

Invasive Druckmessung

2.3.10	Empfehlung	Modifiziert 2022
Empfehlungsgrad B ↑	Zur invasiven kontinuierlichen Blutdruckmessung sollte im Schockraum ein intraarterieller Katheter angelegt werden, ohne dass Maßnahmen zur Behebung reversibler Ursachen und Basismaßnahmen der Reanimation verzögert werden.	
Literatur, Evidenzgrad	keine Änderung zu 2016	
	Konsensstärke: 100%	

Welchen Stellenwert hat die Notfallthorakotomie bei einem posttraumatischen Herzkreislaufstillstand im Schockraum?

2.3.11	Empfehlung	Modifiziert 2022
Empfehlungsgrad B ↑	Eine Notfallthorakotomie sollte bei penetrierenden thorakalen oder thorakoabdominalen Verletzungen, insbesondere nach kurz zurückliegendem Beginn des Herzkreislaufstillstandes, und initial bestehenden Lebenszeichen durchgeführt werden.	
Literatur, Evidenzgrad	keine Änderung zu 2016	
	Konsensstärke: 100%	

2.3.12	Empfehlung	Neu 2022
Empfehlungsgrad GPP	Eine innerklinische Notfallthorakotomie sollte bei nachfolgenden Indikationen (prähospitaler Reanimation <10 Minuten, Herzkreislaufstillstand im Schockraum) im Rahmen eines beobachteten Herzkreislaufstillstands beim Traumapatienten eingesetzt werden.	
	Konsensstärke: 100%	

REBOA

2.3.13	Empfehlung	Neu 2022
Empfehlungsgrad GPP	Die REBOA kann im Rahmen von traumatisch bedingter Reanimationen zur temporären proximalen Blutungskontrolle dienen.	
	Konsensstärke: 92%	

ECLS

2.3.14	Empfehlung	Geprüft 2022
Empfehlungsgrad 0 ↔	Im Einzelfall kann bei polytraumatisierten Patienten mit therapierefraktärem Kreislaufstillstand eine extrakorporale Zirkulation und Oxygenierung erwogen werden.	
Literatur, Evidenzgrad	keine Änderung zu 2016	
	Konsensstärke: 100%	

Beendigung der Reanimationsmaßnahmen

2.3.15	Empfehlung	Geprüft 2022
Empfehlungsgrad GPP	Vor Abbruch der Reanimationsmaßnahmen sollen alle potentiell reversiblen Ursachen eines traumatischen Herzkreislaufstillstandes ausgeschlossen oder behandelt sein.	
	Konsensstärke: 100%	

2.3.16	Empfehlung	Geprüft 2022
Empfehlungsgrad A ↑↑	Bei frustraner Reanimation nach Beseitigung möglicher traumaspezifischer, reversibler Ursachen des Herzkreislaufstillstandes soll die kardiopulmonale Reanimation beendet werden.	
Literatur, Evidenzgrad	keine Änderung zu 2016	
	Konsensstärke: 100%	

2.3.17	Empfehlung	Geprüft 2022
Empfehlungsgrad A ↑↑	Bei Vorliegen von sicheren Todeszeichen oder mit dem Leben nicht zu vereinbarenden Verletzungen soll die kardiopulmonale Reanimation nicht begonnen werden.	
Literatur, Evidenzgrad	keine Änderung zu 2016	
	Konsensstärke: 100%	

2.4 Gerinnungsmanagement und Volumentherapie

H. Lier*, C. Kugler[#], K. Gooßen[#], E. Strasser, B. Hußmann, M. Maegele, P. Hilbert-Carius

Trauma-induzierte Koagulopathie

2.4.1	Empfehlung	Modifiziert 2022
Empfehlungsgrad A ↑↑	Die Trauma-induzierte Koagulopathie ist ein eigenständiges Krankheitsbild mit deutlichem Einfluss auf das Überleben. Aus diesem Grund sollen Gerinnungsdiagnostik und -therapie spätestens im Schockraum eingeleitet werden.	
Literatur, Evidenzgrad	keine Änderung zu 2016	
	Konsensstärke: 100%	

2.4.2	Empfehlung	Modifiziert 2022
Empfehlungsgrad A ↑↑	Zur Basisdiagnostik von blutenden Schwerverletzten sollen frühzeitige und wiederholte Messungen von BGA, Quick (Prothrombinzeit), aPTT, Fibrinogen und Thrombozytenzahl sowie eine Blutgruppenbestimmung erfolgen.	
Literatur, Evidenzgrad	keine Änderung zu 2016	
	Konsensstärke: 100%	

2.4.3	Empfehlung	Modifiziert 2022
Empfehlungsgrad A ↑↑	Im Rahmen der Schockraumversorgung von blutenden Schwerverletzten soll zur Diagnostik und Therapie der Trauma-induzierten Koagulopathie der frühzeitige Einsatz viskoelastischer Testverfahren erfolgen.	
Literatur, Evidenzgrad	[117] Gonzalez 2016: LoE 1b [118] Hagemo 2015: LoE 2b [119] Moore 2017: LoE 2b [120] Spagnolello 2020: LoE 2b [121] Peng 2019: LoE 3b↓ [122] Rizoli 2016: LoE 3b↓	
	Konsensstärke: 100%	

„Damage Control Resuscitation“

2.4.4	Empfehlung	Modifiziert 2022
Empfehlungsgrad B ↑	Bei Patienten, die aktiv bluten, sollte bis zur chirurgischen Blutstillung eine permissive Hypotension (mittlerer arterieller Druck [MAP] ~65 mmHg, systolischer arterieller Druck ~ 80 mmHg) angestrebt werden.	
Literatur, Evidenzgrad	keine Änderung zu 2016	
	Konsensstärke: 100%	

2.4.5	Empfehlung	Neu 2022
Empfehlungsgrad B ↑	Bei Patienten (ohne kardio-pulmonale Vorerkrankungen) im hämorrhagischen Schock sollte prä-, intra- und früh (3-6 h) -postoperativ eine Flüssigkeitstherapie mit einem Ziel-MAP ~65 mmHg erfolgen.	
Literatur, Evidenzgrad	[123] Gu 2020: 1b [124] Lu 2018: 1b	
	Konsensstärke: 100%	

2.4.6	Empfehlung	Modifiziert 2022
Empfehlungsgrad B ↑	Bei der Kombination von hämorrhagischem Schock und Schädel-Hirn-Trauma (GCS <9) und/oder spinalem Trauma mit neurologischer Symptomatik sollte ein MAP von ~85 mmHg angestrebt werden.	
Literatur, Evidenzgrad	keine Änderung zu 2016	
	Konsensstärke: 100%	

2.4.7	Empfehlung	Modifiziert 2022
Empfehlungsgrad A ↑↑	Das Ausmaß und die Behandlung des Schocks soll durch wiederholte Messung von Laktat und/oder Basenüberschuss überprüft und gesteuert werden.	
Literatur, Evidenzgrad	keine Änderung zu 2016	
	Konsensstärke: 100%	

2.4.8	Empfehlung	Geprüft 2022
Empfehlungsgrad B ↑	Die Auskühlung des Patienten sollte mit geeigneten Maßnahmen vermieden und Normothermie angestrebt werden.	
Literatur, Evidenzgrad	keine Änderung zu 2016	
	Konsensstärke: 100%	

2.4.9	Empfehlung	Modifiziert 2022
Empfehlungsgrad B ↑	Durch eine geeignete und frühzeitige Schocktherapie sollte eine Azidämie vermieden werden.	
Literatur, Evidenzgrad	keine Änderung zu 2016	
	Konsensstärke: 100%	

2.4.10	Empfehlung	Geprüft 2022
Empfehlungsgrad B ↑	Eine Hypokalzämie <0,9 mmol/l sollte vermieden und eine Normokalzämie angestrebt werden.	
Literatur, Evidenzgrad	keine Änderung zu 2016	
	Konsensstärke: 100%	

Substitution gerinnungsaktiver Präparate

2.4.11	Empfehlung	Modifiziert 2022
Empfehlungsgrad B ↑	Ein Massivtransfusions- und Gerinnungstherapieprotokoll sollte lokal etabliert sein.	
Literatur, Evidenzgrad	keine Änderung zu 2016	
	Konsensstärke: 100%	

2.4.12	Empfehlung	Modifiziert 2022
Empfehlungsgrad B ↑	Bei einem aktiv blutenden Patienten ist die Indikation zur Transfusion individuell nach klinischen Kriterien, dem Verletzungsgrad, dem Ausmaß des Blutverlustes, der Kreislaufsituation und der Oxygenierung zu entscheiden. Nach hämodynamischer Stabilisierung sollte eine Normovolämie mit einem Ziel-Hb-Wert von 7–9 g/dl [4,3–5,6 mmol/l] angestrebt werden.	
Literatur, Evidenzgrad	keine Änderung zu 2016	
	Konsensstärke: 100%	

2.4.13	Empfehlung	Modifiziert 2022
Empfehlungsgrad B ↑	Wenn bei Massivblutungen Plasmavolumen ersetzt werden muss, sollte der Einsatz von therapeutischem Plasma möglichst frühzeitig erfolgen.	
Literatur, Evidenzgrad	keine Änderung zu 2016	
	Konsensstärke: 100%	

2.4.14	Empfehlung	Neu 2022
Empfehlungsgrad A ↑↑	Die Gerinnungsdiagnostik und -therapie soll über viskoelastische Testverfahren gesteuert werden.	
Literatur, Evidenzgrad	[117] Gonzalez 2016: LoE 1b [118] Hagemo 2015: LoE 2b [119] Moore 2017: LoE 2b [120] Spagnolello 2020: LoE 2b [121] Peng 2019: LoE 3b↓ [122] Rizoli 2016: LoE 3b↓	
	Konsensstärke: 100%	

2.4.15	Empfehlung	Neu 2022
Empfehlungsgrad B ↑	Die Gerinnungsdiagnostik und -therapie sollte durch eine Diagnostik der Thrombozytenfunktion ergänzt werden.	
Literatur, Evidenzgrad	[125] Connelly 2017: LoE 2b	
	Konsensstärke: 100%	

2.4.16	Empfehlung	Modifiziert 2022
Empfehlungsgrad B ↑	Wird die Gerinnungstherapie bei Massivtransfusion durch die Gabe von therapeutischem Plasma durchgeführt, sollte ein Verhältnis von therapeutischem Plasma:EK:TK im Bereich von 4:4:1 angestrebt werden. Ansonsten sollte die Gabe von therapeutischem Plasma restriktiv erfolgen.	
Literatur, Evidenzgrad	keine Änderung zu 2016	
	Konsensstärke: 100%	

2.4.17	Empfehlung	Modifiziert 2022
Empfehlungsgrad A ↑↑	Bei Patienten mit lebensbedrohlichen Blutungen und/oder im Schock sowie bei nachgewiesener Hyperfibrinolyse soll möglichst frühzeitig / prähospital die Gabe von 1 g Tranexamsäure (TxA) über 10 Minuten, ggf. gefolgt von einer Infusion von 1 g über 8 Stunden, erfolgen.	
Literatur, Evidenzgrad	[60] Guyette 2020: LoE 1b [62] Roberts 2014: LoE 1b [61] Roberts 2017: LoE 1b [63] Khan 2018: LoE 2b	
	Konsensstärke: 100%	

2.4.18	Empfehlung	Geprüft 2022
Empfehlungsgrad B ↑	Mehr als 3 Stunden nach dem Trauma sollte mit der Gabe von Tranexamsäure nicht mehr begonnen werden (außer bei nachgewiesener Hyperfibrinolyse).	
Literatur, Evidenzgrad	keine Änderung zu 2016	
	Konsensstärke: 100%	

2.4.19	Empfehlung	Neu 2022
Empfehlungsgrad B ↑	Da nur bei ~20% der Traumapatienten eine Hyperfibrinolyse auftritt und Tranexamsäure (TxA) bei Fehlen einer Hyperfibrinolyse schädlich ist, sollte TxA nicht automatisch jedem Verletzten appliziert werden.	
Literatur, Evidenzgrad	[126] Spinella 2020: LoE 2b↓ [127] Moore 2017: LoE 2b	
	Konsensstärke: 100%	

2.4.20	Empfehlung	Neu 2022
Empfehlungsgrad A ↑↑	Bei Patienten mit lebensbedrohlichen Blutungen und/oder im Schock soll zusätzlich die Gabe von Fibrinogen (initial 3-6 g bzw. 30-60 mg/kg) erfolgen.	
Literatur, Evidenzgrad	[128] Akbari 2018: LoE 1b [129] Innerhofer 2017: LoE 1b [130] Nascimento 2016: LoE 2b↓	
	Konsensstärke: 100%	

2.4.21	Empfehlung	Neu 2022
Empfehlungsgrad B ↑	Bei Patienten mit lebensbedrohlichen Blutungen und/oder im Schock sollte zusätzlich zur Gabe von Fibrinogen die Gabe von Prothrombinkomplekonzentrat (PPSB) erfolgen.	
Literatur, Evidenzgrad	[129] Innerhofer 2017: LoE 1b [131] Zeeshan 2019: LoE 2b↓	
	Konsensstärke: 100%	

2.4.22	Empfehlung	Geprüft 2022
Empfehlungsgrad GPP	Innerhalb von 24 Stunden nach Blutungsstopp soll über Art und Beginn der Thromboseprophylaxe entschieden werden.	
	Konsensstärke: 100%	

2.4.23	Empfehlung	Neu 2022
Empfehlungsgrad GPP	Die Anlage zentraler Zugänge soll, sofern sofort verfügbar, ultraschall-gesteuert erfolgen.	
	Konsensstärke: 92%	

2.5 Bildgebung

S. Huber-Wagner*, R. Braunschweig⁺, D. Kildal⁺, D. Bieler⁺, S. Reske, T. Wurmb, B. Prediger[#], M. Hertwig[#], C. Kugler[#], G. Achatz, B. Friemert, C. Schoeneberg*

Sonografie / Ultraschall

2.5.1	Empfehlung	Modifiziert 2022
Empfehlungsgrad B ↑	Zur Diagnostik nach stumpfem und/oder penetrierendem Thorax- und/oder Abdominaltrauma sollte eine eFAST im Rahmen des Primary Survey im Schockraum durchgeführt werden.	
Literatur, Evidenzgrad	[132] Akdemir 2019: LoE 2b [133] Akoglu 2018: LoE 2b [134] Bagheri-Hariri 2019: LoE 2b [135] Ezzat 2018: LoE 2b [136] Kozaci 2019: LoE 2b [137] Leblanc 2014: LoE 2b [138] Zanobetti 2018: LoE 3b	
	Konsensstärke: 100%	

2.5.2	Empfehlung	Modifiziert 2022
Empfehlungsgrad B ↑	Sonografische Wiederholungsuntersuchungen des Thorax und/oder Abdomens sollten zur Verlaufskontrolle bei pathologischem Befund nach durchgeführtem GKCT erfolgen.	
Literatur, Evidenzgrad	[132] Akdemir 2019: LoE 2b [133] Akoglu 2018: LoE 2b [134] Bagheri-Hariri 2019: LoE 2b [135] Ezzat 2018: LoE 2b [136] Kozaci 2019: LoE 2b [137] Leblanc 2014: LoE 2b [139] Quinn 2011: LoE 3a↓ [140] Becker 2010: LoE 3b↓ [141] Ingeman 1996: LoE 3b↓ [142] Lentz 1996: LoE 3b↓ [143] Richards 2002: LoE 3b↓ [144] Schleder 2013: LoE 3b↓ [145] Smith 2010: LoE 3b↓ [138] Zanobetti 2018: LoE 3b	
	Konsensstärke: 100%	

Röntgen des Thorax und Beckens

2.5.3	Empfehlung	Modifiziert 2022
Empfehlungsgrad B ↑	Falls unklar bleibt, ob eine relevante thorakale Verletzung besteht und keine unmittelbare CT-Thorax durchgeführt werden kann, sollte eine Röntgenaufnahme des Thorax angefertigt werden.	
Literatur, Evidenzgrad	[146] Wilkerson 2010: LoE 2a [147] Blaivas 2005: LoE 2b [148] Soldati 2008: LoE 2b [149] Soldati 2006: LoE 2b [150] Zhang 2006: LoE 2b [151] Botelho Filho 2015: LoE 3b	
	Konsensstärke: 100%	

2.5.4	Empfehlung	Modifiziert 2022
Empfehlungsgrad GPP	Falls unklar bleibt, ob eine relevante pelvine Verletzung besteht und keine unmittelbare CT durchgeführt werden kann, kann eine Röntgenaufnahme des Beckens angefertigt werden.	
	Konsensstärke: 100%	

Computertomografie (CT) / Ganzkörper-Computertomografie (GKCT)

2.5.5	Empfehlung	Modifiziert 2022
Empfehlungsgrad A ↑↑	Im Rahmen der Diagnostik von Schwerverletzten soll eine zeitnahe Ganzkörper-Computertomografie* mit traumaspezifischem Protokoll durchgeführt werden, wenn keine sofort interventions-/operations- und/oder reanimationspflichtige Situation vorliegt und der RR _{sys} nicht unter 60 mmHg ist. *(Kopf bis einschließlich Becken, CCT nativ)	
Literatur, Evidenzgrad	[152] Sierink 2016: LoE 1b [153] Cook 2015: LoE 2b [154] Huber-Wagner 2013: LoE 2b [155] Tsutsumi 2017: LoE 2b [156] Lang 2017: LoE 2b [157] Topp 2015: LoE 2b [158] Katayama 2018: LoE 2b [159] Palm 2018: LoE 2b [160] Huber-Wagner 2009: LoE 2b [161] Kanz 2010: LoE 2b [162] Stengel 2012: LoE 3b↓ [163] Bieler 2020: LoE 3b	
	Konsensstärke: 100%	

2.5.6	Empfehlung	Modifiziert 2022
Empfehlungsgrad B ↑↑	Eine Ganzkörper-Computertomografie sollte bei V.a. Schwerverletzung /Polytrauma durchgeführt werden bei: <ul style="list-style-type: none"> • einer Störung der Vitalparameter (Kreislauf, Atmung, Bewusstsein, Neurologie). • pathologischem Untersuchungsbefund und/oder Bildgebungsbefund von Thorax und/oder Abdomen und/oder Becken und/oder Wirbelsäule • Fraktur von mindestens 2 langen Röhrenknochen • Unfallmechanismus (Sturz >4 m; Einklemmung Thorax/Abdomen) 	
Literatur, Evidenzgrad	[164] Treskes 2017: LoE 2b	
	Konsensstärke: 100%	

Magnetresonanztomografie (MRT)

2.5.7	Empfehlung	Neu 2022
Empfehlungsgrad GPP	Die Magnetresonanztomografie (MRT) kann bei gezielten Fragestellungen (z.B. diskoligamentäre Wirbelsäulenverletzungen, morphologisches Korrelat einer Querschnittsymptomatik) in der weiterführenden Primärdiagnostik indiziert sein. Für die Durchführung einer MRT im Rahmen der Erstdiagnostik schwerverletzter/polytraumatisierter Patienten sind umfangreiche Voraussetzungen zu erfüllen. Entsprechende Festlegungen sollten ortsbezogen in SOP's zur Verfügung stehen.	
	Konsensstärke: 86%	

2.6 Endovaskuläre Therapie von Blutungen und Gefäßläsionen

H.-J. Wagner*, P. Hilbert-Carius, R. Braunschweig, D. Kildal, D. Hinck, T. Albrecht, N. Könsgen[#], K. Gooßen[#]

Strukturqualität der endovaskulären Versorgung traumatischer Blutungen/Gefäßverletzungen

2.6.1	Empfehlung	Modifiziert 2022
Empfehlungsgrad GPP	Die endovaskuläre Therapie von Blutungen und Gefäßläsionen sollte an einer stationären Angiographieeinheit durch einen erfahrenen endovaskulären Therapeuten an hämodynamisch stabilisierten Patienten (permissive Hypotension) erfolgen.	
	Konsensstärke: 100%	

Diagnostik traumatischer Blutungen/Gefäßverletzungen

2.6.2	Empfehlung	Modifiziert 2022
Empfehlungsgrad B ↑	Die Diagnostik von Blutungen und Gefäßverletzungen sollte mittels einer kontrastverstärkten CT des gesamten Körpers erfolgen.	
Literatur, Evidenzgrad	[165] Moon 2021: LoE 2a	
	Konsensstärke: 100%	

Endovaskuläre Ballonokklusion der Aorta (REBOA)

2.6.3	Empfehlung	Modifiziert 2022
Empfehlungsgrad 0 ↔	Bei Patienten im schweren hämorrhagischen Schock aufgrund nichtkomprimierbarer Körperstammb Blutungen unterhalb des Zwerchfells, kann bis zur definitiven Blutungskontrolle eine endovaskuläre Ballonokklusion der Aorta (REBOA) durchgeführt werden.	
Literatur, Evidenzgrad	<p><i>potentiell positiver Effekt:</i> [166] Abe 2016: LoE 2b [167] Asmar 2021: LoE 2b [168] Bukur 2021: LoE 2b [169] Teeter 2018: LoE 2b [170] Yamamoto 2019: LoE 2b [171] Yamamoto 2020: LoE 2b [172] Brenner 2018: LoE 3b↓</p> <p><i>kein signifikanter Effekt:</i> [173] Aso 2017: LoE 2b [174] Coccolini 2020: LoE 2b [175] DuBose 2016: LoE 2b [176] Henry 2020: LoE 2b [177] Ordoñez 2020: LoE 2b</p> <p><i>potentiell negativer Effekt:</i> [178] Inoue 2016: LoE 2b [179] Joseph 2019: LoE 2b [180] Mikdad 2020: LoE 2b [181] Norii 2015: LoE 2b</p>	
	Konsensstärke: 100%	

Therapie der stumpfen traumatischen thorakalen und abdominellen Aortenruptur

2.6.4	Empfehlung	Neu 2022
Empfehlungsgrad B ↑	Eine stumpfe Verletzung der thorakalen oder abdominellen Aorta sollte endovaskulär (TEVAR/EVAR) versorgt werden. Wenn die Art der Aortenverletzung es erlaubt, sollte die Versorgung frühelektiv erst nach den ersten 24 Stunden erfolgen.	
Literatur, Evidenzgrad	[182] Alarhayem 2021: LoE 2b [183] Dayama 2017: LoE 2b [184] Grigorian 2018: LoE 2b [185] Marcaccio 2018: LoE 2b [186] Scalea 2019: LoE 2b [187] Sheehan 2020: LoE 2b [188] Kondo 2019: LoE 3b↓	
	Konsensstärke: 100%	

Gefäßläsionen außerhalb der Aorta

2.6.5	Empfehlung	Modifiziert 2022
Empfehlungsgrad B ↑	Bei arteriellen Gefäßverletzungen wie Intimadisektion, Gefäßzerreiung, AV-Fistel oder Pseudoaneurysmabildung sollte eine endovaskuläre Therapie angestrebt werden.	
Literatur, Evidenzgrad	[189] Blitzer 2020: LoE 2b [190] Matsumoto 2018: LoE 2b	
	Konsensstärke: 100%	

Embolisation traumatischer Blutungen parenchymatöser abdomineller Organe

2.6.6	Empfehlung	Modifiziert 2022
Empfehlungsgrad B ↑	Blutungen parenchymatöser abdomineller Organe sollten endovaskulär mittels Embolisation therapiert werden. Eine frühzeitige Embolisation kann die Mortalität senken. Milzverletzungen, die nicht sofort eine Intervention erfordern, sollten beobachtet werden und ggf. sekundär versorgt werden.	
Literatur, Evidenzgrad	[191] Arvieux 2020: LoE 1b [192] Chehab 2020: LoE 2b	
	Konsensstärke: 100%	

2.7 Thorax

C. Schreyer*, S. Schulz-Drost, M. Struck, T. Berk, H. Trentzsch, J. Neudecker, B. Thiel, J. Breuing#, B. Prediger#, C. Waydhas

Welchen Stellenwert hat die Anamnese?

2.7.1	Empfehlung	Geprüft 2022
Empfehlungsgrad B ↑	Eine genaue Erhebung der (Fremd-)Anamnese sollte erfolgen.	
Literatur, Evidenzgrad	keine Änderung zu 2016	
	Konsensstärke: 100%	

2.7.2	Empfehlung	Geprüft 2022
Empfehlungsgrad B ↑	Hochrasanztraumen und Verkehrsunfälle mit Lateralaufprall sollten als Hinweise auf ein Thoraxtrauma/eine Aortenruptur gedeutet werden.	
Literatur, Evidenzgrad	keine Änderung zu 2016	
	Konsensstärke: 100%	

Welchen Stellenwert besitzen Befunde der körperlichen Untersuchung?

2.7.3	Empfehlung	Geprüft 2022
Empfehlungsgrad A ↑↑	Eine klinische Untersuchung des Thorax soll durchgeführt werden.	
Literatur, Evidenzgrad	keine Änderung zu 2016	
	Konsensstärke: 100%	

2.7.4	Empfehlung	Geprüft 2022
Empfehlungsgrad A ↑↑	Eine Auskultation soll bei der körperlichen Untersuchung erfolgen.	
Literatur, Evidenzgrad	keine Änderung zu 2016	
	Konsensstärke: 100%	

Welchen Stellenwert bzw. welche Indikation hat die apparative Diagnostik (Röntgen-Thorax, Ultraschall, CT, Angiografie, EKG, Laboruntersuchungen)?

2.7.5	Empfehlung	Modifiziert 2022
Empfehlungsgrad B ↑	Wenn ein Thoraxtrauma klinisch nicht ausgeschlossen werden kann und keine CT-Bildgebung indiziert ist, sollte eine sonografische Bildgebung (eFAST) und ein Röntgenthorax in der Schockraumphase erfolgen.	
Literatur, Evidenzgrad	Zusätzliche Evidenz aus Aktualisierung 2022: [193] Ojaghi Haghighi 2014: LoE 2b	
	Konsensstärke: 100%	

2.7.6	Empfehlung	Geprüft 2022
Empfehlungsgrad B ↑	Eine Spiral-CT des Thorax mit Kontrastmittel sollte bei jedem Patienten mit klinischen bzw. anamnestischen Hinweisen auf ein schweres Thoraxtrauma durchgeführt werden.	
Literatur, Evidenzgrad	keine Änderung zu 2016	
	Konsensstärke: 100%	

2.7.7	Empfehlung	Geprüft 2022
Empfehlungsgrad A ↑↑	Ein kontinuierliches Monitoring durch ein Dreikanal-EKG soll zur Überwachung einer etwaigen myokardialen Schädigung durchgeführt werden.	
Literatur, Evidenzgrad	keine Änderung zu 2016	
	Konsensstärke: 100%	

2.7.8	Empfehlung	Modifiziert 2022
Empfehlungsgrad A ↑↑	Bei V. a. eine stumpfe Myokardverletzung soll ein Zwölfkanal-EKG in Verbindung mit einer hsTroponin Bestimmung durchgeführt werden.	
Literatur, Evidenzgrad	keine Änderung zu 2016	
	Konsensstärke: 100%	

Stellenwert der Thoraxdrainage beim Pneumothorax / Hämatothorax

2.7.9	Empfehlung	Modifiziert 2022
Empfehlungsgrad A ↑↑	Ein klinisch relevanter oder progredienter Pneumothorax soll initial beim beatmeten Patienten mittels Thoraxdrainage entlastet werden.	
Literatur, Evidenzgrad	keine Änderung zu 2016	
	Konsensstärke: 100%	

2.7.10	Empfehlung	Modifiziert 2022
Empfehlungsgrad B ↑	Beim nichtbeatmeten Patienten sollte ein progredienter Pneumothorax mittels Thoraxdrainage entlastet werden.	
Literatur, Evidenzgrad	keine Änderung zu 2016	
	Konsensstärke: 100%	

2.7.11	Empfehlung	Modifiziert 2022
Empfehlungsgrad B ↑	Thoraxdrainagen der Größe 24–32 Charrière sollten beim instabilen Patienten mit Pneumothorax und notwendiger notfallmäßiger Einlage einer Thoraxdrainage bevorzugt werden.	
Literatur, Evidenzgrad	keine Änderung zu 2016	
	Konsensstärke: 100%	

2.7.12	Empfehlung	Neu 2022
Empfehlungsgrad B ↑	Beim stabilen Patienten mit relevantem und progredienten Pneumothorax sollte eine kleinere Drainagegröße ≥ 14 Charrière gewählt werden.	
Literatur, Evidenzgrad	[194] Kulvatunyou 2021: LoE 1b	
	Konsensstärke: 100%	

2.7.13	Empfehlung	Modifiziert 2022
Empfehlungsgrad B ↑	Ein klinisch relevanter oder progredienter Hämatothorax sollte initial mittels einer Thoraxdrainage entlastet werden.	
Literatur, Evidenzgrad	keine Änderung zu 2016	
	Konsensstärke: 100%	

2.7.14	Empfehlung	Modifiziert 2022
Empfehlungsgrad B ↑	Thoraxdrainagen der Größe 24–32 Charrière sollten beim instabilen Patienten mit Hämatothorax und notwendiger notfallmäßiger Einlage einer Thoraxdrainage bevorzugt werden.	
Literatur, Evidenzgrad	keine Änderung zu 2016	
	Konsensstärke: 100%	

2.7.15	Empfehlung	Neu 2022
Empfehlungsgrad B ↑	Beim stabilen Patienten mit relevantem Hämatothorax sollte eine kleinere Drainagegröße ≥ 14 Charrière gewählt werden.	
Literatur, Evidenzgrad	[194] Kulvatunyou 2021: LoE 1b	
	Konsensstärke: 94%	

Thorakotomie, Thorakoskopie und Perikardentlastung

2.7.16	Empfehlung	Geprüft 2022
Empfehlungsgrad B ↑	Eine Perikardentlastung sollte bei nachgewiesener Herzbeutel tamponade und sich akut verschlechternden Vitalparametern durchgeführt werden.	
Literatur, Evidenzgrad	keine Änderung zu 2016	
	Konsensstärke: 100%	

2.7.17	Empfehlung	Geprüft 2022
Empfehlungsgrad GPP	Bei hämodynamisch instabilen Patienten mit Thoraxtrauma sollte eine eFAST-Untersuchung zum Ausschluss einer Perikardtamponade erfolgen.	
	Konsensstärke: 100%	

2.7.18	Empfehlung	Modifiziert 2022
Empfehlungsgrad GPP	Eine Thorakotomie kann bei initial hohem oder persistierendem relevantem Blutverlust über die liegende Thoraxdrainage sowohl bei stabilem als auch instabilem Patienten erfolgen.	
	Konsensstärke: 100%	

2.7.19	Empfehlung	Neu 2022
Empfehlungsgrad GPP	Alternativ zu einer Thorakotomie kann eine VATS (Videoassistierte Thorakoskopie) bei einem kardiopulmonal stabilen Patienten erfolgen.	
	Konsensstärke: 100%	

2.7.20	Empfehlung	Geprüft 2022
Empfehlungsgrad B ↑	Bei Patienten mit stumpfem Trauma und fehlenden Lebenszeichen am Unfallort sollte eine Notfallthorakotomie im Schockraum nicht durchgeführt werden.	
Literatur, Evidenzgrad	keine Änderung zu 2016	
	Konsensstärke: 100%	

2.8 Abdomen

R. Schwab*, W. Bader, S. Flohé, S. Huber-Wagner, E. Klar, L. Wessel, C. Güsgen

2.8.1	Empfehlung	Geprüft 2022
Empfehlungsgrad A ↑↑	Das Abdomen soll untersucht werden, obwohl ein unauffälliger Befund eine relevante intraabdominelle Verletzung selbst beim wachen Patienten nicht ausschließt.	
Literatur, Evidenzgrad	keine Änderung zu 2016	
	Konsensstärke: 100%	

Sonografie

2.8.2	Empfehlung	Geprüft 2022
Empfehlungsgrad B ↑	Eine initiale fokussierte abdominelle Sonografie zum Screening freier Flüssigkeit, „Focused Assessment with Sonography for Trauma“ (FAST), sollte durchgeführt werden.	
Literatur, Evidenzgrad	keine Änderung zu 2016	
	Konsensstärke: 100%	
2.8.3	Empfehlung	Geprüft 2022
Empfehlungsgrad B ↑	Sonografische Wiederholungsuntersuchungen sollten im zeitlichen Verlauf erfolgen, wenn eine computertomografische Untersuchung nicht zeitnah durchgeführt werden kann.	
Literatur, Evidenzgrad	keine Änderung zu 2016	
	Konsensstärke: 95%	

2.8.4	Empfehlung	Geprüft 2022
Empfehlungsgrad 0 ↔	Sofern die Computertomografie nicht durchführbar ist, kann eine gezielte sonografische Suche nach Parenchymverletzungen ergänzend zur FAST eine Alternative darstellen.	
Literatur, Evidenzgrad	keine Änderung zu 2016	
	Konsensstärke: 100%	

Computertomografie

2.8.5	Empfehlung	Geprüft 2022
Empfehlungsgrad A ↑↑	Die Mehrschicht-Spiral-CT (MSCT) hat eine hohe Sensitivität und die höchste Spezifität im Erkennen intraabdomineller Verletzungen und soll deshalb nach Abdominaltrauma durchgeführt werden.	
Literatur, Evidenzgrad	keine Änderung zu 2016	
	Konsensstärke: 100%	

Einfluss des hämodynamischen Zustandes des Patienten auf die Diagnostik

2.8.6	Empfehlung	Geprüft 2022
Empfehlungsgrad B ↑	Bei hämodynamisch aufgrund einer intraabdominellen Läsion (freie Flüssigkeit) nicht stabilisierbaren Patienten sollte unverzüglich eine Notfall-Laparotomie eingeleitet werden. Die Möglichkeit eines Schocks nicht abdomineller Ursache sollte hierbei berücksichtigt werden.	
Literatur, Evidenzgrad	keine Änderung zu 2016	
	Konsensstärke: 100%	

2.9 Becken

P. Mörsdorf*, D. Osche, S. Herath, K. Sprengel, A. Weise[#], N. Könsgen[#], U. Schweigkofler

Welchen Stellenwert hat die initiale klinische Beurteilung des Beckens?

2.9.1	Empfehlung	Geprüft 2022
Empfehlungsgrad A ↑↑	Bei Eintreffen des Patienten in der Klinik soll eine akut lebensbedrohliche Beckenverletzung ausgeschlossen werden.	
Literatur, Evidenzgrad	keine Änderung zu 2016	
	Konsensstärke: 100%	

2.9.2	Empfehlung	Modifiziert 2022
Empfehlungsgrad A ↑↑	Das Becken des Patienten soll klinisch untersucht werden.	
Literatur, Evidenzgrad	Lustenberger et al (2016), 2b Van Leent et al (2019), 2b Schweigkofler et al (2018), 2b	
	Konsensstärke: 100%	

Welche Maßnahmen sind im Rahmen der primären Diagnostik bei Verdacht auf Verletzungen des Beckens durchzuführen?

2.9.3	Empfehlung	Modifiziert 2022
Empfehlungsgrad A ↑↑	Bei Verdacht auf eine knöcherne Beckenverletzung soll eine Beckenübersichtsaufnahme oder eine Computertomographie (CT) durchgeführt werden.	
Literatur, Evidenzgrad	keine Änderung zu 2016	
	Konsensstärke: 100%	

Wie erfolgt eine Notfallstabilisierung des Beckens?

2.9.4	Empfehlung	Modifiziert 2022
Empfehlungsgrad A ↑↑	Bei mechanisch instabilem Beckenring und hämodynamischer Instabilität soll eine mechanische Notfallstabilisierung des Beckens vorgenommen werden.	
Literatur, Evidenzgrad	Berger-Grosch et al (2021), 2b Esmer et al (2017), 2b Ohmori et al (2018), 2b Höch et al (2021), 2b Schweigkofler et al (2021), 3b↓	
	Konsensstärke: 100%	

Welche Maßnahmen sind bei Beckenfrakturen bezüglich einer begleitenden hämodynamischen Instabilität zu ergreifen?

2.9.5	Empfehlung	Modifiziert 2022
Empfehlungsgrad B ↑	Bei einer persistierenden Blutung und hämodynamischer Instabilität sollte eine Blutungskontrolle mit den geeigneten Mitteln (Packing, ggf. endovaskulär, chirurgisch) erfolgen.	
Literatur, Evidenzgrad	Mann et al (2018), 2b Mikdad et al (2020), 2b	
	Konsensstärke: 100%	

2.10 Schädel-Hirn-Trauma

U.M. Mauer*, N. Könsgen#, N. Meyer#, S. Hess#, P. Hilbert-Carius, A. Bender, M. Maegele

Akutversorgung im Schockraum

2.10.1	Empfehlung	Geprüft 2022
Empfehlungsgrad A ↑↑	Die wiederholte Erfassung und Dokumentation von Bewusstseinslage, mit Pupillenfunktion und Glasgow Coma Scale (Motorik bds.) soll erfolgen.	
Literatur, Evidenzgrad	keine Änderung zu 2016	
	Konsensstärke: 100%	

2.10.2	Empfehlung	Geprüft 2022
Empfehlungsgrad A ↑↑	Anzustreben sind eine Normoxie, Normokapnie und Normotonie. Ein Absinken der arteriellen Sauerstoffsättigung unter 90% soll vermieden werden.	
Literatur, Evidenzgrad	keine Änderung zu 2016	
	Konsensstärke: 100%	

2.10.3	Empfehlung	Geprüft 2022
Empfehlungsgrad A ↑↑	Bei bewusstlosen Patienten (Anhaltsgröße GCS ≤8) soll eine Intubation mit adäquater Beatmung (mit Kapnometrie und Blutgasanalyse) erfolgen.	
Literatur, Evidenzgrad	keine Änderung zu 2016	
	Konsensstärke: 100%	

2.10.4	Empfehlung	Modifiziert 2022
Empfehlungsgrad A ↑↑	Beim Erwachsenen sollte eine arterielle Normotension mit einem systolischen Blutdruck ≥ 110 mmHg angestrebt werden.	
Literatur, Evidenzgrad	[195] Asmar 2021: LoE 2b [86] Shibahashi 2018: LoE 2b	
	Konsensstärke: 100%	

2.10.5	Empfehlung	Geprüft 2022
Empfehlungsgrad A ↑↑	Beim Polytrauma mit Verdacht auf Schädel-Hirn-Verletzung soll eine CCT durchgeführt werden.	
Literatur, Evidenzgrad	keine Änderung zu 2016	
	Konsensstärke: 100%	

2.10.6	Empfehlung	Geprüft 2022
Empfehlungsgrad A ↑↑	Im Falle einer neurologischen Verschlechterung soll eine (Kontroll-)CT durchgeführt werden.	
Literatur, Evidenzgrad	keine Änderung zu 2016	
	Konsensstärke: 100%	

2.10.7	Empfehlung	Geprüft 2022
Empfehlungsgrad B ↑	Bei bewusstlosen Patienten und /oder Verletzungszeichen in der initialen CCT sollte eine Verlaufs-CCT innerhalb von 8 Stunden durchgeführt werden.	
Literatur, Evidenzgrad	keine Änderung zu 2016	
	Konsensstärke: 100%	

2.10.8	Empfehlung	Geprüft 2022
Empfehlungsgrad A ↑↑	Zur Behandlung des SHT soll auf die Gabe von Glukokortikoiden verzichtet werden.	
Literatur, Evidenzgrad	keine Änderung zu 2016	
	Konsensstärke: 100%	

2.10.9	Empfehlung	Geprüft 2022
Empfehlungsgrad 0 ↔	Bei Verdacht auf stark erhöhten intrakraniellen Druck, insbesondere bei Zeichen der transtentoriellen Herniation (Pupillenerweiterung, Strecksynergismen, Streckreaktion auf Schmerzreiz, progrediente Bewusstseinstörung), können die folgenden Maßnahmen angewandt werden: <ul style="list-style-type: none"> • Hyperventilation • Mannitol • Hypertone Kochsalzlösung 	
Literatur, Evidenzgrad	keine Änderung zu 2016	
	Konsensstärke: 100%	

2.11 Wirbelsäule

F. Högel*, O. Gonschorek, A. Woltmann

Anamnese

2.11.1	Empfehlung	Geprüft 2022
Empfehlungsgrad B ↑	Die Anamnese hat einen hohen Stellenwert und sollte erhoben werden.	
Literatur, Evidenzgrad	keine Änderung zu 2016	
	Konsensstärke: 100%	

Klinische Untersuchung

2.11.2	Empfehlung	Geprüft 2022
Empfehlungsgrad B ↑	Im Schockraum hat die klinische Untersuchung bei Wirbelsäulenverletzungen einen hohen Stellenwert und sollte durchgeführt werden.	
Literatur, Evidenzgrad	keine Änderung zu 2016	
	Konsensstärke: 100%	

Bildgebende Diagnostik

2.11.3	Empfehlung	Geprüft 2022
Empfehlungsgrad B ↑	Eine Wirbelsäulenverletzung sollte nach Kreislaufstabilisierung und vor Verlegung auf die Intensivstation durch bildgebende Diagnostik abgeklärt werden	
Literatur, Evidenzgrad	keine Änderung zu 2016	
	Konsensstärke: 88%	

2.11.4	Empfehlung	Geprüft 2022
Empfehlungsgrad B ↑	Für die Schockraumdiagnostik sollte bei Kreislaufstabilität je nach Ausstattung der aufnehmenden Klinik die Wirbelsäule abgeklärt werden: Vorzugsweise durch Mehrschicht-Spiral-CT von Kopf bis Becken oder ersatzweise durch konventionelle Röntgendiagnostik der gesamten Wirbelsäule (a. p. und seitlich, Densziel).	
Literatur, Evidenzgrad	keine Änderung zu 2016	
	Konsensstärke: 88%	

Computertomografie

2.11.5	Empfehlung	Geprüft 2022
Empfehlungsgrad B ↑	Im konventionellen Röntgen pathologische, verdächtige und nichtbeurteilbare Regionen sollten mit CT weiter abgeklärt werden.	
Literatur, Evidenzgrad	keine Änderung zu 2016	
	Konsensstärke: 88%	

Notfallmaßnahmen wie Reposition und Kortisonbehandlung

2.11.6	Empfehlung	Geprüft 2022
Empfehlungsgrad B ↑	Im Ausnahmefall einer geschlossenen Notfallreposition der Wirbelsäule sollte diese nur nach suffizienter CT-Diagnostik der Verletzung vorgenommen werden.	
Literatur, Evidenzgrad	keine Änderung zu 2016	
	Konsensstärke: 88%	

2.12 Unterkiefer und Mittelgesicht

H. Hanken*, C. Kugler#, A. Weise#

2.12.1	Empfehlung	Geprüft 2022
Empfehlungsgrad B ↑	Bei der klinischen Untersuchung des Kopf-Hals-Bereiches beim polytraumatisierten Patienten sollten Verletzungen aus funktionellen und ästhetischen Gesichtspunkten ausgeschlossen werden.	
Literatur, Evidenzgrad	keine Änderung zu 2016	
	Konsensstärke: 100%	

2.12.2	Empfehlung	Geprüft 2022
Empfehlungsgrad B ↑	Zur vollständigen Beurteilung der Situation sollten bei klinischem Anhalt für Unterkiefer- und Mittelgesichtsverletzungen weiterführende diagnostische Maßnahmen durchgeführt werden.	
Literatur, Evidenzgrad	keine Änderung zu 2016	
	Konsensstärke: 100%	

2.13 Hals

F. Waldfahrer*, N. Meyer#, S. Wahlen#, J. Zenk

2.13.1	Empfehlung	Geprüft 2022
Empfehlungsgrad A ↑↑	Die Sicherstellung der Atemwege soll bei der Therapie von Verletzungen des Halses Priorität haben.	
Literatur, Evidenzgrad	keine Änderung zu 2016	
	Konsensstärke: 100%	

2.13.2	Empfehlung	Modifiziert 2022
Empfehlungsgrad B ↑	Bei Halsverletzungen mit drohender Verlegung der Atemwege sollte frühzeitig eine Intubation oder – falls dies nicht möglich ist – die Anlage eines chirurgischen Atemweges erwogen werden.	
Literatur, Evidenzgrad	keine Änderung zu 2016	
	Konsensstärke: 100%	

Diagnostik

2.13.3	Empfehlung	Modifiziert 2022
Empfehlungsgrad B ↑	Zur Feststellung von Art und Schwere der Verletzung sollte eine Computertomografie der Halsweichteile durchgeführt werden.	
Literatur, Evidenzgrad	keine Änderung zu 2016	
	Konsensstärke: 100%	

2.13.4	Empfehlung	Geprüft 2022
Empfehlungsgrad B ↑	Bei klinischem oder computertomografischem Verdacht auf eine Halsverletzung sollte eine endoskopische Untersuchung des traumatisierten Bereiches erfolgen.	
Literatur, Evidenzgrad	keine Änderung zu 2016	
	Konsensstärke: 100%	

2.13.5	Empfehlung	Modifiziert 2022
Empfehlungsgrad B ↑	Bei penetrierenden Verletzungen der Arteria carotis interna bzw. Arteria carotis communis sollte eine operative Versorgung in Betracht gezogen werden. Dabei kann ein offenes chirurgisches oder ein endovaskuläres Vorgehen gewählt werden.	
Literatur, Evidenzgrad	[196] Blitzer 2020: LoE 2b	
	Konsensstärke: 100%	

2.13.6	Empfehlung	Modifiziert 2022
Empfehlungsgrad O ↔	Bei stumpfen Verletzungen der Arteria carotis kann primär eine konservative Behandlung in Betracht gezogen werden.	
Literatur, Evidenzgrad	[189] Blitzer 2020: LoE 2b	
	Konsensstärke: 95%	

2.13.7	Empfehlung	Modifiziert 2022
Empfehlungsgrad B ↑	Sofern bei stumpfen Verletzungen der Arteria carotis ein operatives oder endovaskuläres Vorgehen gewählt wird, sollte dieses erst nach 24 Stunden erfolgen.	
Literatur, Evidenzgrad	[189] Blitzer 2020: LoE 2b	
	Konsensstärke: 95%	

2.14 Extremitäten

B. Hußmann*, T. Bürger, M. Mutschler, C. Probst, S. Lendemans

Stellenwert der Beurteilung und Untersuchung

Apparative Diagnostik

2.14.1	Empfehlung	Geprüft 2022
Empfehlungsgrad B ↑	Bei sicheren oder unsicheren Frakturzeichen sollten Extremitätenbefunde in Abhängigkeit vom Zustand des Patienten durch ein geeignetes radiologisches Verfahren (Natives Röntgen in 2 Ebenen oder CT) abgeklärt werden	
Literatur, Evidenzgrad	keine Änderung zu 2016	
	Konsensstärke: 88%	

2.14.2	Empfehlung	Geprüft 2022
Empfehlungsgrad B ↑	Die Bildgebung sollte zu einem möglichst frühen Zeitpunkt erfolgen.	
Literatur, Evidenzgrad	keine Änderung zu 2016	
	Konsensstärke: 90%	

Diagnostik/Therapie

Sollten offensichtliche Fehlstellungen der Extremitäten reponiert werden?

2.14.3	Empfehlung	Geprüft 2022
Empfehlungsgrad B ↑	Fehlstellungen und Luxationen der Extremitäten sollten reponiert und retiniert werden.	
Literatur, Evidenzgrad	keine Änderung zu 2016	
	Konsensstärke: 100%	

2.14.4	Empfehlung	Geprüft 2022
Empfehlungsgrad B ↑	Das Repositionsergebnis sollte durch weitere Maßnahmen nicht verändert werden.	
Literatur, Evidenzgrad	keine Änderung zu 2016	
	Konsensstärke: 100%	

Offene Frakturen

2.14.5	Empfehlung	Geprüft 2022
Empfehlungsgrad B ↑	Bei ausreichend sicherer Information durch den Rettungsdienst sollte ein steriler Notfallverband vor Erreichen des Operationsbereiches nicht geöffnet werden.	
Literatur, Evidenzgrad	keine Änderung zu 2016	
	Konsensstärke: 100%	

Pulslose Extremität

2.14.6	Empfehlung	Geprüft 2022
Empfehlungsgrad B ↑	Bei fehlendem peripherem Puls (Doppler/Palpation) einer Extremität sollte eine weiterführende Diagnostik durchgeführt werden.	
Literatur, Evidenzgrad	keine Änderung zu 2016	
	Konsensstärke: 88%	

2.14.7	Empfehlung	Geprüft 2022
Empfehlungsgrad B ↑	In Abhängigkeit vom Befund und Zustand des Patienten sollte eine konventionelle arterielle digitale Subtraktionsangiografie (DSA), eine Duplexsonografie oder eine Angio-CT (CTA) durchgeführt werden.	
Literatur, Evidenzgrad	keine Änderung zu 2016	
	Konsensstärke: 88%	

2.14.8	Empfehlung	Geprüft 2022
Empfehlungsgrad B ↑	Die intraoperative Angiografie sollte bei im Schockraum nicht diagnostizierten Gefäßverletzungen der Extremitäten bevorzugt werden, um die Ischämiezeit zu verkürzen.	
Literatur, Evidenzgrad	keine Änderung zu 2016	
	Konsensstärke: 100%	

Kompartmentsyndrom

2.14.9	Empfehlung	Geprüft 2022
Empfehlungsgrad O ↔	Bei Verdacht auf ein Kompartmentsyndrom kann die invasive Kompartimentdruckmessung im Schockraum angewendet werden.	
Literatur, Evidenzgrad	keine Änderung zu 2016	
	Konsensstärke: 100%	

2.15 Hand

M. Schädel-Höpfner*

Primärdiagnostik

2.15.1	Empfehlung	Modifiziert 2022
Empfehlungsgrad B ↑	Die klinische Beurteilung der Hände sollte im Rahmen der Basisdiagnostik durchgeführt werden.	
Literatur, Evidenzgrad	keine Änderung zu 2016	
	Konsensstärke: 100%	

2.15.2	Empfehlung	Geprüft 2022
Empfehlungsgrad B ↑	Die radiologische Basisdiagnostik sollte bei klinischem Verdacht auf eine Handverletzung die Röntgenuntersuchung von Hand und Handgelenk in jeweils 2 Standardebenen beinhalten.	
Literatur, Evidenzgrad	keine Änderung zu 2016	
	Konsensstärke: 88%	

2.15.3	Empfehlung	Geprüft 2022
Empfehlungsgrad B ↑	Bei klinischem Verdacht auf eine arterielle Gefäßverletzung sollte eine Doppler- oder Duplexsonografie durchgeführt werden..	
Literatur, Evidenzgrad	keine Änderung zu 2016	
	Konsensstärke: 94%	

2.17 Urogenitaltrakt

T. Nestler*, J. P. Radtke, G. Schönberg, U. Schweigkofler, M. Hohenfellner, C. Ruf

Klinische Primärdiagnostik

2.17.1	Empfehlung	Geprüft 2022
Empfehlungsgrad B ↑	Bei der ersten orientierenden Untersuchung sollten der Meatus urethrae externus und – sofern schon einliegend – der transurethrale Blasenkateter auf Blut hin inspiziert werden.	
Literatur, Evidenzgrad	keine Änderung zu 2016	
	Konsensstärke: 93%	

2.17.2	Empfehlung	Geprüft 2022
Empfehlungsgrad B ↑	Es sollte nach Hämatomen, Ekchymosen und äußeren Verletzungen im Bereich von Flanke, Abdomen, Perineum und äußerem Genital gesucht werden.	
Literatur, Evidenzgrad	keine Änderung zu 2016	
	Konsensstärke: 100%	

2.17.3	Empfehlung	Geprüft 2022
Empfehlungsgrad B ↑	Bei einer Kreislaufinstabilität, die eine initiale weiterführende Diagnostik unmöglich macht, und bei Unmöglichkeit einer transurethralen Blasenkathetereinlage sollte perkutan oder im Rahmen der Laparotomie (mit gleichzeitiger Exploration) eine suprapubische Harnableitung durchgeführt werden.	
Literatur, Evidenzgrad	keine Änderung zu 2016	
	Konsensstärke: 93%	

Notwendigkeit bildgebender Diagnostik

2.17.4	Empfehlung	Geprüft 2022
Empfehlungsgrad B ↑	Alle Patienten mit Hämaturie, Blutaustritt aus dem Meatus urethrae, Dysurie, Unmöglichkeit der Katheterisierung oder sonstigen anamnestischen Hinweisen (lokales Hämatom, Begleitverletzungen, Unfallmechanismus) haben ein erhöhtes Risiko urogenitaler Verletzungen und sollten einer gezielten diagnostischen Abklärung der Niere und/oder der ableitenden Harnwege zugeführt werden.	
Literatur, Evidenzgrad	keine Änderung zu 2016	
	Konsensstärke: 86%	

2.17.5	Empfehlung	Geprüft 2022
Empfehlungsgrad B ↑	Die weiterführende bildgebende Diagnostik der ableitenden Harnwege sollte durchgeführt werden, wenn eines oder mehrere der folgenden Kriterien zutreffen: Hämaturie, Blutung aus dem Meatus urethrae oder der Vagina, Dysurie und lokales Hämatom.	
Literatur, Evidenzgrad	keine Änderung zu 2016	
	Konsensstärke: 88%	

Bildgebende Diagnostik der Nieren und Ureteren

2.17.6	Empfehlung	Geprüft 2022
Empfehlungsgrad B ↑	Bei Verdacht auf eine Nierenverletzung sollte eine Computertomografie mit Kontrastmittelgabe durchgeführt werden	
Literatur, Evidenzgrad	keine Änderung zu 2016	
	Konsensstärke: 89%	

Bildgebende Diagnostik des unteren Harntraktes

2.17.7	Empfehlung	Geprüft 2022
Empfehlungsgrad B ↑	Falls es die Prioritätensetzung zulässt, sollten bei Patienten mit klinischen Anhaltspunkten für eine Urethraläsion eine retrograde Urethrografie und ein Zystogramm durchgeführt werden.	
Literatur, Evidenzgrad	keine Änderung zu 2016	
	Konsensstärke: 100%	

2.17.8	Empfehlung	Geprüft 2022
Empfehlungsgrad B ↑	Falls es die Prioritätensetzung zulässt, sollte bei Patienten mit klinischen Anhaltspunkten für eine Blasenverletzung ein retrogrades Zystogramm durchgeführt werden.	
Literatur, Evidenzgrad	keine Änderung zu 2016	
	Konsensstärke: 86%	

3 Erste OP-Phase

3.1 Thorax

C. Schreyer*, A. Markewitz, J. Breuing#, B. Prediger#, L. Becker, C. Spering, J. Neudecker, B. Thiel, S. Schulz-Drost

Operativer Zugangsweg

3.1.1	Empfehlung	Geprüft 2022
Empfehlungsgrad 0 ↔	Je nach Verletzungslokalisierung kann als Zugang eine anterolaterale Thorakotomie oder eine Sternotomie gewählt werden. Bei unklarer Verletzungslokalisierung kann der Clamshell-Zugang in Erwägung gezogen werden.	
Literatur, Evidenzgrad	keine Änderung zu 2016	
	Konsensstärke: 100%	

3.1.2	Empfehlung	Neu 2022
Empfehlungsgrad GPP	Beim kardiorespiratorisch stabilen Patienten kann die VATS (Videoassistierte Thorakoskopie) als Zugangsweg/OP-Verfahren verwendet werden.	
	Konsensstärke: 100%	

Penetrierende Thoraxverletzungen

3.1.3	Empfehlung	Geprüft 2022
Empfehlungsgrad B ↑	Einliegende Fremdkörper sollten beim Vorliegen von perforierenden Thoraxverletzungen erst unter kontrollierten Bedingungen im OP nach Thoraxeröffnung entfernt werden.	
Literatur, Evidenzgrad	keine Änderung zu 2016	
	Konsensstärke: 100%	

Indikation zur Thorakotomie / Thorakoskopie

3.1.4	Empfehlung	Geprüft 2022
Empfehlungsgrad A ↑↑	Eine penetrierende Thoraxverletzung, die ursächlich für eine hämodynamische Instabilität des Patienten ist, soll einer sofortigen explorativen Thorakotomie zugeführt werden	
Literatur, Evidenzgrad	keine Änderung zu 2016	
	Konsensstärke: 100%	

3.1.5	Empfehlung	Modifiziert 2022
Empfehlungsgrad GPP	Eine Thorakotomie kann bei initial hohem oder persistierendem relevantem Blutverlust über die liegende Thoraxdrainage sowohl bei stabilem als auch instabilem Patienten erfolgen.	
	Konsensstärke: 100%	

3.1.6	Empfehlung	Neu 2022
Empfehlungsgrad GPP	Alternativ zu einer Thorakotomie kann eine VATS (Videoassistierte Thorakoskopie) bei einem kardiopulmonal stabilen Patienten erfolgen.	
	Konsensstärke: 100%	

Verletzungen der Lunge

3.1.7	Empfehlung	Geprüft 2022
Empfehlungsgrad B ↑	Wenn bei Lungenverletzungen eine Operationsindikation besteht (persistierende Blutung und/oder Luftleckage), sollte der Eingriff parenchymsparend erfolgen.	
Literatur, Evidenzgrad	Zusätzliche Evidenz aus Aktualisierung 2022: [197] Aiolfi 2020: LoE 2b	
	Konsensstärke: 100%	

Verletzungen der großen Gefäße

3.1.8	Empfehlung	Geprüft 2022
Empfehlungsgrad B ↑	Bei thorakalen Aortenrupturen sollte, wenn technisch und anatomisch möglich, die Implantation einer Endostentprothese gegenüber offenen Revaskularisationsverfahren bevorzugt werden.	
Literatur, Evidenzgrad	keine Änderung zu 2016	
	Konsensstärke: 100%	

Verletzungen des Tracheobronchialsystems

3.1.9	Empfehlung	Geprüft 2022
Empfehlungsgrad B ↑	Bei klinischem Verdacht auf eine Verletzung des Tracheobronchialsystems sollte eine Tracheobronchoskopie zur Diagnosesicherung erfolgen.	
Literatur, Evidenzgrad	keine Änderung zu 2016	
	Konsensstärke: 100%	

3.1.10	Empfehlung	Geprüft 2022
Empfehlungsgrad B ↑	Traumatische Verletzungen des Tracheobronchialsystems sollten frühzeitig nach Diagnosestellung operativ versorgt werden.	
Literatur, Evidenzgrad	keine Änderung zu 2016	
	Konsensstärke: 100%	

3.1.11	Empfehlung	Geprüft 2022
Empfehlungsgrad O ↔	Bei umschriebenen Verletzungen des Tracheobronchialsystems kann ein konservativer Therapieversuch unternommen werden.	
Literatur, Evidenzgrad	keine Änderung zu 2016	
	Konsensstärke: 100%	

3.2 Zwerchfell

R. Schwab*, E. Klar, C. Ludwig, G. Matthes, D. Stengel

3.2.1	Empfehlung	Geprüft 2022
Empfehlungsgrad B ↑	Eine traumatische Zwerchfellruptur sollte bei Erkennung im Rahmen der Erstdiagnostik und/oder intraoperativen Feststellung zügig verschlossen werden.	
Literatur, Evidenzgrad	keine Änderung zu 2016	
	Konsensstärke: 100%	

3.3 Abdomen

C. Güssen, J. Breuing[#], B. Prediger[#], R. Schwab*

Chirurgischer Zugangsweg

3.3.1	Empfehlung	Geprüft 2022
Empfehlungsgrad B ↑	In der Traumasituation sollte die Medianlaparotomie gegenüber anderen Zugangswegen bevorzugt werden.	
Literatur, Evidenzgrad	keine Änderung zu 2016	
	Konsensstärke: 100%	

Damage Control (DC): Allgemeine Grundsätze

3.3.2	Empfehlung	Geprüft 2022
Empfehlungsgrad B ↑	Bei kreislaufinstabilen Patienten mit komplexen intraabdominellen Schäden sollte dem Damage-Control-Prinzip (Blutstillung, Packing, temporärer Bauchdeckenverschluss/Laparostoma) gegenüber dem Versuch einer definitiven Sanierung Vorrang gegeben werden.	
Literatur, Evidenzgrad	keine Änderung zu 2016	
	Konsensstärke: 100%	

3.3.3	Empfehlung	Neu 2022
Empfehlungsgrad B ↑	Bei hämodynamisch stabilen Patienten mit penetrierendem Abdominaltrauma kann eine Laparoskopie sicher durchgeführt werden und die Rate von „nicht-therapeutischen“ Laparotomien senken.	
Literatur, Evidenzgrad	[198] Hajibandeh 2016: LoE 2a	
	Konsensstärke: 100%	

Damage Control: Temporärer Bauchdeckenverschluss

3.3.4	Empfehlung	Geprüft 2022
Empfehlungsgrad B ↑	Nach Damage-Control-Laparotomie sollte das Abdomen nur temporär und nicht mittels Fasziennaht verschlossen werden.	
Literatur, Evidenzgrad	keine Änderung zu 2016	
	Konsensstärke: 100%	

Damage Control: Second Look nach Packing

3.3.5	Empfehlung	Geprüft 2022
Empfehlungsgrad B ↑	Nach Packing intraabdomineller Blutungen sollte die Second-Look-Operation zwischen 24 und 72 Stunden nach dem Ersteingriff erfolgen.	
Literatur, Evidenzgrad	keine Änderung zu 2016	
	Konsensstärke: 100%	

Definitiver Bauchdeckenverschluss

3.3.6	Empfehlung	Geprüft 2022
Empfehlungsgrad B ↑	Wenn ein Laparostoma angelegt wurde, sollte ein definitiver Verschluss so früh wie möglich angestrebt werden.	
Literatur, Evidenzgrad	keine Änderung zu 2016	
	Konsensstärke: 100%	

Nichtoperatives Management von stumpfen Leber- oder Milzverletzungen

3.3.7	Empfehlung	Geprüft 2022
Empfehlungsgrad B ↑	Beim hämodynamisch stabilen Patienten mit isolierter stumpfer Leber- oder Milzverletzung sollte ein nichtoperatives Management angestrebt werden.	
Literatur, Evidenzgrad	keine Änderung zu 2016	
	Konsensstärke: 100%	

Angioembolisation

3.3.8	Empfehlung	Geprüft 2022
Empfehlungsgrad B ↑	Wenn bei einem hämodynamisch stabilisierbaren Patienten mit Leberverletzung in einer Kontrastmittel-CT ein Hinweis auf eine arterielle Blutung besteht, sollte, wenn möglich, eine selektive Angioembolisation durchgeführt werden oder eine Laparotomie erfolgen.	
Literatur, Evidenzgrad	keine Änderung zu 2016	
	Konsensstärke: 100%	

3.3.9	Empfehlung	Geprüft 2022
Empfehlungsgrad B ↑	Bei interventionspflichtigen Milzverletzungen sollte beim kreislaufstabilisierbaren Patienten statt einer operativen Blutstillung eine selektive Angioembolisation erfolgen.	
Literatur, Evidenzgrad	keine Änderung zu 2016	
	Konsensstärke: 100%	

Milzerhaltende Operationen

3.3.10	Empfehlung	Geprüft 2022
Empfehlungsgrad B ↑	Eine milzerhaltende Operation sollte bei operationspflichtigen Milzverletzungen der Schweregrade 1–3 nach AAST/Moore angestrebt werden.	
Literatur, Evidenzgrad	keine Änderung zu 2016	
	Konsensstärke: 100%	

3.3.11	Empfehlung	Geprüft 2022
Empfehlungsgrad B ↑	Bei erwachsenen Patienten mit operationspflichtigen Milzverletzungen der Schweregrade 4–5 nach AAST/Moore sollte die Splenektomie gegenüber einem Erhaltungsversuch bevorzugt werden.	
Literatur, Evidenzgrad	keine Änderung zu 2016	
	Konsensstärke: 100%	

Penetrierende Hohlorganverletzungen

3.3.12	Empfehlung	Geprüft 2022
Empfehlungsgrad A ↑↑	Penetrierende Kolonverletzungen sollen durch Übernähung oder Resektion kontrolliert werden, um das Risiko für intraabdominelle Infektionen zu reduzieren.	
Literatur, Evidenzgrad	keine Änderung zu 2016	
	Konsensstärke: 100%	

3.4 Schädel-Hirn-Trauma

U.M. Mauer*, B. Prediger#, A. Bender, M. Maegele, N. Könsen#

3.4.1	Empfehlung	Geprüft 2022
Empfehlungsgrad A ↑↑	Raumfordernde intrakranielle Verletzungen sollen notfallmäßig operativ versorgt werden.	
Literatur, Evidenzgrad	keine Änderung zu 2016	
	Konsensstärke: 100%	

Nichtoperative Behandlung intrakranieller Blutungen

3.4.2	Empfehlung	Geprüft 2022
Empfehlungsgrad B ↑	Die Messung des intrakraniellen Druckes sollte bei bewusstlosen schädelhirnverletzten Patienten erfolgen.	
Literatur, Evidenzgrad	[199] Lele 2019: LoE 1b [200] Ahl 2019: LoE 2b [201] Aiolfi 2017: LoE 2b [202] Al Saiegh 2020: LoE 2b	
	Konsensstärke: 89%	

3.4.3	Empfehlung	Geprüft 2022
Empfehlungsgrad O ↔	Die operative Dekompression durch Kraniektomie und Duraerweiterungsplastik kann bei erhöhtem Hirndruck erfolgen.	
Literatur, Evidenzgrad	keine Änderung zu 2016	
	Konsensstärke: 100%	

3.5 Wirbelsäule

R. Hartensuer*, K. Sprengel, S. Huber-Wagner, A. Weise#, J. Breuing#, F. Högel

3.5.1	Empfehlung	Modifiziert 2022
Empfehlungsgrad B ↑	Patienten mit operativ therapierbaren Wirbelsäulenverletzungen oder Fehlstellungen mit gesicherten oder anzunehmenden neurologischen Ausfällen sollten möglichst frühzeitig operiert werden, sofern es der Gesamtzustand erlaubt (idealerweise „day 1 surgery“).	
Literatur, Evidenzgrad	Zusätzliche Evidenz aus Aktualisierung 2022: [203] Balas 2021: LoE 2b [204] Bliemel 2014: LoE 2b [205] Godzik 2019: LoE 2b [206] Ruddell 2021: LoE 2b	
	Konsensstärke: 100%	

3.5.2	Empfehlung	Neu 2022
Empfehlungsgrad GPP	Bei entsprechender Frakturmorphologie mit Kompression des Spinalkanals oder translatorischer Verletzung und ohne Möglichkeit zum Ausschluss einer spinalen neurologischen Schädigung soll bis zum Ausschluss von einer solchen ausgegangen werden	
	Konsensstärke: 100%	

3.5.3	Empfehlung	Modifiziert 2022
Empfehlungsgrad B ↑	Instabile Wirbelsäulenverletzungen ohne Neurologie sollten operativ versorgt werden.	
Literatur, Evidenzgrad	[204] Bliemel 2014: LoE 2b	
	Konsensstärke: 100%	

3.5.4	Empfehlung	Neu 2022
Empfehlungsgrad GPP	Die initiale Stabilisierung sollte unter Berücksichtigung der Gesamtsituation frühzeitig erfolgen.	
Literatur, Evidenzgrad	[204] Bliemel 2014: LoE 2b [207] Hager 2020: LoE 2b	
	Konsensstärke: 100%	

Operationstechnik

3.5.5	Empfehlung	Neu 2022
Empfehlungsgrad GPP	Stabilisierungen an der HWS können abhängig von der Verletzung von ventral und/oder dorsal oder in Ausnahmefällen mittels Halofixateur durchgeführt werden.	
	Konsensstärke: 100%	

3.5.6	Empfehlung	Modifiziert 2022
Empfehlungsgrad GPP	Bei Verletzungen der thorakalen und lumbalen Wirbelsäule sollte der dorsale Fixateur interne als primäre Operationsmethode zur Stabilisierung eingesetzt werden.	
	Konsensstärke: 100%	

3.6 Unterkiefer und Mittelgesicht

R. Gutwald*

Sicherung der Atemwege, Blutungen

3.6.1	Empfehlung	Geprüft 2022
Empfehlungsgrad A ↑↑	Bei Unterkiefer- und Mittelgesichtsverletzungen sollen eine primäre Sicherung der Atemwege und eine Blutungsstillung im Mund-, Kiefer- und Gesichtsbereich erfolgen.	
Literatur, Evidenzgrad	keine Änderung zu 2016	
	Konsensstärke: 100%	

Gesichtsweichteilverletzungen

3.6.2	Empfehlung	Geprüft 2022
Empfehlungsgrad B ↑	Weichteilverletzungen sollten im Rahmen der ersten OP-Phase versorgt werden.	
Literatur, Evidenzgrad	keine Änderung zu 2016	
	Konsensstärke: 100%	

Zahnverletzungen, Alveolarfortsatzfrakturen

3.6.3	Empfehlung	Geprüft 2022
Empfehlungsgrad B ↑	Es sollte eine Sofortversorgung, gegebenenfalls eine rasche Versorgung des Zahn-Alveolarfortsatz-Traumas angestrebt werden.	
Literatur, Evidenzgrad	keine Änderung zu 2016	
	Konsensstärke: 100%	

Unterkiefer und Mittelgesicht

3.6.4	Empfehlung	Geprüft 2022
Empfehlungsgrad 0 ↔	In Abhängigkeit von der Gesamtverletzungsschwere kann die Versorgung von Mittelgesichts- und Unterkieferfrakturen in der ersten OP-Phase oder sekundär erfolgen.	
Literatur, Evidenzgrad	keine Änderung zu 2016	
	Konsensstärke: 100%	

3.7 Hals

F. Waldfahrer*

3.7.1	Empfehlung	Geprüft 2022
Empfehlungsgrad A ↑↑	Sofern zuvor noch keine Intubation oder Tracheotomie erfolgt ist, sollen vor Einleitung einer Intubationsnarkose alle die Atemwege betreffenden Befunde gesichtet und bewertet werden.	
Literatur, Evidenzgrad	keine Änderung zu 2016	
	Konsensstärke: 100%	

3.7.2	Empfehlung	Geprüft 2022
Empfehlungsgrad A ↑↑	Es sollen Intubationshilfsmittel und ein Koniotomieset zur unmittelbaren Verfügung gehalten werden. „Difficult Airway“-Algorithmen sollen hierbei Beachtung finden.	
Literatur, Evidenzgrad	keine Änderung zu 2016	
	Konsensstärke: 100%	

3.7.3	Empfehlung	Geprüft 2022
Empfehlungsgrad A ↑↑	Eine zuvor ausgeführte Koniotomie soll operativ verschlossen werden, erforderlichenfalls soll eine Tracheotomie vorgenommen werden.	
Literatur, Evidenzgrad	keine Änderung zu 2016	
	Konsensstärke: 100%	

3.7.4	Empfehlung	Geprüft 2022
Empfehlungsgrad B ↑	Penetrierende Traumen des Ösophagus sollten innerhalb von 24 Stunden einer primär rekonstruktiven Therapie zugeführt werden.	
Literatur, Evidenzgrad	keine Änderung zu 2016	
	Konsensstärke: 100%	

3.8 Obere Extremitäten

K. Horst*, H. Andruszkow, M. Frink, P. Lechler, T. Lustenberger, F. Hildebrand

3.8.1	Empfehlung	Geprüft 2022
Empfehlungsgrad B ↑	Die operative Versorgung von Frakturen langer Röhrenknochen der oberen Extremitäten sollte frühzeitig erfolgen.	
Literatur, Evidenzgrad	keine Änderung zu 2016	
	Konsensstärke: 100%	

3.8.2	Empfehlung	Geprüft 2022
Empfehlungsgrad B ↑	Die Entscheidung zur Amputation oder zum Extremitätenerhalt bei Schwereverletzung der oberen Extremität sollte als Individualentscheidung vorgenommen werden. Hierbei spielen der lokale und allgemeine Zustand des Patienten die entscheidende Rolle.	
Literatur, Evidenzgrad	keine Änderung zu 2016	
	Konsensstärke: 100%	

3.8.3	Empfehlung	Geprüft 2022
Empfehlungsgrad 0 ↔	In seltenen Fällen und bei extrem schweren Verletzungen kann eine Amputation empfohlen werden.	
Literatur, Evidenzgrad	keine Änderung zu 2016	
	Konsensstärke: 100%	

3.8.4	Empfehlung	Geprüft 2022
Empfehlungsgrad B ↑	Die operative Versorgung von Gefäßverletzungen sollte, sofern es die Schwere der Gesamtverletzung zulässt, frühestmöglich, d. h. direkt nach Behandlung der vital bedrohenden Verletzungen, erfolgen.	
Literatur, Evidenzgrad	keine Änderung zu 2016	
	Konsensstärke: 100%	

3.8.5	Empfehlung	Geprüft 2022
Empfehlungsgrad B ↑	Verletzungen mit Nervenbeteiligung sollten in Abhängigkeit von der Art des Nervenschadens zusammen mit der Stabilisierung versorgt werden.	
Literatur, Evidenzgrad	keine Änderung zu 2016	
	Konsensstärke: 100%	

3.9 Hand

M. Schädel-Höpfner*, F. Siemers

3.9.1	Empfehlung	Geprüft 2022
Empfehlungsgrad B ↑	Geschlossene Frakturen und Luxationen sollten in der ersten OP-Phase vorzugsweise konservativ behandelt werden.	
Literatur, Evidenzgrad	keine Änderung zu 2016	
	Konsensstärke: 90%	

3.9.2	Empfehlung	Geprüft 2022
Empfehlungsgrad A ↑↑	Luxationen sollen in der ersten OP-Phase reponiert und retiniert werden.	
Literatur, Evidenzgrad	keine Änderung zu 2016	
	Konsensstärke: 100%	

3.9.3	Empfehlung	Geprüft 2022
Empfehlungsgrad B ↑	Bei offenen Frakturen und Luxationen sollten ein primäres Débridement und eine Stabilisierung durch Drähte oder Fixateur externe erfolgen.	
Literatur, Evidenzgrad	keine Änderung zu 2016	
	Konsensstärke: 100%	

3.9.4	Empfehlung	Geprüft 2022
Empfehlungsgrad A ↑↑	Bei perilunärer/n Luxation/sfrakturen soll die Reposition in der ersten OP-Phase, erforderlichenfalls offen, vorgenommen werden.	
Literatur, Evidenzgrad	keine Änderung zu 2016	
	Konsensstärke: 94%	

Amputationsverletzungen

3.9.5	Empfehlung	Geprüft 2022
Empfehlungsgrad A ↑↑	Die Indikationsstellung zur Replantation soll sich an der Gesamtverletzungsschwere nach dem Grundsatz „life before limb“ orientieren.	
Literatur, Evidenzgrad	keine Änderung zu 2016	
	Konsensstärke: 100%	

3.9.6	Empfehlung	Geprüft 2022
Empfehlungsgrad B ↑	Dabei (Indikationsstellung) sollten der Lokalbefund und patientenabhängige Faktoren berücksichtigt werden.	
Literatur, Evidenzgrad	keine Änderung zu 2016	
	Konsensstärke: 100%	

3.9.7	Empfehlung	Geprüft 2022
Empfehlungsgrad B ↑	Wie auch bei isolierten Handverletzungen sollte eine Replantation besonders bei Verlust des Daumens, mehrerer Finger oder bei Amputation in Höhe von Mittelhand/Handwurzel/Handgelenk sowie bei allen kindlichen Amputations-verletzungen angestrebt werden.	
Literatur, Evidenzgrad	keine Änderung zu 2016	
	Konsensstärke: 100%	

3.9.8	Empfehlung	Geprüft 2022
Empfehlungsgrad B ↑	Einzelne Finger sollten bei Amputation proximal des Superficialis-Sehnenansatzes (Mittelgliedbasis) nicht replantiert werden.	
Literatur, Evidenzgrad	keine Änderung zu 2016	
	Konsensstärke: 95%	

Komplexverletzung der Hand

3.9.9	Empfehlung	Geprüft 2022
Empfehlungsgrad A ↑↑	Die Entscheidung zur Durchführung aufwendiger Erhaltungsversuche an der Hand ist eine Individualentscheidung. Sie soll die Gesamtverletzungsschwere und die Schwere der Handverletzung berücksichtigen.	
Literatur, Evidenzgrad	keine Änderung zu 2016	
	Konsensstärke: 95%	

3.9.10	Empfehlung	Geprüft 2022
Empfehlungsgrad B ↑	In der ersten OP-Phase sollten Débridement und knöcherner Stabilisierung durchgeführt werden.	
Literatur, Evidenzgrad	keine Änderung zu 2016	
	Konsensstärke: 100%	

Haut-/Weichteilverletzung inklusive thermischer/chemischer Schädigung

3.9.11	Empfehlung	Geprüft 2022
Empfehlungsgrad B ↑	Die Erstbehandlung ausgedehnter Haut-Weichteil-Schäden sollte ein gründliches Débridement mit anschließendem Feuchthalten der nicht primär verschließbaren Wundflächen beinhalten.	
Literatur, Evidenzgrad	keine Änderung zu 2016	
	Konsensstärke: 100%	

3.9.12	Empfehlung	Geprüft 2022
Empfehlungsgrad B ↑	Thermisch/chemisch geschädigte, vollständig avitale Hautareale sollten initial débridiert werden.	
Literatur, Evidenzgrad	keine Änderung zu 2016	
	Konsensstärke: 100%	

3.9.13	Empfehlung	Geprüft 2022
Empfehlungsgrad B ↑	Bei tiefreichender und großflächiger thermischer/chemischer Schädigung sollte eine Escharotomie analog zum Vorgehen beim Kompartmentsyndrom durchgeführt werden.	
Literatur, Evidenzgrad	keine Änderung zu 2016	
	Konsensstärke: 100%	

Sehnenverletzungen (Beugesehnen, Strecksehnen)

3.9.14	Empfehlung	Geprüft 2022
Empfehlungsgrad B ↑	Aufwendige Sehnennähte sollten nicht primär durchgeführt werden.	
Literatur, Evidenzgrad	keine Änderung zu 2016	
	Konsensstärke: 94%	

Nervenverletzungen der Hand

3.9.15	Empfehlung	Geprüft 2022
Empfehlungsgrad O ↔	Bei vermuteten geschlossenen Nervenverletzungen kann auf aufwendige diagnostische Maßnahmen oder operative Freilegungen primär verzichtet werden.	
Literatur, Evidenzgrad	keine Änderung zu 2016	
	Konsensstärke: 100%	

3.9.16	Empfehlung	Geprüft 2022
Empfehlungsgrad B ↑	Die operative Rekonstruktion offener Nervenverletzungen sollte als verzögerte primäre Naht durchgeführt werden.	
Literatur, Evidenzgrad	keine Änderung zu 2016	
	Konsensstärke: 90%	

Kompartmentsyndrom

3.9.17	Empfehlung	Geprüft 2022
Empfehlungsgrad O ↔	Bei klinischem Verdacht auf ein Kompartmentsyndrom der Hand kann eine apparative Druckmessung vorgenommen werden.	
Literatur, Evidenzgrad	keine Änderung zu 2016	
	Konsensstärke: 95%	

3.9.18	Empfehlung	Geprüft 2022
Empfehlungsgrad A ↑↑	Beim Vorliegen eines manifesten Kompartmentsyndroms an der Hand soll die Fasziotomie umgehend erfolgen.	
Literatur, Evidenzgrad	keine Änderung zu 2016	
	Konsensstärke: 100%	

3.10 Untere Extremitäten

K.O. Jensen*, B. Prediger#, N. Könsgen#, M.P.J. Teuben

3.10.1	Empfehlung	Neu 2022
Empfehlungsgrad B ↑	Bei isolierten und multiplen Frakturen der unteren Extremität sollte beim stabilen Zustand des Patienten eine primär-definitive osteosynthetische Versorgung angestrebt werden.	
Literatur, Evidenzgrad	[208] Rixen 2016: LoE 1b [209] Blair 2019: LoE 2b [210] Cantu 2014: LoE 2b [211] Morshed S 2009: LoE 2b [212] Morshed S 2015: LoE 2b [213] Stojiljković 2009: LoE 2b [214] Richards 2020: LoE 2b [215] Flagstad 2021: LoE 2b [216] Steinhausen 2014: LoE 2b	
	Konsensstärke: 100%	

3.10.2	Empfehlung	Neu 2022
Empfehlungsgrad B ↑	Bei Patienten, deren Zustand nicht als stabil beurteilt wird, sollte eine primär temporäre Versorgung angestrebt werden.	
Literatur, Evidenzgrad	[208] Rixen 2016: LoE 1b [209] Blair 2019: LoE 2b [210] Cantu 2014: LoE 2b [211] Morshed S 2009: LoE 2b [212] Morshed S 2015: LoE 2b [213] Stojiljković 2009: LoE 2b [214] Richards 2020: LoE 2b [215] Flagstad 2021: LoE 2b [216] Steinhausen 2014: LoE 2b	
	Konsensstärke: 100%	

3.10.3	Empfehlung	Geprüft 2022
Empfehlungsgrad B ↑	Zur definitiven Versorgung einer Femurschaftfraktur polytraumatisierter Patienten sollte die Verriegelungsmarknagelung als Operationsverfahren der Wahl durchgeführt werden.	
Literatur, Evidenzgrad	[217] Anwar 2004: LoE 1b [218] Canadian Orthopaedic Trauma 2006: LoE 1b [219] Bosse 1997: LoE 2a [220] Brumback 1999: LoE 2b [221] Riemer 1992: LoE 2b [222] Scalea 2000: LoE 2b [223] Schmidtman 1997: LoE 2b [224] Aufmkolk 1998: LoE 3 [225] Bone 1995: LoE 3 [226] Neudeck 1998: LoE 3 [227] Smrke 2000: LoE 3 [228] Wozasek 1994: LoE 5 [229] Pell 1993: LoE 5 [230] Sudkamp 1989: LoE 5 [231] Brumback 1995: LoE 5	
	Konsensstärke: 100%	

3.10.4	Empfehlung	Modifiziert 2022
Empfehlungsgrad A ↑↑	Luxationen der unteren Extremität sollen zum frühestmöglichen Zeitpunkt reponiert und retiniert werden.	
Literatur, Evidenzgrad	[232] Dedmond 2001: LoE 2c [233] Green 1977: LoE 2c [234] Huang 2000: LoE 5	
	Konsensstärke: 100%	

3.10.5	Empfehlung	Geprüft 2022
Empfehlungsgrad A ↑↑	Bei der operativen Versorgung sowohl geschlossener als auch offener Frakturen der unteren Extremität soll eine perioperative Antibiotikaprophylaxe erfolgen.	
Literatur, Evidenzgrad	[235] Gillespie 2003: LoE 1a [236] Slobogean 2008: LoE 1a [237] Dellinger 1988: LoE 1b [238] Hunfeld 2003: LoE 2 [239] Henry 1990: LoE 3	
	Konsensstärke: 100%	

3.10.6	Empfehlung	Geprüft 2022
Empfehlungsgrad B ↑	Die operative oder endovaskuläre Versorgung von Gefäßverletzungen der unteren Extremität sollte, sofern es die Schwere der Gesamtverletzung zulässt, frühestmöglich d.h. direkt nach der Behandlung der vital bedrohenden Verletzungen, erfolgen.	
Literatur, Evidenzgrad	keine Änderung zu 2016	
	Konsensstärke: 100%	

3.10.7	Empfehlung	Geprüft 2022
Empfehlungsgrad A ↑↑	Beim Kompartmentsyndrom der unteren Extremität sollen die sofortige Kompartimententlastung und Fixation einer begleitenden Fraktur erfolgen.	
Literatur, Evidenzgrad	[240] Bhandari 2000: LoE 1a [241] McQueen 1996: LoE 2b [242] Holden 1975: LoE 5 [243] Mubarak 1983: LoE 5	
	Konsensstärke: 100%	

3.10.8	Empfehlung	Geprüft 2022
Empfehlungsgrad B ↑	Die Entscheidung zum Extremitätenerhalt oder zur Amputation bei Schwereverletzung der unteren Extremität sollte als Individualentscheidung vorgenommen werden. Hierbei spielen der lokale und allgemeine Zustand des Patienten die entscheidende Rolle.	
Literatur, Evidenzgrad	[244] Alexander 1991: LoE 3 [245] Bondurant 1988: LoE 3 [246] McNamara 1994: LoE 3 [247] Russell 1991: LoE 3 [248] Starr 1996: LoE 3 [249] Gregory 1985: LoE 3 [250] Howe 1987: LoE 3 [251] Johansen 1990: LoE 3 [252] Bonanni 1993: LoE 5	
	Konsensstärke: 100%	

3.11 Fuß

S. Rammelt*, S. Ochmann

Kompartmentsyndrom des Fußes

3.11.1	Empfehlung	Geprüft 2022
Empfehlungsgrad A ↑↑	Beim Vorliegen eines manifesten Kompartmentsyndroms des Fußes soll die Fasziotomie umgehend erfolgen.	
Literatur, Evidenzgrad	keine Änderung zu 2016	
	Konsensstärke: 100%	

3.11.2	Empfehlung	Geprüft 2022
Empfehlungsgrad O ↔	Bei klinischem Verdacht auf ein Kompartmentsyndrom des Fußes kann eine apparative Druckmessung vorgenommen werden.	
Literatur, Evidenzgrad	keine Änderung zu 2016	
	Konsensstärke: 95%	

Komplextrauma des Fußes

3.11.3	Empfehlung	Geprüft 2022
Empfehlungsgrad B ↑	Die Entscheidung zur Amputation am Fuß sollte als Individualentscheidung vorgenommen werden.	
Literatur, Evidenzgrad	keine Änderung zu 2016	
	Konsensstärke: 100%	

Spezielle Verletzungen

3.11.4	Empfehlung	Geprüft 2022
Empfehlungsgrad B ↑	Luxationen und Luxationsfrakturen der Fußwurzeln und des Mittelfußes sollten so früh wie möglich reponiert und stabilisiert werden.	
Literatur, Evidenzgrad	keine Änderung zu 2016	
	Konsensstärke: 100%	

3.12 Urogenitaltrakt

C. Ruf*, L. A. Kluth, J. Breuing#, S. Wahlen#, T. Nestler

3.12.1	Empfehlung	Geprüft 2022
Empfehlungsgrad B ↑	Schwerste Nierenverletzungen (Grad V nach AAST-Klassifikation) sollten operativ exploriert werden.	
Literatur, Evidenzgrad	keine Änderung zu 2016	
	Konsensstärke: 100%	

3.12.2	Empfehlung	Geprüft 2022
Empfehlungsgrad B ↑	Bei Nierenverletzungen <Grad V sollte bei stabilen Kreislaufverhältnissen ein primär konservatives Vorgehen eingeleitet werden.	
Literatur, Evidenzgrad	keine Änderung zu 2016	
	Konsensstärke: 100%	

3.12.3	Empfehlung	Geprüft 2022
Empfehlungsgrad 0 ↔	Sofern andere Verletzungen eine Laparotomie erforderlich machen, können mittelschwere Nierenverletzungen des Grades III oder IV operativ exploriert werden.	
Literatur, Evidenzgrad	keine Änderung zu 2016	
	Konsensstärke: 100%	

3.12.4	Empfehlung	Modifiziert 2022
Empfehlungsgrad 0 ↔	Eine arterielle Nierengefäßverletzung kann durch eine endovaskuläre Therapie versorgt werden.	
Literatur, Evidenzgrad	keine Änderung zu 2016	
	Konsensstärke: 100%	

3.12.5	Empfehlung	Modifiziert 2022
Empfehlungsgrad B ↑	Je nach Art und Schwere der Verletzung und Begleitverletzungen sollte eine Nierenverletzung organerhaltend versorgt werden.	
Literatur, Evidenzgrad	[253] El Hechi 2020: LoE 2b	
	Konsensstärke: 100%	

3.12.6	Empfehlung	Geprüft 2022
Empfehlungsgrad B ↑	Die primäre Nephrektomie sollte den Grad V Verletzungen vorbehalten sein.	
Literatur, Evidenzgrad	keine Änderung zu 2016	
	Konsensstärke: 100%	

Harnblasenverletzungen

3.12.7	Empfehlung	Geprüft 2022
Empfehlungsgrad B ↑	Intraperitoneale Harnblasenrupturen sollten chirurgisch exploriert werden.	
Literatur, Evidenzgrad	keine Änderung zu 2016	
	Konsensstärke: 100%	

3.12.8	Empfehlung	Modifiziert 2022
Empfehlungsgrad B ↑	Extraperitoneale Harnblasenrupturen ohne Beteiligung des Blasenhalses sollten konservativ durch Harnableitung therapiert werden.	
Literatur, Evidenzgrad	[254] Anderson 2020: LoE 2b	
	Konsensstärke: 100%	

Harnröhrenverletzungen

3.12.9	Empfehlung	Bestätigt 2022
Empfehlungsgrad B ↑	Komplette Rupturen der Urethra sollten in der ersten OP-Phase durch suprapubische Harnableitung therapiert werden.	
Literatur, Evidenzgrad	keine Änderung zu 2016	
	Konsensstärke: 100%	

3.12.10	Empfehlung	Geprüft 2022
Empfehlungsgrad 0 ↔	Die Harnableitung kann durch eine Harnröhrenschienung ergänzt werden.	
Literatur, Evidenzgrad	keine Änderung zu 2016	
	Konsensstärke: 100%	

3.12.11	Empfehlung	Geprüft 2022
Empfehlungsgrad B ↑	Sofern eine Beckenfraktur oder eine andere intraabdominelle Verletzung eine Operation ohnehin notwendig macht, sollten Urethrarupturen in derselben Sitzung versorgt werden.	
Literatur, Evidenzgrad	keine Änderung zu 2016	
	Konsensstärke: 100%	

3.13 Thermische Hautverletzung und Verbrennung

M. Lehnhardt*, C. Hirche, O. Rennekampff, U. Kneser

3.13.1	Empfehlung	Geprüft 2022
Empfehlungsgrad GPP	Beim zusätzlichen Vorhandensein einer Brandverletzung beim Schwerverletzten gelten die gleichen prähospitalen Behandlungsprioritäten.	
	Konsensstärke: 100%	

3.13.2	Empfehlung	Geprüft 2022
Empfehlungsgrad GPP	Verbrennungsverletzungen beim Schwerverletzten sollten nicht gekühlt werden.	
	Konsensstärke: 100%	

3.13.3	Empfehlung	Geprüft 2022
Empfehlungsgrad GPP	Der Schwerverletzte mit Brandverletzung sollte in das nächstgelegene Traumazentrum transportiert werden. Bei gleicher Erreichbarkeit ist ein Traumazentrum mit assoziiertem Brandverletztzentrum vorzuziehen.	
	Konsensstärke: 100%	

3.13.4	Empfehlung	Geprüft 2022
Empfehlungsgrad GPP	Beim zusätzlichen Vorhandensein einer Brandverletzung beim Schwerverletzten sollen die gleichen Behandlungsprioritäten im Schockraum gelten.	
	Konsensstärke: 100%	

3.13.5	Empfehlung	Geprüft 2022
Empfehlungsgrad GPP	Bei Verbrennungen im Stammbereich, die die Atemmechanik beeinträchtigen, soll unverzüglich eine Escharotomie durchgeführt werden.	
	Konsensstärke: 100%	

3.13.6	Empfehlung	Geprüft 2022
Empfehlungsgrad GPP	Bei Verbrennungen der Extremitäten, die die Perfusion beeinträchtigen, soll zeitnah eine Escharotomie durchgeführt werden.	
	Konsensstärke: 100%	

3.13.7	Empfehlung	Geprüft 2022
Empfehlungsgrad GPP	Nach Stabilisierung der Vitalfunktionen und notwendiger operativer Erstversorgung soll der schwer brandverletzte Patient in ein Brandverletzentrum mit assoziiertem überregionalem Traumazentrum verlegt werden.	
	Konsensstärke: 100%	

Literatur

1. Schweigkofler U, Wohlrath B, Trentzsch H, Greipel J, Tamimi N, Hoffmann R, et al. Diagnostics and early treatment in prehospital and emergency-room phase in suspicious pelvic ring fractures. *European journal of trauma and emergency surgery : official publication of the European Trauma Society*. 2018;44(5):747-52.
2. Henry R, Matsushima K, Ghafil C, Henry RN, Theeuwens H, Golden AC, et al. Increased Use of Prehospital Tourniquet and Patient Survival: Los Angeles Countywide Study. *Journal of the American College of Surgeons*. 2021;22:22.
3. Taghavi S, Maher Z, Goldberg AJ, Chang G, Mendiola M, Anderson C, et al. An Eastern Association for the Surgery of Trauma multicenter trial examining prehospital procedures in penetrating trauma patients. *The journal of trauma and acute care surgery*. 2021;91(1):130-40.
4. Clasper JC, Brown KV, Hill P. Limb complications following pre-hospital tourniquet use. *Journal of the Royal Army Medical Corps*. 2009;155(3):200-2.
5. Hatamabadi HR, Asayesh Zarchi F, Kariman H, Arhami Dolatabadi A, Tabatabaey A, Amini A. Celox-coated gauze for the treatment of civilian penetrating trauma: a randomized clinical trial. *Trauma Monthly*. 2015;20(1):e23862.
6. Winstanley M, Smith JE, Wright C. Catastrophic haemorrhage in military major trauma patients: a retrospective database analysis of haemostatic agents used on the battlefield. *Journal of the Royal Army Medical Corps*. 2019;165(6):405-9.
7. Kabeer M, Venugopalan PP, Subhash VC. Pre-hospital Hemorrhagic Control Effectiveness of Axiostat R Dressing Versus Conventional Method in Acute Hemorrhage Due to Trauma. *Cureus*. 2019;11(8):e5527.
8. Garcia Callejo FJ, Fern M, ez N, Achiques Martinez MT, Frias Moya-Angeler S, Montoro Elena MJ, et al. [Nasal packing in posterior epistaxis. Comparison of two methods]. *Acta Otorrinolaringologica Espanola*. 2010;61(3):196-201.
9. Badjatia N, Carney N, Crocco TJ, Fallat ME, Hennes HM, Jagoda AS, et al. Guidelines for prehospital management of traumatic brain injury 2nd edition. *Prehosp Emerg Care*. 2008;12 Suppl 1:S1-52.
10. Dunham CM, Barraco RD, Clark DE, Daley BJ, Davis FE, 3rd, Gibbs MA, et al. Guidelines for emergency tracheal intubation immediately after traumatic injury. *J Trauma*. 2003;55(1):162-79.
11. Nolan J, European Resuscitation C. European Resuscitation Council guidelines for resuscitation 2005. Section 1. Introduction. *Resuscitation*. 2005;67 Suppl 1:S3-6.
12. American College of SaTCo. ATLS : advanced trauma life support for doctors : student course manual. American College of Surgeons. 2008.
13. Lott C, Araujo R, Cassar MR, Di Bartolomeo S, Driscoll P, Esposito I, et al. The European Trauma Course (ETC) and the team approach: past, present and future. *Resuscitation*. 2009;80(10):1192-6.
14. Wölfl C, Gliwitzky B, Wentzensen A. Standardised primary care of multiple trauma patients. Prehospital trauma life support und advanced trauma life support. *Der Unfallchirurg*. 2009;112(10):846-53.
15. Bernard SA, Nguyen V, Cameron P, Masci K, Fitzgerald M, Cooper DJ, et al. Prehospital rapid sequence intubation improves functional outcome for patients with severe traumatic brain injury: a randomized controlled trial. *Ann Surg*. 2010;252(6):959-65.
16. Chou D, Harada MY, Barmparas G, Ko A, Ley EJ, Margulies DR, et al. Field intubation in civilian patients with hemorrhagic shock is associated with higher mortality. *The journal of trauma and acute care surgery*. 2016;80(2):278-82.
17. Denninghoff KR, Nuno T, Pauls Q, Yeatts SD, Silbergleit R, Palesch YY, et al. Prehospital Intubation is Associated with Favorable Outcomes and Lower Mortality in ProTECT III. *Prehospital Emergency Care*. 2017;21(5):539-44.

18. Gravesteijn BY, Sewalt CA, Nieboer D, Menon DK, Maas A, Lecky F, et al. Tracheal intubation in traumatic brain injury: a multicentre prospective observational study. *British Journal of Anaesthesia*. 2020;125(4):505-17.
19. Schauer SG, April MD, Tannenbaum LI, Maddry J, Cunningham CW, Blackburn MB, et al. A Comparison of Prehospital Versus Emergency Department Intubations in Iraq and Afghanistan. *Journal of Special Operations Medicine*. 2019;19(2):87-90.
20. Schauer SG, Naylor JF, Maddry JK, Beaumont DM, Cunningham CW, Blackburn MB, et al. Prehospital Airway Management in Iraq and Afghanistan: A Descriptive Analysis. *Southern medical journal*. 2018;111(12):707-13.
21. Sise MJ, Shackford SR, Sise CB, Sack DI, Paci GM, Yale RS, et al. Early intubation in the management of trauma patients: indications and outcomes in 1,000 consecutive patients. *J Trauma*. 2009;66(1):32-9; discussion 9-40.
22. Wang HE, Brown SP, MacDonald RD, Dowling SK, Lin S, Davis D, et al. Association of out-of-hospital advanced airway management with outcomes after traumatic brain injury and hemorrhagic shock in the ROC hypertonic saline trial. *Emerg Med J*. 2014;31(3):186-91.
23. Ruchholtz S, Waydhas C, Ose C, Lewan U, Nast-Kolb D. Prehospital intubation in severe thoracic trauma without respiratory insufficiency: a matched-pair analysis based on the Trauma Registry of the German Trauma Society. *J Trauma*. 2002;52(5):879-86.
24. Bernard S, Smith K, Foster S, Hogan P, Patrick I. The use of rapid sequence intubation by ambulance paramedics for patients with severe head injury. *Emerg Med (Fremantle)*. 2002;14(4):406-11.
25. Frankel H, Rozycki G, Champion H, Harviel JD, Bass R. The use of TRISS methodology to validate prehospital intubation by urban EMS providers. *The American journal of emergency medicine*. 1997;15(7):630-2.
26. Klemen P, Grmec S. Effect of pre-hospital advanced life support with rapid sequence intubation on outcome of severe traumatic brain injury. *Acta Anaesthesiol Scand*. 2006;50(10):1250-4.
27. Stephens CT, Kahntroff S, Dutton RP. The success of emergency endotracheal intubation in trauma patients: a 10-year experience at a major adult trauma referral center. *Anesth Analg*. 2009;109(3):866-72.
28. Mort TC. Preoxygenation in critically ill patients requiring emergency tracheal intubation. *Critical care medicine*. 2005;33(11):2672-5.
29. Mort TC, Waberski BH, Clive J. Extending the preoxygenation period from 4 to 8 mins in critically ill patients undergoing emergency intubation. *Critical care medicine*. 2009;37(1):68-71.
30. Thierbach A, Piepho T, Wolcke B, Kuster S, Dick W. [Prehospital emergency airway management procedures. Success rates and complications]. *Anaesthesist*. 2004;53(6):543-50.
31. Helm M, Hossfeld B, Schafer S, Hoitz J, Lampl L. Factors influencing emergency intubation in the pre-hospital setting--a multicentre study in the German Helicopter Emergency Medical Service. *Br J Anaesth*. 2006;96(1):67-71.
32. Timmermann A, Eich C, Russo SG, Natge U, Brauer A, Rosenblatt WH, et al. Prehospital airway management: a prospective evaluation of anaesthesia trained emergency physicians. *Resuscitation*. 2006;70(2):179-85.
33. Schmidt UH, Kumwilaisak K, Bittner E, George E, Hess D. Effects of supervision by attending anesthesiologists on complications of emergency tracheal intubation. *Anesthesiology*. 2008;109(6):973-7.
34. Konrad C, Schupfer G, Wietlisbach M, Gerber H. Learning manual skills in anesthesiology: Is there a recommended number of cases for anesthetic procedures? *Anesth Analg*. 1998;86(3):635-9.
35. Timmermann A, Russo SG, Eich C, Roessler M, Braun U, Rosenblatt WH, et al. The out-of-hospital esophageal and endobronchial intubations performed by emergency physicians. *Anesth Analg*. 2007;104(3):619-23.
36. Combes X, Jabre P, Jbeili C, Leroux B, Bastuji-Garin S, Margenet A, et al. Prehospital standardization of medical airway management: incidence and risk factors of difficult airway. *Academic emergency medicine : official journal of the Society for Academic Emergency Medicine*. 2006;13(8):828-34.

37. Cogbill TH, Cothren CC, Ahearn MK, Cullinane DC, Kaups KL, Scalea TM, et al. Management of maxillofacial injuries with severe oronasal hemorrhage: a multicenter perspective. *J Trauma*. 2008;65(5):994-9.
38. Mort TC. Emergency tracheal intubation: complications associated with repeated laryngoscopic attempts. *Anesth Analg*. 2004;99(2):607-13, table of contents.
39. Wilharm A, Kulla M, Baacke M, Wagner F, Behnke M, Lefering R, et al. Prehospital capnometry as quality indicator for trauma patients – Initial analysis from the TraumaRegister DGU®. *Anesthesiologie und Intensivmedizin*. 2019;60(9):419-32.
40. Silvestri S, Ralls GA, Krauss B, Thundiyil J, Rothrock SG, Senn A, et al. The effectiveness of out-of-hospital use of continuous end-tidal carbon dioxide monitoring on the rate of unrecognized misplaced intubation within a regional emergency medical services system. *Ann Emerg Med*. 2005;45(5):497-503.
41. Helm M, Schuster R, Hauke J, Lampl L. Tight control of prehospital ventilation by capnography in major trauma victims. *Br J Anaesth*. 2003;90(3):327-32.
42. Gries A, Sikinger M, Hainer C, Ganion N, Petersen G, Bernhard M, et al. [Time in care of trauma patients in the air rescue service: implications for disposition?]. *Anaesthetist*. 2008;57(6):562-70.
43. Grmec S, Mally S. Prehospital determination of tracheal tube placement in severe head injury. *Emerg Med J*. 2004;21(4):518-20.
44. Warner KJ, Cuschieri J, Copass MK, Jurkovich GJ, Bulger EM. The impact of prehospital ventilation on outcome after severe traumatic brain injury. *J Trauma*. 2007;62(6):1330-6; discussion 6-8.
45. Caulfield EV, Dutton RP, Floccare DJ, Stansbury LG, Scalea TM. Prehospital hypoxemia and poor outcome after severe traumatic brain injury. *J Trauma*. 2009;66(6):1577-82; discussion 83.
46. Warner KJ, Cuschieri J, Copass MK, Jurkovich GJ, Bulger EM. Emergency department ventilation effects outcome in severe traumatic brain injury. *J Trauma*. 2008;64(2):341-7.
47. Lee SW, Hong YS, Han C, Kim SJ, Moon SW, Shin JH, et al. Concordance of end-tidal carbon dioxide and arterial carbon dioxide in severe traumatic brain injury. *J Trauma*. 2009;67(3):526-30.
48. Wang HE, Yealy DM. How many attempts are required to accomplish out-of-hospital endotracheal intubation? *Academic emergency medicine : official journal of the Society for Academic Emergency Medicine*. 2006;13(4):372-7.
49. Lyon RM, Perkins ZB, Chatterjee D, Lockey DJ, Russell MQ, Kent S, et al. Significant modification of traditional rapid sequence induction improves safety and effectiveness of pre-hospital trauma anaesthesia. *Crit Care*. 2015;19:134.
50. Hildreth AN, Mejia VA, Maxwell RA, Smith PW, Dart BW, Barker DE. Adrenal suppression following a single dose of etomidate for rapid sequence induction: a prospective randomized study. *J Trauma*. 2008;65(3):573-9.
51. Jabre P, Combes X, Lapostolle F, Dhaouadi M, Ricard-Hibon A, Vivien B, et al. Etomidate versus ketamine for rapid sequence intubation in acutely ill patients: a multicentre randomised controlled trial. *Lancet*. 2009;374(9686):293-300.
52. Cotton BA, Guillaumondegui OD, Fleming SB, Carpenter RO, Patel SH, Morris JA, Jr., et al. Increased risk of adrenal insufficiency following etomidate exposure in critically injured patients. *Arch Surg*. 2008;143(1):62-7; discussion 7.
53. Gasler M, Ruppert M, Lefering R, Bouillon B, Wafaisade A, TraumaRegister DGU. Pre-hospital emergent intubation in trauma patients: the influence of etomidate on mortality, morbidity and healthcare resource utilization. *Scandinavian Journal of Trauma, Resuscitation & Emergency Medicine*. 2019;27(1):61.
54. Warner KJ, Cuschieri J, Jurkovich GJ, Bulger EM. Single-dose etomidate for rapid sequence intubation may impact outcome after severe injury. *J Trauma*. 2009;67(1):45-50.
55. Santoni BG, Hindman BJ, Puttlitz CM, Weeks JB, Johnson N, Maktabi MA, et al. Manual in-line stabilization increases pressures applied by the laryngoscope blade during direct laryngoscopy and orotracheal intubation. *Anesthesiology*. 2009;110(1):24-31.
56. Manoach S, Paladino L. Manual in-line stabilization for acute airway management of suspected cervical spine injury: historical review and current questions. *Ann Emerg Med*. 2007;50(3):236-45.

57. Goksu E, Kilic T, Yildiz G, Unal A, Kartal M. Comparison of the C-MAC video laryngoscope to the Macintosh laryngoscope for intubation of blunt trauma patients in the ED. *Turkish Journal of Emergency Medicine*. 2016;16(2):53-6.
58. Michailidou M, O'Keeffe T, Mosier JM, Friese RS, Joseph B, Rhee P, et al. A comparison of video laryngoscopy to direct laryngoscopy for the emergency intubation of trauma patients. *World J Surg*. 2015;39(3):782-8.
59. Leidel BA, Kirchhoff C, Bogner V, Braunstein V, Biberthaler P, Kanz K-G. Comparison of intraosseous versus central venous vascular access in adults under resuscitation in the emergency department with inaccessible peripheral veins. *Resuscitation*. 2012;83(1):40-5.
60. Guyette FX, Brown JB, Zenati MS, Early-Young BJ, Adams PW, Eastridge BJ, et al. Tranexamic Acid During Prehospital Transport in Patients at Risk for Hemorrhage After Injury: A Double-blind, Placebo-Controlled, Randomized Clinical Trial. *JAMA Surgery*. 2020;5:05.
61. Roberts I, Edwards P, Prieto D, Joshi M, Mahmood A, Ker K, et al. Tranexamic acid in bleeding trauma patients: an exploration of benefits and harms. *Trials [Electronic Resource]*. 2017;18(1):48.
62. Roberts I, Prieto-Merino D, Manno D. Mechanism of action of tranexamic acid in bleeding trauma patients: an exploratory analysis of data from the CRASH-2 trial. *Critical Care (London, England)*. 2014;18(6):685.
63. Khan M, Jehan F, Bulger EM, O'Keeffe T, Holcomb JB, Wade CE, et al. Severely injured trauma patients with admission hyperfibrinolysis: Is there a role of tranexamic acid? Findings from the PROPPR trial. *The journal of trauma and acute care surgery*. 2018;85(5):851-7.
64. Ziegler B, Bachler M, Haberfellner H, Niederwanger C, Innerhofer P, Hell T, et al. Efficacy of prehospital administration of fibrinogen concentrate in trauma patients bleeding or presumed to bleed (FlinTIC): A multicentre, double-blind, placebo-controlled, randomised pilot study. *European journal of anaesthesiology*. 2021;38(4):348-57.
65. Gruen DS, Guyette FX, Brown JB, Okonkwo DO, Puccio AM, Campwala IK, et al. Association of Prehospital Plasma With Survival in Patients With Traumatic Brain Injury: A Secondary Analysis of the PAMPer Cluster Randomized Clinical Trial. *JAMA Network Open*. 2020;3(10):e2016869.
66. Sperry JL, Guyette FX, Brown JB, Yazer MH, Triulzi DJ, Early-Young BJ, et al. Prehospital Plasma during Air Medical Transport in Trauma Patients at Risk for Hemorrhagic Shock. *New England Journal of Medicine*. 2018;379(4):315-26.
67. Pusateri AE, Moore EE, Moore HB, Le TD, Guyette FX, Chapman MP, et al. Association of Prehospital Plasma Transfusion With Survival in Trauma Patients With Hemorrhagic Shock When Transport Times Are Longer Than 20 Minutes: A Post Hoc Analysis of the PAMPer and COMBAT Clinical Trials. *JAMA Surgery*. 2020;155(2):e195085.
68. Guyette FX, Sperry JL, Peitzman AB, Billiar TR, Daley BJ, Miller RS, et al. Prehospital Blood Product and Crystalloid Resuscitation in the Severely Injured Patient: A Secondary Analysis of the Prehospital Air Medical Plasma Trial. *Annals of Surgery*. 2021;273(2):358-64.
69. Brown JB, Cohen MJ, Minei JP, Maier RV, West MA, Billiar TR, et al. Pretrauma center red blood cell transfusion is associated with reduced mortality and coagulopathy in severely injured patients with blunt trauma. *Annals of Surgery*. 2015;261(5):997-1005.
70. Henriksen HH, Rahbar E, Baer LA, Holcomb JB, Cotton BA, Steinmetz J, et al. Pre-hospital transfusion of plasma in hemorrhaging trauma patients independently improves hemostatic competence and acidosis. *Scandinavian Journal of Trauma, Resuscitation & Emergency Medicine*. 2016;24(1):145.
71. Bounes V, Barniol C, Minville V, Houze-Cerfon C-H, Ducassé JL. Predictors of pain relief and adverse events in patients receiving opioids in a prehospital setting. *The American journal of emergency medicine*. 2011;29(5):512-7.
72. Galinski M, Dolveck F, Combes X, Limoges V, Smaïl N, Pommier V, et al. Management of severe acute pain in emergency settings: ketamine reduces morphine consumption. *The American journal of emergency medicine*. 2007;25(4):385-90.

73. Smith MD, Wang Y, Cudnik M, Smith DA, Pakiela J, Emerman CL. The effectiveness and adverse events of morphine versus fentanyl on a physician-staffed helicopter. *The Journal of emergency medicine*. 2012;43(1):69-75.
74. Häske D, Böttiger BW, Bouillon B, Fischer M, Gaier G, Gliwitzky B, et al. Analgesia in Patients with Trauma in Emergency Medicine. *Dtsch Arztebl Int*. 2017;114(46):785-92.
75. Karlsen AP, Pedersen DM, Trautner S, Dahl JB, Hansen MS. Safety of intranasal fentanyl in the out-of-hospital setting: a prospective observational study. *Annals of emergency medicine*. 2014;63(6):699-703.
76. DAS-Leitlinie. S3 Leitlinie Analgesie, Sedierung und Delirmanagement in der Intensivmedizin AWMF Registrierungsnummer 001/012. 2020.
77. Maier C, Nestler N, Richter H, Hardinghaus W, Pogatzki-Zahn E, Zenz M, et al. The quality of pain management in German hospitals. *Deutsches Ärzteblatt International*. 2010;107(36):607.
78. Bendall JC, Simpson PM, Middleton PM. Prehospital vital signs can predict pain severity: analysis using ordinal logistic regression. *European Journal of Emergency Medicine*. 2011;18(6):334-9.
79. Jennings PA, Cameron P, Bernard S, Walker T, Jolley D, Fitzgerald M, et al. Morphine and ketamine is superior to morphine alone for out-of-hospital trauma analgesia: a randomized controlled trial. *Annals of emergency medicine*. 2012;59(6):497-503.
80. Tran KP, Nguyen Q, Truong XN, Le V, Le VP, Mai N, et al. A comparison of ketamine and morphine analgesia in prehospital trauma care: a cluster randomized clinical trial in rural Quang Tri province, Vietnam. *Prehospital Emergency Care*. 2014;18(2):257-64.
81. Grissa MH, Boubaker H, Zorgati A, Beltaïef K, Zhani W, Msolli MA, et al. Efficacy and safety of nebulized morphine given at 2 different doses compared to IV titrated morphine in trauma pain. *The American journal of emergency medicine*. 2015;33(11):1557-61.
82. Johansson P, Kongstad P, Johansson A. The effect of combined treatment with morphine sulphate and low-dose ketamine in a prehospital setting. *Scandinavian journal of trauma, resuscitation and emergency medicine*. 2009;17(1):1-5.
83. Press GM, Miller SK, Hassan IA, Alade KH, Camp E, Junco DD, et al. Prospective evaluation of prehospital trauma ultrasound during aeromedical transport. *J Emerg Med*. 2014;47(6):638-45.
84. Quick JA, Uhlich RM, Ahmad S, Barnes SL, Coughenour JP. In-flight ultrasound identification of pneumothorax. *Emerg Radiol*. 2016;23(1):3-7.
85. Shibahashi K, Sugiyama K, Okura Y, Tomio J, Hoda H, Hamabe Y. Defining Hypotension in Patients with Severe Traumatic Brain Injury. *World Neurosurgery*. 2018;120:e667-e74.
86. Shibahashi K, Hoda H, Okura Y, Hamabe Y. Acceptable Blood Pressure Levels in the Prehospital Setting for Patients with Traumatic Brain Injury: A Multicenter Observational Study. *World Neurosurgery*. 2021;06:06.
87. Dittmar MS, Wolf P, Bigalke M, Graf BM, Birkholz T. Mass casualty incident triage: Substantial decrease in triage ability of EMS personnel one year after initial training. *Notfall und Rettungsmedizin*. 2016;19(2):108-14.
88. Dittmar MS, Wolf P, Bigalke M, Graf BM, Birkholz T. Primary mass casualty incident triage: evidence for the benefit of yearly brief re-training from a simulation study. *Scandinavian Journal of Trauma, Resuscitation & Emergency Medicine*. 2018;26(1):35.
89. Risavi BL, Terrell MA, Lee W, Holsten DL, Jr. Prehospital mass-casualty triage training-written versus moulage scenarios: how much do EMS providers retain? *Prehospital & Disaster Medicine*. 2013;28(3):251-6.
90. Andreatta PB, Maslowski E, Petty S, Shim W, Marsh M, Hall T, et al. Virtual reality triage training provides a viable solution for disaster-preparedness. *Academic Emergency Medicine*. 2010;17(8):870-6.
91. Mills B, Dykstra P, Hansen S, Miles A, Rankin T, Hopper L, et al. Virtual Reality Triage Training Can Provide Comparable Simulation Efficacy for Paramedicine Students Compared to Live Simulation-Based Scenarios. *Prehospital Emergency Care*. 2020;24(4):525-36.
92. Cicero MX, Whitfill T, Munjal K, Madhok M, Diaz MCG, Scherzer DJ, et al. 60 seconds to survival: A pilot study of a disaster triage video game for prehospital providers. *American Journal of Disaster Medicine*. 2017;12(2):75-83.

93. Knight JF, Carley S, Tregunna B, Jarvis S, Smithies R, de Freitas S, et al. Serious gaming technology in major incident triage training: a pragmatic controlled trial. *Resuscitation*. 2010;81(9):1175-9.
94. Saltzherr TP, Bakker FC, Beenen LF, Dijkgraaf MG, Reitsma JB, Goslings JC. Randomized clinical trial comparing the effect of computed tomography in the trauma room versus the radiology department on injury outcomes. *The British journal of surgery*. 2012;99 Suppl 1:105-13.
95. Huber-Wagner S, Mand C, Ruchholtz S, Kuhne CA, Holzapfel K, Kanz KG, et al. Effect of the localisation of the CT scanner during trauma resuscitation on survival -- a retrospective, multicentre study. *Injury*. 2014;45 Suppl 3:S76-82.
96. Riepl C, Junghanns A, Gebhard F, Kraus M. Reduced emergency room time for trauma patients by integrated CT. *Z Orthop Unfall*. 2013;151(2):168-72.
97. Wulffeld S, Rasmussen LS, Hojlund Bech B, Steinmetz J. The effect of CT scanners in the trauma room - an observational study. *Acta Anaesthesiologica Scandinavica*. 2017;61(7):832-40.
98. Dodek P, Herrick R, Phang PT. Initial management of trauma by a trauma team: effect on timeliness of care in a teaching hospital. *Am J Med Qual*. 2000;15(1):3-8.
99. Lomas GA, Goodall O. Trauma teams vs non-trauma teams. *Accid Emerg Nurs*. 1994;2(4):205-10.
100. Palmer SH, Maheson M. A radiological review of cervical spine injuries from an accident and emergency department: has the ATLS made a difference? *J Accid Emerg Med*. 1995;12(3):189-90.
101. Vernon DD, Furnival RA, Hansen KW, Diller EM, Bolte RG, Johnson DG, et al. Effect of a pediatric trauma response team on emergency department treatment time and mortality of pediatric trauma victims. *Pediatrics*. 1999;103(1):20-4.
102. Bieler D, Trentzsch H, Franke A, Baacke M, Lefering R, Paffrath T, et al. Evaluation of a standardized instrument for post hoc analysis of trauma-team-activation-criteria in 75,613 injured patients an analysis of the TraumaRegister DGU(®). *European journal of trauma and emergency surgery : official publication of the European Trauma Society*. 2021.
103. Brown JB, Gestring ML, Forsythe RM, Stassen NA, Billiar TR, Peitzman AB, et al. Systolic blood pressure criteria in the National Trauma Triage Protocol for geriatric trauma: 110 is the new 90. *The journal of trauma and acute care surgery*. 2015;78(2):352-9.
104. Hasler RM, Nuesch E, Juni P, Bouamra O, Exadaktylos AK, Lecky F. Systolic blood pressure below 110 mm Hg is associated with increased mortality in blunt major trauma patients: multicentre cohort study. *Resuscitation*. 2011;82(9):1202-7.
105. Hasler RM, Nuesch E, Juni P, Bouamra O, Exadaktylos AK, Lecky F. Systolic blood pressure below 110 mmHg is associated with increased mortality in penetrating major trauma patients: Multicentre cohort study. *Resuscitation*. 2012;83(4):476-81.
106. Lehmann R, Brounts L, Lesperance K, Eckert M, Casey L, Beekley A, et al. A simplified set of trauma triage criteria to safely reduce overtriage: a prospective study. *Archives of Surgery*. 2009;144(9):853-8.
107. Shawhan RR, McVay DP, Casey L, Spears T, Steele SR, Martin MJ. A simplified trauma triage system safely reduces overtriage and improves provider satisfaction: a prospective study. *American Journal of Surgery*. 2015;209(5):856-62; discussion 62-3.
108. Singh A, Ali S, Agarwal A, Srivastava RN. Correlation of shock index and modified shock index with the outcome of adult trauma patients: a prospective study of 9860 patients. *North American Journal of Medical Sciences*. 2014;6(9):450-2.
109. Tignanelli CJ, er Kolk WE, Mikhail JN, Delano MJ, Hemmila MR. Noncompliance with American College of Surgeons Committee on Trauma recommended criteria for full trauma team activation is associated with undertriage deaths. *The journal of trauma and acute care surgery*. 2018;84(2):287-94.
110. Dehli T, Monsen SA, Fredriksen K, Bartnes K. Evaluation of a trauma team activation protocol revision: a prospective cohort study. *Scandinavian Journal of Trauma, Resuscitation & Emergency Medicine*. 2016;24(1):105.
111. Kalkwarf KJ, Goodman MD, Press GM, Wade CE, Cotton BA. Prehospital ABC Score Accurately Forecasts Patients Who Will Require Immediate Resource Utilization. *Southern medical journal*. 2021;114(4):193-8.

112. Werman HA, Erskine T, Caterino J, Riebe JF, Valasek T. Development of statewide geriatric patients trauma triage criteria. *Prehosp Disaster Med.* 2011;26(3):170-9.
113. Heindl B, Trentzsch H, Flohe S. [Emergency intervention rate in the emergency room depending on the alerting criteria : Prospective data analysis of a supraregional trauma center]. *Der Unfallchirurg.* 2021;4:04.
114. Ichwan B, Darbha S, Shah MN, Thompson L, Evans DC, Boulger CT, et al. Geriatric-specific triage criteria are more sensitive than standard adult criteria in identifying need for trauma center care in injured older adults. *Ann Emerg Med.* 2015;65(1):92-100.e3.
115. Hranjec T, Sawyer RG, Young JS, Swenson BR, Calland JF. Mortality factors in geriatric blunt trauma patients: creation of a highly predictive statistical model for mortality using 50,765 consecutive elderly trauma admissions from the National Sample Project. *The American surgeon.* 2012;78(12):1369-75.
116. Huber-Wagner S, Lefering R, Qvick M, Kay MV, Paffrath T, Mutschler W, et al. Outcome in 757 severely injured patients with traumatic cardiorespiratory arrest. *Resuscitation.* 2007;75(2):276-85.
117. Gonzalez E, Moore EE, Moore HB, Chapman MP, Chin TL, Ghasabyan A, et al. Goal-directed Hemostatic Resuscitation of Trauma-induced Coagulopathy: A Pragmatic Randomized Clinical Trial Comparing a Viscoelastic Assay to Conventional Coagulation Assays. *Annals of Surgery.* 2016;263(6):1051-9.
118. Hagemo JS, Christiaans SC, Stanworth SJ, Brohi K, Johansson PI, Goslings JC, et al. Detection of acute traumatic coagulopathy and massive transfusion requirements by means of rotational thromboelastometry: an international prospective validation study. *Critical Care (London, England).* 2015;19:97.
119. Moore HB, Moore EE, Chapman MP, Huebner BR, Einersen PM, Oushy S, et al. Viscoelastic Tissue Plasminogen Activator Challenge Predicts Massive Transfusion in 15 Minutes. *Journal of the American College of Surgeons.* 2017;225(1):138-47.
120. Spagnolello O, J Reed M, Dauncey S, Timony-Nolan E, Innes C, Allen JMM, et al. Introduction of a ROTEM protocol for the management of trauma-induced coagulopathy. *Trauma (United Kingdom).* 2020.
121. Peng HT, Nascimento B, Tien H, Callum J, Rizoli S, Rhind SG, et al. A comparative study of viscoelastic hemostatic assays and conventional coagulation tests in trauma patients receiving fibrinogen concentrate. *Clinica Chimica Acta.* 2019;495:253-62.
122. Rizoli S, Min A, Sanchez AP, Shek P, Grodecki R, Veigas P, et al. In Trauma, Conventional ROTEM and TEG Results Are Not Interchangeable But Are Similar in Clinical Applicability. *Military Medicine.* 2016;181(5):117-26.
123. Gu X, Wang S, Chen J, Cao F, Zhou L. Restricted fluid resuscitation improves the prognosis of patients with traumatic hemorrhagic shock. *International Journal of Clinical and Experimental Medicine.* 2020;13(7):5319-27.
124. Lu Y, Liu L, Wang J, Cui L. Controlled blood pressure elevation and limited fluid resuscitation in the treatment of multiple injuries in combination with shock. *Pakistan Journal of Medical Sciences.* 2018;34(5):1120-4.
125. Connelly CR, Yonge JD, McCully SP, Hart KD, Hilliard TC, Lape DE, et al. Assessment of three point-of-care platelet function assays in adult trauma patients. *Journal of Surgical Research.* 2017;212:260-9.
126. Spinella PC, Thomas KA, Turnbull IR, Fuchs A, Bochicchio K, Schuerer D, et al. The Immunologic Effect of Early Intravenous Two and Four Gram Bolus Dosing of Tranexamic Acid Compared to Placebo in Patients With Severe Traumatic Bleeding (TAMPITI): A Randomized, Double-Blind, Placebo-Controlled, Single-Center Trial. *Frontiers in Immunology.* 2020;11:2085.
127. Moore HB, Moore EE, Huebner BR, Stettler GR, Nunns GR, Einersen PM, et al. Tranexamic acid is associated with increased mortality in patients with physiological fibrinolysis. *Journal of Surgical Research.* 2017;220:438-43.

128. Akbari E, Safari S, Hatamabadi H. The effect of fibrinogen concentrate and fresh frozen plasma on the outcome of patients with acute traumatic coagulopathy: A quasi-experimental study. *American Journal of Emergency Medicine*. 2018;36(11):1947-50.
129. Innerhofer P, Fries D, Mittermayr M, Innerhofer N, von Langen D, Hell T, et al. Reversal of trauma-induced coagulopathy using first-line coagulation factor concentrates or fresh frozen plasma (RETIC): a single-centre, parallel-group, open-label, randomised trial. *The Lancet Haematology*. 2017;4(6):e258-e71.
130. Nascimento B, Callum J, Tien H, Peng H, Rizoli S, Karanicolas P, et al. Fibrinogen in the initial resuscitation of severe trauma (FiIRST): a randomized feasibility trial. *British Journal of Anaesthesia*. 2016;117(6):775-82.
131. Zeeshan M, Hamidi M, Feinstein AJ, Gries L, Jehan F, Sakran J, et al. Four-factor prothrombin complex concentrate is associated with improved survival in trauma-related hemorrhage: A nationwide propensity-matched analysis. *The journal of trauma and acute care surgery*. 2019;87(2):274-81.
132. Akdemir HU, Caliskan F, Kati C, Baydin A. The Blunt Abdominal Trauma Bedside Ultrasonography Comparison with Trauma Severity Scores and Computerized Tomography. *Jcsp, Journal of the College of Physicians & Surgeons - Pakistan*. 2019;29(7):621-5.
133. Akoglu H, Celik OF, Celik A, Ergelen R, Onur O, Denizbasi A. Diagnostic accuracy of the Extended Focused Abdominal Sonography for Trauma (E-FAST) performed by emergency physicians compared to CT. *American Journal of Emergency Medicine*. 2018;36(6):1014-7.
134. Bagheri-Hariri S, Bahreini M, Farshidmehr P, Baraz, eh S, Babaniamansour S, et al. The effect of extended-focused assessment with sonography in trauma results on clinical judgment accuracy of the physicians managing patients with blunt thoracoabdominal trauma. *Archives of Trauma Research*. 2019;8(4):207-13.
135. Ezzat H, Elkahwagy M, Eltomey M, Sabry M. Evaluation of the role of bedside ultrasonography in the detection of traumatic occult pneumothorax. *Journal of the Egyptian Society of Cardio-Thoracic Surgery*. 2018;26(2):146-50.
136. Kozaci N, Avci M, Ararat E, Pinarbasili T, Ozkaya M, Etili I, et al. Comparison of ultrasonography and computed tomography in the determination of traumatic thoracic injuries. *American Journal of Emergency Medicine*. 2019;37(5):864-8.
137. Leblanc D, Bouvet C, Degiovanni F, Nedelcu C, Bouhours G, Rineau E, et al. Early lung ultrasonography predicts the occurrence of acute respiratory distress syndrome in blunt trauma patients. *Intensive Care Medicine*. 2014;40(10):1468-74.
138. Zanolletti M, Coppa A, Nazerian P, Grifoni S, Scorpiniti M, Innocenti F, et al. Chest Abdominal-Focused Assessment Sonography for Trauma during the primary survey in the Emergency Department: the CA-FAST protocol. *European Journal of Trauma & Emergency Surgery*. 2018;44(6):805-10.
139. Quinn AC, Sinert R. What is the utility of the Focused Assessment with Sonography in Trauma (FAST) exam in penetrating torso trauma? *Injury*. 2011;42(5):482-7.
140. Becker A, Lin G, McKenney MG, Marttos A, Schulman CI. Is the FAST exam reliable in severely injured patients? *Injury*. 2010;41(5):479-83.
141. Ingeman JE, Plewa MC, Okasinski RE, King RW, Knotts FB. Emergency physician use of ultrasonography in blunt abdominal trauma. *Academic Emergency Medicine*. 1996;3(10):931-7.
142. Lentz KA, McKenney MG, Nunez Jr DB, Martin L. Evaluating blunt abdominal trauma: Role for ultrasonography. *Journal of Ultrasound in Medicine*. 1996;15(6):447-51.
143. Richards JR, Schleper NH, Woo BD, Bohnen PA, McGahan JP. Sonographic assessment of blunt abdominal trauma: a 4-year prospective study. *J Clin Ultrasound*. 2002;30(2):59-67.
144. Schleder S, Dendl LM, Ernstberger A, Nerlich M, Hoffstetter P, Jung EM, et al. Diagnostic value of a hand-carried ultrasound device for free intra-abdominal fluid and organ lacerations in major trauma patients. *Emerg Med J*. 2013;30(3):e20.
145. Smith ZA, Postma N, Wood D. FAST scanning in the developing world emergency department. *S Afr Med J*. 2010;100(2):105-8.

146. Wilkerson RG, Stone MB. Sensitivity of bedside ultrasound and supine anteroposterior chest radiographs for the identification of pneumothorax after blunt trauma. *Academic emergency medicine : official journal of the Society for Academic Emergency Medicine*. 2010;17(1):11-7.
147. Blaivas M, Lyon M, Duggal S. A prospective comparison of supine chest radiography and bedside ultrasound for the diagnosis of traumatic pneumothorax. *Academic emergency medicine : official journal of the Society for Academic Emergency Medicine*. 2005;12(9):844-9.
148. Soldati G, Testa A, Sher S, Pignataro G, La Sala M, Silveri NG. Occult traumatic pneumothorax: diagnostic accuracy of lung ultrasonography in the emergency department. *Chest*. 2008;133(1):204-11.
149. Soldati G, Testa A, Silva FR, Carbone L, Portale G, Silveri NG. Chest ultrasonography in lung contusion. *Chest*. 2006;130(2):533-8.
150. Zhang M, Liu ZH, Yang JX, Gan JX, Xu SW, You XD, et al. Rapid detection of pneumothorax by ultrasonography in patients with multiple trauma. *Crit Care*. 2006;10(4):R112.
151. Botelho Filho FM, de Oliveira e Silva RC, Starling SV, Zille DP, Drumond DA. Complementary exams in blunt torso trauma. Perform only radiographs and fast: is it safe? *Revista do Colegio Brasileiro de Cirurgioes*. 2015;42(4):220-3.
152. Sierink JC, Treskes K, Edwards MJ, Beuker BJ, den Hartog D, Hohmann J, et al. Immediate total-body CT scanning versus conventional imaging and selective CT scanning in patients with severe trauma (REACT-2): a randomised controlled trial. *Lancet*. 2016;388(10045):673-83.
153. Cook MR, Holcomb JB, Rahbar MH, Fox EE, Alarcon LH, Bulger EM, et al. An abdominal computed tomography may be safe in selected hypotensive trauma patients with positive Focused Assessment with Sonography in Trauma examination. *American Journal of Surgery*. 2015;209(5):834-40.
154. Huber-Wagner S, Biberthaler P, Haberle S, Wierer M, Dobritz M, Rummeny E, et al. Whole-Body CT in Haemodynamically Unstable Severely Injured Patients - A Retrospective, Multicentre Study. *PloS one*. 2013;8(7).
155. Tsutsumi Y, Fukuma S, Tsuchiya A, Ikenoue T, Yamamoto Y, Shimizu S, et al. Computed tomography during initial management and mortality among hemodynamically unstable blunt trauma patients: a nationwide retrospective cohort study. *Scandinavian Journal of Trauma, Resuscitation & Emergency Medicine*. 2017;25(1):74.
156. Lang P, Kulla M, Kerwagen F, Lefering R, Friemert B, Palm HG, et al. The role of whole-body computed tomography in the diagnosis of thoracic injuries in severely injured patients - a retrospective multi-centre study based on the trauma registry of the German trauma society (TraumaRegister DGU^{^R). *Scandinavian Journal of Trauma, Resuscitation & Emergency Medicine*. 2017;25(1):82.}
157. Topp T, Lefering R, Lopez CL, Ruchholtz S, Ertel W, Kuhne CA. Radiologic diagnostic procedures in severely injured patients - is only whole-body multislice computed tomography the answer? *International journal of emergency medicine*. 2015;8:3.
158. Katayama Y, Kitamura T, Hirose T, Kiguchi T, Matsuyama T, Sado J, et al. Delay of computed tomography is associated with poor outcome in patients with blunt traumatic aortic injury: A nationwide observational study in Japan. *Medicine*. 2018;97(35):e12112.
159. Palm HG, Kulla M, Wettberg M, Lefering R, Friemert B, Lang P, et al. Changes in trauma management following the implementation of the whole-body computed tomography: a retrospective multi-centre study based on the trauma registry of the German Trauma Society (TraumaRegister DGU^{^R). *European Journal of Trauma & Emergency Surgery*. 2018;44(5):759-66.}
160. Huber-Wagner S, Lefering R, Qvick LM, Korner M, Kay MV, Pfeifer KJ, et al. Effect of whole-body CT during trauma resuscitation on survival: a retrospective, multicentre study. *Lancet*. 2009;373(9673):1455-61.
161. Kanz KG, Paul AO, Lefering R, Kay MV, Kreimeier U, Linsenmaier U, et al. Trauma management incorporating focused assessment with computed tomography in trauma (FACTT) - potential effect on survival. *Journal of trauma management & outcomes*. 2010;4(1):4.

162. Stengel D, Ottersbach C, Matthes G, Weigeldt M, Grundei S, Rademacher G, et al. Accuracy of single-pass whole-body computed tomography for detection of injuries in patients with major blunt trauma. *CMAJ*. 2012;184(8):869-76.
163. Bieler D, Paffrath T, Schmidt A, Vollmecke M, Lefering R, Kulla M, et al. Why do some trauma patients die while others survive? A matched-pair analysis based on data from Trauma Register DGU R. *Chinese Journal of Traumatology*. 2020;23(4):224-32.
164. Treskes K, Saltzherr TP, Luitse JS, Beenen LF, Goslings JC. Indications for total-body computed tomography in blunt trauma patients: a systematic review. *European journal of trauma and emergency surgery : official publication of the European Trauma Society*. 2017;43(1):35-42.
165. Moon SN, Pyo JS, Kang WS. Accuracy of Contrast Extravasation on Computed Tomography for Diagnosing Severe Pelvic Hemorrhage in Pelvic Trauma Patients: A Meta-Analysis. *Medicina (Kaunas)*. 2021;57(1).
166. Abe T, Uchida M, Nagata I, Saitoh D, Tamiya N. Resuscitative endovascular balloon occlusion of the aorta versus aortic cross clamping among patients with critical trauma: a nationwide cohort study in Japan. *Critical Care (London, England)*. 2016;20(1):400.
167. Asmar S, Bible L, Chehab M, Tang A, Khurram M, Douglas M, et al. Resuscitative Endovascular Balloon Occlusion of the Aorta vs Pre-Peritoneal Packing in Patients with Pelvic Fracture. *Journal of the American College of Surgeons*. 2021;232(1):17-26.e2.
168. Bukur M, Gorman E, DiMaggio C, Frangos S, Morrison JJ, Scalea TM, et al. Temporal Changes in REBOA Utilization Practices are Associated With Increased Survival: an Analysis of the AORTA Registry. *Shock*. 2021;55(1):24-32.
169. Teeter WA, Bradley MJ, Romagnoli A, Hu P, Li Y, Stein DM, et al. Treatment Effect or Effective Treatment? Cardiac Compression Fraction and End-tidal Carbon Dioxide Are Higher in Patients Resuscitative Endovascular Balloon Occlusion of the Aorta Compared with Resuscitative Thoracotomy and Open-Chest Cardiac Massage. *American Surgeon*. 2018;84(10):1691-5.
170. Yamamoto R, Cestero RF, Suzuki M, Funabiki T, Sasaki J. Resuscitative endovascular balloon occlusion of the aorta (REBOA) is associated with improved survival in severely injured patients: A propensity score matching analysis. *American Journal of Surgery*. 2019;218(6):1162-8.
171. Yamamoto R, Suzuki M, Funabiki T, Nishida Y, Maeshima K, Sasaki J. Resuscitative endovascular balloon occlusion of the aorta and traumatic out-of-hospital cardiac arrest: A nationwide study. *J Am Coll Emerg Physicians Open*. 2020;1(4):624-32.
172. Brenner M, Inaba K, Aiolfi A, DuBose J, Fabian T, Bee T, et al. Resuscitative Endovascular Balloon Occlusion of the Aorta and Resuscitative Thoracotomy in Select Patients with Hemorrhagic Shock: Early Results from the American Association for the Surgery of Trauma's Aortic Occlusion in Resuscitation for Trauma and Acute Care Surgery Registry. *Journal of the American College of Surgeons*. 2018;226(5):730-40.
173. Aso S, Matsui H, Fushimi K, Yasunaga H. Resuscitative endovascular balloon occlusion of the aorta or resuscitative thoracotomy with aortic clamping for noncompressible torso hemorrhage: A retrospective nationwide study. *The journal of trauma and acute care surgery*. 2017;82(5):910-4.
174. Coccolini F, Ceresoli M, McGreevy DT, Sadeghi M, Pirouzram A, Toivola A, et al. Aortic balloon occlusion (REBOA) in pelvic ring injuries: preliminary results of the ABO Trauma Registry. *Updates in Surgery*. 2020;72(2):527-36.
175. DuBose JJ, Scalea TM, Brenner M, Skiada D, Inaba K, Cannon J, et al. The AAST prospective Aortic Occlusion for Resuscitation in Trauma and Acute Care Surgery (AORTA) registry: Data on contemporary utilization and outcomes of aortic occlusion and resuscitative balloon occlusion of the aorta (REBOA). *The journal of trauma and acute care surgery*. 2016;81(3):409-19.
176. Henry R, Matsushima K, Henry RN, Magee GA, Foran CP, DuBose J, et al. Validation of a Novel Clinical Criteria to Predict Candidacy for Aortic Occlusion: An Aortic Occlusion for Resuscitation in Trauma and Acute Care Surgery Study. *American Surgeon*. 2020;86(10):1418-23.
177. Ordonez CA, Rodriguez F, Orlas CP, Parra MW, Caicedo Y, Guzman M, et al. The critical threshold value of systolic blood pressure for aortic occlusion in trauma patients in profound hemorrhagic shock. *The journal of trauma and acute care surgery*. 2020;89(6):1107-13.

178. Inoue J, Shiraishi A, Yoshiyuki A, Haruta K, Matsui H, Otomo Y. Resuscitative endovascular balloon occlusion of the aorta might be dangerous in patients with severe torso trauma: A propensity score analysis. *The journal of trauma and acute care surgery*. 2016;80(4):559-66; discussion 66-7.
179. Joseph B, Zeeshan M, Sakran JV, Hamidi M, Kulvatunyou N, Khan M, et al. Nationwide Analysis of Resuscitative Endovascular Balloon Occlusion of the Aorta in Civilian Trauma. *JAMA Surgery*. 2019;154(6):500-8.
180. Mikdad S, van Erp IAM, Moheb ME, Fawley J, Saillant N, King DR, et al. Pre-peritoneal pelvic packing for early hemorrhage control reduces mortality compared to resuscitative endovascular balloon occlusion of the aorta in severe blunt pelvic trauma patients: A nationwide analysis. *Injury*. 2020;51(8):1834-9.
181. Norii T, Crandall C, Terasaka Y. Survival of severe blunt trauma patients treated with resuscitative endovascular balloon occlusion of the aorta compared with propensity score-adjusted untreated patients. *The journal of trauma and acute care surgery*. 2015;78(4):721-8.
182. Alarhayem AQ, Rasmussen TE, Farivar B, Lim S, Braverman M, Hardy D, et al. Timing of repair of blunt thoracic aortic injuries in the thoracic endovascular aortic repair era. *Journal of Vascular Surgery*. 2021;73(3):896-902.
183. Dayama A, Rivera A, Olorunfemi O, Mahmoud A, Fontecha CA, McNelis J. Open and Endovascular Abdominal Aortic Injury Repair Outcomes in Polytrauma Patients. *Annals of Vascular Surgery*. 2017;42:156-61.
184. Grigorian A, Spencer D, Donayre C, Nahmias J, Schubl S, Gabriel V, et al. National Trends of Thoracic Endovascular Aortic Repair Versus Open Repair in Blunt Thoracic Aortic Injury. *Annals of Vascular Surgery*. 2018;52:72-8.
185. Marcaccio CL, Dumas RP, Huang Y, Yang W, Wang GJ, Holena DN. Delayed endovascular aortic repair is associated with reduced in-hospital mortality in patients with blunt thoracic aortic injury. *Journal of Vascular Surgery*. 2018;68(1):64-73.
186. Scalea TM, Feliciano DV, DuBose JJ, Ottochian M, O'Connor JV, Morrison JJ. Blunt Thoracic Aortic Injury: Endovascular Repair Is Now the Standard. *Journal of the American College of Surgeons*. 2019;228(4):605-10.
187. Sheehan BM, Grigorian A, de Virgilio C, Fujitani RM, Kabutey NK, Lekawa M, et al. Predictors of blunt abdominal aortic injury in trauma patients and mortality analysis. *Journal of Vascular Surgery*. 2020;71(6):1858-66.
188. Kondo Y, Matsui H, Yasunaga H. Characteristics, treatments, and outcomes among patients with abdominal aortic injury in Japan: a nationwide cohort study. *World Journal Of Emergency Surgery*. 2019;14:43.
189. Blitzer DN, Ottochian M, O'Connor JV, Feliciano DV, Morrison JJ, DuBose JJ, et al. Timing of intervention may influence outcomes in blunt injury to the carotid artery. *Journal of Vascular Surgery*. 2020;71(4):1323-32.e5.
190. Matsumoto S, Akashi T, Hayashida K, Sekine K, Orita T, Funabiki T, et al. Transcatheter Arterial Embolization in the Treatment of Maxillofacial Fractures With Life-Threatening Hemorrhage. *Annals of Plastic Surgery*. 2018;80(6):664-8.
191. Arvieux C, Frandon J, Tidadini F, Monnin-Bares V, Foote A, Dubuisson V, et al. Effect of Prophylactic Embolization on Patients With Blunt Trauma at High Risk of Splenectomy: A Randomized Clinical Trial. *JAMA Surgery*. 2020;155(12):1102-11.
192. Chehab M, Afaneh A, Bible L, Castanon L, Hanna K, Ditillo M, et al. Angioembolization in intra-abdominal solid organ injury: Does delay in angioembolization affect outcomes? *The journal of trauma and acute care surgery*. 2020;89(4):723-9.
193. Ojaghi Haghighi SH, Adimi I, Shams Vahdati S, Sarkhoshi Khiavi R. Ultrasonographic diagnosis of suspected hemopneumothorax in trauma patients. *Trauma Monthly*. 2014;19(4):e17498.
194. Kulvatunyou N, Bauman ZM, Edine SBZ, de Moya M, Krause C, Mukherjee K, et al. The Small 14-French (Fr) Percutaneous Catheter vs. Large (28-32Fr) Open Chest Tube for Traumatic Hemothorax (P-CAT): A Multi-center Randomized Clinical Trial. *The journal of trauma and acute care surgery*. 2021;16:16.

195. Asmar S, Chehab M, Bible L, Khurram M, Castanon L, Ditillo M, et al. The Emergency Department Systolic Blood Pressure Relationship After Traumatic Brain Injury. *The Journal of surgical research*. 2021;257:493-500.
196. Blitzer DN, Ottochian M, O'Connor J, Feliciano DV, Morrison JJ, DuBose JJ, et al. Penetrating Injury to the Carotid Artery: Characterizing Presentation and Outcomes from the National Trauma Data Bank. *Annals of Vascular Surgery*. 2020;67:192-9.
197. Aiolfi A, Inaba K, Martin M, Matsushima K, Bonitta G, Bona D, et al. Lung Resection for Trauma: A Propensity Score Adjusted Analysis Comparing Wedge Resection, Lobectomy, and Pneumonectomy. *American Surgeon*. 2020;86(3):261-5.
198. Hajibandeh S, Hajibandeh S, Gumber AO, Wong CS. Laparoscopy versus laparotomy for the management of penetrating abdominal trauma: a systematic review and meta-analysis. *International Journal of Surgery*. 2016;34:127-36.
199. Lele A, Kannan N, Vavilala MS, Sharma D, Mossa-Basha M, Agyem K, et al. Patients Who Benefit from Intracranial Pressure Monitoring without Cerebrospinal Fluid Drainage After Severe Traumatic Brain Injury. *Neurosurgery*. 2019;85(2):231-9.
200. Ahl R, Sarani B, Sjolín G, Mohseni S. The Association of Intracranial Pressure Monitoring and Mortality: A Propensity Score-Matched Cohort of Isolated Severe Blunt Traumatic Brain Injury. *Journal of Emergencies Trauma & Shock*. 2019;12(1):18-22.
201. Aiolfi A, Benjamin E, Khor D, Inaba K, Lam L, Demetriades D. Brain Trauma Foundation Guidelines for Intracranial Pressure Monitoring: Compliance and Effect on Outcome. *World Journal of Surgery*. 2017;41(6):1543-9.
202. Al Saiegh F, Philipp L, Mouchtouris N, Chalouhi N, Khanna O, Shah SO, et al. Comparison of Outcomes of Severe Traumatic Brain Injury in 36,929 Patients Treated with or without Intracranial Pressure Monitoring in a Mature Trauma System. *World Neurosurgery*. 2020;136:e535-e41.
203. Balas M, Guttman MP, Badhiwala JH, Lebovic G, Nathens AB, da Costa L, et al. Earlier Surgery Reduces Complications in Acute Traumatic Thoracolumbar Spinal Cord Injury: Analysis of a Multi-Center Cohort of 4108 Patients. *Journal of neurotrauma*. 2021.
204. Bliemel C, Lefering R, Buecking B, Frink M, Struwer J, Krueger A, et al. Early or delayed stabilization in severely injured patients with spinal fractures? Current surgical objectivity according to the Trauma Registry of DGU: treatment of spine injuries in polytrauma patients. *The journal of trauma and acute care surgery*. 2014;76(2):366-73.
205. Godzik J, Dalton J, Hemphill C, Walker C, Chapple K, Cook A, et al. Early surgical intervention among patients with acute central cord syndrome is not associated with higher mortality and morbidity. *J Spine Surg*. 2019;5(4):466-74.
206. Ruddell JH, DePasse JM, Tang OY, Daniels AH. Timing of Surgery for Thoracolumbar Spine Trauma: Patients With Neurological Injury. *Clin Spine Surg*. 2021;34(4):E229-e36.
207. Hager S, Eberbach H, Lefering R, Hammer TO, Kubosch D, Jäger C, et al. Possible advantages of early stabilization of spinal fractures in multiply injured patients with leading thoracic trauma - analysis based on the TraumaRegister DGU®. *Scandinavian journal of trauma, resuscitation and emergency medicine*. 2020;28(1):42.
208. Rixen D, Steinhausen E, Sauerl S, Lefering R, Maegele MG, et al. Randomized, controlled, two-arm, interventional, multicenter study on risk-adapted damage control orthopedic surgery of femur shaft fractures in multiple-trauma patients. *Trials [Electronic Resource]*. 2016;17:47.
209. Blair JA, Kusnezov N, Fisher T, Prabhakar G, Bader JO, Belmont PJ. Early Stabilization of Femur Fractures in the Setting of Polytrauma Is Associated With Decreased Risk of Pulmonary Complications and Mortality. *Journal of Surgical Orthopaedic Advances*. 2019;28(2):137-43.
210. Cantu RV, Graves SC, Spratt KF. In-hospital mortality from femoral shaft fracture depends on the initial delay to fracture fixation and Injury Severity Score: a retrospective cohort study from the NTDB 2002-2006. *The journal of trauma and acute care surgery*. 2014;76(6):1433-40.
211. Morshed S, Miclau T, 3rd, Bembom O, Cohen M, Knudson MM, Colford JM, Jr. Delayed internal fixation of femoral shaft fracture reduces mortality among patients with multisystem trauma. *Journal of Bone & Joint Surgery - American Volume*. 2009;91(1):3-13.

212. Morshed S, Mikhail C, Miclau Iii T. Timing of Femoral Shaft Fracture Fixation Affects Length of Hospital Stay in Patients with Multiple Injuries. *The open orthopaedics journal*. 2015;9:324-31.
213. Stojiljković P, Golubić Z, Mladenović D, Micić I, Milenković S, Karalejić S, et al. Damage control strategy in the treatment of closed femoral shaft fractures in polytrauma patients. *Acta Facultatis Medicae Naissensis*. 2009;26(3):127-33.
214. Richards JE, Medvecz AJ, O'Hara NN, Guillamondegui OD, O'Toole RV, Obremskey WT, et al. Musculoskeletal Trauma in Critically Injured Patients: Factors Leading to Delayed Operative Fixation and Multiple Organ Failure. *Anesthesia & Analgesia*. 2020;131(6):1781-8.
215. Flagstad IR, Tatman LM, Heare A, Parikh HR, Albersheim M, Atchison J, et al. Single-Stage versus Two-Stage Bilateral Intramedullary Nail Fixation in Patients with Bilateral Femur Fractures, A Multicenter Retrospective Review. *Journal of Orthopaedic Trauma*. 2021;5:05.
216. Steinhausen E, Lefering R, Tjardes T, Neugebauer EA, Bouillon B, Rixen D, et al. A risk-adapted approach is beneficial in the management of bilateral femoral shaft fractures in multiple trauma patients: an analysis based on the trauma registry of the German Trauma Society. *The journal of trauma and acute care surgery*. 2014;76(5):1288-93.
217. Anwar IA, Battistella FD, Neiman R, Olson SA, Chapman MW, Moehring HD. Femur fractures and lung complications: a prospective randomized study of reaming. *Clin Orthop Relat Res*. 2004;(422):71-6.
218. Canadian Orthopaedic Trauma S. Reamed versus unreamed intramedullary nailing of the femur: comparison of the rate of ARDS in multiple injured patients. *J Orthop Trauma*. 2006;20(6):384-7.
219. Bosse MJ, MacKenzie EJ, Riemer BL, Brumback RJ, McCarthy ML, Burgess AR, et al. Adult respiratory distress syndrome, pneumonia, and mortality following thoracic injury and a femoral fracture treated either with intramedullary nailing with reaming or with a plate. A comparative study. *The Journal of bone and joint surgery American volume*. 1997;79(6):799-809.
220. Brumback RJ, Toal TR, Jr., Murphy-Zane MS, Novak VP, Belkoff SM. Immediate weight-bearing after treatment of a comminuted fracture of the femoral shaft with a statically locked intramedullary nail. *The Journal of bone and joint surgery American volume*. 1999;81(11):1538-44.
221. Riemer BL, Butterfield SL, Burke CJ, 3rd, Mathews D. Immediate plate fixation of highly comminuted femoral diaphyseal fractures in blunt polytrauma patients. *Orthopedics*. 1992;15(8):907-16.
222. Scalea TM, Boswell SA, Scott JD, Mitchell KA, Kramer ME, Pollak AN. External fixation as a bridge to intramedullary nailing for patients with multiple injuries and with femur fractures: damage control orthopedics. *J Trauma*. 2000;48(4):613-21; discussion 21-3.
223. Schmidtmann U, Knopp W, Wolff C, Sturmer KM. [Results of elastic plate osteosynthesis of simple femoral shaft fractures in polytraumatized patients. An alternative procedure]. *Der Unfallchirurg*. 1997;100(12):949-56.
224. Aufmkolk M, Neudeck F, Voggenreiter G, Schneider K, Obertacke U, Schmit-Neuerburg KP. [Effect of primary femoral plate osteosynthesis on the course of polytrauma patients with or without thoracic trauma]. *Der Unfallchirurg*. 1998;101(6):433-9.
225. Bone LB, Babikian G, Stegemann PM. Femoral canal reaming in the polytrauma patient with chest injury. A clinical perspective. *Clin Orthop Relat Res*. 1995;(318):91-4.
226. Neudeck F, Aufmkolk M, Voggenreiter G, Olivier LC, Majetschak M, Obertacke U. [How many severely injured multiple-trauma patients can benefit from the biomechanical advantage of early mobilization following femoral intramedullary nailing?]. *Der Unfallchirurg*. 1998;101(10):769-74.
227. Smrke D, Princic J. [Plate and screw osteosynthesis in femoral shaft fractures. Retrospective study of 500 femur shaft fractures]. *Der Unfallchirurg*. 2000;103(2):110-4.
228. Wozasek GE, Simon P, Redl H, Schlag G. Intramedullary pressure changes and fat intravasation during intramedullary nailing: an experimental study in sheep. *J Trauma*. 1994;36(2):202-7.
229. Pell AC, Christie J, Keating JF, Sutherland GR. The detection of fat embolism by transoesophageal echocardiography during reamed intramedullary nailing. A study of 24 patients with femoral and tibial fractures. *J Bone Joint Surg Br*. 1993;75(6):921-5.

230. Südkamp N, Haas N, Flory P, Tscherne H, Berger A. Criteria for amputation, reconstruction and replantation of extremities in multiple trauma patients. *Der Chirurg; Zeitschrift für Alle Gebiete der Operativen Medizin*. 1989;60(11):774-81.
231. Brumback RJ, McGarvey WC. Fractures of the tibial plafond. Evolving treatment concepts for the pilon fracture. *Orthop Clin North Am*. 1995;26(2):273-85.
232. Dedmond BT, Almekinders LC. Operative versus nonoperative treatment of knee dislocations: a meta-analysis. *Am J Knee Surg*. 2001;14(1):33-8.
233. Green NE, Allen BL. Vascular injuries associated with dislocation of the knee. *The Journal of bone and joint surgery American volume*. 1977;59(2):236-9.
234. Huang FS, Simonian PT, Chansky HA. Irreducible posterolateral dislocation of the knee. *Arthroscopy*. 2000;16(3):323-7.
235. Gillespie W, Walenkamp G. Antibiotic prophylaxis for surgery for proximal femoral and other closed long bone fractures. *Cochrane Database Syst Rev* 2003;(Issue 1).
236. Slobogean GP, Kennedy SA, Davidson D, O'Brien PJ. Single- versus multiple-dose antibiotic prophylaxis in the surgical treatment of closed fractures: a meta-analysis. *J Orthop Trauma*. 2008;22(4):264-9.
237. Dellinger EP, Caplan ES, Weaver LD, Wertz MJ, Droppert BM, Hoyt N, et al. Duration of preventive antibiotic administration for open extremity fractures. *Arch Surg*. 1988;123(3):333-9.
238. Hunfeld K-P, Wichelhaus T, Schäfer V, Rittmeister M. Perioperative Antibiotikaprophylaxe bei aseptischen Eingriffen in der Orthopädie. *Der Orthopäde*. 2003;32(12):1070-7.
239. Henry SL, Ostermann PA, Seligson D. The prophylactic use of antibiotic impregnated beads in open fractures. *J Trauma*. 1990;30(10):1231-8.
240. Bhandari M, Guyatt GH, Tong D, Adili A, Shaughnessy SG. Reamed versus nonreamed intramedullary nailing of lower extremity long bone fractures: a systematic overview and meta-analysis. *J Orthop Trauma*. 2000;14(1):2-9.
241. McQueen M, Court-Brown C. Compartment monitoring in tibial fractures: the pressure threshold for decompression. *The Journal of bone and joint surgery British volume*. 1996;78(1):99-104.
242. Holden C. Compartmental syndromes following trauma. *Clinical Orthopaedics and Related Research*. 1975;(113):95-102.
243. Mubarak SJ, Hargens AR. Acute compartment syndromes. *Journal of Pediatric Orthopaedics*. 1983;3(5):636-8.
244. Alexander JJ, Piotrowski JJ, Graham D, Franceschi D, King T. Outcome of complex vascular and orthopedic injuries of the lower extremity. *Am J Surg*. 1991;162(2):111-6.
245. Bondurant FJ, Cotler HB, Buckle R, Miller-Crotchett P, Browner BD. The medical and economic impact of severely injured lower extremities. *J Trauma*. 1988;28(8):1270-3.
246. McNamara MG, Heckman JD, Corley FG. Severe open fractures of the lower extremity: a retrospective evaluation of the Mangled Extremity Severity Score (MESS). *J Orthop Trauma*. 1994;8(2):81-7.
247. Russell WL, Sailors DM, Whittle TB, Fisher DF, Jr., Burns RP. Limb salvage versus traumatic amputation. A decision based on a seven-part predictive index. *Ann Surg*. 1991;213(5):473-80; discussion 80-1.
248. Starr AJ, Hunt JL, Reinert CM. Treatment of femur fracture with associated vascular injury. *J Trauma*. 1996;40(1):17-21.
249. Gregory RT, Gould RJ, Pecllet M, Wagner JS, Gilbert DA, Wheeler JR, et al. The mangled extremity syndrome (M.E.S.): a severity grading system for multisystem injury of the extremity. *J Trauma*. 1985;25(12):1147-50.
250. Howe HR, Jr., Poole GV, Jr., Hansen KJ, Clark T, Plonk GW, Koman LA, et al. Salvage of lower extremities following combined orthopedic and vascular trauma. A predictive salvage index. *Am Surg*. 1987;53(4):205-8.
251. Johansen K, Daines M, Howey T, Helfet D, Hansen ST, Jr. Objective criteria accurately predict amputation following lower extremity trauma. *J Trauma*. 1990;30(5):568-72; discussion 72-3.
252. Bonanni F, Rhodes M, Lucke JF. The futility of predictive scoring of mangled lower extremities. *J Trauma*. 1993;34(1):99-104.

253. El Hechi MW, Nederpelt C, Kongkaewpaisan N, Bonde A, Kokoroskos N, Breen K, et al. Contemporary management of penetrating renal trauma - A national analysis. *Injury*. 2020;51(1):32-8.
254. Anderson RE, Keihani S, Moses RA, Nocera AP, Selph JP, Castillejo Becerra CM, et al. Current Management of Extraperitoneal Bladder Injuries: Results from the Multi-Institutional Genito-Urinary Trauma Study (MiGUTS). *Journal of Urology*. 2020;204(3):538-44.

Versionsnummer: 4.1

Versionsnummer: 1.0 bis 3.0 publiziert unter: 012-019

Erstveröffentlichung: 01/2002

Überarbeitung von: 12/2022

Nächste Überprüfung geplant: 12/2027

Die AWMF erfasst und publiziert die Leitlinien der Fachgesellschaften mit größtmöglicher Sorgfalt - dennoch kann die AWMF für die Richtigkeit des Inhalts keine Verantwortung übernehmen. **Insbesondere bei Dosierungsangaben sind stets die Angaben der Hersteller zu beachten!**

Autorisiert für elektronische Publikation: AWMF online