

# News on Polytrauma Care 01/2021

## Der richtige Zeitpunkt für die Versorgung größerer Verletzungen bei Polytraumapatienten

Pape HC, Halvachizadeh S, Leenen L, Velmahos GD, Buckley R, Giannoudis PV. Timing of major fracture care in polytrauma patients - An update on principles, parameters and strategies for 2020. *Injury*. 2019 Oct;50(10):1656-1670. doi: 10.1016/j.injury.2019.09.021. Epub 2019 Sep 13. PMID: 31558277.

Dieser Studie liegen eine systematische Überprüfung der Literatur und eine Analyse der Datenbank eines Level I Trauma Centers zugrunde. Pape et al. beschreiben nicht nur zahlreiche Änderungen in der Versorgung von Polytraumapatienten, sie zeigen auch eine Verringerung der Letalitäts- und Komplikationsrate auf, die darauf schließen lässt, dass sich das Management von Polytraumapatienten über die letzten drei Jahrzehnte wesentlich verbessert hat.

Ein interessanter Teilaspekt dieser Studie ist die Präzisierung der Kriterien zur Identifizierung eines Borderline-Patienten:

- Polytrauma ISS > 20 und begleitendes Thoraxtrauma: AIS<sub>Thorax</sub> ≥ 3 und Thoracic Trauma Score ≥ Grad 3 (mehr als 3 Rippenfrakturen; paO<sub>2</sub>/FiO<sub>2</sub> < 200; bilaterale Lungenkontusion; Hämatothorax, bilateraler Hämato/Pneumothorax oder Spannungspneumothorax)
- Im ersten Thoraxröntgen oder Thorax-CT sichtbare unilateral mehrsegmentale bzw. bilateral uni- oder mehrsegmentale Lungenkontusion
- Mehrere Frakturen der Röhrenknochen und eine Verletzung des Rumpfes (AIS ≥ 2)
- Polytrauma mit begleitendem Abdominal-/Beckentrauma (Moore 3) und hämorrhagischem Schock (initialer RR ≤ 90 mmHg)

Wird für die erste Operation eine Dauer von über 6 Stunden geschätzt, soll intraoperativ eine Neubewertung erfolgen:

- Koagulopathie (ROTEM/FIBTEM)
- Laktat (< 2.0 – 2.5 mmol/l)
- Stabile Körpertemperatur
- Notwendigkeit von 3 Erythrozytenkonzentraten pro Stunde

Nicht lebensrettende Maßnahmen können flexibel an den Tagen 1, 2 oder 3 nach einer Neubewertung entsprechend der individuellen Patientenphysiologie entweder nach der Safe Definite Surgery oder der Damage Control Orthopedics durchgeführt werden.

Ein massiver Bedarf an Bluttransfusionen (10 Einheiten pro 6 Stunden) indiziert eine „Goal Directed Therapy“.

Die intra-/perioperative Neubewertung beinhaltet:

- ROTEM/FIBTEM
- Laktatabbau < 2.5 mmol/l in 24 Stunden

# Damage Control Orthopedics: Indikation und Maßnahmen

*Pfeifer R, Kalbas Y, Coimbra R, Leenen L, Komadina R, Hildebrand F, Halvachizadeh S, Akhtar M, Peralta R, Fattori L, Mariani D, Hasler RM, Lefering R, Marzi I, Pitance F, Osterhoff G, Volpin G, Weil Y, Wendt K, Pape HC. Indications and interventions of damage control orthopedic surgeries: an expert opinion survey. Eur J Trauma Emerg Surg. 2020 May 26. doi: 10.1007/s00068-020-01386-1. Epub ahead of print. PMID: 32458046.*

Diese systematische Review und Expertenbefragung zeigt all jene Interventionen auf, bei denen ein Consensus hinsichtlich ihrer Anwendung bei instabilen Polytraumapatienten im Rahmen der Damage Control Orthopedics besteht.

## Wirbelsäule

- Die initiale Ruhigstellung wird hauptsächlich mit einer harten Schanzkrawatte („Philadelphia-kragen“) erzielt.
- Bei Verletzungen des okzipitozervikalen Übergangs ist ein Halo-Fixateur geeignet.
- Für instabile Verletzungen der Brust- und Lendenwirbelsäule ist die perkutane dorsale Instrumentierung angebracht.

## Becken

- Instabile Beckenringfrakturen, komplexe Beckenringverletzungen mit begleitenden Nerven- oder Gefäßverletzungen und offene Beckenverletzungen sind mit einem Fixateur externe zu behandeln.
- Posteriore Beckenringverletzungen werden mit perkutanen SI Schrauben stabilisiert.
- Bei einer Fraktur vom Typ C nach der AO/OTA Klassifikation mit gleichzeitigem Bruch des Os sacrum oder des Iliosakralgelenks ist eine Beckenzwinge indiziert.
- Eine Beckentamponade ist bei hämodynamisch instabilen Patienten mit einer instabilen Beckenfraktur erforderlich.
- REBOA wird bei Massivblutungen im Zusammenhang mit Verletzungen des Beckens empfohlen.

## Extremitäten

Ein Fixateur externe eignet sich zur Versorgung von Röhrenknochen bei

- offenen Frakturen mit Verunreinigung des Weichteilgewebes
- offenen Frakturen mit einem ausgedehnten Weichteildefekt
- großen Knochendefekten
- komplexen intraartikulären Frakturen
- Frakturen mit begleitenden Gefäßverletzungen

## Weichteilgewebe

Eine VAC-Therapie ist angebracht bei

- Morel-Lavallée-Läsionen
- einer Verunreinigung des Weichteilgewebes
- ausgedehnten Weichteildefekten

Eine Amputation ist unumgänglich bei

- verstümmelten Extremitäten mit neurologischen Verletzungen
- Gefäßverletzungen mit einer mehr als 6 bis 8 Stunden andauernden Ischämie
- verstümmelten Extremitäten mit unkontrollierbaren Blutungen

## Es ist Zeit für eine Änderung der Behandlung von schwerverletzten älteren Patienten

*Spering C, Lefering R, Bouillon B, Lehmann W, von Eckardstein K, Dresing K, Sehmisch S. It is time for a change in the management of elderly severely injured patients! An analysis of 126,015 patients from the TraumaRegister DGU®. Eur J Trauma Emerg Surg. 2020 Jun;46(3):487-497. doi: 10.1007/s00068-019-01229-8. Epub 2019 Sep 13. PMID: 31520156.*

Spering et al. erhoben alle primärversorgten und frühestens 48 Stunden nach dem Trauma transferierten Patienten, die in den Jahren von 2009 bis 2016 in das TraumaRegisters DGU® eingeschlossen wurden, einen ISS  $\geq 9$  aufwiesen und entweder auf der Intensivstation behandelt werden mussten oder im Schockraum verstarben. Aus der Studienpopulation von 126015 Patienten wurden drei Studiengruppen (A60: 60 – 69 Jahre; A70: 70 – 79 Jahre; A80:  $\geq 80$  Jahre) – gemeinsam repräsentierten sie die Gruppe der älteren Patienten – und eine Kontrollgruppe (Y: 18 – 30 Jahre) gebildet. Alle in der Studie vorgelegten Daten wurden auch je Gruppe gesondert präsentiert.

- In der Studienpopulation waren 37,5 % der Patienten 60 Jahre alt oder älter.
- Die Aufteilung der Studienpopulation nach Kalenderjahren zeigte einen Anstieg des Anteils der älteren Patienten um 1,7 % pro Jahr auf.
- In der Kontrollgruppe betrug der Anteil an Verletzten mit einem ISS  $\geq 16$  64,1 %, während er in der Gruppe der älteren Patienten 68,2 % ausmachte.
- Im Vergleich zur Kontrollgruppe
  - erlitten die älteren Patienten
    - prozentual weniger Hochrasanztraumata, für sie stellten Stürze aus einer Höhe von weniger als 3 m den überwiegenden Unfallmechanismus dar.
    - prozentual mehr schwere Schädel-Hirntraumata (AIS<sub>Head</sub>  $\geq 3$ ).
    - prozentual weniger schwere Verletzungen von Thorax, Abdomen und Extremitäten (AIS  $\geq 3$ ).
  - war der Prozentsatz an Verletzten, die an Vorerkrankungen litten, in der Gruppe der älteren Patienten höher; er stieg mit zunehmendem Alter.
  - war der physiologische Status der älteren Patienten bei der Ankunft im Schockraum schlechter (niedrigere Hämoglobinspiegel, mehr Gerinnungsstörungen, höherer Blutdruck, niedrigere Herzfrequenz).
  - erhielten die älteren Patienten bei gleicher Verletzungsschwere prozentual weniger oft eine chirurgische Versorgung bei Vorliegen
    - eines schweren Schädel-Hirn-Traumas
    - einer Beckenverletzung (AIS<sub>pelvis</sub>  $\geq 2$ ) und
    - einer Femurfraktur.
  - entwickelten die älteren Patienten prozentual öfter ein Multiorganversagen.
  - war die Krankenhaus-Letalität bei den älteren Patienten bedeutend höher (A60: 13,0 %; A70: 22,2 %, A80: 36,9 % versus Y: 7,9 %)

- In der Kontrollgruppe traten weniger Todesfälle als erwartet auf, während bei den älteren Patienten mehr Todesfälle als befürchtet zu verzeichnen waren.
- Eine genaue Analyse der Becken- und Femurfrakturen zeigte, dass in den Gruppen A60 und A70 die Anzahl der erwarteten und tatsächlich beobachteten Todesfälle annähernd übereinstimmten, wenn die Patienten chirurgisch behandelt wurden. Bei konservativ Versorgten war hingegen eine höhere Letalitätsrate als vermutet vorzufinden.

Die Ergebnisse ihrer Datenbankanalyse ließen die Autoren schlussfolgern, dass ein aggressiveres Behandlungsregimen (mit noch zu erstellenden genauen Richtlinien) bei älteren Schwerverletzten zur Anwendung kommen sollte, falls dieses nicht durch den Patienten selbst oder seinen gesetzlichen Vertreter ausgeschlossen wird.

## Der Züricher Algorithmus zur Behandlung von Hochrasanz-Beckenfrakturen

*Tiziani S, Halvachizadeh S, Knöpfel A, Pfeifer R, Sprengel K, Tarkin I, Pape HC. Early fixation strategies for high energy pelvic ring injuries - the Zurich algorithm. Injury. 2020 Jul 19:S0020-1383(20)30617-3. doi: 10.1016/j.injury.2020.07.036. Epub ahead of print. PMID: 32736823.*

Dieser Algorithmus basiert auf einer Datenbankanalyse und langjähriger Erfahrung. Tiziani et al. beschreiben einen personalisierten Behandlungsalgorithmus für Polytraumapatienten (ISS  $\geq 16$ ) mit einer begleitenden Hochrasanz-Beckenringfraktur, der auf der traumabedingten veränderten Physiologie und der Notwendigkeit der biomechanischen Fixation beruht. Die Autoren wenden sich somit von den für die ersten Stunden nach dem Trauma propagierten allgemein anerkannten Alternativen „Early Total Care Versorgung“ und „Anwendung eines Fixateur externes“ ab. Ihre Empfehlungen lauten wie folgt:

- Nach Klinikaufnahme sollen alle Patienten nach dem Standardprotokoll „nicht-chirurgisch“ stabilisiert werden, um eine Koagulopathie, Azidose und/oder Hypothermie zu korrigieren.
- Bewertungen der Physiologie sollen wiederholt durchgeführt werden.
- Im Fall eines arteriellen Extravasats soll eine Angioembolisation erwogen werden.
- Stabile Beckenfrakturen sollen nicht operativ behandelt werden.
- Instabile Beckenfrakturen von stabilen Patienten oder Patienten mit einer Verbesserung ihres Borderline-Zustands sollen frühzeitig definitiv mit einer limitierten Fixation (Safe Definite Surgery) versorgt werden.
- Instabile Beckenfrakturen von instabilen Patienten, die nicht auf eine „nicht-chirurgische“ Stabilisierung ansprechen, sollen entweder nach dem Konzept der Damage Control Orthopedics (Fixateur externe) oder der limitierten definitiven Fixation stabilisiert werden.
  - SI Schrauben sollen im Fall einer posterioren Instabilität verwendet werden.
  - Eine Symphysenverplattung wird bei Vorliegen einer begleitenden Blasenverletzung empfohlen.
  - Falls ein interner Fixateur verfügbar und anwendbar ist, kann er ebenfalls zum Einsatz kommen.

# Die medizinische Versorgung Mehrfachverletzter im Gebirge

Sumann G, Moens D, Brink B, Brodmann Maeder M, Greene M, Jacob M, Koirala P, Zafren K, Ayala M, Musi M, Oshiro K, Sheets A, Strapazzon G, Macias D, Paal P. Multiple trauma management in mountain environments - a scoping review : Evidence based guidelines of the International Commission for Mountain Emergency Medicine (ICAR MedCom). Intended for physicians and other advanced life support personnel. Scand J Trauma Resusc Emerg Med. 2020 Dec 14;28(1):117. doi: 10.1186/s13049-020-00790-1. PMID: 33317595; PMCID: PMC7737289.

Diese Studie präsentiert 84 evidenzbasierte, aufgrund einer Datenbankanalyse entwickelte Empfehlungen zur Behandlung von Mehrfachverletzten im Gebirge, für die ein Consensus unter den Mitgliedern der ICAR MedCom (International Commission for Mountain Emergency Medicine) erzielt werden konnte.

Die Sicherheit der Retter und des Verletzten ist das oberste Gebot einer Bergung. Befindet sich der Verletzte in einer gefährlichen Umgebung, muss er zuerst vom Unfallort weggebracht werden, bevor mit seiner Stabilisierung begonnen werden kann („*grab and go rather than stabilize on site*“).

Im Folgenden ist der Behandlungsalgorithmus der ICAR MedCom im Überblick dargestellt.

## Primäre Untersuchung an/nahe der Unfallstelle

Nach Eindämmung von massiven äußeren Blutungen mithilfe von Tourniquet, Kompression oder Hämostatika erfolgt die Versorgung des Patienten auf Basis einer schnellen Beurteilung nach der ABCDE-Strategie. Analgetika werden bereitgestellt.

- A, B: Offenlegung der Atemwege und Sicherstellen einer ausreichenden Sauerstoffzufuhr und Beatmung
- B: Unterstützung der Beatmung, Entlastung eines Spannungspneumothorax
- C: Legen eines intravenösen oder intraossären Zugangs, Verabreichung eines Flüssigkeitsbolus
- D: Zentrales Nervensystem: Einstufung eines möglichen Schädel-Hirn-Traumas nach der Glasgow Coma Scale oder ihrer Vereinfachung, dem AVPU Schema, und Überprüfen der Funktionalität der Extremitäten
- E: Nur schrittweise Freilegung von Verletzungen zur Untersuchung bzw. Behandlung, um einen Wärmeverlust zu vermeiden

Nach dem Abtransport zu einem strategisch günstigen und sicheren Standort unter Verwendung einer Vakuummatratze oder eines Rettungskorsetts erfolgt die weitere Versorgung des Verunfallten.

## Kompletzierung der primären Untersuchung

- Regionale und systemische Eindämmung der Blutung: Beckenschlinge, Kompression, blutstillende Mittel, Antifibrinolytikum (Transexamsäure), Desmopressin
- A: Atemwegsmanagement: Intubation, supraglottische Atemwegshilfen
- B: Unterstützung der Beatmung, Entlastung eines Spannungspneumothorax
- C: Kreislaufunterstützung: Flüssigkeit, Vasopressoren (Noradrenalin), Transfusion
- D: Zentrales Nervensystem (GCS, AVPU) und Extremitäten
- E: Exposition nur, wenn sie gefahrlos ist; Schutz vor der Umwelt

## Sekundäre Untersuchung

- Komplette medizinische Untersuchung („*from head to toe, front and back*“)

- Berücksichtigung von Anamnese und Unfallmechanismus (z.B. Sturz aus großer Höhe, Hochrasanztrauma)

### Abschließende Versorgung des Patienten

- Analgetika, Schienung und Immobilisierung (Vakuummatratze), Bewegungseinschränkung der Wirbelsäule
- In-Betracht-Ziehen eines Point-of-Care-Ultraschalls
- Entgegenwirken einer Hypothermie durch Wärmeisolierung und Wärmepackungen
- Die Aufnahme des Patienten in ein (Level I ) Trauma Center soll möglichst rasch erfolgen, wobei die Behandlung während des Transports fortgesetzt werden muss.
- Bei Vorliegen eines Schädel-Hirn-Traumas oder einer Wirbelsäulenverletzung
  - haben die Aufrechterhaltung von
    - Blutdruck (systolischer Blutdruck > 120 mmHg, mittlerer arterieller Blutdruck > 80 mmHg)
    - Sauerstoffsättigung (≥ 94 %, laut Pulsoximetrie) und
    - Ventilation
 bei der Stabilisierung des Patienten Priorität.
  - ist die Bewegungseinschränkung der Wirbelsäule beizubehalten.
- Unkontrollierte Blutungen sind nach dem Konzept der Damage Control Resuscitation zu behandeln. Seinem Zustand entsprechend soll der Patient
  - zunächst hypotensiv und/oder hämostatisch stabilisiert werden oder
  - direkt einer chirurgische Blutkontrolle in Rahmen der Damage Control Surgery unterzogen werden.
- Bei Patienten ohne unkontrollierte Blutung soll
  - ein systolischer Blutdruck > 80 – 90 mmHg aufrechterhalten,
  - eine ausreichende Sauerstoffsättigung gewährleistet und
  - Analgetika verabreicht werden.

## Notfallmanagement bei Beckenblutungen

*Frassini S, Gupta S, Granieri S, Cimbanassi S, Sammartano F, Scalea TM, Chiara O. Emergency Management of Pelvic Bleeding. J Clin Med. 2021 Jan 1;10(1):129. doi: 10.3390/jcm10010129. PMID: 33401504; PMCID: PMC7795542.*

In dieser retrospektiven Studie evaluierten Frassini et al. hämodynamisch instabile Patienten (Mindestalter 14 Jahre) mit einer Beckenfraktur nach stumpfem Trauma. Ausschlusskriterien waren ein begleitendes Schädel-Hirn-Trauma und eine Notfallthorakotomie. Unter anderem wurde aus den Patienten, deren Blutungen mit einer extraperitonealen Beckentamponade (extraperitoneal packing - EPP) bzw. mit einer Zone III-REBOA kontrolliert wurden, zwei statistisch gematchte Subgruppen von je 10 Patienten gebildet und verglichen. In der EPP-Gruppe überlebten 80 % der Patienten sowohl 24 Stunden als auch 7 Tage nach dem Trauma, während in der REBOA-Gruppe die Überlebensrate für 24 Stunden 60 % und für 7 Tage 50 % betrug. Die beobachteten Intergruppenunterschiede erreichten jedoch keine statistische Signifikanz. Hingegen initiierte das jeweilige Verfahren eine signifikante Steigerung des mittleren arteriellen Drucks in beiden Gruppen (EPP: 20,13 mmHg; REBOA: 45,10 mmHg).

# Management von akuten traumabedingten Blutungen und Gerinnungsstörungen

*Maegele M. The European Perspective on the Management of Acute Major Hemorrhage and Coagulopathy after Trauma: Summary of the 2019 Updated European Guideline. J Clin Med. 2021 Jan 19;10(2):E362. doi: 10.3390/jcm10020362. PMID: 33478011.*

Die „Task Force for Advanced Bleeding Care in Trauma“ ist eine 2004 gegründete pan-europäische Expertengruppe auf den Fachgebieten Chirurgie, Anästhesie, Notfall- und Intensivmedizin sowie Hämatologie. Ihren 39 Empfehlungen liegt ein strukturierter, evidenzbasierter, interdisziplinärer Konsensfindungsprozess zu Grunde.

## Prähospitales Management von traumatisch bedingten Blutungen

- Am Unfallort soll ein modifiziertes ABCDE Konzept angewendet werden, bei dem die Kontrolle der Blutung noch vor der Freimachung der Atemwege erfolgt.
- Bei Blutungsquellen, die tief im verletzten Gewebe liegen, soll die Wunde lokal komprimiert und mit sterilem Verbandsmaterial („wound packing“) austamponiert werden.
- Bei stark blutenden Verletzungen der Extremitäten soll ein Tourniquet angelegt werden.
- Zur Blutungskontrolle bei komplexen und instabilen Beckenringverletzungen wird eine Beckenschlinge empfohlen.
- Die manuelle Kompression kann mit gerinnungshemmenden Mitteln kombiniert werden.
- Analgetika sollen in ausreichendem Ausmaß verabreicht werden.
- Blutprodukte sollen frühzeitig zugeführt werden.
- Die prähospitalen Transportzeit soll weniger als 60 min betragen.

## Schneller Transport zu einem spezialisierten Traumazentrum

- Wenn der blutende Patient an der Unfallstelle nicht hämodynamisch stabilisiert werden kann, soll er unverzüglich in ein adäquates Traumazentrum transportiert werden.
- Um einen weiteren Blutverlust zu verhindern, kann bei Patienten ohne Schädel-Hirn-Trauma „permissive Hypotonie“ mit systolischen Zieldrücken von 80 – 90 mmHg (mittlerer Zieldruck 50 – 60 mmHg) bis zur Kontrolle der Blutung angewandt werden.
- Bei Patienten mit einem Schädel-Hirn-Trauma wird zur Kompensation des zerebralen Perfusionsdrucks ein mittlerer arterieller Druck  $\geq 80$  mmHg empfohlen.
- Der Volumenersatz beim hypotensiven und blutenden Traumapatienten besteht aus isotonen, balancierten Kristalloiden.
- Bei lebensbedrohlicher Blutung mit Schock ist zum Erhalt des Zieldrucks die Verabreichung von Vasopressoren zu erwägen.

## Akutmanagement der Blutung im Traumazentrum

- Klinische Erfassung und chirurgische Soforttherapie
  - Identifizierung freier Flüssigkeiten in Thorax und Abdomen mit einem FAST Ultraschall
  - Lokalisation möglicher Blutungsquellen mit einem kontrastmittelverstärktem Ganzkörper-CT
  - Sofortige Durchführung eines chirurgischen blutstillenden Damage-Control-Verfahrens an Patienten mit identifizierter Blutungsquelle sowie an Patienten im schweren hämorrhagischen Schock und mit vermuteter Blutungsquelle

- Optionale Anwendung angiografischer Embolisierungstechniken
  - Anwendung von REBOA bei in extremis Patienten mit lebensbedrohlicher Beckenblutung zur Zeitgewinnung bis zur definitiven Versorgung
- Frühe Diagnostik von Gerinnungsstörungen
- Erniedrigter (mehrmals erhobener) initialer Hämoglobinspiegel als Indikator für eine schwere Blutung mit begleitender Koagulopathie
  - Laktat und Basendefizit als Parameter für Schocktiefe und Blutungsschwere
  - Routinemäßige und engmaschig wiederholte Diagnostik der Hämostase mit Hilfe
    - von Standardparametern (Prothrombinzeit, Thrombozytenzahl und Fibrinogenspiegel) und/oder
    - einer „Point of Care“-Diagnostik (Bestimmung des Quotienten aus Prothrombinzeit und International Normalized Ratio) und/oder
    - eines viskoelastischen Testverfahrens, das im Schockraum durchgeführt werden kann
- „Goal-directed coagulation“ Therapie
- Bei einer zu erwartenden Massentransfusion beinhaltet die Akuttherapie alternativ
    - die empirische Gabe von gefrorenen Frischplasma- (FFP) und Erythrozytenkonzentraten in einem prädefinierten Verhältnis von mindestens 1 : 2 (Damage Control Resuscitation) oder
    - die Verabreichung von Fibrinogen- und Erythrozytenkonzentraten.
  - Die Akuttherapie soll frühzeitig einem zielgerichteten und individualisierten Therapiekonzept weichen, das durch
    - gängige Standardparameter oder
    - viskoelastische Testverfahren bestimmt ist.
  - Im Zuge eines FFP-basierten Gerinnungsmanagements soll der Einsatz von FFPs anhand
    - der Standardparameter Prothrombinzeit und/oder aktivierte partielle Thromboplastinzeit, beide  $> 1,5$  der Norm, und/oder
    - viskoelastischer Hinweise auf einen Mangel an Gerinnungsfaktoren erfolgen.
  - Die Gabe von FFPs bei Patienten ohne Massivblutung oder zur Behandlung einer Hypofibrinogenämie wird ausdrücklich nicht empfohlen.
  - Die Schwelle zur Fibrinogensubstitution liegt bei  $\leq 1,5$  g/l.
  - Das Ziel einer Transfusion von Erythrozytenkonzentraten soll ein Hämoglobinwert von 7 – 9 g/l sein.
  - Die Zielzahl einer Transfusion von Thrombozytenkonzentraten soll
    - $> 50 \cdot 10^9/l$
    - $> 100 \cdot 10^9/l$  bei andauernder Blutung oder Schädel-Hirn-Trauma betragen.
  - Azidose und Hypothermie sollen vermieden werden
  - Der Kalziumspiegel soll bei Massentransfusionen innerhalb des Referenzbereichs gehalten werden.

## Hyperfibrinolyse und Tranexamsäure

- Bei blutenden Traumapatienten oder bei Patienten mit einem signifikanten Blutungsrisiko wird der Einsatz von Tranexamsäure innerhalb von drei Stunden nach Verletzung
  - als Bolus (1 g intravenös über 10 Minuten)
  - gefolgt von einer Infusion (1 g über 8 Stunden) empfohlen.
- Die erste Gabe kann bereits auf dem Transport zur Klinik erfolgen.

## Fibrinogen und Gerinnungsfaktoren

- Es wird eine initiale Gabe von 3 – 4 g Fibrinogen empfohlen. Eine wiederholte Verabreichung soll auf viskoelastischen Testverfahren oder auf Laborbestimmungen des Fibrinogenspiegels basieren.
- Zur Gerinnselstabilisierung kann die Substitution von Gerinnungsfaktor XIII erwogen werden; detaillierte Empfehlungen liegen jedoch nicht vor.
- Der Einsatz von rekombinantem Faktor VIIa im Rahmen der Erstbehandlung wird nicht empfohlen, er kann jedoch bei (trotz Ausreizung der favorisierten Strategien) anhaltender Blutung und nach Korrektur von Azidose, Temperatur, Fibrinogenspiegel und Thrombozytenzahl zum Einsatz kommen.

## Blutende, antikoagulierte Traumapatienten

- Bei Traumapatienten mit anhaltenden Blutungen, die vor der Verletzung Antikoagulanzen eingenommen haben, ist deren Wirkung mit dem entsprechenden Antidot zu neutralisieren.

Orale Antikoagulanzen	Vertreter	Antidot
Vitamin-K-Antagonisten	Phenprocoumon Warfarin	Prothrombinkomplex-Konzentrat und Phytomenadion (Vitamin K1)
Thrombininhibitoren	Dabigatran	Idarucizumab
Faktor-Xa-Inhibitoren	Apixaban Edoxaban Rivaroxaban	Andexanet alfa — Andexanet alfa

- Im Falle lebensbedrohender Blutungen unter Einnahme von
  - Faktor-Xa-Inhibitoren wird die intravenöse Verabreichung von Tranexamsäure (15 mg/kg oder 1 g) und die Gabe von Prothrombinkomplex-Konzentraten (25 – 50 U/kg) empfohlen.
  - Thrombozytenaggregationshemmern wird die Gabe von Thrombozytenkonzentraten und Desmopressin angeraten.