

Notfall Rettungsmed 2022 · 25:552–560
<https://doi.org/10.1007/s10049-021-00897-7>
 Angenommen: 18. April 2021
 Online publiziert: 20. Mai 2021
 © Der/die Autor(en) 2021



N. R. E. Schneider¹ · F. Weillbacher¹ · T. Maurer² · A. M. Würmell³ · A. Leo⁴ ·
 M. A. Weigand¹ · E. Popp¹

¹ Klinik für Anästhesiologie, Universitätsklinikum Heidelberg, Heidelberg, Deutschland

² Klinik für Anästhesiologie und Operative Intensivmedizin, Universitätsmedizin Mannheim, Mannheim, Deutschland

³ ASB Region Mannheim/Rhein-Neckar, Arbeiter-Samariter-Bund, Mannheim, Deutschland

⁴ Institut für Klinische Transfusionsmedizin und Zelltherapie Heidelberg gGmbH, Blutbank, Heidelberg, Deutschland

Präklinische Bluttransfusion bei lebensbedrohlicher Blutung – erweiterte lebensrettende Therapieoptionen durch das Konzept Medical Intervention Car

Einführung

Die medizinische Versorgung kritisch erkrankter und verletzter Patienten, sowohl innerklinisch als auch in der Präklinik, unterliegt einer ständigen Weiterentwicklung. Hierbei ist ein deutlicher Trend hin zu immer komplexeren Prozeduren erkennbar. Beim Medical Intervention Car (MIC; **Abb. 1**) handelt es sich um ein deutschlandweit bislang einzigartiges Pilotprojekt. Ziel dieses Projekts ist es, erweiterte notfallmedizinische Interventionsmöglichkeiten sowie zusätzliches Equipment und Expertise für besonders kritische Patienten an der Einsatzstelle verfügbar zu machen.

Hierzu wurde im August 2019 ein Fahrzeug etabliert, welches an der Chirurgischen Klinik des Universitätsklinikums Heidelberg stationiert ist. Das System wird durch einen notfallmedizinisch erfahrenen Fach- oder Oberarzt der Klinik für Anästhesiologie mit Zusatzqualifikationen als Selbstfahrssystem zum Einsatz gebracht und bietet unter anderem die Möglichkeit zur

N.R.E. Schneider and F. Weillbacher contributed equally to the current work.

Die Autoren N.R.E. Schneider und F. Weillbacher haben zu gleichen Teilen zum Manuskript beigetragen.

präklinischen Transfusion von Blutprodukten. Hierfür werden aktuell 6 Erythrozytenkonzentrate der Blutgruppe 0 RhD-negativ sowie Fibrinogen- und Prothrombinkomplex(PPSB)-Präparate mitgeführt. Darüber hinaus können bei Bedarf Interventionen wie erweitertes Atemwegsmanagement, Notfallthorakotomie und „resuscitative endovascular balloon occlusion of the aorta“ (REBOA) durchgeführt werden [9].

Gleichzeitig wird eine gezielte personelle Erweiterung des Behandlungsteams ermöglicht.

Für die Reanimation bestimmter Patientenkollektive wird ein System inklusive allen hierzu benötigten Zubehörs zur venoarteriellen extrakorporalen Membranoxygenierung (va-ECMO) vorgehalten, um eine extrakorporale kardiopulmonale Reanimation (eCPR) durchführen zu können. Hierzu steht ein Cardiohelp-System der Firma Getinge zur Verfügung. Diese Option ist als „Bridging“ bis zur definitiven Therapie zu verstehen.

Außerdem kann das MIC im Rahmen von Sekundärverlegungen aus peripheren Krankenhäusern einen Transport unter venovenöser ECMO (vv-ECMO) in spezialisierte Zentren realisieren.

Der Einsatzradius des MIC ist von vielen Variablen wie z. B. der Situation vor

Ort, Zustand des Patienten, Transportziel, Transportzeit, Wetter, Tageszeit usw. abhängig und kann somit nur schwer beziffert werden.

Im Folgenden sollen im Rahmen eines Fallberichts die Möglichkeiten eines solchen Systems illustriert werden. Darüber hinaus möchten wir die Beweggründe für dieses Pilotprojekt beschreiben und in diesem Zusammenhang eine konstruktive Diskussion zu Chancen und Limitationen in der zukünftigen präklinischen Versorgung kritischer Patienten anregen.

Fallbericht

Im Erdgeschoss eines im Rohbau befindlichen Hauses führt ein 31-jähriger Mann Arbeiten mit einer Kettensäge durch. Aus ungeklärter Ursache kommt es hierbei zu einem Arbeitsunfall, bei dem sich der Arbeiter mit der Kettensäge gegen 10:30 Uhr eine tiefe Schnittverletzung im Bereich der rechten Leiste zuzieht. Seine hinzugeeilten Kollegen alarmieren den Rettungsdienst, ohne jedoch weitere Maßnahmen am Patienten zu ergreifen.

Um 10:33 Uhr werden Rettungswagen (RTW) und Notarzt-Einsatzfahrzeug (NEF) mit dem Einsatzstichwort „Kettensägenverletzung“ zu der Baustelle



Abb. 1 ◀ Medical Intervention Car (MIC) der Klinik für Anästhesiologie des Universitätsklinikums Heidelberg (UKHD)

alarmiert. Um 10:41 Uhr treffen beide Teams zeitgleich beim Verletzten ein. Dieser liegt zu diesem Zeitpunkt in einer dunklen Ecke zwischen Bauschutt in einer ausgedehnten Blutlache und reagiert nicht auf das Herantreten der Helfer. Da eine Versorgung an dieser Stelle nicht möglich ist, wird der Patient zügig in einen angrenzenden Raum verbracht. Die sofortige Evaluation (▣ Tab. 1) ergibt einen traumatischen Herz-Kreislauf-Stillstand, daher leitet das Rettungsteam umgehend leitlinienkonforme Maßnahmen zur Reanimation ein [15].

Hierbei erfolgen die zeitkritischen Maßnahmen parallel, um reversible Ursachen so schnell wie möglich zu beheben.

Bei offensichtlicher, kritischer Blutung mit Kreislaufstillstand wird um 10:45 Uhr das MIC des Universitätsklinikums Heidelberg nachalarmiert. Die Entscheidung fällt zum einen, um eine präklinische Transfusion zu ermöglichen und zum anderen, um die verfügbare Teamstärke zu erhöhen.

Da die stammnahe Wunde kein Abbinden unter Verwendung eines Tourniquets erlaubt, wird durch einen Notfallsanitäter (NFS) ein „Packing“ der Wunde im Sinne von „damage control activities“ mit Kompressen zur Blutungskontrolle vorgenommen und über den Verbandsmaterialien schließlich eine geschlossene Blutdruckmanschette und darüber eine Beckenschlinge (SAM Pelvic Sling II, SAM Medical, Tualatin, USA) als improvisiertes „junctional tourniquet“ (▣ Abb. 2) angelegt. Um eine ausreichende Kompression ausüben zu können, wird die Blutdruckmanschette

nach Anlegen der Beckenschlinge auf 300 mm Hg aufgepumpt.

Zeitgleich erfolgen die initiale Beatmung mittels Beutel und Maske sowie die Durchführung von Thorakompressionen, ohne hierbei die weitere Behandlung reversibler Ursachen des Kreislaufstillstands zu verzögern. Da ein peripherenvenöser Zugang bei hypovolämiebedingt schlechtem Venenstatus aussichtslos erscheint, wird mittels EZ-IO-System (Teleflex Medical Europe Ltd., Athlone, Irland) je eine intraossäre Kanüle in beide proximalen Humeri eingebracht und die Infusionstherapie mit 500 ml Hydroxyethylstärke 6% und 500 ml Vollelektrolytlösung begonnen. Zudem werden 1 mg Adrenalin und 1 g Tranexamsäure intraossär verabreicht. Die Blutglukosekonzentration (BZ) wird mit 118 mg/dl gemessen. Im Rahmen der anschließenden endotrachealen Intubation zeigt der Patient schwache Spontanbewegungen, sodass eine Sedierung mit Midazolam und eine Muskelrelaxation mittels Rocuronium erfolgen.

Die erste Rhythmuskontrolle zeigt eine pulslose elektrische Aktivität (PEA) mit breiten Komplexen. Eine periphere Sauerstoffsättigung (S_pO_2) ist nicht abzuleiten. Nach Infusion von insgesamt ca. 1000 ml Vollelektrolyt- und 500 ml Hydroxyethylstärkelösung kann eine Sinustachykardie abgeleitet und ein schwacher zentraler Puls an der A. carotis getastet werden („return of spontaneous circulation“ [ROSC]). Das Team entscheidet nun, umgehend den Transport des Patienten einzuleiten.

Zu diesem Zeitpunkt trifft um 11:02 Uhr nach einer Anfahrt von ca. 27



Abb. 2 ▲ Beckenschlinge und Blutdruckmanschette als improvisiertes „junctional tourniquet“ (Abbildung nachgestellt)

Kilometern der Notarzt des MIC an der Notfallstelle ein. Der Patient präsentiert sich zu diesem Zeitpunkt als instabil (▣ Tab. 2).

Es erfolgt ein kurzes Team-Time-out, in dem der Primärnotarzt den Notarzt des MIC fokussiert auf den aktuellen Stand bringt.

Gemeinsam wird das weitere Vorgehen besprochen. Während die Teams von RTW und NEF weiter den raschen Transport des Patienten mittels Schaufeltrage zum RTW vorbereiten, trifft der Notarzt des MIC analog dem Algorithmus für kritisch blutende Patienten (▣ Abb. 3) sowie der Checkliste Bluttransfusion (▣ Abb. 4) alle notwendigen Vorbereitungen für die präklinische Transfusion von Blutprodukten. Nach Entnahme einer Blutprobe für die Blutgruppenbestimmung und Durchführung eines Bedside-Tests wird noch auf der Baustelle die Transfusion von zwei Erythrozytenkonzentraten der Blutgruppe 0 RhD-negativ über die einliegenden intraossären Zugänge begonnen. Diese werden im MIC unter Einhaltung und Kontrolle der Kühlkette

in einem speziellen Blutkühlschrank für den präklinischen Einsatz vorgehalten (▣ **Abb. 5**).

Der Transport unter Fortführung der Transfusion von der Baustelle in den RTW gestaltet sich situations- und wegebedingt schwierig. Im RTW wird ultraschallkontrolliert (VScan Dual Probe, GE Healthcare, Chicago, USA) eine 14 G-Kanüle in der nahezu kollabierten V. jugularis interna platziert, wodurch die Transfusionsgeschwindigkeit deutlich gesteigert werden kann. Die Durchführung eines REBOA-Manövers über die unverletzte Leiste wird erwogen, jedoch aufgrund der aktuell kontrollierten Blutung und einer geschätzten Transportzeit um 10 min zugunsten des schnellen Transports verworfen.

Um 11:33 Uhr beginnt der Patiententransport nach Voranmeldung in den Schockraum des nächstgelegenen überregionalen Traumazentrums. Der Notarzt des MIC begleitet den Patienten zusätzlich im RTW, sodass die Transfusion durch das erweiterte Team während des gesamten Transports weitergeführt werden kann, ohne die sonstigen therapeutischen Maßnahmen zu beeinträchtigen.

Unter laufender Transfusion von Erythrozytenkonzentraten und Gerinnungsfaktoren stabilisieren sich die Kreislaufverhältnisse zunehmend. Das endtidale CO₂ (etCO₂) steigt in den normwertigen Bereich, es wird eine S_pO₂ von 100 % abgeleitet und erstmals ein Blutdruck um 70 mm Hg systolisch gemessen. Infolge der verbesserten Kreislaufverhältnisse zeigt sich nun eine erneute Blutung aus der rechten Leiste, sodass ein Packing mit Celox-Gauze (Medtrac Products Ltd., Crewe, GB) notwendig wird. Hierunter ist die Blutungssituation weitgehend kontrolliert.

Um 11:42 Uhr trifft der RTW im Traumazentrum ein, dort erfolgt nach dem Transport in den Schockraum die Übergabe des Patienten um 11:46 Uhr an das Schockraumteam. Zu diesem Zeitpunkt läuft das fünfte Erythrozytenkonzentrat ein, außerdem wurden bereits 4 g Fibrinogen und 2000 IE PPSB verabreicht. Die Hämodynamik des Patienten hat sich unter Transfusion weiter verbessert, der Blutdruck liegt bei 90/45 mm Hg, die Herzfrequenz um

Notfall Rettungsmed 2022 · 25:552–560 <https://doi.org/10.1007/s10049-021-00897-7>
© Der/die Autor(en) 2021

N. R. E. Schneider · F. Weilbacher · T. Maurer · A. M. Würmell · A. Leo · M. A. Weigand · E. Popp

Präklinische Bluttransfusion bei lebensbedrohlicher Blutung – erweiterte lebensrettende Therapieoptionen durch das Konzept Medical Intervention Car

Zusammenfassung

Das Medical Intervention Car (MIC) der Klinik für Anästhesiologie des Universitätsklinikums Heidelberg (UKHD) stellt ein neuartiges experimentelles Versorgungskonzept dar, welches zusätzliche Expertise und bisher nur innerklinisch etablierte Interventionen in der Präklinik verfügbar macht. Hierzu zählen die Transfusion von Blutprodukten, die Notfallthorakotomie, die „resuscitative endovascular balloon occlusion of the aorta“ (REBOA) sowie die Möglichkeit zur extrakorporalen kardiopulmonalen Reanimation (eCPR). Anhand der Fallvorstellung eines jungen Patienten, der sich mit einer Kettensäge in der Leiste verletzt und einen

hämorrhagisch bedingten Kreislaufstillstand erlitt, wird insbesondere die Möglichkeit der lebensrettenden Transfusion diskutiert. In diesem Einsatz führte ein integratives präklinisches Versorgungskonzept, bestehend aus Rettungswagen, Notarzteinsetzfahrzeug und MIC, zur Wiederherstellung des Spontankreislaufs und einer vollständigen zerebralen Erholung des Patienten.

Schlüsselwörter

Arbeitsunfall · Medical Intervention Car · Traumareanimation · Schadensbegrenzung · Präklinische Transfusion

Preclinical blood transfusion in life-threatening hemorrhage—advanced therapeutic options provided by the “medical intervention car” concept

Abstract

The Department of Anesthesiology at Heidelberg University Hospital (UKHD) has launched the “medical intervention car” (MIC) as a novel experimental concept of care with the intention to deliver additional expertise to out-of-hospital settings and to enable the performance of advanced medical interventions on scene. These include, amongst others, preclinical transfusion of blood products, resuscitative emergency thoracotomy and resuscitative balloon occlusion of the aorta (REBOA), as well as the possibility of extracorporeal cardiopulmonary resuscitation (eCPR). In the case presented

here, a young patient sustained traumatic cardiac arrest due to severe hemorrhage after a groin chain saw injury. Support of regular emergency medical services units by the medical intervention car facilitated preclinical blood transfusion and resulted in return of spontaneous circulation and hemodynamic stabilization. Hereby, the patient survived without cognitive impairment.

Keywords

Work-related accident · Medical intervention car · Trauma resuscitation · Damage control · Preclinical transfusion

120/min. Die Blutung in der Leiste ist unter manueller Kompression weiterhin hinreichend kontrolliert. In der im Schockraum durchgeführten venösen Blutgasanalyse zeigen sich auszugsweise folgende Werte: pH 7,026, Base Excess (BE) –17,3, Laktat 9,5 mmol/l, Hämoglobin (Hb) 9,1 g/dl. Die Körpertemperatur beträgt bei Aufnahme 35,5°C. Nach Abschluss der Schockraumversorgung erfolgt die notfallmäßige operative Therapie mit Rekonstruktion der subtotal durchtrennten Femoralisgabel, Ligatur der langstreckig defekten V. femora-

lis sowie epineuraler Naht des partiell durchtrennten N. femoralis.

Bereits am Folgetag kann bei stabilen Verhältnissen die Extubation erfolgen. Es zeigen sich keine zentral-neurologischen Einschränkungen. Hinweise auf mögliche Komplikationen der Transfusion ergeben sich nicht.

Nach Abschluss der allgemeinstationären Behandlung kann der Patient zeitnah zur weiteren Therapie der reduzierten Motorik des M. quadriceps femoris rechts in die Anschlussheilbehandlung entlassen werden.

Tab. 1 Initiale Befunde bei Eintreffen des Rettungsteams. (S ₁ = Auffinderaum, S ₂ = Versorgungsraum)	
S ₁ : „scene“ ₁ / Auffindsituation	Vormittag, warmer Sommertag, der Patient liegt teils entkleidet auf Bauschutt im Zimmer eines Rohbaus neben einem Gerüst, Blut auf dem Boden sichtbar, Lichtverhältnisse eingeschränkt → Sofortrettung in Nachbarraum
S ₂ : „scene“ ₂	Sichere Verhältnisse mit ausreichend Raum, kritische Blutung aus einer Verletzung in der rechten Leiste
S: „safety“	Dieser Raum ist gegen Absturz und sonstige Gefahren sicher
S: Situation/ Verletzung	Singuläre Verletzung in der rechten Inguinalregion
Bewusstsein	Keine Reaktion auf Ansprache und Schmerzreiz
Atmung	Schnappatmung
Kreislauf	Keine Lebenszeichen, zentral kein Puls tastbar, aschfahles Hautkolorit
Weitere Befunde	Es findet sich eine tiefe, ca. 15 cm lange Wunde mit ausgedehnter Gewebstraumatisierung in der rechten Leiste, jedoch aktuell ohne aktive Blutung. Keine sonstigen Verletzungen

Tab. 2 Initiale Befunde bei Eintreffen des MIC-Notarztes an der Einsatzstelle nach c-ABCDE-Schema [17]	
c: Kritische Blutung	Blutung steht
A: Atemweg	Intubiert durch Primärnotarzt
B: (Be-)Atmung	Kapnographie, endtidales Kohlenstoffdioxid (etCO ₂) ca. 25 mm Hg, vesikuläres Atemgeräusch beidseits, kontrollierte Beatmung, periphere Sauerstoffsättigung (S _p O ₂) nicht messbar
C: Kreislauf	Sehr schwacher zentraler Puls, peripher kein Puls tastbar, Blutdruck nicht messbar, aschfahles Hautkolorit, verlängerte Rekapillarierungszeit (> 5 s), das orientierende „extended focused assessment with sonography for trauma“ (eFAST) nach „return of spontaneous circulation“ (ROSC) zeigt einen leerschlagenden linken Ventrikel, sonst keine weiteren Pathologien in Thorax und Abdomen
D: Neurologie	Glasgow Coma Scale (GCS) 3, weite Pupillen mit fehlenden Cornealreflexen
E: Weitere Befunde	Damage-control-Versorgung der Schnittverletzung in der rechten Inguinalregion Keine sonstigen Verletzungen, Blutglukose (BZ) 118 mg/dl, Temperatur 36,0 °C

Diskussion

Die konzeptionelle Ausgestaltung einer modernen notfallmedizinischen Versorgungs sieht die Applikation geeigneter therapeutischer Mittel zum adäquaten Behandlungszeitpunkt vor. Hierbei mehren sich die Hinweise, dass insbesondere die initiale Versorgungsphase eine entscheidende Rolle für den weiteren Verlauf der Behandlung zu spielen scheint [1].

Zwar stehen innerklinisch für die Versorgung dieser schwer erkrankten oder verletzten Patienten zunehmend leistungsfähige Strukturen in Form spezialisierter Teams [14] sowie fortschrittlicher diagnostischer und therapeutischer Prozeduren zur Verfügung, die auch in besonders kritischen Fällen häufig noch ein positives Behandlungsergebnis ermöglichen können. Ein großer Anteil

der kritischen Patienten befindet sich jedoch bei Eintritt der Erkrankung oder des Traumas nicht in einer leistungsfähigen Klinik, sondern im präklinischen Umfeld, sodass sich die kritische initiale Phase in diesem Bereich abspielt.

Aktuelle Behandlungskonzepte sehen nach Ausschöpfung „traditioneller“ präklinischer Maßnahmen den zügigen Transport in die innerklinische Weiterversorgung vor, auch wenn der Patient vor Ort nicht stabilisiert werden kann. Hierbei müssen teilweise prolongierte Phasen von Hypoxie, Hypotension und gestörter Mikrozirkulation mangels therapeutischer Optionen in Kauf genommen werden. Diese Zustände wurden jedoch bereits vielfach als negative prognostische Faktoren identifiziert [6, 7, 12], deren Behandlung keinen Aufschub duldet, wenn Morbidität und

Mortalität kritischer Patienten weiter gesenkt werden sollen (▣ Abb. 5).

Auch und gerade bei diesen schwer betroffenen Patienten soll das MIC einen Beitrag zur Verbesserung der Versorgungsmöglichkeiten leisten (▣ Abb. 6).

Dass es in der Praxis häufig nicht gelingt, kritische Patienten frühzeitig in der Klinik zu versorgen, lässt sich anhand der Daten aus dem Traumaregister der Deutschen Gesellschaft für Unfallchirurgie illustrieren. Hier liegen die durchschnittlichen Prähospitalzeiten in der Versorgung von Polytraumapatienten seit Jahren konstant bei über 60 min, sodass diese Patienten die kritische Initialphase regelhaft außerhalb der Klinik mit all ihren diagnostischen und therapeutischen Möglichkeiten erleben [3].

Dies unterstreicht die Notwendigkeit, die präklinische Versorgung stetig weiter zu optimieren und neue Möglichkeiten zur Behandlung in der initialen Phase zu evaluieren.

Zwar wurden auch im Bereich der präklinischen Versorgung die Strukturen insbesondere durch verbesserte Ausbildung [11] und Erweiterung der Vorhaltung von Rettungsmitteln in den vergangenen Jahren ausgebaut [13]. Insbesondere hinsichtlich personeller Stärke des Behandlungsteams und fachlicher Spezialisierung, aber auch in Bezug auf die verfügbaren Therapieoptionen bleiben die präklinischen Möglichkeiten im Vergleich zur Klinik jedoch weiter limitiert.

Bezüglich moderner präklinischer Behandlungsstrategien stellt sich zunehmend die Frage, ob in einem hoch entwickelten Rettungssystem die „Load-&-go“-Strategie nicht wenigen ausgesuchten Fällen vorbehalten bleiben sollte und vielmehr das Ziel darin besteht, an der Einsatzstelle so viel wie nötig, aber so wenig wie möglich Maßnahmen („treat & run“) durchzuführen, um die Patienten adäquat zu versorgen. Diese Strategie erfordert jedoch nicht nur ein hohes Maß an Qualifikation und eine adäquate Teamstärke [16], es müssen auch entsprechende präklinische Behandlungsoptionen zur Verfügung stehen, um kritische Zustände beheben zu können. Erwähnenswert in diesem Zusammenhang ist die Tatsache, dass

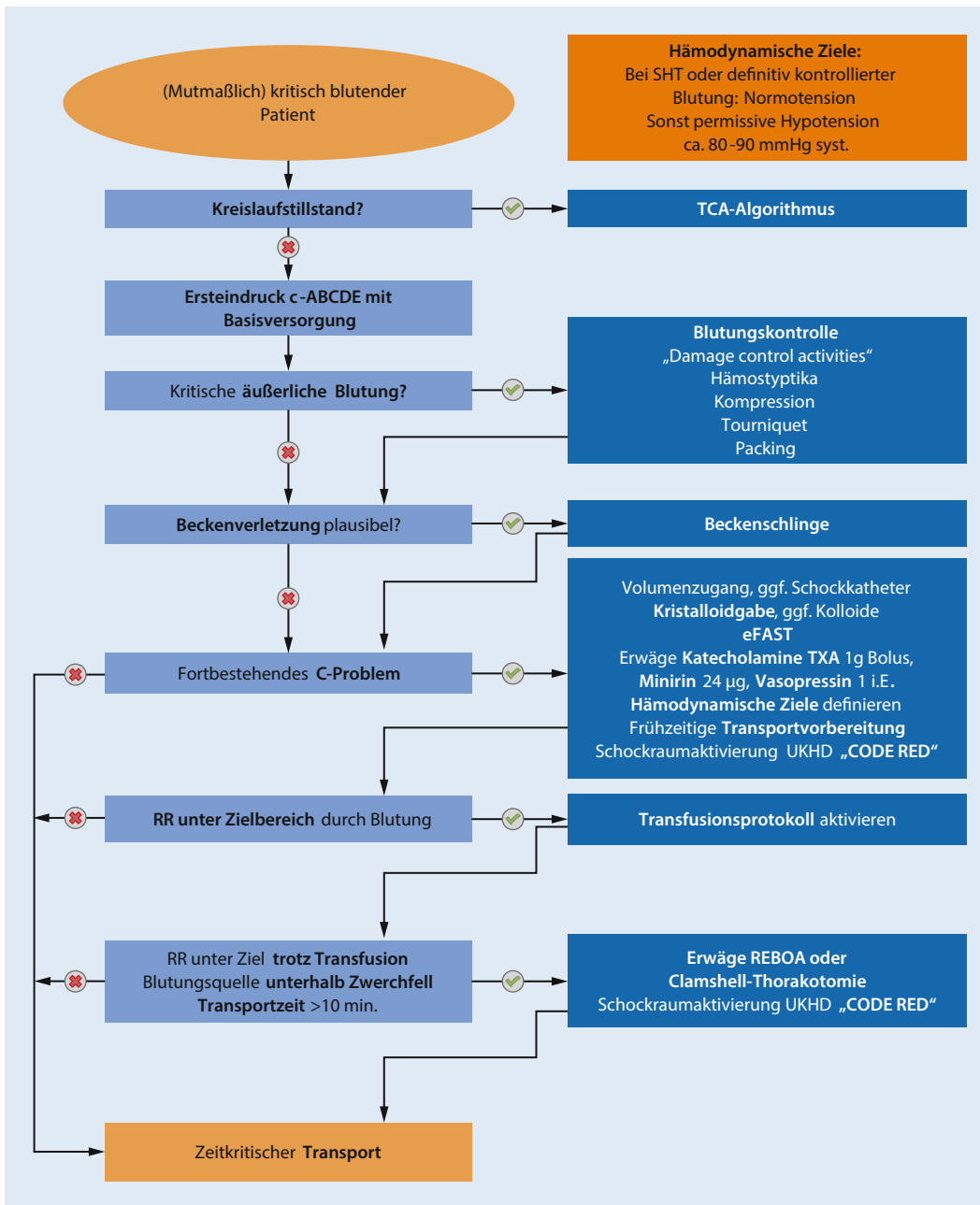


Abb. 3 ◀ Algorithmus für (mutmaßlich) kritisch blutende Patienten des Medical Intervention Car, Universitätsklinikum Heidelberg. *SHT* Schädel-Hirn-Trauma, *TCA* „traumatic cardiac arrest“, *TXA* „tranexamic acid“, *eFAST* „extended focused assessment with sonography for trauma“, *Schockkatheter* 3-Lumen-12 F-Shaldon-Katheter, *CODE RED* besondere Schockraumalarmierung bei schwerstverletzten und/oder reanimationspflichtigen Patienten

invasive Maßnahmen in der Präklinik nicht zu einer Verlängerung des Intervalls bis zur definitiven Versorgung in der Klinik führen müssen [8]. Vielmehr sollen ohnehin notwendige Maßnahmen zeitlich nach vorne verlagert werden, um den Patienten schon in der Initialphase so weit wie möglich zu stabilisieren.

Grundidee des Medical Intervention Car ist es, dieses Konzept noch effektiver zu gestalten, indem spezielle und typischerweise nur innerklinisch angewendete Interventionen schon am Einsatzort zur Verfügung stehen und durch

eine gezielte Erweiterung des Behandlungsteams schnell und effizient eingesetzt werden können. Hierbei gilt die Devise: Die richtige Behandlung für den richtigen Patienten zur richtigen Zeit am richtigen Ort.

Im vorgestellten Fall war die schwere Hämorrhagie das zentrale Problem in der Initialphase der Versorgung. Diese stellt für Patienten mit schweren Traumata zusammen mit dem Schädel-Hirn-Trauma einen der Hauptgründe für das Versterben in der frühen Versorgungsphase dar [2]. Folgerichtig finden neue

Methoden der Blutstillung auch im zivilen Rettungsdienst zunehmende Beachtung. Das Vorhalten von Beckenschlingen, Tourniquets und Hämostyptika gilt heute als Standard und eröffnet neue Möglichkeiten in der präklinischen Blutungskontrolle.

Trotz all dieser Fortschritte kann durch die genannten Maßnahmen der Blutverlust zwar häufig gemindert werden, zum Ersatz des verlorenen Blutvolumens stehen regelhaft jedoch nur Kristalloide und ggf. Kolloide zur Verfügung, jedoch keine osmotisch wirksamen

Checkliste Kritische Blutung

Indikation	
Schwerer hämorrhagischer Schock RR <90 mmHg	
Klinischer Eindruck	
Verlust Radialispuls	
Verlust Bewusstsein (wenn zuvor wach)	
Aktive Blutung	

Blood Transfusion Needs Score

>8 und Blutung -> Indikation

Alter	0-55	0	
	56-70	1	
	>70	2	
Verletzung	Stumpf	0	
	Penetrierend	2	
Puls /min	<60	-4	
	60-119	0	
	≥120	3	
RR sys. mmHg	<90	7	
	≥90	0	
GCS	3-8	3	
	9-13	1	
	14-15	0	
Summe			

Wang, Hao et al. "A Derivation and Validation Study of an Early Blood Transfusion Needs Score for Severe Trauma Patients." Journal of clinical medicine research vol. 8,8 (2016): 591-7. doi:10.14740/jocmr2598w

Aktive Blutungen, wenn möglich, stillen
(Tourniquet, Tamponade, Beckenschlinge, Packing)!

Timing	
Primär EKs: kritische O ₂ -Schwelle, z.B. CPR	
Primär Gerinnung: Volumeneffekt, Koagulopathie	

Ziel	
SHT: Normotension	
Gestillte Blutung: Normotension	
Nicht kontrollierbare Blutung: RR sys. 80-90 mmHg	

WICHTIG vor Gabe:

BLUTENTNAHME KREUZBLUT für BB!

Durchführung: Blutwärmer? Tranexamsäure?

Durchführung	
EKs 0 negativ? Plasma AB negativ?	
Verfallsdatum?	
Normaler Aspekt, Beutel intakt?	
Transfusionsbesteck?	
Tranexamsäure	
Fibrinogen	
PPSB	
Calcium	

Information UKHD „CODE RED“

Nach dem Einsatz	
Aufkleber sichern	
Dokumentation auf Protokoll (Patientenakte)	
Dokumentation Stationsunterlagen	
Kontakt zur Blutbank Tel.: 06221 56 34040	
Frische Blutprodukte	
Neue Gerinnungspräparate	
Thermometer/Datenlogger ausgelesen	

Abb. 4 ▲ Checkliste Blutprodukte des Medical Intervention Car, Universitätsklinikum Heidelberg. GCS Glasgow Coma Scale, RR Blutdruckmessung nach Scipione Riva-Rocci, CODE RED Spezielles Schockraumprotokoll des UKHD



Abb. 5 ▲ Blutkühlschrank des MIC mit Blutprodukten und Temperaturmessung. Position des Kühlschranks im Fahrzeug zwischen dem Cardiohelp-System der Firma Getinge AB, Stockholm, Schweden, und dem speziellen Trauma-/Transfusionsrucksack von PAX, X-CEN-TEK GmbH, Wardenburg, Deutschland

Substanzen wie Erythrozytenkonzentrate. Diese könnten die physiologischen Funktionen des Blutes bezüglich Sauerstofftransport und Hämostase effektiver ersetzen. Die Infusion größerer Mengen von Kolloiden/Kristalloiden wird mit der Entstehung oder Verschlechterung einer traumaassoziierten Koagulopathie in Verbindung gebracht und könnte sogar zu erhöhter Sterblichkeit führen [5].

Auch im vorliegenden Fall hätten sich ohne Transfusionsmöglichkeit nur eingeschränkte präklinische Behandlungsmöglichkeiten eröffnet. Einerseits wäre der Versuch eines sofortigen „load & go“ des Patienten ohne weitere Versorgung und unter Inkaufnahme einer prolongierten Rettung aufgrund der räumlichen

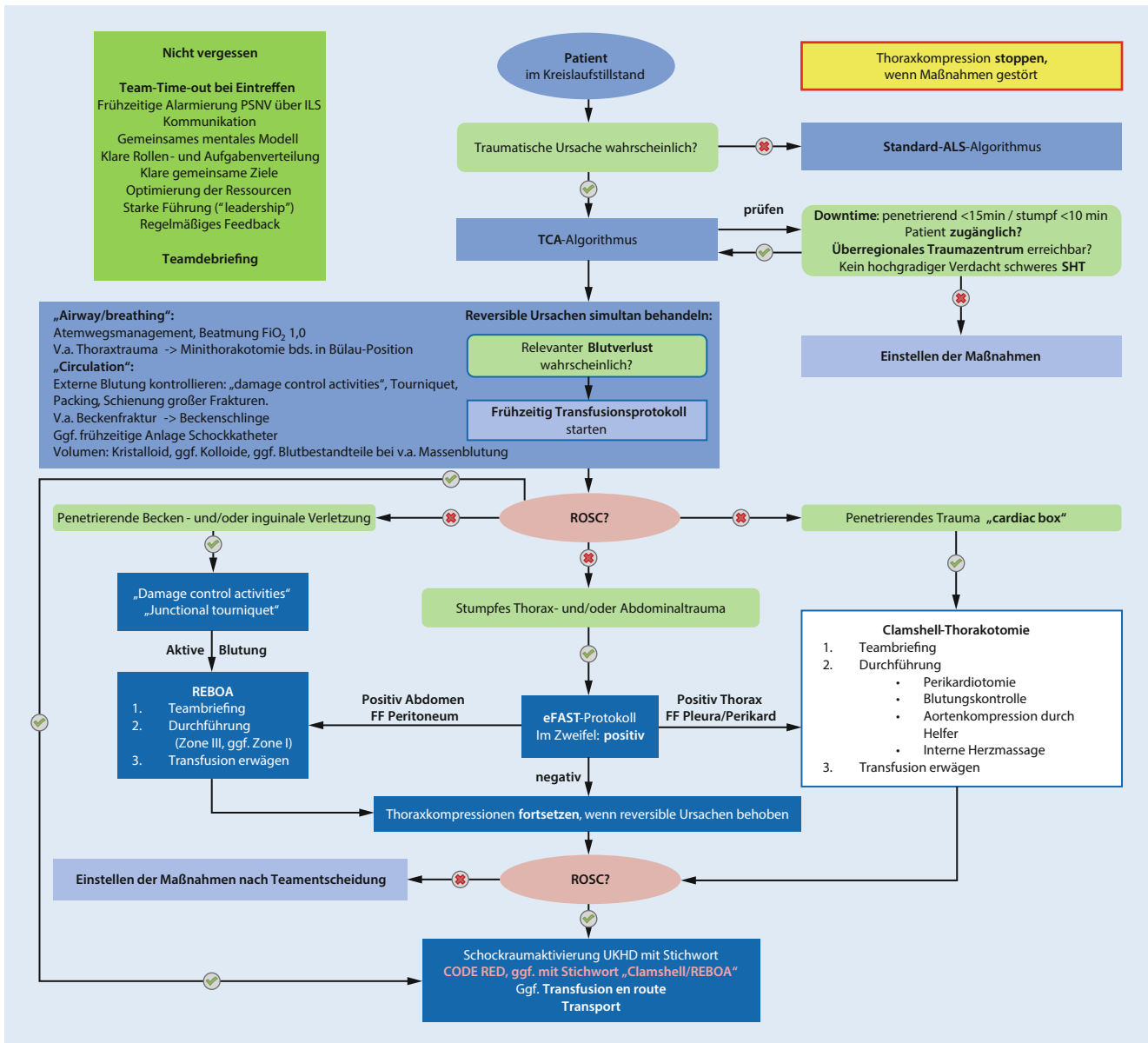


Abb. 6 Algorithmus Traumareanimation (TCA) des Medical Intervention Car, Universitätsklinikum Heidelberg. PSNV psychosoziale Notfallversorgung, ILS integrierte Leitstelle, ALS Advanced Life Support, SHT Schädel-Hirn-Trauma, FF freie Flüssigkeit, ROSC „return of spontaneous circulation“, CODE RED besondere Schockraumalarmierung bei schwerstverletzten und/oder reanimationspflichtigen Patienten, REBOA „resuscitative endovascular balloon occlusion of the aorta“

Situation an der Einsatzstelle möglich gewesen. Alternativ hätte ein Versuch der Reanimation und Stabilisierung mit konventionellen Mitteln mit dem Nachteil einer langen Phase der Hypoperfusion und Hypoxämie erfolgen können. Beide Varianten erscheinen ungeeignet, ein optimales Behandlungsergebnis zu erzielen.

Die präklinische Applikation von Blutprodukten stellt hier eine neue, zukunftsweisende therapeutische Option dar, welche allerdings in Deutschland

noch nicht flächendeckend zur Verfügung steht. Im Gegensatz hierzu ist die präklinische Bluttransfusion beispielsweise in Großbritannien, den USA und Skandinavien bereits deutlich weiter verbreitet, aber allenfalls in Israel als flächendeckend zu bezeichnen [18].

Die dortigen Erfahrungen zeigen, dass die präklinische Gabe von Blutprodukten ein sicheres Verfahren darstellt, die berichteten Komplikationsraten liegen lediglich um 1% [10].

Es darf hierbei nicht außer Acht gelassen werden, dass Blutprodukte, im Speziellen Erythrozytenkonzentrate der Blutgruppe 0 RhD-negativ als „Universalspender“, eine knappe Ressource darstellen. Es bestehen hohe logistische Hürden für die präklinische Vorhaltung und den rationalen Einsatz. Diese können jedoch bewältigt werden, was sich in geringen Raten an verworfenen Produkten in den etablierten Programmen widerspiegelt [4].

Die aktuelle Datenlage zur Beeinflussung der Mortalität durch präklinische Transfusion von Blutprodukten ist uneinheitlich, es liegen kaum Studien von hoher Qualität vor [10]. Mit Bedacht eingesetzt könnte die präklinische Bluttransfusion einen wertvollen Baustein in der Versorgung besonders kritischer Patienten darstellen und somit möglicherweise zukünftig eine Reduktion von Morbidität und Mortalität ermöglichen.

Der hier gezeigte Fall legt nahe, dass die Erweiterung des Behandlungsteams und das gezielte Heranbringen von Ausrüstung und Therapieoptionen durch ein System wie das Medical Intervention Car in einer gut organisierten und funktionierenden Rettungskette wesentlich zum positiven Outcome in der Versorgung kritischer Patienten beitragen können.

Um diese positiven Effekte in der Praxis erreichen zu können, ist die enge Verzahnung und koordinierte Zusammenarbeit innerhalb eines solchen Systems mit den etablierten Strukturen der Notfallrettung unabdingbar. Allen Beteiligten der Rettungskette, von den systemführenden Leitstellen über die Rettungsteams bis zur Schockraumversorgung, wird ein hohes Maß an Kompetenz, Expertise und Professionalität abverlangt.

Wissenschaftliche Begleitung, ständige Qualitätskontrollen und regelmäßige Evaluation sind außerdem Voraussetzung, da ein solches Konzept kontinuierlich weiterentwickelt werden muss, um den hohen Anforderungen zu genügen.

Darüber hinaus werden wertvolle personelle, materielle und finanzielle Ressourcen für den Betrieb eines solchen Projekts benötigt, welche nicht unbegrenzt zur Verfügung stehen. Es muss daher gewährleistet sein, dass diese so rational wie möglich eingesetzt werden.

Beispielhaft sei hier aufgeführt, dass das MIC aktuell noch als „Selbstfahrersystem“ zum Einsatz kommt, was dem Status als Pilotprojekt geschuldet ist, dessen Kosten zu wesentlichen Teilen durch Sponsoring und Drittmittel getragen werden müssen.

In der Pilotphase des MIC bleibt das Fahrzeug bei kritisch kranken Patienten, bei denen eine Begleitung durch den

MIC-Arzt erwünscht ist, an der Einsatzstelle zurück.

Eine Finanzierung durch die Kostenträger des Rettungsdienstes könnte hier perspektivisch neue Möglichkeiten eröffnen. So ist es den Initiatoren des Projekts ein großes Anliegen, zukünftig einen in den erweiterten Maßnahmen geschulten Notfallsanitäter (NFS) als weiteres Teammitglied zu integrieren. Auf diese Weise könnten im erweiterten Team Maßnahmen noch besser integrativ eingebunden werden, um die präklinische Versorgungszeit trotz des erweiterten Maßnahmenkatalogs so kurz wie möglich zu halten.

Fazit für die Praxis

- Eine optimale Behandlung und Stabilisierung in der Initialphase der präklinischen Versorgung scheinen den weiteren klinischen Verlauf kritisch kranker Patienten entscheidend zu beeinflussen.
- Es gilt, kritische Zustände wie Hypoxie und Hypotonie so kurz wie möglich zu halten.
- Die Etablierung neuer Behandlungskonzepte sowie die Erweiterung des präklinischen Teams mit entsprechender Expertise in der Versorgung kritischer Patienten können hierbei zukünftig zusätzliche Behandlungsoptionen eröffnen.
- Die richtige Behandlungsstrategie für den richtigen Patienten zur richtigen Zeit am richtigen Ort.
- Die präklinische Transfusion von Blutprodukten sollte in den kommenden Jahren einen wesentlichen wissenschaftlichen und klinischen Fokus in der Versorgung von Traumapatienten darstellen, diese Etablierung muss jedoch wissenschaftlich eng begleitet werden.
- Wertvolle Ressourcen müssen frühzeitig und sinnvoll eingesetzt werden.

Korrespondenzadresse



Dr. med. N. R. E. Schneider, MHBA

Klinik für Anästhesiologie,
Universitätsklinikum
Heidelberg
Im Neuenheimer Feld 420,
69120 Heidelberg,
Deutschland
Niko.Schneider@med.uni-
heidelberg.de

Förderung. Die Erstellung dieses Artikels wurde nicht finanziell oder materiell unterstützt.

Funding. Open Access funding enabled and organized by Projekt DEAL.

Einhaltung ethischer Richtlinien

Interessenkonflikt. N.R.E. Schneider, F. Weilbacher, T. Maurer, A.M. Würmell, A. Leo, M.A. Weigand und E. Popp geben an, dass kein Interessenkonflikt besteht.

Für diesen Beitrag wurden von den Autoren keine Studien an Menschen oder Tieren durchgeführt. Für die aufgeführten Studien gelten die jeweils dort angegebenen ethischen Richtlinien.

Open Access. Dieser Artikel wird unter der Creative Commons Namensnennung 4.0 International Lizenz veröffentlicht, welche die Nutzung, Vervielfältigung, Bearbeitung, Verbreitung und Wiedergabe in jeglichem Medium und Format erlaubt, sofern Sie den/die ursprünglichen Autor(en) und die Quelle ordnungsgemäß nennen, einen Link zur Creative Commons Lizenz beifügen und angeben, ob Änderungen vorgenommen wurden.

Die in diesem Artikel enthaltenen Bilder und sonstiges Drittmaterial unterliegen ebenfalls der genannten Creative Commons Lizenz, sofern sich aus der Abbildungslegende nichts anderes ergibt. Sofern das betreffende Material nicht unter der genannten Creative Commons Lizenz steht und die betreffende Handlung nicht nach gesetzlichen Vorschriften erlaubt ist, ist für die oben aufgeführten Weiterverwendungen des Materials die Einwilligung des jeweiligen Rechteinhabers einzuholen.

Weitere Details zur Lizenz entnehmen Sie bitte der Lizenzinformation auf <http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.de>.

Literatur

1. Alarhayem AQ, Myers JG, Dent D et al (2016) Time is the enemy: Mortality in trauma patients with hemorrhage from torso injury occurs long before the „golden hour“. *Am J Surg* 212:1101–1105
2. Bansal V, Fortlage D, Lee JG et al (2009) Hemorrhage is more prevalent than brain injury in early trauma deaths: the golden six hours. *Eur J Trauma Emerg Surg* 35:26–30
3. Höfer CL, Lefering R (2020) Jahresbericht 2020 – TraumaRegister DGU® für den Zeitraum bis

Ankündigung

- Ende 2019. Sektion Notfall- & Intensivmedizin & Schwerverletztenversorgung der Deutschen Gesellschaft für Unfallchirurgie e. V. AdUG,
- Holcomb JB, Donathan DP, Cotton BA et al (2015) Prehospital transfusion of plasma and red blood cells in trauma patients. *Prehosp Emerg Care* 19:1–9
 - Hussmann B, Lefering R, Waydhas C et al (2013) Does increased prehospital replacement volume lead to a poor clinical course and an increased mortality? A matched-pair analysis of 1896 patients of the Trauma Registry of the German Society for Trauma Surgery who were managed by an emergency doctor at the accident site. *Injury* 44:611–617
 - Jones AE, Stiell IG, Nesbitt LP et al (2004) Non-traumatic out-of-hospital hypotension predicts inhospital mortality. *Ann Emerg Med* 43:106–113
 - Jung C (2019) Assessment of microcirculation in cardiogenic shock. *Curr Opin Crit Care* 25:410–416
 - Kulla M, Helm M, Lefering R et al (2012) Prehospital endotracheal intubation and chest tubing does not prolong the overall resuscitation time of severely injured patients: a retrospective, multicentre study of the Trauma Registry of the German Society of Trauma Surgery. *Emerg Med J* 29:497–501
 - Obermaier M, Katzenschlager S, Schneider NRE (2020) Medical Intervention Car: Pilotprojekt zur Verbesserung der außerklinischen Notfallversorgung. *Elsevier Emerg* 1:18–24
 - Rijnhout TWH, Wever KE, Marinus R et al (2019) Is prehospital blood transfusion effective and safe in haemorrhagic trauma patients? A systematic review and meta-analysis. *Injury* 50:1017–1027
 - Schneider NRE, Kuessner T, Weibacher F et al (2019) Invasive Notfalltechniken – INTECH Advanced – REBOA, Perikardiozentese und Clamshell-Thorakotomie. *Notfall Rettungsmed* 22:87–99
 - Spaite DW, Hu C, Bobrow BJ et al (2017) Association of out-of-hospital hypotension depth and duration with traumatic brain injury mortality. *Ann Emerg Med* 70:522–530.e1
 - SQR-BW (2020) Qualitätsbericht Berichtsjahr 2019. Rettungsdienst,
 - Tiel Groenestege-Kreb D, Van Maarseveen O, Leenen L (2014) Trauma team. *Br J Anaesth* 113:258–265
 - Truhlář A, Deakin CD, Soar J et al (2015) European Resuscitation Council Guidelines for Resuscitation 2015: Section 4. Cardiac arrest in special circumstances. *Resuscitation* 95:148–201
 - Warren SA, Prince DK, Huszti E et al (2015) Volume versus outcome: More emergency medical services personnel on-scene and increased survival after out-of-hospital cardiac arrest. *Resuscitation* 94:40–48
 - Wölfel CG, Bouillon B, Lackner CK et al (2008) Prehospital Trauma Life Support (PHTLS): an interdisciplinary training in preclinical trauma care. *Unfallchirurg* 111:688–694
 - Zielinski MD, Stubbs JR, Berns KS et al (2017) Prehospital blood transfusion programs: Capabilities and lessons learned. *J Trauma Acute Care Surg* 82:S70–S78



NEU: LIFEMED X 2022 am 24. - 25. März 2023 in Präsenz

Das 10. Leipziger Interdisziplinären Forums für Notfallaufnahme und Notfallmedizin 2022 wird am 24.-25. März 2023 in Präsenz stattfinden und greift mit dem Programm Bewährtes aber auch neue Formate auf.

Für das **Come-Together** und zum Feiern treffen wir uns im tollen Ambiente des Oldtimermuseum DaCapo!

Wir freuen uns darauf, Sie am 24.-25. März 2023 in Leipzig begrüßen zu dürfen.

Für das Organisations-Team **LIFEMED X 2022**

Ihr Prof. Dr. med. André Gries

Anmeldung und Informationen

Tipp: bis 31.12.2022 **BEST-Friend-Rabatt (15%)**



www.ukl-live.de/lifemed

Die Highlights bei LIFEMED X 2022

Die „Besonderen Lagen“:

- Zugunglück Garmisch-Partenkirchen am 03.06.2022
- Klinikevakuierung Ahrtal-Hochwasser 2021

Die Updates:

- Trauma-, Non-Trauma- und pädiatrische Notfallversorgung

Die Podiumsdiskussion:

- “Perspektiven für das Personal in der Klinischen Akut- und Notfallmedizin“ mit DIVI, DGINA, KBV, SLÄK, Hausärzterverband, Marburger Bund, Ärzt:Innen und Pflege

Die ZNA-Pflege:

- Kommunikation im interprofessionellen Team

Die Bewältigungsstrategien:

- Personal mit Humor

...und viele weitere notfallmedizinisch relevante Themen:

- Akut-Palliativmedizin
- Knifflige Differentialdiagnosen
- Forensische Aspekte
- Intoxikationen
- kardiovaskuläre und Gerinnungs-Notfälle

Die LIFEMED X 2022-Workshops

- Notfallmedizin kompakt
- Invasive Notfalltechniken
- Versorgung Extremitätenverletzungen
- notfallmedizinisches VR-Training
- **NEU:** Ultraschall in der Notaufnahme - „The Fast and the Furious“