

Anaesthesist 2021 · 70:609–613
<https://doi.org/10.1007/s00101-021-00933-8>
 Angenommen: 11. Februar 2021
 Online publiziert: 8. März 2021
 © Der/die Autor(en) 2021



Jürgen Knapp^{1,2} · Philipp Venetz^{2,3} · Urs Pietsch^{2,4,5}

¹ Klinik für Anästhesiologie und Schmerztherapie, Universitätsspital Bern, Bern, Schweiz

² Air Zermatt AG, Zermatt, Schweiz

³ Zentrum für Intensivmedizin, Luzerner Kantonsspital, Luzern, Schweiz

⁴ Klinik für Anästhesiologie, Intensiv-, Rettungs- und Schmerzmedizin, Kantonsspital St. Gallen, St. Gallen, Schweiz

⁵ Universitäres Notfallzentrum, Inselspital, Universitätsspital Bern, Bern, Schweiz

„In cabin rapid sequence induction“

Erfahrung aus der alpinen Luftrettung zur Verkürzung der Prähospitalzeit

Fallvignette

Die Alarmierung Ihres Teams als Besatzung eines Rettungshubschraubers (RTH) erfolgt zu einem Verkehrsunfall mit Beteiligung eines Fahrradfahrers. Der Unfallort befindet sich auf einer Passstraße 25 bis 30 Flugminuten entfernt von der nächstgelegenen Klinik der Maximalversorgungsstufe. Bei Eintreffen am Einsatzort finden Sie eine ca. 30-jährige Rennradfahrerin vor, die offensichtlich bei der Abfahrt in einer Haarnadelkurve ohne Fremdeinwirkung gestürzt und laut Augenzeugen mit hoher Geschwindigkeit gegen den Pfosten der Leitplanke geprallt ist. Der Helm wurde von Augenzeugen bereits abgenommen. Ihre initiale Untersuchung ergibt folgende Befunde:

- „Airway“ (A): frei, Patientin aber zeitweise schnarchend, daher gefährdet; Halswirbelsäule durch ausgebildete Ersthelfer manuell immobilisiert,
- „Breathing“ (B): unauffällig,
- „Circulation“ (C): Radialispuls kräftig und regelmäßig tastbar, normale Rekapillarierungszeit, keine offensichtlichen Blutungen,
- „Disability“ (D): Score der Glasgow Coma Scale 6 (Augenöffnen 1, verbale Antwort 1, motorische Antwort 4), Pupillen isokor und seitengleich lichtreagibel, bewegt auf Schmerzreiz beide Arme, Beine ohne motorische Reaktion,

- „Exposure, environment“ (E): keine äußeren Blutungen, Thorax stabil, Abdomen weich, Beckentrauma von der Kinematik her möglich, keine Frakturzeichen an den Extremitäten, ausgedehnte Schürfwunden an beiden Unterarmen und den Knien.

Sie ziehen die Patientin achsengerecht unter der Leitplanke hervor, lagern sie zur Zeitersparnis in diesem Arbeitsschritt bereits schonend „en bloc“ auf einer Vakuummatratze, immobilisieren mit zusätzlichen „head blocks“ auch die HWS und schließen die Beckenschlinge. Beim nochmaligen Blick in die Pupillen fällt Ihnen nun eine leichte Pupillendifferenz (rechts > links) auf. Des Weiteren ist die Herzfrequenz von initial 88/min auf 123/min angestiegen, der Blutdruck, aktuell gemessen, beträgt 100/66 mm Hg. Da Sie mit dem RTH das einzige Einsatzmittel vor Ort sind, konnten bis auf Monitorisierung, Bergung, Lagerung und Immobilisierung bisher keine weiteren Maßnahmen ergriffen werden. Sie entscheiden sich daher zum sofortigen Verladen der Patientin in den RTH sowie zu Narkoseeinleitung und Atemwegssicherung während des Flugs und verlassen die Einsatzstelle bereits nach 7 min. Während Sie sich am Kopfende der Patientin positionieren, die „Airway-Tasche“ und das Videolaryngoskop vorbereiten sowie den Trachealtubus (Innendurchmesser 7,0 mm) bereite-

gen, hat der Notfallsanitäter einen i.v.-Zugang am rechten Handrücken der Patientin etabliert. Sie sprechen sich kurz ab, dass Sie nun noch Midazolam und Fentanyl aufziehen, der Notfallsanitäter das Rocuronium vorbereitet und besprechen bereits die für die Narkoseeinleitung zu applizierenden Dosen der Medikamente. Noradrenalin (10 µg/ml) wird standardmäßig fertig aufgezogen mitgeführt. Sämtliche Spritzen werden auf einem kleinen Tableau abgelegt. Narkoseeinleitung und tracheale Intubation gelingen problemlos. Sie übergeben die Patientin 33 min nach dem Start an der Unfallstelle intubiert und seitengleich beatmet mit klinischen Zeichen des hämorrhagischen Schocks (Herzfrequenz 140/min, Blutdruck 100/70 mm Hg unter repetitiver bolusweiser Gabe von 10 µg Noradrenalin) und einer nun deutlichen Pupillendifferenz im Schockraum des überregionalen Traumazentrums. Die Diagnostik dort ergibt eine instabile Beckenringfraktur und ein schweres Schädel-Hirn-Trauma mit großem linksseitigem akutem Subduralhämatom und Mittellinienverlagerung. Die Patientin wird umgehend zur Hemikraniektomie und parallelen Anlage einer Beckenzwinge in den OP verbracht. Bereits auf dem Weg dorthin wird bei zunehmender hämodynamischer Instabilität der Patientin mit der notfallmäßigen Transfusion von Erythrozytenkonzentraten (da noch keine Kreuzprobe vorliegt:



Abb. 1 ▲ Mediane Prähospitalzeit (definiert als Zeitspanne vom Unfallzeitpunkt bis zum Eintreffen im Schockraum der Zielklinik) für schwer verletzte Patienten (Injury Severity Score ≥ 16 , ungefähr 12.000 Patienten/Jahr) gemäß den Angaben in den Jahresberichten des Traumaregisters der Deutschen Gesellschaft für Unfallchirurgie [4]

Blutgruppe 0, Rhesusfaktor negativ) begonnen. Insgesamt müssen 6g Fibrinogen, 12 Erythrozytenkonzentrate, 6 Beutel gefrorenes Frischplasma (FFP) und ein Thrombozytenhochkonzentrat appliziert werden.

Hintergrund

Das Überleben von Schwerverletzten ist von einer schnellen und effizienten prähospitalen Versorgung abhängig. Für eine verlängerte Prähospitalzeit von Traumapatienten ist eine Assoziation zur erhöhten Sterblichkeit insbesondere bei Vorliegen eines Schädel-Hirn-Traumas nachgewiesen [1–3]. Trotz aller Bemühungen der vergangenen Jahrzehnte und trotz des immer dichteren Netzes an Rettungshubschraubern (RTH) konnte die Prähospitalzeit (definiert als die Zeit vom Unfallereignis bis zur Aufnahme im Schockraum) nicht relevant verkürzt werden. So beträgt sie gemäß der Auswertung des Traumaregisters der Deutschen Gesellschaft für Unfallchirurgie (DGU) für schwer verletzte Patienten seit 2010 zwischen 63 und 67 min und scheint in den vergangenen Jahren tendenziell eher zuzunehmen (■ **Abb. 1**; [4]).

Ein gewisser Anteil der Schwerverletzten benötigt bereits prähospital eine Narkoseeinleitung (typischerweise als

„rapid sequence induction“, RSI). Die prähospitalen RSI ist mit einem deutlich höheren Komplikationsrisiko verbunden als innerklinisch und sollte entsprechend aktueller Leitlinien unter möglichst optimalen äußeren Bedingungen, möglichst sicher und dennoch mit dem geringsten möglichen Zeitverlust durchgeführt werden [5, 6]. Üblicherweise werden solche Patienten (meist abhängig von den äußeren Bedingungen) zunächst im Rettungswagen (RTW) oder direkt an der Unfallstelle versorgt und intubiert, bevor sie in den RTH verbracht und transportiert werden. Gemäß einer Auswertung aus dem Traumaregister der DGU kann allein für die prähospitalen Narkoseeinleitung und Intubation ein Zeitaufwand von ca. 11 min geschätzt werden [7]. Die Auswertung von eigenen Daten ergibt einen Zeitbedarf von im Median 13 min (Interquartilenabstand: 9–15 min; unveröffentlichte eigene Daten). In der alpinen Luftrettung kommen zu den bekannten Gefahren und Herausforderungen der prähospitalen RSI oft noch widrige Umgebungsbedingungen wie extreme Kälte, Wind, Niederschläge, helles Licht auf einem Gletscher, Dunkelheit oder exponiertes Gelände erschwerend hinzu. Die Möglichkeit, die RSI in einem RTW durchzuführen, besteht hier meist nicht. In solchen Fällen



Abb. 2 ▲ Foto aus einem Simulationstraining zur „in cabin rapid sequence induction“

musste der Patient bisher oft nach einer Windenrettung an einem Zwischenlandeplatz außerhalb des Helikopters versorgt und ggf. eine RSI durchgeführt werden, bevor er dann wieder für den Transport in den RTH verladen wurde [8, 9].

Fortschritte in der prähospitalen Notfallmedizin

Durch die technischen Fortschritte der vergangenen Jahre ergeben sich neue Möglichkeiten, die Prähospitalzeit bei intubationspflichtigen Patienten deutlich zu verkürzen. Zum einen ist inzwischen die Videolaryngoskopie auch in der prähospitalen Notfallmedizin weitgehend etabliert und sollte gemäß den S1-Leitlinien zur prähospitalen Narkoseeinleitung auch standardmäßig eingesetzt werden [6]. Die Verwendung dieser Technik erhöht nicht nur den Intubationserfolg und die Rate der im ersten Versuch erfolgreichen Intubationsmanöver („first pass success“), sondern erfordert auch nicht mehr zwingend, dass die Blickachse des Intubierenden exakt in eine Linie zur Stimmbandebene des Patienten gebracht wird. Zum anderen sind die Kabinen der im deutschsprachigen Raum eingesetzten Luftrettungsmittel in den letzten Jahren deutlich geräumiger

geworden. Die Kabinen moderner in der Luftrettung eingesetzter Hubschrauber sind inzwischen sehr geräumig und bieten meist eine nutzbare Kabinenlänge von deutlich über 2,5 m (■ Tab. 1). Dies erlaubt bei üblicher Innenausstattung einem Teammitglied, bequem eine knieende oder sitzende Position hinter dem Kopf des in der Kabine liegenden Patienten einzunehmen (■ Abb. 2).

Somit erscheint die Möglichkeit, unter bestimmten Bedingungen die Narkoseeinleitung und das Airway-Management in der Kabine des RTH – also bereits während des Transports – durchzuführen, als mögliche Option, um die Prähospitalzeit zu verkürzen. In Gebieten, in denen RTH häufig als alleiniges Rettungsmittel eingesetzt werden (alpine Regionen, sehr ländliche Regionen etc.), bietet zudem oft nur die Kabine des Hubschraubers einen entsprechenden Schutz vor Witterungseinflüssen und einer Auskühlung des Patienten.

Studien zur „in cabin rapid sequence induction“

Bisher existieren nur wenige Studien bezüglich der „in cabin RSI“. In der Literatur wird abhängig vom Zeitpunkt zwischen Intubationen am Unfallort („on scene“), in der Hubschrauberkabine vor dem Start der Triebwerke („preflight“) und Intubationen während des Flugs („en route“) unterschieden. Die bisher vorliegenden Daten sind allerdings sehr heterogen, da die Zusammensetzung der Teams nicht vergleichbar ist und unterschiedliche Helikoptertypen mit entsprechend nicht-vergleichbaren Platzverhältnissen eingesetzt werden. Einen Überblick über die aktuell vorliegenden Studien unter realen Einsatzbedingungen bietet ■ Tab. 2.

Diese Ergebnisse sind aus verschiedenen Gründen nicht auf die aktuellen Verhältnisse in der Luftrettung Mitteleuropas zu übertragen. Bis auf die Arbeit von Maeyama et al. wurden alle Studien mit konventioneller direkter Laryngoskopie durchgeführt. Auch die eingesetzten Hubschraubertypen (überwiegend BK 117) bieten weniger Raum und Kabinenlänge als die meisten inzwischen im deutschsprachigen Raum üblichen RTH. Eine aktuelle kleine „Ma-

Anaesthesist 2021 · 70:609–613 <https://doi.org/10.1007/s00101-021-00933-8>
© Der/die Autor(en) 2021

J. Knapp · P. Venetz · U. Pietsch

„In cabin rapid sequence induction“. Erfahrung aus der alpinen Luftrettung zur Verkürzung der Prähospitalzeit

Zusammenfassung

Das Überleben von Schwerverletzten ist von der schnellen und effizienten prähospitalen Versorgung abhängig. Die Zeit vom Unfallereignis bis zum Eintreffen des Patienten im Schockraum konnte leider trotz aller Bemühungen der vergangenen Jahrzehnte und trotz des immer dichteren Netzes an Rettungshubschraubern (RTH), bislang nicht relevant verkürzt werden. Ein gewisser Anteil der Schwerverletzten benötigt bereits prähospital eine Narkoseeinleitung (typischerweise als „rapid sequence induction“, RSI). Durch die medizinischen und technischen Fortschritte der Videolaryngoskopie sowie der im deutschsprachigen Raum eingesetzten Luftrettungsmittel erscheint die Möglichkeit, unter bestimmten Bedingungen

die Narkoseeinleitung und das Airway-Management in der Kabine des RTH – also während des Transports – durchzuführen, als mögliche Option, um die Prähospitalzeit zu verkürzen. Für die sichere Durchführung sind die im vorliegenden Beitrag behandelten Aspekte elementar. Beispielhaft wird ein Prozedere vorgestellt, das sich seit geraumer Zeit bewährt hat. Die „in cabin RSI“ sollte allerdings nur von zuvor trainierten Teams bei Vorliegen einer klaren „standard operating procedure“ durchgeführt werden.

Schlüsselwörter

Rettungshubschrauber · Anästhesie · Airway-Management · „Standard operating procedure“ · Patientensicherheit

In-cabin rapid sequence induction. Experience from alpine air rescue on reduction of the prehospital time

Abstract

The survival of the severely injured is dependent on the rapid and efficient prehospital treatment. Despite all efforts over the last decades and despite an improved network of rescue helicopters, the time delay between the accident event and admission to the trauma room could not be reduced. A certain proportion of the severely injured need induction of anesthesia even before arrival in hospital (typically as rapid sequence induction, RSI). Due to the medical and technical progress in video laryngoscopy as well as in the means of air rescue used in German-speaking countries, under certain conditions the possibility to carry out induction of anesthesia and airway

management in the cabin of the rescue helicopter, i.e. during the transportation, seems to be a possible option to reduce the prehospital time. The aspects dealt with in this article are elementary for a safe execution. A procedure that has been tried and trusted for some time is presented as an example; however, the in-cabin RSI should only be carried out by pretrained teams using a clear standard operating procedure.

Keywords

Emergency helicopters · Anesthesia · Airway management · Standard operating procedure · Patient safety

nikin“-Studie aus Skandinavien, die in einem RTH vom Typ H 145 unter Einsatz von Videolaryngoskopie durchgeführt wurde, kam zu dem Schluss, dass eine „in cabin RSI“ mit einem Team, bestehend aus Arzt und „paramedic“, unter „Preflight“-Bedingungen (also bei abgestelltem Triebwerk) genauso schnell und erfolgreich durchgeführt werden kann wie eine Intubation außerhalb des Hubschraubers (100%ige Erfolgsrate, $n = 14$, [16]).

Prozedere

Die „in cabin RSI“ während des RTH-Transports ist gegenüber dem konventionellen Vorgehen – also der Narkoseeinleitung und Intubation am Unfallort – aber auch mit gewissen Nachteilen und Risiken verbunden, die im Rahmen einer Nutzen-Risiko-Abwägung berücksichtigt werden müssen:

- Ein Zugang zum (erwachsenen) Patienten ist in der RTH-Kabine nicht

Tab. 1 Innenabmessungen der Hubschrauberkabine im Bereich der Position des Patienten während des Fluges und Kabinenvolumen nach Angaben des Herstellers

Hubschraubertyp	Deckenhöhe im Bereich des Patientenkopfes ^a (cm)	Kabinenlänge im Bereich des Stretchers ^a (cm)	Kabinenvolumen (laut Hersteller) (m ³)
BK 117	129	250	4,87
EC 135 bzw. H 135	125	260	4,80
AW-109 SP	90	215	4,05
H 145	127	344	6,00
Bell 429	120	310	5,78
AW-169 FIPS	127	277	6,28

^aJe nach Innenausbau der Kabine können die Maße von den angegebenen Daten abweichen. Die hier angegebenen Daten entsprechen den Ausbaubauvarianten, die den Autoren zur Messung zur Verfügung standen

Tab. 2 Alle verfügbaren Studien zum Intubationserfolg bei Airway-Management während des Flugs („en route“) im Vergleich zur Intubation am Einsatzort („on scene“)^a

Studie (Erstautor, Jahr)	Team	Hubschraubertyp	Erfolgsraten	
			„En route“	„On scene“
Mishark 1992 [10]	Flight nurses	BK 117	79% (57/72)	94% (63/64)
Harrison 1997 [11]	1 flight nurse, 1 paramedic	BK 117	94% (113/120)	98% (118/120)
Slater 1998 [12]	2 flight nurses	BK 117	98% (100/102)	96% (179/186)
Thomas 1999 [13]	1 flight nurse, 1 paramedic	BK 117, AS 365N2 Dauphin	96% (235/246)	96% (112/117)
McIntosh 2008 [14]	1 flight nurse, 1 paramedic	BK 117, Bell 206 (2,1 m ³), Bell 407 (2,4 m ³), Bell 430 (4,5 m ³)	89% (57/64)	95% (595/627)
Maeyama 2020 [15]	2 HEMS physicians, 1 nurse	EC 135	98% (189/192)	97% (179/184)

^aSimulator- oder „Manikin“-Studien wurden nicht berücksichtigt
HEMS „helicopter emergency medical system“

von allen Seiten möglich, sondern nur vom Kopfende und – je nach Ausbau der Kabine – entweder von der linken oder rechten Patientenseite.

- Bei einem Verschmutzen der Kame-ralinse (z. B. durch Blut oder Schleim) ist ein Wechsel zur direkten Laryngoskopie möglicherweise erschwert, und das Laryngoskop muss zur Reinigung der Linse entfernt werden.
- Die Auskultation des Patienten ist während des Flugs unmöglich.
- Die Kommunikation innerhalb des Teams ist nur über das Kabinenkommunikationssystem des RTH („Interkom“) möglich.

Bei der Air Zermatt besteht die Crew, vergleichbar vieler anderer europäischer Luftrettungsorganisationen, aus einem Facharzt für Anästhesie mit jahrelanger Expertise im Airway-Management und einem erfahrenen Rettungsanästhetiker. Aufgrund der oft widrigen Umgebungsbedingungen im hochalpinen Einsatzgebiet werden mit sehr guter Erfahrung nach der Ausbildung unter Simulationsbedingungen bereits seit geraumer Zeit invasive Maßnahmen sowie auch die Narkoseeinleitung und tracheale Intubation innerhalb der Hubschrauberkabine durchgeführt (sowohl „preflight“ als auch „en route“; **Abb. 2**).

Folgendes Prozedere ist hierfür etabliert: Die Modultasche zum Airway-Management („Airway-Tasche“) mit allem notwendigen Material für die tracheale Intubation wird entweder auf dem Patienten oder rechts neben dem intubierenden Teammitglied auf dem Kabinenboden abgelegt. Der Intubierende kniet oder hockt, wie bei der Intubation eines auf dem Boden liegenden Patienten üblich, hinter dem Kopf des Patienten. Das zweite Crew-Mitglied befindet sich auf der rechten Patientenseite, appliziert die Narkose- und ggf. kreislaufstabilisierenden Medikamente, assistiert bei der Intubation mit Blick auf den Videobildschirm und hat die Absaugpumpe griffbereit zu seiner rechten Hand. Im Fall der Notwendigkeit eines alternativen Airway-Managements befindet sich das Material für die Koniotomie (Skalp-pell, Intubationskatheter) ebenfalls in der „Airway-Tasche“. Larynxmasken sind in einem Fach rechts neben dem Intubierenden aufbewahrt, das auch während des Flugs von beiden Teammitgliedern problemlos erreicht werden kann.

Für die sichere Durchführung sind gemäß der Erfahrung der Autoren folgende Aspekte elementar [17]:

- Auf diese Thematik fokussiertes Teamtraining unter realistischen Einsatzbedingungen (Lärm, Kommunikation über „Interkom“).
- Der i.v.-Zugang sollte nur bei guten Venenverhältnissen während des Flugs gelegt werden, da die Vibrationen während des Flugs die Punktion etwas erschweren. Bei unsicheren Venenverhältnissen sollte zumindest ein i.v.-Zugang vor Transportbeginn vorhanden sein.
- Es bedarf einer klaren „standard operating procedure“ (SOP) für die „in cabin RSI“.
- Evaluation des Atemwegs vor Transportbeginn: Bei Hinweisen auf eine möglicherweise erschwerte tracheale Intubation bzw. Videolaryngoskopie (z. B. schweres Mittelgesichts-trauma, schwere Blutung im Oropharynx, Obstruktion der oberen Atemwege) sollten die Narkoseeinleitung und das Airway-Management noch vor Beginn des Flugs erfolgen. Bei erschwerten Intubationsbedingungen

kann so ggf. die Kabinentür für einen besseren Zugang zum Patienten geöffnet werden.

- Evaluation des Thorax vor Transportbeginn: Bei Hinweisen auf einen bereits bestehenden Pneumothorax sollte die weitere Stabilisierung zunächst vor Ort erfolgen.
- Positionierung der Teammitglieder: Das Airway-Management, also die Position am Kopfende, sollte von der in der trachealen Intubation erfahrensten Teammitglied eingenommen werden. Das zweite Teammitglied übernimmt die Position an der Seite des Patienten sowie die Applikation der Medikamente und die Kreislaufstabilisierung.
- Die Ablageorte des Materials zum Airway-Management und von Medikamenten müssen im Rahmen der SOP klar definiert sein. Aufgrund des reduzierten Platzangebots muss auf gute Ordnung geachtet werden.
- Zwingender Einsatz der Videolaryngoskopie und ausreichende Erfahrung darin.
- Da eine Auskultation während des Flugs unmöglich ist, sollten die Kontrolle der beidseitigen Ventilation und der Ausschluss eines Pneumothorax nach Beginn der mechanischen Ventilation sonographisch erfolgen. Der zwingende Einsatz der Kapnographie ist selbstverständlich.
- Falls sich ein Pneumothorax auf der nicht zugänglichen Patientenseite entwickelt und die Anlage einer Drainage in Büllau-Position unmöglich ist, erfolgt die Drainage in Monaldi-Position oder bei nur noch kurzer verbliebener Transportzeit die alleinige Nadeldekompression.

Fazit für die Praxis

- In ausgewählten Fällen (intubationspflichtige Patienten mit zeitkritischen Verletzungen ohne zu erwartendes schwieriges Atemwegsmanagement) könnte zukünftig die Prähospitalzeit in der Luftrettung deutlich verkürzt werden, indem Narkoseeinleitung und Intubation in der Helikopterkabine und während des Transports

ins Traumazentrum durchgeführt werden.

- Diese „in cabin rapid sequence induction“ sollte aber momentan nur durch zuvor trainierte Teams bei Vorliegen einer klaren „standard operating procedure“ (SOP) erfolgen.

Korrespondenzadresse

PD Dr. Jürgen Knapp

Klinik für Anästhesiologie und Schmerztherapie, Universitätsspital Bern
Freiburgstraße, 3010 Bern, Schweiz
juergen.knapp@insel.ch

Funding. Open access funding provided by University of Bern

Einhaltung ethischer Richtlinien

Interessenkonflikt. J. Knapp, P. Venetz und U. Pietsch 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. Gauss T, Ageron FX, Devaud ML et al (2019) Association of prehospital time to in-hospital trauma mortality in a physician-staffed emergency medicine system. *JAMA Surg* 154(12):1117–1124. <https://doi.org/10.1001/jamasurg.2019.3475>
2. Harmsen AMK, Giannakopoulos GF, Moerbeek PR et al (2015) The influence of prehospital time on trauma patients outcome: a systematic review.

Injury 46(4):602–609. <https://doi.org/10.1016/j.injury.2015.01.008>

3. Rehn M, Hyldmo PK, Magnusson V et al (2016) Scandinavian SSAI clinical practice guideline on pre-hospital airway management. *Acta Anaesth Scand* 60(2016):852–864. <https://doi.org/10.1111/aas.12746>
4. <http://www.traumaregister-dgu.de/de/service/downloads.html>. Zugegriffen: 11. Jan. 2021
5. Timmermann A, Byhan C, Wenzel V et al (2012) Handlungsempfehlung für das präklinische Atemwegsmanagement. Für Notärzte und Rettungsdienstpersonal. *Anästh Intensivmed* 53:204–308
6. Bernhard M, Hossfeld B, Bein B et al (2015) Prähospitaler Notfallnarkose beim Erwachsenen. *Anästh Intensivmed* 56:317–335
7. 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. <https://doi.org/10.1136/emj.2010.107391>
8. Pietsch U, Strapazzon G, Ambühl D et al (2019) Challenges of helicopter mountain rescue missions by human external cargo: need for physicians onsite and comprehensive training. *Scand J Trauma Resusc Emerg Med* 27(1):17. <https://doi.org/10.1186/s13049-019-0598-2>
9. Pietsch U, Knapp J, Kreuzer O et al (2018) Advanced airway management in hoist and longline operations in mountain HEMS—considerations in austere environments: a narrative review. This review is endorsed by the International Commission for Mountain Emergency Medicine (ICAR MEDCOM). *Scand J Trauma Resusc Emerg Med* 26(1):23. <https://doi.org/10.1186/s13049-018-0490-5>
10. Mishark KJ, Vukov LF, Gudgell SF (1992) Airway management and air medical transport. *J Air Med Transport* 11(3):7–9. [https://doi.org/10.1016/s1046-9095\(05\)80144-8](https://doi.org/10.1016/s1046-9095(05)80144-8)
11. Harrison T, Thomas SH, Wedel SK (1997) In-flight oral endotracheal intubation. *Am J Emerg Med* 15:558–561. [https://doi.org/10.1016/S0735-6757\(97\)90156-X](https://doi.org/10.1016/S0735-6757(97)90156-X)
12. Slater EA, Weiss SJ, Ernst AA et al (1998) Preflight versus en route success and complications of rapid sequence intubation in an air medical service. *J Trauma* 45:588–592. <https://doi.org/10.1097/00005373-199809000-00031>
13. Thomas SH, Wedel SK, Harrison T (1999) Flight crew airway management in four settings: a six-year review. *Prehosp Emerg Med* 3:310–315. <https://doi.org/10.1080/10903129908958960>
14. McIntosh SE, Swanson ER, McKeone AF et al (2008) Location of airway management in air medical transport. *Prehosp Emerg Care* 12(4):438–442. <https://doi.org/10.1080/10903120802301518>
15. Maeyama H, Naito H, Guyette FX et al (2020) Intubation during a medevac flight: safety and effect on total prehospital time in the helicopter emergency medical service system. *Scand J Trauma Resusc Emerg Med* 28:89. <https://doi.org/10.1186/s13049-020-00784-z>
16. Kornhall D, Helliöson F, Näslund R et al (2018) A protocol for helicopter in-cabin intubation. *Air Med J* 37(5):306–311. <https://doi.org/10.1016/j.amj.2018.05.002>
17. Pietsch U, Venetz P, Mann A et al (2019) Endotracheale Intubation in der Helikopter-Kabine in der alpinen Luftrettung. Posterpräsentation 26. Internationale Bergrettungsärztetagung. <https://doi.org/10.13140/RG.2.2.32024.83202>