

# Notärztliche Strategie beim Hängetrauma

Raimund Lechner, Enrico Staps, Hermann Brugger, Simon Rauch



Das Hängetrauma beschreibt eine durch bewegungsloses, annähernd vertikales freies Hängen in einem Anseilgurt induzierte Kreislaufdepression mit möglicher Todesfolge. Hauptsächlich betroffene Personengruppen sind somit Kletterer, Bergsteiger und seilgesicherte Arbeiter. Die zügige Rettung des Patienten unter Beachtung des Eigenschutzes ist von herausragender Bedeutung. Die Akutbehandlung nach einem Hängetrauma folgt dem Standard-ABCDE-Algorithmus mit initialer Flachlagerung.

## ABKÜRZUNGEN

<b>ALS</b>	Advanced Life Support
<b>&lt;c&gt;ABCDE</b>	algorithmenbasierte Diagnostik und Therapie der Vitalfunktionen: <c> = critical bleeding, A = Airway, B = Breathing, C = Circulation, D = Disability, E = Exposure/Environment
<b>OSHA</b>	Occupational Safety and Health Administration

## Einleitung

Das Hängetrauma beschreibt ein potenziell lebensbedrohliches Ereignis, welches durch freies passives Hängen in nahezu vertikaler Position eintritt [1]. Ursächlich für das Versterben ist ein im Wesentlichen durch eine generalisierte Hypoperfusion induziertes Multiorganversagen. Da es sich hierbei nicht um eine Verletzung im eigentlichen Sinne handelt, werden im internationalen Sprachgebrauch mittlerweile statt dem ursprünglich eingeführten Begriff Hängetrauma (suspension trauma) oft die Begriffe „suspension syndrome“, „harness hang syncope“ oder ähnliche Begriffe verwendet, welche die Kausalkette namentlich besser erfassen [2, 3].

Das Hängetrauma spielt in der Arbeitswelt eine Rolle, wenn Arbeiten seilgesichert durchgeführt werden. Zudem kommt es im Rahmen von seilgesicherten Freizeitaktivitäten wie (Eis)Klettern, Bergsteigen, Canyoning, Speläologie sowie Fallschirmspringen und Paragliden vor.

1972 wurde die 1. Fallserie auf der 2. Internationalen Bergrettungsärztetagung in Innsbruck präsentiert [4]. Eindeutige Aussagen zur Inzidenz sind nicht möglich, es

existieren jedoch zahlreiche Fallberichte [1, 3, 5–7]. Zudem konnten sowohl in Hängeversuchen als auch in Kippversuchen Kreislaufveränderungen und Präsynkopen induziert werden, wobei die minimale Zeitdauer bis zum Eintritt einer Präsynkope teilweise lediglich wenige Minuten betrug [2, 8, 9].

## Pathophysiologie

Seit der Erstbeschreibung wurden verschiedenste pathophysiologische Kausalketten diskutiert [10]. Vor allem 2 Mechanismen scheinen bei der Entwicklung eines Hängetraumas eine relevante Rolle zu spielen. Zum einen kommt es schwerkraftbedingt zu einem venösen Blutpooling in den abhängenden Körperpartien, vor allem in den Beinen. Verstärkt wird dies durch eine Reduktion der Muskelpumpe infolge einer verminderten Muskelaktivität, beispielsweise durch Erschöpfung, Hypoglykämie, Schmerzen, Verletzungen, Hypothermie und Bewusstlosigkeit aus anderen Gründen. Dies führt zu einer Reduktion der kardialen Vorlast und konsekutiv zu einem reduzierten Herzminutenvolumen mit einer generalisierten Hypoperfusion [1, 3, 10]. Zudem scheint eine vasovagale Reflexantwort eine Rolle zu spielen [1, 3]. So wird postuliert, dass der reduzierte venöse kardiale Rückstrom über den Bezold-Jarisch-Reflex eine Bradykardie mit konsekutiver Bewusstlosigkeit auslösen kann, ähnlich einer vasovagalen Synkope [3, 11]. Die pathophysiologische Grundlage einer Synkope ist die vorübergehende zerebrale Unterversorgung mit Blut und somit Sauerstoff. Eine verminderte zerebrale Sauerstoffsättigung konnte bei in Hängeversuchen synkopierten Probanden nachgewiesen werden [2]. Bei einem durch Tonusverlust bedingten synkopalen Sturz kommt es gewöhnlich zu einer horizontalen Position des Patienten und damit zur Wiederherstellung einer adäquaten zerebralen Perfusion, verbunden

mit einem zügigen Aufklaren des Patienten [12, 13]. Beim an einem Seil fixierten Patienten stellt hingegen der Anseilpunkt den höchsten Punkt dar (► **Abb. 1** und **3**). Ein Rückfluss von Blut aus den Beinen ist somit nicht möglich. Die Minderperfusion wird nicht vollumfänglich aufgehoben, was bei ausreichend langer Hängedauer zum Versterben des Patienten führen kann.

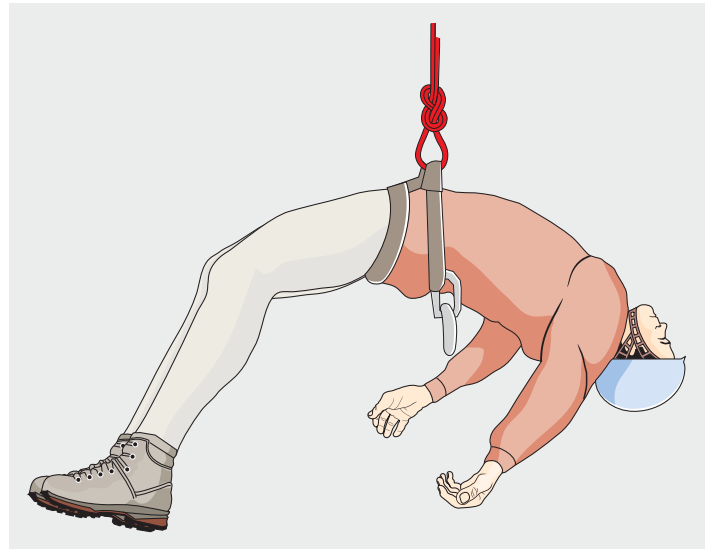
#### Merke

Ein venöses Pooling und eine vasovagale Reflexantwort scheinen eine tragende Rolle in der Pathophysiologie des Hängetraumas zu spielen. Eine zerebrale Reperfusion mit zügigem Aufklaren nach Tonusverlust bleibt aufgrund der hängenden Position des Patienten allerdings aus.

Obwohl die vasovagale Reflexantwort bei allen gesunden Individuen vorhanden ist, scheinen individuelle Unterschiede bezüglich der Anfälligkeit zu bestehen [14]. Dementsprechend kann die Zeit bis zum Symptombeginn und vom Symptombeginn bis zum Eintritt der Bewusstlosigkeit interindividuell enorm variieren, nicht valide vorhergesagt werden und im Extremfall nur einige Minuten betragen [1, 3, 9].

Bei einem am Seil fixierten Bewusstlosen kann es zusätzlich durch eine schwerkraftbedingte Hyperflexion oder Hyperextension des Halses zu einer Verlegung des Atemweges mit möglicher Todesfolge kommen [5, 6]. Darüber hinaus führt die allgemeine Gewebehypoperfusion und damit Gewebehypoxie zu einer Zellschädigung, vor allem im Muskelgewebe. Ebenso kann möglicherweise eine Blutstase, hier verursacht durch den verminderten Blutrückfluss aus den Beinen, sicher jedoch eine Hypothermie durch langes bewegungsloses freies Hängen und eine exzessive Muskelarbeit durch protrahierte Selbstrettungsversuche zu einer Muskelzellnekrose führen [15–17]. Eine durch die multifaktorielle Rhabdomyolyse verursachte Hyperkaliämie kann lebensbedrohliche kardiale Arrhythmien verursachen. Außerdem kann die mit der Rhabdomyolyse verbundene Myoglobinämie und die Minderperfusion der Nieren bei langen Hängezeiten eine akuten Nierenschädigung verursachen (prä- und intrarenales Nierenversagen – Crush-Niere) [3, 6, 7].

Bisher konnte wissenschaftlich nicht eindeutig geklärt werden, ob in erster Linie das venöse Pooling in den unteren Extremitäten oder ein vasovagaler Reflex für das Kreislaufversagen beim freien Hängen im Seil verantwortlich ist. Aus der vorliegenden Literatur kann man jedoch schließen, dass beide Faktoren eine wesentliche Rolle spielen. Weitere Untersuchungen sind nötig, um vor allem den zeitlichen Verlauf der Kreislaufparameter während der Hängephase zu klären.



► **Abb. 1** Der Anseilpunkt ist der höchste Punkt des Körpers, sodass ein Zurückfließen von Blut aus den Beinen in das Gehirn nicht möglich ist.

## Prävention

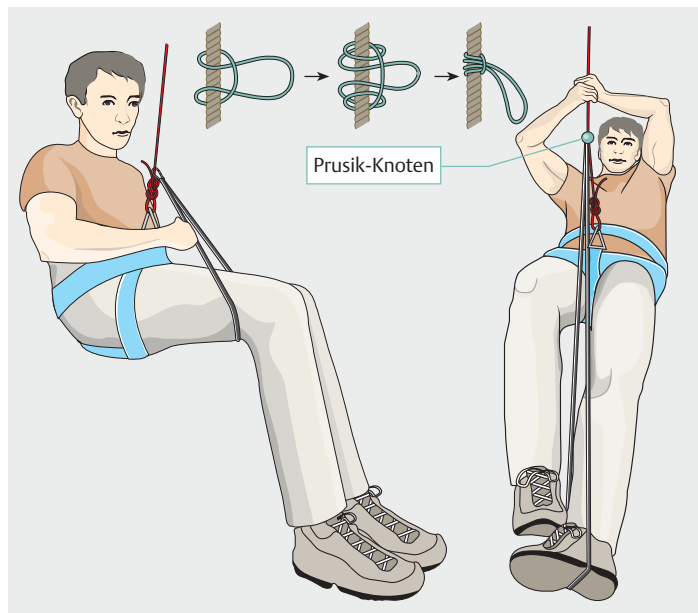
Aufgrund der potenziellen Lebensgefahr durch freies Hängen im Seil muss sich jede gefährdete Person zwingend des Hängetraumas bewusst sein. Unterrichtung und Ausbildung sind die Basis jedweder Präventionsstrategie.

Da die Inzidenz unklar ist und auch der Eintritt einer Bewusstlosigkeit interindividuell sehr verschieden ist, sollte die freie Hängezeit prinzipiell so kurz wie möglich gehalten werden. Dies impliziert eine möglichst schnelle Selbst- oder Fremdrettung.

#### Merke

Eine schnelle (Selbst-)rettung ist von höchster Bedeutung.

Voraussetzung hierfür ist, dass die hängende Person über Selbstrettungsfertigkeiten verfügt und auch das hierfür notwendige Material mit sich führt. Dies beinhaltet prinzipiell Aufstiegsstechniken am Seil sowie Abseiltechniken. Bezüglich Detailinformationen wird auf einschlägige Lehrbücher, beispielsweise der Alpenvereine, verwiesen [18–20]. Sollte die hängende Person nicht in der Lage sein, sich selbst zu retten, sei es durch Erschöpfung, Verletzungen, Hypoglykämie, Hypothermie, Schmerzen, präsynkopale Symptome oder Bewusstlosigkeit, muss es Ziel der Begleitpersonen sein, die hängende Person so schnell wie möglich an einen Ort zu verbringen, an welchem die Person flach gelagert werden kann [1, 6]. Ähnlich wie bei der Lawinenrettung ist die Selbst- und Kameradenhilfe das erste und mit Abstand wichtigste Glied in



► **Abb. 2** Trittschlingen, die mithilfe von Klemmknoten (z. B. Prusik-Knoten (siehe Bild), Kreuzklemmknoten) oder auch Klemmgeräten am Seil befestigt werden können, um durch wiederholtes Hineintreten die Muskelpumpe und damit den venösen Blutfluss zu aktivieren. Zusätzlich kann durch eine Schlinge unter den Kniekehlen die Lagerung hin zu einer horizontalen Position optimiert werden.

der Überlebenskette und von ihrem Einfluss auf die Prognose deutlich höher einzuschätzen als die organisierte professionelle Rettungskette. Seilgesicherte Tätigkeiten sollten deshalb niemals alleine ausgeführt werden [1, 2].

Da ein venöses Pooling in der Pathophysiologie eine tragende Rolle zu spielen scheint, werden bei zeitlich verzögerten Rettungen Maßnahmen empfohlen, die den venösen Rückfluss aus den abhängenden Körperteilen stimulieren. Dies kann hauptsächlich durch die Aktivierung der Muskelpumpe erfolgen, beispielsweise durch forcierte Beinbewegungen („Luftradfahren“), oder durch Abstoßen von einer in Reichweite befindlichen Haus-, Fels-, Gletscherspaltenwand oder Ähnlichem [1, 3, 6, 21]. Falls keine solchen Strukturen in Reichweite sind, können mit Klemmknoten befestigte Schlingen oder Trittleitern als Widerlager verwendet werden [1, 3, 6]. Auch eine mehrfache Umwicklung des Fußes mit einem eventuell vorhandenen freien Seilstück kann als Widerlager für den Fuß dienen. Zusätzlich können die Beine durch Anbringen einer möglichst breiten Schlinge unterhalb der Knie in eine annähernd horizontale Position gebracht werden, was den venösen Blutrückfluss erleichtert (► **Abb. 2**) [3, 5, 8]. Um das freie Hängen an sich erträglicher zu machen, kann zusätzlich eine Schlinge unter den Achseln durchgeführt und im Anseilpunkt fixiert werden. Dies entlastet die Oberkörpermuskulatur und die Atemhilfsmuskulatur beim freien Hängen in einem Hüftgurt [6].

### Merke

Eine Aktivierung der Muskelpumpe während des freien Hängens reduziert das Risiko, ein Hängetrauma zu erleiden.

Aus präventiven Gesichtspunkten heraus ist bei der Wahl des Anseilgurttes folgendes zu beachten. Die Nutzung von Sicherungsgürteln, die alleinige Verwendung von Brustgurten (ohne Sitzgurt), sowie das direkte Einbinden mit dem Seil um den Körper ist aufgrund des äußerst schmerzhaften freien Hängens und dem Eintreten einer kritischen Kompressionsasphyxie obsolet [1, 3, 9]. Auffanggurte mit am Rücken befindlichem Anseilpunkt (oft im Arbeitsschutz als Sicherung gegen Absturz verwendet, da sie ein freies Bewegen der Arme vor dem Körper ermöglichen), oder Gurte mit einem hohen sternalen Einbindepunkt müssen ebenfalls als kritisch betrachtet werden, wenn es zu freiem Hängen kommen kann. Erstens kommt es in diesen Gurten zu einer deutlich vertikaleren Hängeposition als bei der Verwendung eines Hüftgurttes oder Brust-Sitzgurttes. Es ist anzunehmen, dass das venöse Pooling dadurch verstärkt wird. Zweitens ist eine Selbstrettung und Optimierung der Körperposition während des Hängens durch die ungünstige Seilplatzierung erschwert. Drittens ist eine Reduktion des venösen Blutflusses durch direkte Kompression der Femoralgefäße durch das eigene Körpergewicht beim nach vorne gekippten freien Hängen, im Gegensatz zum Hängen mit vor dem Körper liegendem Anseilpunkt, möglich. Und viertens kommt es bei einer Bewusstlosigkeit schwerkraftbedingt zu einer Flexion des Halses mit einem erhöhten Risiko der Atemwegsverlegung [6].

Generell müssen Gurtsysteme optimal auf die Körperproportionen angepasst werden, sodass ein schmerzfreies Hängen möglich ist. Während des passiven freien Hängens soll sich der Körper idealerweise in eine halb horizontale Position einstellen, sodass das venöse Pooling reduziert wird [2, 6, 22]. Bei richtig angepassten Gurten kann eine Gefäßkompression, vor allem der Femoralgefäße, wirkungsvoll vermieden werden [3]. Zusätzlich sollten Rucksäcke vom Rücken genommen und beispielsweise am Anseilpunkt mit einer Schlinge befestigt werden, um lange Hängezeiten besser tolerieren zu können.

## Notärztliches Vorgehen

Naturgemäß befinden sich Patienten, die ein Hängetrauma erlitten haben, oftmals im absturzgefährdeten Gelände. Der Eigenschutz der Rettungskräfte, vor allem die Absturzsicherung, hat oberste Priorität.

### Cave

**Eigenschutz beachten.**

Solange der hängende Patient bei Bewusstsein ist, sollten die Rettungskräfte ihn anhalten, die Muskelpumpe, wie

oben beschrieben, zu aktivieren. Ist der Patient handlungsunfähig, sollte die erste Person, die den Patienten erreicht, die Beine in eine möglichst horizontale Position anheben. Um ein unbeabsichtigtes Herausrutschen aus dem möglicherweise schlecht angepassten Sicherungsgurt zu vermeiden, kann situationsangepasst der Oberkörper mit einer unter den Achseln durchgeführten und im Anseilpunkt fixierten Schlinge stabilisiert werden [6]. Bei bewusstlosen Patienten ist es von allerhöchster Bedeutung, einen freien Atemweg durch Überstrecken des Kopfes zu gewährleisten, vor allem bei Gurten mit einem Anseilpunkt am Rücken.

Seit der Erstbeschreibung des Hängetraumas gibt es teils emotional geführte Diskussionen bezüglich der initialen Lagerung des Patienten nach der Rettung aus einer hängenden Position. Ursprünglich wurde empfohlen, den Geretteten nicht sofort flach zu lagern, um einen Herzstillstand in Folge einer akuten Volumenüberlastung des rechten Ventrikels durch den plötzlichen Rückstrom des Blutes aus der unteren Extremität zu vermeiden [3, 6, 21]. Dies wurde als ursächlich für einen möglichen Bergungstod postuliert, also ein Versterben des Patienten im unmittelbaren zeitlichen Zusammenhang zur Rettung. Die Empfehlung, Gerettete vorübergehend in einer Kauerposition zu stabilisieren, kann immer noch in vielen Veröffentlichungen gefunden werden. Aufgrund der Ergebnisse mehrerer Studien kann dies jedoch nicht mehr empfohlen werden. Der überwiegende Anteil der aktuellen Literatur sowie die US-amerikanische Bergrettung und das US-amerikanische Pendant zu den Berufsgenossenschaften (Occupational Safety and Health Administration, OSHA) empfehlen folgerichtig eine initiale Flachlagerung mit unverändertem <c>ABCDE-Algorithmus [2, 3, 5, 23–25].

### Merke

**Die Behandlung nach einem Hängetrauma folgt dem Standard <c>ABCDE-Algorithmus mit initialer Flachlagerung.**

Die Hypothese des Bergungstodes durch eine akute Volumenüberlastung des Herzens konnte in wissenschaftlichen Studien niemals nachgewiesen werden. Auch verstarben die meisten Patienten nach Hängetrauma nicht im unmittelbaren zeitlichen Zusammenhang zur Rettung. Daher kann man in diesen Fällen nicht von einem Bergungstod sprechen. Es handelt sich hier vielmehr um ein verzögertes Versterben aufgrund anderer pathophysiologischer Vorgänge. Für die wenigen Fallbeschreibungen mit Versterben kurz nach der Rettung sind darüber hinaus alternative Erklärungsansätze wahrscheinlicher. So wird ein Herzstillstand, verursacht durch Hypoperfusion und Hyperkaliämie als plausibler angesehen [3]. Außerdem erholten sich in zahlreichen experimentellen Studien, in denen ein Hängetrauma künstlich herbeigeführt



► **Abb. 3** Gurtsysteme mit Anseilpunkt am Rücken führen zu einer sehr vertikalen Hängeposition und damit zu einer erschwerten Selbstrettung und Körperpositionierung, zu einer möglichen Kompression der Femoralgefäße durch das eigene Körpergewicht und – bei Bewusstlosigkeit – zu einer Flexion des Kopfes mit erhöhtem Risiko der Atemwegsverlegung.

wurde, alle Probanden nach Flachlagerung, ohne dass es zu einem Herzstillstand gekommen wäre [2, 8, 9, 26].

So bald wie möglich sollte also eine Standardbehandlung nach international gängigem <c>ABCDE-Algorithmus erfolgen [3, 5, 21]. Eine EKG-Überwachung ist aufgrund des erhöhten Risikos von Herzrhythmusstörungen so früh wie möglich zu etablieren. Auftretende Herzrhythmusstörungen werden gemäß aktuell gültiger Leitlinien behandelt [27].

Aufgrund mehrerer Faktoren sind Patienten mit Hängetrauma einem erhöhten Rhabdomyolyserisiko ausgesetzt [28]. Mit dem erhöhten Risiko einer Rhabdomyolyse geht das Risiko einer Hyperkaliämie und damit von Herzrhythmusstörungen einher. Typische EKG-Zeichen einer Hyperkaliämie sind spitze T-Wellen, flache oder fehlende P-Wellen, breite QRS-Komplexe (> 120 ms), Sinuswellen (S- und T-Verschmelzungswelle), Bradykardie und ventrikuläre Tachykardie. Sollten bei einem Patienten solche EKG-Veränderungen auftreten, kann eine i.v. Kalziumgabe erwogen werden (10 ml Kalziumchlorid 10% oder 30 ml Kalziumglukonat 10%). Des Weiteren kann Kalium durch die Vernebelung von 10–20 mg Salbutamol nach

intrazellulär verschoben werden [29]. Bei einer Reanimation, bei der ursächlich eine durch ein Hängetrauma induzierte Hyperkaliämie und Azidose angenommen wird, können die Standard-ALS-Reanimationsmaßnahmen um einen schnellen Bolus von 10 ml Kalziumchlorid 10% i. v. und einer Pufferung mit 50 mmol Natriumbikarbonat erweitert werden [29]. Präklinisch meist nicht verfügbar, aber spätestens innerklinisch, kann Kalium durch eine Infusion mit 10 IE kurzwirksames Insulin und 25 g Glukose nach intrazellulär verschoben werden (Cave: engmaschige Blutzuckerkontrolle) [29].

Bei langen Hängezeiten ist eine großzügige kristalloide Volumengabe zur Prävention eines Nierenversagens im Rahmen einer wahrscheinlichen Rhabdomyolyse indiziert [3, 7]. Befand sich der Patient für mehr als 2 Stunden in hängender Position, sollte die Zielklinik über Nierenersatzverfahren verfügen [3]. Da bewegungsloses Hängen das Risiko einer akzidentiellen Hypothermie erhöht, hat die Prävention und Behandlung derselben eine hohe Priorität [3].

### Merke

**Die Hauptrisiken bei einem Hängetrauma sind während des Hängens eine Kreislaufdepression und Atemwegsverlegung. Nach der Patientenrettung sind hingegen Herzrhythmusstörungen, Hypothermie und Nierenschädigung führend.**

#### KERNAUSSAGEN

- Das Hängetrauma ist potentiell lebensbedrohlich
- Prävention
  - Keine seilgesicherten Tätigkeiten alleine durchführen
  - Eine schnelle (Selbst-)rettung ist von höchster Bedeutung
  - Aktivierung der Muskelpumpe (Beinbewegung, Abdrücken gegen Widerlager)
  - Beim Hängen möglichst horizontale Position, ggf. mit Hilfsschlingen einnehmen
  - Richtige Anpassung der verwendeten Gurtsysteme
- Behandlung
  - Eigenschutz
  - Flachlagerung nach Rettung
  - Standard ABCDE Algorithmus
  - Frühe Rhythmusüberwachung und Therapie von Herzrhythmusstörungen
  - Frühe Diagnose und Therapie einer Hyperkaliämie
  - Großzügige kristalloide Flüssigkeitsgabe
  - Ab einer Hängezeit von zwei Stunden Zielklinik mit Nierenersatzverfahren wählen

#### Interessenkonflikt

Die Autoren geben an, dass kein Interessenskonflikt besteht.

#### Autorinnen/Autoren

##### Raimund Lechner

Dr. med., Oberfeldarzt, Bundeswehrkrankenhaus Ulm, Abteilung für Anästhesie und Intensivmedizin

##### Enrico Staps

Dr. med., Oberfeldarzt, Bundeswehrkrankenhaus Ulm, Abteilung für Anästhesie und Intensivmedizin

##### Hermann Brugger

Prof. Dr. med., Leiter des Instituts für Alpine Notfallmedizin, EURAC research, Bozen, Italien

##### Simon Rauch

Dr. med., Institut für Alpine Notfallmedizin, EURAC research, Bozen, Italien  
Klinik für Anaesthesiologie, Klinikum der Universität München, LMU München

#### Korrespondenzadresse

##### Oberfeldarzt Dr. Raimund Lechner

Abteilung für Anästhesie und Intensivmedizin  
Bundeswehrkrankenhaus Ulm  
Oberer Eselsberg 40  
Tel.: 07 31/17 10-0  
89081 Ulm  
raimunedgarlechner@bundeswehr.org

#### Literatur

- [1] Pasquier M, Yersin B, Vallotton L et al. Clinical update: suspension trauma. *Wilderness Env Med* 2011; 22: 167–171
- [2] Lanfranco F, Pollastri L, Corna G et al. The Elusive Path of Brain Tissue Oxygenation and Cerebral Perfusion in Harness Hang Syncope in Mountain Climbers. *High Alt Med Biol* 2017; 18: 363–371
- [3] Mortimer RB. Risks and management of prolonged suspension in an Alpine harness. *Wilderness Env Med* 2011; 22: 77–86
- [4] Flora G, Hölzl H. Fatal and non-fatal accidents involving falls into the rope. 2. Bergrettungsärztetagung, Innsbruck, 1972
- [5] Adishes A, Lee C, Porter K. Harness suspension and first aid management: development of an evidence-based guideline. *Emerg Med J* 2011; 28: 265–268
- [6] Kolb JJ, Smith EL. Suspension Shock. Redefining the diagnosis & treatment of suspension trauma. *JEMS J Emerg Med Serv* 2015; 40: 48–51
- [7] Wharton DR, Mortimer RB. Rhabdomyolysis after prolonged suspension in a cave. *Wilderness Env Med* 2011; 22: 52–53
- [8] Madsen P, Svendsen LB, Jorgensen LG et al. Tolerance to head-up tilt and suspension with elevated legs. *Aviat Space Env Med* 1998; 69: 781–784
- [9] Orzech M, Goodwin M, Brickley J et al. Test Program to Evaluate Human Response to Prolonged Motionless Suspension in Three Types of Fall Protection Harnesses. Harry G Armstrong

Aerospace Medical Research Laboratory, Wright-Patterson Air Force Base, OH, 1987. Im Internet: Sie kann im www unter: <http://www.dtic.mil/dtic/tr/fulltext/u2/a262508.pdf>; Stand: 30.05.2018

- [10] Lee C, Porter KM. Suspension trauma. *Emerg Med J* 2007; 24: 237–238
- [11] Kinsella SM, Tuckey JP. Perioperative bradycardia and asystole: relationship to vasovagal syncope and the Bezold-Jarisch reflex. *Br J Anaesth* 2001; 86: 859–868
- [12] Weimer LH, Zadeh P. Neurological Aspects of Syncope and Orthostatic Intolerance. *Med Clin North Am* 2009; 93: 427–449
- [13] Ventzke M. Plötzliche Bewusstlosigkeit – Synkope im Notarzdienst. *Der Notarzt* 2016; 32: 292–298
- [14] Alboni P, Brignole M, Degli Uberti EC. Is vasovagal syncope a disease? *Europace* 2007; 9: 83–87
- [15] Cervellin G, Comelli I, Lippi G. Rhabdomyolysis: historical background, clinical, diagnostic and therapeutic features. *Clin Chem Lab Med* 2010; 48: 749–756
- [16] Allison RC, Bedsole DL. The other medical causes of rhabdomyolysis. *Am J Med Sci* 2003; 326: 79–88
- [17] Bosch X, Poch E, Grau JM. Rhabdomyolysis and Acute Kidney Injury. *N Engl J Med* 2009; 361: 62–72
- [18] Larcher M, Zak H. Seiltechnik. 7. Aufl. Innsbruck: Österreichischer Alpenverein; 2017
- [19] Semmel C, Semmel C. Klettern: Sicherung und Ausrüstung. 5. überarbeitete Aufl. München: BLV Buchverlag; 2017
- [20] Winkler K, Brehm H-P, Haltmeier J. Bergsport Sommer: Technik, Taktik, Sicherheit. SAC-Verlag; 2015
- [21] Thomassen O, Skaiaa SC, Brattebo G et al. Does the horizontal position increase risk of rescue death following suspension trauma? *Emerg Med J* 2009; 26: 896–898
- [22] Hsiao H, Turner N, Whisler R et al. Impact of harness fit on suspension tolerance. *Hum Factors* 2012; 54: 346–357
- [23] Occupational Safety and Health Administration. Suspension Trauma/Orthostatic Intolerance. *Safety and Health Information Bulletin* (2011). Im Internet: <https://www.osha.gov/dts/shib/shib032404.html>; Stand: 30.05.2018
- [24] Lechner R, Lobensteiner T. Hängetrauma. In: Neitzel C, Ladehof K, Hrsg. *Taktische Medizin: Notfallmedizin und Einsatzmedizin*. Berlin, Heidelberg: Springer; 2015: 315–321
- [25] Glatte S. Harness Suspension Trauma. *MERIDIAN Q Publ Mt Rescue Assoc* 2011. Im Internet: <http://mra.org/wp-content/uploads/2016/05/meridianapr2011.pdf>; Stand: 06.06.2018
- [26] Stuhlinger W, Dittrich P, Flora G et al. Circulatory and renal function changes in test subjects suspended from the upper half of the body. 2. Bergrettungsärztetagung, Innsbruck, 1972
- [27] Soar J, Nolan JP, Böttiger BW et al. Adult advanced life support section Collaborators. *European Resuscitation Council Guidelines for Resuscitation 2015: Section 3. Adult advanced life support*. *Resuscitation* 2015; 95: 100–147
- [28] Reinertson R. Suspension trauma and rhabdomyolysis. *Wilderness Environ Med* 2011; 22: 286–287; author reply 287–288
- [29] Truhlář A, Deakin CD, Soar J et al. Cardiac arrest in special circumstances section Collaborators. *European Resuscitation Council Guidelines for Resuscitation 2015: Section 4. Cardiac arrest in special circumstances*. *Resuscitation* 2015; 95: 148–201

## Bibliografie

DOI <https://doi.org/10.1055/a-0632-3733>  
Notarzt 2018; 34: 156–161  
© Georg Thieme Verlag KG Stuttgart · New York  
ISSN 0177-2309