



ICAR

REC M 0018 D

Internationale Kommission für Alpines Rettungswesen

Kommission für alpine Notfallmedizin

Empfehlung REC M 0018 der Kommission für alpine Notfallmedizin

2005

Der Blitzunfall:

Prävention und Notfalltherapie in Gebirgen und abgelegenen Regionen

Für Ärzte, Sanitäter und Bergsteiger

Ken Zafren, Bruno Durrer, Jean-Piere Herry, Hermann Brugger

Offizielle Empfehlung der internationalen Kommission für alpine Notfallmedizin und der
medizinischen Kommission der Internationalen Bergsteiger und Kletterer Vereinigung
(IKAR und UIAA MEDCOM)

Reprinted from Publication RESUSCITATION, V65(3): 369-372, Zafren K: Lightning injuries: prevention and on-site treatment in mountains and remote areas. Official guidelines of the International Commission for Mountain Emergency Medicine and the Medical Commission of the International Mountaineering and Climbing Federation (ICAR and UIAA MEDCOM) © 2005 Elsevier Ireland Ltd. Hypertext link: <http://www.sciencedirect.com/science/journal/03009572>

DER BLITZUNFALL: PRÄVENTION UND NOTFALLTHERAPIE IN GEBIRGEN UND ABGELEGENEN REGIONEN

*OFFIZIELLE EMPFEHLUNGEN DER INTERNATIONALEN KOMMISSION FÜR ALPINE
NOTFALLMEDIZIN UND DER MEDIZINISCHEN KOMMISSION DER INTERNATIONAL
MOUNTAINEERING AND CLIMBING FEDERATION
(ICAR UND UIAA MEDCOM)*

Für Ärzte, Sanitäter und Bergsteiger

Ken Zafren ^a, Bruno Durrer ^b, Jean-Pierre Herry ^c, Hermann Brugger ^{d,*}

^a ICAR MEDCOM, Clinical Assistant Professor – Division of Emergency Medicine – Stanford University
Medical Center, Stanford, CA, 10181 Curvi St., Anchorage, AK 99507 USA

^b UIAA MEDCOM, Bergrettungsarzt, Schweizer Alpen Club, Air Glaciers, CH-3822 Lauterbrunnen,
Switzerland

^c UIAA MEDCOM, Ecole National de Ski et d'Alpinisme, Route du Bouchet, F-74400 Chamonix, France

^d ICAR MEDCOM (Präsident), Bergrettungsarzt im Alpenverein Südtirol, Europastrasse 17, I-39031
Bruneck, Italien

* *Korrespondenz:* Tel: +39-0474-554235; fax: +39-0474-553422.

E-mail address: brugger.med@pass.dnet.it (H. Brugger).

*Dieser Artikel beruht auf dem Konsensus der ICAR und UIAA MEDCOM, welche die volle
Verantwortung für den Inhalt übernehmen.*

Zusammenfassung

Blitzschläge stellen bei Aktivitäten im Freien eine Gefahr dar, insbesondere für Wanderer und Bergsteiger. Zur Vorbeugung wird empfohlen, sich nicht auf Graten und Gipfeln aufzuhalten und sich von einzeln stehenden Bäumen fern zu halten. Wenn möglich sollte man nahe an einer Felswand stehen, jedoch wenigstens einen Meter Abstand davon halten. Alle Metallgegenstände (Karabiner, Steigeisen, Eispickel, Skistöcke usw.) sollten in sicherer Entfernung abgelegt werden, der Helm sollte jedoch nicht abgenommen werden um Aufprallverletzungen zu vermeiden. Auch feuchte Seile können Blitze leiten und man sollte sich so schnell wie möglich von Drahtseilen und Eisenleitern entfernen. Man sollte Kauerstellung einnehmen, wenn man bemerkt dass einem die Haare zu Berge stehen. Ein Knistern oder eine sichtbare Funkentladung an ausgesetzten Punkten (Elmsfeuer) können Anzeichen eines unmittelbar bevorstehenden Blitzschlages sein. Die Bergung von Blitzopfern kann gefährlich sein. Rettungshubschrauber können vom Blitz mit meist fatalen Folgen getroffen werden. Es ist daher ratsam mit einer Bergung abzuwarten bis die Gefahr weiterer Einschläge vorüber ist. Die Behandlung von Blitzschlagopfern basiert auf den ABCs: Atemwege freilegen, Beatmung und Herzdruckmassage (circulation). Bei mehreren Blitzopfern hat die Beatmung von Verletzten mit Atemstillstand absoluten Vorrang. Auch bei einem prolongieren Atemstillstand ist die Prognose in der Regel gut, wenn die künstliche Beatmung rechtzeitig begonnen wird. Wenn nötig sollte auch die erweiterte Reanimation (ALS) an Ort und Stelle begonnen werden.

Schlüsselwörter: Atemstillstand, Blitzunfall, Gebirgsrettung, Herzkreislaufstillstand, Herzlungenwiederbelebung, Notfalltherapie, Prävention.

1. Einleitung

Jährlich werden etwa 1000 Personen vom Blitz getroffen [1], wobei 70% den Blitzschlag überleben [2]. Die meisten Todesfälle werden durch den sofortigen Atem- und Kreislaufstillstand ausgelöst [3]. Personen die das Bewusstsein verlieren, bei denen der Kreislauf aber erhalten bleibt, kommen meistens mit dem Leben davon [2]. Die Gefahr eines Blitzschlages droht bei allen Aktivitäten im Freien, Wanderer und Bergsteiger in gemäßigten und tropischen Zonen sind jedoch besonders gefährdet, da sie häufig nicht rechtzeitig eine vom Blitz geschützte Stelle finden [4]. Nichtsdestotrotz können Verletzungen durch Blitzschlag weitgehend vermieden werden, wenn man die richtigen Vorsichtsmaßnahmen trifft [5].

2. Verletzungsmechanismen

Im Gegensatz zum relativ „langsamen“ elektrischen Stromunfall, etwa durch Berührung von Stromleitungen, verursachen Blitzschläge massive Stromschläge von extrem kurzer Dauer. Es gibt unterschiedliche Verletzungsmechanismen [2].

1. Personen können auf offenem Feld direkt vom Hauptblitz getroffen werden. Das ist meist tödlich.
2. Häufiger springt der Strom von einem nahen Baum oder einem anderen Objekt auf eine Person über (side flash).
3. Kontaktverletzungen können durch die Berührung eines Objektes entstehen, das von einem Blitz getroffen wurde oder worauf Strom übersprungen ist, wie beispielsweise Verankerungen, Seilen oder Leitern eines Klettersteiges.
4. Wenn ein Blitz in den Boden einschlägt, breitet sich der Strom kreisförmig aus. Wenn von zwei Berührungspunkten einer Person mit der Erde einer weiter von der Einschlagstelle entfernt liegt als der andere entsteht ein Spannungsgefälle, so dass zwischen den beiden Berührungspunkten Strom durch den Körper fließen kann (Kriechstrom).
5. Durch die Schockwelle des Blitzschlages oder durch Muskelkontraktionen aufgrund des Stromschlages kann es zu Aufprallverletzungen kommen. Bergsteiger können die Balance verlieren und abstürzen oder beim Klettern direkt aus der Wand geschleudert werden.

3. Prävention

Blitzschlagverletzungen sind durch die richtigen Vorsichtsmaßnahmen weitgehend vermeidbar. Bergsteiger sollten den Wetterbericht beachten. Blitzgewitter entstehen im Gebirge meist an Nachmittagen und nachts in den Sommermonaten.

Blitze entstehen in Zusammenhang mit Quellwolken, können jedoch kilometerweit vor einem Gewitter her ziehen oder ihm nachfolgen. In solchen Fällen können sie auch bei klarem Himmel entstehen. Der Beginn und das Ende eines Gewittersturms sind deshalb die gefährlichsten Momente. Die „30-30“ Regel besagt, dass die Gefahr von einem Blitz getroffen zu werden hoch ist, wenn der zeitliche Abstand zwischen dem Blitz und dem Donner weniger als 30 Sekunden beträgt (flash-to-thunder-time) und dass man erst 30 Minuten nach dem letzten Blitz oder Donner sich wieder ins offene Gelände begeben sollte.

[6]

Der beste Ort um sich bei einem Gewitter in Sicherheit zu bringen ist eine Hütte oder eine Schutzhaus mit geschlossenen Türen und Fenstern. In kleinen offenen Hütten und Unterständen besteht jedoch die Gefahr von Seitenblitzen. Zelte bieten ebenfalls keinen Schutz, da Zeltstangen aus Metall wie Blitzableiter wirken. Größere Felshöhlen und Mulden können Sicherheit bieten, aber kleine Nischen, Überhänge und Wasser führende Bachbette können gefährlicher sein als das offene Feld.

Wenn jemand im Gebirge von einem Gewitter überrascht wird, sollte er sich von Graten und Gipfeln fernhalten und einzelne Bäume, Stromleitungen, Seilbahnen und Skilifte meiden. Nahe einer Felswand gibt es ein relativ sicheres Dreieck dessen Seitenlänge am Boden der Höhe der Wand entspricht. Um die Gefahr von Bodenströmen zu verringern, empfiehlt sich ein Abstand von mindestens einem Meter zur Wand.

Ein schütterer Wald mit niedrigen Bäumen ist sicherer als eine freie Lichtung. Im freien Gelände sollte man mit geschlossenen Beinen Kauerstellung einnehmen und den Boden mit der kleinstmöglichen Fläche berühren um einen Kriechstrom zu vermeiden. Man kann sich auch auf ein trockenes Seil setzen, sollte sich aber nicht flach auf den Boden legen.

Metalle ziehen Elektrizität nicht an aber sie sind gute elektrische Leiter. Jeder elektrisch leitende Gegenstand, der über Schulterhöhe getragen wird, erhöht das Risiko von einem Blitz getroffen zu werden erheblich. So können beispielsweise über den Rucksack ragende Skier, Eispickel, Skistöcke oder Antennen als Blitzableiter fungieren.

Handys und Funkgeräte sollten in der Mitte des Rucksacks verstaut werden. Alle Metallobjekte (Karabiner, Steigeisen, Eispickel, Kletterhaken, Skistöcke etc.) aber sollten in sicherer Entfernung abgelegt werden. Wenn metallische Gegenstände in direktem Kontakt mit der Haut stehen besteht ein erhöhtes Risiko von Verbrennungen. Um Aufprallverletzungen zu vermeiden sollte der Helm nicht abgenommen werden und der Bergsteiger sollte stets selbst gesichert sein. Blitzschläge können aber auch Kletterseilen folgen, vor allem wenn diese feucht sind. Auf einem Klettersteig sollte man sich so schnell wie möglich von Drahtseilen und Eisenleitern entfernen. Wenn man ein Kribbeln verspürt oder einem die Haare zu Berge stehen, sollte man so schnell wie möglich mit geschlossenen Beinen in Kauerstellung gehen. Knistern und eine sichtbare Funkentladung an erhöhten ausgesetzten Punkten (Elmsfeuer) deuten auf einen unmittelbar bevorstehenden Einschlag hin.

Wenn dem Gewitter mehrere Personen ausgesetzt sind sollten sie nicht dicht beisammen stehen sondern voneinander Abstand halten um Bodenströme und Seitenblitze zwischen den Personen zu vermeiden. Die Organisatoren von öffentlichen Veranstaltungen im Gebirge sollten mit den Behörden Sicherheitsvorkehrungen vereinbaren und die Veranstaltung nach der 30-30 Regel absagen oder verschieben. [7]. Der Einsatz von Blitzdetektoren zur Vorwarnung ist in Erwägung zu ziehen.

4. Blitzverletzungen

Direkte Blitzverletzungen werden durch die Hochspannung, Hitzeentwicklung und Explosionskraft hervorgerufen [8]. Die häufigste Todesursache ist ein Atem- und Kreislaufstillstand, verursacht durch Kammerflimmern oder Asystolie [9]. Der Atemstillstand kann primär durch eine Lähmung des medullären Atemzentrums verursacht sein und nach einer Latenz sekundär zum hypoxischen Herzkreislaufstillstand führen. Gelingt es die myokardiale Hypoxie durch rechtzeitige künstliche Beatmung zu verhindern, kann die Atmung spontan wieder einsetzen. Ein Blitzschlag kann jedoch auch primär durch eine myokardiale Depolarisation zum Herzstillstand durch Asystolie führen. Der Blitzschlag kann durch Aufprallverletzungen Schädelhirntraumen und Frakturen verursachen, aber auch neurologische Ausfälle, Trommelfellrupturen und hämatologische Veränderungen wie eine disseminierte intravaskuläre Koagulation [10-12].

Neuropsychiatrische Veränderungen wie organisches Psychosyndrom mit Verwirrtheit, Gedächtnisstörungen, epileptische Anfälle, Taubheit [13], Erblindung [14] und Paresen sind meist temporär. Die Lähmung der Extremitäten durch Blitzschlag (Keraunoparalyse) ist keine neurologische

Verletzung sondern wird durch einen intensiven Vasospasmus erklärt und bildet sich in Stunden spontan wieder zurück [16].

Verbrennungen werden direkt durch die Folgen des Blitzschlages oder durch Hitze ausgelöst und können auf der Haut linear oder punktuell auftreten [17]. Baumartig verzweigte Streifen auf der Haut, so genannte „Blitzfiguren“ sind keine Verbrennungen sondern Hautmale, welche durch einen „elektronischen Schauer“ erzeugt werden und beweisend für einen Blitzschlag [18]. Durch die extrem kurze Zeitspanne der Entladung sind die meisten Verbrennungen durch Blitzschlag von größerer Eindringtiefe als Verbrennungen beim Stromunfall.

5. Differentialdiagnose

Die Diagnose ist einfach, wenn zum Zeitpunkt des Unfalls ein Gewitter herrscht und Augenzeugen den Blitzunfall beobachtet haben. Wenn ein Opfer erst später, speziell bei schönem Wetter, gefunden wird, kann die Diagnose erschwert sein [19]. Personen mit linearen oder punktuellen Verbrennungen oder Blitzfiguren können eindeutig als Blitzopfer identifiziert werden.

6. Risikoabschätzung und -management beim Rettungseinsatz

So lange am Unfallort aufgrund des anhaltenden Gewitters Blitzgefahr besteht sollte die Evakuierung aufgeschoben werden. Die Rettungskräfte müssen entscheiden, ob die Evakuierung eines Verletzten aus einer gefährdeten Zone in ein weniger gefährdetes Gebiet zu verantworten ist. In diesem Falle sollte der (die) Verletzte so rasch wie möglich geborgen werden.

Die Flugrettung kann einem großen Risiko ausgesetzt sein [20]. Helikopter können vom Blitz getroffen werden mit fatalen Folgen. Die Crew kann während des Aufenthaltes außerhalb des Helikopters vom Blitz getroffen werden [21].

7. Patientenbeurteilung und Erstversorgung

Atmung und Kreislaufzeichen sollten sofort beurteilt werden. Die Erstversorgung beginnt mit den ABC's: Freilegen der Atemwege (airway), Beatmung (breathing) und Herzdruckmassage (circulation) [22]. Falls nötig wird mit Basic Life Support (BLS) und Advanced Life Support (ALS) nach internationalen Richtlinien begonnen. Dies umfasst auch den Einsatz eines automatischen externen Defibrillators (AED) durch den Ersthelfer [23] so bald wie möglich nach dem Blitzschlag. Blitzopfer profitieren besonders von

Wiederbelebungsmaßnahmen. Zahlreiche Fälle haben eine verlängerte kardiopulmonale Reanimation (CPR) ohne größere Folgeschäden überlebt [24].

Der Patient sollte von Anfang an mittels Ekg und Pulsoximeter überwacht und für den Abtransport mittels Vakuummatratze immobilisiert werden.

Bei der neurologischen Abklärung ist es wichtig zu wissen, dass weite Pupillen oder fehlende Pupillenreflexe beim Blitzunfall keine sicheren Zeichen einer schlechter Prognose oder ein Kriterium für die Todesfeststellung darstellen.

Das Fehlen äußerer Verletzungen schließt innere Verletzungen nicht aus. Da traumatologische und neurologische Folgeerscheinungen wie Krampfanfälle erst nach Stunden auftreten können sollten Blitzopfer prinzipiell zur Beobachtung in ein Krankenhaus eingewiesen werden, auch wenn sie in gutem Zustand zu sein scheinen.

8. Triage

Ein einzelner Blitzschlag kann auch mehrere Personen einer Gruppe gleichzeitig treffen. Im Gegensatz zu anderen Triage-situationen, wo die Versorgung von Verletzten mit Vitalfunktionen Vorrang hat vor der Versorgung von Verletzten ohne Vitalfunktion, lautet im Falle eines Blitzschlages die Regel: „resuscitate the dead first“. Die Wiederbelebung von Verletzten ohne Vitalfunktion hat hier Vorrang [2]. Die normalen Triageregeln für Traumapatienten gelten somit nicht für Blitzschlagopfer mit Atem- und Herz-Kreislaufstillstand. In manchen Fällen ist die künstliche Beatmung ausreichend.

9. Blitzschlaglegenden

Die folgenden Aussagen gehören in das Reich der Legenden:

- Es ist gefährlich ein Blitzschlagopfer zu berühren.
- Ein Blitz schlägt nie an derselben Stelle zweimal ein.
- Ein Blitz schlägt immer in das höchste Objekt ein. [25]

Danksagung

Diese Empfehlungen wurden 2003 bei den ICAR-MEDCOM Treffen auf der Erjavceva Hütte in Slowenien und in Coylumbridge in Schottland von den folgenden Mitgliedern diskutiert und verabschiedet: Hermann Brugger (Präsident, I), Giancelso Agazzi (I), Borislav Aleraj (CR), Jeff Boyd (CA), Roberto Buccelli (I), Giovanni Cipelotti (I), Tore Dahlberg (N), Florian Demetz (I), John Ellerton (GB), Fidel Elsensohn (A), Pawel Jonek (PL), Sylveriusz Kosinski (PL), Kovacs Tim (USA), Xavier Ledoux (F), Peter Mair (A), Harald Oschmalz (A) (on 14/3), Walter Phleps (A), Peter Rheinberger (FL), Dario Svajda (HR), David Syme (GB), Iztok Tomazin (SLO), Ken Zafren (USA), Gregoire ZenRuffinen (CH), Igor Zulian (HR). Auf der Tagung der UIAA-MEDCOM 2003 in Kopenhagen, Dänemark wurden sie durch folgende Mitglieder diskutiert und verabschiedet: Bruno Durrer (Präsident, CH), Henrik Hansen (DK), Buddha Basnyat (Nepal), Jim Milledge (UK), Thomas Kuepper (D), Conxita Leal (ES), Michiro Nakashima (J), Conrado Angelini (I), John Holmgren (S), Paul Dobbelaar (NL), Volker Schoffl (D), Ivan Rotman (CZ), Christian Schlegel (CH), Jalalaldin Shahbazi (Iran), Hamid Mosaedlan (Iran), Heleen Meijer (NL), David Hillebrandt (GB).

Literatur

- [1] Lightning-associated deaths-United States, 1980-1995. *MMWR Morb Mortal Wkly Rep* 1998;47:391-4.
- [2] Cooper MA, Andrews CJ, Holle RL, Lopez RE. Lightning injuries In Auerbach PS, editor. *Wilderness Medicine*. 4th ed. St. Louis: Mosby; 2001. p.73-110.
- [3] Forgey WW. *Wilderness Medicine, Beyond first aid*. 5th ed. Guilford: Globe Pequot, 1999:204-6.
- [4] Marsigny B, Lecoq-Jammes F, Cauchy E. Medical mountain rescue in the Mont-Blanc massif. *Wilderness Environ Med* 1999;10:152-6.
- [5] Durrer B, Hassler R. Lightning accidents in the Swiss Alps, Proceedings ISMM/UIAA/ICAR Congress. Chamonix, 1994.
- [7] Holle RL, López RE. Updated recommendations for lightning safety – 1998. *Bulletin of the American Meteorological Society* 1999;18:2035-41.
- [8] Makdissi M, Brukner P. Recommendations for lightning protection in sport. *Med J Aust* 2002;177:35-7.
- [9] Cherington M. Lightning injuries. *Ann Emerg Med* 1995;25:517-9.
- [10] Zack F, Hammer U, Klett I, Wegener R. Myocardial injury due to lightning. *Int J Legal Med* 1997;110:326-8.
- [11] Conrad L. Clinical update on lightning injuries. *Wilderness Environ Med* 1998;9:217-22.
- [12] Cooper MA. Emergent care of lightning and electrical injuries. *Semin Neurol* 1995;15:268-78.
- [13] Fahmy FS, Brinsden MD, Smith J, Frame JD. Lightning: the multisystem group injuries. *J Trauma* 1999;46:937-40.
- [14] Cankaya H, Egeli E, Evliyaoglu Z. Hearing loss caused by lightning strike: case report and review of the literature. *J Otolaryngol* 2002;31:181-3.
- [15] Grover S, Goodwin J. Lightning and electrical injuries: neuro-ophthalmologic aspects. *Semin Neurol* 1995;15:335-41.
- [16] Cherington M, Yarnell PR, London SF. Neurologic complications of lightning injuries. *West J Med* 1995;162:413-7.
- [17] Kleinschmidt-DeMasters BK. Neuropathology of lightning-strike injuries. *Semin Neurol* 1995;15:323-8.

- [18] Domart Y, Garet E. Images in clinical medicine. Lichtenberg figures due to a lightning strike. *N Engl J Med* 2000;343:1536.
- [19] Zehender M. Images in clinical medicine. Struck by lightning. *N Engl J Med* 1994;330:1492.
- [20] Cherington M, Kurtzman R, Krider EP, Yarnell PR. Mountain medical mystery. Unwitnessed death of a healthy young man, caused by lightning. *Am J Forensic Med Pathol* 2001;22:296-8.
- [21] Cherington M. Lightning and transportation. *Semin Neurol* 1995;15:362-6.
- [22] Cherington M, Mathys K. Deaths and injuries as a result of lightning strikes to aircraft. *Aviat Space Environ Med* 1995;66:687-9.
- [23] Zafren K. Presentation of the case. Lightning injuries. *Wilderness Environ Med* 1999;10:253-5.
- [24] Part 8: advanced challenges in resuscitation. Section 3: special challenges in ECC. 3G: electric shock and lightning strikes. European Resuscitation Council. *Resuscitation* 2000;46:297-9.
- [25] Marcus MA, Thijs N, Meulemans AI. A prolonged but successful resuscitation of a patient struck by lightning. *Eur J Emerg Med* 1994;1:199-202.
- [26] Cooper MA. Myths, miracles, and mirages. *Semin Neurol* 1995;15:358-61.
- [27] Herry J.P., Foray J. Accidents de foudre en montagne, *Revue générale de l'électricité, Foudre et montagne*, 1994;6:67-73.