

Notfall-Management bei Elektrounfällen

Emergency Management of Electrical Injuries

Autoren

M. Haberkern, L. Martinolli

Institut

Notfallzentrum des Universitätsspitals Bern, Schweiz

Schlüsselwörter

- Elektrounfälle
- Notfall
- Niederstrom
- Hochstrom

Key words

- electrical injuries
- emergency
- low voltage
- high voltage

Zusammenfassung

▼
Stromunfälle sind medizinisch schlecht erfasst und häufig vermeidbar. Im Wesentlichen ist es die Stromstärke (I) in Ampère, die verschiedene Organe schädigt, oftmals ist jedoch nur die Spannung (U) in Volt (V) bekannt, mit welcher der Patient in Kontakt gekommen ist. Die meisten Unfälle (60–70%) geschehen mit „Haushaltsstrom“ von 230 Volt. Die Altersverteilung ist zweigipflig: Kleinkinder und berufstätige Erwachsene, meistens sind Männer betroffen. Bei Niedervoltunfällen (<1000 Volt) liegt die Mortalität bei 3%. Meist ist es ein Kammerflimmern, das, wenn es nicht sofort mittels kardiopulmonaler Reanimation und Defibrillation beendet wird, letale Folgen hat. Es gibt Risikosituationen, in denen eine Monitorisierung über mehrere Stunden empfohlen wird. Bei Hochvoltunfällen (>1000 Volt) sind die Patienten oft polytraumatisiert. Häufig erleiden sie hochgradige Verbrennungen und Schädigungen der Muskulatur mit Folgekomplikationen (Kompartmentsyndrom, Rhabdomyolyse), es kommen aber auch kardiale und neurologische Ereignisse vor. Die Mortalität liegt bei 5–30%.

Abstract

▼
Electrical injuries remain a poorly documented medical problem in which prevention plays an all-important role. The extent and type of injury depends on the intensity (amperage) of the electrical current. In most victims only the voltage is known. Some 60–70% of the incidents involve household current (230V in Switzerland). The age peak of patients who are electrocuted is bimodal: children und adults, the incidents being largely work-related. In low voltage incidents (<1000 Volt) mortality is some 3%. Rhythm disturbances (ventricular fibrillation) are potentially devastating, if not treated promptly by cardiopulmonary resuscitation and defibrillation. High-risk situations exist in which several hours' monitoring is indicated. Patients involved in high voltage incidents (>1000 Volt) require a trauma team. They may have burns and muscular injuries with resultant sequelae (compartment syndrome, rhabdomyolysis). Cardiac or neurological complications are frequent. Mortality is approximately 5–30%.

Peer reviewed article

eingereicht: 02.03.2008

akzeptiert: 31.03.2008

Bibliografie

DOI 10.1055/s-2008-1073147
Online-Publikation: 2008
Z Allg Med 2008; 84: 246–251
© Georg Thieme Verlag KG
Stuttgart · New York
ISSN 1433-6251

Korrespondenzadresse

Dr. med. M. Haberkern
Notfallzentrum, Inselspital
Universitätsspital Bern
CH 3010 Bern
monika.haberkern@insel.ch

Einleitung

▼
Tödliche Stromunfälle sind selten. In der Schweiz sterben vier bis fünf Menschen pro Jahr an Stromunfällen [1], in Deutschland sind es 67 Menschen im Jahre 2003, wobei Berufs- und Nichtberufsunfälle eingeschlossen wurden [2]. Diese Zahlen stammen aus der Todesursachenstatistik der beiden Länder.

Berufsbedingte Stromunfälle sind meldepflichtig, in der Schweiz ist das Starkstrominspektorat zuständig, in Deutschland das Institut zur Erforschung elektrischer Unfälle (Berufsgenossenschaft der Feinmechanik und Elektrotechnik).

Diese Institutionen erfassen und werten Stromunfälle aus, mit dem Hauptziel der Sicherheits-Schulung und der Prävention. In der Schweiz werden jährlich rund 110 Stromunfälle gemeldet [1], in Deutschland 491 Unfälle im Jahr 2004 [2]. 90% der gemeldeten Stromunfälle geschehen mit Niedervolt (90%), nur 10% mit Hochvolt. In den letzten 40 Jahren ließ sich die Zahl der tödlichen berufsbedingten Stromunfälle auf einen Fünftel reduzieren [2].

Für Nichtberufsunfälle besteht keine Meldepflicht, daher existieren keine epidemiologischen Angaben zur Inzidenz von Stromverletzungen. In den USA wird von 70 Stromunfällen/100000 Ein-

wohner und Jahr ausgegangen [3]. Auf schweizerische Verhältnisse umgerechnet (7 Millionen Einwohner) entspricht dies 490 Unfällen, für Deutschland (80 Millionen Einwohner) 5600 Elektrownfällen pro Jahr. Ungefähr 3–4% der Eintritte auf eine Verbrennungsstation werden durch Stromunfälle verursacht [4]. Auf unserer Notfallstation wurden 2000–2006 insgesamt 32 Patienten mit Elektrownfällen behandelt, in 25 Fällen handelte es sich um Niedervolt- und in 5 um Hochvoltverletzungen. Bei 20 Patienten war ein Arbeitsunfall die Ursache der Verletzung. Nur 2 Patienten waren Blitzschlagopfer, wobei beide Fälle glimpflich ausgingen. Die kardialen Probleme sind nicht zu unterschätzen; zwei Patienten mit Niedervoltunfällen hatten eine schwerwiegende Rhythmusstörung (Kammerflimmern), beide konnten präklinisch erfolgreich defibrilliert werden.

Elektrownfälle sind häufig, werden oftmals aber nicht erfasst und wären meist vermeidbar.

Im vorliegenden Artikel versuchen wir anhand von drei typischen Fallbeispielen die Betreuung von Stromschlagpatienten auf einer Notfallstation zu beschreiben und eine Literaturübersicht über verschiedene Formen von Elektrownfällen zu geben.

1. Patient (Niedervoltunfall)



Ein 29-jähriger Mann hatte in seiner Wohnung ein Stromkabel (230 Volt) verlegt, als er plötzlich einen Schlag spürte und daraufhin mit beiden Händen für ungefähr 30 Sekunden am Kabel „kleben blieb“. Danach stürzte er zu Boden, ohne das Bewusstsein zu verlieren. Er klagte über ausgeprägte Schulterschmerzen. Bei der Untersuchung war er kreislaufmäßig unauffällig, die Glasgow Coma Scale (GCS) lag bei 15. Radiologisch bestanden weder ossäre Schulterläsionen noch eine Luxation. Das EKG war normal. Der Patient wurde während sechs Stunden überwacht und dann mit einem Analgetikum nach Hause entlassen.

Physikalische Grundlagen

Elektrizität entspricht einem Fluss von Elektronen entlang eines Potenzialunterschiedes. Die Stromstärke (I) wird in Ampère (A) gemessen, die Spannung (U) in Volt (V). Gemäß dem Ohmschen Gesetz ($I=U/R$) ist der Strom direkt proportional zur Spannung und indirekt proportional zum Widerstand (R) in Ohm (Ω).

Bei Unfällen ist häufig lediglich die Spannung bekannt, mit welcher der Patient in Kontakt gekommen ist. Das Ausmaß und der Typ der Verletzung hängen jedoch hauptsächlich ab vom Stromfluss in Ampère. Der Widerstand ist gewebeabhängig. Muskeln, Nervengewebe und Blut haben einen geringeren Widerstand – Knochen, Sehnen und das Fettgewebe haben einen höheren. Der Widerstand der Haut ist im mittleren Bereich und sinkt mit zunehmender Hautfeuchtigkeit. Dadurch kann der Gewebeschaden beim Kontakt mit derselben Spannung unterschiedlich sein. Der gesamte innere Widerstand des Menschen wird etwa mit 500–1000 Ω angegeben. Die Wirkungen der entsprechenden Stromstärke auf die Organe sind in **Tab. 1** dargestellt.

Im Wesentlichen ist zwischen Hochspannung (>1000 Volt) und Niederspannung (<1000 Volt) zu unterscheiden. Die Hochspannung kann beim Kontakt mit der Stromquelle direkt auf den Organismus einwirken oder aber durch einen Spannungsbogen ohne direkten Körperkontakt in den Körper eindringen. Ein direkter Blitzschlag ist meistens letal [4,5]. Blitzschlagopfer können jedoch auch indirekt geschädigt werden, beispielsweise

Tab. 1 Wirkungen auf Organe bei stärker werdender Stromstärke

1	mA	kaum spürbar (Kuhdraht)
9	mA	„let go“ Stromschlag
19	mA	Tetanie Skelettmuskel, Patient klebt am Kabel
50	mA	Kammerflimmern
>50	mA	Tetanie respiratorische Muskulatur
>2	A	Asystolie

bei einem Einschlag in einen nahegelegenen Baum, der als „Stromleiter“ wirkt. Es gibt zwei Formen von Elektrizität – Wechselstrom und Gleichstrom. Beim Wechselstrom ändern die Elektronen zyklisch ihre Richtung, die Frequenzangabe erfolgt in Hz. In der Schweiz wie in allen europäischen Ländern beträgt die Spannung des Haushaltsstroms 230 Volt, es handelt sich um Wechselstrom mit einer Frequenz von 50 Herz. Die Hochstromanlagen (beispielweise im Schienenverkehr) führen ebenfalls Wechselstrom (16000 Volt, 14 Hz).

Wechselstrom ist von der Stromversorgung her sehr effizient, jedoch bei Unfällen als gefährlicher einzustufen als Gleichstrom, weil er durch die tetanische Muskelkontraktion zu einer verlängerten Kontaktzeit mit der Stromquelle führt. Zu Unfällen mit Gleichstrom kommt es im Umgang mit Batterien (z.B. Autobatterie) oder bei einem Blitzschlag.

Die Ampère und Voltzahlen bei einem Blitzschlag sind exzessiv hoch, sie wirken jedoch nur während 0,1 msec auf den Körper ein [6]. Das ist auch wesentlich für die besonderen Verletzungen von Blitzschlagopfern.

Die Elektrizität kann den Körper durchfließen, weshalb es auf die Ein- und Austrittsstellen zu achten gilt. Die kardialen Wirkungen, im Sinne von Rhythmusstörungen kommen auf direktem Weg zustande [7]. Der Strom kann aber auch in thermische Energie umgewandelt werden, was zu schweren Verbrennungen der Haut oder zu inneren „Verkochungen“ der Muskulatur mit entsprechenden Folgeerscheinungen führen kann (z.B. Kompartmentsyndrom, Rhabdomyolysen). Sekundär ist der Stromschlag häufig an Traumata mitbeteiligt, beispielsweise bei einem Sturz nach einer tetanischen Muskelkontraktion oder im Rahmen einer Druckwelle bei einem Blitzschlag (Barotrauma, Trommelfellruptur) [6].

Epidemiologie

Die häufigsten Schädigungen durch Elektrizität (rund 60–70%) werden durch Haushaltsstrom verursacht. Die Mortalität liegt bei Niedervoltunfällen bei 2–3% [3], wobei es sich meist um Rhythmusstörungen (Kammerflimmern) handelt, die letal enden. Hochspannungsunfälle sind mit einer wesentlich höheren Mortalität von etwa 5 bis 30% [8] verbunden. Die Todesursachen sind nicht einheitlich, zum Teil sind sie kardialer Art oder sekundär als Folge der schweren Verbrennungen oder von Traumata. Die Altersverteilung ist bimodal, es sind vor allem Kleinkinder oder jüngere berufstätige Erwachsene betroffen [7]. Bei 20% der Niedervoltunfälle sind Kinder bis zu sechs Jahren beteiligt (häufig perorale Verletzungen infolge des Herumbeißen auf einem Kabel) [3]. Es sind Hochstromverletzungen bei Jugendlichen beschrieben, beispielweise durch das Besteigen eines Zuges [9]. Bei Erwachsenen sind es oft Berufsunfälle, meist sind es 20 bis 40-jährige ausgebildete Fachleute die Unfallopfer. Hochstromunfälle sind häufig auch von einer längeren Arbeitsunfähigkeit begleitet [1, 10]. Grundsätzlich sind wesentlich mehr Männer als Frauen von Elektrownfällen betroffen.

Blitzschlagopfer sind selten. In den USA werden ungefähr 100 Patienten pro Jahr von einem Blitz erschlagen [5], die genaue Zahl der Unfälle durch Blitzschlag ist jedoch unklar. Ein direkter Blitzschlag mit mehreren Millionen Volt ist praktisch immer tödlich. Die Überlebenden werden meist nicht direkt vom Blitz getroffen. Die Verbrennungen bei einem Blitzschlag sind wenig ausgeprägt, jedoch können bei den Opfern Herzrhythmusstörungen oder Verletzungen an mehreren Organen auftreten.

2. Patient (Hochvoltunfall)



Bei der Arbeit an einem Transformator (16000 Volt) erhielt ein Mann einen elektrischen Schlag. Gemäß Arbeitskollegen war er unruhig und nicht ansprechbar. Der Rettungshelikopter wurde gerufen. Der Patient war kreislaufstabil, wegen einer zerebralen Verschlechterung (GCS 9) musste er vor dem Transport intubiert werden. Beim Eintreffen auf dem Notfall lag der BD bei 130/70, der Puls war arrhythmisch zwischen 35–70 Minuten. Das EKG zeigt einen Knotenersatzrhythmus bei normaler QRS-Dauer, wechselnd bradykard und normokard, ohne Repolarisationsstörungen. Der Patient hatte Verbrennungen dritten Grades am rechten Ohr, an der rechten Hand und am linken Vorfuß, insgesamt waren 2 % der Körperoberfläche betroffen. Das Schädel-CT war unauffällig, labormäßig findet sich eine Rhabdomyolyse (CPK – Kreatinkinase – maximal 7700 mmol/l), die Nierenfunktion blieb stets normal. Die Herzrhythmusstörungen sistierten spontan und der zerebrale Zustand verbesserte sich schnell. Beim Patient wurden mehrere plastische sowie handchirurgische Operationen durchgeführt. Wegen eines drohenden Kompartmentsyndroms wurde eine Fasziotomie am rechten Vorderarm notwendig. Der Patient überlebte diesen Unfall, und ist heute nach längerer Arbeitsunfähigkeit wieder berufstätig.

Klinische Manifestation

Bei Elektrounfällen können typischerweise verschiedene Organe betroffen sein. **Tab. 2** zeigt einen kurzen Vergleich der möglichen Unfalltypen.

Herz

Rhythmusstörungen nach Elektrotraumen sind meist initial beim Eintreffen der Ambulanz vorhanden [11]. Ob bei initial normalem EKG sekundäre Rhythmusstörungen auftreten, wird kontrovers diskutiert. Für ein Kammerflimmern ist die Ausgangssituation häufig Niederspannung, Wechselstrom von 50 Hz und Stromstärken von etwa 50 bis 100 mA (typischerweise Haushaltsstromunfälle!). Bei Niedervoltunfällen wird in bestimmten Risikosituationen von den meisten Arbeiten eine kardiale Monitorisierung über mehrere Stunden empfohlen [7, 8, 18]. Hochspannung und/oder Gleichstrom (z. B. Hochvoltunfälle oder Blitzschlag) kann eine primäre Asystolie auslösen [12, 13]. Die Therapie mit sofortiger CPR und nötigenfalls Defibrillation entspricht den Richtlinien der American Heart Association (AHA). Bei einem Status nach Blitzschlag sind ebenfalls erfolgreiche Reanimationen beschrieben [12]. Nichtletale Rhythmusstörungen kommen bei Hochspannungsunfällen vor (Schenkelblockbilder, AV-Block ersten bis dritten Grades, Vorhofflimmern) [11]. Ein Monitorisierung ist indiziert und in bestimmten Fällen kann eine medikamentöse Therapie oder ein provisorischer Schritt-

Tab. 2 Vergleich der Elektrotraumen (Blitzschlag, Hochspannung, Niederspannung)

	Blitzschlag	Hochspannung	Niederspannung
Häufigkeit	sehr selten	30%	70%
Volt	> 1 Mio	> 1000	< 1000
Ampère	> 200000	< 1000	< 240
Dauer	sehr kurz	mässig	lang
Stromart	GS	GS/WS	WS
Respiration	Sek. via ZNS	Tetanie	Tetanie
Kardial	Asystolie	VF/Asystolie häufig	VF selten
ZNS	häufig betroffen	mässig	selten
Verbrennung	Lichtenberg	Schwere Verbrennungen	Leichte Verbrennungen
Operationen	häufig (sek. Traumen)	häufig (Verbrennungen, Nekrosen)	selten
Mortalität	hoch	moderat	gering

Abkürzungen: GS: Gleichstrom, WS: Wechselstrom, VF: Kammerflimmern, ZNS: Zentrales Nervensystem

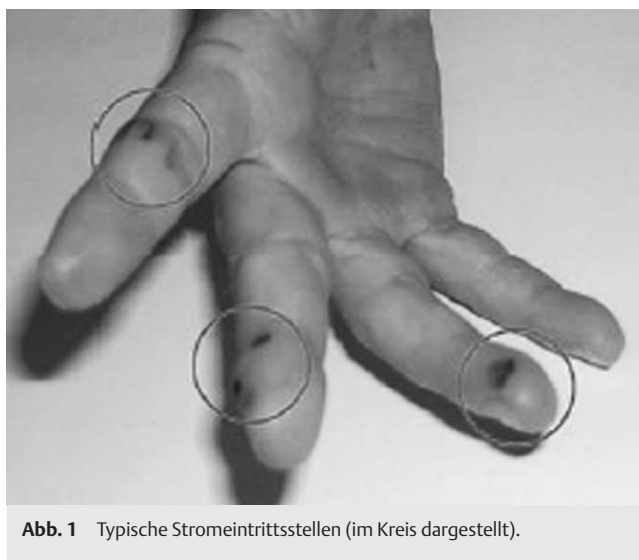


Abb. 1 Typische Stromeintrittsstellen (im Kreis dargestellt).

macher nötig sein. Der Grund für die Rhythmusstörungen ist unklar, am ehesten handelt es sich um eine fokale Myokardnekrose [7], die arrhythmogen wirkt.

Haut

Bei Unfällen mit Haushaltsstrom sind am Ein- und Austrittsort meist nur kleine, wenige Millimeter große Verbrennungsmarken festzustellen (**Abb. 1**). Die Hautschädigung ist unter Umständen klinisch enttäuschend und stellt nur die „Spitze eines Eisberges“ dar. Die Subkutis und die darunter liegenden Faszienn- und Muskelschichten können allerdings stärker geschädigt sein.

Insbesondere Hochspannungsunfälle führen schweren Verbrennungen, da es vor allem die Stromstärke und die Dauer des Kontaktes sind, welche die Haut schädigen [14]. Vor allem trockene Haut hat einen relativ hohen Widerstand und wird am stärksten geschädigt. Die Verbrennungen werden üblicherweise in erst- bis drittgradig unterteilt und in Prozenten der Körperoberfläche (body surface area, BSA) angegeben (**Abb. 2, 3**). Bei schweren Verbrennungen sind die Patienten häufig kreislaufunstable und intensivpflichtig, somit ist die kompetente Erstversorgung auf

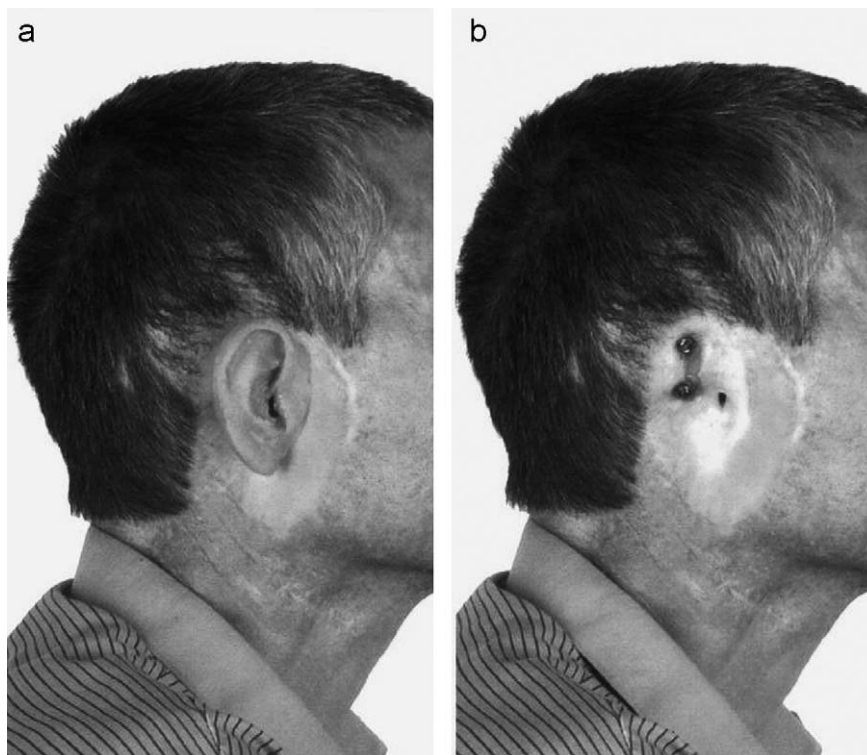


Abb. 2 a Hochvoltunfall: Ohramputation/ Epithese des Ohres (Patient 2). **b** (Der Abdruck erfolgte mit dem Einverständnis des Patienten und mit freundlicher Genehmigung von Frau PD Dr. med. Esther Vögelin, Bern).



Abb. 3a, b Elektroverbrennung, dritten Grades. Bei Débridement (Patient 2).

einer Notfallstation wesentlich. Als Komplikation sind schwere Infekte zu erwähnen oder auch ein Versagen mehrerer Organe (multiple organ disease syndrom, MODS), das sekundär zum Tod führen kann. Bei Hochspannung-Stromunfällen sind die Patienten häufig über längere Zeit arbeitsunfähig, und haben nicht selten unter Folgen und Entstellungen durch die Verbrennung zu leiden. Bei Blitzschlagverletzten gibt es typische farnartige Hautrötungen, sog. „Lichtenbergfiguren“. Es handelt sich nicht um normale Verbrennungswunden, und die Ätiologie bleibt unklar. Meist ist dieses Phänomen nach wenigen Stunden nicht mehr nachweisbar (☉ **Abb. 4**).

Muskeln

Bei tiefen Verbrennungen sind häufig auch die Subkutis sowie Faszien oder die Muskeln betroffen. Bei großer Hautfeuchtigkeit ist der muskuläre Schaden in Form einer „Verkochung“ größer, als man primär anhand der Hautverbrennung annimmt [15]. In der Folge kann eine Muskelnekrose mit begleitendem Ödem zu

einem Kompartmentsyndrom mit sekundärer Ischämie der Extremität führen. Klinische Zeichen einer Muskelnekrose sind massive Schmerzen, Parästhesien und die Schwellung einer Extremität. Weitere Abklärung sind indiziert sowie eine Druckmessung in einem Kompartiment und eine Dopplermessung der peripheren Gefäße. Häufig muss frühzeitig operativ débridiert und fasziotomiert werden, hie und da sind auch sekundäre Amputationen notwendig [14]. Die Bestimmung der CPK ist wichtig, um eine Rhabdomyolyse frühzeitig zu erkennen. Als Folge kann ein Nierenversagen auftreten, das durch die Ausscheidung von Myoglobin bedingt ist.

Zentrales Nervensystem (ZNS)

Es gibt keine spezielle histologische Pathognomie bei Elektroverletzungen. Viele Patienten, die Hochspannungsverletzungen hatten, sind später von Seiten des zentralen Nervensystems beeinträchtigt [7,8]. Schwerwiegende zerebrale Schädigungen sind vor allem nach Blitzschlagunfällen beschrieben [16]. Häufig han-



Abb. 4a Lichtenberg-Figuren am Rumpf (Patientin 3). **b** Lichtenberg-Figuren am Arm (Patientin 3).

delt es sich um eine indirekte Folge bei einem Status nach einem schweren Trauma mit Multiorganversagen oder durch Folgeerscheinungen bei Anoxie nach Kreislaufstillstand, die sich am zentralen Nervensystem äußern. Es treten intrazerebrale Blutungen auf, wobei nach einem Blitzschlag hauptsächlich die Basalganglien und der Hirnstamm betroffen sind. Selten wird auch das Myelon in Mitleidenschaft gezogen. Es sind persistierende Tetraplegien dokumentiert, die aufgrund des direkten Stromflusses durch das zervikale Rückenmark entstanden sind [8].

Es kommen auch transiente benigne Symptome vor. Ein blitzschlagtypisches Krankheitsbild ist die Keraunoparalyse, die von Jean-Martin Charcot (1825–1893) beschrieben wurde. Sie entspricht einer vorübergehenden Lähmung, meistens der unteren Extremitäten, die in wenigen Stunden regredient ist. Die Lähmung wird von Vasokonstriktion, Blässe, und Hypertonie begleitet. Man vermutet, dass sie von einer massiven Katecholamin-ausschüttung ausgeht [16]. Unsere beschriebene Blitzschlagpatientin hatte wahrscheinlich eine Keraunoparalyse.

Ob es späte neurologische Folgeerkrankungen gibt, beispielsweise Bewegungsstörungen oder eine der Parkinson-Krankheit ähnliche Symptomatik, bleibt weiterhin unklar [16].

Andere Organe

Vor allem beim Blitzschlag können durch die Phototoxizität die Augen betroffen sein. Aufgrund eines Barotraumas kommt es häufig zu Trommelfellrupturen oder auch zu einem Pneumothorax (6/13).

Sekundär, können durch einen Sturz als Folge von Elektrounfällen Frakturen/Luxationen oder innere Verletzungen verursacht werden.

3. Blitzschlagopfer



Eine 25-jährige Frau stand ungefähr 20 cm von ihrem Auto entfernt, als ein Blitz ins Auto einschlug. Die Patientin hört einen lauten Knall und wurde von der Druckwelle drei Meter vom Auto weggeschleudert. Initial litt sie unter Atemnot und konnte die gesamte rechte Körperseite nicht mehr bewegen. Sie verlor jedoch nie das Bewusstsein. Beim Eintreffen auf dem Notfall war sie neurologisch wieder absolut unauffällig (GCS 15, Sensorik/Motorik bilateral symmetrisch). Sie wies am gesamten Stamm farnartige schmerzhafte Hautzeichnungen auf (s. **Abb. 4**). Der Verlauf war günstig. Nach einer mehrstündigen Überwachung konnte die Patientin bereits wieder beschwerdefrei nach Hause entlassen werden.

Management

Es gibt keine evidenzbasierte Therapie für Stromschlagverletzungen, grundsätzlich kommt es auf das Verletzungsmuster an. Die Patienten werden durch ein Traumatologieteam interdisziplinär beurteilt.

Ausschlaggebend für die Anamnese ist die Frage nach der Spannung, mit welcher der Patient in Kontakt gekommen ist.

Niedervoltverletzungen

Bei Niedervoltverletzungen, ist das Auftreten einer Tetanie in der Regel mit längerer Stromexposition verbunden, die möglichen Stromein- und Austrittsstellen geben über den Stromverlauf im Körper Auskunft. Eine EKG-Analyse wird von den meisten Autoren empfohlen, auch bei kreislaufmäßig asymptomatischen Patienten. Laborwerte wie Herzenzyme (CPK, Troponin) werden kontrovers beurteilt [11, 17]. Bei Niedervoltverletzungen stellt sich häufig die Frage, wie lange die Patienten kardial monitorisiert bleiben müssen, respektive ob sie stationär überwacht werden sollen. Gemäß Literatur [7, 8, 18, 19] wird bei Tetanie, kurzer Bewusstlosigkeit, bei pathologischem EKG oder bei der Annahme eines transthorakalen Stromverlaufes eine EKG-Überwachung von sechs bis 24 Stunden empfohlen. Studien zur Überwachungszeit nach Niedervoltverletzungen gibt es keine.

Hochvoltverletzungen

Bei Hochvoltverletzungen wird eine kardiale Überwachung über 24 Stunden empfohlen. Laboruntersuchungen sind notwendig und im Verlauf kontrollbedürftig (z.B. CPK, Kreatinin und je nach Verletzungsmuster eventuell andere Untersuchungen). Hochspannungs- und Blitzschlagopfer sind häufig polytraumatisierte Patienten mit Mehrorganschäden, die multidisziplinär versorgt werden müssen. Dies trifft insbesondere auf Verbrennungen zu. Hautdébridement und Hautverpflanzungen sind Aufgaben eines Spezialteams (plastische Chirurgen, bei hochgradigen Verbrennungen eventuell spezielles Verbrennungszentrum).

Präklinische Beurteilung von Stromschlagopfern

Am Unfallort ist der Sicherheit der Rettenden große Beachtung zu schenken. Der Retter muss sich zunächst versichern, dass das Opfer nicht mehr mit der Stromquelle in Kontakt ist, beispielsweise bei einer Tetanie bei Wechselstrom. Das Opfer kann zum Stromleiter werden und so den Retter gefährden.

Hauptsächlich bei Hochstromunfällen ist es wichtig, dass die Stromquelle via Meldung ans Elektrizitätswerk vorher abgeschaltet wird. Zur ersten Beurteilung des Unfallgeschehens wird eine Distanz von zehn Metern zum Opfer empfohlen [3]. Nach

einem Blitzschlag mit einer sehr kurzen Einwirkzeit besteht für die Retter keine Gefahr, und es kann sofort mit der Behandlung begonnen werden.

Prävention von Strom-Unfällen

Die Arbeit mit elektrischem Strom ist stets mit möglichen Risiken verbunden, die Prävention ist in der Ausbildung von Elektrofachleuten ein wichtiges Anliegen. Häufig sind Stromunfälle die Folge von mangelnder Aufmerksamkeit oder von Nachlässigkeit im Berufsalltag bzw. beim Verrichten handwerklicher Arbeiten zu Hause. Eine gute Vorbereitung und eine Risikobeurteilung bei Arbeiten mit elektrischem Strom sind daher wesentlich. Im Haushalt sollte vor dem Beginn gewisser Arbeiten der Strom ausgeschaltet werden (Sicherungen herausdrehen bzw. Kippschalter umlegen). Dem Schutz durch Isolation der Stromleiter sollte Aufmerksamkeit geschenkt werden, wenn ausnahmsweise nicht stromfrei gearbeitet werden kann.

Im Haushalt gibt es mehrere Mechanismen, die zur Prävention beitragen, beispielsweise Fehlerstromschutzschalter (FI-Schalter), die bei 10–30 mA den Stromfluss unterbrechen, oder Sicherheitssteckdosen, die bei Manipulationen den Stromfluss ausschalten.

Danksagung

Wir danken Herrn Prof. Dr. med. Heinz Zimmermann, Bern, und Herrn Dr. med. Heinz Schläpfer, Biel, für die kritische Durchsicht des Manuskripts und ihre wertvollen Anregungen.

Erstveröffentlichung

Diese Beitrag wurde erstmals im Schweiz Med Forum 2007; 7(31): 649-654 publiziert.

Interessenskonflikte: keine angegeben.

Literatur

- 1 Keller J, Franz A. Aus Unfällen lernen: Unfallstatistik 2005. Bulletin SEV/VSE 2006; 3: 9–14
- 2 Jühling J. Institut zur Erforschung elektrischer Unfälle, Berufgenossenschaft der Feinmechanik und Elektrotechnik 2005; <http://www.ffe-emf.de>
- 3 Lederer W, Kroesen G. Notfallmedizinische Versorgung von Blitz- und Stromschlagverletzungen. Anästhesist 2005; 54: 1120–1129
- 4 Hettiaratchy S, Dziewulski P. ABC of burns. Pathophysiology and types of burns. BMJ 2004; 328: 1427–1429

- 5 Stütz N, Weiss D, Reichert B. Verletzungen durch Blitzschlag. Unfallchirurg 2006; 109: 495–498
- 6 Lederer W, Wiedermann FJ, Baubin MA, Kroesen G. Blitzschlagverletzung und kardiopulmonale Reanimation. Notfall & Rettungsmedizin 2002; 6: 474–479
- 7 Spies Ch, Trohmann RG. Narrative review: electrocution and life-threatening electrical injuries. Ann Intern Med 2006; 145: 531–537
- 8 Koumbourlis AC. Electrical injuries. Crit Care Med 2002; 30 11 (Suppl): S424–S430
- 9 Rai J, Jeschke MG, Barrow RE, Herndon DN. Electrical injuries: a 30-year review. J Trauma 1999; 46: 933–936
- 10 Arnoldo BC, Purcue GF, Kowalske K, Helm PA, Burris A, Hunt J. Electrical injuries: a 20-year review. J Burn Care Rehab 2004; 25: 479–484
- 11 Arrowsmith J, Usgaocar RP, Dickson WA. Electrical injuries and the frequency of cardiac complications. Burns 1997; 23: 576–578
- 12 Graber J, Ummerhofer W, Herion H. Lightning accident with eight victims: case report and brief review of the literature. J Trauma 1996; 40: 288–290
- 13 Muehlberger Th, Vogt PM, Munster AM. The longterm consequences of lightning injuries. Burns 2001; 27: 829–833
- 14 Ferrera PC, Colucciello SA, Marx J, Verdile V. Electrical burns. In: trauma management. An emergency medicine approach. St. Louis, MO: Mosby (Elsevier) 2001; 560–561
- 15 Garcia-Sanchez V, Gomez MP. Electric burns: high and low-tension injuries. Burns 1999; 25: 357–360
- 16 Cherington M. Neurologic manifestations of lightning injuries. Neurology 2003; 60: 182–185
- 17 Garcia CT, Smith GA, Cohen DM, Fernandez K. Electrical injuries in a pediatric emergency department. Ann Emerg Med 1995; 26: 604–608
- 18 Bailey B, Gaudreault P, Thivierge RL, Turgeon JP. Cardiac monitoring of children with household electrical injuries. Ann Emerg Med 1995; 25: 612–617
- 19 Kanz KLG, Morath S, Lackner CK, Mutschler W. Akutversorgung von Elektrounfällen. MMW-Fortschr Med 2002; 144: 43–46

Zur Person



Dr. med. M. Haberkern,

Oberärztin I, Stellvertretende Leiterin des Medizinischen Notfalls des Universitätsospitals Bern (Inselspital), Schweiz, Ursprünglich Internistin mit anästhesiologischer und intensivmedizinischer Erfahrung.