Zeitschrift: Das Rote Kreuz : offizielles Organ des Schweizerischen Centralvereins vom Roten Kreuz, des Schweiz. Militärsanitätsvereins und des Samariterbundes

Herausgeber: Schweizerischer Centralverein vom Roten Kreuz

Band: 56 (1948)

Heft: 24

Artikel: Neue Erkenntnisse und Behandlungsmethoden beim Hochspannungsunfall

Autor: Fischer, H. / Fröhlicher, R.

DOI: https://doi.org/10.5169/seals-973168

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Mehr erfahren

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. En savoir plus

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. Find out more

Download PDF: 17.07.2025

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, https://www.e-periodica.ch

Ausschüttung von Blei eine Gefahrensituation schaffen muss, die nicht bis in alle Einzelheiten überblickt werden und die früher oder später die Volksgesundheit nachteilig beeinflussen kann. Es ist, um einen Vergleich zu gebrauchen, als ob die Berechnungen von Ingenieuren die Tragfähigkeit einer Eisenbahnbrücke in Frage stellten, die Bahnverwaltung aber wie bisher die Brücke befahren liesse mit dem Hinweis, dass schon Hunderte von Zügen die Brücke ohne Unfall passiert und dass auch anderwärts ähnliche Konstruktionen nicht zu Katastrophen geführt hätten.

Nun, heute ist die Weiche gestellt, der Zug ist in Fahrt. Aber wir Aerzte, als die berufenen Hüter der Volksgesundheit, dürfen uns nicht einfach mit dieser Tatsache abfinden. Ständig gilt es, auf die geringsten Anzeichen einer sich manifestierenden Gefahr zu achten und sie nicht nur als unglückliche Einzelfälle zu werten, sondern sie zu deuten als Warnsignale einer überall drohenden Gefahr. Nur allzuleicht übersehen wir in unserem technischen Zeitalter den unvergleichlichen Wert des Menschen und sind bereit, um des technischen Fortschrittes willen allerlei unzulässige Konzessionen zuungunsten seiner Gesundheit und Erhaltung zu machen. Und doch, Motoren und Treibmittel können wir ändern, nicht aber die Natur des menschlichen Organismus. Zweifellos werden die Versuche um noch bessere Lösungen weitergehen. Aerzte und Sanitätsbehörden sollten nicht müde werden, als Ziel solcher Versuche weniger eine technische Leistungssteigerung als die völlige Unschädlichkeit für die menschliche Gesundheit zu verlangen und darauf zu bestehen, dass bei einer Unvereinbarkeit von maximaler technischer Leistung, optimaler Wirtschaftlichkeit und hygienischer Unschädlichkeit im Gegensatz zu der heutigen Lösung am letzteren Faktor keine Konzessionen mehr gemacht werden.

Aus «Gesundheit und Wohlfahrt».

Neue Erkenntnisse und Behandlungsmethoden beim Hochspannungsunfall

Von *H. Fischer*, Zürich, und *R. Fröhlicher*, Zollikon
(Aus dem Pharmakologischen Institut der Universität Zürich, Direktor: Prof. Dr. med. H. Fischer)

Beim Starkstromunfall mit technischer Hochspannung zeigen sich einige Zeit nach dem Unfall beim Verunfallten häufig bedrohliche Erscheinungen, die nicht durch die sichtbaren Verbrennungen zu erklären, sondern auf äusserlich kaum feststellbare Muskelzerstörungen zurückzuführen sind und innert weniger Tage durch innere Vergiftung zum Tode führen können. Als Ursache der inneren Vergiftung wurde die übermässige Abscheidung des Muskelfarbstoffs (Myoglobin) aus der geschädigten Muskulatur ins Blut erkannt, was nach kurzer Zeit zur Vergiftung und damit zum Aufhören der Nierentätigkeit führt.

Die Verfasser geben Behandlungsmethoden an, die geeignet sind, die nachteiligen Folgen des Hochspannungsunfalls zu verhüten, und schlagen ergänzende Vorschriften für die Rettungsmassnahmen bei Starkstromunfällen vor.

A. Erkenntnisse

Im Gegensatz zum Niederspannungsunfall, der in der Mehrzahl der Fälle unmittelbar zum Tode infolge Herzkammerflimmerns führt, treten beim Hochspannungsunfall ganz andere Momente in den Vordergrund. Ein Mensch wird meistens tot zu Boden sinken, wenn er im feuchten Keller mit einer mangelhaften elektrischen Schnurlampe hantiert und sich bei ungünstigen Widerstandsverhältnissen 220 V aussetzt; ein anderer kann einen Kontakt bei 45 000 V einige Tage überleben, dann aber sekundär, unter den klinischen Zeichen einer langsam zunehmenden, allgemeinen schweren Vergiftung zugrundegehen. Während also 220 V unter ungünstigen Widerstandsverhältnissen sofort töten, wird beim Hochspannungsunfall der Kontakt mit der Spannung primär meistens überlebt, und es kommt vielfach nach einigen Tagen zu einem Spättod. Während beim Niederspannungsunfall die Herzrhythmik im Sinne des Kammerflimmerns gestört wird und damit plötzlicher Tod durch innere Erstickung infolge Versagens des Herzens eintritt, stehen beim Hochspannungsunfall die grosse Energie und ihre Vernichtung im menschlichen Körper mit den dadurch bedingten Verbrennungen und Gewebezerstörungen im Vordergrund. Die Verbrennungen sind abhängig von der in den stromdurchflossenen Körperteilen entwickelten Wärmemenge. Diese Wärmemenge nimmt dabei nach einem physikalischen Grundgesetz mit dem Quadrat der Stromstärke zu und ist ferner um so grösser, je grösser der Widerstand der durchflossenen Körperteile sowie die Zeitdauer des Stromflusses ist. Verdoppelt sich also die Stromstärke, so entwickelt sich die vierfache Wärmemenge, beim dreifachen Strom die neunfache Wärmemenge. Diese Tatsache wirkt sich beim Hochspannungsunfall, wo Stromstärken von 10...30 A und mehr auftreten können, erheblich aus. Die gewaltigen Energien, die beim Unfall mit technischer Hochspannung auftreten, rufen neben mehr oder weniger ausgedehnten Verbrennungen durch Flammbogenwirkung oft tiefgreifende Muskelzerstörungen hervor, da ja gerade die Muskulatur durch ihre anatomischen, chemischen und physikalischen Eigenschaften zur bevorzugten Strombahn prädestiniert ist. Vielfach sind die äusseren Verbrennungen verhältnismässig klein. Die Helfer unterschätzen deshalb die Gefahr und nehmen an, dass der Verunfallte, der nach dem Unfall in vielen Fällen den Umständen entsprechend gut Auskunft geben kann und sich subjektiv wohl fühlt, in einigen Wochen wiederhergestellt sein werde. Nach einigen Tagen aber treten plötzlich bedrohliche Symptome auf. Der Verletzte löst immer weniger Wasser, bis die Nierenausscheidung überhaupt aufhört. Er wird bewusstlos und stirbt schliesslich unter den Zeichen einer schweren inneren Vergiftung. Die Sektion zeigt dann, dass unter den verhältnismässig wenig ausgedehnten Brandwunden, die an und für sich nie ausgereicht hätten, um eine tödliche Körpervergiftung hervorzurufen, die Muskulatur über weite Strecken zerstört ist und wie gekocht aussieht. Der Strom ist durch den für ihn günstigsten Leiter, nämlich durch die Muskulatur, geflossen, den Körper gewissermassen mantelförmig entsprechend den Hauptmuskelzügen durchströmend. Dabei entstehen an den Stellen von verhältnismässig kleinem Querschnitt, z. B. den Extremitäten, enorme Stromdichten und damit eine gewaltige örtliche Wärmeentwicklung unter Zerstörung der Muskulatur über oft grosse Strecken. Für das weitere Schicksal des Stromgeschädigten ist nun von entscheidender Bedeutung, dass aus den geschädigten Muskelelementen ein Stoff in die Blutbahn austritt, nämlich der Muskelfarbstoff Myoglobin, der, ähnlich dem roten Blutfarbstoff, dem Hæmoglobin, physiologischerweise der Sauerstoffversorgung des arbeitenden Muskels dient. Dieser Stoff stellt, wenn er in bestimmter Menge im Blute kreist, ein schweres Gift für die Nieren dar. Wird ein gewisser Schwellenwert überschritten, so tritt sowohl eine Schädigung der Niere mechanischer Art, im Sinne einer Verstopfung der Nierenkanälchen durch koaguliertes Myoglobin, bzw. Myohämatin ein, als auch eine solche chemisch-toxischer Natur durch Quellung und Zerstörung des aktiven Nierenparenchyms. Diese schwere Nierenschädigung führt ihrerseits zu einer Vergiftung des Körpers, da die natürliche Ausscheidung der harnpflichtigen Stoffe nicht mehr möglich ist. Die Folge davon ist der tödliche Ausgang in der Zeit einiger weniger Tage unter dem klinischen Bilde der schweren Nieren- und Allgemeinvergiftung.

Aus dieser neuen Erkenntnis der Myoglobinvergiftung und des dadurch bedingten Spättodes beim Hochspannungsunfall ergeben sich für die Rettung der Verunfallten folgende Möglichkeiten.

B. Behandlungsmethoden

1. Da die allgemeine Körpervergiftung hauptsächlich durch das Myoglobin, das aus der vom Strom geschädigten Muskulatur in die Blutbahn austritt, zustande kommt, liessen sich mit einer raschen, energischen chirurgischen Intervention die hauptsächlich geschädigten Muskelgebiete entfernen und eine tödliche Vergiftung durch Ausschaltung der gefährlichsten Myoglobinquellen verhüten, was praktisch in den meisten Fällen einer Frühamputation der verletzten Extremitäten gleichkommen würde. Da es aber oft ausserordentlich schwierig ist, rasch und eindeutig festzustellen, welche in der Strombahn gelegenen Muskelelemente und in welchem Umfange sie zerstört sind, kann ein grosser chirurgischer Eingriff (Amputation eines Beines, Armes usw.) nur dann verantwortet werden, wenn z. B. eine Extremität so weit zerstört ist, dass sie als unrettbar verloren gelten muss. Ein aktives, radikales chirurgisches Vorgehen kommt deshalb praktisch nur in den allerschwersten — glücklicherweise seltenen — Fällen ausgedehntester Gewebezerstörung durch den elektrischen Strom in Frage.

2. Man versucht durch ausgiebigen Aderlass und Wiederauffüllung des Blutgefäßsystems die Konzentration des in der zerstörten Muskulatur entstehenden und in den Blutkreislauf übertretenden Myoglobins so niedrig zu halten, dass sie den Schwellenwert, der für die Schädigung der Niere massgebend ist, nicht erreicht. Man muss also danach trachten, den Spiegel des Giftstoffes, der im Blut ansteigt, möglichst niedrig zu halten, das heisst, man muss alle Mittel anwenden, damit der Giftstoff die für die Niere schädliche und gefährliche Konzentration nicht erreicht. Dies bedeutet sofortige und reichliche Flüssigkeitszufuhr: a) durch Trinken, b) durch Einlauf, c) durch Injektionen und Infusionen. Durch wiederholte Aderlässe und Wiederauffüllung des Blutgefäßsystems mit Plasma oder einer blutähnlichen Flüssigkeit kann eine weitere Verdünnung des im Blute kreisenden Giftstoffes erreicht werden.

3. Ein weiteres, für die Rettung des Verunfallten entscheidendes Moment kommt hinzu: das saure Myoglobin ist für die Niere viel gefährlicher als die alkalische Form. Da der Harn durch Myoglobin und andere Stoffe beim elektrisch Verunfallten stark sauer ausgeschieden wird, müssen wir für ausgiebige Alkalisierung der Gewebe sorgen, möglichst bevor das Myoglobin aus der Blutbahn in die Niere gelangt. Wenn wir in nützlicher Frist erreichen, dass alkalischer Urin aus-

Spendet für die Sammlung Allerheiligenberg

Solothurnische Tuberkuloseheilstätte
Postcheckkonto
Vb 1418 Olten

geschieden wird, haben wir zur Lebensrettung des Verunfallten ganz wesentlich beigetragen. Dies lässt sich auf einfachste Weise dadurch erreichen, dass wir alkalische Flüssigkeiten (Natriumbikarbonat = doppeltkohlensaures Natron) in reichlicher Menge zuführen.

Weitere Versuche der Aerztekommission des VSE. werden zu zeigen haben, in welchem Zeitpunkte nach dem Unfall die Myoglobinkonzentration des Blutes die für die Niere gefährliche Schwelle erreicht, und wie hoch der Schwellenwert überhaupt ist, um festzustellen, in welchem Zeitintervall die Rettungsmassnahmen (Flüssigkeitszufuhr, Aderlass, Alkalitherapie) die grössten Erfolgsaussichten für die Prophylaxe der Nierenschädigung und damit in vielen Fällen für die Rettung des Verunfallten bieten. Mit andern Worten: Es wird festzustellen sein, wie gross durchschnittlich das Zeitintervall angenommen werden kann, welches zur Verfügung steht, um der Myoglobinschädigung der Niere durch therapeutische Massnahmen zuvorzukommen.

Da es sich bei diesen Rettungsmassnahmen zum Teil um sehr einfache Vorkehren handelt, die der am Unfallort zuerst anwesende Laie selbst anwenden kann, ist sie als Soforthilfe von ausserordentlicher Wichtigkeit. Im folgenden wurden deshalb ergänzende Rettungsvorschriften ausgearbeitet, welche in geeigneter Form allen in Frage kommenden Instanzen mitzuteilen sind.

Da ferner bei den Hochspannungsunfällen unmittelbar nach dem Unfall äusserlich oft nicht mit Sicherheit festgestellt werden kann, ob eine leichte, nicht bedrohliche, oder eine schwere, die Niere und das Leben gefährdende elektrische Muskelschädigung eingetreten ist, sollen diese Massnahmen grundsätzlich bei allen Hochspannungsunfällen durchgeführt werden. Durch deren strenge Befolgung ist es möglich, die Selbstvergiftung zu verhindern oder wenigstens ihre schweren Folgen aufzuhalten und dadurch dem Verunfallten das Leben zu retten.

C. Ergänzungsvorschriften für die Rettungsmassnahmen bei Hochspannungsunfällen mit technischem Starkstrom für das technische Personal

Neben den bisherigen Vorschriften zur Rettung und ersten Hilfe bei Starkstromunfällen ist bei Hochspannungsunfällen auf Grund der besonderen Schädigungsmöglichkeiten des hochgespannten Starkstroms folgendes vorzukehren:

1. Man verabreiche dem Verunfallten, wenn er bei Bewusstsein ist, sofort, wenn er bewusstlos ist, sobald er aus der Bewusstlosigkeit oder Betäubung erwacht: 1 Teelöffel Natriumbikarbonat (doppeltkohlensaures Natron) in ⅓ Liter Wasser. Diese Verabreichung von Bikarbonat soll über 24 Stunden stündlich wiederholt werden, sofern der Arzt nicht etwas anderes vorschreibt. Ausserdem soll der Verunfallte angehalten werden, viel Wasser mit etwas Kochsalz (1 Esslöffel auf 1 Liter Wasser) oder Traubenzucker (3 Esslöffel auf 1 Liter Wasser), auch Tee, Fruchtsäfte und alkalische Wasser (Vichy) zu trinken. Diese ausgiebige Flüssigkeitszufuhr ist während 5...6 Tagen durchzuführen, während die Verabreichung von doppeltkohlensaurem Natron auf die ersten 24...36 Stunden beschränkt bleibt.

2. Der Urin des Verunfallten, besonders der zuerst gelöste Urin, soll aufbewahrt und entweder dem Arzt zur Verfügung gestellt oder an das Pharmakologische Institut der Universität Zürich, Gloriastr. 32, Zürich 44, durch Express eingesandt werden. Auch weitere Urinproben sind sorgfältig zu sammeln, da sich daraus wertvolle Anhaltspunkte zur Beurteilung des Ausmasses der Schädigung ergeben. Das genannte Institut steht zu weiterer Information jederzeit zur Verfügung (Tel. 051/32 28 03 und 051/24 87 27).

Adressen der Autoren:

Prof. Dr. med. H. Fischer, Direktor des Pharmakologischen Institutes der Universität Zürich, Gloriastrasse 35, Zürich 44.

Dr. med. R. Fröhlicher, Forschungsarzt der Aerztekommission des VSE., Rietstrasse 37, Zollikon (Zch.).

Nachwort

Von *F. Ringwald*, Präsident der Aerztekommission des VSE., zum Studium der Starkstromunfälle

Nach jahrelangen Bemühungen der Kommission ist es nun gelungen, etwas Positives bei jenen Starkstromunfällen zu erreichen, nach welchen der Verunfallte zunächst wohl mit dem Leben davon kam, später aber oft den sich nachträglich einstellenden Komplikationen erlag. Es besteht jetzt begründete Aussicht, solche Opfer eines Unfalles retten und ihren Leiden entreissen zu können. In mehreren praktischen Fällen konnten die im Aufsatz dargelegten Erkenntnisse zur Abhilfe erprobt werden, wodurch die Verunfallten gerettet wurden. Die Arbeiten der Kommission haben ferner ergeben, dass die Wissenschaft nun nahe daran ist, Mittel zur Verfügung zu stellen, welche, rechtzeitig angewandt, beim Scheintod (Herzkammerflimmern) zur Rettung des Opfers führen können.

Die Forschungsarbeiten der Kommission dürfen daher als recht erfreulich bewertet werden.

Aus dem Bulletin des Schweiz. Elektrotechnischen Vereins, Jahrgang 1947, Nr. 16.

Offizielle Mitteilungen
Communications officielles

Auszug aus den Verhandlungen des Zentralvorstandes.
Sitzung vom 4. Juni 1948.

a) *Mutationen.* Seit der letzten Sitzung konnte als neue Sektion Ulrichen/Wallis aufgenommen werden.

Die Sektion L'Isle hat sich aufgelöst und musste aus unserem Verzeichnis gestrichen werden. Der Samariterverein Schocherswil-Mühlebach hat sich mit der Sektion Amriswil vereinigt.

b) *Zeitschrift «Das Rote Kreuz».* Mit dem Kantonalverband der Neuenburgischen Samaritervereine wurde vereinbart, dass das von diesem herausgegebene «Journal des Samaritains» künftig auch das Organ des Schweizerischen Samariterbundes für seine Sektionen der welschen und italienischen Schweiz sein wird. Im Einvernehmen mit dem Zentralkomitee des SRK. wird nach reiflicher Ueberlegung beschlossen, dass die bisher gemeinsam herausgegebene Wochenzeitung «Das Rote Kreuz» fortan als Vereinsorgan des SSB. im gleichen Umfang wie bis anhin, jedoch ausschliesslich in deutscher Sprache unter dem Namen «Der Samariter» herauskommen soll. Diese Neuerungen treten auf 1. Juli 1948 in Kraft.

c) *Revision der Zentralstatuten des SSB.* Nach nochmaliger eingehender Beratung wird die Vorlage nach einigen redaktionellen Aenderungen gutgeheissen und der Abgeordnetenversammlung zur Genehmigung empfohlen.