

Ein weiterer Fall von tödlicher Starkstromverletzung des Schädels¹⁾.

Von

Prof. Dr. Fr. Reuter.

Mit 3 Textabbildungen.

M. H.! Im Jahre 1911 hatte ich²⁾ Gelegenheit, einen eigentümlichen Fall von Schädelverletzung durch Starkstrom zu beobachten, bei welchem neben einem großen Knochendefekt in der rechten Schläfen-Scheitelgegend des Verunglückten auch zahlreiche eigentümliche perlenartige, aus phosphorsaurem Calcium bestehende Gebilde teils im Falz des Defektes, teils neben der Leiche vorgefunden wurden. Wie ich damals näher auseinandersetzte, handelte es sich in diesem Falle um Überspringen einer elektrischen Funkengarbe von einem Drehstromkabel mit 5000 Volt Spannung auf den Kopf des Verletzten, wobei es infolge der enormen Hitzeentwicklung (2500—3000°) zum momentanen Durchbrennen des Schädels kam. Der Zufall wollte es nun, daß ich knapp vor meiner Abreise nach Erlangen noch einen zweiten solchen Fall beobachten konnte, der analoge, aber noch in einem früheren Stadium befindliche Knochenveränderungen aufwies. Wenn ich mir für kurze Zeit Ihre Aufmerksamkeit für die Demonstration dieses Falles erbitte, so geschieht dies vor allem deshalb, weil ich glaube, daß dieser zweite Fall meiner Beobachtung geeignet ist, einiges Licht in die Deutung des Zustandekommens der „Knochenperlen“ aus phosphorsaurem Calcium zu werfen.

Mein zweiter Fall ereignete sich im Walzwerk der Südbahn bei Graz, dessen elektrische Kraftquelle von einer mehrere Stationen oberhalb liegenden Zentrale bezogen wird. In diesem Walzwerk befand sich ein Transformator, in welchen drei blanke Drehstromkabel von 5000 Volt Spannung hineingingen. Am 26. VII. dieses Jahres betrat die Waschfrau T. M. trotz Verbotes den durch ein Schutzgitter gegen die Umgebung abgegrenzten Transformatorraum, um auch diesen zu reinigen. Kurze Zeit nachher beobachtete die Zentrale eine Mehrbelastung von 80 Kilowatt

¹⁾ Vorgetragen auf der Tagung der Deutschen Ges. f. gerichtl. u. soz. Medizin in Erlangen, September 1921.

²⁾ Vierteljahrsschr. f. ger. Med. 3. Folge, 52, 2. H.

und fragte telephonisch beim Walzwerk an, was geschehen sei. In diesem selbst war ein Kurzschluß eingetreten, die automatischen Ausschalter fielen ab. Als man der Ursache des Kurzschlusses nachging, fand man die Leiche der erwähnten Waschfrau in der Nähe des Transformators in folgender Situation vor: Zum besseren Verständnis bitte ich Sie nun die Unfallskizze (1) näher zu betrachten (Demonstration). Die Leiche lag, wie Sie sehen, innerhalb des von einem Schutzgitter umschlossenen Transformatorraumes, dessen Metallbestandteile und Boden gut geerdet waren. Der Kopf lag nahe dem unteren Ende des am tiefsten herabreichenden blanken Drehstromkabels, während die Füße über den seitlichen Rand des Transformators hinausragten. Die Leiche selbst befand sich teils in rechter

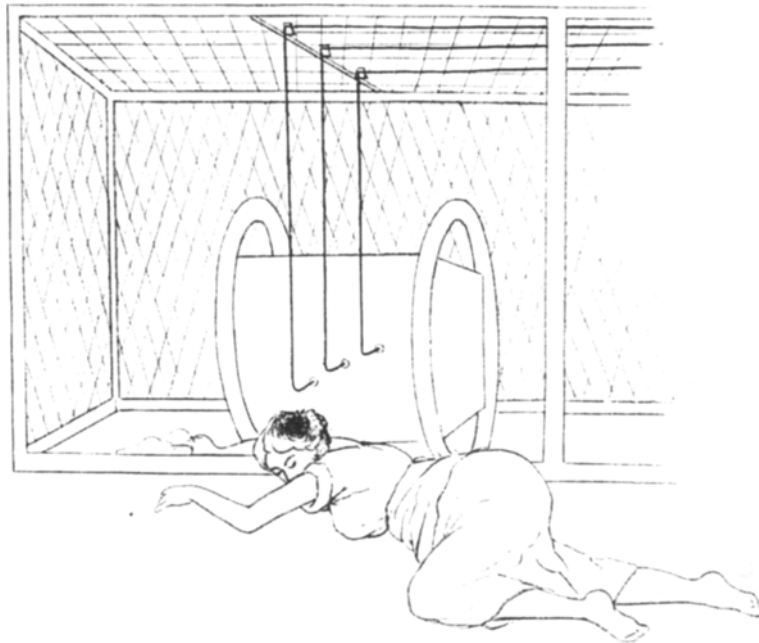


Abb. 1.

Seiten-, teils in Bauchlage mit elevierten, nicht ganz gestreckten Armen. Der Kopf lag mit der rechten Gesichtssseite dem Boden auf und berührte eine blanken Metallkante des Schutzgitters. Der Rumpf, also Brust und Bauch, lagen teils mehr mit der rechten Seite, teils mit dem Bauche dem Boden auf. Das linke Bein war in Hüft- und Kniegelenk leicht gebeugt, also an den Körper herangezogen, das rechte gestreckt, mit der Vorderseite dem Erdboden aufliegend. Die Untersuchung der Leiche, deren Obduktion ich am 27. VII. vornahm, ergab im wesentlichen folgendes:

Zunächst zeigten die Kleider entsprechend der rechten Schulter und der Außenseite des rechten Oberarmes, weiter an der linken Brustseite, an der linken Schulter und Außenseite des linken Oberarmes Verbrennungen, die Sie auf Skizze 2 (Demonstration) deutlich erkennen können. Während die rechte Gesichtshälfte infolge Hypostase livid verfärbt war, fanden sich an analoger Stelle linkerseits postmortale Verbrennungen, die sich über die linke Schulter, den linken Oberarm

und Ellenbogen bis zur Streckfläche des linken Vorderarmes verfolgen ließen. Ähnliche Verbrennungen waren an der rechten Schulter vorhanden und reichten herab bis zur Mitte des rechten Oberarmes. An der rechten Schläfe fand sich eine senkrecht herabziehende 8 cm lange, bis auf 3 cm klaffende schlitzförmige Wunde mit geschwärzten, verkohlten, dabei aber ziemlich scharfen Rändern vor. Der auffallendste Befund, über den ich nun etwas ausführlicher berichten will, war in der linken Schläfenscheitelgegend zu sehen. Die Skizze 3 (Demonstration) soll Ihnen die vorgefundenen Veränderungen veranschaulichen. Sie sehen zunächst in der linken Schläfe-Scheitelgegend einen annähernd quadratischen Substanzverlust, dessen Seitenlänge 9 cm beträgt und im Bereiche dessen die Haut vollständig fehlt. In der Umgebung dieses Defektes, teilweise auch entfernt von diesem, waren die braunen Kopfhaare deutlich versengt. Die Ränder des Defektes waren zackig, gewulstet und deutlich



Abb. 2.

verkohlt. Im Grunde desselben lag der Knochen bloß, der in seinem Zentrum einen 4 cm im Durchmesser haltenden unregelmäßigen Substanzverlust aufwies. Der Knochen hatte innerhalb des Hautdefektes teils eine gelblichgraue bis gelbbraune Farbe, teils war er verkohlt, teils endlich zeigte er eine deutliche Calcination. Die nähere Besichtigung der calcinierten weißlichen Stellen ergab nun, daß die Struktur des Knochens nicht an allen Stellen deutlich zu erkennen war, wie wir dies sonst bei Calcination sehen. Der Knochen war vielmehr an verschiedenen Stellen in eine porzellanartige weißliche aus unregelmäßigen blasigen Gebilden sich zusammensetzende Masse umgewandelt. Diese Blasen hatten teils die Form kleinerer Hohlkugeln, teils zeigten sie eine unregelmäßig buchtige Form. An einzelnen Stellen konnte man deutlich einen innigen Zusammenhang dieser blasigen Gebilde mit der Diploë des Schädelsknochens konstatieren, derart, daß sich die Zellen der Spongiosa teilweise in die Hohlräume der starren weißlichen Blasen fortsetzten. Der in dieser Art veränderte Knochen war so brüchig, daß beim Aufsägen des

Schädels und beim Herausnehmen des Gehirnes die ganze im Bilde weiß gezeichnete Stelle einbrach und in zahlreiche kleine Stückchen zerfiel, welche Stückchen eine große Ähnlichkeit mit jenen perlenartigen Gebilden hatten, die in meinem ersten Falle neben der Leiche und im Falz des Defektes vorgefunden wurden. Damit Sie einen Begriff haben, welche Form diese Knochenperlen in meinem ersten Falle hatten, will ich Ihnen eine Abbildung von diesen Gebilden reproduzieren (Demonstration). Um eine Betrachtung des Knochendefektes von innen zu ermöglichen, ging ich in ähnlicher Weise wie in meinem ersten Falle vor. Ich eröffnete zunächst nur die rechte Schädelhälfte durch einen von der Stirne zum Hinterhaupt reichenden horizontalen Sägeschnitt, dem ein zweiter entlang der Pfeilnaht verlaufender Schnitt aufgesetzt wurde. Nun entfernte ich das Gehirn hemisphärenweise, wodurch man von rechts her einen guten Einblick in die linke Hälfte der Schädelhöhle gewinnen konnte. Es ergab sich nun, daß die Dura linker-



Abb. 3.

seits von der Innenfläche des Schädelknochens im Umkreis des bereits erwähnten Defektes in Form eines 2—3 cm breiten bandartigen Ringes abgelöst war. Der Raum zwischen Dura und Knochen war von Hirnbrei, verkohlten Knochenpartien und verkohltem Blute nicht ganz ausgefüllt. Die Dura selbst zeigte, entsprechend dem zentralen Knochendefekt einen über den Rand des letzteren hinausgehenden, also größeren, zackigen, 6 cm im Durchmesser haltenden Defekt, an dessen hinterer Umrandung sich in der Substanz des Duragewebes drei größere, wie mit einem Locheisen ausgeschlagene Löcher vorfanden, die also eine ganz ähnliche Anordnung zeigten, wie die zahlreichen Durchlöcherungen in meinem ersten Fall. Das Gehirn zeigte im Bereiche der hinteren äußeren Partien der linken Hemisphäre entsprechend dem Gyrus angularis und supra-marginalis eine $5\frac{1}{2}$ cm im Durchmesser haltende, bis 2 cm in die Tiefe reichende Nekrotisierung der Hirnsubstanz, im Bereiche deren die letztere oberflächlich

schwarz aussah, während sie in der Tiefe eine harte, brüchige, wie gekochte Beschaffenheit aufwies. Der Subarachnoidalraum zeigte in der Gegend der linken vorderen Zentralwindung eine kleine Suffusion.

Unter der bereits erwähnten Platzwunde an der rechten Schläfe fand sich weder eine in die Tiefe reichende Knochenveränderung, noch eine Ablösung der Dura, noch eine Veränderung der Hirnhäute oder des Gehirnes vor. In der Mitte des Rückens der Leiche, etwas links von der Mittellinie beginnend, war eine 7 cm lange, scharfrandige, bis 1 cm in die Tiefe dringende spezifisch elektrische Nekrose zu sehen, in deren Verlängerung sich noch 2 bis 1½ cm lange rinnenförmige Nekrosen vorfanden. Der übrige Obduktionsbefund war in bezug auf elektrische Veränderungen vollkommen negativ. Er ergab aber ein mäßiges Fettherz, eine diffuse Sklerose der kleinen Nierenarterien, endlich eine chronische Drüsen- und Peritonealtuberkulose.

Überblickt man den Obduktionsbefund, soweit er durch den elektrischen Strom bedingt war, so handelt es sich wohl um eine momentan tödlich wirkende Starkstromverletzung des Schädels, wobei der Strom in der linken Schläfenscheitelgegend eintrat und am Rücken den Körper verließ. Die Verbrennungen an beiden Schultern und Oberarmen sind gewiß erst nach dem Tode entstanden. Was die Wunde in der rechten Schläfe anlangt, so läßt sich meines Erachtens nicht entscheiden, ob hier eine gewöhnliche Platzwunde durch postmortale Verbrennung vorliegt, oder ob auch an dieser Stelle eine Stromschleife aus dem Körper austrat. Da diese Wunde für die Deutung unseres Falles von untergeordneter Bedeutung ist, so können wir sie vernachlässigen. Unsere Aufmerksamkeit wird vielmehr in erster Linie durch den großen Defekt in der linken Schläfen-Scheitelgegend in Anspruch genommen. Vergleicht man die anatomischen Veränderungen an diesem Defekte in diesem meinem zweiten Falle mit jenen meines ersten, so ergibt sich in vielen Punkten eine weitgehende Übereinstimmung. Das totale Fehlen der Haut an dieser Stelle, der zentrale Knochendefekt, die mehrfache Durchlöcherung der Dura, die brüchige, wie gekochte Beschaffenheit der Hirnsubstanz unter dieser sind beiden Fällen gemeinsam. Während aber in meinem ersten Falle der Knochen in viel größerem Umfange fehlte, und die aus phosphorsaurem Calcium bestehenden perlenartigen Gebilde hauptsächlich neben der Leiche und nur teilweise im Falz der Wunde vorgefunden wurden, sehen wir im zweiten Falle eine ganz ähnliche Knochenveränderung noch im Zusammenhange mit den übrigen verkohlten Knochen, so daß durch diesen zweiten Fall der einwandfreie Beweis erbracht ist, daß die blasigen Gebilde tatsächlich vom Knochen herrühren. Dies ist auch der wesentliche Grund, warum ich mir erlaube, den Fall in der heutigen Tagung zu referieren. Auch in diesem meinem zweiten Fall ist offenbar die große Schädelverletzung, ebenso wie im ersten, nicht durch direkten Kontakt mit dem Kabel, sondern durch

Überspringen eines elektrischen Lichtbogens zustande gekommen, wofür meines Erachtens in erster Linie die mehrfache Durchlöcherung der Dura, die beide Fälle aufwiesen, spricht. Was nun die Knochenveränderung selbst anlangt, so sprach ich gelegentlich der Publikation des ersten Falles die Ansicht aus, daß bei diesem die isoliert vorgefundenen Knochenperlen durch Vergasung von phosphorsaurem Calcium entstanden seien, welche Ansicht ich auf Grund der Beobachtung in meinem zweiten Falle und einer daran anschließenden Besprechung mit Kollegen Professor Pregl etwas modifizieren muß. Kollege Pregl machte mich nämlich darauf aufmerksam, daß eine „Vergasung“, oder wie man besser sagen sollte, „Verdampfung“ von phosphorsaurem Calcium seines Wissens nicht vorkomme und daß er daher glaube, daß die Knochenveränderungen in erster Linie durch Schmelzung dieser Metallverbindung entstanden seien, was bei der hohen Temperatur von 2500–3000°, die ein solcher elektrischer Lichtbogen erzeugt, ohne weiteres verständlich ist. Er glaube aber, daß durch besonders rasche Verdampfung der in den spongiösen Teilen des Knochens enthaltenen Flüssigkeit (Blut) die geschmolzenen Knochenpartien ausgedehnt, bzw. gesprengt würden, wodurch die erwähnten blasenartigen Gebilde entstünden. Diese Ansicht von Pregl fand nun in der anatomischen Untersuchung der bei der Entfernung des Gehirns aus der Knochenwunde herausfallenden calcinierten Knochenpartikelchen insofern eine wesentliche Stütze, als sich nachweisen ließ, daß ein inniger Zusammenhang, bzw. ein fließender Übergang von der einfach calcinierten Diploë in die blasig veränderte Knochensubstanz besteht. Die gegebene Erklärung steht auch mit der Tatsache im Einklang, daß es, soviel mir bekannt ist, bisher noch nicht gelang, auf experimentellem Wege an ausgebluteten Schädelknochen derartige Knochenperlen zu erzeugen.

In der mir zugänglichen Literatur konnte ich außer meiner ersten Beobachtung und vier in dieser Publikation erwähnten Fällen keinen weiteren vorfinden. Weder in der Arbeit von Jäger¹⁾ noch in der von Fürth²⁾ aus letzter Zeit sind ähnliche Fälle verzeichnet. Es nimmt dies einigermäßen Wunder, da doch während des Weltkrieges elektrische Drahthindernisse vielfach Anwendung fanden und es daher naheliegend ist, anzunehmen, daß ähnliche Verletzungen schon öfters zustande kamen. Die erwähnte Lücke in der Literatur rechtfertigt daher wohl auch die ausführliche Mitteilung des Falles.

¹⁾ Dtsch. Zeitschr. f. Chirurg. 159, Heft 1–6, S. 33.

²⁾ Münch. med. Wochenschr. 1917, Nr. 28, S. 926.