



CME

Zertifizierte Fortbildung

Blitzunfall

Teil 2: Pathophysiologische und diagnostische Aspekte bei tödlichen Ereignissen

F. Zack · A. Büttner

Institut für Rechtsmedizin, Universitätsmedizin Rostock, Rostock, Deutschland

Online teilnehmen unter:
www.springermedizin.de/cme

Für diese Fortbildungseinheit
werden 3 Punkte vergeben.

Kontakt

Springer Medizin Kundenservice
Tel. 0800 77 80 777
(kostenfrei in Deutschland)
E-Mail:
kundenservice@springermedizin.de

Informationen

zur Teilnahme und Zertifizierung finden
Sie im CME-Fragebogen am Ende des
Beitrags.

Zusammenfassung

Blitzunfälle mit Beteiligung von Personen sind seltene Ereignisse, bei denen ein Mensch durch elektrische, thermische und/oder mechanische Energie verletzt oder getötet werden kann. Dabei kann die Energie durch verschiedene Übertragungsmechanismen zum Menschen gelangen und verschiedene Gesundheitsschäden verursachen. Im zweiten Teil des CME-Beitrages werden die Pathophysiologie des Todes durch Blitzschlag sowie charakteristische Befunde bei der ärztlichen Leichenschau und bei der Obduktion, die zur richtigen Diagnose führen, vorgestellt. Weiterhin beinhaltet der Beitrag eine Empfehlung für eine technische Unterstützung bei der Rekonstruktion von unklaren Fällen.

Schlüsselwörter

Ärztliche Leichenschau · Obduktion · Todesursache · Diagnose · Rekonstruktion

Lernziele

Nach der Lektüre dieses Beitrages ...

- sind Ihnen mögliche Pathomechanismen beim akuten oder protrahierten Todeseintritt bekannt,
- sind Sie in der Lage, die Todesursache bei Vorhandensein von charakteristischen Befunden im Rahmen einer ärztlichen Leichenschau festzustellen,
- können Sie mit typischen Obduktionsbefunden die Leichenschaudiagnose bestätigen,
- ist Ihnen klar, warum Todesfälle durch einen Blitzunfall verkannt werden können,
- kennen Sie eine technische Möglichkeit, die Diagnose bei nicht zweifelsfreier/m Auffindungssituation/Obduktionsergebnis abzusichern.

Hintergrund

Ein **Blitzschlag** kann die Gesundheit eines Menschen schädigen oder ihn töten. Die außergewöhnliche Gefahr, die von Gewittern ausgeht, beruht darauf, dass Blitze durch ubiquitäre meteorologische Vorgänge entstehen, die alle Individuen zu potenziellen Opfern machen.

In den letzten Jahren ist ein deutlicher Rückgang an Blitzen mit Todesfolge in Deutschland zu verzeichnen gewesen. Während in den 50er-Jahren des letzten Jahrhunderts noch 40 bis 100 Menschen/Jahr durch Blitzschlag in Deutschland verstarben, sind in den Jahren nach 2000 nur noch 0 bis 10 Todesfälle/Jahr festgestellt worden [1, 2].

Die Seltenheit des Auftretens, die Möglichkeit von Unfällen mit diskreten charakteristischen Leichenschaubefunden und mangelnde Kenntnisse bzw. Sorgfalt des Untersuchers begünstigen das Verkennen von letalen Blitzenfällen [3, 4, 5, 6].

Über die Zahl der Patienten, die in Deutschland einen Blitzenfall überlebten, gibt es keine statistischen Angaben. In zahlreichen anderen Ländern ist die Situation ähnlich [7].

Die verschiedenen pathophysiologischen Abläufe bei akuten und protrahierten letalen Unfällen sowie die für eine richtige Diagnosestellung bekannten und in den meisten Fällen makroskopisch nachweisbaren charakteristischen Befunde bei der Leichenschau und Obduktion werden nachfolgend vorgestellt. Dabei wird aufgrund der deutlichen Abnahme der tödlichen Unfälle in den letzten Jahrzehnten nicht nur auf aktuelle Fachliteratur zurückgegriffen.

► Merke

Von Leichenschauärzten wurden bereits letale Unfälle verkannt.

Pathophysiologie der Todesursache durch Blitzschlag

Die pathophysiologischen Abläufe beim Tod durch Blitzschlag sind bisher nicht zweifelsfrei geklärt. In der Fachliteratur werden sowohl eine **zentrale Atemlähmung** als auch ein **Herzkammerflimmern** bzw. eine **Asystolie** als häufige Ursache des Todes durch Blitzschlag am Unfallort genannt [5, 8, 9, 10, 11, 12, 13].



Abb. 1 ◀ Frischer, relativ geradliniger Rindendefekt einer Pappel im Rahmen eines letalen Unfalls neben einem Sportplatz [22]

Abstract

Lightning accident. Part 2: Pathophysiological and diagnostic aspects of fatal incidents

Lightning accidents involving humans are rare incidents in which a person can be injured or killed by electrical, thermal and/or mechanical energy. The energy can be transmitted to humans through various mechanisms and cause various damages to health. In the second part of the CME article, the pathophysiology of death due to lightning strikes and characteristic findings during the external examination of the corpse and during the autopsy, which lead to the correct diagnosis are presented. The article also includes a recommendation for technical support in the reconstruction of unclear cases.

Keywords

External examination of corpses · Autopsy · Cause of death · Diagnosis · Reconstruction

Bei einer Latenz zwischen dem Blitzenfall und dem Todeseintritt kommen mehrere **verschiedene Pathomechanismen**, die zum letalen Ausgang führen, in Betracht. So finden sich im Schrifttum die Diagnosen akuter Myokardinfarkt, hypoxische Hirnschädigung, Verbrennungskrankheit, Rhabdomyolyse, Pneumonie, Multiorganversagen, septischer Schock, akutes Nierenversagen oder andere schwere Traumafolgen [2, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22]. Dabei ist die Überlebenszeit sehr unterschiedlich, in der Regel von wenigen Stunden bis zu 4 Monaten [2, 9, 14, 18, 22, 23].

► Merke

Beim akuten Tod durch Blitzschlag verstirbt ein Mensch am ehesten durch Herzkammerflimmern, Asystolie oder zentrale Atemlähmung. Ein Blitzenfall kann zu einem akuten Myokardinfarkt führen.

Diagnosestellung – charakteristische Befunde beim Tod durch Blitzschlag

Ärztliche Leichenschau

Umgebung des Unfallopfers

Wie auch bei anderen Todesursachen, sollte sich der Arzt beim Tod durch Blitzschlag vor der eigentlichen Leichenschau ein umfassendes Bild von der unmittelbaren Umgebung des **Auffindungsortes**



Abb. 2 ▲ Spiralartig um den Stamm einer Pinie verlaufender Rindendefekt nach einem länger zurückliegenden Blitzschlag



Abb. 3 ◀ Mechanische Zerstörungen im Innenbereich einer Holzhütte auf einem Golfplatz bei einem Blitzunfall mit 4 Todesopfern. (Mit freundl. Genehmigung von Herrn T. Raphael, Ausschuss für Blitzschutz und Blitzforschung des Verbandes der Elektrotechnik, Elektronik und Informationstechnik e. V., Frankfurt a. M.) [2]



Abb. 5 ▲ Zerrissene Jeanshose eines verstorbenen Blitzopfers. (Mit freundl. Genehmigung von Herrn PD Dr. med. T. Schwark, Département Médecine Légale, Dudelange, Luxemburg)



Abb. 6 ▲ Defekte und schwärzliche Verfärbungen eines Basecaps bei einem tödlich verunfallten Blitzopfer. (Mit freundl. Genehmigung von Herrn PD Dr. med. T. Schwark, Département Médecine Légale, Dudelange, Luxemburg)



Abb. 4 ▲ Blitzspur von einem Kirschbaum über die Grasnarbe zu den Opfern. (Mit freundl. Genehmigung von Herrn T. Raphael, Ausschuss für Blitzschutz und Blitzforschung des Verbandes der Elektrotechnik, Elektronik und Informationstechnik e. V., Frankfurt a. M.) [2]

machen. Dabei können bereits zahlreiche Befunde für die richtige Diagnose zielführend sein. In der Nähe der verstorbenen Person können z. B. Bäume charakteristische, relativ geradlinige oder spiralartig um den Stamm verlaufende Verbrennungen der Rinde, [22, 24], Hüttenkonstruktionen zersplitterte Holzbalken [2], Straßendecken oder Gehwegplatten frische kraterartige Defekte [25, 26] und Rasen bahnartige Verbrennungen [2] aufweisen (**Abb. 1, 2, 3 und 4**). Weiterhin sind charakteristische Lichtenberg-Figuren (s. unten) auch auf Golfgras oder Gehwegplatten beobachtet worden [27, 28, 29, 30, 31]. Ein oder mehrere in der Nähe aufgefundene leblose Säugetiere sind ebenfalls ein starkes Indiz für einen stattgehabten Blitzunfall [32].

► Merke

Tödliche Blitzunfälle weisen in der Regel charakteristische Befunde in der unmittelbaren Umgebung des Opfers auf.

Bekleidung des Opfers

Im nächsten Schritt sollten zwingend die Bekleidung des Opfers und, wenn vorhanden, getragener Schmuck oder/und andere Gegenstände gründlich inspiziert werden, da diese bei zahlrei-

chen ausgewerteten Unfällen ein breites Spektrum charakteristischer Beschädigungen aufwies. Dabei standen **Zerreißen**, gruppierte, bräunlich-schwärzliche **Verbrennungsspuren** und/oder **Schmelzeffekte** der getragenen Kleidung, punktförmige Perforationen, Zerreißen und/oder Schmelzeffekte der Schuhe und Niederschlag von Metallisation (Verdampfen von z. B. getragenen Ketten) im Vordergrund (**Abb. 5 und 6**). An Kunstfasertextilien wurden mikroskopisch kolbige Auftreibungen der Faserenden als Schmelzeffekte beobachtet [2, 5, 6, 12, 17, 26, 32, 33, 34, 35, 36, 37]. Weiterhin wurden bei Blitzunfällen eine Lichtenberg-Figur auf der Außenseite eines Halbschuhs aus Leder [38] sowie vorgewölbte Schmelzkugeln und miteinander verschweißte Glieder einer Halskette beobachtet [4].

► Merke

Durch die bei einem Blitzunfall häufig beteiligte mechanische und thermische Energie kommt es bei Opfern häufig zu Zerreißen und/oder Verbrennungen der Bekleidung.

Äußere Untersuchung der Leiche

Erst nach der Inspektion der Umgebung und Bekleidung folgt die eingehende Untersuchung der Leiche. Dabei können wiederum zahlreiche Befunde zur richtigen Diagnose führen.



Abb. 7 ▲ Lichtenberg-Figur an der Außenseite der linken Hüfte (Pfeil), die bei einer 2. Leichenschau 19 h nach dem Unfall nicht mehr nachweisbar war, zusätzlich versengte Haare am Oberschenkel. (Mit freundl. Genehmigung von Herrn KOK Kientopf, Kriminaldauerdienst der Polizeidirektion Schwerin) [24]



Abb. 9 ▲ Versengte Körperbehaarung am Rumpf (selbes Opfer wie bei Abb. 8) [24]



Abb. 8 ▲ Versengte Kopfhare als Blitzeintrittsort bei einem Tod durch einen direkten Treffer [24]



Abb. 10 ▲ Relativ geradlinige Verbrennung nach einem letalen Blitzunfall, weiterhin versengte Körperbehaarung. (Mit freundl. Genehmigung von Herrn PD Dr. med. T. Schwark, Département Médecine Légale, Dudelange, Luxembourg)

Blitzopfer weisen häufig **Lichtenberg-Figuren**, Versengungen der Körperhaare, unterschiedlich geformte Verbrennungen oder Metallisationseffekte auf (Abb. 7, 8, 9, 10, 11, 12 und 13; [2, 5, 24]). Der Blitz hinterlässt an der Körperoberfläche häufig eine diskontinuierliche, mehrfach unterbrochene „Blitzstraße“, bestehend aus Hautverbrennungen und versengten Haaren [12]. Bisher ist es in keinem Fall eines letalen Blitzunfalles zu einer vollständigen Körperzerstörung, wie in einer CME-zertifizierten Fortbildung der Zeitschrift *Notfall + Rettungsmedizin* behauptet wurde, gekommen [39].

► **Merke**

Bei der äußeren Inspektion der Leiche können verschiedene charakteristische Befunde zur richtigen Leichenschaudiagnose führen.

Lichtenberg-Figuren einschließlich Relevanz für rechtsmedizinische Praxis. Lichtenberg-Figuren sind baum-, farn-

kraut- oder sternförmige Muster, die als Resultat **elektrischer Hochspannungsentladungen** auf oder in isolierenden Materialien (Dielektrika) entstehen. Sie sind nach dem deutschen Physiker Georg Christoph Lichtenberg (1742–1799) benannt, der sie ursprünglich als zweidimensionale Muster in seinem Labor entdeckte, als sie sich im Staub auf der Oberfläche einer geladenen Isolierplatte bildeten. Lichtenberg-Figuren entstehen typischerweise durch die rasante elektrostatische Entladung bzw. Umverteilung von auf der Oberfläche von Isolierplatten befindlichen elektrischen Ladungen [40]. Demnach muss es für die Entstehung einer Lichtenberg-Figur folgende 3 Voraussetzungen geben:

1. eine große Ladungsdifferenz (Hochspannung z. B. bei Gewitterlagen zwischen Erde und Wolke),
2. eine Entladung (z. B. Blitz) und
3. einen feste Oberfläche (z. B. Haut).



Abb. 11 ▲ Punktförmige Verbrennungen oberhalb der rechten Gesäßhälfte. (Mit freundl. Genehmigung von Frau Dr. med. M. Todt, Institut für Rechtsmedizin, Medizinische Hochschule Hannover) [2]



Abb. 12 ◀ Kontaktverbrennung durch einen erhitzten Schlüsselbund bei einem letalen direkten Treffer. (Mit freundl. Genehmigung von Herrn PD Dr. T. Schwark, Département Médecine Légale, Dudelange, Luxembourg)

Lichtenberg-Figuren nach Blitzschlag sind ein physikalisches Phänomen und unabhängig von anatomischen Strukturen [41]. Nach einer langjährigen Diskussion, welcher Pathomechanismus den Lichtenberg-Figuren bei Blitzschlagopfern zugrunde liegt, wird heute davon ausgegangen, dass es sich bei den Lichtenberg-Figuren der Haut definitiv nicht um Verbrennungen oder Hämorrhagien handelt und nach dem Verschwinden des Erythems die Haut wieder unauffällig ist. Die Farbe der Lichtenberg-Figuren auf der Haut ist immer rötlich und am ehesten durch eine **vorübergehende Hyperämie** in den obersten Hautschichten zu erklären [12, 42, 43], wobei die Form unabhängig von anatomischen Strukturen, wie z. B. Blutgefäßverläufen, Nerven etc., ist [41].

► **Merke**

Eine Lichtenberg-Figur der Haut eines Blitzopfers ist am ehesten eine transiente Hyperämie.

Die Lichtenberg-Figuren bei Blitzopfern werden mitunter auch bezeichnet als Blitzfigur [5, 38], Lichtenberg-Blume [44], keraunografische Marke („keraunographic marking“) [20, 45, 46], „feathe-



Abb. 13 ▲ Metallniederschlag am Hals nach Verdampfen einer Schmuckkette bei einem letalen Blitzunfall. (Mit freundl. Genehmigung von Frau EK-HK'in Heini-Müller und Frau KOK'in Rischard von der Polizeidirektion Waldeck-Frankenberg) [2]

ring“ (Gefieder, Federkleid) [8, 13] oder „arborescent skin mark“ (baumartige Hautmarke) [47].

Lichtenberg-Figuren treten bei etwa 17–30% aller Blitzopfer auf [47, 48]. Diese **baumartigen Erytheme** auf der Haut des Menschen können sowohl beim Überlebenden als auch beim Getöteten vorkommen [28, 38, 43, 49, 50, 51]. Alle blitzbedingten Lichtenberg-Figuren der Haut sind unmittelbar nach dem Blitzschlag vorhanden, verblassen nach wenigen Stunden und sind in der Regel nach 24 h, spätestens aber nach 3 Tagen nicht mehr nachweisbar (Tab. 1). Deshalb sollten diese Marken aus Gründen der **Beweissicherung** immer umgehend fotografisch dokumentiert werden (Abb. 7). Nach dem Verschwinden der Figuren bleiben keine Residuen zurück [41, 49, 51, 52].

Weiterhin wurden arborisierende Gebilde nach Blitzschlag bisher auf Golfgras [27, 28, 29], Lederschuh [38], Wachsfigur [53] und Gehwegplatte [30] beobachtet. Auch deshalb sollte ein Leichenschauarzt bei einem Verdacht auf Tod durch Blitzschlag vor Ort immer auch die unmittelbare Umgebung der Leiche in Augenschein nehmen. Blitzbedingte Lichtenberg-Figuren können bei verschiedenen Energieübertragungsmechanismen vorkommen [51, 53]. Vor wenigen Jahren wurde der erste **Hochspannungsunfall**, der zu einer Lichtenberg-Figur auf der Haut eines überlebenden Opfers geführt hat, beschrieben [54]. Auch deshalb wird empfohlen, den Ausdruck Lichtenberg-Figur gegenüber Blitzfigur vorzuziehen. Kann bei der Untersuchung der Leiche ein Hochspannungsunfall durch künstliche Elektrizität ausgeschlossen werden, ist das Vorhandensein einer Lichtenberg-Figur auf der Haut eines Opfers pathognomonisch für einen Blitzunfall [8, 27, 42, 52, 55].

► **Merke**

- Lichtenberg-Figuren treten bei 17–30% der Blitzopfer auf.
- Lichtenberg-Figuren verschwinden in der Regel in den ersten 24 h nach dem Unfall.
- Lichtenberg-Figuren nach Blitzschlag können an verschiedenen Oberflächen entstehen.

Tab. 1 Zeitdauer vom Blitzunfall bis zum Beginn des Verblässens bzw. vollständigen Verschwinden einer Lichtenberg-Figur auf der Haut des Menschen [31]

Autoren	Zeitdauer bis zum Beginn des Verblässens	Zeitdauer bis zum vollständigen Verschwinden
Wetli [13]	n.a.	12 h
Lifschultz und Donoghue [50]	n.a.	12 h
Zack et al. [24]	n.a.	19 h
Tribble et al. [46]	4–6 h	n.a.
Resnik und Wetli [43]	17 h	24 h
Ten Duis et al. [45]	12 h	24–28 h
Domart [49]	n.a.	24–72 h
n.a. nicht angegeben		

Verbrennungen. Bei Blitzopfern, die eine schwere Schädigung erlitten hatten, wurden Verbrennungen relativ oft beobachtet. In einer Studie aus den USA wiesen 48 von 54 Personen (89%), die stationär behandelt wurden, zumeist multiple Verbrennungen auf [9].

Ein Blitzschlag kann **vielgestaltige Hautverbrennungen** verursachen. Am häufigsten beobachtet wurden [5, 38, 45, 56, 57, 58]:

1. Blitzein- und Blitzaustrittsmarken („entry/exit burns“),
2. relativ geradlinige Verbrennungen („linear burns“),
3. punktförmige, schrotschussartige oder blumenartige Verbrennungen („punctate burns“, „flower like burns“),
4. Kontaktverbrennungen („contact burns“),
5. flächenhafte oberflächliche Erytheme, zum Teil mit geringgradigen Blasenbildungen („flash burns“),
6. tiefe Verbrennungen („full-thickness burns“).

Dabei kann das Ausmaß der Verbrennungen an der Haut bis 29% der Körperoberfläche sein [59] und 1. bis 3 Grades betragen [12, 60, 61, 62, 63].

► Merke

Ein Großteil der stationär behandelten Blitzopfer weist Hautverbrennungen 1. bis 3. Grades auf.

Blitzeintrittsmarken werden, wenn vorhanden, häufig im Bereich des Kopfes und die **Austrittsmarken** an den Füßen beobachtet [5, 6, 8, 17, 18, 34, 64]. Dagegen werden relativ **geradlinige Verbrennungen** eher am Rumpf festgestellt [18, 26, 59, 65]. Die schrotschussartigen oder **blumenartigen Verbrennungen** haben Ähnlichkeit mit den Crocodile-skin-Befunden beim Hochspannungsunfall mit Einwirkung eines Störlichtbogens. Möglicherweise sind hier Verbrennungen durch umherfliegende heiße Flüssigkeiten am Blitzeinschlagsort die Ursache [57, 65, 66, 67]. **Kontaktverbrennungen** entstehen in der Regel durch mitgeführte Metallgegenstände. Die Lokalisation dieser Verbrennungen ist naturgemäß abhängig von der Position des Metalls am Körper zum Zeitpunkt des Blitzunfalls. In der Literatur finden sich dabei Verbrennungen durch Halskette, Gürtel-, Hosen- und Schuhschnallen, Reißverschluss, Korsettverstärkung, Verschluss eines Büstenhalters,

Tab. 2 Schmelz- und Verdampfungstemperaturen von ausgewählten Metallen

Metall	Schmelztemperatur	Verdampfungstemperatur
Silber	961 °C	2162 °C
Gold	1064 °C	2700 °C
Kupfer	1085 °C	2562 °C
Titan	1668 °C	3287 °C
Platin	1768 °C	3825 °C

Haarnadel, Stiefeleisen, Koppelschloss, Uhrarmband, Zigarettenetui und Schlüsselbund (Übersicht bei [4, 6], eigene Beobachtungen). Flächenhafte **oberflächliche Erytheme** werden bevorzugt am Rumpf beobachtet und heilen in der Regel folgenlos ab [34, 68]. Dagegen können **tiefe Verbrennungen** vom 2. bis 3. Schweregrad nahezu überall auftreten und müssen in der Regel chirurgisch behandelt werden [9, 63].

► Merke

Blitzbedingte Hautverbrennungen sind vielgestaltig.

Versengungen der Körperbehaarung. Versengte Körperhaare sind nahezu **pathognomonisch** für eine Blitzeinwirkung [55]. Dabei erscheinen die Haare zumeist schwärzlich und gekräuselt. Bei einem direkten Treffer finden sich mitunter versengte Kopfhare an der Eintrittsstelle [2, 18, 24]. Weiterhin sind die Körperhaare häufig diskontinuierlich an verschiedenen Körperregionen versengt, wobei der Rumpf mit Schambehaarung und die Beine bevorzugt betroffen sind [2, 5, 6, 17, 24, 37, 42, 55].

► Merke

Neben Lichtenberg-Figuren werden auch versengte Körperhaare als pathognomonisch für Blitzunfälle angesehen.

Metallisation. Die durch Blitzschlag verursachte Metallisation (Tab. 2) tritt in 3 Formen auf:

1. im Zusammenhang mit Kontaktverbrennungen an der Aufliedgestelle metallischer Gegenstände (Abb. 12; [5, 26, 35, 62]),
2. als flächenhafter Niederschlag in der Nähe von verdampftem Metall (Abb. 13; [2, 4]) und
3. als intrakutane, wie eine Tätowierung erscheinende Metalleinlagerung z. B. von getragenen Halsketten [62, 63, 69].

Magnetisierung

Eisenhaltige Objekte können nach einem Blitzschlag magnetisch sein [38, 50]. Wetli berichtet von einem Blitzunfall, bei dem der Metallverschluss des getragenen Büstenhalters des Opfers magnetisiert worden ist [13].

Obduktion

Makroskopisch

Die Diagnose eines tödlichen Blitzschlages wird in mehr als 90% der Fälle durch charakteristische **äußere Befunde** gestellt [13]. Weiterhin können im Rahmen einer Obduktion Befunde erhoben werden, die bei Fehlen von charakteristischen äußeren Befunden

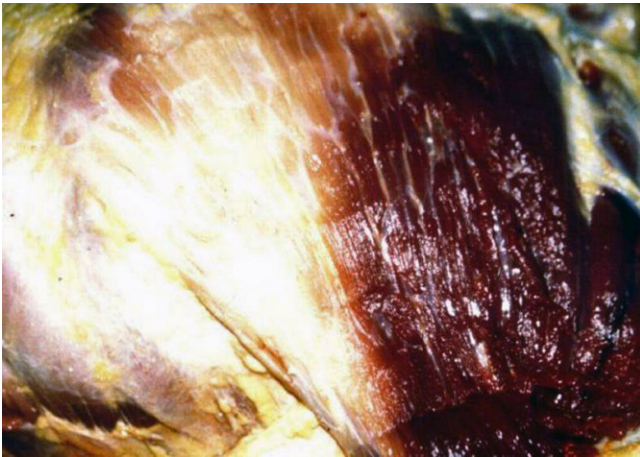


Abb. 14 ▲ Verkochung des M. pectoralis major sinister unter intakter Haut 5 Tage nach einem Blitzunfall durch Überschlagseffekt [22]

zur Diagnose führen oder bei Vorhandensein von äußeren Veränderungen die Leichenschaudiagnose bestätigen (**Abb. 14 und 15**). Dabei stehen pathologische Befunde des Herzens im Vordergrund. In zahlreichen Fällen zeigt das **Herz** frische infarkttypische Schädigungen ohne vorbestehende Koronarsklerose [18, 22, 37, 70, 71]. Die Ursache der akuten Myokardinfarkte nach einem Blitzschlag dürfte im häufig beobachteten Herzkammerflimmern liegen, bei dem das Myokard nicht mehr ausreichend mit sauerstoffreichem Blut versorgt wird. Weitere, eher seltene innere Befunde sind Verkochungen der Skelettmuskulatur [22], pulmonale Hämorrhagien [37], Blutungen der Darmwand [72], Hirnblutungen, Subduralhämatome, Subarachnoidalblutungen sowie Pankreas- oder Lebernekrosen [21].

► **Merke**

Nur in äußerst seltenen Fällen wird die Diagnose erst durch eine Obduktion gestellt.

Mikroskopisch

Histologische Befunde wurden insbesondere am **Myokard** beschrieben. Hierbei zeigten sich u.a. gut demarkierte Nekrosen mit teils lymphomonozytär, teils granulozytärer Infiltration [71], wellenförmige Anordnung der Myozyten [73], koagulationsnekrosen der Herzmuskelfasern [37, 74], streifenförmige Hämorrhagien, granulozytäre Abräumreaktion, Degeneration der Gewebsstrukturen mit Auflösungserscheinungen sowie Hyperkontraktionsbänder [18, 22].

An der **Haut** wurden verbrannte Hautpartien mit homogenisierten zellarmen Arealen an der Oberfläche sowie spärlich erhaltene Reste der Epidermis mit intensiver granulozytärer Infiltration beobachtet [12, 18, 70].

An der **Skelettmuskulatur** zeigten sich nach einem Unfall mit einem Überschlagseffekt areaktive Nekrosen des M. pectoralis (**Abb. 15**; [22]). Am Gehirn gab es ein breites, eher uncharakteristisches Spektrum an Befunden, bevorzugt Hämorrhagien unterschiedlicher Lokalisationen [20, 62].

An **Lungen** von Blitzopfern wurden Hämorrhagien, Ödem, Fragmentation und Nekrose von Lungenarealen sowie Zerreißen

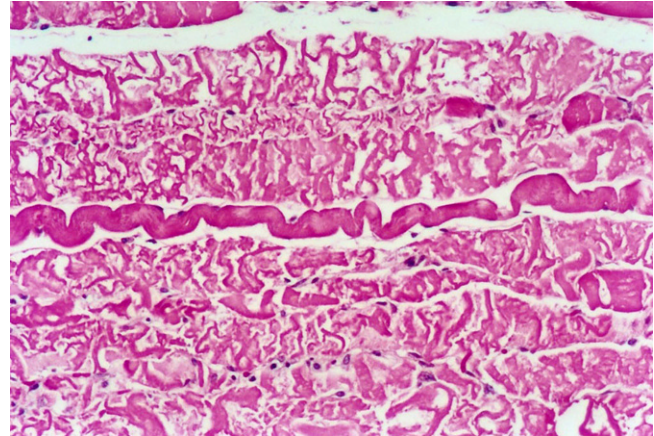


Abb. 15 ▲ Areaktive Nekrosen des M. pectoralis major sinister, selber Fall wie **Abb. 14** (Hämatoxylin-Eosin, Vergr. 112:1) [22]

von Alveolen festgestellt [37]. In der Leber wurden Vakuolenbildungen [37], am Pankreas Nekrosen und Hämorrhagien [75], an den Nieren Zerreißen von Nierentubuli und Hämorrhagien [37] und in der Milz ebenfalls Hämorrhagien [37] beobachtet. Während die areaktiven Nekrosen der Skelettmuskulatur durch die Einwirkung thermischer Energie verursacht worden sein dürften, sind die Hämorrhagien und Gewebsrupturen von parenchymatösen Organen eher durch das zeitgleiche Barotrauma zu erklären.

► **Merke**

Neben den klinischen Befunden können auch histologische Untersuchungen typische Befunde eines akuten Myokardinfarkts bzw. einer globalen myokardialen Ischämie zeigen.

Probleme bei der Diagnosestellung/technische Unterstützung

In der Vergangenheit ist es bereits wiederholt zu Blitzunfällen gekommen, die bei der ärztlichen Leichenschau verkannt worden sind [3, 4, 5, 6].

Die Ursachen dafür dürften multifaktoriell sein. Zum einen gibt es durch die verschiedenen Energieübertragungsmechanismen auch letale Blitzunfälle mit diskreten Befunden, die übersehen werden können [13, 76]. Zum anderen ist durch die Seltenheit der Fälle das **Wissen** um charakteristische Befunde relativ wenig verbreitet [6]. Aber auch eine **mangelnde Sorgfalt** bei der ärztlichen Leichenschau ist eine Ursache für die im Schrifttum berichteten Fehldiagnosen [3, 4, 5].

Bei Todesfällen mit fraglicher Blitzeinwirkung können sich die Untersucher seit vielen Jahren technischer Unterstützung bedienen. Um festzustellen, ob es am Auffindungsort des Verstorbenen in einem definierten Zeitraum zu einem oder mehreren Blitzschlägen gekommen ist, gibt es in zahlreichen Ländern der Erde **Informationsdienste** [2, 26, 77, 78]. Diese Dienste können Angaben zu dem genauen Zeitpunkt, den Koordinaten und zur gemessenen Stromstärke eines Wolke-Erde-Blitzes machen [2, 26].

Für die Bundesrepublik Deutschland ist das z. B. ein kommerzieller Blitzinformationsdienst, für die USA das U.S. National Lightning Detection Network Database (NLDN).

► Merke

Technische Informationsdienste können bei der Absicherung der Diagnose „Tod durch Blitzschlag“ hilfreich sein.

Fazit für die Praxis

- Als pathophysiologische Ursache beim akuten Tod durch Blitzschlag werden sowohl zentrale Atemlähmung als auch Kammerflimmern oder Asystolie in der Fachliteratur angenommen.
- Als pathophysiologische Ursachen beim protrahierten Todeseintritt kommen mehrere verschiedene Pathomechanismen in Betracht.
- Die unmittelbare Umgebung des Blitzopfers, die getragene Bekleidung und mitgeführte Effekte können charakteristische Zeichen für die richtige Diagnose aufweisen.
- Bei der äußeren Leichenschau eines Blitzopfers finden sich in den meisten Fällen mehrere charakteristische Befunde.
- Die inneren Befunde eines Blitzopfers sind im Vergleich zur ärztlichen Leichenschau weniger diagnoseführend.
- Aufgrund der Rarität von Blitzen, mangelnder Sorgfalt von untersuchenden Ärzten und befundarmen Ereignissen sind letale Unfälle bereits mehrfach von Leichenschauärzten verkannt worden.
- Bei Todesfällen mit fraglicher Blitzeinwirkung können sich die Untersucher seit vielen Jahren technischer Unterstützung bedienen und Angaben über Ort und Zeit eines Wolke-Erde-Blitzes bei Informationsdiensten erfragen.

Korrespondenzadresse

Prof. Dr. med. F. Zack

Institut für Rechtsmedizin, Universitätsmedizin Rostock
St.-Georg-Str. 108, 18055 Rostock, Deutschland
fred.zack@med.uni-rostock.de

Einhaltung ethischer Richtlinien

Interessenkonflikt. Gemäß den Richtlinien des Springer Medizin Verlags werden Autoren und Wissenschaftliche Leitung im Rahmen der Manuskripterstellung und Manuskriptfreigabe aufgefordert, eine vollständige Erklärung zu ihren finanziellen und nichtfinanziellen Interessen abzugeben.

Autoren. F. Zack gibt an, dass kein finanzieller Interessenkonflikt besteht. Nichtfinanzielle Interessen: Angestellter Oberarzt, Institut für Rechtsmedizin, Universitätsmedizin Rostock | Mitgliedschaften: Deutsche Gesellschaft für Rechtsmedizin, Berufsverband Deutscher Rechtsmediziner. A. Büttner: Finanzielle Interessen: Referent, jeweils Lilly: „InteRAct“ Rheuma (Nürnberg, 25.01.2020), Abendvortrag anlässlich des DGHO Kongress (Berlin, 13.10.2019), Abendvortrag „1. Interdisziplinäres Symposium“ Rheuma (Potsdam, 09.11.2018), Abendvortrag „3. Symposium Männergesundheit Ruppiner See“ (22.04.2016). Nichtfinanzielle Interessen: Direktor, Institut für Rechtsmedizin, Universitätsmedizin Rostock | Vorsitzender der Ethikkommission, Universitätsmedizin Rostock | Sekretär der Deutschen Gesellschaft für Rechtsmedizin | Stellvertretender Vorsitzender der Landessektion des Bund gegen Alkohol und Drogen im Straßenverkehr e. V. (BADs), Mecklenburg-Vorpommern | Sachverständiger im Ausschuss für Betäubungsmittel nach § 1 Abs. 2 BtMG und § 7 Neue psychoaktive Stoffe-Gesetz (NpSG) im Bundesministerium für Gesundheit.

Wissenschaftliche Leitung. Die vollständige Erklärung zum Interessenkonflikt der Wissenschaftlichen Leitung finden Sie am Kurs der zertifizierten Fortbildung auf www.springermedizin.de/cme.

Der Verlag erklärt, dass für die Publikation dieser CME-Fortbildung keine Sponsorengelder an den Verlag fließen.

Für diesen Beitrag wurden von den Autoren keine Studien an Menschen oder Tieren durchgeführt. Für die aufgeführten Studien gelten die jeweils dort angegebenen ethischen Richtlinien.

Literatur

1. Gesundheitsberichterstattung des Bundes (2020) Gesundheitsberichterstattung des Bundes. http://www.gbe-bund.de/oowa921install/servlet/oowa/aw92/dboowasys921.xwdevkit/xwd_init?gbe.isgbetol/xs_start_neu/&p_aid=i&p_aid=89523145&nummer=631&p_sprache=D&p_indsp=99999999&p_aid=5408735. Zugegriffen: 21. Jan. 2020
2. Zack F, Raphael T, Kupfer J, Jokuszies A, Vogt PM, Büttner A, Püschel K, Schalke B, Todt M, Dettmeyer R (2013) Vier Todesopfer nach einem Blitzunfall auf einem Golfplatz. Rechtsmedizin 23:114–118
3. Blanco-Pampin JM, Suarez-Penaranda JM, Rico-Boquete R, Concheira-Carro L (1997) An unusual case of death by lightning. J Forensic Sci 42:942–944
4. Pollak S (2000) Verknennung von tödlichen Hochspannungs- und Blitzunfällen. Arch Kriminol 206:168–179
5. Pollak S, Stellwag-Carion C, Binder R (1988) Zur Pathomorphologie tödlicher Blitzunfälle. In: Bauer G (Hrsg) Gerichtsmedizin – Festschrift für Wilhelm Holzabek. Deuticke, Wien, S 139–153
6. Sellier K (1975) Schäden und Tod durch Elektrizität. In: Mueller B (Hrsg) Gerichtliche Medizin, Teil 1, 2. Aufl. Springer, Berlin Heidelberg New York, S 538–563
7. Zack F, Puchstein S, Büttner A (2016) Letalität von Blitzunfällen. Rechtsmedizin 26:9–11
8. Andrews CJ, Cooper MA (1992) Clinical presentations of the lightning victim. In: Andrews CJ, Cooper MA, Darvenzia M, Mackerras D (Hrsg) Lightning injuries: electrical, medical, and legal aspects. CRC Press, Boca Raton Ann Arbor London Tokyo, S 47–70
9. Cooper MA (1980) Lightning injuries: prognostic signs for death. Ann Emerg Med 9:134
10. Eadie MJ (1992) Pathophysiology of lightning injury to the nervous system. In: Andrews CJ, Cooper MA, Darvenzia M, Mackerras D (Hrsg) Lightning injuries: electrical, medical, and legal aspects. CRC Press, Boca Raton Ann Arbor London Tokyo, S 81–86
11. Karobath H, Redtenbacher M, Hofecker G, Walde I, Syre G (1977) Zur Frage der Todesursache beim Blitzunfall. Münch Med Wochenschr 119:29–32
12. Pollak S, Thierauf A (2015) Elektrotraumen, Blitzschlag. In: Madea B (Hrsg) Rechtsmedizin, 3. Aufl. Springer, Berlin Heidelberg New York, S 324–332
13. Wetli CW (1996) Keraunopathology. An analysis of 45 fatalities. Am J Forensic Med Pathol 17:89–98
14. Aydin F, Yildirim OT, Dagtekin E, Aydin AH, Aksit E (2018) Acute inferior myocardial infarction caused by lightning strike. Prehosp Disaster Med 33:658–659
15. Figgis P, Alvarez G (2012) Delayed esophageal perforation following lightning strike: a case report and review of the literature. J Med Case Rep 6:244
16. Harwood SJ, Catrou PG, Cole W (1978) Creatine phosphokinase isoenzyme fractions in the serum of a patient struck by lightning. Arch Intern Med 138:645–646
17. Krauland W (1951) Schäden und Todesfälle durch Blitzschlag. Dtsch Z Gerichtl Med 40:298–312
18. Möhle F, Preuss J, Madea B, Doberentz E (2015) Vier Tage überlebter Blitzschlag nach zunächst erfolgreicher Reanimation. Rechtsmedizin 25:561–565
19. Okafor UV (2005) Lightning injuries and acute renal failure: a review. Ren Fail 27:129–134
20. Ritenour AE, Morton MJ, McManus JG, Barillo DJ, Cancio LC (2008) Lightning injury: a review. Burns 34:585–594
21. Whitcomb D, Martinez JA, Daberkow D (2002) Lightning injuries. South Med J 95:1331–1334
22. Zack F, Hammer U, Klett I, Wegener R (1997) Myocardial injury due to lightning. Int J Legal Med 110:326–328
23. Davidson GS, Deck JH (1988) Delayed myelopathy following lightning strike: a demyelinating process. Acta Neuropathol 77:104–108
24. Zack F, Rammelsberg JO, Graf B, Büttner A (2010) Tod durch Blitzschlag- und wieder unter einem Baum. Rechtsmedizin 20:108–110
25. Blumenthal R, Jandrell IR, West NJ (2012) Does a sixth mechanism exist to explain lightning injuries? Am J Forensic Med Pathol 33:222–226

26. Püschel K, Kalka R, Schulz F, Zack F (2009) Tod durch Blitzschlag-Fahrrad als „Faraday'sche“ Falle. *Rechtsmedizin* 19:102–104
27. Cherington M, McDonough G, Olson S, Russon R, Yarnell PR (2007) Lichtenberg-figures and lightning: case reports and review of the literature. *Cutis* 80:141–143
28. Cherington M, Olson S, Yarnell PR (2003) Lightning and Lichtenberg figures. *Injury* 34:367–371
29. Rakov VA, Uman MA (2003) *Lightning physics and effects*. Cambridge University Press, Cambridge, New York, Melbourne, Madrid, Cape Town, Singapore, Sao Paulo
30. Thompson A (2016) https://twitter.com/_adam_thompson/status/234448738087735296. Zugegriffen: 14. März 2016
31. Zack F, Büttner A (2016) Rechtsmedizinische Aspekte der Lichtenberg-Figuren nach Blitzschlag. *Rechtsmedizin* 26:425–428
32. Schaidt G (1977) Spuren an Kleidungsstücken beim Blitzunfall. *Arch Kriminol* 159:93–96
33. Cherington M, Kurtzman R, Krider EP, Yarnell PR (2001) Mountain medical mystery. Unwitnessed death of a healthy young man, caused by lightning. *Am J Forensic Med Pathol* 22:296–298
34. Courtman SP, Wilson PM, Mok Q (2003) Case report of a 13-year-old struck by lightning. *Paediatr Anaesth* 13:76–79
35. Duppel H, Löbermann M, Reisinger EC (2009) Aus heiterem Himmel vom Blitz getroffen. *Dtsch Med Wochenschr* 134:1214–1217
36. Just T, Kramp B, Pau HW (2002) Blitzschlaginduzierte Verletzungen des Ohres. *HNO* 50:170–171
37. Murty OP (2009) Lightning fatality with blast, flame, heat and current effects: a macroscopic and microscopic view. *J Forensic Leg Med* 16:162–167
38. Weimann W, Prokop O (1963) *Atlas der gerichtlichen Medizin. Volk und Gesundheit*, Berlin
39. Bartsch A (2013) Strom- und Blitzunfall. *Notfall Rettungsmed* 16:643–652
40. Schroeder M (1991) *Fractals, chaos, power laws—minutes from an infinite paradise*. Freeman, New York
41. ten Duis HJ, Klasen HJ, Nijsten MWN, Pietronero L (1987) Superficial lightning injuries: their “fractal” shape and origin. *Burns* 13:141–146
42. Byard RW, Thu M, Gilbert JD (2017) Cutaneous manifestations of lightning strike—variability in Lichtenberg figures. *Forensic Sci Med Pathol* 13:390–393
43. Resnik BI, Wetli CV (1996) Lichtenberg figures. *Am J Forensic Med Pathol* 17:99–102
44. Chao TC (1984) Lightning deaths in Singapore. *Acta Med Leg Soc Liege* 34:129–131
45. ten Duis HJ (1992) Musculoskeletal system and skin, including burns. In: Andrews CJ, Cooper MA, Darvenzia M, Mackerras D (Hrsg) *Lightning injuries: electrical, medical, and legal aspects*. CRC Press, Boca Raton Ann Arbor London Tokyo, S 101–111
46. Tribble CG, Persing JA, Morgan RF, Kenney JG, Edlich RF (1985) Lightning injuries. *Compr Ther* 11:32–40
47. Eriksson A, Örnehult L (1988) Death by lightning. *Am J Forensic Med Pathol* 9:295–300
48. Iranyi J, Orovecz B, Somogyi E, Iranyi K (1962) Das Blitztrauma in neuer Sicht. *Munch Med Wochenschr* 104:1496–1500
49. Domart N (2000) Lichtenberg figures due to lightning strike. *N Engl J Med* 343:1536
50. Lifschultz BD, Donoghue ER (1993) Deaths caused by lightning. *J Forensic Sci* 38:353–358
51. Mahajan AL, Rajan R, Regan PJ (2008) Lichtenberg figures: cutaneous manifestation of phone electrocution from lightning. *J Plast Reconstr Aesth Surg* 61:111–113
52. Bartholome CW, Jacoby WD, Ramchand SC (1975) Cutaneous manifestations of lightning injury. *Arch Dermatol* 111:1466–1468
53. Wollina U, Lang J, Klemm E, Wollina K, Nowak A (2015) Struck by lightning. Lichtenberg figures on a 19th-century wax model. *Clin Dermatol* 33:122–127
54. Arnould JF, Le Floch R (2011) Lichtenberg figures associated with a high-voltage industrial burn. *Burns* 37:e13–e15
55. Jellinek S (1903) *Elektropathologie: Die Erkrankungen durch Blitzschlag und elektrischen Starkstrom in klinischer und forensischer Darstellung*. Enke, Stuttgart
56. Hocking B (1992) An Australian reporting procedure and statistics. In: Andrews CJ, Cooper MA, Darvenzia M, Mackerras D (Hrsg) *Lightning injuries: electrical, medical, and legal aspects*. CRC Press, Boca Raton Ann Arbor London Tokyo, S 187–189
57. McCrady-Kahn VL, Kahn AM (1981) Lightning burns. *West J Med* 134:215–219
58. O'Keefe Gatewood M, Zane RD (2004) Lightning injuries. *Emerg Med Clin North Am* 22:369–403
59. Amy BW, McManus WF, Goodwin CW, Pruitt BA (1985) Lightning injury with survival in five patients. *JAMA* 253:243–245
60. Alyan O, Ozdemir O, Tufekcioglu O, Geyik B, Aras D, Demirkan D (2006) Myocardial injury due to lightning strike—a case report. *Angiology* 57:219–223
61. Browne BJ, Gaasch WR (1992) Electrical injuries and lightning. *Emerg Med Clin North Am* 10:211–229
62. Peters WJ (1983) Lightning injury. *Can Med Assoc J* 128:148–150
63. Stütz N, Weiss D, Reichert B (2006) Verletzungen durch Blitzschlag. *Unfallchirurg* 109:495–498
64. Murty OP (2007) Dramatic lightning injury with exit wound. *J Forensic Leg Med* 14:225–227
65. Andrews CJ (1992) *Cardiorespiratory systems*. In: Andrews CJ, Cooper MA, Darvenzia M, Mackerras D (Hrsg) *Lightning injuries: electrical, medical, and legal aspects*. CRC Press, Boca Raton Ann Arbor London Tokyo, S 80–81
66. Blumenthal R (2012) Secondary missile injury from lightning strike. *Am J Forensic Med Pathol* 33:83–85
67. Zack F, Schau H, Dalchow A, Rock M, Blaas V, Büttner A (2020) Lesions and characteristic injury patterns caused by high-voltage fault arcs. *Int J Legal Med* 134:1353–1359
68. Apanga PA, Azumah JA, Yiranbon JB (2017) A rare manifestation of burns after lightning strike in rural Ghana: a case report. *J Med Case Rep* 11:200
69. Jonas L, Fulda G, Nizze H, Zimmermann R, Gross G, Zack F, Kröning G, Holzrüter G, Haas HJ (2002) Detection of gold particles in the neck skin after lightning stroke with evaporation of an ornamental chain. *Ultrastruct Pathol* 26:153–159
70. Dettmeyer R, Preuss J, Madea B (2007) 4 Tage überlebter Blitzschlag nach erfolgreicher Reanimation. 16. Frühjahrstagung der Deutschen Gesellschaft für Rechtsmedizin, Hamburg, 11.–12.05.2012
71. Dettmeyer RB (2018) *Forensic histopathology, 2. Aufl.* Springer, Berlin Heidelberg New York Tokyo
72. Hanson GC, Mcllwraith GR (1973) Lightning injury: two case histories and a review of management. *Br Med J* 4:271–274
73. Janssen W (1984) *Forensic histopathology*. Springer, Berlin Heidelberg New York Tokyo
74. Ekoe JM, Cunningham M, Jaques O, Balguc F, Baumann RP, Humair L, de Torrente A (1985) Disseminated intravascular coagulation and acute myocardial necrosis caused by lightning. *Intensive Care Med* 11:160–162
75. Lynch MJG, Shorthouse PH (1949) Injuries and death from lightning. *Lancet* 1:473
76. Cherington M, Wachtel H, Yarnell PR (1998) Could lightning injury be magnetically induced? *Lancet* 351:1788
77. Cherington M, Krider EP, Yarnell PR, Breed DW (1997) A bolt from the blue: lightning strike to the head. *Neurology* 48:683–686
78. Kleiter I, Luerding R, Diendorfer G, Rek H, Bogdahn U, Schalke B (2007) A lightning strike to the head causing a visual cortex defect with simple and complex visual hallucinations. *J Neurol Neurosurg Psychiatry* 78:423–426



Blitzunfall

Zu den Kursen dieser Zeitschrift: Scannen Sie den QR-Code oder gehen Sie auf www.springermedizin.de/kurse-rechtsmedizin

? Welche pathophysiologischen Ursachen sind für einen akuten Tod durch Blitzschlag am ehesten zutreffend?

- Zentrale Dysregulation und/oder hypertensive Krise
- Hirninfarkte/Hirnblutungen und/oder generalisiertes Hirnödem
- Diffuse Lungenblutungen und/oder hämorrhagisches Lungenödem
- Herzkammerflimmern/Asystolie und/oder zentrale Atemlähmung
- Disseminierte Koagulopathie und/oder ischämische Hirnnekrosen

? Welche pathophysiologische Ursache für einen Tod durch Blitzeinwirkung nach Stunden/Tagen oder Wochen kommt neben hypoxischer Hirnschädigung, Verbrennkrankheit, Rhabdomyolyse, Pneumonie, Multiorganversagen, septischem Schock und akutem Nierenversagen am ehesten in Betracht?

- Akute Lungenthrombembolie
- Akute Pankreatitis
- Akutes Leberausfallkoma
- Akutes Glottisödem
- Akuter Myokardinfarkt

? In der Umgebung eines Blitzunfalles mit Personenschaden kann es unter anderem zu kraterartigen Defekten an Straßendecken oder Gehwegplatten, bahnartigen Defekten auf Rasen

und Lichtenberg-Figuren auf Golfrasen oder Gehwegplatten kommen. Des Weiteren können auch in der Nähe ein oder mehrere leblose Säugetiere aufgefunden werden. Welcher charakteristische Befund ist in einer solchen Situation außerdem am ehesten zu erwarten?

- Eine relativ geradlinige oder spiralartig um den Stamm verlaufende Verbrennung der Rinde eines Baumes
- Ein annähernd kegelförmig oder zylindrisch tief in die verschiedenen Schichten hineinragendes Loch im Erdreich
- Eine entweder stumpfwinklig oder spitzwinklig ausgebildete dunkelbräunliche Verfärbung an zugewandten Hausfassaden
- Eine zumeist streifenförmige oder linienartige Brandspur in der Lackierung der Dächer und Motorhauben von Autos
- Ein häufig schlangenlinienartig oder mäanderförmig ausgeprägter Defekt in landwirtschaftlichen Nutzfeldern

? Welches Merkmal ist für durch Blitzschlag verursachte Hautverbrennungen am ehesten zutreffend?

- Der Schweregrad 4 tritt häufig auf.
- Die Formung ist in der Regel vielgestaltig.
- Die Lokalisation ist stets an den Handinnenseiten.

- Die Verbreitung ist ausschließlich an Metallkontaktstellen.
- Die Zuordnung grenzt unmittelbar an Lichtenberg-Figuren.

? Was stellen Lichtenberg-Figuren bei Blitzopfern am ehesten dar?

- Tiefer reichende Verbrennungen
- Foudroyante Hämorrhagien
- Vorübergehende Hauterytheme
- Temperaturerhöhungen in Blutgefäßen
- Verfärbungen von Nervenverzweigungen

? In welcher Häufigkeit treten Lichtenberg-Figuren bei Blitzopfern am ehesten auf?

- 57–70%
- 47–60%
- 37–50%
- 27–40%
- 17–30%

? Welcher Befund durch Metallisation bei einem Blitzopfer ist am ehesten zu erwarten?

- Verdampfen von getragenen Halsketten
- Schmelzen von eingesetzten Zahninlays
- Verdampfen von Schlüsseln in Hosentaschen
- Schmelzen von implantierten Hüftprothesen
- Verdampfen von Metallreißverschlüssen

Informationen zur zertifizierten Fortbildung

Diese Fortbildung wurde von der Ärztekammer Nordrhein für das „Fortbildungszertifikat der Ärztekammer“ gemäß § 5 ihrer Fortbildungsordnung mit **3 Punkten** (Kategorie D) anerkannt und ist damit auch für andere Ärztekammern anerkennungsfähig.

Anerkennung in Österreich: Für das Diplom-Fortbildungs-Programm (DFP) werden die von deutschen Landesärztekammern anerkannten Fortbildungspunkte aufgrund der Gleichwertigkeit im gleichen Umfang als DFP-Punkte anerkannt (§ 14, Abschnitt 1, Verordnung über ärztliche Fortbildung, Österreichische Ärztekammer (ÖÄK) 2013).

Hinweise zur Teilnahme

- Die Teilnahme an dem zertifizierten Kurs ist nur online auf www.springermedizin.de/cme möglich.
- Der Teilnahmezeitraum beträgt 12 Monate. Den Teilnahmeschluss finden Sie online beim Kurs.
- Die Fragen und ihre zugehörigen Antwortmöglichkeiten werden online in zufälliger Reihenfolge zusammengestellt.

- Pro Frage ist jeweils nur eine Antwort zutreffend.
- Für eine erfolgreiche Teilnahme müssen 70% der Fragen richtig beantwortet werden.
- Teilnehmen können Abonnenten dieser Fachzeitschrift und e.Med-Abonnenten.

? Welche Aussage trifft für versengte Körperbehaarung als Folge eines Blitzschlages am ehesten zu?

- Sie findet sich beim direkten Treffer bevorzugt an den Unterschenkeln.
- Sie tritt nur in unmittelbarer Umgebung von Lichtenberg-Figuren auf.
- Sie ist nahezu pathognomonisch für die Diagnose Blitzunfall.
- Sie spart regelmäßig die Schambehaarung aus.
- Sie tritt nur bei einem Aufenthalt im oder am Wasser auf.

? Welcher histologische Befund ist bei der Obduktion von einem Blitzopfer am ehesten zu erwarten?

- Haut mit zellreichen Arealen und Reste der Epidermis mit spärlicher granulozytärer Infiltration
- Myokard mit gut demarkierten Nekrosen und lymphomonocytyärer bzw. granulozytärer Infiltration
- Skelettmuskulatur mit reaktiven Nekrosen insbesondere in den Armen und Beinen
- Lungen mit überwiegend emphysematösen Abschnitten und lokal ausgeprägten Atelektasen
- Leber mit verbreiterten Portalfeldern und dichten lymphoplasmazellulären Infiltraten

? Warum werden Todesfälle durch Blitzschlag mitunter bei der ärztlichen Leichenschau *nicht* erkannt?

- Weil die vorhandenen Befunde denen beim Nieder- oder Hochspannungsunfall ausgesprochen ähneln
- Weil die Mehrzahl der Opfer eines solchen Unfallereignisses keine charakteristischen Befunde aufweist
- Weil die charakteristischen Befunde erst zahlreiche Stunden nach dem eigentlichen Unfall auftreten
- Weil die charakteristischen Befunde tatsächlich erst bei der Obduktion dargestellt werden können
- Weil die vorhandenen Befunde an der Leiche oder der unmittelbaren Umgebung übersehen oder fehlgedeutet werden.



CME.SpringerMedizin.de

Automatische Übermittlung Ihrer CME-Punkte an die Ärztekammer

Die auf CME.SpringerMedizin.de erworbenen CME-Punkte können auf Ihren Wunsch hin elektronisch an die Ärztekammer übermittelt werden.

So einfach geht's:

> Einheitliche Fortbildungsnummer (EFN) hinterlegen

Möchten Sie Ihre auf CME.SpringerMedizin.de gesammelten CME-Punkte direkt an Ihre Ärztekammer übermitteln, hinterlegen Sie Ihre EFN bitte bei der Registrierung. Wenn Sie bereits registriert sind, können Sie Ihre EFN jederzeit unter dem Punkt *Meine Daten* nachtragen. Ihre CME-Punkte werden ab sofort automatisch an Ihre Ärztekammer übermittelt.

Weitere Informationen zur elektronischen Punkteübermittlung der Bundesärztekammer finden Sie unter www.eiv-fobi.de

Teilnehmen und weitere Informationen unter: CME.SpringerMedizin.de

Unser Tipp: Mit den **e.Med-Kombi-Abos** stehen Ihnen die CME-Kurse der Fachzeitschriften von Springer Medizin in elektronischer Form zur Verfügung. Auf Wunsch erhalten sie mit den e.Med-Kombi-Abos darüber hinaus eine gedruckte Fachzeitschrift Ihrer Wahl.

Testen Sie e.Med kostenlos und unverbindlich!

Jetzt informieren unter www.springermedizin.de → „Abo-Shop“ oder telefonisch unter 0800-77 80 777 (Montag bis Freitag, 10 bis 17 Uhr)



Hier steht eine Anzeige.

