

Lesiones por fulguración: aspectos clínicos y médicos legales

Presentación de dos casos simultáneos no mortales

Fabián Gilberto Meza Rojas^{a,b}, Letzi Carolina Rodríguez Cázarez^c



Foto: John Southern

Resumen

Un relámpago o rayo es definido como una gran descarga de corriente eléctrica atmosférica, momentánea y transitoria cuya longitud de trayectoria se mide en kilómetros. Por otro lado, se denomina fulguración a los efectos biológicos que se producen por acción de la electricidad atmosférica. Se presentan dos casos de mujeres que sufrieron simultáneamente los efectos de un rayo y sobrevivieron, y en quienes se apreciaron las figuras de Lichtenberg, que son patognómicas en la fulguración. Así mismo, se hace hincapié en las demás lesiones externas por fulguración, las cuales ayudan a la evaluación médico-legal.

^aResidente de Tercer año de la Especialidad en Medicina Legal. UNAM. Ciudad de México.

^bDepartamento de Enseñanza Médica. Hospital General de Xoco. Secretaría de Salud. Ciudad de México.

^cMédico Residente de primer año de la especialidad en Medicina Laboral. Centro Médico Nacional Siglo XXI. Instituto Mexicano del Seguro Social. Ciudad de México.

Correspondencia: Fabián Gilberto Meza Rojas.

Correo electrónico: sayaman6@hotmail.com

Recibido: 01-abril-2016. Aprobado: 28-julio-2016.

Palabras clave: Fulguración, figuras de Lichtenberg, rayo, relámpago, lesiones por rayo.

Fulguration injuries: clinical and legal aspects. Presentation of two simultaneous non-fatal cases

Abstract

Lightning is defined as an electrical discharge in the atmosphere that is momentary and transitory which length is measured in kilometers. On the other hand, fulguration is related the biological effects produced by the atmospheric electricity. In this report, two simultaneous cases of lightning strikes are presented. The individuals survived and the pathognomonic Lichtenberg's figures were presented. Special emphasis is placed in the external lesions by the struck of lightning in order to help the legal-medical evaluation.

Key words: Lightning strike, Lichtenberg figures, lightning, lightning injuries.

INTRODUCCIÓN

Aristóteles, Sócrates y Plinio hicieron observaciones sobre los relámpagos. Herodoto, y más recientemente da Vinci, también describieron el fenómeno del rayo pero sin llegar a definirlo completamente. Quedó en manos de Benjamín Franklin, el “padre



Fotos, Cortesía de los autores

Figura 1. Figuras de Lichtenberg en rodillas y tercio proximal de ambas piernas.



Figura 2. Figuras de Lichtenberg en rodillas y tercio proximal de ambas piernas.

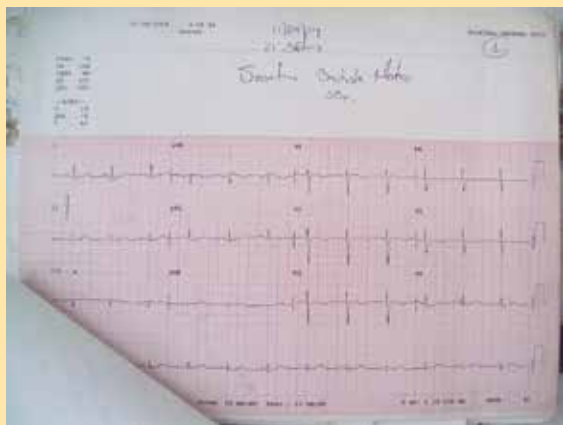


Figura 3. Reporte de electrocardiograma que muestra inversión de onda T de V1 a V5.

de la electricidad”, establecer que los rayos estaban constituidos por electricidad. Realizó experimentos simples, pero elegantes, que ayudaron a definir algunas de las propiedades sobre la electricidad atmosférica y la industrial¹.

Un relámpago o rayo se define como una gran descarga de corriente eléctrica atmosférica, momentánea y transitoria cuya longitud de trayectoria se mide en kilómetros^{2,3}. Pollak menciona que el relámpago es un fenómeno natural de electricidad atmosférica basado en una repentina descarga ambiental de electricidad estática entre una nube y la tierra, lo que da como resultado una corriente continua de alto voltaje y de duración extremadamente corta⁴.

Por otro lado, se denomina fulguración a los efectos biológicos que se producen por acción de la electricidad atmosférica. La palabra fulguración proviene del latín *fulgor* que significa luz o resplandor⁵, y es una de las causas más frecuentes de muerte por fenómenos naturales. Alrededor de un tercio de los casos de fulguración son mortales⁴, y los trastornos de la conducción cardíaca son la principal causa de fallecimiento^{6,7}; mientras tanto, 70% de los sujetos que sobreviven presenta secuelas permanentes².

Se estima que al día se presentan 44,000 tormentas eléctricas, que producen 8 millones de rayos en un lapso de 24 horas⁸, es decir, la tierra es golpeada aproximadamente por 100 rayos cada segundo⁵. Las muertes por fulguración se presentan en 0.2 a 0.8 personas por un millón de habitantes al año a nivel mundial⁸; asimismo, ocurrieron 374 muertes debido a fulguración entre 1995 y el 2000⁹. Mientras tanto, en Estados Unidos las lesiones por fulguración afectan a un total de 800 a 1000 personas por año⁷.

Por otra parte, al recibir un rayo el cuerpo se paraliza totalmente y la persona es incapaz de hacer algo para defenderse³, su respuesta inicial es la parálisis de los centros vitales, lo que ocasiona apnea como resultado, fibrilación ventricular o paro cardíaco², que a su vez son causa de muerte, que también puede ser provocada por los efectos mecánicos de la fulguración sobre el organismo⁷. No obstante, cuando los accidentes por fulguración

no son mortales, aparecen algunas secuelas como parálisis, afasia, vértigo, alteraciones en la sensibilidad, catarata y ruptura de membrana timpánica⁴.

Se ha observado que los individuos que practican el pastoreo o la agricultura, así como las actividades deportivas de montaña son los más predispuestos a sufrir accidentes por fulguración^{2,7}. Ashesh publicó el caso de una granjera de 55 años que se encontraba laborando la tierra una tarde de septiembre, y falleció al recibir un golpe directo por un rayo, en el reporte además se mencionaba que sus ropas estaban mojadas¹⁰.

Las personas que sufren daños por relámpago presentan de uno a 4 tipos de lesiones en la piel: lineales, puntiformes, ramificadas o quemaduras térmicas; en tanto que, si el relámpago se transmite internamente, se puede producir suficiente calor y vapor para hacer explotar órganos sólidos, ocasionar fracturas de huesos y zonas carbonizadas en los órganos³.

Asimismo, las quemaduras en forma emplumada o ramificada no son realmente quemaduras, ya que no dañan la piel y parecen ser causadas por los electrones que dibujan un patrón en la piel debido al rayo³. Estas lesiones en helecho o arboriformes son un signo patognomónico de la fulguración, cuyo patrón morfológico fue descrito en 1777 por el físico alemán George Christoph Lichtenberg, del cual han tomado su nombre; se describen como una marca roja, dendrítica, ramificada, similar a un helecho, que se encuentra en la piel de algunas de las víctimas y que encontraremos en un tercio de los casos⁶.

PRESENTACIÓN DE CASOS

Caso 1

Mujer de 32 años quien ingresó al hospital debido a que 40 minutos antes había sido impactada por un rayo mientras se encontraba en un parque, bajo la lluvia, y después a escuchar el sonido de un teléfono celular, perdió momentáneamente la conciencia. A su ingreso presentaba obnubilación, amnesia retrograda y náusea, además de los siguientes signos vitales: tensión arterial, 80/60 mmHg; frecuencia cardiaca, 96 latidos por minuto; frecuencia respiratoria, 23 respiraciones por minuto; saturación de

Las quemaduras en forma emplumada o ramificada no son realmente quemaduras, ya que no dañan la piel y parecen ser causadas por los electrones que dibujan un patrón en ésta debido al rayo. Estas lesiones en helecho o arboriformes son un signo patognomónico de la fulguración, cuyo patrón morfológico fue descrito en 1777 por el físico alemán George Christoph Lichtenberg, del cual han tomado su nombre; se describen como una marca roja, dendrítica, ramificada, similar a un helecho, que se encuentra en la piel de algunas de las víctimas y que encontraremos en un tercio de los casos.

oxígeno al aire ambiente, 95%. A la exploración se apreciaron lesiones hiperpigmentadas en forma de ramas (arborizaciones de Lichtenberg) en ambas rodillas y tercio proximal de ambas piernas (**figuras 1 y 2**). En los estudios se realizó un electrocardiograma con ritmo sinusal e inversión de onda T de V1 a V5 (**figura 3**), con elevación de enzimas en el perfil cardiaco (creatinincinasa total, 230 U/L; creatinincinasa fracción MB, 73 U/l; deshidrogenasa láctica, 120 UI/L), y gasométricamente con acidosis respiratoria (potencial de hidrogeno, 7.28; presión parcial de CO₂, 44 mmHg; presión parcial de O₂, 95 mmHg; lactato, 2.5 mmol/L; bicarbonato, 20 mmol/L), por lo que se decidió su ingreso al servicio de terapia intensiva, donde se realizó tomografía axial computarizada, que mostró edema cerebral leve; se mantuvo con signos vitales estables, y egresó 8 días después.

Caso 2

Mujer de 34 años quien ingresó al hospital al mismo tiempo que el caso anterior, ya que se encontraban juntas en el parque haciendo caminata en un día lluvioso, y tras percibir el tono de llamada entrante en su teléfono celular, también perdió el conocimiento. A su ingreso se encontró obnubilada, con una herida de 4 cm en la región occipital izquierda, equimosis y quemadura en cara lateral del muslo



Figura 4. Quemadura de muslo derecho localizada en su cara externa, tercio medio.

derecho en su tercio medio (**figura 4**), así como con arborizaciones de Lichtenber en cara interna de la rodilla izquierda (**figura 5**).

Resumen de la atención médica recibida

Ambos casos fueron tratados con reposición hídrica de urgencia a base de solución de Hartman con la fórmula de Parkland y con control de líquidos, inhibidor de bomba de protones, analgésico opioide y oxígeno suplementario, con buena evolución y con tendencia a la mejoría clínica. Durante su estancia recibieron interconsultas por parte de los servicios de Medicina Interna, así como de Cirugía Plástica y Reconstructiva, quienes conservaron el mismo manejo establecido por la Unidad de Terapia Intensiva.

DISCUSIÓN

Una descarga por relámpago contiene los siguientes componentes: corriente eléctrica de entre 10,000 a 110,000 amperes, temperaturas promedio de 8000 °C, aire con temperaturas elevadas, onda expansiva y campo electromagnético; el tiempo de contacto entre una descarga eléctrica por fulguración y la víctima es de 1/10000 a 1/1000 millonésimas de segundo¹⁰.

Por otra parte, un rayo puede dañar al humano mediante:

- Golpe directo: la víctima recibe una descarga directamente en el cuerpo.
- Flashazo por cercanía: el rayo “salta” del objeto cercano donde descargó hacia la víctima.

- Lesión por contacto: cuando el sujeto está tocando un objeto por el que discurre la corriente del rayo.
- Corriente por tierra: cuando el rayo hace contacto con la tierra, ésta transfiere la corriente a través de ella hacia la víctima.
- Onda explosiva: debido a la alta energía que produce la descarga, el rayo puede ocasionar lesiones similares a una explosión. Aquí no hay contacto con electricidad^{3,8}.

En los casos presentados es difícil establecer con certeza el tipo de contacto que se tuvo, ya que no contamos con datos descriptivos del sitio donde impactó el rayo, reduciendo las posibilidades a un flashazo por cercanía o, en su caso, a efectos de la onda explosiva.

Entre de las lesiones externas encontradas por efectos de un rayo, se encuentran:

- Politraumatismos producidos por los efectos mecánicos del rayo, bien por su acción directa sobre el organismo, o al ser lanzada la víctima a cierta distancia.
- Lesiones electromecánicas localizadas en los puntos de entrada y salida de la descarga en el organismo.
- Quemaduras.
- Arborizaciones de Lichtenberg, que constituyen un signo patognomónico de la fulguración.
- Alteración en los pelos, ya las quemaduras pueden ser tan intensas que volatilizan los pelos.
- Metalizaciones, que tienen lugar por la penetración cutánea de finas partículas metálicas que contactan con la piel al fundirse por efecto del rayo como: brazaletes, anillos, dijes, etc.⁵

Entonces, las personas que sufren una fulguración no solo van a presentar quemaduras, además es posible encontrar una gama amplia de lesiones externas. Así, en los casos reportados se presentaron diversos tipos de lesiones propios del evento, tales como la herida en la región occipital, la quemadura del muslo y las arborizaciones de Lichtenberg; de aquí la importancia de realizar una exploración física completa para evaluar integralmente al paciente.

Las lesiones internas que se presentan en los accidentes por fulguración se han asociado con la liberación masiva de catecolaminas por un mecanismo desconocido, que se manifiesta por hipertensión, taquicardia, cambios electrocardiográficos no específicos y necrosis miocárdica con bandas de contracción.

Estas alteraciones se pueden dividir en: inmediatas y transitorias, que incluyen disminución de la conciencia, confusión, amnesia, cefalea, parestesias y debilidad; inmediatas y prolongadas/permanentes, neuropatía isquémica hipóxica, hemorragia intracraneal, infarto cerebral y síndromes cerebelosos; síndromes neurológicos retardados, enfermedades de la motoneurona y alteraciones de movimiento; traumatismos o blast, que incluye hemorragia subaracnoidea, hematomas epidurales y subdurales. También se han descrito fracturas y lesiones medulares cervicales⁵.

En el primer caso se observan alteraciones a nivel cardiaco, evidenciado en el electrocardiograma, así como edema cerebral, demostrado en la tomografía. A pesar de que existen más complicaciones, producto de este tipo de eventos, no se documentó la presencia de algunas de ellas en otros sistemas o aparatos en ninguna de las pacientes. No obstante, el abordaje debe enfocarse a buscar intencionadamente la presencia de alteraciones en uno o varios órganos que pudieran estar involucrados, y no sólo centrar la atención en el aspecto de las quemaduras.

En las ciudades, la gente se encuentra más protegida de los rayos debido a los edificios altos y a los postes de teléfono, en comparación con quienes habitan en zonas rurales⁸, y los lugares más seguros para protegerse de los rayos son cerca de edificios, dentro de automóviles o cuevas^{2,3}. En contraste, el protegerse cerca de postes y árboles durante una tormenta no ayuda a evitar los rayos³. Asimismo, la época en la que se presentan más accidentes por rayos es en verano y otoño, entre los meses de mayo y septiembre, más frecuentemente por la tarde-noche⁸. En definitiva, desconocemos si las personas de los casos citados buscaron refugio debajo de los árboles; pero recordemos que se encontraban en un parque y bajo la lluvia, sin embargo, vemos que estar cerca de ellos no es un factor protector.

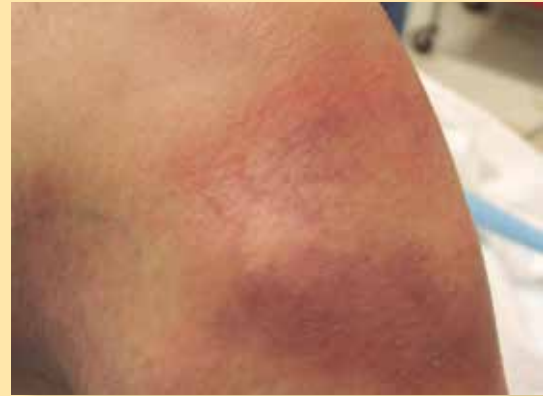


Figura 5. Figuras de Lichtenberg, en resolución en rodilla izquierda.

A saber, los cambios morfológicos más conocidos en las víctimas de lesión por fulguración son las figuras de Lichtenberg, que son unos patrones rojizos en forma de helecho, resultado de una hiperemia transitoria (no ocasionada por extravasación), la cual desaparece en las siguientes horas. Histológicamente, consisten en pequeños vasos dilatados, con la piel intacta, y en ocasiones se combinan con elongación y empalizado de las células basales epidérmicas^{4,10}.

En ninguna bibliografía se menciona el tiempo en que desaparecen dichas figuras, en tanto que en los casos presentados, éstas lesiones desaparecieron dentro de las 4 horas siguientes a su llegada. Por lo que se considera importante realizar su búsqueda intencionada en este tipo de pacientes a su llegada al servicio de urgencias, ya que el localizarlas orientará al médico clínico en la etiología del caso, y por ende en su manejo ulterior.

En cuanto al manejo médico, Murty menciona que una descarga eléctrica por rayo debe ser tratada como una lesión por contusión y no como una quemadura térmica, debido a que la gran cantidad de tejido dañado se encuentra debajo de la piel aparentemente intacta². Sin embargo, en nuestro medio este tipo de pacientes recibe un manejo como el de las quemaduras, por lo que se le da mayor hincapié a la reposición hídrica, que si bien es importante, se deben orientar las medidas terapéuticas hacia las demás patologías o alteraciones que las víctimas podrían presentar.

Se estima que al día se presentan 44,000 tormentas eléctricas, que producen 8 millones de rayos, es decir, la tierra es golpeada aproximadamente por 100 rayos cada segundo. Las muertes por fulguración se presentan en 0.2 a 0.8 personas por un millón de habitantes al año a nivel mundial; asimismo, ocurrieron 374 muertes debido a fulguración entre 1995 y el 2000. En Estados Unidos las lesiones por fulguración afectan a 800-1000 personas por año.

Finalmente, el abordaje médico legal de las personas que sufrieron un alcance por rayo puede dirigirse en dos sentidos: el primero es la descripción correcta y completa de todas las lesiones que suceden en este tipo de pacientes, que como se mencionó anteriormente pueden presentarse desde heridas por contusión hasta quemaduras, además de no olvidar su mención en el expediente clínico, pues son de gran utilidad para establecer, en segundo lugar, la etiología accidental, puesto que si se observan en personas que se hallen inconscientes en la vía pública y con ausencia de quemaduras sobresalientes, puede sugerir fuertemente que se trata de una fulguración. En cambio, su ausencia en una situación similar, orientaría a un diagnóstico diferencial entre una patología cardíaca, alguna intoxicación o trauma severo.

CONCLUSIONES

La posibilidad de sufrir lesiones, o incluso morir a causa de fulguración son extremadamente remotas. Sin embargo, cuando se combinan factores predisponentes como estar en un lugar bajo la lluvia o con árboles, éstas aumentan. Incluso, es menos probable que dos personas sufran este tipo de accidentes al mismo tiempo. En la literatura médica no se encontraron casos similares (y mucho menos que hayan sobrevivido).

Se debe conocer y tomar en cuenta la presencia de lesiones externas ocasionadas por fulguración, así como las distintas formas en que un rayo puede hacer contacto con el ser humano para que, de esta manera, sea posible orientar y dirigir la vigilancia y

el manejo terapéutico que se debe llevar a cabo en este tipo de pacientes.

A pesar de que las figuras de Lichtenberg se reportan solo en 30% de los accidentes por fulguración, su presencia es patognomónica, y se presentaron en los dos casos citados. Desde el punto de vista médico legal, la presencia de ésta lesión solo puede traducirse como un accidente de tipo atmosférico, sin embargo, en caso de presentarse un accidente de este tipo, se debe orientar en su etiología y en su adecuado manejo.

A pesar de que ambas pacientes fueron dadas de alta sin aparentes complicaciones, a la fecha se desconoce la evolución y seguimiento de las mismas, con lo que se hubiese podido dar un panorama más amplio acerca de su estado actual. ●

AGRADECIMIENTOS

Al Área Jurídica del Hospital General Xoco, en especial a la jefa de ésta, la licenciada Gloria Enriqueta Bejarano Sánchez.

REFERENCIAS

1. Andrews Christopher J. Lightning Injuries: Electrical, Medical, and Legal Aspects. Boca Raton, Florida: CRC Press inc.; 1992.
2. Murty OP. Dramatic lightning injury with exit wound. *Journal of Forensic and Legal Medicine*. 2007;14:225-7.
3. Ruiz Ruiz FJ, et al. Alteraciones cardíacas en la fulguración por impacto indirecto. *Rev Esp Cardiol*. 2002;55(7):768-70.
4. Pollak S, Saukko P. Electrocutation and Lightning Strike. *Encyclopedia of Forensic Sciences*. 2a ed, vol. 3. Waltham: Academic Press; 2013. p.p. 146-53.
5. T. Ocak. et al. Two cases of lightning strikes resulting in Lichtenberg figures. *Dermatologica Sinica*. 2014;32: 37e38.
6. A.G. Wankhede, D.R. Sariya. Damage due to lightning when it strikes the face. *J Forensic Sci*. 2013;224:e1-e3.
7. A. Rico. Et al. Figuras de Lichtenberg en un caso de muerte por fulguración. *Cuadernos de Medicina Forense*. 2004;Nº 38 Octubre.
8. A.G. Wankhede et al. An injury subjacent to lac ornament in a case of lightning. *J. Forensic Sci*. 2010;25:e9-e12.
9. Navarro Escayola E. Valoración médico legal de lesiones y muerte por fulguración. *Gac Int Cienc Forense*. 2012; 5:8-18
10. Murty O. P.: Lightning fatality with blast, flame, heat and current effects: A macroscopic and microscopic view. *J Forens Leg Med*. 2009;16:162-7.