

Fulguración por rayo: Un reto del pasado que se mantiene actual

*Mónica Mourelo Fariña
Facultativo Especialista de Área de Medicina Intensiva
Servicio de Medicina Intensiva
Xerencia de Xestión Integrada de A Coruña. A Coruña. España
e-mail: monica.mourelo.farina@sergas.es*

Aunque la electricidad es un invento relativamente reciente, los humanos han estado expuestos desde siempre a lesiones producidas en la naturaleza por el rayo. El brillo, potencia y capacidad destructiva del rayo hizo que culturas antiguas lo atribuyeran a poderes sobrenaturales, siendo objeto de superstición. Se estima que al día se producen cerca de 45.000 tormentas eléctricas y unos 100 rayos por segundo en todo el mundo. La fulguración es una de las causas más frecuentes de muerte por fenómenos naturales, siendo mortal en aproximadamente un tercio de los casos. El riesgo de desarrollar secuelas a largo plazo en las víctimas es del 70% (5 a 10 veces más que en otro tipo de lesiones eléctricas).

La electricidad es el flujo de electrones a través de un conductor, siendo la tensión la fuerza que hace que los electrones fluyan, y la resistencia lo que impide el flujo de electrones. En general, la corriente eléctrica depende de parámetros intrínsecos a ella como son su voltaje (Voltios (V)), intensidad (Amperios), tipo de corriente (alterna o continua), recorrido del flujo de corriente, la duración del contacto, la resistencia en el punto de contacto (Ohmios), y la respuesta de los diferentes tejidos a su paso.

Las quemaduras eléctricas se clasifican en función del voltaje, en quemaduras de bajo voltaje (<1000 V) y quemaduras de alto voltaje (>1000 V). El mecanismo que provoca dichas

Fulguración por rayo: Un reto del pasado que se mantiene actual

quemaduras puede ser: contacto directo, arco voltaico, flash eléctrico (fogonazo) y fulguración por rayo (>1.000.000 V), este último con características diferenciales (Tabla 1).

El rayo es un impulso de corriente continua (unidireccional) de alta energía y polaridad generalmente negativa, que se genera cuando existe una diferencia de voltaje suficiente

(> 2 millones V) entre una nube y el suelo u otro objeto (Figura 1). La cantidad de corriente que se genera en un rayo es muy elevada, siendo su principal característica la duración de la exposición (10-100 msec) que determina las características de las lesiones. Esta corriente crea una onda de calor muy elevada (hasta 30000°C) que provoca una explosión

Tabla 1. Comparación entre diferentes tipos de lesiones eléctricas

	Fulguración	Alto voltaje	Bajo voltaje
Voltaje / Corriente	>1 millón V >200.000 A	> 1000 V / > 1000 A	< 600 V / < 240 A
Duración	Instantánea	Breve	Prolongada
Tipo corriente	Continua	Alterna o Continua	En general Alterna
Parada cardíaca (causa)	Asistolia	Fibrilación ventricular	Fibrilación Ventricular
Parada respiratoria (causa)	Lesión directa SNC	Indirecta por traumatismo o espasmo muscular	Contracción tetánica musculatura respiratoria
Quemaduras	Superficial e infrecuente	Profunda y frecuente	Normalmente superficial
Rabdomiolisis	Rara	Muy frecuente	Frecuente
Lesión traumática (causa)	Efecto explosivo	Caída o contracciones musculares	Caída (Infrecuente)

Fulguración por rayo: Un reto del pasado que se mantiene actual

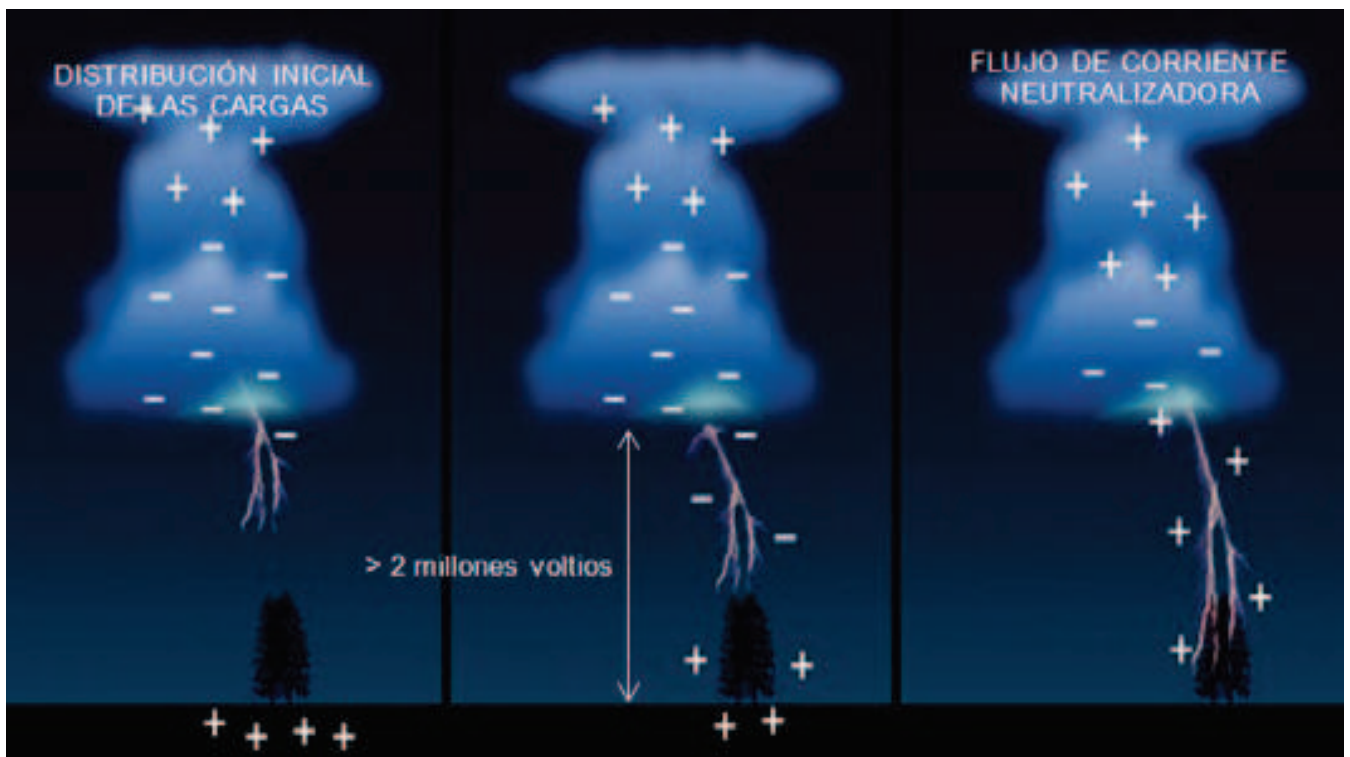


Figura 1. Mecanismo de generación de un rayo

termoacústica. El daño directo se produce al atravesar la energía los distintos tejidos o por conversión de la energía en térmica. El daño indirecto es el resultado de contracciones musculares intensas o por traumatismo mecánico.

Cuando el rayo alcanza el cuerpo humano, la barrera cutánea se rompe e inicialmente la corriente se trasmite internamente por zonas de menos resistencia, como son los nervios y vasos sanguíneos, causando cortocircuitos a diferentes niveles. Frecuentemente se produce

un fenómeno protector denominado *flashover* que consiste en el paso de la corriente por la superficie corporal vaporizando el sudor o la humedad, con efecto explosivo que despoja a la víctima de zapatos y ropa, y que impide la circulación interna de la corriente.

Aunque las lesiones que causa la fulguración son múltiples, es la vía de corriente interna lo que determina el número de órganos afectados, así como el tipo y gravedad de la lesión. Las lesiones más frecuentes son a nivel de:

1. Sistema cardiovascular: La fulguración por rayo es una descarga de corriente continua de alta intensidad en un instante que provoca una cardioversión similar a la que se administra con los desfibriladores, lo que se traduce en parada ventricular (asistolia) en la mayoría de los casos. Debido al automatismo del corazón, el ritmo cardíaco puede recuperarse espontáneamente a los pocos minutos pero, a menudo, persiste la parada respiratoria por afectación directa del centro respiratorio, lo que ocasiona una parada cardíaca secundaria a hipoxia.

Junto a esto se produce una liberación masiva de catecolaminas por un mecanismo descono-

cido, que provoca hipertensión, taquicardia, cambios reversibles en el ECG, y de forma muy infrecuente infarto de miocardio. Otras complicaciones a tener en cuenta son el edema agudo de pulmón y la contusión cardíaca secundaria a traumatismo.

2. Sistema nervioso: Las lesiones del sistema nervioso incluyen lesión cerebral, medular, sistema nervioso periférico y secuelas neuropsicológicas. Las lesiones más frecuentes son inmediatas y reversibles, consistiendo en pérdida de consciencia, confusión, amnesia anterógrada y cefalea. Junto con estas se producen lesiones permanentes secundarias a hipoxia cerebral por afectación del centro respiratorio, secundarias al paso de corriente o por traumatismo directos, que son hematomas epidurales/subdurales, hemorragias intracraneales o edema cerebral difuso, que pueden causar epilepsia a largo plazo.

La parálisis transitoria (*keraunoparálisis*) es la lesión característica a nivel del sistema nervioso periférico, y está causada por vasoespasmo o sobreestimulación del sistema nervioso autónomo, en ella las extremidades aparecen frías con livideces, azuladas y sin pulsos. Otra

manifestación de la descarga autonómica son pupilas midriáticas y arreactivas de forma transitoria, que en el paciente inconsciente pueden ser erróneamente indicativas de lesión cerebral grave o incluso muerte.

Las manifestaciones neuropsiquiátricas a largo plazo incluyen labilidad emocional, déficit de atención, irritabilidad, alteración del sueño e impotencia.

3. Lesiones cutáneas y quemaduras: La presencia de quemaduras es frecuente pero, a pesar de la energía que genera el rayo, su corta duración juega un papel protector, siendo profundas en sólo el 5% de las víctimas. Encontramos cuatro tipos de lesiones:

-Lesiones lineales, se producen por evaporación de sudor desde la superficie corporal (brazos y tórax).

-Lesiones punteadas, son pequeñas, múltiples, y en raras ocasiones requieren injertos.

-Marcas keraunograficas, también conocidas como marcas arborescentes o figuras de Lichtenberg (patognomónicas), causadas por extravasación transitoria de sangre en el tejido subcutáneo y no representan quemaduras térmicas, dermis y epidermis son nor-

males.

-Lesiones térmicas, en general por ignición de la ropa o por estar en contacto con objetos metálicos. La fulguración por rayo rara vez causa lesiones cutáneas extensas, y no requieren cuidados especiales.

4. Sistema respiratorio: no hay lesiones específicas a nivel de vía aérea o pulmones. La manifestación más frecuente es la parada respiratoria por afectación del centro respiratorio. También la contusión pulmonar en relación con traumatismo torácico asociado.

5. Oídos y ojos: en la mayoría de los casos de fulguración por rayo el acceso a órganos internos se realiza a través de los orificios craneales como oídos, ojos y boca, lo que resulta en un daño considerable.

Hasta un 50% de las víctimas presentan ruptura de la membrana timpánica y de forma temporal pérdida auditiva sensorial. También puede producirse ruptura de la cadena osicular, fractura de la base del cráneo y rotura del conducto auditivo externo.

La complicación ocular más frecuente de la lesión por rayo es la presencia de cataratas,

aunque no suelen presentarse en el momento agudo. Otras lesiones menos frecuentes incluyen quemaduras corneales, hipertensión intraocular, hemorragia intraocular, papiledema, trombosis, uveítis y fractura orbital.

6. Otras lesiones asociadas: en la mayoría de los casos son de tipo traumático, no siendo infrecuentes las fracturas. Rara vez nos encontramos con rhabdomiolisis por necrosis muscular, que puede ocasionar fracaso renal agudo. Además, es necesario tener presente la posible lesión de órganos intraabdominales, que en ocasiones se manifiestan de forma diferida al presentar la víctima ileo persistente.

El diagnóstico de la lesión por rayo puede ser difícil, por lo que es importante realizar una historia y exploración física detallada, prestando especial atención a los signos típicos. En cuanto al manejo se requiere la combinación de resucitación cardiopulmonar y tratamiento de las múltiples lesiones agudas en Unidades de quemados críticos.

Manejo prehospitalario

1. Maniobras de reanimación cardiopulmonar (RCP) agresivas y prolongadas. La mayoría de

las muertes por rayo se producen por parada cardiorrespiratoria, con recuperación del ritmo pero con persistencia de la hipoxia, por lo que la RCP se iniciará precozmente para evitar la hipoxia. Se aconseja que sea prolongada ya que los resultados obtenidos en víctimas de fulguración por rayo son mejores que los obtenidos en otras causas de parada cardiaca. No podemos olvidar que las pupilas no son valorables como guía para iniciar / detener RCP.

Con respecto al acceso a la víctima, en contra a la creencia popular, ponerse en contacto con la víctima de un rayo no plantea ninguna amenaza para el rescatador.

2. "Triaje inverso" de los heridos. Los pacientes alcanzados por un rayo pueden llegar a tener apnea aguda debida a la parálisis del centro respiratorio, y dilatación de las pupilas por disfunción autonómica, lo que las hace "aparentemente muertas", por ello los intentos más vigorosos de resucitación deben dirigirse a estas víctimas ya que son potencialmente recuperables. Aquellas víctimas con signos de recuperación de la consciencia o que tienen respiración espontánea es muy improbable su deterioro.

3. Inmovilización de la columna cervical para

el traslado.

Manejo hospitalario

1. No es precisa la resucitación agresiva con fluidos. Salvo en los casos donde el paciente presente quemaduras extensas o datos de rhabdomiolisis. Y si el paciente presenta hipotensión, al mismo tiempo que se inicia resucitación con líquidos, es necesario descartar sangrado secundario a traumatismo torácico y/o abdominal.
2. Realizar TAC craneal. Está indicado realizar TAC craneal y cervical en los casos que exista: rotura de tímpano, quemaduras en región craneal, deterioro del estado mental y cefalea persistente o confusión.
3. Realizar ECG en todos los pacientes. Monitorización electrocardiográfica durante 24 horas y determinación seriada de enzimas cardíacas en grupos de riesgo para detectar los casos con lesión cardíaca. Se aconseja la monitorización cuando exista: pérdida de conocimiento, parada cardíaca, alteraciones en el ECG, quemaduras o lesiones que pueden causar inestabilidad hemodinámica o alteraciones electro-líticas.
4. Evaluación de las lesiones ocultas, espe-

cialmente de la médula espinal. Se aconseja la realización de TAC tóraco-abdominal ante la mínima sospecha de traumatismo directo.

5. Valoración oftalmológica y otológica. En aquellos casos con rotura de la membrana timpánica se aconseja tratamiento conservador de perforaciones pequeñas.
6. Descartar síndrome compartimental en extremidades, aunque es infrecuente en la fulguración por rayo. Es necesario tener presente la aparición de keraunoparálisis, y el tratamiento en este caso debe ser expectante puesto que la mejoría suele ocurrir en unas horas, a diferencia de los otros tipos de quemaduras eléctricas. En los casos donde no se produzca mejoría o se demuestren presiones intracompartimentales elevadas, se podrá considerar la fasciotomía.
7. Evaluación psicológica y apoyo para prevenir la morbilidad posterior.

En resumen, se realizará triaje inverso a las víctimas y las maniobras de RCP serán prolongadas. Tras la estabilización inicial el riesgo inmediato son las arritmias cardíacas. Se realizarán estudios de imagen precozmente para descartar lesiones asociadas. Tener presente

descartar lesiones asociadas. Tener presente la keraunoparálisis en el manejo del síndrome compartimental. Una vez estabilizado al paciente es necesaria valoración otológica y oftalmológica, y la prevención de secuelas a largo plazo.

Más información en:

O'Keefe Gatewood M, Zane RD. Lightning injuries. *Emerg Med Clin North Am*. 2004;22:369-403.

Ritenour AE, Morton MJ, McManus JG, et al. Lightning injury: a review. *Burns*. 2008;34:585-94.

Jain S, Bandi V. Electrical and lightning injuries. *Crit Care Clin*. 1999;15:319-31.

Besteiro B. Fulguración por Rayo. En: Galeiras R, García J, López ME. Asistencia inmediata al paciente quemado crítico. A Coruña (España): Complejo Hospitalario Universitario A Coruña; 2011. p. 69-75.

Los autores de este artículo declaran no tener conflicto de intereses