

## CAPÍTULO XVIII

# Manejo de las quemaduras eléctricas

---

José Félix Patiño R. MD, FACS (Hon)  
Oficina de Recursos Educativos - FEPAFEM  
Departamento de Cirugía, Fundación Santa Fe de Bogotá.

### GENERALIDADES

La variada y compleja patología que produce la electricidad es diferente de la patología derivada de las quemaduras por llamas o por calor intenso.

La gravedad de las lesiones depende de tres factores principales:

- a. amperaje y voltaje de la fuente eléctrica;
- b. resistencia de los tejidos;
- c. duración de la exposición.

Las quemaduras eléctricas son *quemaduras no térmicas* causadas por un agente exógeno, la electricidad, capaz de producir daño de la dermis y, especialmente, de los tejidos profundos.

La fuente de energía eléctrica carece de energía térmica importante antes de su interacción con los tejidos, pero se transforma en energía térmica al interactuar con la materia biológica. Las quemaduras se deben a la generación de calor por la resistencia que ofrecen los diversos tejidos y órganos del cuerpo.

Las quemaduras eléctricas, aunque comparten características con las térmicas, exhiben notorias diferencias. Típicamente causan *efectos tardíos* y **lesiones profundas graves** que no corresponden a la apariencia relativamente

sana de la piel y los tejidos superficiales, los cuales pueden verse mínimamente afectados.

Además, la electricidad de por sí puede **lesionar órganos vitales** como el corazón o el cerebro, con o sin quemadura.

Se reconocen tres clases principales de lesión por electricidad:

- a. Lesión directa por la corriente eléctrica.
- b. Quemadura electrotérmica por arco eléctrico.
- c. Quemadura por llamas de la ignición de ropajes.

Como en otro tipo de quemaduras, cuando hay ignición de ropas se produce humo y gases tóxicos que pueden causar lesiones graves del tracto respiratorio por inhalación. La resistencia de los tejidos es variable, de acuerdo al **esquema siguiente**:

1. Hueso.
2. Grasa.
3. Tendon.
4. Piel (variable según humedad y espesor, callosidad, vascularidad limpieza).
5. Músculo.
6. Vasos sanguíneos.
7. Nervio.

En orden decreciente de resistencia, los tejidos se ordenan así:

**piel > hueso > grasa > nervio > músculo > sangre > líquidos corporales.**

El hueso es el tejido que presenta mayor resistencia y, por lo tanto, genera las máximas temperaturas. Por ello el fenómeno de las **desrucciones musculares y tisulares profundas**, con tejidos superficiales poco afectados, el cuadro que es tan característico de las quemaduras eléctricas.

La humedad, por sudoración o por agua, reduce la resistencia de la piel, lo cual explica las muertes por electrocución que suceden en la tina o en la ducha.

El efecto directo de la corriente generalmente aparece en forma progresiva con el paso de los días y en gran parte se debe a la **lesión del endotelio** de arterias, venas y linfáticos.

Existen otros mecanismos de importancia, tales como el realineamiento de las fibras de colágeno que puede resultar en la formación tardía de **cataratas**, o el de **interferencia con la actividad eléctrica** de órganos que poseen sistemas especializados de **conducción neurológica** tales como el corazón y el sistema nervioso.

La lesión muscular es similar a una por aplastamiento, con la aparición de mioglobulinuria, hiperkalemia y falla renal aguda.

El **edema** y la **isquemia** progresiva de las extremidades son secundarias a las trombosis vasculares, al impedimento al drenaje linfático y a la consiguiente acumulación masiva de líquido en los compartimientos limitados por las fascias musculares; este mecanismo da lugar a graves **síndromes de compartimiento cerrado**.

La **quemadura por arco eléctrico** resulta del salto de la electricidad entre dos superficies cargadas, especialmente en áreas de flexión tales como la muñeca, el codo, axila o fosa poplítea.

La **incandescencia de las vestimentas** añade lesiones secundarias térmicas por llamas y lesiones del tracto respiratorio por inhalación de humo y gases.

El contacto con cables de alta tensión resulta en caídas con **fracturas y trauma múltiple asociado** (craneoencefálico, torácico, abdominal, pélvico).

Una vez que la corriente penetra al cuerpo, su curso dentro del mismo es variable y tal curso determina la posibilidad de sobrevida inmediata.

Las **lesiones cardíacas** (arritmias, fibrilación ventricular, paro) ocurren con mayor frecuencia cuando el punto de entrada es una mano y el punto de salida es la otra mano; las **lesiones de órganos y vísceras internas**, cuando los puntos de entrada y salida están ubicados en el tronco; las lesiones del **sistema nervioso central** cuando el punto de entrada está en la cabeza.

El **daño renal**, que es una *necrosis tubular aguda*, puede ocurrir como resultado de lesión directa o, más frecuentemente, de la mioglobulinuria masiva proveniente de grandes desrucciones musculares y de glóbulos rojos.

El choque eléctrico puede producir muerte inmediata por **fibrilación ventricular o por parálisis respiratoria**. La fibrilación ventricular es la causa de muerte más frecuente en lesiones de bajo voltaje, mientras que en las de alto voltaje generalmente es la parálisis del centro respiratorio.

La muerte por parálisis respiratoria es la causa más frecuente de muerte en personas que sufren el choque eléctrico de un rayo.

A diferencia de lo que ocurre en las quemaduras térmicas, *la extensión de la quemadura de la piel no es el factor determinante de los volúmenes de reemplazo de líquidos*. Los factores son los cambios en el hematocrito y en los parámetros de volumen plasmático, así como la respuesta fisiológica a los líquidos parenterales administrados. En realidad el *tratamiento de las lesiones eléctricas depende del grado de la destrucción muscular y de tejido nervioso más que de ningún otro factor*.

La **fasciotomía** o la **escarotomía** tempranas pueden constituir elementos de protección definitiva en casos de síndrome de compartimiento cerrado, y lograr el salvamento de tejidos al impedir la necrosis isquémica. Por ello en presencia de destrucciones masivas la demora en la desbridación adecuada resulta desastrosa.

Las **complicaciones principales** de las quemaduras eléctricas son:

- a. Paro cardíaco.
- b. Parálisis respiratoria.
- c. Insuficiencia renal.
- d. Lesiones neurológicas (sistema nervioso central y nervios periféricos).
- e. Infección y septicemia.
- f. Esfacles secundarios.
- g. Hemorragia secundaria.
- h. Cataratas.

La presencia de **mioglobina en la orina** es indicativa de severo daño de la musculatura profunda. Para evitar la necrosis tubular aguda por precipitación de estos hemocromógenos en los túbulos renales se debe mantener una diuresis profusa, de 100-150 ml/hora en el adulto y de 1.5-2 ml/hora en el niño.

## PROTOCOLO DE MANEJO

- a. La **separación de la fuente eléctrica** es la maniobra obvia inicial, mediante la interrupción de la corriente eléctrica y la separación del paciente por medio de elementos **no conductivos**, tales como madera, materiales plásticos o sintéticos, ropas secas, un cinturón de cuero, etc.
- b. La **resucitación cardiorespiratoria inmediata** por medio de respiración boca a boca y masaje cardíaco cerrado puede salvar la vida de una persona que haya sido alcanzada por un rayo o que haya sufrido un choque eléctrico de bajo o alto voltaje.
- c. Las medidas generales de **reanimación y soporte** incluyen la administración de líquidos parenterales para restaurar volumen circulatorio, estabilidad hemodinámica y diuresis adecuada. Se prefiere el lactato de Ringer.
- d. El **examen clínico** cuidadoso y sistemático permite definir el estado de la vía aérea, de la capacidad respiratoria, el funcionamiento cardíaco, el estado neurológico, la gravedad y extensión de las quemaduras superficiales (puntos de entrada y de salida), la estimación de las lesiones profundas y la presencia de fracturas y de otras lesiones asociadas.
- e. La **historia**, con datos que suministre el paciente o los testigos del accidente, permite hacer estimativos de gravedad y de pronóstico. Los datos pertinentes al tipo de la corriente, al tiempo de exposición, a las caídas de alturas, deben quedar consignados en la historia clínica.
- f. **ECG** inicial y trazados secuenciales para determinar lesión cardíaca, especialmente cuando la corriente ha pasado a través del tórax; vigilar de cerca las **enzimas cardíacas**, aunque es necesario tener en cuenta que la CPK-MB puede estar elevada inmediatamente después de un choque eléctrico sin que necesariamente exista lesión del miocardio.

- g. **Radiografías** de tórax, de columna cervical, lumbosacra y de huesos, cuando el paciente ha sufrido caída de postes, etc., para establecer la presencia de fracturas asociadas.
- h. La **TAC** está indicada cuando se sospecha lesión cerebral. Las imágenes por TAC y resonancia magnética son útiles en la valoración del daño tisular profundo.
- i. **Pruebas de laboratorio**, incluyendo cuadro hemático, electrolitos, nitrógeno uréico sanguíneo (BUN), creatinina, glicemia, proteinemia (y albuminemia), enzimas hepáticas y cardíacas, pruebas para transfusión, orina para cuantificación de cromógenos, albuminaria y sedimento, gases sanguíneos.
- j. La **profilaxis antitetánica** está indicada en quemaduras severas.
- k. Si hay **hemoglobinuria**, monitorizar el pH sanguíneo y administrar bicarbonato de sodio para alcalinizar la orina y mantener el pH del plasma en niveles  $>7.35$ , al tiempo que se administran líquidos abundantes para sostener una diuresis de 100-150 ml/hora en el adulto.
- l. El **tratamiento inicial de las lesiones** debe ser conservador bajo meticolosa observación, por cuanto la magnitud del daño sólo se hace aparente a los 5-10 días.
- m. Los antibióticos tópicos son de menor utilidad en las quemaduras eléctricas. La **penicilina profiláctica** por vía sistémica para prevenir la infección estreptocócica y clostridiana de los tejidos necróticos profundos está indicada en choques de alto voltaje.
- n. La necesidad de hacer **fasciotomía** se establece según los niveles de la presión tisular en los compartimientos afectados.
- El nivel de la presión se determina con un simple manómetro de solución salina.
- o. **Estudios con radionúclidos** (xenón 133, pirofosfatos o con tecnecio-99) para establecer la presencia de áreas de necrosis tisular; pueden ser de ayuda en la definición de la magnitud de la desbridación quirúrgica o de una amputación.
- p. La **arteriografía** puede ser de utilidad en cuanto a determinar el grado de isquemia cuando se contempla una amputación mayor, así como a decidir sobre el nivel de la amputación.
- q. Similar utilidad puede tener el uso de la **fluoresceína** por vía I.V. en dosis de 15-20 mg/kg, inyectada lentamente en un período no menor de 5 minutos, en el curso de una intervención quirúrgica mayor. La distribución e intensidad de la tinción tisular son parámetros de viabilidad.
- r. La **desbridación** de los tejidos desvitalizados constituye la clave del manejo quirúrgico. El manejo de la herida por quemadura eléctrica no es diferente del manejo de la quemadura por llama, pero teniendo en cuenta que la desbridación inicial debe ser seguida, a las 24-48 horas, por una segunda desbridación, por cuanto la magnitud de la necrosis puede ser superior a la que inicialmente se estimó.

### LECTURAS RECOMENDADAS

1. Jain S, Bandi V. Electrical and lightning injuries. Crit Care Clin 1999;15:319-31.
2. Koumbourlis AC. Electrical injuries. Crit Care Med 2002; 30(11 Suppl):S424-30.
3. Lee RC. Injury by electrical forces: pathophysiology, manifestations, and therapy. Curr Probl Surg. 1997; 34:677-764.