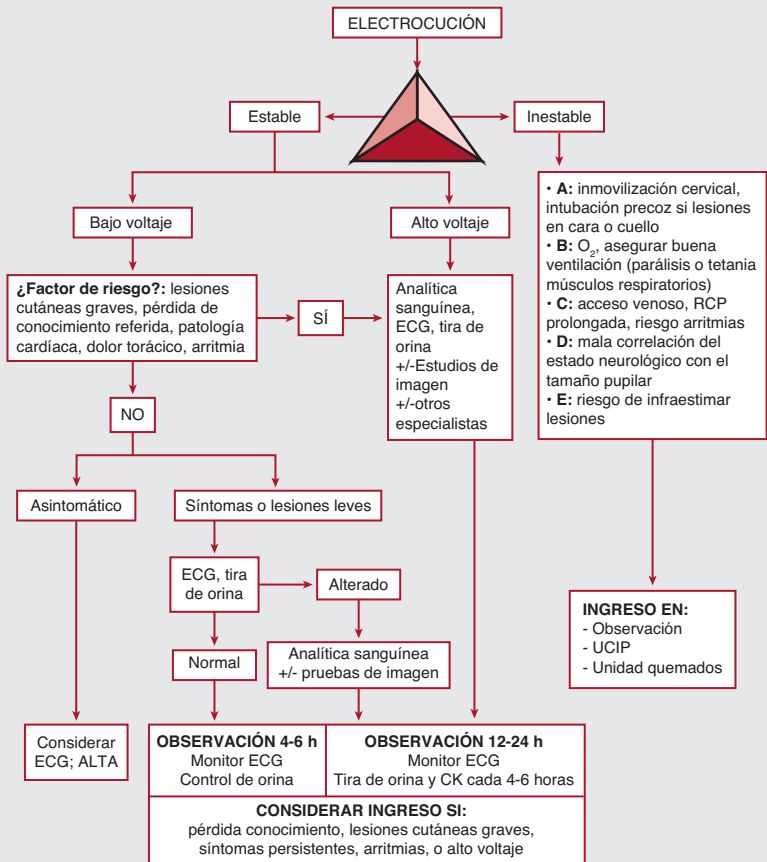


## 2.8 Electrocuación

R. Martínez Mas



## OBJETIVOS

- Identificar el nivel de gravedad de un accidente eléctrico.
- Conocer el tipo de lesiones que se producen en los casos de electrocución.
- Con base a estos datos, establecer una sistemática de manejo de dichos pacientes.

## CONCEPTOS IMPORTANTES

- **Electrocución o traumatismo eléctrico:** daño que se produce cuando el organismo entra a formar parte de una corriente eléctrica. Motivo de consulta poco frecuente, pero que puede conllevar lesiones graves y alta morbimortalidad.
- Mecanismos de lesión por electrocución:
  - **Eléctrico:** efecto directo de la corriente eléctrica sobre los tejidos; por ejemplo, arritmias.
  - **Térmico:** conversión de energía eléctrica en energía térmica; por ejemplo, quemaduras.
  - **Mecánico:** daño por onda expansiva tras el impacto de un rayo, contracción muscular producida por la corriente, traumatismo por caída tras la electrocución, etc.
- Características de una corriente eléctrica
 

Permiten estimar la gravedad de la electrocución y el tipo de lesiones esperables:

  - **Tipo de flujo:**
    - ◊ Corriente alterna (AC): el flujo de electrones cambia de sentido de forma cíclica. La frecuencia a la que cambian de sentido se mide en Hercios (Hz). Se encuentra presente en las instalaciones eléctricas domiciliarias, fábricas e instalaciones temporales (ferias). La frecuencia de la corriente alterna habitual en los domicilios es de 60 Hz.
    - ◊ Corriente continua o directa (DC): el flujo de electrones siempre discurre en el mismo sentido; por ejemplo, los aparatos que funcionan con pilas, catenaria del tren, batería del coche, rayo.
  - **Intensidad (I):** volumen de los electrodos que pasan por segundo a través de un medio determinado, se mide en amperios (A), la corriente doméstica oscila entre 1-10 mA.
  - **Voltaje (V):** fuerza que mueve los electrones a través de la diferencia de potencial entre dos puntos, se mide en voltios (V).
  - **Resistencia (R):** dificultad de los electrones para fluir a través de un medio. Se mide en ohms ( $\Omega$ ).

## ESTIMACIÓN DE LA GRAVEDAD

- **A RECOGER EN LA ANAMNESIS**
  - **Intensidad:** aunque es de los factores más determinantes, no se suele disponer de su valor. A mayor intensidad, mayor grado de lesión. La intensidad es directamente proporcional al voltaje e inversamente proporcional a la resistencia.

- **Voltaje:** la única variable que se conoce en muchas ocasiones. Clasifica la electrocución en: de bajo o alto voltaje, se relaciona con diferentes tipos de lesiones (v. **tabla 2.8-1**).

◊ **Bajo voltaje (< 1000 V):** son las más frecuentes, especialmente en lactantes y niños pequeños. De gravedad variable. Ejemplos: domicilios (110-220 V), instalaciones de fábricas, catenaria del tren, instalaciones temporales, aparatos domésticos, etc.

**Tabla 2.8-1. Diferencias entre los tipos de electrocución**

	Rayo	Alto voltaje	Bajo voltaje
Voltaje	> 30 x 10 <sup>6</sup> V	> 1000 V	< 1000 V
Tiempo de exposición	Instantáneo	Corto	Prolongado
Corriente	DC	DC/AC	Sobre todo, AC
Mecanismo lesional	Eléctrico +++ Térmico + Mecánico +++	Eléctrico ++ Térmico +++ Mecánico ++	Eléctrico + Térmico ++ Mecánico +
Arritmia más frecuente	Asistolia	FV	FV
Causa paro respiratorio	Lesión centro respiratorio	Traumatismo, parálisis/tetania músculos respiratorios	Parálisis/tetania músculos respiratorios
Contracción muscular	Única	Ambas	Tetania
Quemaduras	Raras, superficiales	Frecuentes, profundas	Habitualmente superficiales, si las hubiera
Rabdomiolisis	Raro	Muy común	Común
Causa de los traumatismos asociados	Onda expansiva	Caída o contracción muscular única	Caída o tetania muscular repetida (poco frecuente)
Mortalidad	Muy altas	Moderada	Baja
Instalaciones	–	Líneas de alta tensión	Doméstica Catenaria tren (DC) Fábricas Instalaciones temporales

- ◊ **Alto voltaje (> 1000 V):** son más habituales en adolescentes. Presentan una elevada morbilidad. Ejemplos: líneas/postes de alta tensión.
- ◊ **Lesión por rayo:** se produce un contacto breve (< 0,1 s) con una corriente continua con voltaje > 10 millones de voltios. Además del daño eléctrico, el cambio de temperatura tan elevado provoca una potente onda expansiva que genera un intenso daño mecánico. Dado el corto tiempo de exposición suele producir poca lesión térmica.
- **Tipo de corriente:**
  - ◊ **Continua:** el contacto genera un solo espasmo muscular que desplaza a la víctima hacia atrás, lo que implica menos tiempo de exposición, pero más riesgo de lesiones mecánicas.
  - ◊ **Alterna:** el contacto produce una estimulación muscular repetida, que favorece un mayor tiempo de exposición y puede producir tetania.
- **Resistencia:** cuanto mayor es la resistencia, mayor es la conversión a energía térmica, lo cual produce lesiones más localizadas. A menor resistencia, mayor conducción de corriente y mayor riesgo de lesiones internas. La resistencia depende de:
  - ◊ **Tejidos afectos:** los que tengan mayor cantidad de agua y electrólitos son menos resistentes. Hueso > Grasa > Tendones > Piel > Músculo > Vasos > Nervios.
  - ◊ **Presión aplicada:** a mayor presión, menor resistencia.
  - ◊ **Humedad:** la piel húmeda tiene una resistencia 40 veces menor.
- **Trayecto** que ha seguido la corriente eléctrica.
- **Tiempo de exposición.**
- **Síntomas posteriores:** pérdida de conocimiento, dolor torácico, traumatismos, alteraciones de la fuerza y la sensibilidad.
- **A REGISTRAR EN LA EXPLORACIÓN GENERAL**
  - **Constantes:** se debe prestar especial atención al ritmo cardíaco. Monitorizar ECG, FC, FR, PA, SatO<sub>2</sub>, T<sup>a</sup>.
  - **Exploración física:** deber repetirse en el tiempo, dada la posibilidad de una aparición tardía de las lesiones. Se debe considerar al paciente como un politraumatizado (ver **cap. 2.11 Politraumatismo**), especialmente en lesiones por alto voltaje, rayo o cuando haya historia de traumatismo posterior.
    - ◊ **Respiratorio:** vía aérea, ventilación y esfuerzo respiratorio.
      - o Puede haber insuficiencia respiratoria por afectación del centro respiratorio o por tetania de la musculatura respiratoria.
      - o Raramente hay presencia de lesión pulmonar directa por efecto de la corriente eléctrica, pero existen casos de edema pulmonar no cardiogénico o SDRA, especialmente en lesiones por alto voltaje.
    - ◊ **Cardiovascular:** FC, ritmo, pulsos, perfusión en los cuatro miembros.
      - o Arritmias (15 %). Es la principal causa de muerte y puede aparecer al inicio o hasta 12 horas después. Entre las arritmias graves, la fibrilación ventricular es más frecuente en electrocuciones por corriente alterna y la asistolia en electrocuciones debidas a rayo y corriente continua. Otras: bloqueos, arritmias auriculares, cambios en el segmento ST y la onda T.
      - o Lesión vascular: por síndrome compartimental o por coagulación eléctrica en pequeños vasos. Las lesiones por rayo pueden generar la rotura de grandes vasos. Menos frecuentes: aneurismas, roturas y trombosis arteriales tardías.
      - o Otros: lesión miocárdica por contusión (más frecuente) o lesión térmica; espasmos coronarios manifestados como isquemia miocárdica.

**◇ Neurológico:**

- o SNC: pérdida de conocimiento, convulsiones, debilidad, parálisis, disfunción autonómica (alteración del reflejo pupilar). En lesiones por rayo, puede haber edema cerebral, encefalopatía hipóxica y rotura medular.
- o SNP: lesiones frecuentes; pueden tener distribución parcheada y sin correspondencia entre los hallazgos sensitivos y los motores.
- o Keraunoparálisis: fenómeno típico de las lesiones por rayo. Parálisis temporal de un miembro (habitualmente inferior) secundaria a espasmo vascular. Miembro azulado, moteado y con ausencia de pulsos. Habitualmente presenta una resolución espontánea en horas, aunque puede ser permanente.

**◇ Cutáneo:** quemaduras térmicas que pueden llegar a ser muy profundas. Suelen encontrarse en las zonas de entrada y salida de la corriente eléctrica. Los hallazgos cutáneos suelen infraestimar el grado de afectación interna. Lesiones específicas:

- o Quemaduras en flexuras o «*kissing burns*»: producidas por la entrada y la salida de la corriente a través de la piel en superficies flexoras (hueco poplíteo, axilas, codo, etc.).
- o Quemaduras en la boca: muy frecuente en lactantes. Producen edema (que puede llegar a comprometer la vía aérea) y quemaduras profundas.
- o Quemaduras por rayo: suelen ser superficiales por el poco tiempo de exposición. Las lesiones de Lichtenberg son lesiones hipocrómicas con entramado violáceo (con aspecto de pluma), patognomónicas de lesión por rayo. Desaparecen en 24-36 horas.

**◇ Renal:**

- o Daño renal agudo prerrenal (sangrado, tercer espacio) o por rhabdomiolisis. El riesgo aparece con valores de CK > 5000 U/L.
- o Trastornos hidroelectrolíticos: hiperpotasemia por la destrucción tisular.

**◇ Musculoesquelético:**

- o Fracturas y luxaciones por las contracciones musculares, traumatismo secundario o por la onda expansiva (lesiones por rayo).
- o Lesiones térmicas internas que pueden desencadenar un síndrome compartimental.

---

**PRUEBAS COMPLEMENTARIAS**

---

**• Electrocuición por alto voltaje:**

- ECG y monitorización cardíaca.
- Análisis de orina para la detección de mioglobinuria.
- Análítica sanguínea: hemograma, gasometría, ionograma (especial atención a K y Ca), función renal y hepática, CK, LDH y coagulación. CK-MB/troponinas si el trayecto incluye el corazón o se sospecha lesión cardíaca (aunque no hay una clara correlación entre el valor de las enzimas cardíacas y el daño miocárdico).

**• Electrocuición por bajo voltaje:**

- Con factores de riesgo (lesiones cutáneas graves, pérdida de conocimiento referida, patología cardíaca previa, dolor torácico y arritmia): mismas pruebas que para electrocuición por alto voltaje.
- Sin factores de riesgo: ECG y análisis de orina si existen síntomas o lesiones leves.

- **Pruebas de imagen:** individualizar en función de la sospecha clínica.
- **Valoración conjunta con otros especialistas:** en función de las lesiones (cirugía plástica, traumatología, cardiología, cirugía general, etc.).

## TRATAMIENTOS

- **Paciente inestable:**
  - **Estabilización cardiorrespiratoria:** evaluación ABCDE con especial hincapié en la monitorización cardíaca. Valoración como paciente quemado y politraumatizado. Es importante tener ciertas peculiaridades en cuenta:
    - ◊ Inmovilización cervical. Considerar la intubación precoz si existen lesiones en la cara y el cuello. Considerar vía aérea difícil.
    - ◊ Asegurar una buena ventilación y oxigenación. Riesgo de parálisis/tetania de la musculatura respiratoria.
    - ◊ La RCP debe ser prolongada, ya que en muchas ocasiones se produce una recuperación espontánea a ritmo sinusal tras el período de arritmia.
    - ◊ La reactividad pupilar puede estar alterada por una disfunción autonómica o lesión del nervio óptico, por lo que no debe usarse como motivo para detener la RCP.
    - ◊ Recordar secar al paciente en el caso de que precise desfibrilación.
  - **Tratamiento de las arritmias** (v. **cap. correspondiente**).
  - **Fluidoterapia:** riesgo de hipovolemia por sangrado o por tercer espacio (quemados).
    - ◊ La fórmula de Parkland para el cálculo de la reposición de líquidos en pacientes quemados puede infraestimar la verdadera extensión de las lesiones.
    - ◊ Evitar perfusiones que contengan potasio.
    - ◊ Objetivo: ritmo diurético de 1,5-2 mL/kg/hora.
  - **Analgesia:** en quemaduras extensas puede ser necesario el uso de opioides.
  - **En caso de rabdomiolisis que requiera tratamiento:** hidratar y valorar la administración de furosemida, manitol o alcalinizar la orina.
  - **Tratamiento de los trastornos hidroelectrolíticos** si es preciso.
  - **Tratamiento de las quemaduras** (v. **cap. 5.8 Quemaduras**).
  - **Profilaxis antitetánica** si es necesario (v. **cap. correspondiente**).
  - **Profilaxis de úlceras de estrés:** si las quemaduras son extensas y/o dieta absoluta. Ranitidina 1 mg/kg/8h IV (máx. 50 mg/dosis) u omeprazol 1 mg/kg/12-24 h IV (máx. 80 mg/día).
- **Paciente estable:**
  - **Alto voltaje y bajo voltaje con factores de riesgo:** observación 12-24 horas con monitorización ECG y controles de orina y CK cada 4-6 horas. Control del dolor y tratamiento de las quemaduras. Valorar la necesidad de profilaxis antitetánica. Valorar el ingreso de pacientes con lesiones graves, síntomas persistentes, presencia de arritmias en el ECG, historia de pérdida de conocimiento o electrocuciones de alto voltaje.
  - **Bajo voltaje sin criterios de riesgo:** pueden ser manejados de manera ambulatoria con tratamiento sintomático. Los pacientes con síntomas leves y un ECG y análisis de orina normales pueden ser manejados en domicilio si luego de un período de observación de 4-6 horas no se objetivan cambios en el ECG ni en la orina.

### RECUERDE QUE...

- Un paciente que ha sufrido una electrocución debe ser valorado como un politraumatizado.
- Es importante recoger información sobre las características de la fuente eléctrica, así como el tiempo, los tejidos en contacto, el trayecto y la presencia de humedad o ausencia de esta.
- Si es necesaria la RCP, debe ser prolongada por la posibilidad de resolución espontánea de las arritmias cardíacas.
- Los hallazgos cutáneos pueden infraestimar la verdadera extensión de las lesiones tisulares internas.

### BIBLIOGRAFÍA

- Arnoldo B, Klein M, Gibran NS. Practice guidelines for the management of electrical injuries. *J Burn Care Res.* 2006;27(4):439-47.
- Bailey B, Gaudreault P, Thivierge RL. Cardiac monitoring of high-risk patients after an electrical injury: a prospective multicentre study. *Emerg Med J.* 2007;24(5):348-52.
- Fernández Fernández S, Pinto Fuentes I, Calvo Rey C, et al. Electrocuación y lesiones por inhalación. En: Lopez-Herce Cid J, Calvo Rey C, Rey Galán C, et al. *Manual de Cuidados Intensivos Pediátricos.* 4ª ed. Madrid: Publimed, 2013; p. 582-5.
- Glanstein MM, Ayalon I, Miller ED, et al. Pediatric electrical burn injuries. Experience of a large tertiary care hospital and a Review of electrical injury. *Pediatr Emer Care.* 2013;29:737-40.
- Pinto SD, Clardy FP. Environmental and weapon-related electrical injuries. [Internet]. Post TW, ed. UpToDate. Waltham, MA: UpToDate Inc. (citado el 18 de julio de 2017). Disponible en: <http://www.uptodate.com>.
- Roberts S, Meltzer JA. An evidence-based approach to electrical injuries in children. *Pediatr Emerg Med Pract.* 2013;10(9):1-16.
- Searle J, Slagman A, Maaß W, et al. Cardiac monitoring in patients with electrical injuries-an analysis of 268 patients at the Charité hospital. *Dtsch Arztebl Int.* 2013;110(50):847-53.
- Seeyave DM, Brown KM. Environmental emergencies, Radiological Emergencies, Bites and Stings. En: Shaw KN, Bachur RG. *Fleisher & Ludwig's Textbook of Pediatric Emergency Medicine.* 7ª ed. Philadelphia: Wolters Kluwer; 2016; p. 733-7.
- Truhláf A, Deakin CD, Soar J, et al. European Resuscitation Council Guidelines for Resuscitation 2015: Section 4. Cardiac arrest in special circumstances. *Resuscitation.* 2015;95:148-201.