

TRAUMA ELÉCTRICO

Autor: Huníades Urbina-Medina, MD, PhD

ÍNDICE

1. Introducción
2. Epidemiología
3. Definiciones
4. Etiología
5. Fisiopatología
6. Clínica
7. Tratamiento
8. Secuelas
9. Pronóstico
10. Referencias

1-INTRODUCCIÓN.

La electricidad puede provocar lesiones resultantes de los efectos directos de la corriente en el organismo y de la transformación de la energía eléctrica en energía térmica al atravesar los tejidos. La gravedad de las lesiones puede ser muy variable, oscilando de una sensación desagradable hasta la muerte súbita por electrocución.

Las principales fuentes de electricidad que habitualmente causan lesiones son: la electricidad doméstica con corrientes de bajo voltaje [110-220 voltios (v)], la electricidad industrial con corrientes de alto voltaje superiores a 1000 v y la atmosférica por medio del rayo.

El trauma eléctrico generalmente resulta del contacto con cables eléctricamente activos o rayos. Así se habla de 2 tipos de trauma eléctrico: **lesiones de bajo voltaje**, que proviene de fuentes de

menos de 1000 v, y **lesiones de alto voltaje** provenientes de fuentes de más de 1000 v. También hablamos de corriente continua cuando la misma viaja en una sola dirección o de corriente alterna, que es aquella que resulta de la dirección cambiante del flujo eléctrico (1,2).

2-EPIDEMIOLOGÍA

La mayoría de los accidentes que implican electricidad son laborales, con edades comprendidas entre los 15 y los 40 años siendo más frecuentes en varones. En los domicilios son frecuentes los accidentes infantiles (especialmente en los niños las quemaduras periorales) y en el caso de los adultos las lesiones se producen durante la manipulación de electrodomésticos, calentadores eléctricos y secadores en el baño.

El rayo es la segunda causa de muerte relacionada al clima después de las inundaciones. Su incidencia se estima en 0.09-0.12/100000 personas. Su pico de incidencia se da durante los meses de verano alrededor del mundo, la mayoría de estos accidentes ocurren en exteriores. Los hombres poseen mayor riesgo que las mujeres encontrándose una relación de 5:1.4 La edad más frecuente de ocurrencia de estos eventos es la década de los 30 años. Las descargas atmosféricas son tres veces más frecuentes en hombres que en mujeres, lo cual refleja pautas de trabajo con distintos riesgos de exposición al rayo (3)

Los rayos son fenómenos atmosféricos naturales que pueden originar descargas de hasta 100.000.000 v, con una energía de hasta 200.000 amperios. Es corriente directa, y puede producir asistolia incluso con mínimas quemaduras superficiales, siendo raro la mioglobinuria y la hemoglobinuria. Los accidentes por rayo implican generalmente a más de una víctima ya que la corriente puede saltar de un individuo a otro o, incluso a través de la tierra alcanzar a un grupo de personas que se hayan refugiado de una tormenta (2,3).

Los efectos más corrientes observados en víctimas de electrización iatrogénica son las quemaduras resultantes del contacto con superficies metálicas como escalpelos eléctricos. La magnitud de las corrientes de fuga aceptables en dispositivos electromédicos varía de un dispositivo a otro. Es de suma importancia observar las especificaciones de los fabricantes y las recomendaciones de empleo. El número de electrocuciones desciende poco a poco, en términos

absolutos y, lo que resulta más llamativo, en función del consumo total de electricidad. Aproximadamente la mitad de los accidentes eléctricos tiene un origen profesional, mientras que la otra mitad ocurre en casa y en actividades de ocio (3).

3- DEFINICIONES

Denominamos **electrocución** a la muerte real o aparente producida por una descarga eléctrica, mientras que **fulguración** se refiere cuando dicha muerte es causada por la electricidad atmosférica (1). De los individuos (vivos o fallecidos) que han experimentado descargas eléctricas se dice que han sufrido electrización; el término electrocución debe reservarse para casos seguidos de muerte (2).

Por último, podemos definir al **choque eléctrico** como el efecto fisiopatológico resultante del paso directo o indirecto de una corriente eléctrica externa a través del cuerpo. Comprende tanto contactos directos e indirectos y corrientes unipolares y bipolares.

4-ETIOLOGÍA

El agente causante de electrocución es la electricidad industrial y según sus características se divide en las siguientes variedades:

1. Por su tensión:

- Baja Tensión (110-220 v), es la utilizada para iluminación y aparatos domésticos.
- Media Tensión (500-800 v), se utiliza en la industria.
- Alta Tensión (800-5.000 v), utilizada en los ferrocarriles.

2. Por el sentido de los electrones:

- Continua, el sentido es siempre el mismo.
- Alterna, oscilan los electrones de sentido según un ciclo. Un determinado número de ciclos por segundo crean una frecuencia.

3. Por su frecuencia:

- Baja frecuencia
- Alta frecuencia

La corriente alterna tiene unos 25 a 50 ciclos/seg. Si la frecuencia se aparta de estos límites la peligrosidad disminuye considerablemente.

4. Por su periodo:

- Corriente bifásica.
- Corriente trifásica.
- Corriente polifásica.

Las diversas causas de electrocución pueden ser:

- Suicida.
- Homicida.
- Accidental.
- Judicial o suplicio (pena de muerte, silla eléctrica) (4).

5-FISIOPATOLOGÍA

Los especialistas en electricidad dividen los contactos eléctricos en dos grupos: directos, que implican el contacto con componentes activos, e indirectos, en los que los contactos tienen derivación a tierra. Los organismos vivos son conductores eléctricos. La electrización tiene lugar cuando hay una diferencia de potencial entre dos puntos del organismo. Es importante subrayar que el peligro de accidentes eléctricos no surge del mero contacto con un conductor activo, sino del contacto simultáneo con un conductor activo y otro cuerpo a potencial diferente (3,5).

Existen diferentes parámetros que determinan la extensión y la gravedad de las lesiones. Entre estos factores se encuentran el tipo de corriente (continua o alterna), la resistencia de los tejidos, la duración del contacto, el amperaje y el voltaje, y los factores ambientales (lluvia, humedad). Entre todos ellos, parece ser que el amperaje, como unidad de corriente eléctrica, se relaciona más estrechamente con el daño tisular y la mortalidad que el voltaje. Las lesiones por bajo voltaje suelen ser usualmente más mortales que las lesiones por alto voltaje. Con fuentes mayores a los 300 v, la corriente puede ser transmitida en forma de arco causada por la formación de plasma conductivo entre la fuente y el suelo, la onda de choque del arco por alto voltaje suele arrojar a la víctima lejos de la fuente, limitando así el tiempo del contacto, las lesiones por bajo voltaje pueden estimular la contracción muscular causando un agarre involuntario a la fuente que prolonga el contacto con la corriente eléctrica y que sustancialmente aumenta el grado de la lesión. Este fenómeno también se ha observado con la corriente alterna, debido a la inversión constante de electrones en un mismo punto que ocasiona una contracción repetida de los músculos (espasmo tetánico) que no permite desprenderse de la fuente de electricidad. Por esta

razón, se ha objetivado que para voltajes bajos, esta corriente es tres veces más peligrosa que la continua (5,6).

Los tejidos y órganos que recorre la corriente pueden experimentar una excitación funcional motora que en algunos casos es irreversible, o bien sufrir lesión temporal o permanente, en general a consecuencia de quemaduras. El grado de estas lesiones está en función de la energía liberada o de la cantidad de electricidad que atraviesa los tejidos. Así pues, el tiempo de paso de la corriente eléctrica es crítico para determinar la gravedad de la lesión. Cada uno de los parámetros eléctricos (corriente, tensión, resistencia, tiempo, frecuencia) y la forma de onda son determinantes importantes de las posibles lesiones, por sí mismos y en virtud de su interacción (7).

La intensidad de corriente durante la electrización se desconoce, puesto que está en función de la resistencia del tejido en el momento del contacto ($I = V/R$), pero por lo general es perceptible a niveles que rondan 1 mA. A corrientes relativamente bajas la persona puede sufrir contracciones musculares que le impidan apartarse de un objeto activado. El umbral de esta corriente está en función de la capacidad, del área de contacto, de la presión de contacto y de variaciones individuales. En la práctica, todos los hombres y casi todas las mujeres y niños pueden apartarse de corrientes de hasta de 6 mA. Con 10 mA, se ha observado que el 98,5 % de los hombres, el 60 % de mujeres y el 7,5 % de los niños se aparta. Con 20 mA sólo el 7,5 % de los hombres y ninguna mujer o niño se sueltan; y la cifra se reduce a cero en todos los casos con 30 mA o más.

Corrientes de unos 25 mA pueden provocar la tetanización del diafragma, el músculo respiratorio más potente. Si el contacto se mantiene durante tres minutos, sobreviene también la parada cardíaca (3,7).

Hay peligro de fibrilación ventricular a niveles situados en torno a 45 mA, con una probabilidad en adultos del 5 % tras un contacto de 5 segundos. Las quemaduras debidas a una sacudida eléctrica de alta tensión van asociadas a muchas complicaciones, que sólo son predecibles en algunos casos. Por consiguiente, las víctimas de estos accidentes han de ser atendidas por especialistas bien informados. La liberación de calor tiene lugar sobre todo en los músculos y en los haces neurovasculares. La pérdida de plasma que sigue al daño en el tejido origina shock, en algunos casos rápido e intenso. El daño causado es determinado por la intensidad de la corriente (la cual es

directamente proporcional al voltaje de la fuente e inversamente proporcional a la resistencia del medio conductor) y la duración de la aplicación de la energía (7).

El flujo que la corriente siga determinará el tipo de lesión, los tejidos involucrados y la extensión de energía convertida en calor. Las lesiones involucran no solamente voltajes extremadamente altos sino también tiempos de exposición cortos, altas temperaturas y ondas de choque. Las quemaduras severas y lesiones a órganos sólidos no suelen ser usuales debido a la corta duración de la corriente atravesando el cuerpo en un fenómeno conocido como “flashover”, donde la mayoría de la energía fluye de manera externa sobre la superficie corporal (8).

La electricidad sigue el camino de menos resistencia a través del cuerpo y crea calor, resultando en daño térmico a varios tejidos a lo largo del paso de la corriente. Los tejidos con mayor resistencia experimentan más daño por el calor. El hueso, tendones y grasa ofrecen más resistencia que la piel, el músculo ofrece resistencia intermedia y el tejido nervioso y vascular son los que ofrecen menos resistencia. Por tanto, el trauma eléctrico resulta en mayor daño a los nervios, músculo, hueso y piel. La destrucción de tejidos también es responsable de la liberación de cromoproteínas, como la mioglobina. La misma liberación se observa en víctimas de traumatismos por aplastamiento, aunque el grado de liberación es notable en víctimas de quemaduras de alta tensión. Se cree que la precipitación de mioglobina en los túbulos renales, resultante de la acidosis causada por anoxia e hipercaliemia, es la causa de la anuria. Confirmada experimentalmente pero no aceptada por todos, a esta teoría se debe que se recomiende un tratamiento inmediato de alcalinización. La alcalinización intravenosa, que corrige también la hipovolemia y las acidosis resultantes de muerte celular, es la conducta recomendada (5,9).

5.1 Mecanismos de lesión del rayo

El rayo puede causar lesiones a través de seis mecanismos físicos distintos los cuales son el golpe directo, lesión por contacto, lesión por cercanía, corriente por tierra, corriente ascendente y trauma contuso. Las descargas atmosféricas acumulan cantidades de electricidad muy notables: una de cada tres víctimas de descargas atmosféricas muere. Los efectos de una descarga atmosférica (quemaduras y muerte aparente) son comparables a los resultantes de la electricidad

industrial y son atribuibles a descarga eléctrica, a transformación de energía eléctrica en calor, a efectos de estallido y a las propiedades eléctricas del rayo (7, 9).

Los mecanismos de lesión son:

.- *Impacto directo*: la persona es el conductor, tiene elevada mortalidad y el rayo entra por la cabeza.

.- *Flash*: es el más frecuente, el rayo es derivado de otro objeto, presenta lesiones graves, pero menos que el impacto directo.

.- *Corrientes desde tierra (Grounding)*: Proviene del impacto del rayo contra la tierra en la que se genera una diferencia de potencial entre las piernas y el suelo, de aquí que se produzca corriente. Hay un fenómeno llamado *Flash over* en el que el rayo viaja por la superficie del conductor (víctima) sin producir lesiones corporales. La corriente queda en ropa y vaporiza la piel pero no circula intracorporalmente.

.- *Onda de choque*: es el efecto que produciría una explosión por el calentamiento y expansión del aire, las víctimas que sufren quemaduras, que se clasifican en cuatro grupos:

- ✓ Quemaduras de arco, que suelen afectar a la piel expuesta y que en algunos casos se complican con quemaduras debidas a ropa ardiendo
- ✓ Quemaduras electrotérmicas múltiples, extensas y profundas, originadas por contactos de alta tensión
- ✓ Quemaduras clásicas, provocadas por ropa ardiendo y por la proyección de material en llamas
- ✓ Quemaduras mixtas, provocadas por arcos, incendio y paso de corriente (7).

La severidad del trauma eléctrico no suele ser proporcional a la fuente de voltaje, quemaduras visibles, pérdida de conciencia, paro cardíaco o hallazgos en neuroimágenes . Es por esto que se dice que el trauma eléctrico posee la particularidad de resultar en una baja tasa de mortalidad, pero un alto porcentaje de morbilidad a corto y largo plazo (9).

6-CLÍNICA

El paso de la corriente a través de los órganos y sistemas produce una serie de complejas lesiones, que se localizarán preferentemente en el trayecto de la misma, y pueden ir desde hormigueo, dolor, quemaduras cutáneas, convulsiones, déficit motor y sensitivo, contracción muscular tetánica hasta Fibrilación Ventricular (FV) y asistolia (10)

Las lesiones aparentes pueden ser la punta del "iceberg", por lo que hay que estudiar a fondo al paciente, su mortalidad oscila entre el 3 y el 15%. Es necesario valorar la presencia de

- ✓ **Lesiones cutáneas.**
- ✓ **Lesiones por arco voltaico:** Afectan a la piel de las superficies flexoras activas: axila, rodilla y muñeca.
- ✓ **Necrosis del tejido muscular:** Síndromes compartimentales: necrosis por compresión, con fenómenos de isquemia vascular y compresión nerviosa o infección local con destrucción muscular añadida.
- ✓ **Lesión cardíaca:** Es la principal causa de muerte en quemaduras de alto voltaje. Cuando las corrientes son de alto voltaje y de intensidad mayor de 1 amperio la causa de la muerte es la asistolia.
- ✓ **Lesiones pulmonares:** Disfunción de la pared torácica por: quemaduras, daño tisular, trauma asociado.
- ✓ **Lesiones renales:** Fracaso renal agudo: necrosis tubular aguda o por insuficiencia.
- ✓ **Lesiones abdominales:** Daño visceral: úlceras, íleos paralíticos, perforaciones intestinales, etc.
- ✓ **Daño hematológico:** con mayor frecuencia anemia hemolítica aguda y coagulopatía de consumo.
- ✓ **Lesiones neurológicas:** Inhibición de los centros bulbares produce una parálisis del centro respiratorio. Este tipo de causa de muerte no es muy frecuente en los accidentes eléctricos (8-11).

7-TRATAMIENTO DE URGENCIA DE LAS QUEMADURAS ELÉCTRICAS Y DE LA ELECTROCUCIÓN

7.1 Tratamiento de urgencia

La prioridad en el manejo de víctimas por energía eléctrica es la propia seguridad del equipo de urgencias. Si la víctima sigue en contacto con la corriente se debe interrumpir la misma por personal autorizado. Cuando se trata de **corriente de alto voltaje** no debemos acercarnos por la posibilidad de arco eléctrico (la electricidad de los cables de alta tensión puede saltar o describir un "arco" de hasta 18 metros y matar a una persona). La zona de peligro es una circunferencia

cuyo centro es el poste que permanece en pie y el radio igual a la longitud de los cables rotos. Si se trata de **bajo voltaje** se intentaría retirar a la víctima con medios aislantes (guantes fuertes de goma, objeto no conductor) en caso de imposibilidad de desconectar la fuente. Una vez que la escena del accidente este controlada, está indicada una rápida valoración inicial del paciente con atención a la vía aérea, respiración y circulación. Si estuviera indicado, iniciar medidas básicas de reanimación y trasladarlo al hospital más cercano sin interrumpirlas (11,12).

- Primeros auxilios: Interrupción de la corriente que está provocando el suceso, retirando fusibles o desconectando interruptores. Retirar al accidentado del circuito eléctrico, evitando formar parte del accidente. Apagar las llamas si éstas existen.

- Reanimación cardiopulmonar: En caso de ser necesario iniciar RCP.

- Inspección del paciente

- Valorar la extensión de superficie corporal quemada.

- Fluidoterapia de urgencia: De forma inmediata valoraremos la diuresis mediante sonda vesical.

El fluido indicado es el Ringer Lactato I.V. o en su defecto solución salina isotónica, o cualquier otro fluido que nos ayude a conseguir diuresis y nos evite un fallo renal. El cálculo de Ringer Lactato sería el doble del que se daría para una quemadura que no fuese eléctrica con la misma extensión (12,13).

Si nos encontramos ante una orina colúrica debemos pensar en una mioglobinuria, que nos indicará que debemos perfundir fluidos al paciente (Ringer Lactato I.V y mantener una diuresis superior a 100 ml/hora). Se administrará bicarbonato sódico hasta un total de 300 a 400 mEq/L para alcalinizar la orina y evitar que la mioglobina se precipite en los túbulos renales provocando un fracaso renal agudo.

- Antibioterapia: no se deben administrar de urgencias bajo ningún concepto.

- Analgesia: nunca utilizar vía IM para su administración.

- Inmunización antitetánica: toxoide + gammaglobulina.

- Dieta absoluta. Hay que colocar sonda nasogástrica al paciente.

- Pruebas complementarias.

- Valoración del estado general: vía aérea, situación hemodinámica, diuresis, gasometría.

- Bioquímica sanguínea: con CPK y MB para saber el daño miocárdico asociado.

- Por el riesgo de fibrilación ventricular se recomienda hospitalizar en observación por 24 horas (13).

7.2 Lesiones eléctricas por fulguración

Las lesiones que podemos observar son muy parecidas a las de la electrocución (cardiovasculares, SNC, músculo-esqueléticas, oculares, etc.), llamando la atención sobre la piel las llamadas *Manchas de Lichtenberg* que son anomalías cutáneas superficiales, eritematosas, lineales que no palidecen a la presión. Parecen ser debidas al fenómeno *Flash over* o de transmisión de la electricidad estática por la vascularización superficial. El tratamiento no difiere de los demás tipos de accidentados por energía eléctrica, recordando la insistencia ante la reanimación cardiopulmonar (9,13).

7.3 Tratamiento local de urgencia de las quemaduras eléctricas

No se debe considerar urgente dicho tratamiento, evitando en lo posible tratar las lesiones superficiales con cremas o apósitos que después dificulten la evaluación del paciente en el centro especializado.

En centros periféricos o no especializados podemos utilizar nitrato de cerio al 2,2% asociado a sulfadiacina argéntica al 1%, cremas de clorhexidina al 0,5% (5,11).

7.4 Tratamiento quirúrgico de urgencias de las quemaduras eléctricas

En caso de que el traslado al centro de quemados se retrase, se debe plantear la descompresión quirúrgica al igual que ocurre en los quemados térmicos.

En todas las quemaduras que por localización, extensión o forma, puedan conllevar a crear un síndrome compartimental (los más frecuentes son túnel carpiano y tibial anterior), o compromiso respiratorio o circulatorio, se debe de realizar las escarofasciotomías con carácter urgente una vez diagnosticado el síndrome compartimental, pues mejora el pronóstico (11, 14).

8-SECUELAS A CORTO Y LARGO PLAZO DEL TRAUMA ELÉCTRICO

Sistema Nervioso: Hasta un 80-86% de las víctimas de trauma eléctrico sufren daños en su sistema nervioso. El tejido nervioso posee una resistencia eléctrica muy baja lo que lo hace particularmente vulnerable a daño en las membranas celulares cuando se aplican altos voltajes. Este daño resulta en cambios en la permeabilidad celular con alteraciones del balance electroquímico entre los compartimentos intra y extracelular y desnaturalización de proteínas que lleva a edema vasogénico y daño tisular potencialmente irreversible Este fenómeno se conoce como **electroporación**. Entre los hallazgos neurológicos agudos incluyen pérdida transitoria de

consciencia, coma, convulsiones, cefalea, aumento de la presión intracraneana y hemorragia intracraneana. La fisiopatología de estas complicaciones comprende trauma craneal, el efecto directo de la corriente sobre la cabeza o la modificación de la circulación sanguínea cerebral y la inducción de un edema cerebral retardado. Además, el trauma o la acción directa de la corriente eléctrica pueden provocar complicaciones medulares y periféricas secundarias (15).

El rayo suele afectar mayoritariamente el sistema nervioso central y en menor medida los nervios periféricos. La disfunción del sistema nervioso autónomo explicada por el vasoespasmo de pequeños vasos que irrigan estos nervios explica los síntomas de parálisis transitoria y parestesia que se presentan y los cuales resuelven sin daño permanente en la gran mayoría de los casos. Se utiliza también el término **kerapunoparálisis** para describir la debilidad a corto plazo de los miembros asociada con el estado hiperadrenérgico que se presenta posterior al impacto de un rayo. Este síntoma suele resolver en minutos u horas, siendo rara la disfunción permanente del sistema nervioso simpático. El trauma eléctrico causa daño directo a los nervios siendo los propioceptivos los más afectados y explicando así los síntomas de pérdida de equilibrio y caídas frecuentes, seguidos de aquellos involucrados en el tacto, presión, función motora, dolor y temperatura, nervios autonómicos preganglionares, fibras del dolor amielínicas y finalmente nervios autonómicos posganglionares (13,15).

Sistema Cardiovascular: Es el segundo más afectado hasta en un 46% de los casos. Múltiples mecanismos se han propuesto para explicar los eventos cardiovasculares que ocurren debido a la electrocución entre ellos espasmo de las arterias coronarias, impacto mediado por catecolaminas, daño térmico directo, isquemia miocárdica secundaria a arritmias e isquemia arterial coronaria.

Los efectos inmediatos del rayo incluyen asistolia, fibrilación ventricular, o lesión directa del centro respiratorio. La causa primaria de muerte es la fibrilación o la taquicardia ventricular. Los cambios en los campos magnéticos producidos por la electricidad crean un circuito de corriente dentro del torso, si este circuito ocurre durante la fase de repolarización provocará asistolia o fibrilación ventricular. Estos cambios en la repolarización pueden ocurrir como resultado directo del daño celular. El paro respiratorio ocurre por lesión al sistema nervioso central con pérdida del impulso respiratorio, parálisis prolongada o contracciones tetánicas de los músculos respiratorios (8,15).

Las anomalías cardíacas incluyen arritmias, conducción aberrante y daño miocárdico. Así mismo se pueden observar consecuencias mecánicas como falla biventricular severa y derrame

pericárdico con taponamiento. Pueden ocurrir cambios electrocardiográficos inespecíficos como prolongación del segmento QT y cambios en el segmento ST y la onda T. La mayoría de arritmias ocurre inmediatamente después del impacto eléctrico, pero pueden ocurrir arritmias ventriculares hasta 12 horas después del evento. De éstas, las observadas con más frecuencia y las más benignas son los trastornos funcionales, con presencia o ausencia de correlatos clínicos. Las arritmias (taquicardia sinusal, extrasístoles, fluter y fibrilación atrial) son las anomalías electrocardiográficas más corrientes, cuyas secuelas pueden ser permanentes. Los trastornos de conducción son más raros, y además son difíciles de relacionar con accidentes eléctricos en ausencia de un electrocardiograma previo. En la semana siguiente a la electrización de alta tensión aparece la lesión periférica vascular. Se han propuesto varios mecanismos patógenos: espasmo arterial, acción de la corriente eléctrica en las capas medias y musculares de los vasos y modificación de los parámetros de coagulación de la sangre. Como la pérdida de conciencia debida a la fibrilación ventricular tarda varios segundos en presentarse, las víctimas tienen tiempo de apartarse del equipo que ha originado el accidente (15).

Piel: Se han descrito muchas lesiones cutáneas así como cambios de coloración asociados al vasoespasmo cutáneo. A pesar de que las temperaturas asociadas con el trauma eléctrico son extremadamente altas, el calor es rápidamente disipado resultando en quemaduras superficiales con poco efecto sobre el tejido profundo. Además, el corto tiempo de exposición a la corriente eléctrica previene las quemaduras profundas, sin embargo, se han descrito quemaduras de tercer grado usualmente discretas, pequeñas, redondeadas y puntuales principalmente en los sitios de entrada y salida de la corriente. Existen 6 tipos de patrones de quemaduras provocadas por la electrofulguración: lineales, puntuales, plumaje, térmicas, por contacto, por cercanía. Estos efectos suelen desaparecer en horas o días. Las figuras de Lichtemberg, ya descritas, son patognomónicas del impacto de un rayo. El estudio histológico de estas figuras revela una epidermis normal, una dermis normal y una extravasación local de sangre en la parte superior del tejido subcutáneo (10,15).

Las quemaduras lineales suelen ser de primer grado, espesor parcial y ocurren sobre las áreas ricas en humedad del cuerpo, como debajo de los senos, pecho y línea medioaxilar. Se presentan minutos a horas posteriores al trauma y resultan de la evaporación del sudor sobre el cuerpo del paciente.

Oído: La sordera y los acúfenos son secuelas comunes. La causa más frecuente es la ruptura de la membrana timpánica debido a las ondas expansivas.

Ojos: Hasta un 6% de aquellos afectados por el trauma eléctrico desarrollarán cataratas al año de la lesión, con un menor número de pacientes que desarrollarán cataratas en los siguientes 3 años.

Lesiones pulmonares

- .- Disfunción de la pared torácica por: quemaduras, daño tisular, trauma asociado. Alteran la compliance pulmonar (lesiones pleurales y neumotórax asociado a fracturas de costillas).
- .- Neumonitis lobar
- .- Distress respiratorio asociado a sepsis
- .- Perforaciones bronquiales con compresión del mediastino

Lesiones renales

- Por daño directo sobre las estructuras renales: es poco frecuente.
- Fracaso renal agudo: mioglobina provoca una necrosis tubular aguda o por insuficiencia prerrenal (hipovolemia por evaporación y pérdidas a espacio intersticial).

Lesiones abdominales

- Evisceraciones por daño en pared abdominal.
- Daño visceral: úlceras, íleos paralíticos, perforaciones intestinales, patología vesicular (perforación, colecistitis, necrosis), pancreatitis.

Psicológico: Las secuelas neuropsicológicas del trauma eléctrico son comunes e incluyen alteraciones del comportamiento como irritabilidad, frustración y enojo, dificultades con la memoria verbal, funcionamiento ejecutivo, atención y concentración, manejo del estrés y funciones emocionales, sensoriales y visuoespaciales (12, 15).

Sistema gastrointestinal: Se han descrito casos de ruptura esofágica y perforación intestinal.

Sistema musculoesquelético: La descarga súbita de energía eléctrica causa la contracción forzada de los músculos resultando ya sea en postración o lanzamiento del cuerpo de la víctima varios metros. Además las ondas expansivas creadas pueden resultar en traumas contusos con fracturas y dislocación de articulaciones. Las circunstancias en las cuales ocurre la descarga eléctrica son por lo general lo bastante claras para permitir un diagnóstico etiológico inequívoco, pero no siempre es éste el caso, incluso en entornos industriales.

El diagnóstico de fallo circulatorio tras la descarga eléctrica es de extraordinaria importancia, puesto que exige que haya personas en las cercanías que inicien los primeros auxilios inmediatos y básicos una vez que se haya cortado la corriente. La parada respiratoria en ausencia de pulso es una indicación absoluta para comenzar las compresiones torácicas y la respiración artificial boca a boca (15).

9-PRONOSTICO

El 70% de los traumas eléctricos no son fatales, usualmente duran solamente milisegundos y corren sobre el cuerpo de la víctima con mínima transferencia de energía hacia los órganos internos. La cesación total e inmediata de la actividad metabólica celular que sigue al trauma retrasa la aparición de procesos degenerativos por anoxia lo que resulta en un buen pronóstico para las maniobras de resucitación en estos casos. Es fácil que el curso de la recuperación del trauma eléctrico se vea comprometido antes o después por complicaciones, en especial las que afectan a los sistemas cardiovascular, nervioso y renal. La envergadura de tales complicaciones es suficiente para hospitalizar a las víctimas de electrificaciones de alta tensión; algunas de ellas pueden dejar secuelas funcionales o que afecten al aspecto externo (9, 11,14).

10- REFERENCIAS

1. Ávila S., Solís W. Medicina legal de Costa Rica - edición virtual, vol. 33 (1), marzo 2016. issn 1409-0015
2. Folliot D. Electricidad riesgos generales. Enciclopedia de salud y seguridad en el trabajo.40.2-4.11
3. Wesner, M., Hickie, J. Long-term sequelae of electrical injury. can fam physician. 2013; 59, 935-43
4. Hettiaratchy, S, Dziewulski, P.Pathophysiology and types of burns. BMJ 2004 ; 328, 1427–9.

5. Ministerio de Trabajo y Asuntos Sociales España. Instituto Nacional de Seguridad e Higiene del trabajo. [Internet]. Perez Gabarda L. NTP 400: Corriente eléctrica: efectos al atravesar el organismo humano. [Consultado 10-8-2018] Disponible en http://www.insht.es/InshtWeb/Contenidos/Documentacion/FichasTecnicas/NTP/Ficheros/301a400/ntp_400.pdf
6. Parsaik, A. Central hyperadrenergic state after lightning strike. Clin Auton Res 2013; 23(4), 169–73
7. Asuquo, M., Ikpeme, I., & Abang, I. Cutaneous manifestations of lightning injury: a case report. eplasty, 2008; 8, e46
8. Driscoll TR, Mitchell RJ, Hendrie AL, Healey SH, Mandryk JA, Hull BP. Unintentional fatal injuries arising from unpaid work at home. Inj Prev. 2003;9(1): 15-9.
9. Oller Arlandis V., Urgencias para médicos internos residentes **2010** electrocución
10. Mariano-López D., Manejo del paciente con quemaduras por corriente eléctrica. Experiencia en el Hospital Central Militar. REV SANID MILIT MEX 2003; 57(3): 149-154
11. Tarragona-Fernández R., Ferreiro-González I., Gabilondo-Zubizarreta FJ. Lesión eléctrica de alto voltaje en cabeza y extremidades en paciente de 15 años. Cir.plást. iberolatinoam. 2015; 41(3): 321-328.
12. Artz CP, Moncrief JA. Electrical Injuries. In The treatment of burns. 2th ed Philadelphia Saunders; 1998;214 - 24.
13. García Criado M, Torres Trillo J, Torres Murillo J, de Burgos Marín J, Clemente Millán M, González Barranco J. Urgencias en AP. Actitud ante la electrocución en atención primaria. Semergen 25 (3): 229-233. [Consultado 20-10-2018] Disponible en <http://www.medynet.com/usuarios/jraguilar/electrocucion.pdf>
14. Jiménez Murillo L. Medicina de urgencias y emergencias. Guía diagnóstica y protocolos de actuación. Tercera edición. Editorial Elsevier. Madrid. 2004.
15. Pérez, I. Secuelas neurológicas tras electrocución. Presentación de un caso y revisión de la bibliografía. Rev Neurol 2006; 43 (10); 610-612.