

S H O C K E L E C T R I C O

TEMA EXPUESTO POR

Dr. Angel ARISMENDI

1 de abril 1977

SHOCK ELECTRICO

I.- ENFOQUE DEL TEMA

Es bastante frecuente observar diariamente que se producen accidentes motivados por la corriente eléctrica en el terreno doméstico o laboral, pero -- que no tienen otra consecuencia que pequeñas lesiones, que incluso en la mayoría de los casos no requieren atención médica; el objeto de este tema no es -- referirnos a ese tipo de accidentes sino que se basará en aquellos que son -- causados por shock eléctrico de gran jerarquía y que tienen como consecuencia la posibilidad de muerte.

a) Tipos de corriente eléctrica - Noxa patógena de shock eléctrico

- 1) Continua Galvánica: Se logra a través del acoplamiento de una serie de pilas y es utilizada en: generadores de corriente continua y aparatos que desarrollan poca potencia.

Esta corriente tiene poca incidencia en los accidentes considerados en este tema, pero puede provocar accidentes de menor importancia.

- 2) Farádica o Inducida

Es utilizada en Medicina: en Fisioterapia, para aplicaciones menores.

En caso de accidente, puede llegar a provocar lesiones pequeñas que no revisten gravedad.

- 3) Corriente Alterna

Baja Frecuencia: Conocidas como generadores con dos ciclos (positivo-Negativo) de 40 a 70 ciclos por segundo.

Alta frecuencia: (1.000.000 de ciclos por segundo) Megahertz.

Es utilizada fundamentalmente en tratamientos de carácter Médico y no representan mayores riesgos de accidente grave. (transfiere energía a los tejidos en forma de calor más que como estímulo neuromuscular).

- 4) Corriente Estática o Atmosférica

Poseen un potencial mayor a 1.000.000 de volts. y su ejecutor es el rayo. En la Armada se recuerda el caso del Alférez de Navío -- (CIME) Hermes SARLI quién sufriera un desgraciado accidente a bordo de un Buque de la Armada por causa de un rayo.

II. RESISTENCIA DEL CUERPO HUMANO AL PASAJE DE LA CORRIENTE

De acuerdo a la Ley de Ohm para disminuir la intensidad de la corriente, hay que reducir el voltaje o aumentar la resistencia ($I = \frac{V}{R}$), por lo tanto --

el peligro de shock eléctrico depende pues, en parte, de la resistencia del cuerpo. Esta resistencia se concentra fundamentalmente en la piel y es variable en cada individuo. La resistencia ejercida por la piel es variable según:

- a) Humedad de la piel;

La piel es un mal conductor, sobre todo cuando está seca, pero mejora su capacidad de conducción cuando se humedece, en razón de que disminuye su resistencia al pasaje de la corriente eléctrica, (para comprender esto es necesario recordar que el agua es una solución electrolítica de sales).

b) Tipos de piel:

La conducción de la corriente también se maneja dentro de márgenes variables, de acuerdo al grosor de la piel en la zona de contacto:

- Mano muy callosa - resistencia aprox. de 1.000.000 ohms.
- Mano de piel fina - resistencia aprox. de 1.000 ohms.
- Mucosa bucal o rectal -ídem.

c) Intensidad de la corriente:

La corriente eléctrica de una intensidad superior a 70 miliamps. (entre 70 y 90 miliamps.) puede comenzar a ser peligrosa.

Por debajo de esos márgenes puede no llegar a serlo, variando según factores tales como humedad o grosor de la piel.

La corriente de la red urbana, (220 a 250 volts.), se constituye en extremadamente peligrosa.

Aquella corriente con un voltaje de 110, (como la utilizada en la red urbana de los EE.UU. de América), es prácticamente inocua.

La corriente eléctrica de 220- 250 volts. hacia arriba produce fibrilación ventricular mientras que las corrientes superiores a los 1.200 volts. ocasionan lesiones de carácter traumático, (quemaduras), en estos casos el cuerpo humano se comporta como un conductor de electricidad que se recalienta y por lo tanto concentra gran cantidad de calor.

III,- TIPOS DE LESIONES OBSERVADAS EN ENFERMOS GRAVEMENTE ELECTROCUTADOS

Las vamos a clasificar llevando el orden de: superficie a profundidad y tomando en cuenta solamente aquellos puntos de concordancia entre los diversos autores.

a) Superficie de la piel:

En todos los casos encontramos quemaduras circunscriptas a la zona de contacto con la corriente, (electrolisis de la piel).

En el caso especial de las personas fulminadas por rayos se observa que la quemadura tiene cierto brillo metálico.

b) Por debajo de la superficie de la piel:

- Necrosis: Se produce la muerte de los tejidos por el pasaje de corriente eléctrica intensa sobre el plasma vivo, lo que se denomina Fenómeno de Joule, es decir que la piel actúa como mal conductor ante una gran intensidad de corriente y se produce un recalentamiento, lo que ocasiona quemaduras, (este tipo de lesión se observa en accidentes producidos por corriente cuya intensidad es superior a los 800 volts).

- Lesiones de coagulación: Concomitantemente con la necrosis todos los vasos adyacentes a la zona de pasaje de la corriente pasan al estado de coagulación ya sea por el calor o por la actividad de la corriente actuando sobre las células vivas.

c) Otras lesiones:

- Observadas en pacientes que no han sufrido la muerte, pero que han experimentado un shock eléctrico importante que ha merecido su internación y atención médica especializada:

1) Neuritis post-choque.

2) Siringomielias: lesión producida en los cordones nerviosos posteriores que ocasiona modificaciones en la sensibilidad. Según autores franceses, estas lesiones serían la consecuencia directa -

de la corriente, lesionando la estructura anatómico-molecular - del filete nervioso.

- 3) Lesiones observadas en los condenados a muerte por electrocución. En las autopsias que se les realiza, se observa edema encefálico y un piqueteado hemorrágico difuso en todo el cerebro; a raíz de esto se ha planteado el siguiente problema: ¿Se trata de una lesión fundamental, directamente causada por el pasaje de la corriente eléctrica o es una lesión que se produce "a posteriori" como consecuencia de lesión global de todo el organismo?
- 4) Lesiones a nivel ocular:
Se producen cataratas.
- 5) Lesiones a nivel cardíaco:
Se observan sufusiones hemorrágicas en el miocardio.
- 6) Lesiones a nivel renal:
También se producen sufusiones hemorrágicas acompañadas de lesiones degenerativas.
- 7) Anivel pulmonar:
Estallido del parénquima pulmonar y evidencias de necrosis ante hipertensión pulmonar con rotura de alvéolos.
- 8) Hemorragias en el aparato digestivo.
- 9) En el torrente sanguíneo:
Se observa en los accidentes producidos por grandes descargas -- eléctricas el fenómeno de incoagulabilidad de la sangre.
- 10) Quemaduras y necrosis en los lugares de entrada y salida de la corriente, (generalmente manos y pies respectivamente). La descarga de corriente se dirige hacia tierra a través del calzado - y generalmente la zona de salida está situada en el dorso de los pies, por ser el lugar en que la piel es más fina y por lo tanto el que ofrece menor resistencia al pasaje de la corriente.

IV.- PROBLEMA: ¿CUÁL ES LA LESION CAUSANTE DE LA MUERTE DEL ELECTROCUTADO?

Con respecto a este punto, la discusión gira alrededor de dos posiciones:

- a) La muerte es causada por paro respiratorio, acompañada de una tremenda descarga en el sistema nervioso central, a nivel bulbar
- b) La muerte es producida por paro cardíaco.

V.- PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

En todo accidente producido por corrientes de 220 - 250 volts. y de 40 - 70 ciclos, se produce en la víctima una tetanización de los músculos, (similar a la producida en la pata de una rana estimulada por corriente eléctrica, según la experiencia de Galvani). Al producirse el contacto palmar con la fuente de corriente eléctrica, los músculos flexores anteriores del antebrazo provocan una fijación, (la víctima no puede desprenderse) y por lo tanto recibe una descarga mucho mayor.

Quando la víctima recibe por el lapso de siete segundos una descarga eléctrica superior a los 220 volts., se produce el paro cardíaco por fibrilación ventricular, que es la lesión verdaderamente de fondo y la causante directa de la posible muerte del accidentado.

- ¿A qué denominamos paro cardíaco por fibrilación ventricular?

El músculo cardíaco está formado por una multiplicidad de fibrillas microscópicas que en forma ordenada se contraen para producir el bombeo de sangre al resto del organismo.

El pasaje de la corriente eléctrica desordena estos impulsos, cada fibrilla toma una actividad individual, arrítmica y por lo tanto el resultado hemodinámico es nulo.

El corazón no está quieto, se mueve pero sin producir el efecto mecánico para el cual está destinado.

Como consecuencia de esta lesión, se produce la detención del sistema circulatorio y la no irrigación de parénquimas nobles y en el caso que el paciente no sea asistido inmediatamente y en forma adecuada, se produce su muerte.

Por ese mismo mecanismo, luego de tres a cinco minutos, el cerebro se daña irreparablemente y se produce el edema encefálico por falta de irrigación sanguínea.

VI.- CONCLUSION

La lesión de paro cardíaco es básica en el electroshock producido por corrientes de una intensidad de 220 - 250 volts.

VII.- CONSIDERACIONES FINALES

En accidentados por shock eléctrico de voltaje mayor a 800 volts., se puede observar que presentan como consecuencia del mismo grandes quemaduras, pero en ningún caso sufren lesiones de paro cardíaco. Para ilustrar lo expuesto narraré a "grosso modo" la experiencia que tuve con un paciente que recibió una descarga eléctrica de 13.200 volts.: Esta persona recibió una tremenda descarga eléctrica mientras trabajaba en un transformador, en la Ciudad de Córdoba, siendo despedido desde una altura de cinco metros, debiendo ser trasladado a un Hospital de Buenos Aires.

Dicho paciente presentaba, al examen, quemaduras en el 96% de su cuerpo, músculos intercostales, de pierna y antebrazo carbonizado; hematoma cerebral a consecuencia de la caída y en ambos pies, en los dorsos; presentaba sendos boquetes, que marcaban el lugar de salida de la corriente eléctrica.

Debido fundamentalmente a su juventud, (23 años), y a su fuerte complexión física, y merced al riguroso tratamiento y múltiples injertos que se le efectuaron, a los seis meses fue dado de alta. Es menester hacer notar que este paciente en ningún momento tuvo otro tipo de lesiones distintas de las mencionadas, es decir que no sufrió lesiones de paro cardíaco.

Esto se explica por el fenómeno de Joule: por encima de los 800 volts. el cuerpo humano se transforma en conductor que se recalienta y carboniza.

Ahora bien, sería importante señalar que tanto en los accidentes provocados por corriente eléctrica de la red urbana, (220 - 250 volts), como en aquellos causados por descargas eléctricas mayores, (hasta 800 volts) como por ejemplo la utilizada en los tableros de control de los Barcos de la Armada, (440 - volts), tienen como consecuencia, de no ser asistidos en forma inmediata y a decuada la muerte por fibrilación ventricular, por lo tanto quien puede salvarle la vida a un accidentado en estas condiciones, es la persona que esté -

más próxima siempre que haya sido informado y adiestrado en forma adecuada. Por ello sería recomendable, en lo que respecta a la Armada, entrenar al Personal para que actúe con la rapidez y eficiencia necesaria para salvar una vida. Dicho adiestramiento sería recomendable efectuarlo en tres niveles:

a) Personal en general:

Enseñar los pasos inmediatos a seguir en caso de accidente por descarga eléctrica:

- 1) Separar al accidentado de la fuente eléctrica, sin poner en riesgo su propio físico.
- 2) Asistencia inmediata: maniobras básicas de reconocimiento de paro cardíaco (1) y de reanimación hasta lograr la concurrencia de personal técnico, (Médico o Enfermero).
 - Masaje cardíaco externo: para evitar el deterioro posible por falta de irrigación sanguínea.
 - Respiración boca a boca, (técnica para efectuar una sola persona o dos).

b) Personal de Enfermería:

- 1) Cómo es exactamente la técnica de masaje cardíaco y respiración artificial, (lo que se debe y lo que no se debe hacer).

c) Personal Técnico, (Médicos):

- 1) Reanimación farmacológica.

(1) Reconocimiento de Paro Cardíaco (intensificar en todos los niveles):

- 1º) Auscultación.
- 2º) Búsqueda de pulso femoral
- 3º) Observación de pupila, buscando la midriasis.
- 4º) Determinar si hay - o no - paro respiratorio.