

TEMA 5

LESIONES POR AGENTES FISICOS Y QUIMICOS

Sánchez, J.A.

Pera, F.

LESIONES POR AGENTES FISICOS

INTRODUCCION

Los agentes físicos: calor, electricidad, calor radiante y radiaciones, van a provocar un efecto común sobre nuestro organismo: quemaduras, que pueden ser localizadas o generalizadas y de mayor o menor gravedad en relación con su extensión y profundidad. Desde un punto de vista clínico las quemaduras se clasifican en diferentes grados, dependiendo de su profundidad o extensión.

QUEMADURAS

Clasificación.

Gisbert (2004), siguiendo a Dupuytren y a Wallace, clasifica las quemaduras según profundidad y extensión, como sigue:

- a) Según profundidad.
 - Quemaduras de primer grado. Enrojecimiento de la piel (eritema). La lesión se localiza en la epidermis y es visible en el vivo. En el cadáver tiene una forma lineal y se sitúa alrededor de quemaduras más graves.
 - Quemaduras de segundo grado. Formación de vesículas o flictenas, que se producen por licuefacción del cuerpo mucoso de la dermis.
 - Quemaduras de tercer grado. Existe una destrucción parcial de la piel y formación de una escara. Afecta a la dermis y tejido conjuntivo.
 - Quemaduras de cuarto, quinto y sexto grado. En ellas se produce una destrucción completa del tejido que puede afectar la dermis y epidermis, tejido celular subcutáneo, músculos y en grado extremo a huesos.
- b) Según extensión. De las clasificaciones que existen según el área corporal a la

que afectan una de las más intuitivas para su cálculo sea la regla de los nueves de Wallace. Según esta regla se divide la superficie corporal en zonas que se representan por nueves o múltiplos de esta cifra.

Cabeza y cuello.....	9%
Cara anterior del tronco.....	18%
Cara posterior del tronco.....	18 %
Cada extremidad superior.....	9%
Cada extremidad inferior.....	18%
Periné.....	1%

QUEMADURAS TÉRMICAS

Son aquellas lesiones locales por la acción del calor originado por distintas fuentes, como llama, agua, o líquidos calientes, vapor, sólidos incandescentes, gases en ignición o calor radiante, y que afectan al estado general del sujeto. (Casas, 2000).

La etiología de las quemaduras puede ser suicida, homicida o accidental. De las tres por orden de frecuencia, la primera es la accidental, seguida de la suicida y finalmente de la homicida. La etiología accidental, como comentamos es con mucho la más frecuente y puede darse tanto en el ámbito doméstico, como en el laboral, en accidentes de tráfico, incendios de edificios, etc.

EFFECTOS DE LAS QUEMADURAS DEPENDIENTES DEL AGENTE PRODUCTOR

a) Llamas. Producen quemaduras que habitualmente incluyen áreas en diferente grado de destrucción, pudiendo observarse desde zonas de eritema, a zonas de máxima destrucción. La dirección de estas quemaduras normalmente es de abajo arriba. Una característica de estas quemaduras es la afectación de ropa y cabellos, quemándolos o carbonizándolos. Este tipo de quemaduras suele respetar las zonas que se encuentran presionadas por cinturones, ligas u otro tipo de prendas similar.

- b) Líquidos calientes.** En este tipo de quemaduras observamos formas de surcos o regueros, siempre en sentido descendente, lo que nos indica la posición del sujeto cuando el líquido cayó sobre él. La profundidad de la lesión suele ser mínima. No hay afectación de cabellos, ni del vello corporal. Las zonas que presentan quemaduras mas graves, son las cubiertas con ropa, que al mojarse hacen que el contacto del líquido sea mas prolongado.
- c) Vapores.** En general los vapores a altas temperaturas no producen quemaduras profundas, aunque si extensas. Afectan también a zonas cubiertas por vestidos.
- d) Sólidos calientes.** Los cuerpos sólidos calientes dan lugar a quemaduras limitadas. Suelen reproducir la forma del objeto, y en general son poco extensas. La profundidad de la quemadura depende de la temperatura que tenga el objeto y el tiempo de contacto.
- e) Gases en ignición.** Producen quemaduras poco profundas, pero muy extensas, con carbonización del pelo y cabello de la región afectada. Suelen respetar las partes cubiertas por los vestidos. Se acompañan de lesiones de vías aéreas superiores y boca, lo que complica el cuadro por edema de glotis, inflamación bronquial, etc.
- f) Calor radiante.** Las radiaciones dependiendo de la naturaleza, tiempo de exposición y de su intensidad pueden producir quemaduras de cualquiera de los tipos señalados.

CARBONIZACION CADAVERICA

La acción mantenida del fuego puede llegar a producir la carbonización cadavérica, que presenta una serie de características propias, como son:

- Reducción del volumen del cuerpo, debido a la rápida deshidratación.
- Actitud de boxeador, que se debe a la rigidez de los músculos, predominando los músculos flexores sobre los extensores.
- Superficie externa del cuerpo de color negro y piel seca y soluciones de

continuidad sobretodo en pliegues de flexión.

- Si la carbonización es suficientemente intensa y prolongada puede existir estallido de las cavidades craneal y/o torácica y/o abdominal.
- Puede también encontrarse desaparición de manos y pies.
- Las vísceras pueden encontrarse en relativamente buen estado, lo que permite su estudio y toma de muestras para indagar la causa de la muerte.
- Pueden existir también fracturas de los huesos debido al calor.

CUESTIONES MÉDICO-LEGALES DE LAS QUEMADURAS

a) Supervivencia en el foco de incendio. En general puede decirse que la muerte se ha producido cuando la concentración de carboxihemoglobina en sangre es superior al 10% y existen partículas de combustión en vías aéreas. La ausencia de estos signos nos indica que probablemente el sujeto ya estaba muerto cuando lo alcanzó el fuego, aunque su presencia no indica necesariamente que haya muerto a consecuencia del fuego, sino únicamente que ha respirado en el foco de incendio. Si la concentración de carboxihemoglobina es suficientemente alta, el color rojo cereza de la sangre puede virar a marrón, cambio que se produce a una temperatura de 65° C.

b) Diagnóstico de quemaduras vitales y postmortales. Para la realización de este diagnóstico es necesaria la aparición de signos que demuestren si ha existido o no una reacción vital en los tejidos. Entre estos signos tenemos:

- Eritema. Tiene poco interés, ya que aunque se produce en las lesiones vitales desaparece después de la muerte.
- Flictena. Este tipo de lesión ha generado muchas discusiones acerca de su origen (vital o postmortal). En la mayoría de los casos es necesario recurrir al estudio histológico, que ponga de manifiesto la reacción tisular y aun así la ausencia de reacción tisular tampoco es indicativo seguro de que la lesión es postmortal.
- Escaras. Es característico de su origen vital la presencia de eritema periférico.

c) Determinación de la causa de la muerte. Desde un punto de vista legal nos

interesa conocer si la muerte ha sido accidental, o bien de origen criminal o suicida. Para poder establecerlo debemos:

- Comprobar las lesiones que expliquen la muerte, independientemente de las quemaduras.
- Recogida de esperma de cavidad vaginal y anal, lo que explicaría un delito relacionado con la libertad sexual.
- Estudiar aquellas lesiones que han podido provocarse de forma accidental, como son: pisoteamiento por la multitud afecta de pánico, caída de una pared, caída desde un plano superior, etc.

d) Identificación de cadáveres carbonizados. No suele existir problema para la identificación sexual, dada la conservación de órganos internos. En caso de que no se conserven los órganos internos habrá que realizar el estudio antropológico-forense de los huesos, que será útil no solo para el estudio del sexo sino para todos aquellos otras características generales y particulares que nos pueden servir en la identificación del individuo. En cuanto a los métodos a aplicar en estos casos Sánchez y Robledo (2008), señalan que debe seguirse un protocolo distinto según el grado de afectación de partes blandas y huesos, considerándose imprescindible la realización de un estudio radiográfico completo, antes de proceder a su estudio en todos los casos.

QUEMADURAS ELECTRICAS. El paso de la corriente a través de nuestro cuerpo puede producir lesiones cutáneas, viscerales o la muerte. Aunque se suele emplear el término electrocución en general, se prefiere usar solo en caso de fallecimiento y el de lesiones eléctricas en el resto. (Casas, 2000).

También dependiendo del tipo de electricidad se dan diferentes nombres a los accidentes producidos por esta, denominándose como hemos señalado electrocución a la muerte por electricidad doméstica o industrial y fulguración a la muerte por electricidad atmosférica.

Para que se produzca una lesión eléctrica es necesario que exista un circuito cerrado en el que la persona pase a formar parte del circuito conductor y formarse una diferencia de potencial entre la entrada y salida de la corriente en el cuerpo humano.

Lesiones causadas por la electricidad. El punto de contacto del conductor con el cuerpo produce lesiones cutáneas que se conocen como lesión de Jellinek, que señala las siguientes características:

1.- Marca eléctrica.

- a) Reproduce el objeto conductor causante de la marca.
- b) Su color es blancoamarillento y su consistencia firme.
- c) Es indolora, y no aparece enrojecimiento ni inflamación.
- d) La placa se elimina con poca secreción.
- e) La cicatrización es fácil.
- f) Los pelos de la zona están indemnes y retorcidos en forma de sacacorchos.
- g) La profundidad de la lesión es variable.

2.- Quemaduras.

Pueden tener como origen, el calor que se produce por el efecto Joule, las chispas eléctricas que se desprenden cuando el cuerpo de la víctima actúa como arco voltaico o el incendio de los vestidos si se produce. Las quemaduras que se producen en la piel en electrocuciones serían según Di Maio (2003):

- a) En electrocuciones por bajo voltaje:
 - La quemadura solo ocurre en el 50% de los casos.
 - Si la corriente difunde sobre un área amplia en general no se aprecia una quemadura individualizada. Ejemplo: un individuo en una bañera de agua. En estos casos el aparato no necesita estar conectado sino solo enchufado.
 - Si la víctima sigue en contacto con la fuente eléctrica se pueden observar quemaduras importantes.
 - Las quemaduras eléctricas pueden estar escondidas dentro de la boca o de los labios, por ejemplo un niño que se introduce un cable eléctrico en la boca.

b) En las electrocuciones por alto voltaje:

- Se ven quemaduras eléctricas en prácticamente todos los casos
- Las quemaduras pueden ser graves con carbonización de tejidos.
- Pueden producirse múltiples quemaduras, pequeñas, deprimidas, mientras la corriente hace un arco, sobre el cuerpo, en cambio un fogonazo puede afectar a grandes áreas de la piel.
- El calor generado dentro del cuerpo puede producir lesiones explosivas, incluyendo pérdida de extremidades o rotura de órganos.

c) Si las quemaduras eléctricas se producen en contacto o “casi en contacto” con una fuente eléctrica.

- Suelen presentarse en la yema de los dedos o en las palmas de las manos y las plantas de los pies.
- Las quemaduras típicas son de color blanco calcáreo o amarillo tostado con un cráter central y un borde sobreelevado. Pueden presentar un área de ennegrecimiento. También pueden estar rodeadas de un área de eritema. Su tamaño varía desde lesiones puntiformes a 1-2 centímetros.
- Quemaduras eléctricas menos importantes pueden recordar lesiones térmicas de segundo grado, pequeñas, puntiformes.

3.- Metalizaciones. Cuando la corriente pasa desde un conductor metálico al cuerpo se producen iones metálicos que rodean la zona de entrada de la corriente. Resisten durante semanas y en ocasiones también resisten los fenómenos putrefactivos.

4.- Salpicaduras. Son partículas metálicas de mayor tamaño, que en menor número se distribuyen de manera dispersa.

5.- Pigmentaciones. Están formadas por restos del material aislante del cable y partículas pulverulentas arrancadas del cuerpo del conductor.

Además de estas lesiones locales pueden aparecer también lesiones generales, que podemos agrupar en:

1.- Signos faciales.

- a) Cianosis intensa, que corresponde al llamado electrocutado azul.
 - b) Electrocutado blanco. Que no tiene cianosis.
 - c) Falso hongo de espuma. Aparece en la boca y es debido al edema pulmonar.
- 2.- Signos cutáneos. Aparecen en forma de contusiones por caída de la víctima o debidas a convulsiones.
- 3.- Signos óseos. Se pueden producir fracturas de extremidades o de la columna vertebral, por un mecanismo de caída o tetanización.
- 4.- Lesiones viscerales.
- a) En pulmones suele existir una congestión generalizada.
 - b) En el corazón dilatación de las cavidades cardíacas, sobretodo las derechas.
 - c) Algunos autores también han descrito oclusiones vasculares completas.

Factores moduladores de los efectos y gravedad de las lesiones originadas por la electricidad.

Señalar que es necesario ante todo la existencia de un circuito cerrado en el que intervenga el individuo, para que se pueda producir la lesión. Martín (2011), señala los siguientes factores moduladores:

- 1.- Dependientes del agente lesivo: voltaje, tipo de corriente. Cuanto mas alto sea el voltaje mayores serán las lesiones. La mayoría de los casos de electrocución corresponden a corriente alterna.
- 2.- Dependientes de la víctima: resistencia del cuerpo al paso de la corriente, aislamiento del cuerpo, amplitud de la superficie de contacto, estado físico, estado psíquico.
- 3.- Trayecto de la corriente. El trayecto de la corriente a través del cuerpo de la víctima es la clave para determinar la gravedad de los efectos de la corriente eléctrica. El riesgo de muerte es máximo cuando el trayecto interesa al corazón o al cerebro.

ASPECTOS MÉDICO-LEGALES DE LA ELECTROCUCIÓN

- 1.- Dentro de la etiología médico-legal de la electrocución la causa mas frecuente es el accidente profesional.
- 2.- Otra forma también frecuente es el accidente doméstico, y dentro de este tipo de accidentes el más común es la electrocución en el baño, debido a la humedad y agua que rodean el cuerpo.
- 3.-El mecanismo suicida es raro, aunque puede producirse y en ocasiones es muy difícil diferenciar del mecanismo accidental. Di Maio (2003), señala que en estos casos con frecuencia el individuo tiene conocimientos de electricidad.
- 4.- La etiología homicida es también rara y muy difícil de establecer, siendo en estos casos como en todos aquellos de mecanismo complicado, el levantamiento del cadáver y el estudio exhaustivo de la escena, nos puede dar la respuesta.

INVESTIGACIÓN DE ELECTROCUCIONES SOSPECHOSAS.

Según Di Maio (2003):

- Deben examinarse cuidadosamente las ropas, buscando quemaduras que puedan haber sido producidas por el contacto con una fuente eléctrica, así como las correspondientes áreas del cuerpo.
- El dispositivo o aparato eléctrico sospechoso debe ser examinado cuidadosamente, buscando una avería o fragmentos de piel o pelo de la víctima. En ocasiones puede ser necesario la ayuda de un electricista o una persona familiarizada con el examen de aparatos eléctricos. El estudio debe incluir documentación completa de la avería, si es posible con fotografía y/o examen de Rx, manteniendo en todos los casos la cadena de custodia.

LESIONES Y MUERTE POR ELECTRICIDAD ATMOSFÉRICA

Aunque el mecanismo es el mismo que en la muerte por electricidad industrial, las lesiones que se producen son diferentes dado el altísimo voltaje que implica este tipo de corriente eléctrica y el fenómeno asociado que conlleva de onda expansiva.

Este tipo de efectos sobre el cuerpo humano reciben el nombre de fulguración y tiene

una serie de características que le son propias y que pasamos a enumerar:

1.- Grandes traumatismos. Se deben a la acción directa del rayo, bien por su acción directa o al lanzar la víctima a gran distancia.

2.- Quemaduras que pueden ser más o menos extensas, siendo la forma arborescente o dendrítica, a modo de marcas irregulares con quemaduras de primer grado y una anchura de 1 o 2 cm características en este tipo de accidentes.

3.- Alteraciones en los pelos. Las quemaduras pueden ser tan intensas que volatilicen los pelos.

4.- Metalizaciones. Tienen lugar por la fusión de los metales que lleve el afectado, como medallas, brazaletes, cruces, etc., que tras la fusión se volatilizan y caen alrededor del punto donde se hallaba el objeto. Otros objetos metálicos como prótesis dentales, monedas en los bolsillos, pueden resultar fundidos o encontrarse imantados.

Otros datos que ayudan a establecer que la muerte se ha producido por fulguración incluyen la rotura de objetos de cuero, como zapatos o cinturones. También la ropa por los efectos explosivos debidos a la expansión del aire se encuentran desgarradas, por lo que el cadáver se encuentra desnudo, total o parcialmente.

Si la muerte es inmediata, se puede deber a parálisis bulbar, parada cardiaca o por quemaduras extensas.

LESIONES POR AGENTES QUÍMICOS

Los agentes químicos agrupan una serie de sustancias de propiedades fisicoquímicas muy diferentes. Pueden ser sólidos, líquidos, vapores o gases. En este apartado consideramos aquellos agentes tóxicos cuya acción provoca una quemadura en el organismo. Esta acción de los tóxicos recibe el nombre de acción caustica.

Desde un punto de vista médico-legal, se consideran las siguientes sustancias caústicas (Castellano, 2004):

1. Ácidos: Acido sulfuroso, sulfúrico o vitriolo, nítrico, clorhídrico, fénico, fosfórico.
- 2.- Álcalis: hidróxido sódico (sosa), hidróxido potásico (potasa), hidróxido cálcico, hidróxido amónico, amoniaco.

3.- Sales: nitrato ácido de mercurio, cloruro de zinc, oxalato ácido de potasio.

4.- Gases bélicos: iverita , lewisita.

Las lesiones producidas por este grupo de sustancias vienen condicionadas por la naturaleza del agente (ácido, base, sal) y su concentración.

Lesiones por ácidos. Todos los ácidos provocan escaras secas y coagulación de las proteínas. Se pueden diferenciar el color de las escaras según el ácido actuante. Así el ácido fénico produce escaras de color blanquecino, el ácido clorhídrico produce una escara de color gris violácea, el ácido nítrico escaras amarillas, el ácido sulfúrico produce una escara en principio blanquecina, que vira a violácea y finalmente a negra.

Lesiones por álcalis. Las escaras provocadas por álcalis, son blandas, translúcidas y húmedas, con independencia del agente que las provoque. Después se hacen jabonosas y mal limitadas.

Lesiones por sales corrosivas. Las sales corrosivas actúan provocando una coagulación de las albúminas y las escaras que producen suelen ser blancas y secas.

Gases bélicos. Iperita, (actúa como cáustico con desprendimiento de ácido clorhídrico), lewisita.

ETIOLOGIA DE LAS QUEMADURAS POR AGENTES QUIMICOS.

Criminal. Las quemaduras de origen criminal, ocurren alguna vez. De todas ellas la más conocida es la utilización del vitriolo (ácido sulfúrico), lanzado sobre la cara con la intención de desfigurar a la víctima. También se han producido atentados con gases irritantes en zonas pobladas, como el atentado del metro de Tokio, en el que se usó gas Sarín, que provocó importantes quemaduras entre los afectados.

Suicida. Cuando se usan con fines suicidas, por ingestión, las quemaduras afectan a boca, comisuras labiales y digestivo.

Accidental. Es la etiología más frecuente y suele producirse en el hogar, en el medio laboral y en la escuela. En el caso de los adultos el accidente ocurre cuando al envasar el producto cáustico en un envase de refrescos, bebidas o similares, confunden el envase. En niños el accidente ocurre cuando se derraman encima algún envase dejado

a su alcance. También son numerosas las quemaduras profesionales por sus amplios usos industriales.

EFFECTOS LESIVOS DE LOS CAUSTICOS

Las quemaduras por cáusticos presentan unas lesiones generales personales, que permiten identificarlas con facilidad. Entre las características encontramos:

- Son lesiones puntiformes, sin diferencias de intensidad en su superficie.
- La forma suele ser irregular, ya que al tratarse de líquidos actúan por proyección, provocando regueros.
- Producen escaras en boca y labios en caso de ingestión.
- Las lesiones oculares ocurren con mucha frecuencia.
- En caso de lesiones extensas las manifestaciones generales son similares a las quemaduras térmicas, con fenómenos de shock, síndrome humoral, urinario y vascular.

PROBLEMAS MÉDICO-LEGALES

- **Diferenciación de escaras vitales y postmortales.** No suele presentar dificultades en la mayoría de las ocasiones, sobretodo si el sujeto ha sobrevivido algún tiempo posterior al ataque, ya que el ácido no ataca igual a los tejidos vivos, que a los tejidos cadavéricos. Cuando los cáusticos actúan sobre un tejido muerto, aparece como apergaminado, de color marrón oscuro y no existe escara. El interés de esta determinación radica en muchas ocasiones en el intento de desfigurar a la víctima de un homicidio, tras su muerte derramando un caustico encima del cadáver, en general ácido sulfúrico.
- **Tipo de escaras y agente productor.** Macroscopicamente presentan un aspecto, como ya hemos descrito, característico de las quemaduras por cáusticos y las cicatrices que ocasionan de tipo queloideo o hipertrófico son muy características, con lo que se puede establecer el diagnóstico de quemadura química en la mayoría de los casos. Si queremos determinar el agente productor de la

quemadura, debemos macerar tejidos y ropa en agua destilada para posteriormente realizar el análisis químico.

PRONOSTICO DE LAS QUEMADURAS QUIMICAS

Las lesiones causticas pueden producir:

- a) Infecciones. Son muy frecuentes en este tipo de quemaduras, y la supuración se prolonga durante largos periodos.
- b) Cicatrices. Las cicatrices tienen gran tendencia a la retracción y formación de queloides, lo que ocasiona deformación del rostro, limitación de movimientos articulares, estenosis de orificios naturales, etc.
- c) Quemaduras oculares. Tienen gran transcendencia, y como hemos comentado suelen ser muy frecuentes. Los ácidos atacan los párpados, las conjuntivas y las córneas, produciendo graves alteraciones. Los álcalis producen quemaduras igualmente graves pudiendo llegar a producir ceguera.

BIBLIOGRAFÍA

Casas, J.D. (2000). Manual de Medicina Legal y Forense. Editorial Colex, Madrid.

Castellano, M. (2004). Lesiones por agentes químicos y biológicos. En: Gisbert Calabuig, J. A. Villanueva, E. (2004): Medicina Legal y Toxicología (6ª edición). Editorial Masson, Barcelona.

DiMaio, V.J M., Dana, S. E. (2003). Manual de Patología Forense. Editorial Díaz de Santos, Madrid.

Gisbert Calabuig, J. A. Villanueva, E. (2004): Medicina Legal y Toxicología (6ª edición). Editorial Masson, Barcelona.

Martin, C. (2011). Lesiones y muerte originadas por la acción de la electricidad industrial y atmosférica. Cuestiones médico.-forenses. En En Delgado Bueno, S. Tratado de Medicina Legal y Ciencias Forenses III. Patología y Biología Forense. Editorial Bosch, Barcelona

Sánchez, J.A., Robledo, M. M. (2008). Cadáveres quemados. Estudio antropológico-forense. Cuadernos de Medicina Forense nº 53-54 Sevilla jul.-oct.