

## **Propuesta metodológica para la prevención y tratamiento de las lesiones por rayos**

### **A methodological proposal for preventing and treating those lesions caused by lightning**

**José Antonio Viñas Díaz<sup>1</sup>, Jesús Juan Rodríguez<sup>2</sup>, Sara Álvarez Reynoso<sup>3</sup>**

<sup>1</sup> Asistente. Especialista de Segundo Grado en Pediatría. Hospital Pediátrico Docente "Pepe Portilla". Pinar del Río.

<sup>2</sup> Profesor Auxiliar. Especialista de Segundo Grado en Pediatría y Genética Clínica. Hospital Pediátrico Docente "Pepe Portilla". Pinar del Río.

<sup>3</sup> Profesora Auxiliar. Especialista de Segundo Grado en Pediatría. Hospital Pediátrico Docente "Pepe Portilla". Pinar del Río.

---

#### **RESUMEN**

Las lesiones causadas por los rayos constituyen la primera causa de muerte en Cuba por los llamados fenómenos meteorológicos. Aproximadamente 65 cubanos mueren anualmente por esta causa. En la provincia de Pinar del Río en el año 2008 las lesiones por los rayos representaron la segunda causa de muerte por accidentes en la edad de 0-18 años y la primera de 5-14 años. En la economía los daños son cuantiosos, (afectaciones en la infraestructura de las comunicaciones y redes eléctricas en los sistemas informáticos y equipos electrodomésticos, entre otros). Así como se encuentran entre las causas principales de incendios forestales. En Cuba, por esta causa la mayor pérdida de vidas humanas se produce entre los 16 - 30 años de edad, fundamentalmente en zonas rurales. Un tercio de los casos son mortales y de los que sobreviven el 70% desarrollan secuelas frecuentes. Por no existir en la provincia de Pinar del Río una Metodología diseñada para la prevención y tratamiento de este tipo de accidente a nivel de la Atención Primaria y Secundaria

de Salud, así como con la finalidad de impartir este tema en la Docencia Médica de pregrado y postgrado se decide presentar esta investigación.

**Palabras clave:** lesiones por acción del rayo/prevención, metodología.

---

## **ABSTRACT**

Lesions caused by lightning are the main cause of death in Cuba produced by the so-called meteorological phenomena estimating 65 victims yearly. In Pinar del Rio province (year 2008), this kind of lesion represented the second cause of death by accidents in the 0-18 year old group and the first cause in the 5-14 year old group. In the economy the damages are serious (damages in the infrastructure of communications and electricity plants, informatic systems and electrodomestic equipments and so on). They are also involved in the forest fires. The higher number of human deaths is observed in the 16-30 year old group in the rural areas mainly. A third of the cases is fatal and among those survivors 70% develop frequent sequela. In this province there is not a design of methodology for preventing and treating this kind of accident at primary and secondary health care and it is intended to teach this subject in the pregraduate and postgraduate medical teaching

**Key words:** lightning injuries/prevention, methodology.

---

## **INTRODUCCIÓN**

Los pueblos más primitivos vieron en el rayo una fuerza poderosa, no solo podría destruir también proteger y calentar a las personas al brindarles una fuente de fuego antes de que las personas aprendieran a encender y propagar el fuego a su voluntad. Algunos pueblos primitivos caracterizaban el rayo como un animal o un pájaro, incluyendo los indios americanos, los Bantu de África del Sur y los aborígenes de Australia Occidental.<sup>1</sup>

Aristóteles (384-322 a.c), Sócrates (410-399 ac) y Plinio (23-79 ne) hicieron observaciones sobre los rayos. Herodoto (484-422 ac) y más recientemente Leonardo da Vinci (1452-1519), también describieron el fenómeno del rayo pero sin definirlo mas detalladamente esto permaneció así hasta que Benjamín Franklin (1706-1790) "Padre de la electricidad" demostró que el rayo era una forma de electricidad.<sup>2</sup>

El conocimiento médico referente a las lesiones por el rayo era confuso hasta los trabajos de Critchey en 1932, a pesar de que Jex y Blake comenzaron algunos trabajos en 1913.<sup>3</sup>

Una tormenta eléctrica es un fenómeno atmosférico que se forma de una combinación de humedad y aire caliente, que sube con rapidez y una fuerza capaz de levantar aire, como el encuentro de un frente caliente con otro frío, una brisa marina o una montaña. Todas las tormentas eléctricas contienen rayos. Las tormentas eléctricas pueden ocurrir individualmente, en grupos o en líneas. Por ello, es posible que varias tormentas eléctricas afecten una localidad en el transcurso de unas cuantas horas. Algunas de las condiciones meteorológicas más inclementes ocurren cuando una sola tormenta eléctrica afecta un lugar durante un período prolongado. <sup>4</sup>

El rayo es una poderosa descarga electrostática natural, producida durante una tormenta eléctrica. La descarga eléctrica precipitada del rayo es acompañada por la emisión de luz (el relámpago), causada por el paso de corriente eléctrica que ioniza las moléculas del aire. La electricidad (corriente eléctrica) que pasa a través de la atmósfera caliente y expande rápidamente el aire, produciendo el ruido característico del rayo, es decir, el trueno. <sup>4-5</sup>

Actualmente el calentamiento de la tierra por el efecto invernadero provoca el aumento de tormentas eléctricas, en especial en los países tropicales, con las consecuentes pérdidas de vidas humanas y económicas, advirtió el experto brasileño Osman Pinto Junior, coordinador del Grupo de Electricidad Atmosférica (ELAT) del Instituto Nacional de Investigaciones Espaciales. El experto explicó que la cantidad de rayos en el mundo se duplicará en este siglo si la temperatura del planeta se eleva en cuatro o cinco grados como se ha estimado. <sup>6</sup>

Los rayos responden por cerca del 70% de los apagones en Brasil, donde las autoridades estiman entre 100 y 200 millones de dólares las pérdidas anuales provocadas por el fenómeno. <sup>6-7</sup>

En los Estados Unidos de Norteamérica, se producen unas 80 muertes anuales por rayos. La tasa de mortalidad es más elevada en los grupos de edades entre 10 a 20 años y es siete veces mayor en masculinos. Los casos ocurren con mayor frecuencia en lugares lluviosos y durante el verano, posiblemente debido al incremento de las actividades fuera de la casa durante tormentas eléctricas. La mayoría de las muertes suceden en personas durante excursiones a campo traviesa durante tormentas eléctricas. Trabajadores del campo y excursionistas están en alto riesgo. <sup>2-3; 6</sup>

En Cuba este tipo de accidente constituye la séptima causa de muerte en todas las edades y el 1.4% del total de defunciones, se produce con frecuencia y provoca una alta mortalidad, sobre todo en las edades por encima de los 15 años. Más del 70% ocurrió en el grupo poblacional entre 15-49 años. Del total de muertes por esta causa el 16% aconteció en el hogar generalmente se constata descuido por parte de los adultos al no tomar medidas necesarias para prevenirlas, como salir al patio o al techo durante una tormenta eléctrica, colocarse bajo los árboles etc. <sup>8-14</sup>

En la provincia de Pinar del Río en el año 2008 las lesiones por rayos representaron la segunda causa de muerte por accidentes en la edad de 0 a 18 años y la primera de 5 a 14 años, sin embargo, no existe en la provincia una Metodología para la prevención de este tipo de accidente a nivel de la atención primaria y secundaria de salud. <sup>9-15</sup> La razón anterior motivo a realizar el trabajo para el cual se propusieron los siguientes objetivos:

### **Objetivo general**

Elaborar una Metodología para la prevención y tratamiento de las lesiones por los rayos en la provincia de Pinar del Río (Cuba).

## **MATERIAL Y MÉTODO**

Se realizó un estudio observacional, descriptivo, retrospectivo de corte longitudinal que permitió elaborar una metodología para la prevención y tratamiento de las lesiones por los rayos en la provincia de Pinar del Río, Cuba, realizada en el año 2008. Para ello se recopiló información meteorológica y biomédica a nivel mundial referente al origen de los rayos, zonas de aparición más frecuentes, edades de las personas lesionadas, lesiones producidas y las circunstancias en que se presentan.

Definición de las variables en estudio

Tormentas eléctricas: son aquella que pueden ocurrir individualmente, en grupos o en líneas, por ello, es posible que varias tormentas eléctricas afecten una localidad en el transcurso de unas cuantas horas.<sup>4, 8, 16</sup>

El rayo: es una poderosa descarga electrostática natural, producida durante una tormenta eléctrica.<sup>4, 8, 16</sup>

### **Lesiones producidas por rayos y complicaciones.**<sup>17-18</sup>

Muertes por rayos: Aproximadamente 20% de los casos por:

- Asistolia/ fibrilación ventricular.
- Inhibición del centro respiratorio cerebral.
- Sepsis, fallo orgánico múltiple (muerte tardía)

Lesiones Cardiorrespiratorias:

- Arritmias - Cambios en presión arterial.
- Daños Miocárdicos (infarto).
- Disfunción Cardíaca y Edema Pulmonar- Síndrome de Distrés Respiratorio.

Lesiones Neurológicas / Siquiátricas:

- Pérdida de conocimiento / Coma.
- Amnesia / Ansiedad / Confusión / Afasia / Convulsiones.
- Alteraciones electroencefalográficas.
- Daño al cerebro / cerebelo.
- Parestesias / Debilidad / Parálisis (temporal) parcial o completa en miembros afectados.
- Síndromes Dolorosos / Neuropatías, Lesión medula Espinal / Parkinsonismo.

- Trastornos del sueño y la memoria.
- Trastornos de la concentración.
- Depresión.
- Trastornos variados como: Cefalea, cansancio fácil, fobias a tormentas.
- Trastornos de Estrés pos- traumático.

#### Signos Cutáneos de Quemaduras:

- Puntos de entrada / salida pequeñas, figuras puntiformes (lesiones típica)
- Contacto con collares metálicos (típico)
- Flash.
- Figuras en Helecho (arborescentes): Patognomónico en tronco, brazos y hombros.

#### Vestimentas, Zapatos:

- Explosión, Fragmentación, Derretimiento.

#### Traumas Contusos (explosión):

- Contusión, hemorragia interna (cerebro, pulmones, hígado e intestino)
- Raramente: Fracturas (cráneo, columna cervical, extremidades)

#### Lesiones Auditivas y Oculares:

- Rotura de la membrana timpánica (típica)
- Sordera / Tinnitus / Vértigo
- Ceguera pasajera / Fotofobia - Conjuntivitis - Daño Corneal
- Trastornos de la Retina (agujero macular) - neuritis óptica.
- Catarata.

Las lesiones por un rayo como ha sido señalado pueden tener diferentes formas. Las complicaciones más peligrosas (y posiblemente fatales) son las cardiovasculares y las neurológicas. Debe siempre tenerse en cuenta que sólo la Reanimación Cardiorrespiratoria (RCP) rápida, efectiva y seguida de un tratamiento hospitalario inmediato, puede salvar víctimas en paro cardiorrespiratorio y revertir las consecuencias de la hipoxia cerebral.

Algunas víctimas permanecen en coma, a pesar de la reanimación intensiva y fallecen secundariamente a hemorragias y poli traumas encefálicos, cardíacos e intra - abdominales.

#### Secuelas más frecuentes:

- Pérdida de la conciencia, amnesia temporal o pérdida total de la memoria.
- Funcionamiento irregular de órganos temporal o permanente.
- Muerte de miembros u órganos.
- Pérdida de capacidad de sentir el frío, consecuencia que, aunque simple, resulta muy incómoda: es muy frecuente en personas con este problema contraer catarros, gripes, neumonías e hipotermias, que pueden llevarlos a la muerte.

Aún teniendo la fortuna de no sufrir estas secuelas, muchos casos precisan tratamiento psicológico para que el afectado olvide su accidente y el miedo por las tormentas, lluvias o incluso simples nubes.

## **DISCUSIÓN**

El calentamiento de la tierra por el efecto invernadero provoca el aumento de tormentas eléctricas, en especial en los países tropicales, con las consecuentes pérdidas de vidas humanas y económicas, advirtió el experto brasileño Osman Pinto Junior, coordinador del Grupo de Electricidad Atmosférica (ELAT) del Instituto Nacional de Investigaciones Espaciales.<sup>6, 7, 19</sup> El experto explicó que la cantidad de rayos en el mundo se duplicará en el Siglo XXI si la temperatura del planeta se eleva en cuatro o cinco grados como se ha estimado.<sup>19, 20</sup>

Los rayos responden por cerca del 70% de los apagones en Brasil, donde las autoridades estiman entre 100 y 200 millones de dólares las pérdidas anuales provocadas por el fenómeno.<sup>21-25</sup>

Uno de los últimos accidentes más grave, fue el sábado 10 de diciembre, del 2008, un rayo impactó violentamente en el avión de la compañía Nigeriana Sosoliso Airlines antes del aterrizaje, la tragedia no se pudo evitar y el avión se estrelló. El rayo asesino se llevo la vida de 110 personas que volvían a casa para la Navidad. La mayoría de los pasajeros eran niños entre los 10 - 18 años.<sup>20</sup>

Las quemaduras por rayo ocurren cuando la corriente de alto voltaje se descarga directamente sobre una persona (lo más peligroso) o cuando lo hace sobre el terreno o un objeto próximo (en contacto con la víctima).

Las lesiones de la cabeza o las piernas (lesiones de entrada o salida) son las de peor pronóstico. Son frecuentes las lesiones de los órganos internos atravesados por la corriente, y su gravedad no guarda relación con las lesiones cutáneas. El rayo puede provocar combustión de la ropa o quemaduras cutáneas graves cuando los vestidos contienen partes metálicas que se calientan intensamente.<sup>18</sup>

Cuando se presenta una víctima de rayo, sobreviviente o no, usualmente se acompaña de trauma concurrente. En los sobrevivientes, las lesiones térmicas cutáneas casi nunca son severas. Estas lesiones se presentan con aspectos "puntiforme" o en "helecho". Las lesiones puntiformes se deben a lesiones mínimas de contacto eléctrico, mientras que las lesiones en helecho se deben a tatuaje producido por fulguración limitada de la electricidad sobre la piel. Ambas lesiones se pueden presentar con grados variables de la lesión tisular y severidad.<sup>17-18</sup>

Entre las complicaciones más graves de las quemaduras por rayo se encuentran: Parada cardíaca por asistolia, hipotensión transitoria, fibrilación ventricular e isquemia miocárdica. Las complicaciones del Sistema Nervioso Central (SNC)

comprenden: edema cerebral, hemorragias del SNC, convulsiones, cambio de estado de ánimo, depresión, o parálisis de miembros inferiores. Otras complicaciones son la rhabdomiólisis y la mioglobinuria, frecuentemente acompañada de insuficiencia renal.<sup>17, 18</sup>

## **1. Prevención de lesiones por rayo.**

En presencia de tormentas eléctricas, tome las siguientes precauciones:

a) Desconecte los equipos eléctricos cuando no se estén usando y en caso de tormentas eléctricas.

b) Si lo sorprende la tormenta eléctrica fuera de su hogar, debe protegerse dentro de un inmueble o automóvil.

c) Si se encuentra en el campo debe mantenerse en cuclillas tocando el suelo solo con la planta de los pies (la tierra húmeda conduce muy bien la electricidad).

d) Si está en su casa (aléjese de las puertas y ventanas, siéntese en muebles de madera nunca en metálicos).

e) Aléjese de instalaciones eléctricas.

f) No usar teléfonos fijos (Sólo inalámbricos y móviles).

g) Si se encuentra en un vehículo cierre todas las puertas y ventanas, no tocar partes metálicas del mismo (no lo abandone en medio de la tormenta).

h) Aléjese de alambres, vallas y cercas metálicas.

i) No montar a caballo (no utilizar carros o carretas de tiro animal).

j) No manipular herramientas metálicas y tubos.

k) No ducharse, si se encuentra en el agua salga inmediatamente de esta (ríos, mar, piscinas etc.)

l) No usar sombrillas ni paraguas, manténgase con ropas y zapatos secos.

m) Aléjese de postes, árboles u otros objetos altos.

n) Para protegerse no se introduzca en cuevas o accidentes geográficos similares ya que se acumula aire ionizado que aumenta la posibilidad de descarga eléctrica.

o) Manténgase alejado de cualquier cosa de metal, tales como tractores, equipos agrícolas, motocicletas y bicicletas, etc.

p) En las canchas deportivas aléjese de los carros y palos de golf, los dogouts de Baseball, las graderías y las torres de iluminación.

q) Es aconsejable andar por separado, si formas parte de un grupo, ya que así reducirás el riesgo.

## **2. Atención al paciente que ha sufrido lesión por rayo.**

### Soporte Vital Básico:

- Iniciar RCP Básica vigorosa de inmediato.
- Mantenerla todo el tiempo que sea posible.
- Permeabilización rápida de la vía aérea, ventilación y oxigenación.
- Protección de la columna cervical.
- Inmovilización de las fracturas.
- Eliminar las ropas quemadas.
- De ser posible y necesario realizar RCPC avanzada en la misma escena.

### Situaciones Especiales en la RCP por Rayos:

#### Características:

- Magnitud de energía más alta que la descarga eléctrica.
- Duración de exposición más corta.
- La causa primaria de muerte es el paro cardíaco.
- El rayo produce contra choque masivo, despolariza el miocardio y produce asistolia fundamentalmente.
- El paro respiratorio tiene las mismas causas que en las descargas eléctricas.



**Situaciones Especiales en la RCP por Rayos:**

RCP: Básica: Capacitación de la población.

Lactantes (< un año).

Pequeñas sacudidas, pellizcar

Hablar en voz alta o gritar

Inconciencia.

Niños > un año.

Corroborar la...Sacudidas..Pellizcar.

Hablar en voz alta o gritar



Tratamiento con medios técnicos. (Ambulancia del SIUM. Centro municipal).

- Monitorización del paciente.
- Canalización de vena periférica e hidratación con solución Lacto Ringer.

Si asistolia o bradicardia severa.

- Ventilación con bolsa y/o Intubación endotraqueal.
- Por vía intravenosa, intraósea o intratraqueal

Adrenalina 0.1 cc/Kg de una solución 1:10 000)

RCP 3 minutos.

Adrenalina 0.01mg/Kg. Valorar Bicarbonato de Na 4 %

Amp.1 cc =1 mg (1 cc = 0.5 meq.)

(Sol.1:1000) Administrar Líquidos Ev.

## Dosis posteriores de Bicarbonato

4% según Ph.

Sí fibrilación ventricular.

· Reconocimiento: Despolarización de baja amplitud, rápida irregular, sin QRS identificable, puede seguir a extrasístoles ventriculares o a taquicardia ventricular. (hacer diagnóstico diferencial con interferencias eléctricas o asistolia)

Conducta.

- Cardioversión sincronizada 2J/Kg.
- Reanimación Cardiopulmonar. (Ventilación, intubación y oxigenoterapia 100%)
- Isuprel 0.1 mcg/Kg./min en infusión continua. (amp de 0.2 mg = 1 cc).
- Verapamilo. (0.15mg/Kg./dosis) (Amp 5 mg = 2cc).

Conducta en UCIP.

- Ingreso siempre.
- Hidratación con Solución Lactato Ringer a fin de asegurar diuresis > 1.5 ml/Kg./hora para evitar desarrollo de mioglobinuria e insuficiencia renal.
- Bicarbonato de sodio 4%: c/8 horas para alcalinizar la orina.
- Si signos de hipertensión endocraneana (edema cerebral): hipertensión arterial, bradocardiias, miosis, diastasis de suturas en el lactante o presencia de impresiones digitiformes en la radiografía de cráneo en el niño mayor.
- Manitol 0.25 - 0.5 g/Kg cada 4 horas.

Frascos Sol 20 % 250 cc = 50 gramos. (Amp. 5 g = 20 cc).

- Furosemida 1 - 2 mg/kg/dosis. (Amp. 20mg =2 cc) cada 8 horas (según hemodinamia).
- Hiperventilación.
- Los esteroides no son útiles en estos casos.
- Si convulsiones Diazepan EV a dosis respuesta (Amp. 10 mg = 2 cc y continuar con Difenhidantoina (10mg/Kg./día). (Bbo. 250mg = 5 cc).
- Balance hidromineral estricto.
  - Otras medidas.
- Examen oftalmológico para descartar cataratas.
- Examen de ORL para valorar lesiones de tímpano y laberinto.

- Cirugía. En casos de desbridamiento de tejidos necróticos fasciectomía, escarotomías, etc.
- EKG Ecocardiograma, Imagenología vascular, estudio de la función renal, Radiografía de cráneo y columna vertebral, radiografía de abdomen y otros estudios especiales de acuerdo al cuadro clínico del paciente.
- Seguimiento de las secuelas.

## **CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

- 1.- Las lesiones por un rayo se encuentran entre las primeras causas de muerte por accidente en la provincia de Pinar del Río.
- 2.- Incrementar los mensajes de prevención de este tipo de lesiones en los espacios educativos de la radio y la televisión provincial.
- 3.- Implementar metodología para la prevención y tratamiento del paciente accidentado por rayo en edad pediátrica y que pueda ser utilizado en la docencia de estudiantes de pre y post grado de la carrera de Medicina en la Provincia de Pinar del Río.

## **REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

1. ETECSA. Cuidado con el rayo. En: Directorio telefónico de Cuba. Guía telefónica; 2008.Pp. 31.
2. NGDC - NOAA. Volcanic Lightning. National Geophysical Data Center - NOAA. September 21 de; 2007.
3. USGS. Bench collapse sparks lightning, roiling clouds. United States Geological Society. 1998. September 21 de; 2007.
4. Micah Fink for PBS. How Lightning Forms. Public Broadcasting System. Consultado el September 21 de ;2007.
5. Muertes por rayos. El rayo ataca sin piedad. [Serie en Internet] 2009[Consultado: 23,2009] Disponible en: <http://www.rayos.info/rayosytruenos.htm>
6. National Weather Service (2007). Lightning Safety. National Weather Service. Consultado el September 21 de; 2007.
7. NOAA. Tormentas eléctricas. Listo América. [serie en Internet] 2009[Consultado:23,2009]. Disponible en: <http://www.noah-health.org/es/environmental/natdisasters/specific/storms.html>
8. Garófalo J, Balerdi C. Tormentas eléctricas y relámpagos. Universidad de Florida; 2007.

Recibido: 16 de Abril de 2009.  
Aprobado: 4 de Agosto de 2009.

Dr. José Antonio Viñas Díaz. Hospital Pediátrico Docente "Pepe Portilla" Pinar del  
Río. Cuba.