

## «Golpe de calor» en los niños

(Heat stroke in the children)

José Luis Pinacho-Velázquez\*

### RESUMEN

El golpe de calor, tanto clásico como postejercicio, es una patología grave y representa una amenaza a la vida del niño. Existen fallas en la termorregulación y alteración en los mecanismos que regulan la respuesta inflamatoria y frente al estrés; facilitan la progresión del estrés por calor a golpe de calor y contribuyen en la severidad del daño tisular. Los niños son más propensos a desarrollar golpe de calor. Esta entidad se define como una elevación de la temperatura corporal mayor a 40.6 °C, acompañada por signos de disfunción neurológica. Las complicaciones pueden ser graves e incluyen: falla renal aguda, falla hepática, alteraciones hidroelectrolíticas, trombocitopenia, rhabdomiólisis, alteraciones cardiovasculares, coagulación intravascular diseminada y falla orgánica múltiple. El tratamiento se basa en enfriamiento inmediato, soporte de la función orgánica sistémica y prevención y manejo de complicaciones. El pronóstico se relaciona con severidad del daño en el sistema nervioso central e intensidad y duración de la hipertermia. La prevención es un aspecto a destacar en la prevención del golpe de calor en niños.

**Palabras clave:** Golpe de calor.

### SUMMARY

*Heat stroke, both classic and post exercise, is a severe pathology, represents a threat to the life of the child. There is failure in the thermoregulation and alteration in the mechanisms that regulate the inflammatory response and coping with the stress, facilitates the progression of stress by heat to heat stroke and contribute in the severity of tissue damage. Children are more prone to develop heat stroke. This entity is defined as an elevation in body temperature greater than 40.6 °C, accompanied by signs of neurologic dysfunction. Complications can be severe and include: acute renal failure, liver failure, alterations hydroelectrolytic, thrombocytopenia, rhabdomyolysis, cardiovascular abnormalities, disseminated intravascular coagulation and multiple organ failure. Treatment is based on immediate cooling, support the organic function of systemic, prevention, and management of complications. Prognosis is related to severity of the damage in the central nervous system, and intensity and duration of the hyperthermia. Prevention is a notable aspect in the prevention of heat stroke in children.*

**Key words:** Heatstroke.

Es natural que las enfermedades ocasionadas por la exposición al calor solar, ocurran con más frecuencia en regiones calurosas; también es lógico pensar que en estos lugares, los niños recién nacidos, los lactantes y escolares sean los más vulnerables por la inmadurez de sus mecanismos termorreguladores y por la extensión de su superficie corporal, aunque también se debe a que en edades tempranas, los niños generan mayor calor metabólico que los adultos

por su masa corporal, ante actividades físicas como caminar o correr.<sup>1</sup>

También se sabe que los niños tienen menor capacidad de sudoración y que ésta se disipa por evaporación; se sabe de otras manifestaciones ante el calor como el edema térmico, calambres y lipotimias por calor, aunque las reacciones de mayor gravedad son las ocasionadas por la insolación y el conocido «golpe de calor» que puede ser fatal.<sup>2</sup> Es por eso que aumente la mortalidad ante el calentamiento global,<sup>3,4</sup> por lo que es útil conocer las manifestaciones clínicas que ocurren en los niños pequeños, como respuesta a la exposición al calor, éstas son:

- El edema térmico ocurre en los primeros días de la exposición al calor y éste se asocia con edema en manos y pies como respuesta secundaria a la vaso-

\* M. Sc. en Educación y tutor de alumnos de cuarto año. Facultad de Medicina, UNAM.

dilatación cutánea y al aumento de la secreción de hormona antidiurética.

- «Calambres» por calor son la sensación de dolor causada por contracciones o espasmos súbitos e involuntarios en uno o varios músculos, lo que ocurre después de un ejercicio físico intenso. Éste se manifiesta en los niños que han transpirado de manera profusa e ingerido líquidos hipotónicos, lo que disminuye así la concentración de sodio.<sup>5</sup>
- Lipotimia por calor: generalmente en los niños se acompaña de un episodio de desvanecimiento ocasionado por disminución vasomotora con estasis venosa e hipotensión cuando éstos no están aclimatados, lo que ocurre en las primeras horas de exposición y generalmente como respuesta clínica a la deshidratación que suele remitir de manera espontánea.
- «Golpe de calor». Éste puede estar asociado con una falla del sistema de termorregulación y se define en términos de una enfermedad grave ocasionada por el aumento de la temperatura corporal; en la práctica el «golpe de calor» se define cuando en los niños la temperatura rectal excede 40.6 °C,<sup>6</sup> la que se asocia con manifestaciones del sistema nervioso central (SNC) como «delirio», convulsiones y «coma»; esta condición clínica es consecuencia de la exposición del niño al calor ambiental o por un intenso ejercicio en ambientes de temperatura elevada (GC postejercicio).<sup>7</sup> También se le conoce como hipertermia asociada con un problema inflamatorio sistémico, dando lugar a una falla orgánica múltiple y predominando en ella la encefalopatía.<sup>8,9</sup>
- La insolación acontece en una persona cuando ésta llega a estar deshidratada, débil y con frecuencia manifiesta náuseas y vómitos debido a la excesiva sudoración con pérdida de agua y electrolitos, particularmente el Na; la depleción de sal ocurre usualmente cuando una persona no aclimatada hace ejercicio en un ambiente de alta temperatura y sólo sacia su sed con agua; por otro lado su temperatura corporal puede no ser muy alta y sin daño tisular;<sup>5</sup> aunque generalmente los mecanismos termo-reguladores no se ven afectados.

En cuanto a la magnitud del «golpe de calor», en algunas áreas cálidas de EUA la CDC (*Centers for Disease Control and Prevention*) informa que entre 1979 y 2002 hubo 4,780 decesos asociados con el calor y en cuanto a la frecuencia del GC señala que aumentó de 17.6 a 26.5 casos por 100,000 habitantes<sup>10</sup> y que la mortalidad ocurrió en 10 y 50%, según la información en los últimos 50 años.<sup>11,12</sup>

Como contraste, en México, los registros climáticos y de mortalidad entre 1979 y 2003 señalan que el año de 1999 fue uno de los años más calurosos en las últimas

décadas y que aumentaron los decesos por esta causa. En cuanto al riesgo de muerte por «golpe de calor» los estados de Sonora y Baja California son los que registran la mayor mortalidad y aún se espera que en los próximos veinte años ocurra un incremento en la temperatura de 1 °C a 2 °C, por lo que se debe desarrollar una estrategia de protección para la población más vulnerable de niños y adultos mayores,<sup>3,13</sup> pues es pertinente mencionar que los niños recién nacidos van a tener un riesgo creciente de enfermar por calor, ya que los mecanismos termorreguladores están en desarrollo. Por otro lado, los adultos mayores son también un grupo de riesgo, debido a las enfermedades subyacentes, el empleo de medicamentos y a la disminución de los mecanismos termorreguladores. A este respecto Naughton y col.<sup>1,14</sup> informan que durante la ola de calor en Chicago en 1999, de las 80 personas que fallecieron, 47% de ellas fueron mayores de 65 y menores de 1 año.

En las enfermedades que generan un incremento de calor, la causa principal es la incapacidad del cuerpo para disipar la carga térmica y si ésta no se corrige, el cuerpo desarrolla mecanismos de insolación; su progresión genera, como respuesta fisiológica, hipertermia, «toxicidad» directa del calor y respuesta inflamatoria subsecuente. El polimorfismo genético puede ser causa de una mayor susceptibilidad al calor, ya que los genes involucrados regulan la actividad de citocinas, las proteínas de la coagulación y muchas proteínas involucradas en la adaptación al calor.<sup>15</sup> En cuanto a la progresión del estrés por calor a «golpe de calor» se debe a una combinación de eventos, incluyendo en éstos, las fallas en los mecanismos de termorregulación, por lo que se genera una exagerada respuesta de «fase aguda al calor» y la alteración en la producción de proteínas de «shock por calor».<sup>9</sup>

#### MECANISMO DE TERMO-REGULACIÓN

El calor corporal total es producto de la suma del calor ambiental y el generado por el metabolismo, el cual debería ser disipado para mantener un margen de temperatura corporal que evite disfunción celular y enzimática;<sup>16</sup> en los humanos este margen es usualmente de 36.5 a 37.5 °C, aún en ambientes de temperatura alta;<sup>17</sup> un incremento de temperatura de un 1 °C activa los receptores de calor periféricos e hipotalámicos, aumentando la distribución de flujo sanguíneo hacia la superficie corporal e inicia la sudoración;<sup>16</sup> si el aire no tiene agua, la superficie corporal se enfría por evaporación consumiendo 1 kcal de energía de calor por 1.7 mL de sudor y la máxima eficiencia ocurre cuando hay un ambiente seco y ventilado;<sup>9</sup> el mayor flujo sanguíneo

hacia la piel es por la circulación central, principalmente por el intestino y los riñones.<sup>18</sup> En los adultos la pérdida de agua y sales por la sudoración puede ser cercana a dos litros por hora, modificando los mecanismos de termorregulación,<sup>9</sup> por lo que el déficit debe ser cubierto con la ingestión de agua y sales.

En el GC clásico existe una falla en la termorregulación (disminución de la sudoración) a diferencia del golpe de calor postejercicio.<sup>5</sup>

Ante la falla de los mecanismos termorreguladores, la tasa metabólica básica en descanso, la temperatura corporal puede aumentar en aproximadamente 1.1 °C/h durante un ejercicio muscular «intenso».

En cuanto a la disipación de calor ocurre por cuatro mecanismos:

- Por conducción: ocurre por la transferencia de calor por contacto físico y a éste se debe una pérdida de calor corporal de 2%.
- Por convección: que es la disipación del calor corporal al vapor del aire o de agua que rodea el cuerpo; lo que explica el 10% de pérdida de calor corporal, por otra parte cuando la temperatura del aire excede la temperatura corporal, el cuerpo gana energía térmica.
- Radiación: es la transferencia del calor al ambiente por la vía de ondas electromagnéticas, lo que explica la mayoría de la disipación del calor; mientras haya un gradiente de temperatura corporal y el del aire, la pérdida de calor corporal por radiación es de 65%.
- Evaporación: es la pérdida de calor corporal por transformación química de la sudoración y la saliva en vapor; explica el 30% de pérdida de calor corporal.<sup>16</sup>

La hipertermia y la enfermedad ocasionada por calor ocurren después cuando los mecanismos termorreguladores del calor son expuestos a un excesivo calor ambiental o por falla en la disipación de calor.

Las manifestaciones de la insolación no son específicas y a menudo en su inicio suelen ser insidiosas y semejan una enfermedad viral con fatiga, debilidad, desfallecimiento, náusea, vómito, cefalea, mialgias, vértigos, calambres e irritabilidad. Es así como se llega progresivamente al «golpe de calor», el cual puede incluir manifestaciones múltiples de la insolación; es importante mencionar que se consideran como características críticas de la insolación la hipertermia mayor de 40 °C y disfunción del CNS, lo que se inició de manera repentina en 80% de los casos; en cuanto a los síntomas, éstos pueden manifestarse de manera sutil hasta llegar a magnificarse como comportamiento extraño, alucinaciones,

estado mental alterado, confusión, desorientación y coma; aunque la anhidrosis se considere una característica del golpe de calor, en general, puede decirse que la mitad de los niños inicialmente sudan hasta que ésta finalmente se manifiesta.

En cuanto a la exploración física de los niños con insolación, cabe destacar la apariencia de debilidad, con vómitos, cambios de pulso ortostático y presión arterial; sudoración (ausente o presente), piloerección y taquicardia; la temperatura es generalmente menor (41 °C) y puede ser normal.

Con respecto al «golpe de calor» se manifiesta con disfunción del SNC y hay en los niños una historia de exposición al calor y con temperatura corporal alta (41 °C); las lecturas térmicas iniciales pueden ser normales o marginalmente altas, cuando los padres emplearon antipiréticos antes de llegar al hospital; generalmente los niños manifiestan taquicardia, hiperventilación, presión arterial diastólica disminuida, tienen taquiarritmias que no favorecen la cardioversión<sup>7</sup> y tienen ciertas disfunciones del SNC como coma, delirio, comportamiento extraño, *opisthotonus*, alucinaciones, rigidez, descerebración, disfunción cerebelosa, pupilas fijas y dilatadas.<sup>12,19</sup>

En cuanto a los desórdenes de la coagulación, incluyen: coagulación intravascular diseminada (CID) púrpura, hemorragia conjuntival, melena, diarrea sanguinolenta, hemoptisis, hematuria o hemorragia del SNC; los resultados pueden variar de una piel caliente y seca a diaforética. Por otro lado, los niños con una temperatura mayor de 41 °C sudan de manera difusa y manifiestan síntomas respiratorios como taquipnea e insuficiencia respiratoria de origen central; los síntomas genitourinarios incluyen hematuria, oliguria y anuria, por lo que puede hacer suponer una falla renal aguda, también pueden presentarse calambres o flacidez muscular.

## CAUSAS

La causa primaria es la alteración de los mecanismos termorreguladores por el incremento del calor ambiental<sup>15</sup> como: el ejercicio o trabajo en un ambiente con temperatura alta sin aire acondicionado o con ventilación inapropiada o ropa inadecuada, así como ambientes o de baño sauna; también puede estar relacionado el empleo de drogas y toxinas, uso de betabloqueadores, anticolinérgicos, etanol, antihistamínicos, antidepresivos cíclicos simpaticomiméticos (cocaína, anfetaminas), fenotiazinas, litio y salicilatos;<sup>20</sup> por otra parte la obesidad y la senectud son factores de riesgo del golpe de calor.

## DIAGNÓSTICO DIFERENCIAL

Fiebre, sepsis, fiebre tifoidea hipertermia maligna, infarto hipotalámico, fármacos que inducen arritmias cardíacas, trauma del SNC y feocromocitoma.

Los exámenes de laboratorio para el golpe de calor y la insolación se usan en estos casos para identificar el daño orgánico; encontramos alteraciones como son: la coagulopatía, el incremento de la aminotransferasa/aspartato aminotransferasa, del tiempo de protrombina y del tiempo parcial de la tromboplastina, fibrinógeno y plaquetas: hiperazoemia prerrenal, anemia progresiva y acidosis metabólica.

Los estudios de radioimagen, la radiografía de tórax para evaluar SDRA, aspiración y neumonía y el TAC para edema y hemorragia del SNC.

## MANEJO CLÍNICO DE LOS NIÑOS

La toma de temperatura rectal, aplicación de sonda de Foley para cuantificar uresis y catéter de Swan-Ganz.

En cuanto al tratamiento prehospitalario, se debe evitar que el niño se encuentre en un ambiente «caliente», despojarlo del exceso de ropa y transferirlo a un lugar sombrío o fresco; por otro lado, se debe controlar la vía aérea, la respiración, la circulación con los líquidos intravenosos, el oxígeno suplementario y la ventilación asistida de acuerdo con lo ya indicado; también aplicar al niño paquetes de hielo en cuello, axilas e ingle para acelerar el enfriamiento por evaporación.<sup>5,21</sup>

En el servicio de urgencias, según el diagnóstico se hace para la insolación, retiro del niño del ambiente cálido, corrección de la deshidratación y de electrolitos; también, aplicar hielo en el cuello, ingle y axilas; dar rehidratación oral con 0.1% de soluciones isotónicas de cloruro sodio y en casos severos líquidos IV.<sup>22</sup>

Para el «golpe de calor» se debe asegurar la vía aérea, cuidar la ventilación y circulación, administrar oxígeno suplementario y líquidos cristaloides por vía endovenosa; también instituir medidas de enfriamiento agresivas para disminuir la temperatura del niño por 0.2 °C/min hasta lograr una temperatura de 38 °C, la refrigeración por evaporación es segura: desnudando al niño y colocándolo en inmersión en agua con hielo.

Ningún medicamento reduce perceptiblemente la temperatura basal en estos niños, en contraste con aquéllos que desarrollan fiebre con temperatura alta ocasionada por un ajuste hipotalámico alto, por lo que cabe reiterar que los niños con golpe de calor no se benefician con la terapia antipirética, pues los salicilatos pueden empeorar las coagulopatías y con acetaminofen en dosis altas causa daño hepático; es conveniente

resaltar que el apoyo principal de la terapia implica el enfriamiento rápido, en tanto que los neurolépticos se usan para suprimir el temblor ocasionado por éste.

Las benzodiazepinas se usan en el tratamiento de las convulsiones; en cuanto a los diuréticos osmóticos, éstos promueven la diuresis para prevenir o para tratar una falla renal aguda. En cuanto a los agentes alcalinizantes, el bicarbonato de sodio se administra por vía endovenosa para alcalinizar la orina en los niños con rbdomiolisis.

## MEDIDAS PREVENTIVAS DEL «GOLPE DE CALOR»

Las enfermedades que tienen relación con el calor son evitables, es por esto importante identificar a los grupos de población susceptibles con objeto de adoptar las siguientes recomendaciones: llevar a cabo las actividades físicas vigorosas en los horarios frescos del día, procurar una ventilación adecuada, usar aire acondicionado y ventiladores; por otro lado los padres no deben dejar niños pequeños en los coches en época de calor.

Procurar antes del ejercicio beber entre 400-500 mL (200 mOsm/L) de líquidos frescos y entre 200 mL a 300 mL durante ejercicio.<sup>23</sup> Es conveniente mencionar que los atletas con una enfermedad concurrente no deben hacer ejercicio en temperaturas extremas y tener la costumbre de registrar su peso corporal antes y después de ejercicio, pues la pérdida de más de 7% de peso corporal representa que ha habido un agotamiento severo de agua y la pérdida de 5 a 6% se considera un moderado agotamiento del agua, en tal caso, debe cesar el ejercicio y rehidratarlo a su peso normal.

Complicaciones. Cardiovasculares: taquicardia, hipotensión, CPK (Mb) elevada, hemorragia subendocárdica;<sup>7,24</sup> pulmonares: edema pulmonar, aspiración, alcalosis y SDRA; renales: rbdomiolisis, falla renal aguda y CID; neurológicas: déficits, hemiplejía, coma, demencia, cambios de la personalidad; Hepáticas: ictericia, necrosis hepatocelular y falla hepática; hematólogicas: coagulopatía, así como también la pérdida de electrolitos que da lugar a hipocalemia, hipercalemia, hipocalcemia, hipernatremia, hipoglucemia, hiperuricemia y acidosis láctica.

El pronóstico depende del tiempo entre el inicio del golpe de calor y el inicio en que se adoptan las medidas de enfriamiento, ya que con el enfriamiento rápido, la rehidratación adecuada y el tratamiento agresivo de complicaciones, la supervivencia se acerca a 90% de los niños con golpe de calor; por otra parte, hay un mal pronóstico cuando un niño tiene coagulopatía con daño hepático, acidosis láctica, temperatura rectal mayor 42.2 °C y coma con más de cuatro horas.<sup>25,26</sup>

## Referencias

1. Naughton MP, Henderson A, Mirabelli MC, Kaiser R, Wilhelm JL, Kieszak SM et al. Heat-related mortality during a 1999 heat wave in Chicago. *Am J Prev Med.* 2002; 22(4): 221-227.
2. American Academy of Pediatrics. Committee on sports medicine and fitness climatic heat stress and the exercising child. *Pediatrics.* 2000; 106: 158-159.
3. Squire DL. Heat illness. Fluid and electrolyte issues for pediatric and adolescent athletes. *Pediatr Clin North Am.* 1990; 37(5): 1085.
4. <http://www.ine.gob.mx/.../imagenes/mapagolpecalor>
5. American academy of pediatrics. Manual de referencia para la emergencia y la urgencia pediátricas Buenos Aires Argentina: EdiT. AWWWE; 2007: 216-218.
6. Bouchama A, Knochel JP. Heat stroke. *N Engl J Med.* 2002; 346(25): 1978-1988.
7. Akhtar MJ, al-Nozha M, al-Harhi S, Nouh MS. Electrocardiographic abnormalities in patients with heat stroke. *Chest.* 1993; 104(2): 411-414.
8. Bouchama A, Hammami MM, Haq A, Jackson J, al-Sedairy S. Evidence for endothelial cell activation/injury in heatstroke. *Crit Care Med.* 1996; 24(7): 1173-1178.
9. Channa AB, Seraj MA, Saddique AA, Kadiwal GH, Shaikh MH, Samarkandi AH. Is dantrolene effective in heat stroke patients? *Crit Care Med.* 1990; 18(3): 290-292.
10. Nelson EA, Taylor BJ, Weatherall I. Sleeping position and infant bedding may predispose to hyperthermia and the sudden infant death syndrome. *Lancet.* 1989; 1: 199-201.
11. Cooper KE. Some responses of the cardiovascular system to heat and fever. *Can J Cardiol.* 1994; 10(4): 444-448.
12. Semenza JC, Rubin CH, Falter KH, Selanikio JD, Flanders WD, Howe HL et al. Heat-related deaths during the July 1995 heat wave in Chicago. *N Engl J Med.* 1996; 335(2): 84-90.
13. Simon HB. Hyperthermia. *N Engl J Med.* 1993; 329(7): 483-487.
14. Hett H, Brechtelsbauer DA. Heat-related illness: Plan ahead to protect your patients. *Postgraduate Medicine.* 1998; 103(6): 107-120.
15. Lin MT, Liu HH, Yang YL. Involvement of interleukin-1 receptor mechanism in development of arterial hypotension in rat heatstroke. *Am J Physiol.* 1997; 273: H2072-2077.
16. Buggy DJ, Crossley AW. Thermoregulation. *Br J Anaesth.* 2000; 84: 615-628.
17. Dahmash NS, al Harthi SS, Akhtar J. Invasive evaluation of patients with heat stroke. *Chest.* 1993; 103(4): 1210-1214.
18. Glazer JL. Management of heatstroke and heat exhaustion. *Am Fam Physician.* 2005; 71(11): 2133-2140.
19. Chavez-Carballo E, Bouchama A. Fever, Heatstroke and hemorrhagic shock and encephalopathy. *J Child Neurol.* 1998; 13(6): 286-287.
20. Martínez M, Davenport K, Saussy J. Drug associated heat stroke. *South Med J.* 2002; 95: 799-802.
21. Costrini A. Emergency treatment of exertional heatstroke and comparison of whole body cooling techniques. *Med Sci Sports Exerc.* 1990; 22(1): 15-18.
22. Hubbard RW, Gaffin SL, Squire DL. Heat-related illnesses. In: Auerbach PS, ed. Wilderness Medicine: Management of wilderness and environment. Emergencies 3rd ed. St Louis, Mo: Mosby Year Book; 1995: 167-212.
23. Mazerolle SM, Pinkus DE, Casa DJ, McDermott BP, Pagnotta KD, Ruiz RC et al. Evidence-based medicine and the recognition and treatment of exertional heat stroke, part II: a perspective from the clinical athletic trainer. *J Athl Train.* 2011; 46(5): 533-542.
24. Alzeer AH, el-Hazmi MA, Warsy AS, Ansari ZA, Yrkendi MS. Serum enzymes in heat stroke: prognostic implication. *Clin Chem.* 1997; 43(7): 1182-1187.
25. Kellermann AL, Todd KH. Killing heat. *N Engl J Med.* 1996; 335(2): 126-127.
26. Porter M. Exertional heat illness. *Lancet.* 2000; 355 (9219): 1993-1994.
27. Mazerolle SM, Ganio MS, Casa DJ, Vingren J, Klau J. Is oral temperature an accurate measurement of deep body temperature? A systematic review. *J Athl Train.* 2011; 46(5): 566-573.

Correspondencia:  
 Dr. José Luis Pinacho Velázquez  
 Hospital Ángeles Lindavista  
 E-mail: joselpinacho@yahoo.com.mx