

# Hipotermia. Golpe de calor

Pilar Storch de Gracia Calvo

Servicio Urgencias de Pediatría. Hospital Infantil Universitario Niño Jesús. Madrid

Storch de Gracia Calvo P. Hipotermia. Golpe de calor. Protoc diagn ter pediatri. 2020;1:299-305.



## RESUMEN

Se considera hipotermia una temperatura corporal central inferior a 35 °C. El manejo de la hipotermia se basa en las medidas de recalentamiento y la estabilización. Las medidas de recalentamiento pasivo consisten en la retirada del foco del frío y de la ropa húmeda, y la cobertura con mantas y ropa seca. Estas medidas se deben aplicar en todos los casos y en la mayoría de ellos son suficientes para volver a la temperatura normal. Los casos de hipotermia moderada o grave son poco frecuentes. En ellos puede ser necesario aplicar medidas de recalentamiento activo, que puede ser externo o interno. Las segundas se consideran más seguras, aunque son más invasivas. En la estabilización del paciente con hipotermia moderada o grave es necesario tener en cuenta algunas características específicas de estos pacientes. El golpe de calor es un trastorno multisistémico por elevación excesiva de la temperatura corporal. La mayoría de los casos son leves y responden al reposo en un ambiente fresco, y la ingesta de líquidos y alimentos ricos en sal. Los pacientes con manifestaciones neurológicas importantes o inestabilidad cardiocirculatoria pueden requerir un enfriamiento más agresivo y medidas de soporte. Tanto la hipotermia como el golpe de calor son trastornos prevenibles y, por tanto, el esfuerzo debe orientarse en esa dirección.

**Palabras clave:** temperatura; hipotermia; frío; recalentamiento; golpe de calor; calor.

## Hypothermia. Heat stroke

### ABSTRACT

Hypothermia is defined as core body temperature below 35 °C. Management of hypothermia requires supportive care for respiratory, circulatory and internal media alterations and rewarming interventions. Passive rewarming techniques involve isolation from cold focus, removing clothes, applying dry blankets and ensuring warm and dry environment. They must always be applied

and are often enough to return to normal temperature. Moderate or severe hypothermia is not frequent and active rewarming techniques should be necessary in these children. Active external rewarming consists of applying heat externally to the patient. Active internal rewarming applies heated fluids in to the patient. Internal techniques are considered safer but are more invasive to the child. There are several modifications suggested to supportive care of children with moderate or severe hypothermia. Heat stroke is a life-threatening condition that affects many corporal systems. Most cases are just heat exhaustion and must be treated with water and salt repletion and rest in a cooled placed. Patients with central nervous system or cardiovascular dysfunction may require more aggressive cooling methods and vital support. Both hypothermia and heat stroke are preventable disorders and therefore the effort should be directed to this question.

**Key words:** temperature; hypothermia; cold; rewarming; heat stroke; heat.

## 1. INTRODUCCIÓN

La exposición a temperaturas extremas, tanto elevadas como bajas, supone un riesgo para el bienestar de las personas. Los niños corren especial riesgo de padecer trastornos asociados al frío y al calor ambiental, debido a múltiples razones. No son conscientes del riesgo para su salud que supone dicha exposición, y por tanto no adoptan conductas que les permitan prevenir o evitar estas situaciones. Además, los mecanismos de adaptación al frío y el calor son diferentes a los de los adultos y en muchas ocasiones menos eficaces. Su composición y superficie corporales son también a veces motivo de mayor peligro en ambientes excesivamente fríos o cálidos. Por tanto, deben ser los adultos los que les ayuden a prevenir, reconocer y evitar los trastornos asociados a temperaturas extremas.

## 2. HIPOTERMIA

Se considera hipotermia la temperatura corporal central inferior a 35 °C (que corresponde a 95 °F). Suele ser debida a la exposición ambien-

tal al frío y se denomina entonces hipotermia accidental. Puede aparecer también asociada a la alteración del funcionamiento del centro regulador de la temperatura, como ocurre en algunas enfermedades, entre ellas las endocrinopatías, la malnutrición y la depresión del sistema nervioso central por fármacos, tóxicos, isquemia o infecciones. En tal caso hablamos de hipotermia secundaria.

### 2.1. Fisiopatología

El cuerpo pierde calor a través de diferentes mecanismos: radiación, convección, conducción, evaporación y respiración. En condiciones normales, la radiación es la principal responsable de la pérdida de calor seguida de la convección, la cual cobra mayor importancia cuando hay aumento de la corriente de aire. En ambientes secos, la evaporación corporal es baja. Sin embargo, cuando la ropa está húmeda, la pérdida de temperatura corporal por evaporación aumenta de forma muy importante y puede alcanzar 6 veces la tasa de producción de calor que genera el metabolismo basal. Igualmente ocurre con la pérdida de calor corporal por conducción, que

aumenta hasta 25 veces en el agua con respecto al aire. Por tanto, la inmersión en agua y la presencia de ropa mojada suponen un gran riesgo para desarrollar hipotermia<sup>1</sup>.

Los niños tienen mayor riesgo de padecer hipotermia que los adultos. Algunos de los motivos por los que tienen mayor predisposición son su mayor superficie corporal, su menor capacidad de producir calor por mecanismos compensatorios (los neonatos y los lactantes apenas pueden tiritar) o su incapacidad para prevenir la exposición a bajas temperaturas. Además, en muchas ocasiones, la hipotermia no se sospecha de entrada en la evaluación inicial de un niño inestable, por lo que con frecuencia pasa inadvertida para el médico que lo asiste.

## 2.2. Diagnóstico

Se debe medir la temperatura de los niños de forma rutinaria. Especial atención merecen los niños con riesgo de exposición conocida al frío ambiental, los que han padecido traumatismo o maltrato y los que padecen enfermedades que les predisponen a la hipotermia.

Para poder detectar hipotermia es necesario utilizar termómetros adecuados que puedan registrar temperaturas inferiores a 34 °C. Los termómetros que se utilizan en la práctica clínica habitual no suelen ser válidos. Hay que medir la temperatura corporal central, pudiendo usar la vía rectal, intravesical, epitimpánica, esofágica o en un catéter venoso central. No son adecuadas la temperatura oral, axilar ni la tomada por medio de infrarrojos en el canal auditivo externo.

La mayoría de los autores considera tres niveles de gravedad dentro de la hipotermia:

- Leve: entre 32 °C y 35 °C.
- Moderada: entre 28 °C y 32 °C.
- Grave: inferior a 28 °C.

En algunos textos se considera la hipotermia extrema o profunda, por debajo de 25 °C.

El descenso de la temperatura corporal desencadena una reacción de varios sistemas con el objetivo de compensar y evitar la pérdida de calor. Los mecanismos termorreguladores principales son la vasoconstricción (principalmente cutánea pero también de otros territorios, lo que conlleva una disminución de la perfusión periférica con un aumento de la perfusión central), el aumento de la diuresis, el aumento de la frecuencia cardíaca, frecuencia respiratoria y tensión arterial, y el temblor. Cuando la temperatura es inferior a 32 °C, estos mecanismos comienzan a fallar y puede aparecer fallo circulatorio, depresión respiratoria y disminución del nivel de consciencia. Hay también un enlentecimiento de la actividad enzimática que condiciona la disminución del metabolismo basal y, por tanto, del consumo de oxígeno en tejidos esenciales como el cerebro y el corazón, pero a su vez disminuye la capacidad de producir calor por el metabolismo.

Estos mecanismos compensatorios condicionan las manifestaciones clínicas asociadas a la hipotermia, que son diferentes según el grado de esta. La hipotermia leve se acompaña de temblor, piloerección, palidez cutánea e incluso aumento del tiempo de relleno capilar o acrocianosis.

Cuando la hipotermia es moderada aparece gradualmente alteración del estado mental

con confusión, torpeza motora y bradipsiquia. Puede haber irritabilidad y agitación. Según progresa el descenso de la temperatura, se ven bradicardia, bradipnea e hipotensión.

En los casos de hipotermia grave, el aspecto del paciente puede confundirnos ya que no están presentes el temblor y la palidez, sino que predominan la rigidez muscular y el enrojecimiento facial. La depresión de la función cerebral es llamativa, llegando al estupor y al coma con dilatación pupilar. Hay bradicardia e hipotensión, pudiendo aparecer arritmias cardíacas e incluso asistolia. Las manifestaciones de la hipotermia severa y prolongada se pueden interpretar erróneamente como el fallecimiento del paciente, debido a la rigidez, el coma arreactivo, y la ausencia de pulso y de respiración.

### 2.3. Pruebas complementarias

En los casos de hipotermia leve por exposición ambiental al frío durante un corto periodo de tiempo no es necesaria la realización de pruebas complementarias.

Cuando el descenso de la temperatura es moderado o intenso y además ha sido prolongado o en circunstancias desconocidas, se deben determinar glucosa, urea, creatinina, sodio, potasio, cloro y amilasa séricos; hemograma, coagulación y gasometría (a ser posible arterial o de una vía venosa central, debido a que la circulación capilar suele estar afectada y los resultados de la gasometría capilar y la pulsioximetría no serán fiables)<sup>2</sup>.

También se debe realizar un electrocardiograma de 12 derivaciones, que puede mostrar alargamiento de todos los segmentos, onda J o arrit-

mias tanto de forma espontánea como durante el recalentamiento o la reanimación del paciente.

### 2.4. Tratamiento

El tratamiento de la hipotermia se basa en dos pilares fundamentales: el control de las alteraciones respiratorias, circulatorias e hidroelectrolíticas asociadas al frío, y las medidas de recalentamiento. En el manejo del paciente inestable con hipotermia, se deben tener en cuenta algunas consideraciones especiales<sup>3</sup>. Cuando existe depresión respiratoria o alteración del nivel de consciencia que precisan soporte respiratorio invasivo, se deben utilizar frecuencias respiratorias más bajas de lo normal para evitar la alcalosis respiratoria debido al nivel disminuido de CO<sub>2</sub> en sangre por enlentecimiento de la tasa metabólica. Con frecuencia aparecen arritmias cardíacas, por lo que se debe realizar una manipulación cuidadosa del paciente para no desencadenarlas y mantener monitorización continua del ECG. Aparecen con frecuencia ritmos como la bradicardia sinusal, el *flutter* o la fibrilación auricular y suelen revertir espontáneamente con el recalentamiento. La asistolia y actividad eléctrica sin pulso suelen beneficiarse de la administración de volumen por vía intravenosa. La fibrilación ventricular no responde bien a la terapia eléctrica hasta que la temperatura alcanza los 30 °C.

El recalentamiento puede ser pasivo o activo. El recalentamiento pasivo consiste en la retirada del ambiente frío y de las ropas (sobre todo si están húmedas) y la cobertura del cuerpo con mantas o ropa caliente y seca. Las técnicas de recalentamiento pasivo tienen como objetivo detener el descenso de la temperatura corporal, pero no consiguen elevarla. Cuando los mecanismos fisiológicos de producción de calor no

funcionan (en pacientes con hipotermia secundaria y en casos de hipotermia moderada o grave) deben asociarse técnicas de recalentamiento activo. Estas a su vez pueden ser de dos tipos:

- **Recalentamiento activo externo:** consiste en la aplicación de un foco externo de calor, como es el aire caliente o el calor radiante. En pacientes con hipotermia moderada o grave puede tener como consecuencia un descenso paradójico de la temperatura del paciente, hipotensión, fibrilación ventricular o asistolia, debido al paso de sangre fría y acidótica desde las extremidades hacia la circulación central, sobre todo si estas se recalientan al inicio y de forma rápida en pacientes con colapso cardiocirculatorio. Por ello se recomienda evitar el recalentamiento activo externo durante el transporte, y cuando se realice, se debe recalentar primero el tronco del paciente<sup>4</sup>.
- **Recalentamiento activo interno:** se basa en la administración de fluidos calientes como oxígeno, suero salino intravenoso, lavado gástrico, vesical, pleural o peritoneal con suero salino caliente o el calentamiento con membrana extracorpórea. Las vías más invasivas se reservan para los pacientes con hipotermia grave o profunda. En la hipotermia moderada, se prefiere la administración de oxígeno entre 41 °C y 45 °C o suero salino intravenoso entre 40 °C y 44 °C, aunque la eficacia de estas medidas es poco constante.

### 3. GOLPE DE CALOR AMBIENTAL

El golpe de calor se considera un trastorno multisistémico grave debido a la elevación extrema de la temperatura corporal con fracaso

de los mecanismos de termorregulación. El calor puede provocar un espectro continuo de manifestaciones clínicas que tienen su mínima expresión en un cuadro de malestar y calambres musculares, y van progresando en relación con la intensidad del calor y la incapacidad para compensarlo hasta provocar la extenuación por calor, y finalmente, en el golpe de calor.

Se pueden distinguir la forma clásica o golpe de calor ambiental, que es debida a la exposición a ambientes cálidos y con elevada humedad relativa, y el golpe de calor secundario a ejercicio, que es debido a la producción interna de calor.

#### 3. 1. Fisiopatología

Cuando la temperatura ambiental supera a la temperatura corporal, se reducen considerablemente los mecanismos de regulación térmica, al perderse la capacidad de disminuir la temperatura por conducción y radiación. En esta situación la evaporación (por medio de la sudoración y la respiración) es el mecanismo fundamental para regular de la temperatura. El grado de humedad relativa del ambiente influye de forma importante sobre estos mecanismos, dificultando la disminución de la temperatura corporal. Ante la presencia de una carga excesiva de calor se produce vasodilatación intensa del territorio periférico que favorece la sudoración, pero supone también una sobrecarga cardiovascular y puede desencadenar un estado de deshidratación con importantes pérdidas de electrolitos.

En situaciones en las que la sudoración se ve dificultada (como ocurre en los recién nacidos, en niños con algunas enfermedades cutáneas o que reciben tratamiento con anticolinérgicos, neurolépticos o antiepilépticos) el riesgo de de-

sarrollar un golpe de calor es mayor. También son situaciones predisponentes al golpe de calor aquellas que favorecen la deshidratación, por disminución de la ingesta hídrica (neonatos o niños con encefalopatías) o por aumento de las pérdidas (fibrosis quística, enfermedad renal poliúrica, diabetes insípida, diabetes mellitus o tratamiento con diuréticos son las más habituales)<sup>5</sup>.

### 3.2. Diagnóstico

El diagnóstico de enfermedad por calor es clínico. Se ha de sospechar sobre todo en los meses de calor, en las zonas con climas más cálidos, en niños que han realizado ejercicio físico intenso y en los pacientes que presentan otros factores de riesgo.

Las manifestaciones clínicas consisten fundamentalmente en aumento de la temperatura corporal (que suele ser entre 38-40 °C en las formas más leves y supera habitualmente los 40 °C en el golpe de calor), síntomas digestivos (sobre todo náuseas y vómitos, también puede aparecer diarrea), disfunción del sistema nervioso central con alteración variable del nivel de consciencia, agitación o crisis convulsivas y signos de fracaso circulatorio por shock distributivo. En la forma clásica suele ser llamativa la anhidrosis, estando la piel caliente y seca. Esto no es así en el golpe de calor secundario a ejercicio físico. En los casos más graves pueden aparecer alteraciones cardíacas como infarto agudo de miocardio, insuficiencia renal aguda, alteraciones hepáticas y coagulación intravascular diseminada<sup>6</sup>.

### 3.3. Pruebas complementarias

En la mayoría de los casos no es necesaria ninguna prueba complementaria, ya que el diagnóstico es clínico y el tratamiento resuelve los síntomas en poco tiempo.

Cuando el paciente presenta inestabilidad circulatoria o alteraciones neurológicas graves o persistentes se debe solicitar un hemograma, estudio de coagulación, bioquímica sérica con función renal, hepática, ionograma, amilasa y CPK, y gasometría. También se deben realizar un EKG y un estudio del sedimento e iones en la orina.

Son hallazgos típicos la hemoconcentración con hiponatremia, hipopotasemia y aumento de la concentración urinaria. En las formas más graves hay elevación de las enzimas musculares y hepatocelulares, acidosis metabólica, insuficiencia renal o coagulación intravascular diseminada.

### 3.4. Tratamiento

El objetivo principal es conseguir un descenso de la temperatura corporal y mantener la perfusión tisular. La mayoría de los casos son leves y solo precisan reposo, la exposición a un ambiente fresco y bien ventilado, y la ingesta de líquidos y alimentos ricos en sal.

En los pacientes con manifestaciones neurológicas o signos de hipovolemia se debe administrar suero salino fisiológico por vía intravenosa, si es necesario hasta 20 ml por kilogramo a ritmo rápido cuando hay signos de *shock*.

Los pacientes con mayor elevación de la temperatura, deshidratación moderada o grave o muy sintomáticos precisan un enfriamiento rápido, que se puede conseguir en casi todos los casos con medidas de enfriamiento externo como son la aplicación en la piel de compresas empapadas en agua helada o hielo picado, exposición a aire frío con ventiladores o dispositivos de aire acondicionado o la inmersión del paciente en agua fría. Las medidas de enfriamiento inter-

no se reservan para los pacientes muy graves, y consisten en lavados peritoneales, gástricos o vesicales con suero frío y el enfriamiento por medio de circulación extracorpórea. Las maniobras de enfriamiento se deben detener al obtener una temperatura rectal alrededor de 38,5 °C<sup>7</sup>. Además, se debe instaurar tratamiento de soporte para las complicaciones asociadas.

#### 4. PREVENCIÓN

La patología provocada por exposición a temperaturas extremas es evitable en casi todos los casos. En ambientes fríos, los niños deben ir adecuadamente abrigados y se debe evitar la exposición ambiental prolongada y sin supervisión. La presencia de ropa mojada o la inmersión en agua a baja temperatura deben ser evitadas.

En los meses de calor, sobre todo en zonas geográficas en las que se alcanzan altas temperaturas, se debe evitar la exposición solar en las horas centrales del día, así como mantener un adecuado estado de hidratación, lo que en los niños supone ofrecerles agua con frecuencia durante el día. Se recomienda el uso de ropa holgada y de tejido transpirable, así como de colores claros y la aplicación de protectores solares. Nunca se debe dejar a un niño en un vehículo cerrado y estacionado.

#### BIBLIOGRAFÍA

1. Corneli HM. Hypothermia in children: clinical manifestations and diagnosis. En: UpToDate [en línea] [consultado el 03/04/2020]. Disponible en: <https://www.uptodate.com/contents/hypothermia-in-children-clinical-manifestations-and-diagnosis>
2. Alonso MT, Loscertales M. Hipotermia. Hipertermia. Golpe de calor. En: Casado J, Serrano A (eds.). Urgencias y tratamiento del niño grave. 3.ª ed. Madrid: Ergon; 2014. p. 1014-8.
3. Burns Ewald M, Baum CR. Environmental emergencies. En: Fleisher GR, Ludwig S, Henretig F (eds.). Textbook of Pediatric Emergency Medicine. 5.ª ed. Filadelfia: Lippincott Williams & Wilkins; 2010. p. 1009-31.
4. Corneli HM. Hypothermia in children: management. En: UpToDate [en línea] [consultado el 03/04/2020]. Disponible en: <https://www.uptodate.com/contents/hypothermia-in-children-management>
5. Jardine DS. Heat illness and heat stroke. Pediatrics in review. 2007;28(7):249-58.
6. Ishimine P. Heat stroke in children. En: UpToDate [en línea] [consultado el 03/04/2020]. Disponible en: <https://www.uptodate.com/contents/heat-stroke-in-children>
7. Ishimine P. Heat illness (other than heat stroke) in children. En: UpToDate [en línea] [consultado el 03/04/2020]. Disponible en: <https://www.uptodate.com/contents/heat-illness-other-than-heat-stroke-in-children>