

SISTEMAS DE MEDICIÓN DE LA TEMPERATURA CORPORAL

La temperatura corporal resulta del equilibrio entre el calor producido por los procesos orgánicos y el perdido hacia el ambiente exterior. El centro de control de la temperatura se localiza en el hipotálamo y funciona como un termostato encargado de mantener la temperatura adecuada en el organismo. La temperatura corporal se ve afectada por numerosos factores: sexo, edad, ejercicio, estrés, alimentación, hora del día, ansiedad, clima, tratamientos farmacológicos, enfermedades, etc. En condiciones normales, la temperatura media del cuerpo oscila entre 36,5-37,5 °C. En general, se habla de hipotermia cuando la temperatura corporal es inferior a los 36 °C y fiebre cuando es igual o superior a 38 °C. Los lugares anatómicos más idóneos para la medida de la temperatura corporal son: el esófago, la arteria pulmonar, nasofaringe o vejiga. No obstante, estos métodos invasivos se reservan para unidades de cuidados intensivos y en la práctica clínica suele ser suficiente la precisión obtenida con técnicas no invasivas, siendo los lugares más utilizados la cavidad oral, el recto, la axila y el oído. La precisión de la medida de la temperatura corporal depende del lugar de medición utilizado y de un procedimiento de medición correcto. La cavidad oral y el recto nos dan una idea más precisa de la temperatura real del organismo, ya que el termómetro se aloja en una de sus cavidades (temperatura interna frente a temperatura externa axilar). En general, la temperatura rectal suele ser 0,5 °C mayor que la oral y esta 0,5 °C mayor que la axilar.

Los termómetros son productos sanitarios clase IIa con función de medición que se utilizan para la medida de la temperatura corporal.

TIPOS DE TERMOMETROS CLINICOS

Termómetros de vidrio sin mercurio

Una alternativa al mercurio es el galinstan®, un metal líquido compuesto por una mezcla eutéctica de galio, indio y estaño, con un comportamiento termométrico similar al del mercurio, pero sin su potencial contaminante. El termómetro está constituido por una varilla capilar de cristal óptico rodeado de una camisa protectora de vidrio en la cual se forma el depósito de galinstan. Existen pocos estudios clínicos comparativos, algunos demuestran que la correlación de las medidas frente a los termómetros de mercurio es buena, independientemente del sitio donde se haya tomado la temperatura, y que pueden ser una alternativa a los termómetros de mercurio. La toma de la temperatura debe durar como mínimo 4 minutos. Sirven para medición rectal, axilar u oral. El galinstan es una aleación de componentes no tóxicos, ni para el ser humano ni para el medio ambiente, pudiéndose desechar en la basura doméstica. En caso de rotura no existe riesgo al manipular este producto, siguiendo las indicaciones del fabricante, ya que el líquido es inocuo y ecológico. La inhalación del líquido vertido no representa una posibilidad de exposición. La única precaución que ha de tenerse es que el líquido no entre en contacto con ciertos metales como el oro, plata, cobre y estaño ya que pueden reaccionar con los mismos y alterar sus propiedades.

Ventajas: Fácil manejo

Inconvenientes: Tiempo de medición de la temperatura, menos experiencia clínica y más caro.

Termómetros electrónicos

Los termómetros electrónicos utilizan unos sensores de temperatura en la punta metálica. Estos sensores son semiconductores cuya resistencia eléctrica cambia rápidamente con la temperatura. A cada temperatura corresponde una resistencia eléctrica diferente, que puede medirse usando un circuito electrónico adecuado y convertirse directamente en una lectura digital de la temperatura en una pantalla de cristal líquido. Se alimentan por medio de baterías algunas integradas en el propio termómetro y no sustituibles. La duración de las baterías varía según sus características pudiendo ir de 3000 a 6000 o más mediciones. También existen modelos con baterías recargables.

Los termómetros electrónicos pueden medir la temperatura oral, rectal o axilar, estabilizándose entre 30 y 60 segundos e incluso en tiempos más cortos, aunque algunos modelos tardan entre 3-5 minutos para la medida de la temperatura axilar. Casi todos los modelos pueden memorizar las medidas de temperatura, y la mayoría indican con una señal acústica que se ha alcanzado la temperatura máxima.

Los termómetros electrónicos pueden realizar medidas de temperatura de forma continua, esperando a que la temperatura del termómetro se estabilice; o de forma predictiva, aplicando un algoritmo de cálculo que les permite estimar en pocos segundos (10-15 segundos) cual será la temperatura final. Esta lectura en modo predictivo es poco precisa y está afectada por la temperatura ambiental.

Los termómetros electrónicos pueden verse afectados por interferencias electrónicas con otro tipo de aparatos o dispositivos de radio.

Los hay de varios tipos, algunos pueden estar integrados en equipos en una unidad que se acciona por una batería y con una sonda que se aplica a la zona del cuerpo donde se va a tomar la temperatura, el sistema tiene una pequeña pantalla digital, donde aparece el valor de medición de la temperatura, el rango de medición es más amplio permitiendo detectar hipotermia. La mayoría disponen de fundas desechables con objeto de minimizar las posibilidades de transmisión de agentes infecciosos, cuando se usan para medir la temperatura de varios individuos.

Esta misma tecnología es utilizada en los termómetros esofágicos, en catéteres para medición de temperatura de la sangre en arteria pulmonar o en los incorporados a sondas vesicales.

Un tipo especial de estos termómetros electrónicos son aquellos que están incorporados en un chupete. Sirven para medir la temperatura oral en los niños de forma fácil y cómoda. Otros modelos de termómetros digitales incorporan un sintetizador de voz para facilitar su utilización por personas ciegas, así como por personas de edad avanzada o con defectos visuales.

Ventajas: Precisión, estabilidad, fácil de usar, bajo precio y rapidez de medición de temperatura, indicando la finalización de la medición con una señal audible.

Inconvenientes: Afecta la medición el mantenimiento de la posición adecuada del termómetro, menor precisión en lecturas a modo predictivo; generan residuo (pilas).

Termómetros de infrarrojos

Los termómetros de infrarrojos captan el calor corporal en forma de energía infrarroja desprendida por una fuente de calor. Su fundamento se basa en que las leyes que rigen la emisión radioactiva de los cuerpos, permiten el cálculo preciso de la temperatura del objeto radiante a partir de su espectro de emisión, sin que sea preciso el contacto directo con él. Aunque se pueden aplicar en cualquier lugar del cuerpo, se utilizan fundamentalmente en el conducto auditivo. En este caso, se obtiene la temperatura central del cuerpo a través del calor desprendido por la membrana del tímpano que comparte el riego sanguíneo con el hipotálamo. El aparato detecta la radiación infrarroja del canal auditivo y realiza un cálculo basado en una ecuación cuántica que determina y representa digitalmente la temperatura del cuerpo y la muestran en una pantalla de cristal líquido. Se

obtiene una medición precisa siempre que la sonda del aparato se haya colocado correctamente dentro del canal auditivo, de lo contrario el infrarrojo no podrá medir la temperatura o dará un dato erróneo. En los termómetros timpánicos si la sonda toca el tracto auditivo y no el tímpano la temperatura suele ser hasta un grado menor que la temperatura corporal real.

La información de la medición de la temperatura aparece en la pantalla de cristal líquido al cabo de 2 a 3 segundos. El tiempo de medición es el más rápido y normalmente disponen de una señal acústica avisadora. La mayoría de los modelos pueden mostrar las medidas de temperatura en grados Celsius o Fahrenheit, y algunos modelos disponen de ajustes matemáticos para hacer comparable la medida de la temperatura del canal auditivo con las medidas de temperatura tomadas en otras zonas del cuerpo.

Estos termómetros dan errores si la temperatura de la habitación está fuera del rango normal (18-26°C).

Algunos estudios sugieren que estos termómetros no son aconsejables en niños de menos de 3 meses debido a que sus canales auditivos son demasiado pequeños. También es difícil obtener buenos resultados de medición en niños inquietos y activos.

Es una técnica que se caracteriza por ser rápida y fiable pero tiene algunas limitaciones como son la perpendicularidad de la luz infrarroja, la presencia de cerumen, otitis o cualquier otra incidencia. La lectura se tiene que realizar con rigor para ser fiable. Además la temperatura puede variar de un oído a otro, por ello se aconseja medir la temperatura en el mismo oído o en ambos.

Por otra parte existe una buena correlación entre la temperatura timpánica y la de la arteria pulmonar.

Ventajas: Medición rápida; permite obtener la temperatura central sin un abordaje invasivo; intervalos de medición con posibilidad de obtener valores de hipotermias; fácil lectura.

Inconvenientes: A pesar de ser una técnica sencilla requiere aprendizaje y entrenamiento; incorpora material fungible; muy frágil a las caídas; riesgo de contaminación; genera residuo (pilas); puede ser doloroso en pacientes con otitis al introducir el termómetro en el canal auditivo.

Los termómetros infrarrojos frontales miden la temperatura corporal en pocos segundos, leyendo el calor emitido desde la frente por medio de infrarrojos. Suelen disponer de sondas de formas tales que permiten leer exclusivamente el calor emitido, aislándolo del entorno. La frente, en particular la zona de la sien, es uno de los mejores puntos para detectar la temperatura corporal, ya que está irrigada por la arteria temporal, aunque las medidas pueden estar muy afectadas por la temperatura ambiental. Para obtener buenas lecturas con estos termómetros, es importante que tanto las máquinas como las personas estén aclimatadas en el ambiente donde se va a realizar la medición. El termómetro debe encontrarse en el lugar donde se va a efectuar la medida como mínimo 20 minutos antes de ésta, y la persona a la que se mide la temperatura, 5 minutos antes.

En algunos estudios muestran resultados similares a las mediciones realizadas con termómetros de mercurio. Sin embargo, la medición de la temperatura en la frente o la piel puede estar afectada por la sudoración, la presencia de cremas, lociones, etc.

Termómetros químicos o de cambio de fase

Son productos que permiten un control de la temperatura gracias a los cambios químicos que se producen en una matriz de puntos que contiene sustancias químicas termosensibles que cambian de color al variar la temperatura. Suelen tener la forma de barras plásticas o de tiras autoadhesivas. Estos termómetros pueden usarse en la cavidad oral, la axila y el recto. No pueden usarse en el oído. Los tiempos de lectura oscilan entre los 60 segundos en la cavidad oral y los 3 minutos en la axila. En cuanto a la precisión y exactitud de las medidas tomadas con estos termómetros, existen datos contradictorios en la literatura, aunque los últimos modelos aparecidos en el mercado se atribuyen comportamientos similares a los termómetros de mercurio y resultados satisfactorios para la práctica clínica. El NICE no aconseja usar termómetros químicos en la frente en niños. Un valor añadido de estos termómetros es que no contienen materiales potencialmente tóxicos, lo que unido a su bajo coste de producción, facilita el que sean productos desechables, con lo que se minimizan los riesgos de contaminaciones cruzadas entre pacientes. También existen modelos de varios usos para un mismo paciente.

Basándose en este mismo método existe un chupete que incorpora un dispositivo de cristal líquido termosensible, apenas perceptible que indica en todo momento si la temperatura corporal del niño aumenta. Su color negro a temperatura normal, pasa a verde en caso de fiebre moderada y azul en caso de fiebre alta.

También existen cintas sensibles a la temperatura. Dan información de la temperatura corporal superficial. Se aplican sobre la piel, generalmente en la frente o en el abdomen, la cinta reacciona mediante un cambio de color. Es necesario que la piel esté seca, ya que la sudoración puede alterar la adherencia. El tiempo de colocación es sugerido por los fabricantes y varía entre 15 y 45 segundos. No obstante hay controversias en cuanto al tiempo adecuado para alcanzar un resultado fiable. Son de un solo uso y no son muy exactos en la medición.

Ventajas: Método rápido, no invasivo y al ser de un solo uso no hay riesgo de infección cruzada; sin residuos tóxicos.

Inconvenientes: Baja precisión de medida; resultan caros ya que hay que desecharlos después de cada uso. Sus lecturas son menos exactas que los anteriores ya que no reflejan los cambios rápidos de temperatura, especialmente en caso de hipertermia ni dan valores de hipotermia; gran influencia de la temperatura ambiental. Algunos se alteran si se almacenan a temperaturas superiores a 35°C.

Tabla I. Características diferenciales de los diferentes tipos de termómetros

	Galinstan	Electrónico	Infrarrojo	Químico
Intervalo de medición*	35-42°C	32-42°C	33-42°C	35-42°C
Tiempo de medición**	4 min. axilar	30-60 seg. axilar	2-3 seg. timpánico	Cutánea 2-3 min.
Lugar de medición	Oral, rectal y axilar	Oral, rectal y axilar	Tímpano Frente	Oral, rectal y cutánea
Fungible	No	Funda plástico opcional	Funda de plástico	Un solo uso
Residuo	Galinstan	Batería o pilas	Batería o pilas	No
Desinfección	Agua y jabón Alcohol	Agua y jabón Alcohol	Incorpora fungible	Un solo uso

*Varia según los modelos. Algunos especiales para hipotermia

**Varia según el fabricante y el modelo

Conclusiones

La elección de un sistema de medición de la temperatura corporal deberá hacerse en función del ámbito de utilización: hogar, hospitalización, cuidados intensivos, etc. Existen una serie de factores clínicos a considerar cuando se debe seleccionar un termómetro (tabla II), no obstante el factor más importante que afecta a la precisión de las medidas para la mayoría de los termómetros es que la técnica de medición sea la correcta y por ello deberá elegirse un modelo fácil de usar y a ser posible rápido.

Tabla II. Criterios de selección de un termómetro

Aspectos clave	Características específicas
Fácil de usar	Simple manejo Tiempo de lectura aceptable Tamaño adecuado Batería de larga vida
Precisión	Técnica de colocación fácil Rango de medida adecuado Sin necesidad de recalibración
Control infección	Fácil limpieza Cobertores desechables
Entorno ambiental	No afectados por la temperatura ambiental No interferencias con aparatos electromagnéticos Robustos
Factores del paciente	Útil para todo tipo de paciente y rango de edad