

# Estudio comparativo entre la termometría timpánica y la mercurial en niños

Miguel Angel Montoya-Cabrera,\* Patricia Escalante-Galindo,\*\* Everardo Flores-Alvarez\*\*

## Resumen

Se llevó a cabo un estudio comparativo de termometría timpánica no invasiva contra termometría mercurial convencional, en 185 pacientes pediátricos consecutivos. En los menores de 6 años ( $n=120$ ), no hubo diferencias significativas entre las temperaturas timpánica y rectal, con una correlación muy positiva, tanto en pacientes febriles como afebriles, por el contrario, con la axilar, las diferencias fueron significativas con una pobre correlación. En los mayores de 6 años ( $n=65$ ), los resultados fueron similares con la diferencia que la temperatura bucal sustituyó a la rectal. Usando el termómetro timpánico como instrumento estándar, se examinó la exactitud de los termómetros mercuriales para medir un estado febril, cuando la temperatura timpánica fue de  $38^{\circ}$ , la sensibilidad de la rectal fue de 73%, la bucal de 64%, y la axilar de 23 y 29% según el grupo de edad, en todas la especificidad fue de 100%.

En la población estudiada la termometría timpánica dio mediciones congruentes en la termometría mercurial rectal y bucal, con diferencias importantes con la axilar. Como ventajas adicionales, la timpánica refleja la temperatura central, se toma en un tiempo mínimo de un segundo, no es invasiva y no causa los inconvenientes de la mercurial: traumatismo, infecciones cruzadas o incomodidad del paciente. Se considera una opción aceptable para la medición de la temperatura corporal en niños.

**Palabras clave:** Termometría timpánica, emisión, energía infrarrojo, termometría mercurial, pacientes pediátricos.

## Summary

The aim of the study was to evaluate tympanic thermometry when compared with conventional glass-mercury thermometry, in 186 consecutive pediatric patients. In patients of less than 6 years of age ( $n=120$ ), there were no differences between tympanic and rectal measurements, in febrile and afebrile ranges, and significantly different when compared with axillar range. Similar data were reported in children of more than 6 years of age ( $n=65$ ), in whom oral temperatures replace the rectal one. Using the tympanic thermometer as the standard measurement device, the accuracy of rectal, oral and axillar thermometers in determining a febrile state was examined. When tympanic temperature was  $38^{\circ}\text{C}$ , a febrile state was considered, in this condition sensitivity for rectal measurement was of 73%, for oral 64%, and 23 and 29% for the axillar, according to the age group specificity was of 100% in all the them.

According to our data, tympanic measurement was consistent with glass-mercurial, rectal and oral, temperature in a pediatric population. Advantages of tympanic thermometry are its good correlation with central temperature, substantial time reduction of measurement (1 second), easy and non-invasive procedure, improved patient comfort, and lack of mercurial thermometry disadvantages. The conclusion is that tympanic thermometry becomes an acceptable option for pediatric temperature measurement.

**Key words:** Tympanic thermometry, emission, infrared energy, mercurial thermometry, pediatric patients.

\* Académico numerario

\*\* Departamento de Admisión Continua y Toxicología, Hospital de Pediatría, CMN Siglo XXI, IMSS.

Correspondencia: solicitud de sobretiros: Dr. Miguel Angel Montoya Cabrera, Hospital de Pediatría, CMN Siglo XXI IMSS, Avenida Cuauhtémoc 330, Col de los Doctores, C.P. 06725, México D.F., México.

## Introducción

Desde tiempo inmemorial, la medición de la temperatura corporal ha servido al médico como una práctica útil en el diagnóstico, pronóstico y tratamiento de las enfermedades. Así, hace más de 2000 años, Hipócrates, en sus célebres aforismos dejó plasmadas más de noventa observaciones relacionadas con trastornos de la temperatura en el curso de diversos padecimientos. <sup>1</sup> A lo largo de los siglos la medición de la temperatura fue una maniobra subjetiva, en general, colocándola mano del sanador en la frente del paciente, hasta que en 1714 se volvió objetiva con la introducción en medicina del termómetro mercurial, por el holandés Herman Boerhaave, instrumento construido poco antes por Daniel Fahrenheit. El termómetro original era un objeto estorbo que medía más de 30 centímetros y necesitaba más de 20 minutos para registrar la temperatura. No obstante tales inconvenientes, Karl Wunderlich reconoció su utilidad en la clínica y en 1853 lo introdujo en la práctica hospitalaria cotidiana. Más tarde, en 1867, Thomas C. Allbutt concibe el primer termómetro mercurial portátil, que con algunas modificaciones es el antecesor directo de los empleados en la actualidad. <sup>2,3</sup> Hoy en día, la medición de la temperatura en sus variantes rectal, bucal y axilar, es una práctica corriente en la clínica cualquiera que sea la edad del paciente o su enfermedad. No obstante su utilidad práctica, es bien conocida la poca exactitud de la temperatura axilar, la rectal en cambio ha mostrado ser la más precisa, por lo que algunos la han considerado el "estándar de oro"; sin embargo, tiene desventajas y limitaciones: no correlaciona con la temperatura central, puede causar traumatismo rectal o contaminación cruzada, es además imposible de utilizarla en pacientes con diarrea, neutropénicos o simplemente no cooperadores. <sup>4-6</sup>

En un intento de medir la temperatura de manera más segura y cómoda para el paciente, se han probado otros métodos como las cintas frontales, los chupones termosensibles y los termómetros electrónicos de batería; los dos primeros se han caracterizado por su imprecisión, los últimos no han mostrado ninguna ventaja y sí los mismos inconvenientes de los mercuriales.

En la década del 60, se inició la termometría timpánica basada en el conocimiento de que la membrana del tímpano comparte la misma circulación del hipotálamo donde se localizan los centros termorreguladores, y que por ende podría reflejar la temperatura central. <sup>8</sup> En un principio se introducían sensores térmicos que se ponían en contacto directo con la membrana del tímpano. Experimentalmente y en el curso de procedimientos quirúrgicos, pronto se corroboró que las mediciones obtenidas correlacionaban en la temperatura central de la arteria pulmonar. <sup>9,5</sup> No obstante estas ventajas, el procedimiento cayó en desuso debido a las molestias locales que causaba a los pacientes, incluida la perforación del tímpano. <sup>10</sup> En años recientes se obviaron estos inconvenientes al desarrollarse nuevos termómetros no invasivos que, sin ponerse en contacto directo con la membrana, a distancia miden su temperatura a través de la energía infrarroja que ésta emite. Con estos nuevos instrumentos se ha ratificado la buena correlación entre las temperaturas central y timpánica. <sup>11</sup> Con los mismos se han llevado a cabo estudios cuyos resultados han motivado controversias; en tanto algunos ponderan su precisión y utilidad práctica, <sup>4,12,13</sup> otros en cambio consideran que la medición de la temperatura rectal con termómetro mercurial es más sensible. <sup>14</sup> Con objeto de contribuir a dilucidar esta controversia, se llevó a cabo un estudio observacional comparativo de medición de la temperatura corporal, mediante termometría timpánica contra la termometría mercurial convencional, en un grupo de pacientes pediátricos que en forma consecutiva acudieron para su atención médica al Departamento de Admisión Continua y Toxicología del Hospital de Pediatría del Centro Médico Nacional Siglo XXI.

## Material y métodos

### *Pacientes*

La muestra en este estudio consistió de 185 pacientes de ambos sexos y edades que variaron de recién nacidos hasta adolescentes (7 días a 16 años). La muestra se dividió en dos grandes grupos de acuer-

do a su edad: grupo A < 6 años y grupo B > 6 años; y en dos subgrupos cuando los pacientes de cada grupo presentaban un proceso febril: subgrupos A-1 y B-1.

## Termometría

Para la medición de las temperaturas rectal, bucal y axilar se emplearon termómetros convencionales de mercurio y cristal, con bulbos de tamaño adecuado para tal fin. La temperatura timpánica se midió a su vez con un termómetro de pila alcalina diseñado a manera de un otoscopio (Figura 1), con un sensor y un filtro para captar la energía calórica infrarroja emitida por la membrana del tímpano, y una pantalla de cristal líquido para la lectura inmediata de la temperatura en grados Celsius (Thermoscan Instant Thermometer, modelo NO-HM-1, Thermoscan, Inc.).

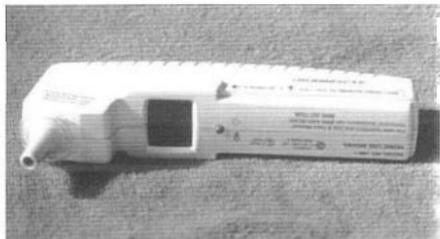


Figura 1 Termómetro timpánico tipo otoscopio que mide la emisión de energía calórica infrarroja de la membrana del tímpano

## Métodos

Previo al inicio del estudio en un grupo piloto se validó la técnica de medición de la temperatura timpánica siguiendo la metodología propuesta por Kenney y col.<sup>12</sup> En todos los casos las mediciones las efectuó el mismo observador, utilizando siempre los mismos termómetros, a sabiendas de que la termometría mercurial convencional tiene fallas por la falta de control de calidad de sus instrumentos y los defectos en sus técnicas de aplicación;

sin embargo; con lo anterior se trató de minimizar los errores de medición habituales por este método. La termometría mercurial se llevó a cabo siguiendo la metodología convencional, con un tiempo de medición de tres minutos para las temperaturas rectal y bucal, y de cinco minutos para la axilar.<sup>7</sup> Para la timpánica se siguió la misma técnica que para la otoscopia, a fin de colocar el sensor y su filtro en dirección a la membrana y en ese momento se oprimió el botón de activación durante un segundo, seguido de la lectura inmediata de la temperatura en la pantalla. Para los fines del estudio se consideró fiebre cuando por este último método se encontraron valores  $38^{\circ}\text{C}$ , siempre que la hipertemia se acompañara de los signos característicos del síndrome febril y de un padecimiento que lo originará. En todos los pacientes se investigó la presencia de tapones de cerumen o de otitis media, con objeto de determinar si estos factores influían en la precisión de la medición. El grupo A y su subgrupo A-1, incluyó además de la temperatura timpánica, la rectal y axilar; en el grupo B y su subgrupo B-1, la timpánica, bucal y axilar.

A los resultados de cada grupo y subgrupo de mediciones se calculó su promedio y desviación estándar. La temperatura timpánica se comparó con la de una de las mercuriales mediante la prueba de 'Y' de Student para muestras pareadas (nivel de significancia 95%), y la determinación de sus correspondientes coeficientes de correlación ( $r$ ). Usando el termómetro timpánico como estándar, se calculó la sensibilidad y especificidad de los termómetros mercuriales para determinar la variable fiebre.

## Resultados

El grupo A quedó formado por 120 pacientes menores de 6 años (variación 7 días a 72 meses), de ellos 40 presentaron un proceso febril con medición de la temperatura  $38^{\circ}\text{C}$ , constituyendo el subgrupo A-1. El grupo B con 65 pacientes mayores de 6 años (variación 73 a 192 meses), 14 de los cuáles formaron el subgrupo B-1. Del total de la muestra únicamente seis presentaron tapones de cerumen y uno otitis media, en todos unilateral; la medición de la temperatura timpánica con la lateral mostró resultados similares en ambos oídos (diferencias de  $0.1$  a  $0.2^{\circ}\text{C}$ ).

Los resultados obtenidos en el grupo A y su subgrupo A-1, se resumen en el cuadro I, donde se incluyen los promedios y desviaciones estándar de cada medición estudiada, las diferencias observadas entre las mismas y los análisis estadísticos aplicados. Concretándose a los 40 pacientes febriles, en su totalidad (100%), la timpánica midió 38 °C,

la rectal en 29 de ellos (72.5%) y la axilar en únicamente 9 pacientes (22.5%). En el cuadro II a su vez se anotan los resultados obtenidos para el grupo B y su subgrupo B-1. De los 14 pacientes febriles, la timpánica también midió 38 °C en todos ellos (100%), la bucal en 9 (64.3%) y la axilar en 3 (21.4%).

Cuadro I. Temperaturas en 120 niños menores de seis años (grupo A) y en 40 de ellos seleccionados por presentar fiebre (subgrupo A-1).

Grupo-subgrupo	No.	Temperatura °C (variación)	Diferencias (°C)	"t"	Correlación "r"
A	120	TT: 37.73 +/- 0.92 (36 - 40.5) TR: 37.30 +/- 2.85 (35.5 - 40.1) TA: 37.0 +/- 2.9 (35.5 - 39)	TTvsTR=0.43  TTvsTA=0.73	p<0.05 NS  p<0.05 ES	0.86  0.68
A-1	40	TT: 38.73 +/- 0.76 (38 - 40.5) TR: 38.52 +/- 0.68 (37.5 - 40.1) TA: 37.32 +/- 0.88 (36 - 39)	TTvsTR=0.22  TTvsTA=1.4	p>0.05 NS  p<0.05 ES	0.93  0.69

TT= Temperatura Timpánica  
TR= Temperatura Rectal  
TA= Temperatura Axilar  
NS= Estadísticamente No Significativa  
ES= Estadísticamente Significativa

La exactitud de los termómetros mercuriales para medir la variable fiebre usando el termómetro timpánico como estándar permitió calcular la sensibilidad, especificidad, valor predictivo positivo y valor predictivo negativo de cada uno de ellos, cuyos resultados se resumen en el cuadro III.

## Discusión

El estudio de la temperatura timpánica se realizó en una muestra que abarcó todas las edades pediátricas, incluidos 8 neonatos (< 28 días) y 46 lactantes (> 29 días - 365 días). Los resultados obtenidos mostraron que el termómetro para captar la energía calórica infrarroja de esta membrana, es en general un instrumento sencillo y eficaz para

medir la temperatura corporal e identificar la variable fiebre considerada en este estudio cuando la lectura fue 38 °C. Cuando esto último ocurrió, el termómetro timpánico la identificó en 100% de los casos, a diferencia de los termómetros rectal y oral que en los mismos pacientes la identificó en proporciones menores, de 72.5 y 64.3% respectivamente. No obstante lo anterior, al aplicar las pruebas estadísticas para comparar la timpánica con la rectal en menores de 6 años y la bucal en mayores de esta edad, los resultados en general fueron congruentes, sin diferencias estadísticas y con una correlación positiva fuerte. Estos resultados contrastan con los obtenidos en la termometría axilar en cuyo caso las diferencias para identificar la variable fiebre fueron mayores, 22.5 y 21.4% según el grupo de edad, lo que equivale a casi 80% menos

Cuadro II- Temperaturas en 68 niños mayores de seis años ( grupo B) y en 14 de ellos seleccionados por presentar fiebre (subgrupo B-1).

Grupo-subgrupo	No.	Temperatura °C (variación)	Diferencias (°C)	"t"	Correlación "r"
B	65	TT:37.37+/-0.77 (36.1 - 39.4)	TTvsTB=0.16	p>0.05 NS	0.85
		TB:37.21+/-0.71 (36.1 - 39)			
		TA:36.5 +/- 0.72 (35.1 - 39)	TTvsTA=0.87	p>0.05 ES	0.66
B-1	14	TT:38.57+/-0.45 (38 - 39.4)	TTvsTB=0.31	p>0.05 NS	0.85
		TB:38.26+/-0.53 (37.5 - 39)			
		TA:37.34+/-0.89 (36 - 39)	TTvsTA=1.23	p>0.05 ES	0.40

TT= Temperatura Timpánica

TB= Temperatura Bucal

TA= Temperatura Axilar

NS= Estado si realmente no Significativa

ES= Estado si realmente Significativa

Cuadro III. Sensibilidad, especificidad, valores predictivos positivo y negativo, de las temperaturas mercuriales al usar la timpánica como estándar.

Subgrupo	Temperatura	Sensibilidad (%)	Especificidad (%)	Valor Predictivo Positivo(%)	Valor Predictivo Negativo (%)
A-1	Rectal	73	100	100	70
	Axilar	23	100	100	72
B-1	Bucal	64	100	100	86
	Axilar	29	100	100	84

de eficacia que la timpánica. Las pruebas comparativas con la temperatura timpánica a su vez mostraron diferencias significativas y una pobre correlación. Observaciones similares ocurrieron al usar el termómetro timpánico como estándar, en cuyo caso la sensibilidad de los termómetros rectal y bucal fue superior a la sensibilidad del termómetro axilar para identificar la variable fiebre cuando ésta se encontraba presente, con este último varió de 23 a 29%, según el subgrupo estudiado.

Estos datos ratifican la observación general de la poca confiabilidad de la temperatura axilar cuya

medición debería limitarse a niños no cooperadores o cuando no fuera necesaria una evaluación precisa de la temperatura.<sup>4,12</sup> A pesar de que el número de pacientes con tapones de cerumen y otitis media fue pequeño, estas condiciones parecieron no influir en la precisión de la termometría timpánica, tal como estudios experimentales y clínicos han informado con anterioridad.<sup>15,12</sup> Los resultados obtenidos en este estudio confirman la precisión y confiabilidad de la temperatura timpánica así como su consistencia con la temperatura rectal y oral medida con los termómetros mercuriales

convencionales. Discrepan de aquellos informes que sugieren que no debe emplearse en lactantes o que no es suficientemente sensible como para sustituir a la rectal.<sup>14</sup> Como ventajas adicionales refleja la temperatura central, reduce el tiempo de medición (1 segundo), hay aceptación por parte del paciente, no es un procedimiento invasivo y es aplicable a la toma de temperatura rápida de grupos de pacientes, como puede ser en clínicas y hospitales.

## Referencias

- Hipócrates. Aforismos. En: *Tratados Hipocráticos*. Tomo I. Madrid, Editorial Gredos, 1990: 243-296.
- Guthrie D. Historia de la Medicina. Barcelona, Salvat Editores, 1953: 242, 315.
- Anónimo. Importancia del termómetro en el diagnóstico. *Gac Méd Mex* 1885; 20:162.
- Dershewitz RA. **Fever**. En: Dershewitz RA (ed.). *Ambulatory Pediatric Care*. Second Edition. Philadelphia, JB Lippincot Company, 1993:668.
- Benzinger TH. Tympanic thermometry in surgery and anesthesia. *JAMA* 1969; 209: 1207-1211
- Eichna LW**, Berges AR, Rader B, y col. Comparison of intracardiac and intravascular temperatures with rectal temperatures in man. *J Clin Invest* 1951; 30:353-359.
- Henretting **FM**, **Fever**. En: **Fleisher GR, Ludwig S (eds.)**. *Textbook of Pediatric Emergency Medicine*. Third Edition. Baltimore, Williams & Wilkins, 1993:202.
- Testut L, **Latarjet A**. *Compendio de Anatomía Descriptiva*. Barcelona, Salvat Editores, 1976: 569, 575.
- Benzinger TH. Clinical Temperature: new physiological basis. *JAMA* 1969; 209: 1200-1206.
- Wallace CT**, Marks W, Adkins WY y col. Perforation of the tympanic membrane, a complication of tympanic thermometry during anesthesia. *Anesthesiology* 1974; 41:290-291
- Shinozaki T, Deane R, Perkins FM. Infrared tympanic thermometer: evaluation of a new clinical thermometer. *Crit Care Med* 1988; 16: 148-150.
- Kenney RD, **Fortenberry JD**, **Surratt SS**, y col. Evaluation of an infrared tympanic membrane thermometer in pediatric patients. *Pediatrics* 1990; 85: 854-858.
- Chamberlain JM, Grandner J, **Rubinoff JL**, y col. Comparison of a tympanic thermometer to rectal and oral thermometers in a pediatric emergency department. *Clin Pediatr* 1991; 30: 24-29.
- Hooker E. Use of tympanic thermometers to screen for fever in patients in a pediatric emergency department. *South Med J* 1993; 86: 855-858.
- Fish RO, Eaton BG, Giebink GS. Tympanic membrane temperature during experimental otitis media due to *Streptococcus pneumoniae* in chinchillas. *Lab Anim Sci* 1982; 32: 278-279.