



## ORIGINAL

### Colocación de sondas de pHmetría mediante fórmula relacionada con la talla. ¿Es un método aplicable a los adultos?



Ada Yessenia Molina Caballero\*, María Eugenia Villar Varela, Alberto Pérez Martínez, Lidia Ayuso González, Sara Hernández Martín y Concepción Goñi Orayen

Unidad de Exploraciones Funcionales Pediátricas y Servicio de Pediatría, Complejo Hospitalario de Navarra, Pamplona, Navarra

Recibido el 7 de abril de 2015; aceptado el 10 de agosto de 2015  
Disponible en Internet el 4 de diciembre de 2015

#### PALABRAS CLAVE

Enfermedad por reflujo gastroesofágico; pHmetría; Esfínter esofágico inferior

#### Resumen

**Introducción:** La pHmetría esofágica permite cuantificar los episodios de reflujo ácido en pacientes con enfermedad por reflujo gastroesofágico (ERGE). El posicionamiento adecuado del electrodo de pH a 5 cm por encima del esfínter esofágico inferior (EEI), determina la precisión de la prueba. La manera más exacta para localizar el EEI es mediante su determinación previa por manometría esofágica, pero es una técnica molesta, por lo que en niños tendemos a utilizar fórmulas matemáticas.

**Objetivos:** Valorar la aplicabilidad de las fórmulas pediátricas de estimación de longitud esofágica en pacientes adultos y su repercusión en la precisión diagnóstica.

**Material y métodos:** Estudio prospectivo en pacientes adultos en el que la distancia desde el borde de la nariz hasta el EEI determinada por manometría se ha comparado con la distancia estimada en relación a la talla calculada por 4 fórmulas pediátricas (numeradas del 1 al 4). También hemos valorado la relación entre posición de la sonda y porcentaje de reflujo detectados en nuestra serie de impedanciometría.

**Resultados:** La fórmula 1 ( $9,31 + \text{talla cm} \times 0,197$ ) fue la más precisa (comparación de medias  $-0,38$  con IC 95%  $-0,70$  a  $-0,06$ ,  $p = 0,019$ ). Con dicha fórmula, ningún paciente presentó errores de estimación de  $\pm 6$  cm. Con las fórmulas 2, 3 y 4 el porcentaje de error fue del 4,4, del 1,5 y del 32,0%, respectivamente.

**Conclusión:** La estimación de la longitud del esófago en adultos mediante la fórmula 1 es aceptable y puede usarse en casos en los que el paciente rechace la realización de una manometría previa.

© 2015 Elsevier España, S.L.U. y AEEH y AEG. Todos los derechos reservados.

\* Autor para correspondencia.

Correo electrónico: [ay.molina.caballero@navarra.es](mailto:ay.molina.caballero@navarra.es) (A.Y. Molina Caballero).

**KEYWORDS**

Gastroesophageal reflux disease;  
pH-monitoring;  
Lower oesophageal sphincter

## Placement of pH-monitoring probes using height-related formulas. Is it an applicable method to adults?

**Abstract**

**Introduction:** Oesophageal pH-monitoring allows the quantification of gastric reflux episodes in patients with gastroesophageal reflux disease (GERD). The accuracy of the test depends on correct positioning of the pH sensor 5 cm above the lower oesophageal sphincter (LES). The most precise manner to locate the LES is through prior determination by oesophageal manometry. However, because this technique is uncomfortable, mathematical formulas tend to be used in children.

**Objectives:** To evaluate the applicability of paediatric formulas to estimate oesophageal length in adults and their effect on diagnostic accuracy.

**Material and methods:** A prospective study was carried out in adult patients, in whom the distance between the nasal orifice and the LES was determined by manometry and was compared with the estimated height-related distance calculated by four paediatric formulas (numbered 1 to 4). We also evaluated the relationship between the position of the probe and the percentage of reflux detected in our series of impedance measurements.

**Results:** Formula 1 ( $9.31 + \text{height in cm} \times 0.197$ ) was the most accurate (comparison of means  $-0.38$  with 95% CI  $-0.70/-0.06$ ,  $P = .019$ ). With this formula, none of the patients had estimation errors of  $\pm 6$  cm. With formulas 2, 3 and 4, the percentage of error was 4.4%, 1.5% and 32.0%, respectively.

**Conclusion:** Oesophageal length estimation in adults by using formula 1 is acceptable and can be used in adult patients who refuse to undergo prior manometry.

© 2015 Elsevier España, S.L.U. and AEEH y AEG. All rights reserved.

**Introducción**

La pHmetría esofágica es la prueba de elección para cuantificar los episodios de reflujo ácido en pacientes con enfermedad por reflujo gastroesofágico (ERGE). La colocación de la sonda es importante, puesto que conforme nos alejamos del esfínter esofágico inferior (EEI) vamos dejando de detectar un porcentaje creciente de los episodios de reflujo, condicionando así la sensibilidad de la prueba<sup>1</sup>. El electrodo de pH de la sonda generalmente se coloca a 5 cm por encima del EEI para prevenir que durante el estudio el electrodo entre al estómago debido a los movimientos del paciente, pero al mismo tiempo pueda detectar todos los episodios de reflujo ácido. En adultos se emplea la manometría esofágica para determinar de manera exacta la localización del EEI previo a la colocación de la sonda de pHmetría<sup>2,3</sup>. La manometría es una prueba molesta, requiere colaboración y se tiende a evitar en niños, calculando la distancia mediante fórmulas aritméticas que relacionan la talla con la longitud del esófago<sup>4-6</sup>. Estas fórmulas son rápidas de realizar, no requieren material adicional ni colaboración, pero conllevan un error que puede invalidar la exploración de pHmetría o impedanciometría<sup>6-8</sup>.

A su vez, la impedanciometría intraluminal esofágica nos proporciona un estudio de los episodios de reflujo a diferentes niveles del esófago<sup>8</sup> que nos da una idea exacta de cuál es el porcentaje de episodios que no se detectan conforme nos alejamos del EEI por una sonda mal ubicada.

Nuestro objetivo es valorar la precisión en la distancia de colocación de la sonda nasoesofágica estimada por fórmulas, así como la pérdida de información que podría conllevar un error de colocación.

**Material y métodos**

Hemos realizado un estudio prospectivo y descriptivo en un grupo de pacientes adultos con sospecha de ERGE sometidos primero a manometría esofágica de perfusión de 4 canales seguida de pHmetría. Los equipos utilizados fueron los sistemas Synectics Medical® (Medtronic, MN, EE. UU.) y Ohmega® (Medical Measurement Systems MMS®, NH, EE. UU.), respectivamente. La sonda de pHmetría empleada fue la S21-\*, también de MMS®.

La longitud desde el borde de la nariz hasta el borde superior del EEI determinada por manometría se ha comparado con la longitud estimada mediante fórmulas pediátricas que relacionan dicha distancia con la talla. La fórmula número 1 ( $9,31 + \text{talla en cm} \times 0,197$ ) es la utilizada en nuestro hospital de forma protocolizada durante los últimos 15 años. Proviene de una modificación propia de la fórmula número 2 por haber demostrado mayor precisión (datos no publicados).

La fórmula número 2 ( $9,31 + \text{talla en cm} \times 0,179$ ) es la utilizada en el Hospital Infantil Vall d'Hebron de Barcelona. Se basa en series de pacientes de dicho centro de los años setenta y ochenta.

La fórmula 3 ( $6,7 + \text{talla en cm} \times 0,226$ ) y la fórmula 4 ( $5 + \text{talla en cm} \times 0,252$ ) son las referidas por Strobel, tomando como origen la boca o el borde nasal, respectivamente<sup>4</sup>.

Para valorar el porcentaje de episodios de reflujo que se pueden perder conforme nos alejamos del punto óptimo de colocación de la sonda de pHmetría se analizaron los resultados de nuestra serie de impedancio-pHmetría pediátrica. La sonda de impedancia empleada fue la K6011-EI-0636 (MMS®)

con un electrodo de pH y 6 canales de impedancia. No se valora la cualidad de los episodios de reflujo gastroesofágico (ácidos, no ácidos o débilmente ácidos) ni tampoco se comparan los resultados entre adultos y niños.

Los datos se anotaron en la historia clínica de cada paciente siguiendo los protocolos de restricción de acceso del hospital y fueron procesados con el paquete de programas estadísticos SPSS®. Las variables cualitativas se describen con la distribución de frecuencias de cada una de las categorías, y las cuantitativas, con la media y la desviación estándar. La obtención de una fórmula de cálculo de la longitud desde la nariz hasta el borde superior del EEI a partir de los datos de la muestra se ha realizado mediante la regresión lineal simple, donde la variable dependiente es esta distancia determinada por manometría y la independiente, la talla. La correlación de las medidas calculadas por las fórmulas pediátricas con la longitud determinada por manometría se ha estudiado mediante los coeficientes de correlación de Pearson o Spearman según las variables sigan o no una distribución normal. El nivel de significación estadística aceptado ha sido del 5% ( $p < 0,05$ ).

## Resultados

Estudiamos 134 pacientes (48 hombres y 86 mujeres) con tallas comprendidas entre 162,00 y 196,00 cm ( $\bar{x}$ : 174,03,  $M_e$ : 173,50 y  $S$ : 6,30) y entre 147,00 y 173,00 cm ( $\bar{x}$ : 158,84,  $M_e$ : 159,00 y  $S$ : 5,90), respectivamente. Con respecto a la distancia desde la nariz al EEI determinada por manometría, en hombres fue entre 39,00 y 47,00 cm ( $\bar{x}$ : 43,11,  $M_e$ : 43,00 y  $S$ : 1,90) y en mujeres entre 35 y 45 cm ( $\bar{x}$ : 40,27,  $M_e$ : 40,00 y  $S$ : 2,07). De forma global, las tallas estaban comprendidas entre 147 y 196 cm ( $\bar{x}$ : 164,28,  $M_e$ : 156,5 y  $S$ : 9,47) y las distancias desde la nariz al EEI determinadas por manometría, entre 35 y 47 cm ( $\bar{x}$ : 41,29,  $M_e$ : 40 y  $S$ : 2,43). Tras aplicar las fórmulas pediátricas analizadas, con la talla como variable (no consideramos el sexo una variable condicionante del estudio), encontramos los datos reflejados en la [tabla 1](#).

Los datos de las determinaciones de la distancia desde la nariz al EEI por manometría en nuestro grupo de adultos permiten construir la siguiente fórmula de estimación: Distancia desde nariz a EEI =  $14,059 + \text{talla en cm} \times 0,166$  (correlación 0,551 y  $p < 0,001$ ).

Al analizar los datos de la serie de impedancia pediátrica apreciamos que si el canal distal de la sonda de impedancia (Z6) detecta el 100% de los episodios de reflujo, el segundo canal (Z5) detecta el 99,5% de media y el tercero (Z4) detecta el 90,68% de media de los episodios de reflujo.

## Discusión

En la literatura médica podemos encontrar numerosas fórmulas matemáticas que estiman la longitud del esófago mediante la correlación con la talla del individuo<sup>4-6,9</sup>. El objetivo final de todos estos trabajos es encontrar una fórmula que permita predecir de forma fiable la longitud del esófago partiendo de la altura del individuo, evitando la realización de una manometría esofágica para la adecuada situación del electrodo de pHmetría.

Las fórmulas de Strobel<sup>4</sup> y Staiano<sup>5</sup> son conocidas y utilizadas habitualmente, pero hay multitud de autores que han recurrido a series personales de pacientes para establecer sus propias fórmulas<sup>6</sup>. Incluso, para mejorar la precisión del cálculo, se pueden introducir otras variables, como el peso y la edad<sup>9</sup>.

Otros autores prefieren comprobar radiológicamente la posición asegurando que el electrodo de la sonda se encuentre sobre la segunda vértebra por encima del diafragma<sup>10,11</sup>.

En nuestro centro, desde hace 15 años utilizamos la fórmula 1, descrita anteriormente. Es muy similar a la número 2, pero en nuestra opinión permite una mayor precisión que esta. La tercera y cuarta fórmulas estudiadas son las de Strobel<sup>4</sup>, que probablemente sean las más aceptadas en el ámbito de la pediatría.

Nuestros resultados se alejan poco de los descritos por otros autores<sup>5</sup>, en el sentido de que, al aumentar la talla,

**Tabla 1** Datos obtenidos sobre las distancias desde la nariz al EEI, determinadas mediante las fórmulas pediátricas analizadas que utilizan la talla como variable

N= 134	Fórmula 1 ( $9,31 + \text{talla} \times 0,197$ )	Fórmula 2 ( $9,31 + \text{talla} \times 0,179$ )	Fórmula 3 ( $6,7 + \text{talla} \times 0,226$ )	Fórmula 4 ( $5 + \text{talla} \times 0,252$ )
Media de las medidas obtenidas	41,67	38,71	43,82	46,40
Desviación estándar	1,86	1,69	2,14	2,38
Comparación de medias con la distancia manométrica	-0,38	2,57	-2,53	-5,10
Intervalo de confianza al 95%	-0,70/-0,06	2,25/2,89	-2,86/-2,20	-5,45/-4,76
Significación de la comparación con la distancia manométrica	0,019	< 0,0001	< 0,0001	< 0,0001
Número de casos con estimación desviada más de +6 cm respecto a la medida manométrica	0	6	2	0
Número de casos con estimación desviada menos de -6 cm respecto a la medida manométrica	0	0	0	43



**Figura 1** Extremo distal de una sonda de impedanciometría intraluminal esofágica con distancia de 2 cm entre cada uno de los 7 sensores (numerados del 1 al 7) que definen los 6 canales de estudio (rotulados Z1 a Z6). Entre el último y el penúltimo sensor de impedancia se sitúa el de pH (flecha blanca).

aunque existe una correlación significativa entre esta y la longitud esofágica ( $p < 0,0001$ ), el margen de error es importante en un porcentaje apreciable de casos (tabla 1).

Llama la atención que la fórmula utilizada en nuestro hospital (fórmula 1) es la que más se aproxima a los datos obtenidos por la manometría. Ningún paciente presentó errores de estimación de longitud esofágica superiores a  $\pm 6$  cm.

Desconocemos cómo influye la mala posición de la sonda de pHmetría en la precisión final de la prueba. No sabemos cuál es el porcentaje de episodios de reflujo que dejan de detectarse cuando la sonda está mal colocada. Creemos que la impedanciometría (independientemente de la edad del paciente) puede aportar datos valiosos que correlacionan el error de posición con la exactitud de la prueba.

En este sentido, hemos acudido a nuestra serie de impedanciometría pediátrica. La sonda utilizada dispone de 7 sensores de impedancia (que determinan canales de estudio denominados Z1 a Z6 del más proximal al más distal) y uno de pH. En la sonda elegida, los sensores se sitúan a intervalos de 2 cm desde el extremo distal, de forma que podemos averiguar cuál es el número de episodios de reflujo (ácidos, débilmente ácidos y no ácidos) que es detectado en cada uno de ellos (fig. 1).

A 4 cm por encima del extremo de la sonda (entre el penúltimo sensor y el antepenúltimo, que definen el canal Z5) detectamos un 99,5% de episodios de reflujo respecto a los detectados en Z6, y a 6 cm del extremo (canal Z4) llega el 90,68% de los episodios, disminuyendo progresivamente el alcance proximal conforme nos alejamos del esófago distal. Lógicamente, debemos ser prudentes en la interpretación de este dato, por cuanto la mayor parte de los enfermos a los que se realiza impedanciometría no son individuos sanos sino afectados de ERGE, y por ello es probable que existan alteraciones de longitud esofágica (hernias hiatales) y de motilidad esofágica que favorezcan el alcance proximal del reflujo y aumenten el porcentaje de episodios que se detectan en los sensores proximales. Incluso la longitud esofágica parece variar dependiendo de la clínica predominante de la ERGE<sup>12</sup>.

Nuestra serie de impedancia pediátrica comprende niños desde prematuros de un mes de edad con 35 cm de longitud corporal, a púberes de 195 cm de altura. Esto permite incluir

un enorme espectro de distancias al EEI, y por tanto somete a estrés a las fórmulas matemáticas en mayor medida que si solo contemplásemos una serie de adultos, cuyas tallas, dentro de la diferencia, son mucho más homogéneas. Por esto damos tanta importancia a la pérdida de información que la impedancia nos demuestra en relación a la distancia del EEI medida por manometría, y por ello consideramos que su aportación en este trabajo, sin ser esencial, sí es enormemente demostrativa.

## Conclusiones

Para la determinación en adultos de la colocación de una sonda de pHmetría puede utilizarse la fórmula pediátrica empleada en nuestro hospital sustituyendo a la manometría esofágica, en casos en donde esta no sea tolerada.

## Conflicto de intereses

Los autores declaran no tener ningún conflicto de intereses.

## Bibliografía

1. Ruiz-de-León A, Sevilla-Mantilla C, Pérez-de-la-Serna J, Taxonera C, Díaz Rubio M. Simultaneous two-level esophageal 24-hour pH monitoring in patients with mild and severe esophagitis. Does probe position influence results of esophageal monitoring? *Dig Dis Sci*. 1995;40:1423-7.
2. Córdova Pluma VH, Vega López CA, Esparza Aguilar EA, Abreu Ramos OA. La pHmetría y la manometría esofágica como estudios útiles en Medicina Interna. *Med Int Mex*. 2011;27:253-69.
3. Johnson PE, Koufman JA, Nowak LJ, Belafsky PC, Postma GN. Ambulatory 24-hour double-probe pH monitoring: The importance of manometry. *Laryngoscope*. 2001;111 Pt 1:1970-5.
4. Strobel CT, Byrne WJ, Ament ME, Euler AR. Correlation of esophageal lengths in children with height: Application to the Tuttle test without prior esophageal manometry. *J Pediatr*. 1979;94:81-4.
5. Staiano A, Close RE. Value of subject height in predicting lower esophageal sphincter location. *Am J Dis Child*. 1991;145:1424-7.
6. Mutalib M, Sintusek P, Punpanich D, Thapar N, Lindley K. A new method to estimate catheter length for esophageal multichannel intraluminal impedance monitoring in children. *Neurogastroenterol Motil*. 2015;27:728-33.
7. Putnam PE, Orenstein SR. Determining esophageal length from crown-rump length. *J Pediatr Gastroenterol Nutr*. 1991;13:354-9.
8. Shin MS. Esophageal pH and combined impedance-pH monitoring in children. *Pediatr Gastroenterol Hepatol Nutr*. 2014;17:13-22.
9. López Ruano A, Dolz A, Saitua Pérez F, Saitua Doren F. Longitud del esófago en el niño. *Rev Ped Elec*. 2009;6:133.
10. Koda Y, Ozaki M, Murasca K, Vidolin E. Clinical features and prevalence of gastroesophageal reflux disease in infants attending a pediatric gastroenterology reference service. *Arq Gastroenterol*. 2010;47:66-71.
11. Louis C, Dib J, Ortiz A, Suarez D. Longitud esofágica: estudio prospectivo en pacientes adultos con enfermedad por reflujo gastroesofágico. *Rev Soc Ven Gastroenterol*. 2009;63:262-5.
12. Aksglaede K, Thommesen P. Positioning of the pH-probe by manometry or radiography for monitoring of the esophagus. Influence on diagnostic results? *Acta Radiol*. 2003;44:360-2.