



# REVISTA DE GASTROENTEROLOGÍA DE MÉXICO

[www.elsevier.es/rgmx](http://www.elsevier.es/rgmx)



## ARTÍCULO ORIGINAL

# Propuesta de una nueva fórmula para la colocación de sondas de pH-impedancia en pacientes pediátricos



P.X. Sempértegui-Cárdenas, E.M. Toro-Monjaraz\*, F.E. Zárate-Mondragón, K. Ignorosa-Arellano, J.F. Cadena-León, R. Cervantes-Bustamante, E. Montijo-Barrios y J.A. Ramírez-Mayans

Servicio de Gastroenterología y Nutrición Pediátrica, Instituto Nacional de Pediatría, Ciudad de México, México

Recibido el 7 de julio de 2023; aceptado el 8 de agosto de 2023  
Disponible en Internet el 27 de febrero de 2024

### PALABRAS CLAVE

pH-impedanciometría  
esofágica;  
Niños;  
Reflujo  
gastroesofágico.

### Resumen

**Introducción:** La pH-impedanciometría esofágica es una herramienta para el diagnóstico de reflujo gastroesofágico en niños, la posición del sensor de pH es crucial para una lectura confiable, las fórmulas existentes para el cálculo de la inserción del catéter no son tan precisas; el objetivo de este estudio fue desarrollar una nueva fórmula para la adecuada inserción de dicho catéter.

**Material y métodos:** Estudio transversal, de niños pacientes pediátricos a los que se realizó pH-impedanciometría y control radiográfico posterior para estimar la longitud de distancia de inserción correcta del catéter; se registraron las variables de: edad, sexo, peso, talla, distancia narina-tragus, tragus-horquilla esternal y horquilla-xifoides, así como la longitud inicial de inserción determinada por fórmulas de Strobel e intervalos de talla. Se realizó un análisis de regresión multivariada para predecir la longitud de inserción final y se obtuvieron ANOVA de la regresión y R cuadrado ajustado de Pearson.

**Resultados:** Se realizaron 45 pH-impedanciometrías, el 53% fueron masculinos. Las variables edad y peso no mostraron distribución normal. En el modelo de regresión inicial las variables sin correlación significativa con la longitud de inserción final fueron: sexo (p 0.124), longitud determinada por Strobel o intervalos de talla (p 0.078), distancia narina-tragus (p 0.905) y distancia tragus-horquilla (p 0.404). La ecuación final:  $5.6 + (\text{talla en cm} * 0.12) + (\text{distancia horquilla-xifoides} * 0.57)$  alcanza un R<sup>2</sup> de 0.93 (p 0.000).

\* Autor para correspondencia. Instituto Nacional de Pediatría, Gastroenterología y Nutrición Pediátrica, Insurgentes Sur 3700-C, Colonia Insurgentes Cuicuilco, Delegación Coyoacán, México City, C.P. 04530, México. Telephone 5510840900, Extension: 1884.  
Correo electrónico: [emtoromonjaraz@gmail.com](mailto:emtoromonjaraz@gmail.com) (E.M. Toro-Monjaraz).

<https://doi.org/10.1016/j.rgmx.2023.08.006>

0375-0906/© 2023 Asociación Mexicana de Gastroenterología. Publicado por Masson Doyma México S.A. Este es un artículo Open Access bajo la licencia CC BY-NC-ND (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>).

**Conclusiones:** Esta fórmula puede ser considerada como una opción válida para la colocación del catéter de pH-impedanciometría en pediatría.

© 2023 Asociación Mexicana de Gastroenterología. Publicado por Masson Doyma México S.A. Este es un artículo Open Access bajo la licencia CC BY-NC-ND (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>).

## KEYWORDS

Esophageal  
pH-impedance  
monitoring;  
Children;  
Gastroesophageal  
reflux

## A new formula proposal for placing pH-impedance catheters in pediatric patients

### Abstract

**Introduction:** Esophageal pH-impedance monitoring is a tool for diagnosing gastroesophageal reflux in children. The position of the pH catheter is essential for a reliable reading and the current formulas for calculating catheter insertion length are not completely accurate. The aim of the present study was to develop a new formula for adequate insertion of the pH catheter.

**Material and methods:** A cross-sectional study was conducted on children that underwent pH-impedance monitoring and later radiographic control, to calculate the correct catheter insertion length. The documented variables were age, sex, weight, height, naris to tragus distance, tragus to sternal notch distance, sternal notch to xiphoid process distance, and initial insertion length determined by the Strobel and height interval formulas. A multivariate regression analysis was carried out to predict the final insertion length. Regression ANOVA and Pearson's adjusted R-squared tests were performed.

**Results:** Forty-five pH-impedance studies were carried out, 53% of which were in males. The age and weight variables were not normally distributed. In the initial regression model, the variables that did not significantly correlate with the final insertion length were: sex ( $P 0.124$ ), length determined by the Strobel or height interval formulas ( $P 0.078$ ), naris to tragus distance ( $P 0.905$ ), and tragus to sternal notch distance ( $P 0.404$ ). The final equation:  $5.6 + (\text{height in cm} * 0.12) + (\text{sternal notch to xiphoid process distance} * 0.57)$  produced an  $R^2$  of 0.93 ( $P 0.000$ ).

**Conclusions:** This formula can be considered a valid option for placement of the pH-impedance monitoring catheter in pediatrics.

© 2023 Asociación Mexicana de Gastroenterología. Published by Masson Doyma México S.A. This is an open access article under the CC BY-NC-ND license (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>).

## Introducción

La pH-impedanciometría esofágica multicanal (MI-pH) se utiliza cada vez con más frecuencia en el diagnóstico de reflujo gastroesofágico en los niños<sup>1,2</sup>. La principal ventaja respecto a la pHmetría convencional radica en su capacidad para cuantificar la frecuencia y la altura del reflujo independientemente del pH, así como la correlación con los síntomas<sup>3</sup>. Sus indicaciones principales incluyen: neumonía recurrente por aspiración, apneas inexplicables, eventos similares a convulsiones no epilépticos, inflamación inexplicable de la vía aérea superior, erosión dental en pacientes con compromiso neurológico, otitis media recurrente, sospecha de síndrome de Sandifer y previa funduplicatura<sup>4</sup>. La MI-pH se puede llevar a cabo en todos los grupos etarios; existen 3 dispositivos comerciales actualmente con su respectivo *software*: Sandhill Scientific (análisis BioView), MMS (*software* Ohmega) y Vizion (*software* Vizion) que utilizan catéteres flexibles 6Fr dotados con electrodos de pH, múltiples anillos sensores de impedancia y un dispositivo de registro de datos<sup>3</sup>. La longitud del catéter debe ser apropiada para la edad y la estatura del paciente, y dependiendo del fabricante la distancia entre los anillos de impedancia y el sensor de pH puede variar, el electrodo de medición de pH puede estar localizado en el sensor distal o en el segundo

distal. El catéter debe colocarse vía transnasal de manera que el sensor de pH se encuentre en la posición correcta del esófago, lo cual resulta fundamental para obtener mediciones confiables del pH. El consenso actual de la ESPGHAN propone que el electrodo de pH debe colocarse a una distancia de 2 cuerpos vertebrales sobre el diafragma<sup>1</sup>. Algunas de las fórmulas propuestas para el cálculo de la profundidad de inserción incluyen: la fórmula Strobel<sup>5</sup> ( $0.252 \times \text{longitud en centímetros} + 5$ ) la cual no es tan precisa en niños mayores ya que sobreestima la longitud del esófago, la de John Wiley & Sons basada en intervalos de la talla y el de Mutalib et al., de observación directa mediante colocación endoscópica que considera que el sensor debe estimarse a 1.5 cm por encima del esfínter esofágico inferior en lactantes, 3 cm en < 10 años o 5 cm en > 10 años<sup>6</sup>; otras fórmulas encontradas en la literatura incluyen la fórmula del Hospital de Navarra ( $9.31 + \text{talla en cm} \times 0.197$ ), la fórmula del Hospital Infantil Vall d'Hebron de Barcelona ( $9.31 + \text{talla en cm} \times 0.179$ ) entre otras basadas en series de pacientes<sup>7</sup>, sin embargo el control fluoroscópico o por rayos X es recomendado<sup>8</sup>. Aunque la medición de las distancias narina-tragus, tragus-horquilla esternal y horquilla-apéndice xifoides han sido ampliamente utilizadas para el cálculo de la distancia de inserción de sondas nasogástricas, estas no se han utilizado para la colocación de catéteres de pH-impedanciometría, por otra parte

nuestra experiencia con el uso de fórmulas existentes ha mostrado resultados variables, por lo que el objetivo del presente trabajo fue desarrollar una nueva fórmula para el cálculo de la distancia de inserción y valorar su correlación con la longitud medida mediante radiografía.

## Material y métodos

Se llevó a cabo un estudio transversal de enero de 2018 a enero de 2020, del total de pacientes sometidos a pH-impedanciometría dentro del Instituto Nacional de Pediatría de la ciudad de México durante el año 2019, se utilizó un equipo Sandhill Scientific (análisis BioView) y catéteres BS01, BS46 y BS51, los catéteres se introdujeron vía transnasal sin sedación con ayuno previo de 4 h, realizando sujeción mecánica del paciente en caso de no colaboración, la profundidad de inserción fue previamente estimada mediante fórmula de Strobel o de intervalos de talla. En todos los casos se realizó control radiográfico posterior y ajustes necesarios para lograr que el sensor de pH se encontrara a 2 cuerpos vertebrales sobre el diafragma. Se obtuvieron además, medidas del peso y la longitud o la talla del paciente (de acuerdo a la capacidad de bipedestación), así como de la distancia entre la nariz y el tragus, entre el tragus y la horquilla esternal y entre la horquilla esternal y el apéndice xifoides con el uso de una cinta métrica flexible, se registraron datos del sexo, la longitud inicial calculada, así como de la longitud final en la que el catéter tuvo una posición radiográfica correcta.

La talla fue tomada por una sola persona, en menores de 2 años con infantómetro y en mayores de 2 años con estadiómetro, ambas marcas Seca®.

Este estudio observacional y transversal, fue realizado a las pautas del informe de fortalecimiento de la notificación de estudios observacionales en epidemiología (Strobe).

## Análisis estadístico

Los datos fueron ingresados en una base en SPSS® versión 22, de las variables cuantitativas se realizaron pruebas de normalidad mediante Kolmogórov-Smirnov, la variable sexo se codificó de forma binaria, se obtuvieron medianas, rango intercuartil (RIQ), medias, desviaciones estándar (DS), frecuencias y porcentajes; se realizó un análisis de regresión multivariada para predecir la longitud de inserción final mediante análisis paso a paso retirando las variables independientes con valor de  $p > 0.05$ , se obtuvieron el ANOVA de la regresión, así como el R cuadrado ajustado de Pearson, finalmente se realizaron comparaciones entre la longitud de inserción determinada por radiografía y cada una de las fórmulas existentes media test de Wilcoxon.

## Consideraciones éticas

Este artículo fue aprobado por el comité académico del hospital; a todos los padres y pacientes dependiendo de la edad se solicitó consentimiento y/o asentimiento informado.

## Resultados

En total se realizaron 45 pH-impedanciometrías; la mediana de edad fue de 48 meses (RIQ: 114) con una mínima de un mes y una máxima de 210 meses. El 53.3% fueron masculinos. La mediana del peso fue de 14 kg (RIQ: 22,7) con un mínimo de 2.75 kg y un máximo de 54 kg; la media de talla fue de 101.8 cm (DS: 36.5) con un mínimo de 50 cm y un máximo de 171 cm. En la [tabla 1](#) se resumen las pruebas de normalidad de estas variables.

En la [tabla 2](#) se aprecia que las variables sexo, longitud final de inserción (estimada por Strobel o intervalos de talla), distancia nariz-tragus y distancia tragus-horquilla no se correlaciona de manera estadísticamente significativa con la longitud final de inserción del catéter de pH-impedanciometría, al excluir dichas variables del análisis se obtiene un R2 del 93% ([tabla 3](#)).

Con base al modelo generado la fórmula final para el cálculo de la profundidad de inserción del catéter de pH-impedanciometría sería:  $5.6 + (\text{talla en cm} * 0.12) + (\text{distancia horquilla-xifoides} * 0.57)$  ([tabla 4](#)).

Al quitar la distancia horquilla-xifoides del modelo se disminuye ligeramente el R2 (90.5%), pero se mantiene estadísticamente significativa, siendo la ecuación:  $7.2 + (\text{talla en cm} * 0.162)$ .

Al comparar la longitud final de inserción del catéter obtenida por radiografía con cada una de las fórmulas pre-existentes, se evidencia que la fórmula de Strobel, la fórmula de Navarra y el límite superior del intervalo de talla presentaron diferencias estadísticamente significativas. El límite inferior de los intervalos de talla, así como la ecuación propuesta por los autores, no muestra diferencia significativa con la longitud final. La diferencia promedio entre el valor calculado por la ecuación de los autores y la longitud final por control radiográfico fue de 1.2 cm (DS: 1.0) ([tabla 5](#)).

En la [tabla 6](#) se describe la longitud final de inserción en comparación con las otras fórmulas.

## Discusión

Existen varias fórmulas en la literatura médica para estimar la longitud de inserción de los catéteres de pH-impedanciometría, la mayoría de ellas toman en cuenta como parámetro de cálculo la talla del paciente<sup>5,7</sup>, sin embargo, la variabilidad existente entre la longitud estimada por estas fórmulas y la longitud obtenida mediante control radiográfico o manométrico ha llevado a otros autores a series personales para encontrar sus propias fórmulas<sup>6</sup> con el objetivo de evitar el control radiográfico o manométrico posterior.

Dado que otras variables tales como sexo, peso y edad del paciente pudieran influir en la longitud del esófago, decidimos incluir dichas variables en el estudio sin que éstas mostraran una correlación significativa. Otras medidas tales como la distancia nariz-tragus, tragus-horquilla y horquilla-xifoides han sido ampliamente utilizadas para el cálculo de longitud de inserción de sondas nasogástricas por lo que consideramos apropiado estudiarlas en el contexto de la pH-impedanciometría, sin embargo solo la distancia horquilla-xifoides mostró una correlación estadís-

**Tabla 1** Test de normalidad mediante Kolmogorov-Smirnov de variables cuantitativas incluidas en el estudio

Variable	Kolmogórov-Smirnov <sup>a</sup>		
	Estadístico	gl	Valor de p
Edad, meses	0.143	45	0.021
Peso	0.162	45	0.004
Talla	0.127	45	0.068*
Longitud de inserción inicial, cm	0.111	45	0.200*
Distancia narina-tragus, cm	0.127	45	0.068*
Distancia tragus-orquilla externa, cm	0.119	45	0.111*
Distancia orquilla-apéndice xifoides, cm	0.111	45	0.200*
Longitud final de inserción por radiografía, cm	0.124	45	0.078*

gl: grados de libertad.

<sup>a</sup> Corrección de Lilliefors.

\* Tiene distribución normal.

Fuente: formulario de recolección, elaboración: autores.

**Tabla 2** Modelo inicial para predicción de longitud de inserción de catéter de pH-impedanciometría

Modelo 1 <sup>a</sup>	Coeficientes no estandarizados		Coeficientes estandarizados	t	Sig.
	B	Error estándar			
(Constante)	3.440	2.218		1.551	0.129
Talla	0.072	0.025	0.423	2.209	0.006*
Sexo	0.792	0.504	0.064	1.573	0.124
Longitud de inserción inicial (por Strobel o intervalos de talla)	0.155	0.085	0.185	1.809	0.078
Distancia narina-tragus	0.036	0.302	0.011	0.120	0.905
Distancia tragus-orquilla	0.116	0.138	0.065	0.843	0.404
Distancia orquilla-apéndice xifoides	0.628	0.156	0.339	4.023	0.000*

<sup>a</sup> Variable dependiente (longitud final de inserción).\* Es estadísticamente significativa R<sup>2</sup> ajustado: 0.935.

Fuente: formulario de recolección, elaboración: autores.

**Tabla 3** Resumen del modelo final para la predicción de longitud de inserción de catéter de pH-impedanciometría

Modelo final <sup>a</sup>	R	R cuadrado	R cuadrado ajustado	Error estándar de la estimación	Valor de p <sup>b</sup>
1	0.965 <sup>a</sup>	0.932	0.929	1.6663	0.000*

<sup>a</sup> Variable dependiente (longitud final de inserción), predictoras (talla y distancia orquilla-xifoides).<sup>b</sup> Test ANOVA.

\* Es estadísticamente significativa R coeficiente de Pearson.

Fuente: formulario de recolección, elaboración: autores.

**Tabla 4** Ecuación final para predicción de longitud de inserción de catéter de pH-impedanciometría

Modelo final <sup>a</sup>	Coeficientes no estandarizados		Coeficientes estandarizados	t	Valor de p
	B	Error estándar			
(Constante)	5.592	0.844		6.627	0.000*
Talla, cm	0.117	0.013	0.685	8.686	0.000*
Distancia orquilla- xifoides, cm	0.575	0.146	0.310	3.935	0.000*

<sup>a</sup> Variable dependiente: longitud final de inserción.

\* Estadísticamente significativa.

Fuente: formulario de recolección, elaboración: autores.

**Tabla 5** Comparación entre longitud de inserción de catéter de pH-impedancia obtenida mediante radiografía vs. fórmulas existentes

Estadísticos	Longitud final de inserción (cm)	Fórmula de Strobel	Fórmula de Navarra	Cálculo por intervalos de talla		Ecuación autores
				Límite inferior	Límite superior	
Válido	45	45	45	41	41	45
Perdidos	0	0	0	4 <sup>c</sup>	4 <sup>c</sup>	0
Mediana (RIQ)	23.0	29.7	28.6	26.0	27.5	22.6
RIQ	11	6	14.5	12.5	12	10.9
Prueba de Wilcoxon (Z)	-5.712 <sup>a</sup>	-5.712 <sup>a</sup>	-0.076 <sup>a</sup>	-4.471 <sup>a</sup>	-0.145 <sup>b</sup>	
Valor de p		0.000*	0.000*	0.940	0.000*	0.885

<sup>a</sup> Basado en rangos negativos.

<sup>b</sup> Basado en rangos positivos.

<sup>c</sup> Existen valores perdidos dado que intervalos de talla es aplicable solo para talla > 55 cm.

\* Diferencia estadísticamente significativa.

Fuente: formulario de recolección, elaboración: autores.

**Tabla 6** Comparación entre longitud de fórmulas de Strobel, Navarra, la propuesta por nosotros y la longitud final por radiografía de tórax

	Edad (meses)	Longitud inicial de inserción	Strobel	Promedio límites intervalo talla	Navarra	Nuestra ecuación	Longitud final de inserción
1	30	17	24.83	18.75	24.81	20.54	19.5
2	149	33	40.48	33.5	37.05	31.22	29.5
3	10	20.3	20.37	16.25	21.33	17.32	18
4	6	18	20.12	16.25	21.13	17.21	16
5	140	35	43.81	37.5	39.65	32.06	31
6	4	17	17.85		19.36	15.58	12.5
7	48	29	29.7	25.5	28.62	21.42	21
8	8	20	20.12	16.25	21.13	19.1	18.5
9	7	19.8	19.87	16.25	20.93	17.73	18
10	210	38	48.09	37.5	43	37.1	38
11	78	28	32.47	26.75	30.78	23.91	24.5
12	79	24	31.21	26.75	29.8	23.67	23
13	138	30	39.7	31	36.44	28.99	26.5
14	13	23	23.65	18.75	23.89	18.76	18
15	43	28	27.81	23.75	27.14	20.59	24
16	1	17	17.6		19.16	16.1	16.5
17	63	26	29.54	25.5	28.5	22.62	20
18	8	17.5	20.12	16.25	21.13	16.58	16
19	118	30	39.52	31	36.3	27.65	27
20	47	23	30.2	26.75	29.01	22.91	23
21	32	25	27.93	23.75	27.24	22.54	22
22	163	45	46.33	37.5	41.62	33.17	35
23	3	18	23.65	18.75	23.89	18.13	19
24	87	30	35.37	29	33.05	25.81	27.5
25	3	14	18.61		19.95	16.54	16
26	72	25	33.17	26.75	31.33	22.96	24
27	36	25	36.5	29	33.94	26.95	24
28	144	34	39.27	31	36.1	27.85	24
29	20	22	22.39	18.75	22.9	18.21	19
30	3	18	20.12	16.25	21.13	17.21	18
31	12	20	22.26	16.25	22.8	18.78	19.5
32	16	15	18.1		19.55	14.43	16
33	37	22.5	27.93	23.75	27.24	22.54	23.5

Tabla 6 (continuación)

	Edad (meses)	Longitud inicial de inserción	Strobel	Promedio límites intervalo talla	Navarra	Nuestra ecuación	Longitud final de inserción
34	18	19	22.14	16.25	22.71	18.41	21.5
35	115	34	37	29	34.33	29.06	30.5
36	132	33	41.29	33.5	37.68	29.69	31
37	156	32	42.04	33.5	38.27	31.28	34
38	144	37	45.32	37.5	40.83	35.25	37
39	116	31	38.77	31	35.71	29.21	29
40	61	26	33.1	26.75	31.28	26.08	24
41	176	30	40.03	31	36.69	31.02	30
42	8	16	20.88	16.25	21.72	18.17	18
43	173	33	43.3	33.5	39.25	31.2	32
44	59	32	32	26.75	30.78	24.1	24
45	102	38	38	29	32.75	26.5	27

ticamente significativa con la longitud final del catéter de pH-impedanciometría medida radiográficamente, el hecho de que las otras distancias no hayan mostrado correlación podría explicarse al considerar que varios pacientes en los que está indicado la realización de un estudio de pH-impedanciometría pudieran tener variaciones en la anatomía de la cara o el cuello secundario a síndromes dismorfológicos principalmente lo cual los vuelve parámetros no confiables.

La fórmula propuesta por nosotros basada en la talla y la distancia horquilla-xifoides tuvo buena correlación con la longitud medida radiográficamente, por lo que podría ser utilizada para el cálculo de la profundidad de inserción, la diferencia media entre la longitud final y la obtenida mediante esta ecuación fue de 1.2 cm, diferencia sin importancia clínica si tomamos en cuenta que el propio movimiento de la cabeza del paciente podría llevar a movilizar esta distancia del catéter y en ningún caso excedió los  $\pm 4$  cm de diferencia, menor a los  $\pm 6$  cm obtenidos por Molina et al.<sup>7</sup>; el presente estudio incluyó una muestra de pacientes de un mes a 210 meses por lo que es extrapolable a una amplia población pediátrica.

Es importante tener en cuenta que la medición de pH-impedancia no es un indicativo en todos los niños con sospecha de reflujo, de acuerdo con las últimas pautas de la NASPGHAN-ESPGHAN para el diagnóstico del reflujo gastroesofágico, hay evidencia insuficiente para respaldar el uso rutinario de la pH-metría o pH-metría con impedancia en el diagnóstico de la enfermedad por reflujo gastroesofágico en lactantes y niños<sup>9</sup>. Sin embargo, existen indicaciones específicas<sup>9</sup>. Por tal motivo, a pesar de que una parte significativa de los pacientes con reflujo gastroesofágico no requiere monitorización de pH-impedancia, es esencial intentar colocar la sonda con precisión y evitar movimientos innecesarios de la sonda<sup>10</sup>.

Las principales limitaciones de este estudio son el tamaño de muestra pequeño, se necesitan más estudios para validar esta fórmula en nuestra y otras poblaciones, y no fue posible definir fórmulas basadas en la edad. Por lo tanto, sugerimos investigaciones futuras que incluyan muestras más grandes para evidenciar la influencia de la edad u otras variables en la longitud de inserción.

## Conclusiones

La fórmula propuesta por nosotros puede ser utilizada para el cálculo de la longitud de inserción del catéter de pH-impedanciometría en pediatría, si bien aún se requiere la toma de radiografía de tórax para la verificación de la colocación del catéter, al ser más precisa la colocación puede ayudar a manipular menos el catéter y reducir las molestias en el paciente pediátrico.

## Financiación

No recibimos financiación para este proyecto.

## Autorías

PSC diseñó la fórmula y realizó el análisis estadístico, así como la preparación del documento.

ETM realizó la inserción de las sondas de impedancia de pH, corroboró los hallazgos radiográficos, y también contribuyó en la preparación del documento.

FZM, JCL, KIA, EMB, RCB y JRM revisaron el documento, realizaron correcciones y contribuyeron con los pacientes.

## Conflicto de intereses

Ninguno de los autores declara conflicto de intereses

## Agradecimientos

Nos gustaría agradecer a los residentes de gastroenterología pediátrica por su valiosa colaboración y ayuda en la preparación de esta fórmula.

## Bibliografía

1. Wenzl TG, Benninga MA, Loots CM, et al. Indications, methodology, and interpretation of combined esophageal impedance-pH monitoring in children: ESPGHAN EURO-PIG standard protocol. *J Pediatr Gastroenterol Nutr.* 2012;55:230-4, <http://dx.doi.org/10.1097/MPG.0b013e3182592b65>.

2. Vandenplas Y, Rudolph CD, di Lorenzo C, et al. Pediatric gastroesophageal reflux clinical practice guidelines: joint recommendations of the North American Society for Pediatric Gastroenterology, Hepatology, and Nutrition (NASPGHAN) and the European Society for Pediatric Gastroenterology, Hepatology, and Nutrition (ESPGHAN). *J Pediatr Gastroenterol Nutr.* 2009;49:498–547, <http://dx.doi.org/10.1097/MPG.0b013e3181b7f563>.
3. Tutuian R, Castell DO. Review article: Complete gastroesophageal reflux monitoring—combined pH and impedance. *Aliment Pharmacol Ther.* 2006;24 Suppl 2:S27–37, <http://dx.doi.org/10.1111/j.1365-2036.2006.03039.x>.
4. Davies I, Burman-Roy S, Murphy MS. Guideline Development Group Gastro-oesophageal reflux disease in children: NICE guidance. *BMJ.* 2015;350:g7703, <http://dx.doi.org/10.1136/bmj.g7703>.
5. Strobel CT, Byrne WJ, Ament ME, et al. Correlation of esophageal lengths in children with height: Application to the Tuttle test without prior esophageal manometry. *J Pediatr.* 1979;94:81–4, [http://dx.doi.org/10.1016/s0022-3476\(79\)80361-3](http://dx.doi.org/10.1016/s0022-3476(79)80361-3).
6. Mutalib M, Sintusek P, Punpanich D, et al. A new method to estimate catheter length for esophageal multichannel intraluminal impedance monitoring in children. *Neurogastroenterol Motil.* 2015;27:728–33, <http://dx.doi.org/10.1111/nmo.12547>.
7. Molina A, Villar ME, Pérez A, Ayuso L, Hernández S, Goñi C. Colocación de sondas de pHmetría mediante fórmula relacionada con la talla ¿Es un método aplicable a los adultos? *Gastroenterol Hepatol.* 2016;39:261–4, <http://dx.doi.org/10.1016/j.gastrohep.2015.08.002>.
8. Louis C, Dib J, Ortiz A, et al. Longitud esofágica: estudio prospectivo en pacientes adultos con enfermedad por reflujo gastroesofágico. *Rev Soc Ven Gastroenterol.* 2009;63:262–5.
9. Rosen R, Vandenplas Y, Singendonk M, et al. Pediatric Gastroesophageal Reflux Clinical Practice Guidelines: Joint Recommendations of the North American Society for Pediatric Gastroenterology, Hepatology, and Nutrition and the European Society for Pediatric Gastroenterology, Hepatology, and Nutrition. *J Pediatr Gastroenterol Nutr.* 2018;66:516–54, <http://dx.doi.org/10.1097/MPG.0000000000001889>.
10. Mutalib M, Rawat D, Lindley K, et al., BSPGHAN Motility Working Group position statement. Paediatric multichannel intraluminal pH impedance monitoring—indications, methods and interpretation. *Frontline Gastroenterol.* 2017;8:156–62, <http://dx.doi.org/10.1136/flgastro-2016-100796>.