

Compresión de la vena cava inferior en niños con *pectus excavatum*

M. Dore Reyes¹, M. Bret Zurita², P. Triana Junco¹, J. Jiménez Gómez¹, M. Parrón Pajares², J. Serradilla Rodríguez¹, J.L. Encinas Hernández¹, L. Martínez Martínez¹, M. López-Santamaría¹, C. de la Torre Ramos¹

¹Servicio de Cirugía Pediátrica. ²Servicio de Radiología Infantil. Hospital Universitario La Paz. Madrid.

RESUMEN

Introducción. En casos graves de *pectus excavatum* (PE), el hundimiento esternal ocasiona distorsión del corazón y grandes vasos. Nuestro propósito fue determinar si existe compresión de la vena cava inferior (VCI) en estos pacientes.

Métodos. Estudio retrospectivo de pacientes con PE grave valorados entre 2015 y 2017. Se efectuaron mediciones del diámetro anteroposterior (AP) y transverso de la VCI suprahepática a su paso por el hiato diafragmático en imágenes de RM-cardiaca. Estas se compararon con las medidas de pacientes a los que se les realizó una RM o TC por otro motivo, ajustando los datos para edad y sexo.

Resultados. De los 81 pacientes, 28 casos y 53 controles, el 63% fueron varones con una edad media de 12,9±0,5 años. Se identificaron diferencias significativas entre los grupos, tanto del diámetro AP como del transverso: 13,3±0,75 mm vs. 15,8±0,76 mm (p=0,001) y 28,8±1,34 mm vs. 27,1±0,89 mm (p=0,045), respectivamente. Tras ajustar los datos para edad y sexo, estas diferencias solo fueron significativas para el diámetro AP de la VCI en hombres: 12,7±0,5 mm (IC95% 11,66-13,79 mm) vs. 16,6±0,5 mm (IC95% 15,69-17,56 mm) (p=0,000). El coeficiente de correlación de Pearson del diámetro transverso de la VCI con el índice de Haller fue r=0,471 (p=0,01).

Conclusión. Los varones con un hundimiento esternal grave asocian alteraciones en el diámetro de la VCI que pueden indicar compresión de la misma. Estos cambios se correlacionan con la gravedad del PE y podrían justificar algunos síntomas y alteraciones cardiovasculares encontradas en estos pacientes.

PALABRAS CLAVE: *Pectus excavatum*; Compresión vena cava inferior; Niños; RM.

INFERIOR VENA CAVA COMPRESSION IN CHILDREN WITH *PECTUS EXCAVATUM*

ABSTRACT

Introduction. In severe cases of *pectus excavatum* (PE) the sternal depression may cause distortion of the cardiac chambers and great vessels. The aim of our study was to determine if the sternal impingement causes significant inferior vena cava (IVC) compression.

Methods. Retrospective study of patients with severe PE assessed between 2015-2017. The antero-posterior (AP) and transverse diameters of the suprahepatic IVC were measured on a cardiac-MRI at the level of the diaphragmatic hiatus. Results were compared with patients that had a thoracic image study performed for other causes, adjusting for age and sex.

Results. Among the 81 patients, 28 cases and 53 controls, 63% were males and had a mean age of 12.9±0.5 yrs. Significant differences were found between groups in both AP and transverse diameter of the IVC: 13.3±0.75 mm vs. 15.8±0.76 mm (p=0.001) and 28.8±1.34 mm vs. 27.1±0.89mm (p=0.045) respectively. After adjusting for age and sex, these differences were only statistically significant for AP IVC diameter in males 12.7±0.5 mm (95% CI 11.66-13.79 mm) vs. 16.6±0.5 mm (95% CI 15.69-17.56 mm) (p=0.000). The Pearson correlation coefficient for the Haller index was r=0.471 (p=0.01).

Conclusion. Male patients with severe sternal depression show changes in the IVC diameter that may correspond to compression. These changes are correlated with the severity of the deformity and can justify certain clinical symptoms and cardiac function abnormalities in patients with severe PE.

KEY WORDS: *Pectus excavatum*; Inferior vena cava compression; children; MRI.

INTRODUCCIÓN

El *pectus excavatum* (PE) es la malformación más frecuente de la pared torácica anterior. Afecta a 1 por cada 300-400 nacidos vivos, con una *ratio* hombre:mujer de 5:1⁽¹⁻³⁾.

Durante años la indicación de la corrección quirúrgica del PE se ha basado en las repercusiones psicológicas del paciente, considerándose una deformidad meramente cosmética^(4,5). Las alteraciones de la función cardiaca asociadas al PE cambian este paradigma y por lo tanto han sido motivo de

Correspondencia: Dra. Mariela Dore Reyes. Secretaría de Cirugía Pediátrica. Hospital Universitario La Paz. Paseo de la Castellana, 261. 28046 Madrid. E-mail: macridore@gmail.com

Trabajo presentado en el LVII Congreso de la Sociedad Española de Cirugía Pediátrica. Granada, 24-26 Mayo 2018.

Recibido: Mayor 2018

Aceptado: Febrero 2019

controversia. Es conocido que existe una gran dificultad para demostrar una relación causa-efecto debido a la gran variación de los elementos que influyen en la función cardiopulmonar⁽⁴⁾. Sin embargo, el estudio del impacto negativo de la intrusión esternal en la función cardiopulmonar y los efectos favorables de la corrección han demostrado esta relación^(4,6,7). Se han descrito alteraciones cardiacas como el desplazamiento y rotación del corazón secundaria a la depresión esternal, así como una compresión extrínseca del mismo⁽⁸⁾. Otras anomalías encontradas en estos pacientes incluye el prolapso de la válvula mitral, en probable relación a la compresión continuada del corazón^(8,9). El análisis de los parámetros de gravedad del PE y su relación con el funcionamiento cardiaco mediante resonancia magnética cardiaca ha permitido ahondar en la fisiopatología de esta malformación, demostrando una menor fracción de eyección del ventrículo derecho^(3,10-12). Otros datos que incrementan la evidencia sobre el efecto del PE en la función cardiopulmonar son los cambios postcorrección de la deformidad que consisten en el retorno del corazón a la posición normal, además de la mejoría de la función cardiaca. Estos hallazgos son más evidentes durante el esfuerzo físico y cuando la corrección se realiza en niños más que en pacientes adultos y en reposo^(6,7,13,14).

Aunque se ha demostrado la compresión cardiaca en el PE, particularmente del ventrículo derecho, no existen suficientes datos sobre la compresión de la vena cava inferior (VCI). Este fenómeno ha sido señalado previamente en casos aislados, en los que ha sido responsable de síncope, pulso paradójico y de edema de miembros inferiores, entre otros síntomas⁽¹⁵⁻¹⁷⁾. Es por esto que el propósito del estudio fue determinar si existe compresión de la VCI en pacientes con PE en comparación con controles normales.

MÉTODOS

Se realizó un estudio retrospectivo de casos y controles apareados en el periodo 2015-2017. Se incluyeron como *casos* aquellos pacientes con PE que tras una valoración inicial en consulta externa de cirugía pediátrica, fueron subsidiarios de una prueba de imagen según protocolo: resonancia magnética cardiaca (CRM). Finalmente, se incluyeron en el estudio aquellos pacientes con PE moderado-grave teniendo como punto de corte un índice de Haller mayor de 3,2 en la CRM.

Los *controles* fueron obtenidos mediante un muestreo aleatorio simple a partir del listado de pacientes sin deformidades ni alteraciones congénitas o quirúrgicas que afectasen a la caja torácica que habían sido sometidos a una prueba de imagen torácica (TC tórax). Se seleccionaron 2 controles por cada caso de PE al realizar el ajuste por edad (± 1 año) y sexo y se excluyeron los registros extremos.

El protocolo de estudio fue elaborado por el Servicio de Radiología Infantil de nuestro centro basándose en la bibliografía descrita hasta el momento y en los medios disponibles en el momento del estudio. Se realizaron los estudios de RM

torácica en secuencias morfológicas eco de gradiente (ECG) potenciadas en T2, sangre blanca 2D axial en inspiración y espiración para valorar la deformidad de la caja torácica. Además, en corte coronal y sagital y en inspiración permitieron valorar posibles alteraciones asociadas en aorta y arterias pulmonares. En las secuencias ECG-*gated* modo cine en 4 cámaras se evaluó la repercusión de la deformidad torácica sobre las cámaras cardiacas y las relaciones anatómicas esternales con la aurícula derecha y VCI. En las proyecciones axiales se realizaron los cálculos del diámetro anteroposterior (AP) y transversal de la VCI suprahepática en milímetros (mm), a nivel de su paso por el hiato diafragmático durante la espiración. En los controles, las mediciones de los diámetros AP y transversal se realizan en proyecciones axiales de la TC durante inspiración.

Las variables recogidas en todos los pacientes fueron: edad, sexo e indicación de la prueba de imagen. El dato analizado únicamente en los casos fue el índice de gravedad de PE (índice de Haller).

Los datos se expresaron en medias y desviación estándar. El análisis estadístico se realizó mediante el programa SPSS v20 y se consideró estadísticamente significativo un valor de $p < 0,05$. Inicialmente se realizó una descripción de los grupos y una *T de Student* con los datos en crudo, identificándose escasos *casos* de mujeres en comparación con los hombres por lo que posteriormente se realizó el análisis con los datos pareados tanto por edad como por sexo. Se realizó el análisis estadístico mediante una ANOVA (*Analysis Of Variance*) comparando el diámetro AP y transversal de la VCI en los casos frente a los controles. Para analizar la relación entre la gravedad de la deformidad y el diámetro de la VCI (tanto AP como transversal) se realizó un coeficiente de correlación de Pearson para el índice de Haller y dichas medidas.

RESULTADOS

En el periodo de estudio (2015-2017) se identificaron 28 pacientes con PE que cumplieron los criterios de inclusión y se compararon con 53 controles seleccionados de forma aleatoria. Los datos del estudio descriptivo de los 81 pacientes se recogen en la tabla I.

El análisis estadístico en crudo de estos datos demuestra diferencias significativas entre las medias de los casos frente a los controles, siendo el diámetro AP de la VCI de los pacientes con PE más corto y el transversal más largo. Además, se identificaron signos de compresión de la VCI con el ciclo respiratorio en la CRM de los pacientes casos (Fig. 1) y al compararlos con la TC de tórax de los pacientes control del mismo sexo y edad (Fig. 2).

Al realizar el ajuste por edad y sexo, únicamente se identificó una diferencia de 4 mm entre las medias del diámetro AP de la VCI en los casos frente a los controles en hombres, $12,7 \pm 1,0$ vs. $16,6 \pm 0,9$ (IC 95%; $p < 0,05$) respectivamente. No se encontraron diferencias en el diámetro AP en las mujeres,

Tabla I. Estudio descriptivo y comparación de pacientes con y sin PE*.

	Casos (n=28)	Controles (n=53)	p
Sexo			
Hombre	23 (82,1%)	28 (52,8%)	
Mujer	5 (17,9%)	25 (47,2%)	
Edad	13±0,58 años	12±0,66 años	
Índice de Haller en espiración	6±0,8	NA	
φAP VCI	13,26±0,75 mm	15,82±0,78 mm	0,000
φTransverso VCI	28,75±1,34	27,094±0,92	0,045

**Las variables categóricas han sido expresadas en frecuencias absolutas. Las variables continuas en media y desviación típica. NA: no aplica; φAP VCI: diámetro anteroposterior de la vena cava inferior. φTransverso VCI: diámetro transverso de la vena cava inferior.*

ni en el diámetro transverso de la VCI tanto en mujeres como hombres (Tabla II).

El diámetro transverso de la VCI presentó una correlación lineal positiva con el índice de Haller, encontrándose un coeficiente de $r=0,471$ ($p=0,01$). Esto implica un aumento del diámetro transverso de la VCI a medida que aumenta el índice de Haller (Fig. 3). El diámetro AP de la VCI no se correlacionó con la gravedad del PE según el índice de Haller. Aunque se identificó un $r=-0,256$, demostrando que a medida que aumenta el índice de Haller, disminuye el diámetro AP de la VCI, los resultados no alcanzaron la significación estadística ($p=0,08$).

DISCUSIÓN

La compresión de la VCI se ha descrito en casos aislados⁽¹⁵⁻¹⁷⁾, y se desconoce si esta compresión existe en cierto grado en todos los pacientes con PE, y si se correlaciona con la gravedad de la deformidad. La compresión de la VCI en pacientes con PE viene definida por un menor diámetro AP y mayor diámetro transverso de estos pacientes frente a los controles. Este es el primer estudio que demuestra la diferencia del calibre de la VCI en niños con PE frente a niños sanos. Además, se logra demostrar una correlación lineal positiva entre el índice de Haller y la compresión de la VCI (medido a través del diámetro transverso de la misma).

Fisiológicamente, durante la inspiración el diafragma desciende, produciendo un aumento del retorno venoso de la VCI, y por ello el diámetro de la VCI disminuye. Además, durante el ejercicio aumenta el flujo venoso y, por lo tanto, la luz de la VCI⁽¹⁸⁾. La relación del PE con la compresión cardíaca y de los grandes vasos continúa siendo motivo de debate, debido a la dificultad para cuantificar la misma.

En la búsqueda realizada se han identificado únicamente tres casos publicados de compresión de la VCI en pacientes con PE. El primer caso fue descrito por Yalamanchili et al. en el 2005⁽¹⁶⁾, y exponen el caso de un varón de 29 años con PE que asociaba intolerancia al ejercicio, pulso paradójico y desdoblamiento patológico del segundo ruido cardíaco. Se realizó una TC torácica que demostró un índice de Haller de 7,18; sin identificarse datos de compresión cardíaca extrínseca. Sin embargo, al realizar una CRM dinámica (con ejercicio) se demostró compresión de la VCI a nivel del hiato diafragmático con dilatación secundaria del sistema venoso hepático.

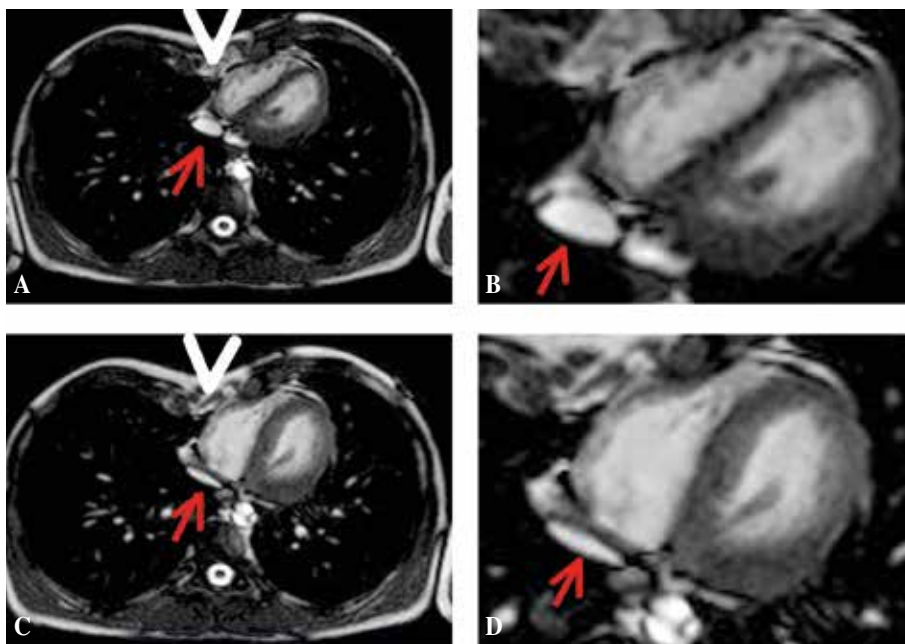


Figura 1. Comparación del calibre de la VCI con el ciclo respiratorio en paciente con PE. Paciente con PE, estudio de RM. Proyección axial en inspiración (A y B) y en espiración (C y D). En inspiración se puede observar una morfología ovoide característica de la vena cava inferior (VCI) suprahepática a su paso por hiato diafragmático. En espiración, la VCI presenta una disminución muy característica de la VCI con disminución llamativa del diámetro AP (flechas rojas). Deformidad anterior del PE (cabeza de flecha blanca).

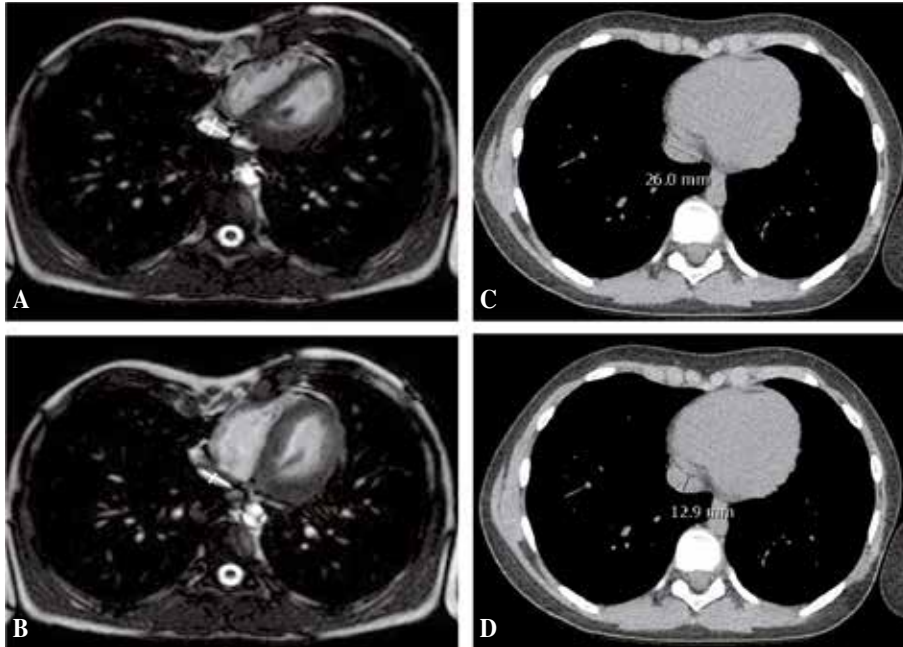


Figura 2. Comparación de calibre de VCI en paciente con PE (CRM) frente a control sano (TC). A-B) Paciente de 14 años con PE, estudio de CRM. Proyección axial en inspiración (A) con medidas de transversal de 20,8 mm y AP de 9,1 mm. En espiración (B) con medidas transversal de 23,4 mm y AP de 7,8 mm a su paso por el hiato diafragmático. C-D) Estudio de TC torácico en caso control realizado en inspiración. Paciente de 14 años sin PE, anatomía de caja torácica normal sin patología cardio-mediastínica. Medidas transversal de 26 mm (C) y AP de 12,9 mm (D) de la VCI suprahepática a su paso por el hiato diafragmático.

Tabla II. Comparación de medias del diámetro AP y transverso de la VCI ajustada por edad y sexo.

Sexo	Grupo	ϕ AP VCI (mm)	p	ϕ Transverso VCI (mm)	p
Hombre	Caso	12,7±1,0	0,000	28,4±1,4	0,922
	Control	16,6±0,9		28,4±1,22	
Mujer	Caso	13,952±2,2	0,280	28,0±2,9	0,227
	Control	15,267±1,0		26,1±1,3	

ϕ AP VCI: diámetro anteroposterior de la vena cava inferior en milímetros; ϕ Transverso VCI: diámetro transversal de la vena cava inferior en milímetros.

White et al. en el 2009⁽¹⁵⁾ publicaron otro caso de compresión de VCI. En esta ocasión se trataba de una mujer de 22 años con PE que consultó por episodios de síncope recurrentes, generalmente tras periodos prolongados de bipedestación. Se realizó una CRM que demostró compresión de la VCI durante la espiración al obliterarse el espacio entre el esternón y las vértebras torácicas.

Finalmente, el tercer paciente lo presenta Iannucci et al.⁽¹⁷⁾ en el 2012, siendo el único caso descrito en niños. Se trataba de una niña de 11 años referida para valoración cardiológica por edema progresivo bilateral de los miembros inferiores de 2 años de evolución. Durante la exploración física, se identificó además PE grave. Se realizó una CRM en la que se identifica signos de compresión de la VCI a nivel de su unión con la aurícula derecha que justificaba la sintomatología.

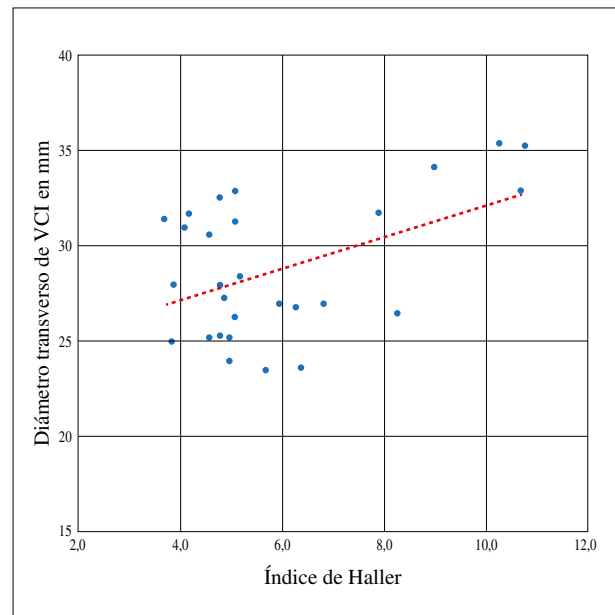


Figura 3. Correlación entre el diámetro transversal de la VCI y la gravedad del PE. VCI: vena cava inferior; PE: *pectus excavatum*. Se puede identificar una línea de tendencia ascendente, con una R2: 0,22.

En este estudio se realiza una comparación de las medidas del diámetro AP de la VCI en controles sanos (TC en inspiración) frente a pacientes con PE (CRM en espiración). Aunque las medidas han sido realizadas en diferentes fases del ciclo respiratorio, el colapso fisiológico de la VCI durante

inspiración corresponde al diámetro AP más corto y transverso más largo posible en dicho paciente. Esto se compara con medidas en espiración en pacientes con PE que corresponden a diámetros AP más alargado y transverso más corto, además de verdaderamente identificar el efecto de la intrusión del esternón en el tórax.

El análisis de los datos en crudo logra identificar diferencias significativas entre los diámetros AP y transverso de la VCI de los niños con PE, en comparación con niños sanos que se podría traducir en compresión extrínseca de la misma. Taneja et al.⁽¹⁹⁾, en un estudio de pacientes sanos demuestra una correlación positiva del diámetro de la VCI en niños y su edad, peso y talla. Debido a estas diferencias, hemos realizado un ajuste por sexo y edad, para el análisis de los datos sin el sesgo de la variabilidad según las medidas biométricas. Sin embargo, al realizar dicho ajuste, únicamente hemos logrado demostrar una relación entre el índice de Haller y el diámetro AP de la VCI en hombres. Una posible explicación de estos resultados podría estar en relación al escaso número de casos particularmente de mujeres.

Los beneficios del uso de la CRM en el estudio preoperatorio de niños con PE grave como son la ausencia de radiación y el estudio de la relación con el ciclo respiratorio y cardiaco ha sido descrito previamente por los autores de este artículo^(10,11). En este estudio, la CRM, además, nos ha permitido la valoración de imágenes detalladas tanto en inspiración como espiración de los pacientes con PE y la comparación de las medidas de la VCI entre los casos y controles. Existe un sesgo implícito e ineludible en la variabilidad de la misma a lo largo del ciclo cardiaco, con la respiración, la volemia, el ejercicio, etc. Esta característica permite que la medición de la VCI aporte datos sobre el estado hemodinámico de una forma no-invasiva. Sin embargo, hace necesaria la creación de índices que eliminen dicho sesgo y permita la comparabilidad de las medidas^(20,21).

Las limitaciones del estudio surgen de su diseño retrospectivo, impidiendo la opción de obtener imágenes asociadas a una prueba de esfuerzo, para lograr definir la relevancia clínica de los hallazgos. Con respecto al sesgo de realizar medidas estáticas de procesos dinámicos, estimamos necesaria la estandarización de las medidas de gravedad (fase del ciclo respiratorio y cardiaco) para poder realizar estudios comparativos a futuro. A pesar de estas limitaciones, cabe destacar que este es el primer estudio que analiza sistemáticamente las dimensiones de la VCI en pacientes con PE mediante CRM y que demuestra el efecto de la deformidad en las mismas. Aunque los resultados son preliminares, y requieren validación posterior con estudios prospectivos, es una línea de investigación a futuro.

CONCLUSIÓN

En este estudio se ha podido demostrar un menor diámetro AP de la VCI en varones con PE que puede indicar compresión de la misma.

Además, se identificó una correlación lineal positiva entre la gravedad del PE y la compresión de la VCI. Estos hallazgos podrían justificar algunos de los síntomas y alteraciones cardiovasculares encontradas en pacientes con PE graves como la intolerancia al ejercicio, síncope, arritmias, etc. Estos datos sirven como fundamento para futuras líneas de investigación sobre las repercusiones de la deformidad en la hemodinamia de los pacientes con PE.

BIBLIOGRAFÍA

1. Lo Piccolo R, Bongini U, Basile M, Savelli S, Morelli C, Cerra C, et al. Chest fast MRI: An Imaging alternative on pre-operative evaluation of Pectus Excavatum. *J Pediatr Surg.* 2012; 47: 485-9.
2. Sarwar ZU, DeFlorio R, O'Connor SC. Pectus Excavatum: Current Imaging Techniques and Opportunities for Dose Reduction. *Seminars in Ultrasound, CT and MRI.* 2014; 35: 374-81.
3. Lollert A, Funk J, Tietze N, Turial S, Laudemann K, Düber C, et al. Morphologic assessment of thoracic deformities for the preoperative evaluation of pectus excavatum by magnetic resonance imaging. *Eur Radiol.* 2014; 25: 785-91.
4. Abu-Tair T, Turial S, Hess M, Wiethoff CM, Staatz G, Lollert A, et al. Impact of Pectus Excavatum on Cardiopulmonary Function. *Ann Thorac Surg.* 2018; 105(2): 455-60.
5. Abdullah F, Harris J. Pectus Excavatum: More Than a Matter of Aesthetics. *Pediatr Ann.* 2016; 45: e403-6.
6. Jeong JY, Park HJ, Lee J, Park JK, Jo KH. Cardiac morphologic changes after the Nuss operation for correction of pectus excavatum. *Ann Thorac Surg.* 2014; 97: 474-8.
7. Maagaard M, Heiberg J. Improved cardiac function and exercise capacity following correction of pectus excavatum: a review of current literature. *Ann Cardiothorac Surg.* 2016; 5: 485-92.
8. Töpfer A, Polleichtner S, Zagrosek A, Prothmann M, Traber J, Schwenke C, et al. Impact of surgical correction of pectus excavatum on cardiac function: insights on the right ventricle. A cardiovascular magnetic resonance study†. *Interact Cardiovasc Thorac Surg.* 2015; 22: 38-46.
9. Obermeyer RJ, Goretsky MJ. Chest Wall Deformities in Pediatric Surgery. *Surg Clin North Am.* 2012; 92: 669-84.
10. Dore Reyes M, De La Torre C, Bret Zurita M, Triana Junco P, Jiménez Gómez J, Romo Muñoz M, et al. [Benefits of magnetic resonance for the study of pectus excavatum in children: initial experience]. *Cir Pediatr.* 2017; 30: 71-6.
11. Dore M, Triana Junco P, Bret M, Gómez Cervantes M, Muñoz Romo M, Jiménez Gómez J, et al. Advantages of Cardiac Magnetic Resonance Imaging for Severe Pectus Excavatum Assessment in Children. *Eur J Pediatr Surg [Internet].* 2018; 28: 34-38.
12. Humphries CM, Anderson JL, Flores JH, Doty JR. Cardiac magnetic resonance imaging for perioperative evaluation of sternal eversion for pectus excavatum. *Eur J Cardiothorac Surg.* 2013; 43: 1110-3.
13. Tang M, Nielsen HHM, Lesbo M, Frøkiær J, Maagaard M, Pilegaard HK, et al. Improved cardiopulmonary exercise function after modified Nuss operation for pectus excavatum. *Eur J Cardiothorac Surg.* 2012; 41: 1063-7.
14. Udholm S, Maagaard M, Pilegaard H, Hjortdal V. Cardiac function in adults following minimally invasive repair of pectus excavatum. *Interact Cardiovasc Thorac Surg.* 2016; 22: 525-9.

15. White JA, Fine NM, Shargall Y. Pectus Excavatum With Compression of the Inferior Vena Cava: A Rare Cause of Recurrent Syncope. *Circulation*. 2009; 120: 1722-4.
16. Yalamanchili K, Summer W, Valentine V. Pectus excavatum with inspiratory inferior vena cava compression: a new presentation of pulsus paradoxus. *Am J Med Sci*. 2005; 329: 45-7.
17. Iannucci GJ, Slesnick TC, Kogon B, Samai C. Lower extremity edema in a child due to pectus excavatum. *Ann Thorac Surg*. 2015; 99: e29-30.
18. Cheng CP, Herfkens RJ, Taylor CA. Inferior vena caval hemodynamics quantified in vivo at rest and during cycling exercise using magnetic resonance imaging. *Am J Physiol Heart Circ Physiol*. 2003; 284: H1161-7.
19. Taneja K, Kumar V, Anand R, Pemde HK. Normative Data for IVC Diameter and its Correlation with the Somatic Parameters in Healthy Indian Children. *Indian J Pediatr*. 2018; 85: 108-12.
20. Kutty S, Li L, Hasan R, Peng Q, Rangamani S, Danford DA. Systemic venous diameters, collapsibility indices, and right atrial measurements in normal pediatric subjects. *J Am Soc Echocardiogr*. 2014; 27: 155-62.
21. Ciozda W, Kedan I, Kehl DW, Zimmer R, Khandwalla R, Kimchi A. The efficacy of sonographic measurement of inferior vena cava diameter as an estimate of central venous pressure. *Cardiovasc Ultrasound*. 2016; 14: 33.