

Repercusiones cardíacas en pacientes con *pectus excavatum*. Puesta al día, segunda parte

Cardiac repercussions in patients with *pectus excavatum*. Update, part two

Repercussões cardíacas em pacientes com *pectus excavatum*. Atualização, parte dois

Celina Sienna¹, Gabriel Giannini², Martin Ormaechea³

Resumen

El *pectus excavatum* (PEX) es una deformación de la pared torácica que obedece a una alteración de los cartílagos costales con el consiguiente hundimiento del esternón. Históricamente, se clasificaba como un defecto únicamente estético o cosmético, sin embargo, en los últimos años se han desarrollado nuevos métodos de estudio para la valoración de las repercusiones de esta patología. Existe cada vez más bibliografía que demuestra importantes repercusiones funcionales. Se realizó una puesta al día de las repercusiones cardíacas de la patología y un análisis de los artículos más relevantes de los últimos años. La evidencia actual permite afirmar que existe una afectación cardíaca por compresión esternal en la mayoría de los pacientes con PEX. Las afectaciones incluyen alteraciones anatomofuncionales (trastornos del ritmo, disminución del llenado ventricular), del volumen sistólico, aumento de la presión de la aurícula derecha, valvulopatías, compresión del ventrículo derecho, derrame pericárdico, entre otras. Todo lo cual permite concluir que el PEX puede presentar importantes alteraciones cardíacas que deben ser tenidas en cuenta a la hora de valorar los pacientes con esta patología.

Palabras clave: Tórax en Embudo
Enfermedades de las Válvulas Cardíacas
Trastorno del Sistema de Conducción Cardíaco
Arritmias Cardíacas

Summary

Pectus excavatum (PEX) is a deformation of the chest wall caused by an alteration of the costal cartilages with the consequent collapse of the sternum. Historically, it had been classified as a solely aesthetic or cosmetic defect, however, in recent years new study methods have been developed to assess the repercussions of this pathology, with increasing bibliography showing important functional consequences. We updated the cardiac pathological repercussions and analyzed the most relevant articles of recent years. The current evidence suggests that there is cardiac involvement due to sternal compression in most patients with PEX. These affectations include anatomical-functional alterations: rhythm disorders, decreased ventricular filling, decreased stroke volume, increased right atrial pressure, valve disease, right ventricular compression, pericardial effusion, among others. All of which enables us to conclude that PEX can present important cardiac alterations that must be taken into account when assessing patients with this pathology.

Key words: Funnel Chest
Heart Valve Diseases
Cardiac Conduction System Diseases
Cardiac Arrhythmias

1. Asistente. Clínica Quirúrgica Pediátrica. Facultad de Medicina. UDELAR.
2. Prof. Agdo. Clínica Quirúrgica Pediátrica. Facultad de Medicina. UDELAR.
3. Prof. Adj. Clínica Quirúrgica Pediátrica. Facultad de Medicina. UDELAR.
Clínica Quirúrgica Pediátrica. CHPR. Facultad de Medicina. UDELAR.
Trabajo inédito.

Los autores declaran no tener conflictos de intereses.

Este trabajo ha sido aprobado unánimemente por el Comité Editorial.

Fecha recibido: 1 febrero 2023.

Fecha aprobado: 15 marzo 2023.

Resumo

Pectus excavatum (PEX) é uma deformação da parede torácica decorrente de uma alteração das cartilagens costais com conseqüente colapso do esterno. Historicamente, foi classificado como um defeito exclusivamente estético ou cosmético, porém, nos últimos anos, novos métodos de estudo foram desenvolvidos para avaliar as repercussões dessa patologia, com crescente bibliografia mostrando importantes repercussões funcionais. Foi realizada uma atualização das repercussões cardíacas da patologia e análise dos artigos mais relevantes dos últimos anos. As evidências atuais permitem afirmar que há acometimento cardíaco por compressão esternal na maioria dos pacientes com PEX. As afecções incluem alterações anatomofuncionais: distúrbios do ritmo, diminuição do enchimento ventricular, diminuição do volume sistólico, aumento da pressão atrial direita, doença valvular, compressão do ventrículo direito, derrame pericárdico, entre outras. Tudo isso permite concluir que o PEX pode apresentar alterações cardíacas importantes que devem ser levadas em consideração na avaliação de pacientes com essa patologia.

Palavras chave: Baú do Funil
Doenças das Válvulas Cardíacas
Doença do Sistema de
Condução Cardíaco
Arritmias Cardíacas

Introducción

El *pectus excavatum* (PEX) es una deformación de la pared torácica que obedece a una alteración de los cartílagos costales con el consiguiente hundimiento del esternón. Anteriormente, se clasificaba como un defecto únicamente estético o cosmético, sin embargo, en los últimos años se han desarrollado nuevos métodos de estudios para la valoración de las repercusiones de esta patología.

Es frecuente que los pacientes con PEX refieran síntomas como disnea, fatiga y/o intolerancia al ejercicio, así como también palpitaciones y dolor torácico inespecífico⁽¹⁾.

Numerosos estudios a lo largo de los años han intentado demostrar y cuantificar la afectación cardiovascular en portadores de PEX, intentando dar una explicación a los síntomas mencionados antes. La principal hipótesis estudiada es la presencia de una compresión cardíaca, específicamente del ventrículo derecho, por el PEX, la cual podría alterar la salida del ventrículo derecho, así como una generar una incapacidad de dilatación del ventrículo derecho para aumentar el gasto cardíaco frente un aumento de las demandas, como por ejemplo, en el ejercicio.

Históricamente, los esfuerzos por determinar esta teoría han dado resultados controversiales. Sin embar-

go, actualmente, gracias a nuevos métodos de estudio (como la ecografía transesofágica y la resonancia nuclear magnética cardíaca [RNMC]), se han podido visualizar y cuantificar de manera objetiva las alteraciones en la anatomía y fisiología cardíaca secundarias a la compresión por el esternón en pacientes con PEX.

Es por esto por lo que surge la necesidad de realizar una puesta al día de las repercusiones cardíacas de esta patología, a fin de comunicar los nuevos avances científicos. Estos han cambiado rotundamente la visión e importancia que se le da a esta patología sobre la salud global del individuo, así como su tratamiento. Actualmente, es considerado un importante problema de salud.

Metodología

Se realizó una revisión de la bibliografía con las publicaciones de los últimos 20 años, que abarcan el tema *pectus excavatum* y función cardíaca o cardiovascular. Se identificaron los artículos más relevantes, ya sea por la validez metodológica, por la importancia de las conclusiones y/o experiencia de los autores en el tema, así como el impacto de los resultados en la comunidad científica, evidenciado por el número de citas. Se contrapusieron los artículos seleccionados con los artículos publicados anteriores a la fecha que demuestran el contenido más relevante del conocimiento de las repercusiones cardíacas de los pacientes con PEX previo al periodo seleccionado.

Resultados

Es conocido que el PEX se asocia a arritmias, como bloqueos de primer grado, bloqueos de rama derecha o síndrome de Wolf-Parkinson-White hasta en un 17 %⁽²⁾, así como a alteraciones de la onda T⁽³⁾. Asimismo, estudios en autopsias y de seguimiento a largo plazo han demostrado que los pacientes con PEX presentan un mayor riesgo de presentar eventos cardíacos en la adultez, los cuales son aún más importantes en los pacientes que presentan síndrome de Marfan^(4,5).

Los primeros estudios de la función cardíaca se efectuaron con pruebas de ejercicio, como el realizado por Ghory et al. en 1989⁽⁶⁾, quienes no lograron encontrar diferencias significativas en cuanto a la carga de trabajo máxima, oxígeno consumido, gasto cardíaco y volumen sistólico entre pacientes con PEX y controles sanos.

Sin embargo, estudios más recientes han demostrado una disminución del llenado ventricular⁽⁷⁾, del volumen sistólico⁽⁸⁾ y un aumento de la presión de la aurícula derecha, lo cual puede determinar un shunt de derecha a izquierda a través de un foramen oval permeable, en pacientes con PEX⁽⁹⁻¹¹⁾. Se ha reportado también un aumento del 20 % del pulso de oxígeno (el cual representa el volumen sistólico) en pacientes con PEX, respecto a controles⁽¹²⁾.

Zhao *et al.* plantean que el volumen sistólico depende de la posición: encontraron una disminución en pacientes con PEX en bipedestación, mientras que no evidenciaron diferencias, respecto a pacientes control, en el decúbito supino⁽¹³⁾.

Actualmente, se ha demostrado que existe, a su vez, una afectación de la contractilidad miocárdica y un aumento de la poscarga en pacientes con PEX⁽¹⁴⁾.

Todos estos hallazgos de alteraciones funcionales se encuentran en concordancia con las numerosas alteraciones anatómicas reportadas en la literatura en pacientes con PEX.

El desplazamiento posterior del esternón provoca una compresión cardíaca. Dado que el ventrículo derecho es la cavidad más anterior del corazón, con íntima relación con el esternón, la mayoría de las alteraciones cardíacas secundarias a PEX afectan principalmente a esta cavidad.

Los hallazgos ecográficos reportados en la literatura hasta la fecha son múltiples⁽¹⁴⁻¹⁷⁾. Se resumen en la tabla 1.

Dentro de estos hallazgos, se destaca la asociación frecuente con el prolapso de la válvula mitral, cuya incidencia se ha reportado en entre el 17 % y el 65 % de los pacientes con PEX⁽¹⁸⁻²⁰⁾. El porcentaje de pacientes con prolapso de válvula mitral parece aumentar con la edad^(11,21). En menor medida, los pacientes con PEX

pueden presentar, a su vez, prolapso de la válvula tricúspide⁽¹⁴⁾.

La causa de estas afectaciones valvulares es discutida. Por un lado, se plantea que obedece a una alteración del colágeno y la elastina, dado que su incidencia aumenta en pacientes con PEX y síndrome de Marfan. Por otro, se plantea una causa anatómica, secundaria a una distorsión en los anillos valvulares por compresión cardíaca⁽²²⁾. A favor de esta última teoría resulta el hallazgo de que la mayoría de estos prolapso se corrigen luego del tratamiento quirúrgico⁽²³⁾.

Otro hallazgo frecuente en pacientes con esta deformación torácica es la presencia de derrame pericárdico, el cual se reportó hasta en un tercio de los pacientes con PEX, generalmente de leve entidad, sin significancia clínica, el cual podría ser secundario a irritación pericárdica⁽¹⁴⁾.

En las figuras 1 y 2, se muestran algunas de las alteraciones estructurales encontradas en pacientes portadores de PEX.

La ventana acústica de la ecocardiografía transtorácica en pacientes con PEX se ve afectada frecuentemente por la propia deformación, lo que hace que la evaluación precisa del corazón (y, en especial, del ventrículo derecho) sea difícil. Se ha demostrado que las alteraciones estructurales cardíacas se evidencian mejor en ecografías transesofágicas, sin embargo, no

Tabla 1. Hallazgos ecográficos en pacientes con PEX reportados en la literatura.

Compresión de la pared libre del VD (total o parcial), inversión de la concavidad del VD.
Dilatación de cavidades cardíacas.
Adelgazamiento de la pared del VD.
Saculaciones de la pared del VD (microaneurismas).
Disminución de la expansión diastólica.
Disminución de la función sistólica.
Dilatación global del VD.
Dilatación del tracto de salida del ventrículo derecho.
Hipertrofia trabecular del VD y de la banda moderadora.
Ápice VD redondeado.
Prolapso valvular: tricúspide y/o mitral.
Compresión atrio derecho con disminución del llenado atrial.
Compresión vena cava inferior.
Derrame pericárdico pequeño.
Otras anomalías cardíacas congénitas: defectos del <i>septum</i> atrial, coartación de aorta, válvula aórtica bicúspide o cuatricúspide, válvula mitral con doble orificio. En pacientes con SM: dilatación raíz de aorta.
VD: ventrículo derecho. SM: Síndrome de Marfan.

se recomienda su realización de rutina por ser un estudio invasivo.

En los últimos años, se ha incorporado la RNMC para la valoración de las alteraciones anatomofuncionales del corazón en pacientes portadores de PEX. La calidad de imagen de resonancia es totalmente independiente de anomalías de la pared torácica y sus capacidades de diagnóstico permanecen inalterables, con la ventaja de que no utiliza radiación ionizante ni contraste, particularmente importante en la población joven para estudiar. A su vez, actualmente se considera el *gold standard* para la cuantificación del tamaño y la función del ventrículo derecho⁽¹⁴⁾.

Por lo antedicho, la RNMC ha demostrado ser una importante herramienta diagnóstica en pacientes con PEX, que permite valorar la presencia y el grado de compresión cardíaca^(24,25). Se ha demostrado mediante RNMC una alteración de la geometría del ventrículo

derecho por compresión esternal, con una disminución de su eje corto axial, aumento del eje largo y una disminución de la fracción de eyección del ventrículo derecho⁽²⁶⁾, también una dependencia interventricular exagerada (desplazamiento del septum interventricular hacia el ventrículo izquierdo con la respiración), similar a la observada en pericarditis constrictiva⁽²⁷⁾.

Recientemente, Deviggiano y cols. han propuesto una clasificación del grado de compresión cardíaca demostrado mediante RNMC: tipo 0, sin compresión cardíaca; tipo 1, compresión del ventrículo derecho sin afectación del surco atrioventricular; y tipo 2, compresión del ventrículo derecho y surco atrioventricular (Figura 3)⁽²⁸⁾.

En esta clasificación, se diferencia si existe o no afectación del surco atrioventricular por su relación con el anillo tricúspide, ya que su compresión se relaciona con cierto grado de estenosis valvular, lo cual potencialmente puede afectar el llenado ventricular y/o el gasto cardíaco.

En el estudio mencionado, se encontró la siguiente distribución por tipos de compresión cardíaca. De 60 pacientes estudiados con PEX, el 45 % presentó compresión cardíaca tipo 2, mientras que hubo un 32 % para tipo 3 y un 23 % de pacientes con tipo 0. Por esto, se concluye que un 72 % de los pacientes estudiados presentaban algún grado de compresión cardíaca.

A su vez, se correlacionó el grado de compresión cardíaca con la gravedad del PEX y se encontró una relación directa entre los índices de gravedad del PEX y el grado de compresión cardíaca, especialmente para el ángulo de rotación esternal. Los pacientes que no presentaron compresión cardíaca fueron los pacientes con índices de gravedad más favorables⁽²⁸⁾.

La rotación esternal afecta directamente el grado de compresión cardíaca, como fue establecido en otro estudio reciente (2020) de Capunay, C. y cols.⁽²⁸⁾. Ellos utilizaron la clasificación mencionada anteriormente de compresión cardíaca y la presencia o no de

Figura 1. Inversión de la concavidad de la pared libre del ventrículo derecho (flecha).

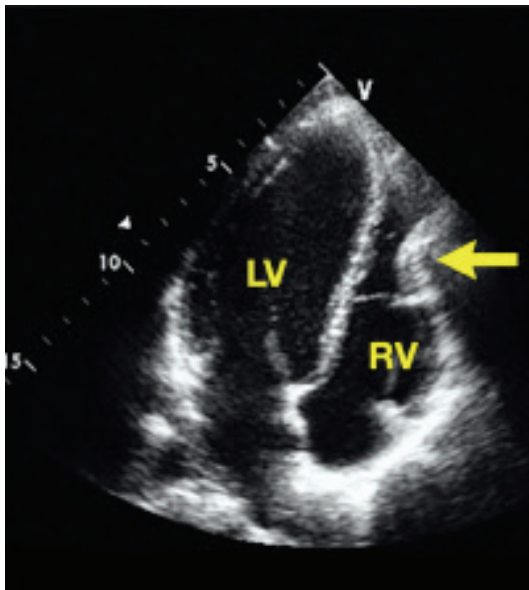
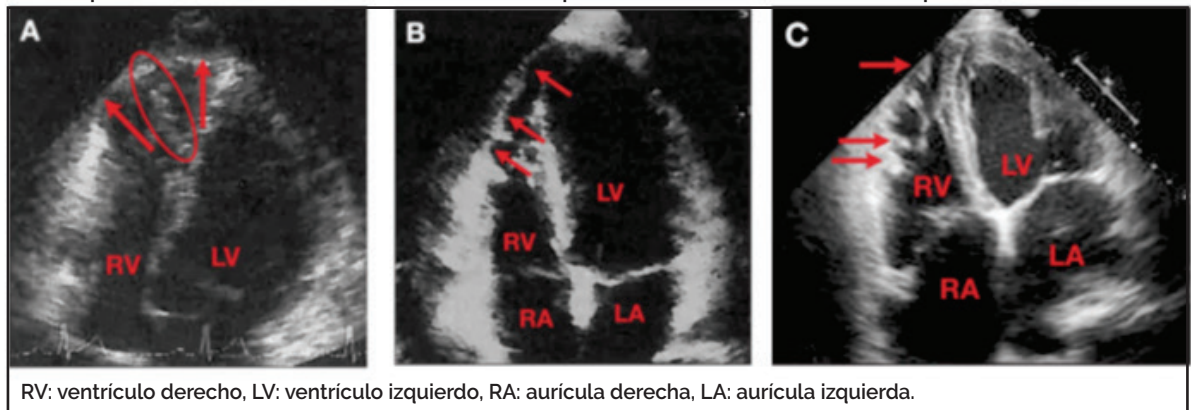


Figura 2. A: Redondeo del ápice ventricular (flechas). Hipertrofia de la banda ventricular (círculo). B: Múltiples saculaciones (microaneurismas) de la pared libre del VD. C: Trabéculas prominentes. (flechas).



RV: ventrículo derecho, LV: ventrículo izquierdo, RA: aurícula derecha, LA: aurícula izquierda.

rotación esternal, y, de estar presente, diferenciaron si la rotación es hacia la derecha o hacia la izquierda. Basándose en esto, realizaron una nueva clasificación (Figura 4).

En este estudio, se demostró una relación significativa entre la presencia y extensión de la rotación esternal, tanto con los índices de gravedad como con la compresión cardíaca. Se estudiaron 116 pacientes y se observó la presencia de rotación esternal en un 79 % de los casos, el 40 % a derecha y el 30 % a izquierda. La presencia de rotación esternal a derecha se relacionó con índices de gravedad más altos. La ausencia de rotación esternal se relacionó a un fenotipo más benigno, en cuanto a los síntomas preoperatorios, los índices de gravedad y el grado de compresión cardíaca.

Discusión

La evidencia actual permite afirmar que existe una afectación cardíaca por compresión esternal en la mayoría de los pacientes con PEX. Las afectaciones incluyen alteraciones anatomofuncionales (trastornos del ritmo, disminución del llenado ventricular), del volumen sistólico, aumento de la presión de la aurícula derecha, valvulopatías, compresión del ventrículo derecho, derrame pericárdico, entre otras.

Estas alteraciones se encuentran en relación con la gravedad del PEX, especialmente vinculada al grado de rotación esternal. Recientemente, se han propuesto diferentes clasificaciones que las vinculan, las cuales fueron anteriormente mencionadas.

Figura 3. Clasificación del grado de compresión cardíaca. A: Tipo 0 (T0). B: Tipo 1 (T1). C: Tipo 2 (T2).

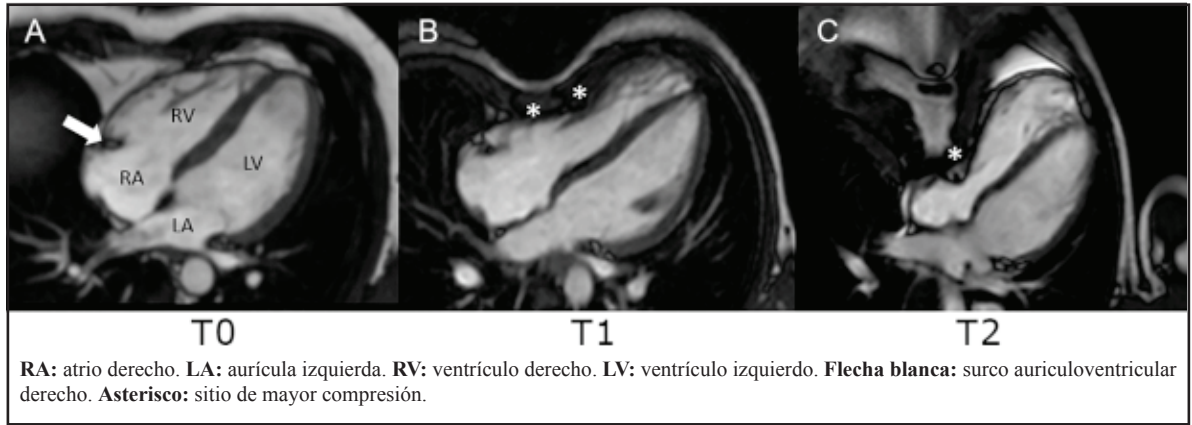
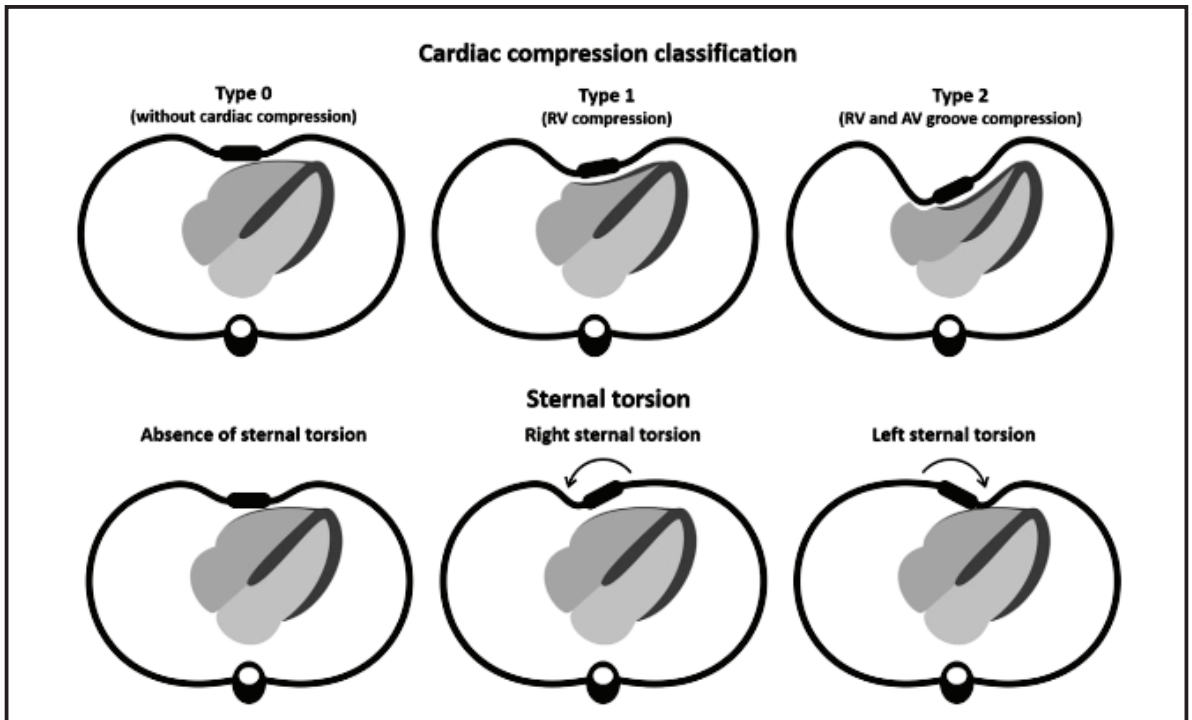


Figura 4. Esquema de tipos de compresión cardíaca y torsión esternal.



Se propone la RNMC como el mejor estudio para valorar dichas alteraciones.

En conclusión, el PEX es una patología que puede determinar una importante repercusión cardíaca, cuyo estudio es fundamental en pacientes portadores de esta patología. El pediatra debe conocer estas repercusiones y realizar las interconsultas necesarias (cardiólogo y cirujano pediátrico especializado en patología de la pared torácica). La nueva evidencia científica destierra el antiguo concepto del PEX como patología meramente estética.

Referencias bibliográficas

- Haller JJr, Loughlin G. Cardiorespiratory function is significantly improved following corrective surgery for severe pectus excavatum. Proposed treatment guidelines. *J Cardiovasc Surg (Torino)* 2000; 41(1):125-30.
- Nuss D, Croitoru D. Congenital chest wall deformities. En: Ashcraft K, Holcomp G, Murphy J, eds. *Pediatric surgery*. 4 ed. Philadelphia, PA: Elsevier-Saunders, 2005:245-63.
- Chu Z, Yu J, Yang Z, Peng L, Bai H, Li X. Correlation between sternal depression and cardiac rotation in pectus excavatum: Evaluation with helical CT. *AJR Am J Roentgenol* 2010; 195(1):W76-80. doi: 10.2214/AJR.09.3199.
- Kelly RJr, Lawson M, Paidas C, Hruban R. Pectus excavatum in a 112-year autopsy series: anatomic findings and the effect on survival. *J Pediatr Surg* 2005; 40(8):1275-8. doi: 10.1016/j.jpedsurg.2005.05.010.
- Am P, Scherer L, Haller JJr, Pyeritz R. Outcome of pectus excavatum in patients with Marfan syndrome and in the general population. *J Pediatr* 1989; 115(6):954-8. doi: 10.1016/s0022-3476(89)80749-8.
- Ghory M, James F, Mays W. Cardiac performance in children with pectus excavatum. *J Pediatr Surg* 1989; 24(8):751-5. doi: 10.1016/s0022-3468(89)80530-5.
- Bevegard S. Postural circulatory changes at rest and during exercise in patients with funnel chest, with special reference to factors affecting the stroke volume. *Acta Med Scand* 1962; 171:695-713.
- Beiser G, Epstein S, Stampfer M, Goldstein R, Noland S, Levitsky S. Impairment of cardiac function in patients with pectus excavatum, with improvement after operative correction. *N Engl J Med* 1972; 287(6):267-72. doi: 10.1056/NEJM197208102870602.
- Neviere R, Montaigne D, Benhamed L, Catto M, Edme J, Matran R, et al. Cardiopulmonary response following surgical repair of pectus excavatum in adult patients. *Eur J Cardiothorac Surg* 2011; 40(2):e77-82. doi: 10.1016/j.ejcts.2011.03.045.
- Coln E, Carrasco J, Coln D. Demonstrating relief of cardiac compression with the Nuss minimally invasive repair for pectus excavatum. *J Pediatr Surg* 2006; 41(4):683-6. doi: 10.1016/j.jpedsurg.2005.12.009.
- Saint G, Chanudet X, Duret J, Larrue J, Bonnet J, Bricaud H. Prolapsus valvulaire mitral et pectus excavatum. Expressions d'une dystrophie du tissu conjonctif? *Arch Mal Coeur Vaiss* 1986; 79(4):431-4.
- Sigalet D, Montgomery M, Harder J, Wong V, Kravatic D, Alassiri A. Long term cardiopulmonary effects of closed repair of pectus excavatum. *Pediatr Surg Int* 2007; 23(5):493-7. doi: 10.1007/s00383-006-1861-y.
- Zhao L, Feinberg M, Gaides M, Ben I. Why is exercise capacity reduced in subjects with pectus excavatum? *J Pediatr* 2000; 136(2):163-7. doi: 10.1016/s0022-3476(00)70096-5.
- Oezcan S, Attenhofer C, Pfyffer M, Kellenberger C, Jenni R, Binggeli C, et al. Pectus excavatum: echocardiography and cardiac MRI reveal frequent pericardial effusion and right-sided heart anomalies. *Eur Heart J Cardiovasc Imaging* 2012; 13(8):673-9. doi: 10.1093/ehjci/jer284.
- Mocchegiani R, Badano L, Lestuzzi C, Nicolosi G, Zanuttini D. Relation of right ventricular morphology and function in pectus excavatum to the severity of the chest wall deformity. *Am J Cardiol* 1995; 76(12):941-6. doi: 10.1016/s0002-9149(99)80266-5.
- Silbiger J, Parikh A. Pectus excavatum: echocardiographic, pathophysiologic, and surgical insights. *Echocardiography* 2016; 33(8):1239-44. doi: 10.1111/echo.13269.
- Salama A, Arisha M, Nanda N, Klas B, Ibeche B, Wei B. Incremental value of three-dimensional transthoracic echocardiography over the two-dimensional modality in the assessment of right heart compression and dysfunction produced by pectus excavatum. *Echocardiography* 2019; 36(1):150-63. doi: 10.1111/echo.14230.
- Shamberger R, Welch K, Sanders S. Mitral valve prolapse associated with pectus excavatum. *J Pediatr* 1987; 111(3):404-7. doi: 10.1016/s0022-3476(87)80465-1.
- Kelly RJr. Pectus excavatum: historical background, clinical picture, preoperative evaluation and criteria for operation. *Semin Pediatr Surg* 2008; 17(3):181-93. doi: 10.1053/j.sempedsurg.2008.03.002.
- Park J, Varma S. Pectus excavatum in children: diagnostic significance for mitral valve prolapse. *Indian J Pediatr* 1990; 57(2):219-22. doi: 10.1007/BF02722092.
- Raggi P, Callister T, Lippolis N, Russo D. Is mitral valve prolapse due to cardiac entrapment in the chest cavity? A CT view. *Chest* 2000; 117(3):636-42. doi: 10.1378/chest.117.3.636.
- Jaroszewski D, Notrica D, McMahon L, Steidley D, Deschamps C. Current management of pectus excavatum: a review and update of therapy and treatment recommendations. *J Am Board Fam Med* 2010; 23(2):230-9. doi: 10.3122/jabfm.2010.02.090234.
- Humphries C, Anderson J, Flores J, Doty J. Cardiac magnetic resonance imaging for perioperative evaluation of sternal eversion for pectus excavatum. *Eur J Cardiothorac Surg* 2013; 43(6):1110-3. doi: 10.1093/ejcts/ezs662.
- Lollert A, Funk J, Tietze N, Turlial 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* 2015; 25(3):785-91. doi: 10.1007/s00330-014-3450-0.
- Saleh R, Finn J, Fenchel M, Moghadam A, Krishnam M, Abrazado M, et al. Cardiovascular magnetic resonance in patients with pectus excavatum compared with normal controls. *J Cardiovasc Magn Reson* 2010; 12(1):73. doi: 10.1186/1532-429X-12-73.

26. Deviggiano A, Vallejos J, Vina N, Martínez M, Bellia G, Carrascosa P, et al. Exaggerated interventricular dependence among patients with pectus excavatum: combined assessment with cardiac MRI and chest CT. *AJR Am J Roentgenol* 2017; 208(4):854-61. doi: 10.2214/AJR.16.17296.
27. Deviggiano A, Carrascosa P, Vallejos J, Bellia G, Vina N, Rodríguez G, et al. Relationship between cardiac MR compression classification and CT chest wall indexes in patients with pectus excavatum. *J Pediatr Surg* 2018; 53(11):2294-8. doi: 10.1016/j.jpedsurg.2018.05.015.
28. Capunay C, Martínez M, Carrascosa P, Bellia G, Deviggiano A, Nazar M, et al. Sternal torsion in pectus excavatum is related to cardiac compression and chest malformation indexes. *J Pediatr Surg* 2020; 55(4):619-24. doi: 10.1016/j.jpedsurg.2019.05.008.

Correspondencia: Dra. Celina Sienra.
Correo electrónico: celinasienra@gmail.com

Todos los autores declaran haber colaborado en forma significativa.
Celina Sienra, ORCID 0000-0002-2303-1059.
Gabriel Giannini, ORCID 0000-0001-5397-4771.
Martín Ormaechea, ORCID 0000-0001-9530-4397.