

# Alteración de la función cardíaca en el *pectus excavatum*\*

A.M. Andrés, F. Hernández, L. Martínez, A. Fernández, J.L. Encinas, L.F. Ávila,  
A.L. Luis, J. Rivas, P. Olivares, J.A. Tovar

Departamento de Cirugía Pediátrica y Servicio de Cardiología Pediátrica. Hospital Infantil Universitario La Paz. Madrid.

**RESUMEN: Introducción.** La deformidad estética y repercusión psicológica son las principales indicaciones quirúrgicas del *pectus excavatum*. Sin embargo, en algunos casos la función cardiopulmonar está comprometida de un modo subclínico, evidenciándose sólo durante la actividad física del niño. El objetivo de este trabajo es demostrar que la respuesta cardíaca al ejercicio mejora tras la reparación quirúrgica.

**Pacientes y métodos.** En los últimos 10 años, 55 niños con *pectus excavatum* fueron intervenidos en nuestro centro. En 15 de ellos (11 niños y 4 niñas) (mediana 9,63, rango 6-15), se realizó ecocardiografía basal y test de esfuerzo isométrico (Handgrip) antes de la intervención. La prueba de esfuerzo se realizó con dinamómetro de mano manteniendo una carga ajustada a la capacidad funcional del paciente y midiendo el gasto cardíaco basal y tras la prueba. Se consideró positivo o patológico el aumento del gasto cardíaco inferior al 12%. En aquellos con test positivo, se realizó nueva valoración tras seis meses de la intervención, comparando con los resultados previos mediante tests no paramétricos y Chi-cuadrado.

**Resultados.** En todos los casos los valores del gasto cardíaco basales fueron normales. En 4 niños no se pudo realizar la prueba por falta de colaboración o dificultad en la interpretación ecocardiográfica (2 con hernia diafragmática congénita). Se realizó el test preoperatorio en 11 niños, que fue negativo en 6 y positivo en 5. El test postoperatorio se realizó en estos 5, demostrando todos un aumento del gasto cardíaco (incremento medio del 40,6%, rango 25-70) con respecto a los valores preoperatorios. Se demostró asociación entre el resultado del test y la edad de la intervención.

**Conclusiones.** El gasto cardíaco basal fue normal en niños con *pectus excavatum* de nuestra serie; sin embargo, el 45,5% presentaron limitación de la respuesta al esfuerzo. La cirugía del *pectus excavatum* mejora la respuesta al esfuerzo, por tanto, la indicación quirúrgica debe ser fisiopatológica además de estética.

**PALABRAS CLAVE:** *Pectus excavatum*; Pediatría; Función cardíaca.

**Correspondencia:** Dra. Ane Miren Andrés Moreno. Departamento de Cirugía Pediátrica. Hospital Infantil La Paz. Paseo de la Castellana 261, 28046 Madrid. Email: aneandresmo@hotmail.com

\*Trabajo presentado en el XLIII Congreso de la Sociedad Española de Cirugía Pediátrica. Toledo, Mayo 2004.

Recibido: Febrero 2005

Aceptado: Marzo 2005

## CARDIAC FUNCTION ALTERATIONS IN PECTUS EXCAVATUM

**ABSTRACT: Background.** Cosmetic deformity and psychological repercussion are the main surgical indications in pectus excavatum. However cardiopulmonary function is subclinically abnormal in some patients. The goal of this paper is to demonstrate that heart response during physical activity improves after surgical correction of pectus excavatum.

**Patients and methods.** Fifty five patients were operated upon for pectus excavatum during the last 10 years at our institution. Baseline ecocardiography and isometric effort test (Handgrip) were preoperatively performed in 15 patients (11 males and 4 females) aged from 6 to 15 years (median 9,63). An increase below 12% in cardiac index was considered as positive. In those patients with positive tests, a new test was made 6 months after surgical correction. Pre and postoperative results were compared using non-parametric tests.

**Results.** Baseline cardiac index values were normal in all cases (11). Four patients were not included, 2 because of no collaboration (aged 6 and 7 years) and 2 because difficult ecocardiography interpretation (both operated upon for congenital diaphragmatic hernia). Overall, preoperative test was negative in 6 patients and positive in the remaining 5. Postoperative test was made in these 5 patients, and all of them showed an improvement in cardiac index (medium 40,6%, range 25-70) when compared to preoperative values. There was statistically significant association between test values and patient ages.

**Conclusions.** Baseline cardiac index values were normal in children with pectus excavatum, albeit 45,5% of them showed a limited response to exercise. Pectus excavatum repair improves these values, so physiopathological indication as well as cosmetic one should be considered specially in children.

**KEY WORDS:** Pectus excavatum; Children; Cardiac function.

## INTRODUCCIÓN

El *pectus excavatum* es la deformidad congénita de la pared torácica más frecuente, con una incidencia de uno por cada 300 niños. Desde la introducción de la técnica mínimamente invasiva de Nuss, cada vez son más los pacientes que consideran la intervención quirúrgica, generalmente por motivos estéticos<sup>(1, 2)</sup>. La mayoría de ellos suele presentar buen rendimiento físico, aunque refieren disnea de esfuerzo que



**Figura 1.** Paciente realizando la prueba funcional de esfuerzo o *hand-grip*.

limita su capacidad de ejercicio y una mejoría subjetiva de estos síntomas tras la corrección del *pectus*<sup>(3-6)</sup>. Se han realizado numerosos estudios acerca de la mejoría o no de la función cardiopulmonar tras la cirugía, no siendo concluyentes muchos de ellos<sup>(4, 7-10)</sup>. Parece que la función pulmonar no es un factor condicionante e incluso empeora en el postoperatorio inmediato<sup>(8)</sup>.

El objetivo de este trabajo es estudiar si la función cardíaca está alterada de una forma subclínica en estos niños y si el gasto cardíaco tras el ejercicio mejora con la cirugía, ya que los valores basales no suelen ser patológicos. Para ello hemos diseñado un test sencillo que permite calcular el aumento del gasto cardíaco tras un esfuerzo frente a los valores en reposo, antes y después de la intervención. Todos los parámetros pueden medirse mediante ecocardiografía, esfigmomanómetro y pulso o ECG, instrumentos que hemos utilizado en nuestro estudio. Si el incremento del gasto cardíaco secundario al esfuerzo mejorara tras la intervención del *pectus excavatum*, podríamos concluir que la indicación puede ser fisiopatológica además de estética.

## PACIENTES Y MÉTODOS

**Grupo de estudio.** En nuestro departamento han sido intervenidos por deformidades de la pared torácica 65 niños en los últimos 10 años; 55 de ellos padecían *pectus excavatum*. Realizamos un estudio retrospectivo de los últimos 15 pacientes intervenidos por este motivo.

**Método de estudio.** En colaboración con el servicio de cardiología pediátrica de nuestro Centro, se realizó ecocardiografía transtorácica completa basal, descartando patología malformativa en todos nuestros pacientes. Se valoró morfometría de cavidades y grandes vasos, con especial énfasis en el estudio de los senos de Valsalva y válvula mitral, y se hizo una estimación del gasto cardíaco según técnicas validadas<sup>(11-13)</sup>. A continuación se les realizó un test de ejercicio isométrico, según técnica de *handgrip* (Fig. 1), con dina-

mómetro de balón<sup>(12)</sup> utilizando la mano dominante. Consistió en mantener una carga ajustada a la capacidad funcional de cada paciente. La capacidad máxima de compresión se estimó como la mayor alcanzada en dos esfuerzos consecutivos máximos. Después de un mínimo de 2 min de descanso, el paciente comprimió el balón al 33% del valor alcanzado máximo durante 3 min. El nivel de tensión alcanzado fue observado continuamente para que la mantuviera en el mismo valor, animando al paciente para que respirase con normalidad, evitando la realización de maniobras de Valsalva. La presión arterial fue medida en el brazo opuesto, en reposo y al final del tercer minuto de esfuerzo. La frecuencia cardíaca fue determinada a partir del ECG registrado simultáneamente con el ecocardiograma.

Se estimó que un test estaba técnicamente bien realizado cuando el paciente, además de cumplir los criterios anteriores, presentó una respuesta cronotrópica y tensional positiva. Por otro lado, se estimó que el test era positivo o patológico cuando a pesar de los criterios previos de realización técnica, el aumento del gasto cardíaco tras el esfuerzo fue inferior al 12% del basal, interpretándolo como una limitación cardiológica al esfuerzo, aunque no se objetivara clínicamente.

En todos aquellos en los que el test resultó positivo, se realizó nueva valoración tras seis meses de la intervención, comparando los resultados previos. Se estudió también la posibilidad de una relación entre la mejoría de la función cardíaca con la severidad del *pectus* y la edad, así como la validez del test en función de la edad y la patología asociada. La deformidad se consideró leve ante un índice de *pectus* menor de 3,5; moderada de 3,5 a 4,5; severa por encima de 4,5.

Para el análisis estadístico se emplearon tests no paramétricos para comparar las medidas en cada grupo según el caso.

## RESULTADOS

Durante el período de estudio fueron operados 11 niños y 4 niñas (edad mediana 9,63; rango 6-15); el índice de *pectus* osciló entre 2,7 y 8,1 (mediana 4,85); 13 de ellos fueron intervenidos según la técnica de Nuss y un paciente según técnica de Ravitch; este último fue operado inicialmente a los 8 años y posteriormente fue reintervenido a los 14 mediante técnica de Nuss por recidiva de la deformidad. De los 15, 2 han sido intervenidos recientemente para la retirada de la barra de Nuss.

Dos pacientes presentaron índice de *pectus* leve, 2 moderado y 10 severo. Sólo uno de ellos presentaba como cardiopatía de base mínimo prolapso de la válvula mitral. En todos los casos, los valores basales del gasto cardíaco fueron normales.

La prueba de esfuerzo preoperatoria no se pudo realizar en 4 de los 15 pacientes, 2 por falta de colaboración (edades 6 y 7 años) y 2 por dificultades en la interpretación eco-

**Tabla I** Relación entre la severidad del *pectus*, la edad del paciente, la validez del test y la patología asociada

Paciente	Edad*	Índice <i>pectus</i>	Test	Patología concomitante**
1	13	8,1	Pos	
2	15	5,31	Pos	
3	15	3,03	Pos	
4	13	7,25	Pos	
5	12	5,5	Pos	
6	7	4,61	Neg	
7	7	4	Neg	
8	9	4,9	Neg	
9	15	5,1	Neg	
10	14	7	Neg	Mínimo PVM
11	8	4,78	Neg	
12	6	3,32	-	
13	7	4,85	-	ELC, LSD
14	7	4,4	-	HDC
15	14	2,7	-	HDC, <i>pectus</i> recidivado

\*Edad mostrada en años. \*\*PVM: Prolapso válvula mitral.  
ELC: Enfisema lobar congénito. LSD: Lóbulo superior derecho.  
HDC: Hernia diafragmática congénita.

cardiográfica, ambos intervenidos al nacimiento de hernia diafragmática congénita (Tabla I). En los 11 casos en los que se hizo, el test preoperatorio fue negativo en 6 y positivo en 5. De estos 5 pacientes 3 empeoraban durante el esfuerzo, 1 no mejoraba ni empeoraba y 1 mejoraba mínimamente (<12%). La presión media sostenida durante los 3 minutos fue de 87 mmHg. La disminución media del gasto cardíaco medio preoperatorio tras el esfuerzo fue del 9,6% con respecto al basal.

Los 5 pacientes con test positivo fueron sometidos a nuevo ecocardiograma tras la corrección quirúrgica, entre 6 meses y 2 años después de la intervención. El 100% de los pacientes demostró un aumento del índice cardíaco estadísticamente significativo ( $p < 0,05$ ) incremento medio del 40,6%, con respecto a los valores previos. Los pacientes que preoperatoriamente habían demostrado una mayor limitación cardíaca al esfuerzo fueron los que más se beneficiaron de la intervención (Tabla II). Los pacientes con test positivo eran de mayor edad ( $13,6 \pm 1,3$ ) que los que tenían test negativo ( $9 \pm 2,6$ ) ( $p < 0,01$ ).

Además, el índice de *pectus* fue significativamente menor en los niños con el test negativo ( $5,01 \pm 1,0$ ) que en los niños con test positivo ( $6,8 \pm 1,4$ ) ( $p < 0,05$ ) (Tabla I).

Al igual que en el resto de la literatura<sup>(2,6,14)</sup>, no hay evidencias en nuestra serie de que el incremento del índice cardíaco tras el esfuerzo sea mayor después de una cirugía según técnica de Nuss o de Ravitch. Tampoco parece influir la retirada de la barra en nuestros resultados.

**Tabla II** Gasto cardíaco basal y tras test de *handgrip* antes y después de la corrección del *pectus* en los 5 pacientes en los que la prueba preoperatoria resultó positiva. Índice cardíaco (IC) expresado en L/min/m<sup>2</sup>

	Preoperatorio			Postoperatorio		
	IC basal	IC post-esf	Increment IC	IC basal	IC post-esf	Increment IC
1	4,4	3,7	0,84	3,6	4,5	1,25
2	2,2	1,5	0,68	1,8	3,1	1,72
3	2,96	2,91	0,98	3,17	4,13	1,3
4	3,9	3,9	1	3,43	5,2	1,51
5	2,5	2,8	1,12	2,54	3,18	1,25

## DISCUSIÓN

Desde hace décadas se han realizado numerosos esfuerzos para demostrar una alteración de la función cardiopulmonar en los pacientes que presentan *pectus excavatum*, sin demasiado éxito<sup>(3-5,7,15,16)</sup>.

Parece evidente que la función respiratoria sufre un empeoramiento en el postoperatorio inmediato<sup>(8)</sup>. Sin embargo se ha evidenciado una mejoría subjetiva del cansancio tras el esfuerzo en los pacientes ya operados, aunque los mecanismos fisiológicos implicados no están claros<sup>(9, 10)</sup>. En efecto, la capacidad pulmonar total y la capacidad vital previamente limitadas disminuyen aun más tras la intervención<sup>(3-5,16,17)</sup>, al menos durante los primeros meses, por lo que esa mayor tolerancia al ejercicio no puede deberse a un incremento de la función pulmonar ni a cambios en el patrón restrictivo que en ocasiones acompaña a esta entidad. Por tanto, la mejoría podría ser secundaria a un incremento en el gasto cardíaco postoperatorio, determinado por el volumen latido y la frecuencia cardíaca.

La mejor respuesta cardíaca parece ser el determinante, pero existen pocos estudios que lo demuestren, pues son difícilmente aplicables en la práctica clínica<sup>(7,9,17)</sup>. Nosotros hemos presentado aquí un test muy sencillo, en el que se valora el índice cardíaco con instrumentos tan accesibles como ECG, esfigmomanómetro y ecocardiografía, presentes en cualquier centro, y que nos ha permitido verificar la hipótesis planteada en el 100% de los casos que presentaban limitación.

Al realizar el test hemos encontrado dos inconvenientes: por un lado la edad de los pacientes, ya que requiere una colaboración a la hora de ejercer la presión determinada durante el tiempo estimado, que es difícil en los menores de 7 años, y, por otro, la dificultad para la interpretación ecocardiográfica en aquellos pacientes con patologías cardiotorácicas asociadas. De hecho, tres de los pacientes de los cuatro a los que no se les pudo realizar la prueba habían sido intervenidos durante el período neonatal, dos de ellos por hernia diafragmática congénita, y el tercero por un enfisema lobar congénito, resultando complejo valorar la función cardíaca durante el esfuerzo en estos casos.

Los datos demuestran de manera estadísticamente significativa que el índice cardiorácico está directamente relacionado con la alteración subclínica de la función cardíaca. Llama la atención que, por un lado, los pacientes de más edad de nuestra serie (>12 años) son los que presentan un test positivo, y que, por otro, también son este grupo de pacientes los que alcanzan un índice de *pectus* más elevado. Quizá estos pacientes si se hubieran intervenido a menor edad, habrían presentado un menor índice de *pectus*, ya que esta patología se va agravando con el tiempo y, por ello, un test negativo en nuestro estudio, como ocurre en nuestros pacientes más jóvenes. Por último, queda pendiente por demostrar cuáles son los mecanismos fisiopatológicos subyacentes que alteran la función cardíaca en estos niños.

En conclusión, el gasto cardíaco basal fue normal en los niños con *pectus excavatum* de nuestra serie. Sin embargo, el 45,5% de los sujetos estudiados presentaron limitación de la respuesta al esfuerzo, y el 100% de ellos mejoraron tras la cirugía. Por tanto, podemos concluir que la indicación quirúrgica del *pectus* puede ser fisiopatológica además de estética. Aunque los resultados son estadísticamente significativos, presumiblemente se necesita una muestra mayor de pacientes para afianzar las conclusiones.

## BIBLIOGRAFÍA

- Lacquet LK, Morshuis WJ, Folgering HT. Long-term results after correction of anterior chest wall deformities. *J Cardiovasc Surg* (Torino) 1998;**39**:683-688.
- Park HJ, Lee SY, Lee CS, Youm W, Lee KR. The Nuss procedure for pectus excavatum: evolution of techniques and early results on 322 patients. *Ann Thorac Surg* 2004;**77**:289-295.
- Haller JA Jr, Loughlin GM. Cardiorespiratory function is significantly improved following corrective surgery for severe pectus excavatum. Proposed treatment guidelines. *J Cardiovasc Surg* (Torino) 2000;**41**:125-130.
- Quigley PM, Haller JA Jr, Jelus KL, Loughlin GM, Marcus CL. Cardiorespiratory function before and after corrective surgery in pectus excavatum. *J Pediatr* 1996;**128**:638-643.
- Morshuis W, Folgering H, Barentsz J, van Lier H, Lacquet L. Pulmonary function before surgery for pectus excavatum and at long-term follow-up. *Chest* 1994;**105**:1646-1652.
- Sigalet DL, Montgomery M, Harder J. Cardiopulmonary effects of closed repair of pectus excavatum. *J Pediatr Surg* 2003;**38**:380-385.
- Malek MH, Fonkalsrud EW, Cooper CB. Ventilatory and cardiovascular responses to exercise in patients with pectus excavatum. *Chest* 2003;**124**:870-882.
- Kowalewski J, Brocki M, Dryjanski T, Zolynski K, Koktysz R. Pectus excavatum: increase of right ventricular systolic, diastolic, and stroke volumes after surgical repair. *J Thorac Cardiovasc Surg* 1999;**118**:87-92; discussion 92-83.
- Mocchegiani R, Badano L, Lestuzzi C, Nicolosi GL, 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**:941-946.
- Kowalewski J, Barcikowski S, Brocki M. Cardiorespiratory function before and after operation for pectus excavatum: medium-term results. *Eur J Cardiothorac Surg* 1998;**13**:275-279.
- Bouchard A, Blumlein S, Schiller NB, Schlitt S, Byrd BF, 3rd, Ports T, Chatterjee K. Measurement of left ventricular stroke volume using continuous wave Doppler echocardiography of the ascending aorta and M-mode echocardiography of the aortic valve. *J Am Coll Cardiol* 1987;**9**:75-83.
- Dubin J, Wallerson DC, Cody RJ, Devereux RB. Comparative accuracy of Doppler echocardiographic methods for clinical stroke volume determination. *Am Heart J* 1990;**120**:116-123.
- Gumbiner CH, Gutgesell HP. Response to isometric exercise in children and young adults with aortic regurgitation. *Am Heart J* 1983;**106**:540-547.
- Borowitz D, Cerny F, Zallen G, Sharp J, Burke M, Gross K, et al. Pulmonary function and exercise response in patients with pectus excavatum after Nuss repair. *J Pediatr Surg* 2003;**38**:544-547.
- Shamberger RC, Welch KJ. Cardiopulmonary function in pectus excavatum. *Surg Gynecol Obstet* 1988;**166**:383-391.
- Shamberger RC. Cardiopulmonary effects of anterior chest wall deformities. *Chest Surg Clin N Am* 2000;**10**:245-252.
- Morshuis WJ, Folgering HT, Barentsz JO, Cox AL, van Lier HJ, Lacquet LK. Exercise cardiorespiratory function before and one year after operation for pectus excavatum. *J Thorac Cardiovasc Surg* 1994;**107**:1403-1409.