

## Artículo

# Evolución actual del Pectus Excavatum corregido con Técnica de Nuss en México

Jose Refugio Mora-Fol, Sandra Yasmin López Flores,  
Jesús Enrique Santiago-Romo, José Luis Quintero-Curiel,  
Héctor Pérez-Lorenzana, Victor Puga-Ayala

### Unidad Hospitalaria

Unidad Médica de Alta Especialidad «LA RAZA»,  
Instituto Mexicano del Seguro Social. Ubicado en Jacarandas Esq. Vallejo s/n, CP-02790  
Delegación Azcapotzalco, México, D. F.

**Solicitud de sobretiros:** Dr. Jose Refugio Mora-Fol,  
Jacarandas y Vallejo s/n No. Colonia La Raza, Azcapotzalco,  
México D. F.  
Email—jmorafol@prodigy.net

## Resumen

**Introducción:** La cirugía se realiza en pacientes cuando el índice de Haller es mayor de 3.26. La técnica de Nuss tiene ventajas de menor trauma y dolor, pronta recuperación y disminución de costos.

**Material y Métodos:** Revisión de casos en cinco años de pacientes con Pectus registrando edad, sexo, indicación, número de barras, tiempo quirúrgico, días de estancia, pruebas de función respiratoria, complicaciones y seguimiento actual, con medidas de tendencia central y dispersión, U de Mann Whitney.

**Resultados:** 32 pacientes, 14 femeninos y 18 masculinos, edad promedio de 11.1 años, Índice de Haller promedio de 5.12. Al 94% se les coloco una barra y el 6% 2 barras por la severidad. Tiempo quirúrgico promedio de 67.4 minutos. El promedio de estancia fue de 8.9 días. La capacidad vital y el volumen espiratorio forzado, aumentaron, encontrando mejoría significativa en todos los pacientes con una  $P < 0.05$ . Complicaciones en cinco pacientes—laceración del pericardio, enfisema, laceración hepática con rotación de barra, atelectasia y taquicardia sinusal. Ningún paciente amerita terapia intensiva y salieron extubados.

**Discusión:** La técnica de Nuss no amerita incisiones grandes, resección de cartílagos, remodelación del esternón, con resultados estéticos excelentes, menores tiempos quirúrgicos y estancia hospitalaria. Procedimiento fácilmente reproducible con mejoría estética y respiratoria inmediatos con un índice bajo de complicaciones, puede ser aplicado desde los cinco años. Son cuatro los pacientes con retiro de barra después de dos años, con buenos resultados sin afectación de las pruebas de función respiratoria. Sugerimos como primer y mejor opción la corrección con técnica de Nuss.

**Palabras clave:** Pectus Excavatum, Técnica de Nuss, Barra de Nuss.



## Nuss Procedure actual outcome For Pectus Excavatum in México

### Abstract

**Introduction:** Surgery is performed in patients when Haller index is higher than 3.26. Nuss procedure has proven advantages diminishing trauma, pain, sooner recovery, and reducing cost.

**Material and Methods:** 5 year follow up in pectus excavatum patients, registering age, sex, indication of surgery, Number of Bars applied, surgical time, length of hospital stay, respiratory tests, complications and actual outcome, complications with dispersion and central tendency measures, using Mann Whitney U test.

**Results:** 32 patients, 14 females, 18 males, average age of 11.1 years, Haller CT index average age of 5.12, At 94% one nuss bar was placed, 6% 2 bars because of the severity of the pectus. Surgery average time was 67.4 minutes, Average length of stay was 8.9 days. Vital capacity and forced expiratory volume increased, finding significative improving in all patient with  $P < 0.05$ . There were 5 transoperative complications—pericardium laceration, emphysema, and hepatic laceration with bar rotation, atelectasis and sinus tachycardia. There were no need for ICU and all ended surgery without mechanic ventilation.

**Discussion:** Nuss technique doesn't need for long surgical incisions, cartilage resection, sternal remodeling and cosmetic results are excellent, with less surgical time and lesser length of stay. Feasible cosmetic and respiratory improvement method with a low complication index, it can be applied from 5 years old. There are 4 bar withdrawal patient after 2 years in place with good outcome without affection on respiratory test. We suggest as first»n best option Nuss procedure technique.

**Index words:** Pectus Excavatum, Nuss technique, Nuss-bar.

---

### Introducción

El Pectus Excavatum, Es la anormalidad congénita de la pared torácica anterior más frecuente (90%), afecta al esternón y a los 4-5 cartílagos costales inferiores, formando una concavidad desde la tercera a la octava costilla, habitualmente es asimétrica y de profundidad variable existen varios tipos de acuerdo a la deformidad.

Su incidencia es de 1:700 a 1:1000 Recién Nacidos (RN) vivos afectando principalmente a varones y a la raza blanca con una relación 3:14 el antecedente familiar puede estar asociado en un 35%.<sup>1</sup>

Se han reportado casos extremos, en los que el esternón está prácticamente en contacto con la columna.

Los síntomas referidos por los pacientes son—intolerancia al ejercicio, dolor torácico, con o sin ejercicio, infecciones respiratorias frecuentes.

La indicación para cirugía se basa en el índice de Haller mayor de 3.26 e indica la severidad de la depresión del esternón, además se requiere valoración cardiológica y pruebas de función respiratoria preoperatorias.<sup>2,3</sup>

Generalmente las complicaciones presentadas en estos pacientes son secundarias a compresión pulmonar y cardiaca, infecciones frecuentes de la vía aérea, atelectasias, prolapsos de válvula mitral, alteraciones secundarias de la columna vertebral, limitación para realizar sus actividades, desplazamiento cardíaco, prolapsos de la válvula mitral y otras anormalidades como insuficiencia aórtica, tricúspide, limitación para realizar actividades físicas, entre otras, sin omitir la baja autoestima de los pacientes.<sup>4-6</sup>

Los intentos iniciales de manejo se remontan de 1911 hasta 1921, realizando resección completa de las costillas, cartílagos deformados y esternón (resección condroesternal) descrito por Sauerbruch,<sup>7</sup> las desventajas principales de esta técnica fueron—la respiración paradójica y la falta de protección al corazón, además del pobre resultado estético.

El procedimiento descrito que por Ravitch,<sup>8</sup> fue el más usado antes de la mínima invasión y requería extirpar los cartílagos costales así como remodelar el esternón, con una recuperación posquirúrgica prolongada que amerita ventilación mecánica, estancia en terapia intensiva por



tórax inestable secundario, los autores reportan tiempos quirúrgicos prolongados, pérdidas sanguíneas considerables y una recurrencia entre el 5% y 36%.

Lasson<sup>14,15</sup> y colaboradores han demostrado el impacto tanto en las pruebas de función pulmonar como en la calidad de vida de los pacientes con Pectus Excavatum postoperatorios por mínima invasión, con reportes similares de Boroitz<sup>16</sup> y colaboradores.

La técnica de corrección del pectus excavatum con mínima invasión es un procedimiento sencillo que tiene como ventajas menor inestabilidad del tórax, no ameritan manejo en Terapia Intensiva ya que no se realizan incisiones en la pared anterior del tórax ni resección de los cartílagos costales o remodelación del esternón, no es necesario disecar los músculos pectorales, con lo que se reducen las pérdidas sanguíneas, el tiempo quirúrgico, y la estancia intrahospitalaria, sin necesidad de colocación de catéteres centrales, drenajes pleurales y con buenos resultados estéticos.<sup>17,18</sup>

Jbo<sup>19</sup> reporta complicaciones con la cirugía de mínima invasión como neumotórax (6%), seromas (4%), desplazamiento de la barra (3%), pericarditis y derrame pericárdico (2%), y reoperaciones (4%).

El equipo multidisciplinario a cargo del Servicio de Cirugía Pediátrica de la Unidad Médica de alta especialidad Centro Médico Nacional La raza, hasta el año 2000 realizó el manejo tradicional con la técnica abierta descrita por Ravitch.

Antes que en Latinoamérica este centro Hospitalario inicia su experiencia con técnica de mínima invasión o procedimiento de Nuss siendo actualmente una centro de referencia para el manejo del pectus excavatum, así como un hospital escuela realizando cursos de actualización.

El mismo grupo de cirujanos han realizado este procedimiento en diferentes instituciones.

## Objetivo

Mostrar la experiencia en México de pacientes pediátricos manejados con esta técnica en un periodo de cinco años por el mismo grupo de cirujanos.

Demostrar que los pacientes sometidos a técnica laparoscópica tienen una rápida recuperación y mejor evolución postoperatoria a través de los parámetros medidos.

## Material y Métodos

Designo del estudio—Longitudinal Observacional, retrolectivo.

El análisis estadístico se realizo con medidas de tendencia central y dispersión así como U de Mann Whitney.

Estudio de revisión de casos de pacientes con pectus excavatum manejados con técnica de Nuss en un periodo de cinco años comprendido desde abril del 2003 hasta abril del 2008, en diferentes instituciones del país, siendo nuestra sede la Unidad Médica de Alta especialidad, Centro Médico la Raza.

Todos los pacientes fueron intervenidos por el mismo grupo de cirujanos pediatras de dicho hospital, los cuales se trasladaron a las diferentes instituciones para realizar el procedimiento de mínima invasión en los pacientes diagnosticados con pectus excavatum.

Las variables dependientes estudiadas en el estudio fueron—Pruebas de función respiratoria,

### TIempo quirúrgico.

Otras variables estudiadas fueron el sexo, edad, grado del Pectus, número de barras utilizadas en el procedimiento, tiempo quirúrgico, complicaciones, manejo por terapia intensiva (intubación), y analgesia.

Los criterios de inclusión del estudio fueron—

- Pacientes con diagnóstico de Pectus excavatum referidos de otras instituciones del sector salud a la Unidad Médica de alta especialidad La raza.

- Pacientes con diagnóstico de Pectus excavatum con un rango de edad de 5 a 18 años.

- Índice de Haller por tomografía axial computada mayor a 3.26

- Pacientes sin antecedente de alergias a materiales metálicos. (nique)

Criterios de exclusión—

- Pacientes menores de 5 años

- Pacientes mayores de 18 años.

- Índice de Haller por tomografía axial computada menor de 3.25

- Pacientes alérgicos a objetos metálicos (nique).

## Técnica quirúrgica

Los pacientes que se someten a esta técnica para la corrección del pectus excavatum, no requiere en el período preoperatorio de la colocación de catéter central, aunque si de estar



## Evolución actual del Pectus Excavatum corregido con Técnica de Nuss en México



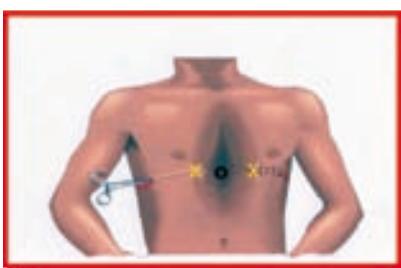
**Figura 1.** Medición del tórax.



**Figura 2.** Marcaje del sitio de mayor depresión



**Figura 3.** Introducción del toracoscopio



**Figura 4.** Tunel subcutáneo



**Figura 5.** Introductor tipo Lorenz



**Figura 6.** Modelación del tórax



**Figura 7.** Cinta umbilical atada al introductor



**Figura 8.** Moldear la barra



**Figura 9.** Colocación de la barra



**Figura 10.** Rotación de la barra



**Figura 11.** Fijadores externos



**Figura 12.** Evacuación del neumotorax

preparados en caso necesario con productos sanguíneos.

Con el paciente en decúbito supino, bajo anestesia general balanceada y bajo bloqueo epidural, se realiza asepsia y antisepsia del tórax, se colocan campos estériles. Se realiza la siguiente sistematización del procedimiento.

1. Se realiza la medición del tórax para la selección de la barra de Nuss, tomando en cuenta la distancia que existe en la línea axilar media derecha e izquierda.

La medida de la barra de Nuss correspondiente al paciente será la longitud antes medida en pulgadas restando a esta medición una pulgada. Figura 1





**Figura 13.** Radiografía de control.

2. Se marcan el sitio de mayor depresión en el tórax con un círculo (apéndice Xifoides). Se realiza marcaje de los sitios del tórax mas elevado y de los espacios intercostales que se encuentran en el mismo plano horizontal del sitio de mayor depresión.

En la línea axilar media a nivel del plano horizontal del sitio de mayor depresión se realizan dos incisiones laterales para introducir la barra de Nuss. Figura 2.

3. Se introduce el toracoscopio del lado derecho del tórax, dos espacios intercostales por debajo del sitio de introducción de la barra metálica.

Se realiza la inspección del hemitorax derecho y del mediastino observando el sitio de mayor depresión del tórax, se inicia neumotórax con la aplicación de CO<sub>2</sub>. Figura 3.

4. Se realiza un túnel subcutáneo sobre las incisiones laterales, hasta los puntos marcados previamente (cúspide del defecto). Figura 4.

5. Bajo visión directa por toracoscopía se introduce el introductor tipo Lorenz insertado del lado derecho en el espacio intercostal a través del túnel subcutáneo e introducido al tórax en el punto marcado previamente. Figura 5.

6. El pericardio es gentilmente disecado a nivel del esternón, se mete lentamente el intro-

ductor avanzando por delante del mediastino y por detrás del esternón guiado a través de la visión toracoscópica hasta el hemitorax contralateral.

El introductor permite elevar el esternón este procedimiento debe estar coordinado por el cirujano y su ayudante realizando la elevación de esternón en forma sincrónica del lado derecho e izquierdo del paciente, esto permite la corrección del pectus excavatum. Figura 6.

7. Se coloca una cinta umbilical atada al introductor, el cual se tracciona lentamente dejando la cinta umbilical como guía en el túnel subesternal realizado previamente con el introductor de Lorenz. Figura 7

8. La barra de Nuss debe de ser moldeada de acuerdo a las características físicas del paciente y a la medida del tórax. Figura 8.

9. La barra de Nuss se fija a la cinta umbilical la cual se tracciona bajo visión directa a través del túnel subesternal, la barra se coloca con la concavidad hacia arriba. Figura 9

10. Cuando la barra se encuentra en posición se rota 180 grados usando el rotador de barras, quedando con la convexidad hacia arriba. Figura 10

11. Las barras deben de fijarse a tórax con estabilizadores colocados a la izquierdo de la barra, generalmente los estabilizadores se fijan con sutura de acero, la barra debe fijarse con sutura alrededor del estabilización y a la pared costal con material absorbible grueso. Figura 11

12. La barra se fija también a la pared costal del lado derecho con sutura absorbible gruesa de preferencia polidioxanona en monofilamento del número 1 o 2, con un endoclose que nos permite circular la costilla adyacente. Figura 12

13. Las Incisiones del tórax se cierran y se evacua el neumotórax usando el trocar de toracoscopía, realizando un sistema de sello de agua, solicitando al anestesiólogo se realicen maniobras de valsaba para evacuar por completo el neumotórax. Figura 13

14. A Todos los pacientes se le solicita una radiografía de tórax tomada en el quirófano, para valorar posición de la barra y descartar desplazamientos, así como para valorar el neumotórax residual. Figura 14

Existen varios factores para obtener mejores resultados con la técnica de mínima invasión.

Las barras deben ser suficientemente resistentes para mantener el tórax en la posición deseada, aún en casos de trauma de tórax, por



Pruebas de función respiratoria, y grado de restricción.	Preoperatorios	Postoperatorios
<b>Normal</b>	30%	54%
<b>Leve</b>	20%	27%
<b>Moderado</b>	31%	15%
<b>Severo</b>	15%	4%
<b>Muy severo</b>	4%	0%

Cuadro 1. Comparación de los resultados de las pruebas de función respiratoria

lo que se recomienda que la barra sea de acero quirúrgico en lugar de titanio.

La colocación de dos barras es más efectiva en los casos severos, pero puede causar una sobrecorrección en algunos pacientes.

Los pacientes con síndrome de Marfán y otras enfermedades del tejido conectivo requieren la colocación de dos barras para distribuir la presión sobre un área más amplia.

Es importante estabilizar la barra al momento de la colocación para evitar desplazamiento de la misma.

El neumotórax se puede eliminar utilizando presión positiva al final del procedimiento evacuándolo a través del puerto creando un sello de agua.

## Resultados

Se realizó el procedimiento de mínima invasión en 32 pacientes.

Se estudiaron a 14 pacientes del sexo femenino y 18 del sexo masculino Gráfica 1, con una edad promedio de 11.1 años (5 a 18 años).

El índice de Haller en un rango de 3.26 a 10.5 con un promedio de 5.12.

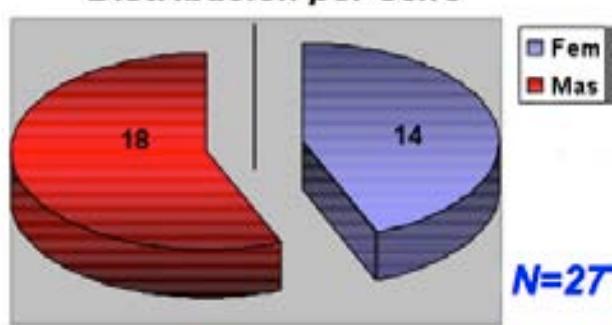
Al 94% (30 pacientes), se les colocó una sola barra de Nuss y a 6%, (2 pacientes) ameritaron 2 barras por la gravedad del pectus (pectus severo) asociados principalmente a Síndromes de Marfan.

El tiempo quirúrgico promedio fue de 67.4 minutos (30 hasta 190 minutos). Observando mejoría en el tiempo quirúrgico en los últimos pacientes por la curva de aprendizaje.

El promedio de estancia intrahospitalaria fue de 8.9 días (8-17 días).

Con respecto a las pruebas de función respiratoria podemos decir que hubo un incremento en la capacidad vital forzada y en el volumen espirado forzado, que al aplicar el broncodila-

## Distribución por sexo



tador en todos los pacientes las pruebas se positivisan es decir que su función respiratoria se normalizo, encontrando mejoría significativa en todos los pacientes con una  $P < 0.05$  con la prueba de U de Mann Whitney.

Las pruebas de función respiratoria pre y postoperatorias se compararon encontrando mejoría. Cuadro 1.

Veintinueve pacientes se manejaron con analgesia torácica con bloqueo epidural para el manejo trans y postoperatorio del dolor, tres pacientes fueron manejados con analgésicos orales, presentando menor dolor postoperatorio los pacientes con bloqueo epidural.

Ningún paciente amerito manejo por terapia intensiva logrando extubación en todos los pacientes.

Cinco pacientes presentaron complicaciones transoperatorias, un paciente presento enfisema subcutáneo que remitió con oxígeno, otro paciente presento laceración de pericardio que no amerito ningún manejo adicional, un paciente presento una laceración hepática a la introducción del trocar para la toracoscopía al cual se le realizó una minitoracotomía, realizando reparación del la laceración hepática con puntos de colchonero y reparación del diafragma, este paciente tuvo que ser reintervenido dos semanas después por rotación de la barra, un paciente presento atelectasia y otro taquicardia sinusal.

Hasta el momento se han retirado cuatro barras en los diferentes pacientes dejando en promedio la barra dos años, logrando con este tiempo la corrección satisfactoria del pectus excavatum.

## Discusión

La técnica de mínima invasión se ha descrito como un procedimiento sencillo que tiene como ventajas que no se realizan incisiones en la pared anterior del tórax y tampoco ameritan resección de los cartílagos costales o remo-



delación del esternón, no hay necesidad de disecar los músculos pectorales, con lo que se reducen las pérdidas sanguíneas y los resultados estéticos son excelentes.

Así mismo se reportan menores tiempos quirúrgicos y estancias intrahospitalarias, pueden recuperarse en su cama sin necesidad de pasar a terapia intensiva, ya que no hay inestabilidad torácica o colocación de drenajes pleurales.

De acuerdo a los resultados obtenidos nuestros pacientes se encuentran dentro de los parámetros establecidos de tiempo quirúrgico los cuales se han visto favorecidos por la curva de aprendizaje con mejoría del tiempo en las últimas cirugías.

Con respecto a las pruebas de función respiratoria nuestros pacientes presentaron una mejoría en el patrón restrictivo, como lo comentan los autores Larson y colaboradores en sus series.

Las complicaciones presentadas en nuestra serie no sobrepasan los porcentajes descritos por Job y sus colaboradores, teniendo complicaciones menores que no condicionaron la mortalidad de ninguno de nuestros pacientes.

A pesar de que el procedimiento de mínima invasión se realiza de manera cotidiana en todo el mundo, en Latinoamérica no se había descrito previamente su uso, siendo la Unidad Médica de Alta especialidad «La Raza» un centro pionero en la reparación del pectus por mínima invasión considerado hasta la fecha un centro que brinda cursos de capacitación a los médicos en forma anual logrando así la difusión del procedimiento en el país.

El mismo grupo de cirujanos son los que intervienen a los pacientes fuera de nuestra institución, esto mejora en forma considerable la curva de aprendizaje, los tiempos quirúrgicos, logrando realizar este estudio sin sesgos por el empleo de variantes en la técnica.

La técnica de mínima invasión para la corrección del pectus excavatum ofrece ventajas estadísticamente significativas en cuanto a la mejoría del patrón restrictivo que se reporta en los pacientes con pectus excavatum, mejorando su capacidad vital y sus actividades físicas, condicionando mejoría en su desempeño habitual y en su autoestima.

La experiencia de un grupo de cirujanos ha permitido que se disminuyan considerablemente los tiempos quirúrgicos, y las complicaciones

de los procedimientos por el conocimiento de la técnica quirúrgica.

Los pacientes intervenidos por los procedimientos de mínima invasión, no requieren de estancias intrahospitalarias prolongadas ni del manejo por terapia intensiva, mejorando el dolor postoperatorio en aquellos pacientes que son manejados durante la cirugía y posterior a ella con bloqueos epidurales torácicos favoreciendo la movilización temprana de los pacientes y disminuyendo el riesgo de complicaciones con neumonías o atelectasias.

Nosotros llegamos a la conclusión de que es una técnica fácilmente reproducible con mejoría estética y respiratoria inmediatos con un índice muy bajo de complicaciones, que puede ser aplicado a pacientes desde los cinco años de edad con resultados estéticos y funcionales a mediano plazo excelentes, técnica que ha sido reproducible en Instituciones de Segundo y Tercer nivel en distintos lugares del país, siendo esta la mayor experiencia conocida en México.

Son cuatro los pacientes a los que se les ha retirado la barra después de dos años, con buenos resultados estéticos, sin afectación en las pruebas de función respiratoria, por lo tanto sugerimos como primer y mejor opción la corrección del Pectus con Técnica de Nuss.

## Referencias

1. Haller JA, Kramer SS, Lietman SA, Use of scans in selection of patients for pectus excavatum surgery—A preliminary report. *J. Pediatr Surg* 1987; 22:904-908.
2. Malek MH, Fonalsrud EW, Cooper C. Ventilatory and cardiovascular responses to exercise in patients with pectus excavatum. *Chest* 2003; 124: 870-82.
3. Hosie S, Sitzleicz T, Petersen C, Gobel P, Schaarmischmidt T, Till H. European multicenter experience. ° e Nuss Procedure. *Eur J Pediatr Surg* 2002; 12:235-8
4. Schier F, Bahr M, Zlobe E. ° e vaccum chest wall lifter—an innovative, non surgical addition to the management of pectus excavatum. *J Pediatr Surg* 2005; 40:496-500.
5. Nuss D, Kelly R, Croitoru D, Stoveland B. Repair of pectus excavatum. *Pediatric endosurgery & innovative techniques* 1998; 2(4):205-221.
6. Sigalet D, Montgomery M, Harder J. Cardiopulmonary effects of closed repair of pectus excavatum. *J Pediatr Surg* 2003; 38(3):380-385.



## Evolución actual del Pectus Excavatum corregido con Técnica de Nuss en México

7. Nuss D, Kelly R, Croitoru D, Latz M. A 10 year review of a minimally invasive technique for the correction of pectus excavatum. *J Pediatr Surg* 1998;33(4):545-552.
8. Ravitch MM. The operative treatment for pectus excavatum. *Ann Surg* 1949;129:429-444.
9. Bohosiewicz J, Kudela G, Oszutski T. Results of Nuss procedure for the correction of pectus excavatum. *Eur J Pediatr Surg* 2005;15:6-10.
10. Croitoru D, Kelly R, Goretsky M, Larson M, Søvland B, Nuss D. Experience and modification update for the minimally invasive Nuss technique for pectus excavatum repair in 303 patients. *J Pediatr Surg* 1998;33(3):545-552.
11. Hebra A, Gauderer M, Tagge E, Adamson W, Othersen B. A simple technique for preventing bar displacement with the Nuss repair of pectus excavatum. *J Pediatr Surg* 2001;36(8):1266-1268.
12. Hebra A, Søvland B, Egbert M, Tagge E, Georgeson M, Nuss D. Outcome analysis of minimally invasive repair of pectus excavatum—review of 251 cases. *J Pediatr Surg* 2000;35 (2):252-258.
13. Hendriksen R, Bensard D, Jani J, Patrick D. Safety of left thoracoscopy and blunt mediastinal dissection during the Nuss procedure for pectus excavatum. *J Pediatr Surg* 2005;40:1312-1314.
14. Larson M, Mellins R, Kelly R, Croitoru D, Goretsky M, Nuss D. Impact of pectus excavatum on pulmonary function before and after repair with the Nuss procedure. *J Pediatr Surg* 2005;40 (1):174-180.
15. Larson M, Cash T, Albers R, Vasser E, Burkle B, Tabangin M, Nuss D, et al. A pilot study of the impact of surgical repair on disease specific quality of life among patients with pectus excavatum. *J Pediatr Surg* 2003;38(6):916-918.
16. Borowitz D, Cerny F, Zallen G, Sharp J, Burke M, Grossman. Pulmonary function and exercise response in patients with pectus excavatum after Nuss repair. *J Pediatr Surg* 2003;38 (4):544-547.
17. Roberts J, Hayashi A, Anderson J, Martin M, Maxwell M. Quality of life of patients who have undergone the Nuss procedure for pectus excavatum—preliminary findings. *J Pediatr Surg* 2003;38 (5):779-783.
18. Engum S, Rescorla F, West J, Rouse T, Grossfeld J. Is the grass greener? Early results of the Nuss procedure. *J Pediatr Surg* 2000;35 (2):246-251.
19. Cho-Parikh H, Seol-Lee S, Sae-Lee C. Complications associated with the Nuss procedure. *J Pediatr Surg* 2004;39(3):391-395.
20. Leonhardt J, Kubler J, Feiter J, Ure B, Petersen C. Complications of the minimally invasive repair of pectus excavatum. *J Pediatr Surg* 2005;40:E7-E9.
21. Moss L, Albanese C, Reynolds M. Major complications after minimally invasive repair of pectus excavatum—case reports. *J Pediatr Surg* 2001;36(1):155-158.
22. Barsness J, Bruny J, Jani J, Patrick D. Delayed near fatal hemorrhage after Nuss bar displacement. *J Pediatr Surg* 2005;40:E5-E6.
23. Fonalsrud E, Beanes S, Hebra A, Adamson W, Tagge E. Comparison of minimally invasive and modified Ravitch pectus excavatum repair. *J Pediatr Surg* 2002;37(3):413-417.

