

Crioanalgesia toracoscópica: nueva estrategia para el control del dolor postoperatorio en cirugía del *pectus excavatum*

C. Cadaval Gallardo¹, J. Martínez², G. Bellía-Munzon², M. Nazar², D. Sanjurjo², L. Toselli², M. Martínez-Ferro²

¹Servicio de Cirugía Pediátrica. Hospital Universitario Infantil Virgen del Rocío. Sevilla. ²Grupo Cirugía Pediátrica (GCP). Fundación Hospitalaria, Centro de Salud Materno Infante Juvenil. Buenos Aires (CABA), Argentina.

RESUMEN

Introducción. Publicaciones recientes reportaron el alta temprana y bajos requerimientos de opioides para el control del dolor postoperatorio en la reparación mínimamente invasiva del *pectus excavatum* tras crioblación bilateral de nervios intercostales. Nuestro objetivo es describir nuestra experiencia inicial con esta técnica.

Material y métodos. Análisis retrospectivo de historias clínicas de pacientes sometidos a crioanalgesia toracoscópica bilateral durante la reparación mínimamente invasiva del *pectus excavatum* en nuestra institución desde septiembre de 2018 a marzo de 2019.

Técnica. Se aplicó una criosonda a -70°C bajo visión toracoscópica durante 2 minutos del 3° al 7° espacio intercostal, de manera bilateral. El dolor postoperatorio fue evaluado con una Escala Visual Analógica.

Resultados. Se incluyeron 21 pacientes, de los cuales el 90% era de sexo masculino con una edad media de $15,2 \pm 4,29$ años y un peso de $53,6 \pm 15,33$ kg. El índice de Haller promedio fue de $5,1 \pm 2,97$ y el índice de corrección de $37,6 \pm 13,77\%$. El número promedio de implantes fue de $2,55 \pm 0,74$. La duración media de la crioanalgesia fue de $39,9 \pm 21,1$ minutos. Ninguno recibió anestesia peridural. El tiempo de internación postquirúrgico fue de $1,64 \pm 0,73$. La necesidad de rescate con opiáceos fue menor a 1 dosis en el 71,3%. La puntuación de dolor en los días postoperatorios 1, 3, 7 y 21 fue, en promedio, de 2,55; 2,01; 0,5 y 0,06, respectivamente.

Conclusiones. El empleo de la crioanalgesia toracoscópica bilateral permitió el alta hospitalaria temprana y buen control del dolor postoperatorio en todos los casos, convirtiéndose en el método analgésico de elección en nuestra práctica clínica.

PALABRAS CLAVE: Crioanalgesia; Crioablación nerviosa; *Pectus excavatum*; Reparación mínimamente invasiva del *pectus excavatum*; Dolor postoperatorio; Nervio intercostal.

THORACOSCOPIC CRYOANALGESIA: A NEW STRATEGY FOR POSTOPERATIVE PAIN CONTROL IN MINIMALLY INVASIVE PECTUS EXCAVATUM REPAIR

ABSTRACT

Objective. Recent publications report early discharge and low opioid requirements after minimally invasive pectus excavatum repair treated with bilateral intercostal nerve cryoablation. Our aim is to report our initial experience with this technique.

Materials and methods. Retrospective analysis of medical records of patients undergoing bilateral thoracoscopic cryoanalgesia during minimally invasive pectus excavatum repair within our institution from September 2018 to March 2019.

Technique. A cryoprobe was applied at -70°C for 2 minutes each from the 3rd to the 7th intercostal nerves bilaterally under thoracoscopic control. Postoperative pain was assessed using a visual analogue scale (VAS).

Results. Twenty-one patients were included. Ninety percent were male, the mean age being 15.2 ± 4.29 years, and the mean weight being 53.6 ± 15.33 kg. The average Haller index was 5.1 ± 2.97 , and the mean repair index was $37.6 \pm 13.77\%$. The mean number of implants introduced was 2.55 ± 0.74 . The mean duration of cryoanalgesia was 39.9 ± 21.1 . No patients received epidural anesthesia. Mean postoperative stay was 1.64 ± 0.73 days. Seventy-one percent of the patients required 1 dose of opioids at the most for postoperative pain control. According to the VAS, the average pain score on postoperative days 1, 3, 7, and 21 was 2.55, 2.01, 0.5, and 0.06, respectively.

Conclusions. Bilateral thoracoscopic cryoanalgesia during minimally invasive pectus excavatum repair leads to early discharge and good postoperative pain control in all cases. Cryoanalgesia has become our treatment of choice for pain control in the thoracoscopic repair of pectus excavatum.

KEY WORDS: Cryoanalgesia; Nerve cryoablation; Pectus excavatum; Minimally invasive pectus excavatum repair; Postoperative pain; Intercostal nerve.

Correspondencia: Dr. Carlos Cadaval Gallardo. Servicio de Cirugía pediátrica. Hospital Universitario Infantil Virgen del Rocío. C/ Torcuato Luca de Tena, 32. 41013 Sevilla.

E-mail: carloscadavallgallardo@gmail.com

Recibido: Mayo 2019

Aceptado: Noviembre 2019

INTRODUCCIÓN

La cirugía correctora del *pectus excavatum* (PE) ha evolucionado a lo largo de su historia. La reparación mínimamente invasiva de las deformidades torácicas excavadas descrita por

Nuss supuso una revolución desde su introducción en 1997⁽¹⁾. A lo largo del tiempo, se han reportado modificaciones a la técnica como el uso de implantes más ligeros y resistentes⁽²⁾ o nuevas medidas de tracción esternal que disminuyen el riesgo de laceraciones cardíacas durante el paso de las barras a través del mediastino anterior⁽³⁾.

El dolor postoperatorio, así como las complicaciones derivadas del empleo de altas dosis de opiáceos, se han convertido en uno de los factores más determinantes del incremento de la estancia hospitalaria después de la reparación del PE⁽⁴⁾ y representa un desafío a conquistar en la especialidad. Actualmente, la analgesia epidural torácica es la estrategia más utilizada para el manejo del dolor postoperatorio⁽⁵⁾. Sin embargo, esta metodología no está exenta de riesgos como la parálisis de miembros, la depresión respiratoria, náuseas, vómitos, intolerancia digestiva, íleo intestinal, retención urinaria y sondaje prolongado⁽⁶⁾.

A principios de este siglo, se popularizó el empleo de una nueva técnica, la crioanalgesia, como estrategia para control del dolor en toracotomías y otros procedimientos que requieren abordaje torácico⁽⁷⁾. El principio fisiológico en el que se basa es la axonotmesis del nervio intercostal⁽⁸⁾, lo que produce una anestesia prolongada, con posterior recuperación nerviosa y, por tanto, de la sensibilidad y propiocepción en las siguientes seis semanas.

Recientemente, se han reportado las primeras series de pacientes⁽⁹⁾ empleando crioanalgesia toracoscópica bilateral en casos de reparación mínimamente invasiva del PE con resultados favorables en relación con las estrategias para manejo del dolor ya conocidas.

Nuestro objetivo es describir nuestra experiencia inicial con esta técnica y comentar las lecciones aprendidas en el camino.

MATERIAL Y MÉTODOS

Tipo de estudio y selección de pacientes

Análisis retrospectivo de las historias clínicas de todos los pacientes sometidos a reparación mínimamente invasiva del *pectus excavatum* entre septiembre de 2018 y abril de 2019. Se analizaron las siguientes variables: características demográficas (edad, género y peso), índices de severidad de hundimiento torácico, número de implantes por paciente, tiempo de crioanalgesia, complicaciones postoperatorias, tiempo de internación y registro de dolor postoperatorio. Se solicitó consentimiento informado en todos los casos.

Técnica

Profilaxis neuroprotectora

Con el fin de evitar la neuroapraxia o alodinia se realiza una profilaxis con el uso de fármacos neurolépticos y neuroprotectores en el pre y postoperatorio. A continuación, se detalla el esquema de administración de los fármacos:

- Preparación prequirúrgica: 1 semana previa a la intervención. Selección de uno u otro fármaco:
 - Gabapentina: comenzar 3 días con 100 mg cada 8 horas. Luego llevar a 200 mg cada 8 horas excepto que presente efectos adversos como somnolencia.
 - Pregabalina: comenzar 3 días con 50 mg cada 8 horas. Luego llevar a 75 mg cada 8 horas excepto que presente efectos adversos.
- Profilaxis postquirúrgica durante la internación:
 - Paracetamol endovenoso cada 8 horas e ibuprofeno cada 8 horas (intercalado).
 - Rescates con tramadol endovenoso.
 - Gabapentin o pregabalina: continúa con la misma dosis.
- Profilaxis postquirúrgica ambulatoria:
 - Ibuprofeno 400 mg cada 6 horas.
 - Gabapentin o pregabalina por una semana.
 - Rescates de diclofenaco 50 mg.

Técnica de crioanalgesia

El procedimiento se realiza antes de la colocación de los implantes. Se emplea un sistema criogenizador externo (Cryosurgery System CE-4G. Frigitronics®, Connecticut, EE.UU.) al que se conecta una criosonda esterilizada cuya punta se enfría hasta -70°C con nitrógeno líquido. Se realiza intubación orobronquial selectiva y se colapsa el pulmón derecho inicialmente.

Luego, al proceder del lado izquierdo, se recluta el pulmón derecho y se colapsa el izquierdo hasta finalizar con la crioanalgesia. Se incide la piel bilateralmente a nivel de los sitios por donde se introducirán los implantes. Se disecan bolsillos subcutáneos y se coloca un trócar de 5 mm a nivel de la intersección del octavo espacio intercostal derecho y la línea axilar anterior para introducción de una óptica de 5 mm para el control toracoscópico del procedimiento e insuflación de dióxido de carbono con una presión de 6 mm de mercurio. Se progresa la criosonda a nivel del 5° espacio intercostal derecho a través de la incisión realizada previamente. La sonda está protegida, a excepción de su extremo distal, con el objetivo de evitar el daño de la piel al enfriarse (Fig. 1). Una vez dentro de la cavidad torácica, se calibra la temperatura de la sonda a -70°C y se aplica durante 2 minutos sobre el reborde costal inferior a nivel de cinco espacios intercostales (del 3° al 7° espacio a nivel de la corredera torácica posterior) (Fig. 2). Al finalizar la crioablación derecha, la punta de la sonda es descongelada. A continuación, se repite el procedimiento en el lado izquierdo.

Cuidados postoperatorios

El postoperatorio transcurre en la unidad de cuidados intensivos durante 24 o 48 horas. Allí se administra un esquema de analgesia reglada con antiinflamatorios no esteroideos y rescates con opioides en caso de precisarlos.

Después del alta, se prescribe un esquema de analgesia reglada con antiinflamatorios no esteroideos y la profilaxis neuroprotectora durante una semana. En caso de dolor no controlado, se prescribe tramadol como rescate.

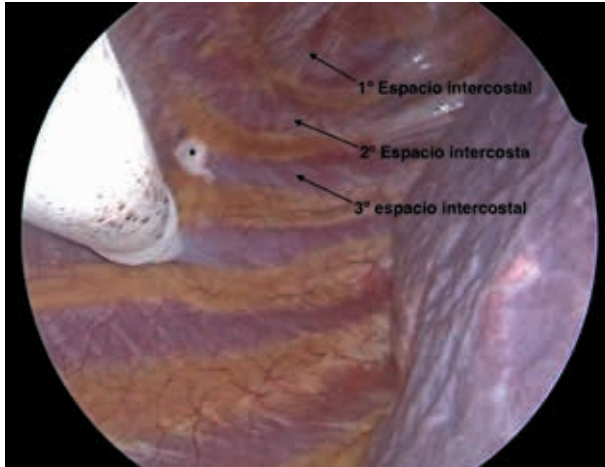


Figura 1. Visión toroscópica directa en el hemitórax derecho. Se observa la criosonda aplicando frío a -70°C en el reborde costal inferior durante dos minutos. Con flechas negras se identifican los primeros tres espacios intercostales y con un asterisco, la fóvea que resulta de la aplicación de la criosonda en el tercer espacio intercostal.



Figura 2. Crioanalgesia del hemitórax izquierdo. Se introduce la criosonda en el cuarto espacio intercostal, por fuera de la línea medio claviclar. A nivel del octavo espacio intercostal y la línea axilar anterior izquierda, se observa un puerto de 5 mm para visión toroscópica directa con neumotórax controlado de 6 mmHg.

REGISTRO DE DOLOR POSTOPERATORIO

Al alta, se realiza un autorregistro telemático mediante la cumplimentación de una encuesta en red con puntuación del dolor de 0 al 10 según la Escala Visual Analógica (EVA). Este registro es llevado a cabo por el paciente a través de una aplicación móvil, de manera diaria, aunque si introducen más de un dato por día, los mismos se promedian.

Además, se realiza un seguimiento ambulatorio semanal durante el primer mes postoperatorio y mensual hasta los cuatro meses. Luego, los controles se realizan a los 6, 12 y 24 meses.

RESULTADOS

Se realizó crioanalgesia toroscópica bilateral en 21 pacientes con diagnóstico de *pectus excavatum*, de los cuales 19 fueron de sexo masculino. En la Tabla I se presentan los datos demográficos de la población en estudio, así como los índices de severidad del PE y el número de barras implantadas por paciente.

La duración media del procedimiento de crioanalgesia fue de $39,9 \pm 21,1$ minutos con un rango de 29 a 105 minutos. A partir del séptimo paciente de la serie, se realizó intubación selectiva sistemáticamente. La duración media del procedimiento de crioanalgesia en los primeros 7 pacientes fue de 56,3 minutos, mientras que en los demás pacientes fue de 33,7 minutos.

La estancia media hospitalaria postoperatoria fue de $1,64 \pm 0,73$ días; el 38% de los pacientes fue dado de alta el primer día, el 52% en el segundo día y el 10% en el tercer día.

Tabla I. Características demográficas y de la deformidad torácica.

	Media (desviación estándar)
Edad (años)	$15,2 \pm 4,29$
Peso (kg)	$53,6 \pm 15,33$
Índice de Haller	$5,1 \pm 2,97$
Índice de corrección	$37,6 \pm 13,77$
Número de implantes por pacientes	$2,55 \pm 0,74$

En la Tabla II, se muestran los resultados del análisis de la puntuación aportada por los pacientes correspondiente a la Escala Visual Analógica para medición del dolor postoperatorio.

En relación con el requerimiento de opioides durante el ingreso, el 71,3% de los pacientes requirió como máximo una dosis. En la Tabla III se presentan los resultados con mayor detalle. No hubo complicaciones intraoperatorias. Un paciente presentó dolor expresado como sensación de “pinchazo” durante tres semanas como complicación postoperatoria.

DISCUSIÓN

La crioanalgesia es una técnica conocida desde hace siglos como terapia analgésica y antiinflamatoria^(10,11). La aplicación directa de frío sobre el nervio periférico produce axo-

Tabla II. Análisis de la Escala Visual Analógica (EVA) del dolor postoperatorio de acuerdo al registro de los pacientes.

Día postoperatorio	Media y desviación estándar de EVA
1	2,5 ± 1,84
3	2,1 ± 1,99
5	1,8 ± 1,79
7	0,5 ± 0,88
21	0 ± 0,27

Tabla III. Número pacientes según el número de dosis de opioides requeridas durante la internación postoperatoria.

Dosis de opioides requeridas	Número de pacientes
0	8 (33%)
1	9 (38%)
2	2 (10%)
3	3 (14%)
4	1 (5%)

notmesis⁽¹³⁾, una disrupción transitoria del axón y su capa de mielina sin lesión del endo, peri y epineuro. En el caso de la crianalgesia toracoscópica en la reparación del PE, donde la criolesión mide aproximadamente 2,4 cm, la regeneración nerviosa se completa en un plazo de 4 a 6 semanas⁽¹⁴⁾.

Nuestra serie, una de las más largas publicadas hasta el momento, incluye 21 casos de crianalgesia bilateral toracoscópica para el manejo del dolor postoperatorio de la reparación del PE realizados en un periodo de ocho meses. Nuestros resultados en términos de estancia hospitalaria postoperatoria de 1,64 ± 0,73 días y requerimiento de opioides menor a 1 dosis durante la internación en más del 70% de los casos, han sido muy favorables. De la misma manera, los resultados obtenidos mediante el análisis de la escala EVA son coherentes con estos hallazgos con una media de 2 al tercer día postoperatorio y, a la semana, de 0,5.

Recientemente, otros grupos han reportado la utilización de crianalgesia en la reparación mínimamente invasiva del PE⁽¹⁵⁻¹⁷⁾. Es de particular interés la publicación de Graves y cols.⁽¹⁶⁾, quienes realizaron un estudio aleatorizado comparando la crianalgesia *versus* la anestesia epidural torácica demostrando que la primera es superior en términos de duración de la estancia hospitalaria y requerimiento de opioides, en sintonía con nuestros resultados.

Si bien se ha descrito el empleo de crianalgesia bilateral desde una única entrada en el hemitórax derecho⁽¹⁸⁾, pasando la sonda de crianalgesia a través del espacio retroesternal, nosotros preferimos realizar el procedimiento a través de incisiones independientes en cada hemitórax, dado que utilizamos una crisonda rígida.

En cuanto al tiempo operatorio que consume la crianalgesia, con el dispositivo de crioterapia utilizado en estos pacientes, es necesario un mínimo de 20 minutos de aplicación totales (2 minutos cada uno en 10 espacios intercostales) más un tiempo extra para la colocación del trócar para la óptica del lado izquierdo. En los últimos casos, hemos logrado una media aproximada de 30 minutos totales dedicados a la crianalgesia. Consideramos que es una prolongación aceptable del tiempo operatorio en vista de la reducción de las variables analizadas previamente (tiempo de internación y requerimiento de opioides).

Una lección aprendida al inicio de la experiencia fue la importancia de la ventilación unipulmonar para lograr un

campo adecuado para realizar la crianalgesia sin lesionar tejidos adyacentes. Del lado izquierdo la ventilación selectiva es clave para lograr un buen campo a lo que se le puede agregar una inclinación lateral de la camilla para volcar el corazón hacia el lado derecho. Esta mejora queda demostrada en la disminución marcada en tiempo medio de crianalgesia si comparamos los pacientes intervenidos con intubación no selectiva *versus* selectiva, aunque podría explicarse también por una mayor familiaridad con el procedimiento a lo largo de la experiencia.

Por último, si bien nuestro estudio es de carácter retrospectivo y, como tal, de un menor nivel de evidencia que un estudio prospectivo, cuando se utilizan otras estrategias para el manejo del dolor en la reparación mínimamente invasiva del PE las estancias hospitalarias medias oscilan entre los 5 y los 7 días y son necesarios los opioides durante una o dos semanas. Por todos estos motivos, la crianalgesia toracoscópica bilateral se ha convertido en nuestra estrategia de elección para el manejo del dolor postoperatorio en la reparación del *pectus excavatum*.

CONCLUSIONES

En pacientes sometidos a reparación mínimamente invasiva de la deformidad torácica excavada con implantes retroesternales, la crianalgesia es un procedimiento seguro y efectivo que nos ha permitido un alta temprana y un muy bajo requerimiento de opiáceos en todos los casos.

Esta técnica se ha convertido en nuestro método de elección para el control postoperatorio de los pacientes sometidos a toracoplastia toracoscópica por deformidades torácicas excavadas.

BIBLIOGRAFÍA

1. Nuss D, Kelly RE, Croitoru DP, Katz ME. A 10-year review of a minimally invasive technique for the correction of pectus excavatum. *J Pediatr Surg*. 1998; 33: 545-52.
2. Chavoín JP, Chaput B, Garrido I, Moreno B, Dahan M, Grolleau JL. Chirurgie des malformations congénitales par implants sur mesure en silicone. Apport de la conception assistée par ordinateur (CAO). À propos d'une expérience de 611 cas opérés. *Ann Chir Plast Esthet*. 2016; 61: 694-702.

3. Nuss D, Obermeyer RJ, Kelly RE. Nuss bar procedure: past, present and future. *Asvide*. 2016; 3: 438.
4. Maund E, McDaid C, Rice S, Wright K, Jenkins B, Woolacott N. Paracetamol and selective and non-selective non-steroidal anti-inflammatory drugs for the reduction in morphine-related side-effects after major surgery: A systematic review. *Br J Anaesth*. 2011; 106: 292-7.
5. Patvardhan C, Martinez G. Anaesthetic considerations for pectus repair surgery. *J Vis Surg*. 2016; 2: 76.
6. Inge TH, Owings E, Blewett CJ, Baldwin CE, Cain WS, Hardin W, et al. Reduced hospitalization cost for patients with pectus excavatum treated using minimally invasive surgery. *Surg Endosc Other Interv Tech*. 2003; 17: 1609-13.
7. Khanbhai M, Yap KH, Mohamed S, Dunning J. Is cryoanalgesia effective for post-thoracotomy pain? *Interact Cardiovasc Thorac Surg*. 2014; 18: 202-10.
8. Covington DB, Bassett FH. When cryotherapy injures: The danger of peripheral nerve damage. *Phys Sportsmed*. 1993; 21(3): 78-93.
9. Graves C, Idowu O, Lee S, Padilla B, Kim S. Intraoperative cryoanalgesia for managing pain after the Nuss procedure. *J Pediatr Surg*. 2017; 52: 920-4.
10. Nadler SF, Weingand K, Kruse RJ. The physiologic basis and clinical applications of cryotherapy and thermotherapy for the pain practitioner. *Pain Physician*. 2004; 7: 395-9.
11. Gavina JZ, Durán RG, Pascual RP, Royo LM, Gómez BB, Gómez AG, et al. Tratamiento del dolor postoracotomía mediante crioanalgesia intercostal intraoperatoria: estudio prospectivo en 80 casos. *Arch Bronconeumol*. 1991; 27: 342-5.
12. Whittaker DK. Degeneration and regeneration of nerves following cryosurgery. *Br J Exp Pathol*. 1974; 55: 595-600.
13. Bassett FH 3rd, Kirkpatrick JS, Engelhardt DL, Malone TR. Cryotherapy-induced injury. *Am J Sports Med*. 1992; 20: 516-8.
14. Payton OD, DiFabio RP, Paris SV, Protas EJ, VanSant AF (eds.). *Manual of physical therapy*. London: Churchill Livingstone; 1989.
15. Morikawa N, Laferriere N, Koo S, Johnson S, Woo R, Puapong D. Cryoanalgesia in Patients Undergoing Nuss Repair of Pectus excavatum: Technique Modification and Early Results. *J Laparoendosc Adv Surg Tech*. 2018; 28: 1148-51.
16. Graves CE, Moyer J, Zobel MJ, Mora R, Smith D, O'Day M, et al. Intraoperative intercostal nerve cryoablation during the Nuss procedure reduces length of stay and opioid requirement: A randomized clinical trial. *J Pediatr Surg*. 2019; 54: 2250-6.
17. Keller BA, Kabagambe SK, Becker JC, Chen YJ, Goodman LF, Clark-Wronski JM, et al. Intercostal nerve cryoablation versus thoracic epidural catheters for postoperative analgesia following pectus excavatum repair: Preliminary outcomes in twenty-six cryoablation patients. *J Pediatr Surg*. 2016; 51: 2033-8.
18. Kim S, Idowu O, Palmer B, Lee SH. Use of transthoracic cryoanalgesia during the Nuss procedure. *J Thorac Cardiovasc Surg*. 2016; 151: 887-8.