

Parálisis diafragmática en el postoperatorio de cirugía cardíaca infantil

A. Martínez-Antón, G. Bustos Lozano, V. Ramos Casado, J.I. Sánchez Díaz, C. Gallego, D. Coca Robinot, S. Belda Hofheinz, A. Llorente de la Fuente
Unidad de Cuidados Intensivos Pediátricos. Hospital «12 de Octubre». Madrid

Resumen

Objetivo: Describir la frecuencia, morbimortalidad y tratamiento de la disfunción diafragmática (DD) en el postoperatorio de la cirugía cardíaca infantil.

Pacientes y métodos: Serie de casos de DD identificados entre la población de niños intervenidos de cirugía cardíaca en el hospital «12 de Octubre» de Madrid, entre 1997 y 2006. Se obtuvieron retrospectivamente datos demográficos, de la cirugía y del postoperatorio, así como de la estancia hospitalaria y de la morbimortalidad.

Resultados: Cirugía cardíaca en 1.063 niños, diagnosticándose 23 casos de DD. Se excluyó un caso secundario a neuropatía generalizada. La frecuencia global fue del 2,1%. La mediana de edad fue de 14 días (1 día-16 meses), siendo 20 de los casos menores de 1 año. Se realizó plicatura en 13 pacientes (62%). Las indicaciones de plicatura fueron: fracaso de extubación (n= 11) y dificultad respiratoria persistente (n= 2).

Fue preciso realizar plicatura quirúrgica en 9 de los 13 neonatos. El tiempo de ventilación mecánica invasiva, estancia en unidad de cuidados intensivos pediátricos (UCIP) y estancia hospitalaria en los casos con paresia fue de 8, 12 y 20 días (mediana), respectivamente. Las parálisis precisaron mayor tiempo de ventilación invasiva y de ingreso (19, 34 y 47,5 días).

Conclusiones: A todo neonato intervenido de una cardiopatía compleja debería realizársele una ecografía diafragmática en respiración espontánea previa a su extubación, para así establecer el diagnóstico de manera precoz, con el objetivo de reducir el tiempo de ventilación mecánica y la morbilidad asociada.

Palabras clave

Parálisis diafragmática, cirugía cardíaca, plicatura diafragmática, niños

Abstract

Title: Diaphragmatic paralysis after pediatric cardiac surgery

The objective of this study is to describe the frequency, morbimortality and treatment of diaphragmatic dysfunction (DD) after pediatric cardiac surgery.

Patients and methods: Series of DD cases identified among the population of children who underwent cardiac surgery at the hospital 12 de Octubre of Madrid from the years 1997-2006. Demographic, surgical and postsurgical data have been obtained retrospectively, as well as data on hospital stay and the morbimortality.

Results: A total of 1,063 children underwent cardiac surgery, diagnosing 23 DD cases. A secondary case was excluded due to generalized neuropathy. The global frequency was of 2.1%, the mean age was 14 days (1 d-16 m), being 20 of the cases under 1 year of age. Reefing was performed in 13 patients (62%). The indications for reefing were due to extubation failure (n= 11) and persistent respiratory difficulties (n= 2).

Surgical reefing had to be performed in 9 from the 13 newborns. In the cases of paresis the length of the invasive mechanical ventilation, stay at the PICU and hospital stay was 8, 12 and 20 days (mean) respectively. The paralysis required a longer time of invasive ventilation and hospitalization (19, 34 and 47,5 days).

Conclusions: A diaphragm echography in spontaneous breathing should be performed on any newborn that underwent a complex cardiopathy surgery previous to the extubation in order to determine an early diagnosis and to reduce the length of mechanical ventilation and associated morbidity.

Keywords

Diaphragmatic paralysis, cardiac surgery, diaphragmatic reefing, children

Introducción

La lesión del nervio frénico durante la cirugía cardíaca es la principal causa de parálisis diafragmática (PD) en niños, con una prevalencia del 0,3-12,8%¹, y constituye una complicación

que conduce a insuficiencia respiratoria, infecciones pulmonares, prolongación de la estancia hospitalaria y muerte². Esta gran variabilidad en la prevalencia depende del tipo de estudio realizado (prospectivo o retrospectivo), de los tipos de cirugía, de la edad de los pacientes y de los métodos diagnósticos uti-

lizados. En estudios prospectivos que encuentran un 10% de disfunción diafragmática (DD), sólo el 1-3% presenta sintomatología clara³.

El mecanismo de la lesión del nervio frénico puede ser por sección, tracción o estiramiento del nervio, por isquemia debido a la manipulación de la arteria mamaria interna, o por electrocauterización o hipotermia debido al uso de hielo o soluciones frías de lavado pericárdico³.

La característica clínica común de la DD sintomática tras cirugía cardiaca en niños es la dificultad respiratoria asociada en ocasiones a fracaso de la extubación y a la necesidad de reintubación. La DD favorece las infecciones pulmonares y las complicaciones relacionadas, como atelectasias y neumonías de repetición². A diferencia de los lactantes, los niños mayores pueden compensar la pérdida de la función diafragmática mediante el uso de los músculos intercostales, y generalmente presentan pocos o ningún síntoma¹. La debilidad de los músculos intercostales y la orientación horizontal de las costillas agrava el movimiento paradójico de los diafragmas paralizados en niños⁴. La DD bilateral es muy rara, y causa disociación toracoabdominal⁴.

El diagnóstico es difícil, y la enfermedad puede pasar desapercibida con facilidad en los niños de mayor edad. Debe sospecharse cuando aparece elevación de un hemidiafragma en la radiografía de tórax, pero la confirmación requiere pruebas de movilidad diafragmática por ultrasonidos y/o fluoroscopia durante la respiración espontánea⁴.

En los últimos años, la plicatura del diafragma se ha convertido en el tratamiento quirúrgico para la DD en pacientes con dificultad respiratoria o fracaso de extubación. En niños menores de 1 año, la plicatura facilita el destete de la ventilación mecánica y se ha convertido en el tratamiento estándar de la PD. Sin embargo, se sabe poco sobre el seguimiento a largo plazo de estos niños con PD poscirugía cardiaca tras la plicatura¹.

Objetivos

El objetivo del presente estudio es describir la frecuencia, la morbimortalidad y el tratamiento de la DD en el postoperatorio de la cirugía cardiaca infantil.

Población y métodos

Población de estudio

Niños de 0-14 años intervenidos de cirugía cardiaca en el hospital «12 de Octubre» de Madrid en un periodo de 9 años, entre noviembre de 1997 y diciembre de 2006. Se incluyeron los diagnosticados de DD tras la cirugía. Los niños con DD causada por otras patologías fueron excluidos del estudio.

Métodos

Diseño del estudio

Descripción de una serie de casos identificados en una base de datos diagnósticos. Se obtuvieron retrospectivamente datos

demográficos, de la cirugía y del postoperatorio, así como de la estancia hospitalaria y de la mortalidad. En todos los pacientes se analizaron la edad, el sexo, el peso en la cirugía, el diagnóstico cardiológico, la técnica quirúrgica realizada, la localización de la incisión torácica o esternotomía, el número de cirugías cardiacas previas, los tiempos de cirugía, la necesidad de circulación extracorpórea (CEC), el grado de hipotermia, las complicaciones durante la cirugía, el tórax abierto electivo en el postoperatorio, las pruebas diagnósticas realizadas, el tiempo transcurrido desde la cirugía hasta el diagnóstico de la DD, el tipo de afectación del diafragma, las complicaciones ocurridas tras el primer intento de extubación, la necesidad de tratamiento antibiótico tras el primer intento de extubación, la duración del soporte respiratorio invasivo (ventilación mecánica) y no invasivo (presión continua en la vía aérea [CPAP]) nasal, el tratamiento quirúrgico de la PD, el tipo de plicatura, las indicaciones de plicatura, el tiempo transcurrido desde la cirugía hasta la realización de la plicatura quirúrgica, el tiempo transcurrido desde el diagnóstico de DD hasta la realización de la plicatura, la necesidad de soporte respiratorio al alta de la UCIP, la duración de la estancia en UCIP y hospitalaria, y la mortalidad al mes y al año de la cirugía cardiaca.

Definiciones

- **Disfunción diafragmática:** paresia o parálisis diafragmática.
- **Parálisis diafragmática:** caso clínicamente sospechoso que se confirma por ecografía por una ausencia de movimiento del diafragma en el modo M.
- **Paresia diafragmática:** caso clínicamente sospechoso que se confirma por ecografía por presentar movilidad (aunque menor de 4 mm) de fluctuación diafragmática en el modo M.
- **Dificultad respiratoria:** signos de aumento del trabajo respiratorio, dependencia de oxígeno, retención de CO₂, confirmado con gasometría arterial (PCO₂ >45 mmHg).
- **Grado de hipotermia:** moderada (temperatura rectal entre 21 y 32 °C) o profunda (temperatura rectal entre 15 y 20 °C).
- **Bacteriemia:** hemocultivos positivos sin signos clínicos de infección.
- **Infección asociada al catéter:** hemocultivos positivos con fiebre en niños con catéter central y desaparición de la fiebre tras su retirada.

Protocolos de actuación clínica

- **Criterios de extubación:**
 - Presencia de un gasto cardiaco adecuado.
 - Parámetros gasométricos con oxigenación adecuada a su cardiopatía (según se trate de saturaciones de oxígeno de mezcla o no).
 - Nivel de conciencia acorde con reflejos de protección adecuados de la vía aérea (Glasgow >8).
- **Protocolo de extubación:** administración de 6 dosis de dexametasona intravenosa con 0,6 mg/kg/dosis, cada 6 horas.
- **Indicaciones de plicatura:** fracaso de extubación, dificultad respiratoria persistente tras la extubación y *shunt* cava-pulmonar (Glenn o Fontan).

- **Técnica de plicatura:** se realizó usando un abordaje trans-torácico, mediante toracotomía posterolateral a través del 6.º o 7.º espacio intercostal. La plicatura diafragmática se realizó con dos suturas concéntricas en Ticron 2-0 con lenticinas de Goretex® y puntos sueltos en U de la misma sutura en las zonas que quedaron redundantes.

Análisis estadístico

Las variables de estudio se describen con frecuencias, medianas, medias, desviaciones estándar (DE) y valores extremos (VE). Para la comparación entre grupos se usaron la prueba de Fisher y la prueba de Mann-Whitney. Se consideró un valor de $p < 0,05$.

Los análisis se realizaron con un programa estadístico SPSS (Statistical Package for the Social Sciences for Windows, versión 11.0).

Resultados

Durante el periodo de estudio 1.063 niños fueron intervenidos de cirugía cardíaca. Se diagnosticaron 23 casos de parálisis o paresia diafragmática. De éstos, se excluyó un caso secundario a parálisis neuropática generalizada, no atribuible a la cirugía. La frecuencia global fue del 2,1% (22 de 1.063), con una frecuencia de paresias del 0,5% y de parálisis del 1,6%. De estos 22 casos incluidos, no disponemos de más datos de 1 de ellos, por lo que se presentan los resultados de 21 casos. La edad media de los niños intervenidos de cirugía cardíaca durante el periodo estudiado fue de 15,4 meses (DE: 24,6); la mediana de edad en el grupo de DD fue de 14 días (VE 1 día y 16 meses). De los 21 casos de DD, 20 eran menores de 1 año de edad, 13 de ellos (62%) menores de 1 mes de vida. Los datos demográficos y de la cirugía se recogen en las tablas 1 y 2. En el único caso de nuestra serie en que se realizó toracotomía lateral, se observó concordancia entre la localización de la DD y de la incisión quirúrgica.

El tiempo transcurrido desde la cirugía hasta el diagnóstico de la parálisis fue de 9 días (mediana; VE: 1 y 46 días), estable-

TABLA 1

Datos demográficos y de la cirugía

<i>Disfunción diafragmática (n= 21)</i>	
	<i>Proporción</i>
Sexo: masculino/femenino	11/10
Cirugías cardíacas previas: sí/no	2/19
Esternotomía/toracotomía lateral	20/1
Hipotermia: no/moderada/profunda	2/13/6
CEC: sí/no	20/1
<i>Mediana y valores extremos</i>	
Edad en la cirugía (días)	14 (1 día-16 meses)
Peso (kg)	3,2 (1,4-10,7)
Tiempo CEC (min)	212 (58-324)
Tiempo pinzamiento (min)	65 (28-203)
Tiempo PCC (min)	61 (30-82)
CEC: circulación extracorpórea; PCC: parada cardiocirculatoria.	

ciéndose inicialmente el diagnóstico en 2 casos por radiografía y en los 19 restantes mediante ecografía. El tipo de afectación del diafragma se detalla en la tabla 3. Se realizó plicatura en 13 (62%) de los pacientes (12 transtorácica y 1 abdominal), transcurriendo una mediana de 14 días (VE: 5 y 50 días) desde la cirugía cardíaca hasta la plicatura y 3 días (VE: 1 y 32 días) desde el diagnóstico de la parálisis hasta la plicatura, extubándose a los 4 días (VE: 1 y 33 días). De los 3 casos con afectación diafragmática bilateral, en dos de ellos se plicaron ambos diafragmas y, en el tercer caso, se plicó el lado con parálisis, dejándose el diafragma parético sin plicar. Las indicaciones de plicatura fueron: fracaso de extubación (n= 11) y dificultad respiratoria persistente tras la extubación (n= 2), problemas que se resolvieron en todos los casos tras la plicatura. Los neonatos fueron los que precisaron mayor tiempo de ventilación mecánica invasiva tras el primer intento de extubación, y hubo que realizar plicatura quirúrgica en un mayor porcentaje de los

TABLA 2

Tipo y distribución de la cirugía cardíaca en la que se produjo disfunción diafragmática

<i>n= 21</i>	<i>Cirugía cardíaca previa</i>	<i>Sin cirugía cardíaca previa</i>	<i>Total</i>	<i>(%)</i>
«Switch» arterial		4	4	19
Anastomosis colector de venas pulmonares a aurícula izquierda		3	3	14,3
Estadio I de Norwood		3	3	14,3
Conducto de ventrículo derecho-arteria pulmonar		2	2	9,5
Fístula Blalock-Taussig modificada	1	1	2	9,5
Cierre de defecto septal ventricular		2	2	9,5
Reparación de coartación de aorta		2	2	9,5
Miscelánea	1	2	3	14,3
Miscelánea: anastomosis aórtica término-terminal (1); valvuloplastia (1); anastomosis de Gleen bidireccional (1).				

TABLA 3**Tipo de afectación del diafragma**

<i>n= 21</i>	<i>Número de casos</i>
Parálisis unilateral	13
Derecha	5
Izquierda	8
Paresia unilateral	5
Derecha	1
Izquierda	4
Paresia + parálisis contralateral	2
Parálisis bilateral	1

casos (9 de los 13 neonatos frente a 4 de los 8 niños mayores de 1 mes).

No falleció ningún paciente al que se le hubiera realizado plicatura. Sólo falleció un paciente a los 48 días de la cirugía a causa de una sepsis.

Entre la morbilidad que desarrollaron nuestros pacientes tras el primer intento de extubación (tabla 4), destacaron por su frecuencia las atelectasias, los episodios de bacteriemia, los derrames pleurales, las neumonías y las infecciones asociadas a catéter. La duración de la asistencia respiratoria puede verse en la tabla 5. Todos los pacientes fueron dados de alta de la UCIP sin necesidad de CPAP nasal.

Se compararon las paresias con las parálisis diafragmáticas (tabla 6). No se encontraron diferencias ni en los datos demográficos y de la cirugía ni en la morbilidad, pero se comprobó que las parálisis se asociaban a un mayor tiempo de ventilación mecánica y de estancia hospitalaria.

Se analizaron los casos en los que se estableció el diagnóstico de DD de manera precoz (primeros 10 días tras la cirugía) comparándolos con aquellos en los que se hizo de manera tardía, en función de si eran parálisis o paresias. Se observó que en las parálisis diagnosticadas de manera precoz (tabla 7), el tiempo de ventilación mecánica tras el primer intento de extubación era menor que en aquellas diagnosticadas de manera tardía.

TABLA 4**Morbimortalidad después del primer intento de extubación**

<i>n= 21</i>	<i>Frecuencia</i>
Necesidad de antibiótico: sí/no	16/5
Reintubación: sí/no	18/3
Atelectasia	15
Bacteriemia	11
Derrame pleural	10
Neumonía	9
Infección asociada a catéter	6
Neumotórax	3
Mortalidad precoz (<30 días poscirugía)	0
Mortalidad al año	1

TABLA 5**Soporte respiratorio y estancia hospitalaria**

<i>n= 21</i>	<i>Mediana y valores extremos</i>
VM (días)	14 (1-58)
CPAP (días)	3 (0-21)
VM tras primer intento de extubación (días)	7 (0-38)
Estancia en UCIP (días)	28 (2-67)
Estancia hospitalaria (días)	45 (6-130)

CPAP: presión continua en la vía aérea; UCIP: unidad de cuidados intensivos pediátricos; VM: ventilación mecánica.

También se compararon los casos de parálisis en los que se realizó plicatura quirúrgica con aquellos en los que se realizó tratamiento conservador (tabla 8). No se encontraron diferencias en la morbilidad, en la necesidad de ventilación mecánica ni en el tiempo de estancia hospitalaria.

TABLA 6**Comparación del soporte respiratorio y estancia hospitalaria de las paresias frente a las parálisis diafragmáticas**

	<i>Paresia (n= 5)</i>	<i>Parálisis (n= 16)</i>	<i>p*</i>
	<i>Mediana y valores extremos</i>		
VM (días)	8 (1-17)	19 (1-58)	0,043
CPAP (días)	5 (0-21)	3 (0-19)	0,58
VM tras el primer intento de extubación (días)	3 (0-7)	11,5 (1-38)	0,01
Estancia en UCIP (días)	12 (2-33)	34 (2-67)	0,047
Estancia hospitalaria (días)	20 (6-45)	47,5 (10-130)	0,023

CPAP: presión continua en la vía aérea; UCIP: unidad de cuidados intensivos pediátricos; VM: ventilación mecánica.

*Test de Mann-Whitney.

TABLA 7

Comparación de la morbilidad, duración de la ventilación mecánica y tiempo de ingreso en las paresias diagnosticadas de manera precoz y tardía

Parálisis (n= 16)	Precoz (n= 11)	Tardía (n= 5)	p
<i>Frecuencia (%)</i>			
Atelectasia	9	3	0,54*
Bacteriemia	6	4	0,58*
Derrame pleural	3	3	0,23*
Neumonía	4	3	0,28*
Infección asociada a catéter	3	3	0,32*
Neumotórax	1	2	0,15*
<i>Mediana y valores extremos</i>			
Duración VM (días)	14 (1-58)	45 (18-58)	0,054**
Duración VM tras primer intento de extubación (días)	7 (1-35)	35 (13-38)	0,019**
Duración CPAP (días)	3 (0-19)	0 (0-18)	0,72**
Estancia en UCIP (días)	28 (2-58)	48 (22-67)	0,12**
Estancia hospitalaria (días)	47 (10-90)	48 (30-130)	0,57**

CPAP: presión continua en la vía aérea; UCIP: unidad de cuidados intensivos pediátricos; VM: ventilación mecánica. *Test exacto de Fisher. **Test de Mann-Whitney.

TABLA 8

Tratamiento quirúrgico (plicatura) de las parálisis diafragmáticas

	Plicatura (n= 13)	No plicatura (n= 3)
<i>Frecuencia (%)</i>		
Unilateral	10	3
Bilateral		
Paresia con parálisis contralateral	2	0
Parálisis bilateral	1	0

Discusión

En la actualidad, la DD es una complicación poco frecuente de los pacientes intervenidos de cirugía cardíaca. En nuestro estudio, la frecuencia de DD fue del 2,1%, lo que se corresponde con lo descrito en otras series⁵. Las complicaciones asociadas a la DD son mayores cuanto menor es la edad del paciente, algo que se confirma en nuestra serie, pues el 95% de los casos eran menores de 1 año.

El mecanismo exacto de la lesión del nervio frénico es difícil de determinar en muchos de los casos. En nuestro estudio, intentamos hacer una aproximación a posibles factores asociados al desarrollo de DD, para lo cual recogimos una serie de datos del paciente y de la cirugía que previamente habían sido descritos en otros estudios como posibles factores etiológicos o factores de riesgo, como la exposición a soluciones frías (como líquido de cardioplejía a baja temperatura)^{2,6}. Además, se ha descrito en pacientes con antecedentes de cirugías cardíacas

previas⁵, con cifras en la bibliografía del 9-49%¹. Este aumento del riesgo parece relacionado con la dificultad de preparar las estructuras anatómicas debido a las adherencias fibrosas, que hacen que el nervio frénico sea indetectable y/o vulnerable a lesiones involuntarias debidas a disección, contusión o lesión térmica. En nuestra serie, en el 28,5% de los casos se había empleado hipotermia profunda durante la cirugía, y en el 9,5% había antecedentes de cirugía cardíaca previa, aunque no pudimos analizar el riesgo por no disponer de estos datos en los niños sin DD.

La disfunción diafragmática ocurre con mayor frecuencia tras determinadas operaciones^{3,7,8}. Las cirugías cardíacas abiertas que predisponen a la PD son aquellas que requieren la resección del timo para una visión quirúrgica más clara², la extracción de pericardio y/o una exposición amplia de los grandes vasos^{9,10}. En nuestro centro, se realiza una resección parcial del timo en todos los casos en los que el abordaje es por esternotomía media. Entre nuestros pacientes predominaron el *switch* arterial, la anastomosis del colector de las venas pulmonares a la aurícula izquierda y el estadio I de Norwood, coincidiendo con lo descrito en otras series^{9,11,12}. Los pacientes con operación de Fontan extracardiaco constituyen otro grupo con alto riesgo de complicaciones secundarias a la parálisis diafragmática¹³. Por este motivo, en nuestra unidad consideramos la PD en niños tras la anastomosis de Glenn o con circulación de Fontan como una indicación de plicatura quirúrgica del diafragma, incluso si el niño está en una situación respiratoria estable. En esta serie no tuvimos ningún caso de Fontan diagnosticado de PD, y hubo un caso de anastomosis de Glenn con PD, que no se plicó por tratarse de una PD derecha con escasa repercusión hemodinámica, que permitió la extubación a las 24 horas de la cirugía, sin necesidad de CPAP.

El diagnóstico temprano de DD es difícil, ya que la mayor parte de los pacientes están en ventilación mecánica con presión positiva, lo que mantiene el diafragma en posición normal. Es habitual que el primer intento de extubación sea difícil o fracase^{2,5}, y los síntomas clínicos normalmente aparecen en el momento de extubar al paciente. La hipoventilación en la auscultación y la elevación del hemidiafragma en la radiografía de tórax^{3,14} llevarán al médico a confirmar la DD con otras herramientas, como ultrasonidos, fluoroscopia y electromiograma², reservándose este último para los casos de parálisis bilaterales en las que se sospecha una etiología no relacionada con la cirugía. Tras observar un hemidiafragma elevado en una radiografía, deben realizarse inmediatamente más pruebas diagnósticas. En los pacientes con PD bilateral, la radiografía de tórax no va a ser útil para el diagnóstico. La radioscopia en respiración espontánea ha sido hasta hace unos años el método diagnóstico de confirmación, pero la ecografía ha demostrado igual efectividad y mayor sencillez que la radioscopia sin necesidad de radiar al paciente y sin tener que trasladarlo¹⁵⁻¹⁷, por lo que ha desplazado a la radioscopia y al electromiograma⁵. En todos los neonatos con cardiopatías complejas de nuestro estudio se realizó una ecografía diafragmática tras el primer fracaso de extubación según nuestro protocolo de diagnóstico de DD. Según los datos de la bibliografía, para conseguir un diagnóstico precoz de esta patología habría que considerar incluir en dicho protocolo la realización de ecografía diafragmática en respiración espontánea. En nuestra serie, observamos un marcado predominio de la afectación del diafragma izquierdo (12 casos) frente al derecho (6 casos), lo que concuerda con lo descrito en la bibliografía⁵.

El tratamiento de la DD debe ser inicialmente conservador, colocando al paciente en posición semiincorporada para favorecer el descenso de la cúpula diafragmática, aumentando así la capacidad residual funcional³. Otros precisan ventilación mecánica¹⁸⁻²⁰ para mantener una capacidad residual suficiente. El porcentaje de pacientes tratados con plicatura quirúrgica es mayor al descrito en otras series^{2,12}, lo que se explica en parte por ser el 95% de los casos menores de 1 año (62% menores de 30 días de vida), que es el grupo de mayor riesgo y, por tanto, en el que está más indicado el tratamiento quirúrgico de la DD.

El estado funcional respiratorio es uno de los factores más importantes que van a influir en la mortalidad y, sobre todo, en la morbilidad de los niños sometidos a cirugía cardíaca; la DD es una complicación importante con efectos negativos en la situación pulmonar^{2,21}.

La prevalencia varía según las distintas series. Algunos autores señalan hasta un 79% de complicaciones, y las de nuestra serie coinciden con las descritas en la bibliografía. Aunque algunos autores han referido que los pacientes con PD presentan un aumento de mortalidad de hasta un 10%³, en nuestra serie ninguno de los pacientes falleció por una complicación asociada, si bien hay que tener en cuenta que, en aquellos con mayor riesgo, se realizó tratamiento quirúrgico mediante plicatura.

Aunque no existen ensayos clínicos controlados y aleatorizados en niños, y menos en neonatos, la plicatura quirúrgica es hoy en día ampliamente aceptada como tratamiento de la PD²², especialmente en niños menores de 1 año. Sin embargo, aún existe controversia sobre cuándo es el mejor momento para realizarla. Algunos autores recomiendan esperar 1-6 semanas por la potencial recuperación espontánea del diafragma^{1-4,8,11,23-25}, pero la plicatura tardía puede verse amenazada por la atrofia del diafragma, que impediría el éxito del tratamiento quirúrgico¹. Así, otros autores sugieren que la decisión de la plicatura debe basarse en el estado respiratorio del paciente, y recomiendan la plicatura quirúrgica precoz^{7,10,12,26-28} basándose en que ha demostrado que facilita la extubación precoz sin interferir en la recuperación diafragmática espontánea^{10,12,29}.

El impacto de la plicatura en la duración de la ventilación mecánica y la estancia hospitalaria, en los casos con parálisis, no puede valorarse en nuestra muestra, pues los pacientes que no se plicaron tienen una mediana de edad mucho mayor que, como ya hemos visto, se asocia a una menor repercusión clínica de la parálisis y a una menor necesidad de ventilación mecánica. Otras series sí que han descrito una reducción significativa en los casos en que se realizó plicatura^{1,7,10,30}.

Akay et al.² opinan que la recuperación espontánea del diafragma es muy rara, y que el tratamiento quirúrgico no debe realizarse pasados 10 días de la cirugía cardíaca, especialmente en menores de 1 año.

Como conclusión, cabe señalar que la disfunción diafragmática tiene una frecuencia baja y afecta fundamentalmente a neonatos, quienes precisan mayor tiempo de ventilación mecánica y tratamiento quirúrgico mediante plicatura. A todo neonato intervenido de una cardiopatía compleja debería realizarse una ecografía diafragmática en respiración espontánea previa a su extubación, para así establecer el diagnóstico de manera precoz, con el objetivo de reducir el tiempo de ventilación mecánica y la morbilidad asociada. ■

Bibliografía

- Joho-Arreola AL, Bauersfeld U, Stauffer UG, Baenziger O, Bernet V. Incidence and treatment of diaphragmatic paralysis after cardiac surgery in children. *Eur J Cardiothorac Surg.* 2005; 10(3): 160-166.
- Akay TH, Ozkan S, Gultekin B, Uguz E, Varan B, Sezgin A, et al. Diaphragmatic paralysis after cardiac surgery in children: incidence, prognosis and surgical management. *Pediatr Surg Int.* 2006; 22(4): 341-346.
- Vázquez López P, Medrano López C, Serrano Madrid M, López-Herce Cid J, Alcaraz Romero A, Zabala Arguelles I, et al. Parálisis diafragmática en el postoperatorio de cirugía cardíaca en la infancia. *An Esp Pediatr.* 1996; 45: 591-596.
- Dagan O, Nimri R, Katz Y, Birk E, Vidne B. Bilateral diaphragm paralysis following cardiac surgery in children: 10-years' experience. *Intensive Care Med.* 2006; 32(8): 1.222-1.226.
- Lemmer J, Stiller B, Heise G, Hubler M, Alexi-Meskishvili V, Weng Y, et al. Postoperative phrenic nerve palsy: early clinical implications and management. *Intensive Care Med.* 2006; 32: 1.227-1.228.

6. Marco JD, Hahn JW, Barrer HB. Topical cardiac hypothermia and phrenic nerve injury. *Ann Thorac Surg.* 1977; 23: 235-237.
7. Van Onna IEW, Metz R, Jekel L, Wooley SR, van de Wal HJCM. Post cardiac surgery phrenic nerve palsy: value of plication and potential for recovery. *Eur J Cardiothorac Surg.* 1998; 14: 179-184.
8. Mok Q, Ross-Russell R, Mulvey D, Green M, Shinebourne EA. Phrenic nerve injury in infants and children undergoing cardiac surgery. *Br Heart J.* 1991; 65: 287-292.
9. Watanabe T, Trusler GA, Williams WG, Edmonds JF, Coles JG, Hosokawa Y. Phrenic nerve paralysis after paediatric cardiac surgery. *J Cardiovasc Surg.* 1987; 94: 383-388.
10. Shoemaker R, Palmer G, Brown JW, King H. Aggressive treatment of acquired phrenic paralysis in infants and small children. *Ann Thorac Surg.* 1981; 32(3): 250-259.
11. Kunovsky P, Gibson GA, Pollock JC, Stejskal L, Houston A, Jamieson MPG. Management of postoperative paralysis of diaphragm in infants and children. *Eur J Cardiothorac Surg.* 1993; 7: 342-346.
12. Leeuw M, Williams JM, Freedom RM, Williams WG, Shemie SD, McCrindle BW. Impact of diaphragmatic paralysis after cardiothoracic surgery in children. *J Thorac Cardiovasc Surg.* 1999; 118: 510-517.
13. Ovroutski S, Alexi-Meskishvili V, Stiller B, Ewert P, Abdul-Khalik H, Lemmer J, et al. Paralysis of the phrenic nerve as a risk factor of suboptimal Fontan hemodynamics. *Eur J Cardiothorac Surg.* 2005; 27(4): 561-565.
14. Cheta A, Rehman AK, Moxham J, Carr DH, Polkey MI. Chest radiography cannot predict diaphragm function. *Respir Med.* 2005; 99(1): 39-44.
15. Balaji S, Kunovsky P, Sullivan I. Ultrasound in the diagnosis of diaphragmatic paralysis after operation for congenital heart disease. *Br Heart J.* 1990; 64: 20-22.
16. Houston JG, Fleet M, Cowan MD, Mc Millan NC. Comparison of ultrasound with fluoroscopy in the assessment of suspected hemidiaphragmatic movement abnormality. *Clin Radiol.* 1995; 50: 95-98.
17. Gerscovich EO, Cronan M, McGahan JP, Jain K, Jones CD, McDonald C. Ultrasonographic evaluation of diaphragmatic motion. *J Ultrasound Med.* 2001; 20(6): 597-604.
18. Lynn AM, Jenkins JG, Edmons JF, Burns JE. Diaphragmatic paralysis after paediatric cardiac surgery: a retrospective analysis of 34 cases. *Crit Care Med.* 1983; 11: 280-283.
19. Hoch B, Zschocke A, Barth H, Leonhardt A. Bilateral diaphragmatic paralysis after cardiac surgery: ventilatory assistance by nasal mask continuous positive airway pressure. *Paediatr Cardiol.* 2001; 22(1): 77-79.
20. Tokuda Y, Matsumoto M, Sugita T, Nishizawa J. Nasal mask bilevel positive airway pressure ventilation for diaphragmatic paralysis after paediatric open-heart surgery. *Paediatr Cardiol.* 2004; 25(5): 552-553.
21. Serraf A, Planche C, Lacour Cayet F, Bruniaux J, Nottin R, Bidet JP. Postcardiac surgery phrenic nerve palsy paediatric patients. *Eur J Cardiothorac Surg.* 1990; 4: 421-424.
22. Ciccollella D, Daly B, Celli B. Improved diaphragmatic function after surgical plication for unilateral diaphragmatic paralysis. *Am Rev Respir Dis.* 1992; 146: 797-799.
23. Commare MC, Kurstjens SP, Barois A. Diaphragmatic paralysis in children: a review of 11 cases. *Paediatr Pulmonol.* 1994; 18: 187-193.
24. Affatato M, Villagra F, De León JP, Gómez R, Checa SL, Vellibre D, et al. Phrenic nerve paralysis following paediatric cardiac surgery. Role of a diaphragmatic plication. *J Cardiovasc Surg.* 1988; 29: 606-609.
25. Abad P, Lloret J, Martínez Ibáñez V, Patino B, Boix-Ochoa J. Parálisis diafragmática: patología al alcance del cirujano pediátrico. *Cir Pediatr.* 2001; 14(1): 21-24.
26. Stone KS, Brown JW, Canal DF, King H. Long-term fate of the diaphragm surgically plicated during infancy and early childhood. *Ann Thorac Surg.* 1987; 44: 62-65.
27. Hamilton JR, Tocewicz K, Elliot MJ, De Leval M, Stara J. Paralyzed diaphragm after cardiac surgery in children: value of plication. *Eur J Cardiothorac.* 1990; 4: 487-490.
28. Langer JC, Filler RM, Coles J, Edmons JF. Plication of the diaphragm for infants and young children with phrenic nerve palsy. *J Paediatr Surg.* 1988; 23: 749-751.
29. Kizilcan F, Tanyel FC, Hicsonmez A, Buyukpamukcu N. The long-term results of diaphragmatic plication. *J Paediatr Surg.* 1993; 28(1): 42-44.
30. Zhao HX, D'Agostino RS, Pitlick PT, Shumway NE, Miller C. Phrenic nerve injury complicating closed cardiovascular surgical procedures for congenital heart disease. *Ann Thorac Surg.* 1985; 39(5): 445-449.