

Parálisis diafragmática en el postoperatorio de cirugía cardíaca en la infancia

P. Vázquez López, C. Medrano López, M. Serrano Madrid, J. López-Herce Cid, A. Alcaraz Romero, I. Zabala Argüelles, R. Arcas Meca.

Resumen. *Introducción:* El objetivo de nuestro trabajo ha sido estudiar la incidencia, factores patogénicos, repercusión clínica y tratamiento de la parálisis diafragmática (PD) en el postoperatorio de cirugía cardíaca (CC) en la infancia.

Pacientes y métodos: Se estudiaron retrospectivamente los 556 niños sometidos a CC entre los años 1990 y 1994. La PD fue diagnosticada por la elevación persistente de uno o ambos hemidiafragmas en la radiografía de tórax.

Resultados: Se diagnosticó PD en 13 pacientes (2.3%) de edades entre 3 días y 13 años. Las intervenciones quirúrgicas más frecuentes fueron cierre de comunicación interauricular con parche pericárdico (3casos) y fístulas sistémico-pulmonares (3casos). Los otros casos, 2 correcciones anatómicas de D-trasposición de Grandes Vasos, 1 corrección de Drenaje Venoso Pulmonar Anómalo, 1 corrección completa de Tetralogía de Fallot, 1 ampliación con parche en Coartación aórtica y Estenosis aórtica, 1 sección de estenosis en estenosis Subpulmonar en D-trasposición de Grandes Vasos, y una Implantación de marcapasos. No existió diferencia en la incidencia de PD entre las cirugías realizadas mediante circulación extracorpórea y las cirugías cerradas. La PD fue derecha en 7 casos, sin existir ninguna PD bilateral. Existió concordancia entre el lado de la parálisis y el de la incisión torácica, no existiendo relación con la localización de la vía central canalizada. El diagnóstico se realizó mediante radiografía de tórax, confirmándose en 6 pacientes por radioscopia y en 2 por ecografía. 3 pacientes precisaron prolongación de la ventilación mecánica debido a la PD y 1 plicatura diafragmática. 2 niños fallecieron por causas no relacionadas con la PD. Ningún paciente presentó manifestaciones clínicas a largo plazo secundarias a la PD.

Conclusión: La PD es una complicación poco frecuente de la CC en la infancia que debe sospecharse cuando no se puede disminuir la asistencia respiratoria sin que exista otra causa cardíaca o pulmonar que lo justifique.

An Esp Pediatr 1996;45:591-596.

Palabras clave: Parálisis diafragmática; Cirugía cardíaca; Niños; Cuidados intensivos; Plicatura diafragmática.

DIAPHRAGMATIC PARALYSIS AFTER PEDIATRIC CARDIAC SURGERY

Abstract. *Objective:* The purpose of our study was to determine the incidence, pathological features, clinical relevance and treatment of diaphragmatic paralysis (DP) after pediatric cardiac surgery.

Sección de Cuidados Intensivos Pediátricos. Sección de Cardiología infantil. Sección de Cirugía Cardiovascular. Departamento de Pediatría y Cirugía Pediátrica. Hospital General Universitario "Gregorio Marañón", Madrid.
Correspondencia: J. López-Herce Cid.
C/Dr Castelo 49. 28009 Madrid.
Recibido: Octubre 1995
Aceptado: Febrero 1996

Patients and methods: Five hundred fifty-six children who had undergone cardiac surgery between 1990 and 1994 were retrospectively analyzed. Persistent raising of one or both hemidiaphragms on chest x-ray films lead to the diagnosis in all cases.

Results: Diaphragmatic paralysis was diagnosed in 13 patients (2.3%) ranging from 3 days to 13 years of age. Atrial septal defect closure (3 cases) and systemic-pulmonary shunt derivations (3 cases) were the type of operations most frequently involved. The other cases included, 2 arterial switch in transposition of the great vessels, 1 repair of total anomalous pulmonary venous drainage, 1 tetralogy of Fallot repair, 1 coarctation and aortic stenosis repair, 1 resection of subpulmonary stenosis of transposition of the great vessels and 1 pacemaker implantation. There was no significant association with the use of extracorporeal circulation. There were seven cases of right hemidiaphragmatic paralysis, but no bilateral paralysis was found. Ipsilateral thoracotomy section concordance was found in all patients and no relation with central venous line placement was found. Diagnosis was made by chest x-ray in all cases, and further confirmation was done using fluoroscopy in 6 patients and ultrasound studies in 2. Prolonged mechanical ventilation was needed in 3 patients, and one patient required diaphragmatic plication. No long term complications were found.

Conclusions: Diaphragmatic paralysis is a rare complication of pediatric cardiac surgery which must be suspected when failed attempts of respiratory weaning, not attributable to cardiac or pulmonary problems, are present.

Key words: Diaphragmatic paralysis. Cardiac surgery. Children. Intensive care. Diaphragmatic plication.

Introducción

La parálisis diafragmática (PD) secundaria a la lesión del nervio frénico es una causa bien conocida de insuficiencia respiratoria en la infancia⁽¹⁻⁷⁾. La lesión del nervio frénico puede ser debida a trauma obstétrico⁽⁴⁻⁶⁾, infección⁽⁷⁾, trauma o cirugía del cuello, cirugía torácica^(2,4,6,8-10), o abdominal^(11,12), canalización de la vena yugular interna^(13,14) y colocación de drenaje torácico⁽¹⁵⁾. El mecanismo de la lesión del nervio frénico puede ser por sección, tracción o estiramiento del nervio^(3,16-20), isquemia por la manipulación de la arteria mamaria interna, electrocauterización⁽¹⁾, o hipotermia debido al uso de hielo o soluciones frías de lavado pericárdico^(14,18,20-23).

Existen pocos trabajos que hayan estudiado la incidencia y los factores patogénicos implicados en la PD secundaria a la cirugía cardíaca en la infancia, no habiendo encontrado ningún estudio realizado en nuestro país^(1-3,8,16,23,24). La incidencia varía según las series entre un 0,5 y un 10,5%^(1-3,8,16,23,24,25). Esta gran variabilidad depende del tipo de estudio realizado (prospectivo o

Tabla I Características clínicas de los pacientes y de la cirugía

Caso	Edad	Sexo	Peso (kg)	Patología	Tipo de cirugía	Tiempo de Cirugía (min)	Tiempo de CEC (min)
1	2m	V	5,1	VDDS + D-Trasposición de Grandes Vasos + CIV + Estenosis pulmonar +Divertículo cardiaco	Fístula Subclavia Pulmonar I	150	0
2	3a	V	15	Comunicación Interauricular + DVP anómalo	Cierre CIA + Corrección DVP	120	20
3	1m	V	5,1	Tetralogía Fallot	Fístula Subclavio Pulmonar D	ND	0
4	3m	V	5,9	D-Trasposición de Grandes Vasos + CIV	Corrección fisiológica	285	65
5	4a	V	ND	Coartación Aorta + Estenosis aórtica	Ampliación parche	240	30
6	1a	V	12	Tetralogía Fallot	Corrección completa	330	75
7	3a	M	12	Comunicación Interauricular	Cierre con parche	210	30
8	11a	V	47	Comunicación Interauricular	Cierre con parche	240	35
9	4d	M	3,6	Estenosis Pulmonar	Fístula Subclavia Pulmonar D	240	0
10	13d	M	3,4	D-Trasposición de Grandes Vasos	Corrección anatómica	390	ND
11	1a	M	8,3	Bloqueo AuriculoVentricular Completo	Implantación marcapasos	100	0
12	13a	V	40	D-Trasposición de Grandes Vasos + E SubP	Sección Estenosis	240	ND
13	3d	M	3,0	Drenaje Venoso Pulmonar Anómalo	Corrección DVP	ND	ND

* ,min: minutos, d: días, m: mes, a: años, V: varones, M: mujeres. kg: kilogramos. DVP: Drenaje Venoso Pulmonar Anómalo, CIV: Comunicación Interverricular, E SubP: Estenosis subpulmonar. CIA: Comunicación Interauricular, VDDS: Ventrículo derecho de doble salida, I: Izquierda, D: Derecha. ND: no hay datos. CEC: Circulación extracorpórea.

retrospectivo), el tipo de cirugía, la edad de los pacientes, y los métodos diagnósticos utilizados, ya que aunque en estudios prospectivos que han utilizado métodos diagnósticos sofisticados la incidencia de disfunción diafragmática se encuentra alrededor del 10%⁽²¹⁾, tan sólo en un 1-3% de los pacientes la PD produce sintomatología clínica^(1,4). El diagnóstico de la PD en el postoperatorio de cirugía cardiovascular puede verse dificultado debido a que la sintomatología clínica es muy variable, desde pacientes asintomáticos a insuficiencia respiratoria severa, presentándose frecuentemente como dificultad de retirada de ventilación mecánica. A los métodos diagnósticos clásicos (clínica, radiología convencional y radioscopia)^(1,3,5-7,16,20,24), se han añadido en los últimos años la ecografía^(1,24), pruebas de función pulmonar⁽²²⁾ y la electromiografía^(1,3,17,26,27), que permiten un diagnóstico más sensible y específico a la cabecera del paciente.

El objetivo de nuestro trabajo ha sido estudiar la incidencia, factores patogénicos, repercusión clínica y evolución de la PD en el postoperatorio de cirugía cardiovascular en la infancia.

Material y métodos

Se revisaron retrospectivamente las historias clínicas de los 556 pacientes pediátricos sometidos a cirugía cardíaca durante un periodo de 5 años, de 1990 a 1994, seleccionando los pacientes diagnosticados de parálisis diafragmática (PD).

La parálisis diafragmática fue definida por la elevación per-

sistente de uno o los dos hemidiafragmas en la radiografía simple de tórax. Se descartaron otras patologías que pudieran dar imágenes radiológicas similares como derrame pleural, lobulación diafragmática, secuestro pulmonar o atelectasia del lóbulo inferior.

En todos los pacientes se analizaron la edad, sexo, diagnóstico, tipo de cirugía, localización de la incisión torácica, técnica quirúrgica realizada, tiempos de cirugía, necesidad de circulación extracorpórea (CEC), hipotermia, localización de las vías venosas centrales, clínica atribuible a la parálisis, exploraciones diagnósticas realizadas, tiempo de ventilación mecánica, necesidad y tiempo de CPAP nasal, tratamiento quirúrgico de la parálisis diafragmática, duración de la estancia en la unidad de cuidados intensivos pediátricos (UCIP) y duración de la parálisis diafragmática.

Se realizó un análisis estadístico de los resultados con el programa informático Starview, utilizando test de chi-cuadrado para comparación de variables cualitativas y test de regresión simple para asociación de variables cualitativas y cuantitativas.

Resultados

Trece de los 556 pacientes analizados presentaron parálisis diafragmática postcirugía cardíaca (incidencia 2,3%), siendo 8 niños y 5 niñas (62% vs 38%), con edad media de 34 meses (rango de 3 días a 13 años).

Tabla II Concordancia entre la localización de la parálisis, incisión quirúrgica y vías centrales canalizadas

Caso	Parálisis	Incisión quirúrgica tórax	Concordancia	Vía Central	Concordancia
1	Izquierda	Izquierda	+	Vena Yugular Derecha	-
2	Izquierda	Esternal media	o	Venas Yugulares Derecha e Izquierda	o
3	Derecha	Derecha	+	Vena Yugular Derecha	+
4	Izquierda	Esternal media	o	Vena Yugular Derecha	-
5	Izquierda	Izquierda	+	Vena Yugular Derecha	-
6	Derecha	Esternal media	o	Vena Yugular Derecha	+
7	Derecha	Esternal media	o	Vena Yugular Derecha	+
8	Izquierda	Esternal media	o	Vena Yugular Izquierda	+
9	Derecha	Derecha	+	Venas Yugular y Subclavia Derechas	+
10	Derecha	Esternal media	o	Vena Yugular Izquierda	-
11	Izquierda	Izquierda	+	No vía central	o
12	Derecha	Esternal media	o	Vena Yugular Derecha	+
13	Derecha	Esternal media	o	Vena Femoral Derecha	o

* +: concordancia, parálisis del mismo lado. o: indiferente. -: no concordancia, parálisis del lado contralateral.

Las características clínicas de los pacientes y la cirugía realizada vienen reflejadas en la tabla I. De los 13 pacientes 3 estaban diagnosticados de comunicación interauricular (CIA), 3 de D-trasposición de las grandes arterias (D-TGA), 2 de tetralogía de Fallot (TF) y el resto, 5, Pentalogía de Cantrell (Ventrículo derecho de doble salida, D-TGA, Comunicación interventricular, Estenosis Pulmonar y Divertículo cardíaco), Coartación de Aorta con Estenosis aórtica, Estenosis pulmonar, Drenaje Venoso Pulmonar Anómalo y Bloqueo AuriculoVentricular Completo. La cirugía se realizó mediante CEC en 8 casos (62%), lo que representa una tasa del 2,5% de los procedimientos con CEC realizados en ese periodo (8/317). Frente a ellos hubo 5 sin CEC, con una tasa de 2,1% del total de estos procedimientos (5/239), lo que indica que no hubo diferencias significativas ($p = 0,73$) en la incidencia de PD entre los procedimientos con o sin CEC. Los procedimientos quirúrgicos más frecuentemente relacionados con la PD fueron las fístulas sistémico-pulmonares y los cierres con parche de pericardio de CIA, con 3 casos cada uno. La duración media de las intervenciones quirúrgicas fue de 3 horas 51 minutos (rango 1h 40min a 6h 30min), el tiempo medio de CEC fue de 52 minutos (de 20 a 90) y la temperatura media de hipotermia en los casos que se realizó alcanzó los $20 \pm 5^\circ\text{C}$.

La localización de la PD fue derecha en 7 pacientes (54%) e izquierda en 6 (46%), no encontrando ningún caso de afectación bilateral. En los 5 casos en que se realizó toracotomía lateral existió concordancia de la PD con la localización de la incisión quirúrgica. No existió relación entre la situación de las vías venosas centrales canalizadas y la localización de la PD (Tabla II). No encontramos diferencias significativas entre la localización derecha o izquierda de la PD y el tiempo o tipo de cirugía, la sintomatología clínica, las terapias aplicadas, el tiempo de estancia en UCIP o la evolución posterior.

En 8 pacientes (62%) existía sospecha clínica de PD por di-

ficultad respiratoria o imposibilidad de extubación y en 5 (38%) la PD fue un hallazgo radiológico. Encontramos otras alteraciones pulmonares asociadas en 8 pacientes: atelectasias (4 casos), neumotórax (3 casos), derrame pleural (3 casos), que en algunos pacientes podrían justificar la dificultad respiratoria o la necesidad de ventilación mecánica. El diagnóstico se realizó mediante la radiografía de tórax en los 13 pacientes y se confirmó en 6 (46%) mediante radioscopia y en 2 (15%) por ecografía (tabla III).

Todos los niños, excepto uno (paciente nº11) al que se le implantó un marcapasos, precisaron inicialmente ventilación mecánica que se mantuvo una media de 7,9 días. Sólo en 3 pacientes (23%), casos nº 9, 10 y 13, la PD fue la responsable de la prolongación de la ventilación mecánica (de 7 a 50 días). Estos pacientes fueron los de menor edad (menores de 13 días). En 4 pacientes (30%) se utilizó CPAP nasal tras la ventilación mecánica, con una media de 27 ± 15 horas (de 12 a 48 h). Sólo en un caso (paciente nº 13) tras 50 días de ventilación mecánica y fracaso de la extubación se realizó plicatura diafragmática, consiguiéndose extubar 48 horas después sin presentar dificultad respiratoria posterior (tabla IV).

La estancia media en UCIP de estos pacientes fue de 11,8 días (rango de 2 a 63 días) y la duración de la PD en el seguimiento posterior de 5,1 meses (de 0,2 a 30 m) sin presentar ningún paciente sintomatología clínica respiratoria secundaria a la PD. Dos pacientes fallecieron (casos nº 3 y 9) de patología no relacionada con la PD (tabla IV).

Discusión

La incidencia de PD encontrada en nuestro estudio, 2,3%, es similar a la de otras series pediátricas^(1-3,8,16,23,24), aunque teniendo en cuenta las características retrospectivas de nuestro análisis y los métodos diagnósticos utilizados, la incidencia real de disfunción diafragmática en nuestros pacientes probable-

Tabla III Clínica, métodos diagnósticos y patología pulmonar asociada

Caso	Sospecha clínica	Métodos de diagnóstico	Patología pulmonar asociada
1	SI	Radiografía simple de tórax/ Radioscopia	NO
2	NO	Radiografía simple de tórax/ Radioscopia	Derrame Pleural Derecho/ Neumonía hemitórax derecho
3	SI	Radiografía simple de tórax/ Radioscopia	NO
4	SI	Radiografía simple de tórax/ Radioscopia	Atelectasia Lóbulo Superior Izquierdo
5	SI	Radiografía simple de tórax	NO
6	NO	Radiografía simple de tórax/ Ecografía	NO
7	NO	Radiografía simple de tórax/ Radioscopia	Neumotórax Izquierdo
8	NO	Radiografía simple de tórax	Atelectasia Lóbulo Inferior Izquierdo/ Neumotórax Derecho
9	SI	Radiografía simple de tórax	Atelectasia Lóbulo Superior Derecho/ Neumotórax Derecho
10	SI	Radiografía simple de tórax/ Ecografía	Atelectasia Lóbulo Superior Derecho
11	NO	Radiografía simple de tórax/ Radioscopia	Derrame pleural Izquierdo
12	SI	Radiografía simple de tórax	Derrame pleural Derecho
13	SI	Radiografía simple de tórax	NO

mente sea superior. Aunque la sección del nervio frénico durante la apertura del mediastino o la manipulación quirúrgica es la causa más grave de PD postquirúrgica, este hecho actualmente es excepcional. Los mecanismos más frecuentemente implicados en la lesión del nervio frénico durante la cirugía cardíaca son la tracción, estiramiento o compresión del mismo durante la manipulación quirúrgica^(3,16-20) y el efecto de la baja temperatura del líquido de cardioplejia o la aplicación tópica del hielo sobre el pericardio^(14,18,20-23). En nuestra serie encontramos una coincidencia en la localización de la parálisis con respecto a la localización de la incisión quirúrgica en los pacientes en que se realizó toracotomía, sin encontrar mayor frecuencia de la parálisis del hemidiafragma izquierdo como en otras series⁽¹⁸⁾. Algunos autores refieren que la parálisis del nervio frénico es más frecuente en la realización de fístulas sistémico-pulmonares, sepectomía auricular, cerclaje de la arteria pulmonar o ligadura del ductus^(3,8,16), debido a que en estos procedimientos se realiza una disección en la proximidad del recorrido del nervio frénico. En nuestro estudio en un 25% de los pacientes se había realizado una fístula sistémico-pulmonar, en otro 25% cierre de CIA con parche pericárdico, en el 17% corrección de D- TGA y el 17% ampliación del tracto de salida del ventrículo derecho. Por otra parte, pensamos que la hipotermia y los líquidos de cardioplejia probablemente no hayan sido un factor etiológico importante en nuestros pacientes ya que encontramos una incidencia similar de PD en las cirugías cerradas y las realizadas mediante circulación extracorpórea.

Las manifestaciones clínicas de la PD dependen del grado de lesión del nervio, de la edad del paciente y del estado cardiovascular y respiratorio^(1-7,10,14,18,20). En algunos casos, principalmente en niños mayores y adultos^(10,14,18,20) con PD unilateral, ésta puede pasar desapercibida al no producir síntomas. Por el contrario, en neonatos y lactantes pequeños^(1,2,4-8,16), sobre todo si la parálisis es bilateral y si se acompaña de otras alteraciones respiratorias o hemodinámicas, la PD puede producir insuficiencia respiratoria severa. El diagnóstico temprano de PD es

difícil ya que, la mayor parte de los pacientes están en ventilación mecánica con presión positiva que mantiene el diafragma en posición normal. Se debe sospechar el diagnóstico cuando no se puede realizar disminución de la asistencia respiratoria en el postoperatorio de cirugía cardiovascular, sin que existan causas hemodinámicas o respiratorias que lo justifiquen o ante la presencia de atelectasias unilaterales persistentes.

La PD produce, en general, mayor sintomatología en pacientes menores de 2 años por varios factores⁽⁴⁾: El lactante presenta debilidad de los músculos intercostales y los músculos accesorios cervicales siendo la ventilación casi totalmente dependiente de la contracción del diafragma. Si existe parálisis unilateral se pierde aproximadamente el 50% de la función pulmonar. Los lactantes tienen mayor movilidad mediastínica y de la caja torácica. En la PD, éstos pueden presentar movimiento paradójico de ambos hemitórax durante la inspiración espontánea. El hemitórax sano se expande descendiendo el diafragma, mientras que el hemitórax del otro lado se retrae debido a la ascensión del diafragma lesionado, disminuyendo significativamente la capacidad vital. Además, la distensibilidad pulmonar está disminuida en el hemitórax afectado, en que el diafragma no es capaz de resistir la presión negativa intrapleurales y se mueve paradójicamente con cada respiración. Por último, el lactante tiene un pequeño calibre intrabronquial en relación con el adulto y requiere en condiciones normales un mayor trabajo muscular para vencer su resistencia, lo cual facilita la obstrucción y atelectasia por retención de secreciones. Con nuestros datos confirmamos esta hipótesis ya que los 3 pacientes más pequeños fueron los que presentaron prolongación de la ventilación mecánica atribuible a la PD.

Las complicaciones de la PD varían según las distintas series, hasta un 79% de complicaciones según algunos autores^(1,3,4,8,10). Si no se diagnostica correctamente la PD predispone al desarrollo de atelectasias, neumonías recurrentes y aspiración en el hemitórax afecto, e incluso arritmias cardíacas, pudiendo dar lugar a insuficiencia respiratoria crónica por fatiga

Tabla IV Medidas terapéuticas y evolución

Caso	Ventilación mecánica (días)	CPAP nasal (horas)	Plicatura diafragmática	Duración ingreso UCIP (días)	Duración parálisis (meses)	Exitus
1	1	NO	NO	5	16	NO
2	0,3	NO	NO	2	6	NO
3	ND	NO	NO	ND	30	SI, otro proceso
4	16	48	NO	24	1	NO
5	0,3	12	NO	2	1	NO
6	1	NO	NO	3	0,3	NO
7	0,3	NO	NO	4	ND	NO
8	2	NO	NO	4	1	NO
9	16	NO	NO	16	0,5	SI, otra patología
10	6	24	NO	10	0,2	NO
11	NO	NO	NO	3	3	NO
12	2	24	NO	6	1	NO
13	50	NO	SI	63	2	NO

del diafragma sano por sobrecarga muscular mantenida.

El diagnóstico de sospecha debe ser clínico (movimiento paradójico, dificultad de retirada de la ventilación mecánica), siempre confirmado con medios radiográficos (radiografía de tórax, radioscopia)^(1,3,5-7,16,20,24), ecográficos^(1,24), pruebas de función pulmonar⁽²²⁾, o electromiografía^(1,3,17,26,27). La radiografía de tórax es la primera prueba diagnóstica a realizar ante la sospecha de PD, demostrando la elevación del hemidiafragma afecto. La radioscopia en respiración espontánea ha sido hasta hace pocos años el método diagnóstico de confirmación, pero la ecografía ha demostrado igual efectividad, mayor sencillez y menor radiación que la radioscopia, con facilidad de realizarse sin trasladar al paciente⁽²⁶⁾. La electromiografía es el método diagnóstico más sensible y específico pero no puede realizarse a la cabecera del enfermo en la mayoría de los casos. En el 62% de nuestros pacientes el medio diagnóstico de sospecha fue clínico, encontrando en todos elevación del hemidiafragma en la radiografía de tórax. El diagnóstico se confirmó en la mitad de nuestros pacientes mediante radioscopia y en un 15% mediante ecografía. A ninguno de los pacientes se le realizó electromiografía.

El tiempo de recuperación de la PD es variable^(8,16,17,20,22), siendo el periodo de recuperación proporcional al grado de lesión. Los cambios de mielinización con poco daño del nervio frénico tienen un mejor pronóstico y mayor recuperación, mientras que la transección completa o lesión del nervio y la vaina son menos frecuentes y con peor pronóstico. Pero en general, la mayoría de las PD postquirúrgicas (hasta un 85%), se recuperan espontáneamente^(17,19,20), aunque muchas siguen presentando pequeñas alteraciones subclínicas. Aunque algunos autores^(4,18,23) han referido que los pacientes con PD presentan un aumento de mortalidad hasta de un 10%, en nuestra serie ninguno de los pacientes falleció como complicación de la misma. Nuestros niños tuvieron una duración de la parálisis de 8 días a 2,5 años (media 5,1 meses), aunque en el seguimiento a largo plazo ninguno tuvo sintomatología clínica secundaria a la

parálisis.

El tratamiento de las PD debe ser inicialmente conservador, colocando al paciente en posición semiincorporada para favorecer el descenso de la cúpula diafragmática, aumentando así la capacidad residual funcional. Si requieren ventilación mecánica los pacientes pueden precisar utilización de PEEP o CPAP (presión continua en la vía aérea)^(2,16) y presión de soporte para mantener una capacidad residual suficiente. La ventilación con presión negativa^(1,28) puede ser también una alternativa adecuada produciendo menor alteración hemodinámica y evitando de esta forma la intubación. En los últimos años diversos autores^(1,3,5,16,25,28) han recomendado realizar la plicatura diafragmática cuando el paciente no pueda ser retirado de la ventilación mecánica en 2 a 4 semanas. La plicatura diafragmática puede ser realizada fácilmente con mínima morbilidad. Parece claro que la necesidad de plicatura diafragmática debe ser determinada en base a la edad del paciente, la repercusión clínica y los cambios esperados en la recuperación del diafragma. En nuestra experiencia sólo 1 paciente precisó plicatura del diafragma, tras una historia de dificultad respiratoria con ventilación mecánica de 2 meses de duración, extubándose a las 48 horas de realizarse la plicatura.

La prevención de la PD postquirúrgica^(13,16) debe centrarse en la manipulación cuidadosa del nervio frénico durante la intervención y evitar, si es posible, la aplicación de hielo sobre el pericardio. Algunos trabajos^(18,21,22) han demostrado que con la utilización de protectores del nervio frénico de polipropileno, que se colocan recubriendo por dentro la membrana pericárdica, disminuyó la incidencia de PD de un 10% a un 3%. También el uso de electrocauterización puede minimizar la incidencia de esta lesión.

Concluimos que la PD es una complicación relativamente rara de la cirugía cardíaca en la infancia, que se debe sospechar cuando no se puede disminuir la asistencia respiratoria a un paciente sin que exista causa cardíaca o pulmonar que la justi-

fique. Tras el diagnóstico debe plantearse la plicatura diafragmática si no es posible la extubación en 2 semanas, sobre todo si el paciente es menor de 1 año de edad. La evolución clínica a largo plazo es generalmente favorable a pesar de la persistencia de la parálisis.

Bibliografía

- Commare M C, Kurstjens S P, Barois A: Diaphragmatic paralysis in children: a review of 11 cases. *Pediatr Pulmonol* 1994; **18**: 187- 193.
- Lynn AM, Jenkins J G, Edmons J F, Burns J E: Diafragmatic paralysis after pediatric cardiac surgery: a retrospective analysis of 34 cases. *Crit Care Med* 1983; **11**: 280- 283.
- Mok Q, Ross-Russell R, Mulvey D, Green M, Shinebourne E A: Phrenic nerve injury in infants and children undergoing cardiac surgery. *Br Heart J* 1991; **65**: 287- 292.
- Shoemaker R, Palmer G, Brown J W, King H: Aggressive treatment of acquired phrenic nerve paralysis in infants and small children. *Ann Thorac Surg* 1981; **32**: 251- 258.
- Schwartz M Z, Filler R M: Plication of the diaphragm for symptomatic phrenic nerve paralysis. *J Pediatr Surg* 1978; **13**: 259- 263.
- Greene W, L'Heureux P, Hunt C E : Paralysis of the diafragm. *Am J Dis Child* 1975; **129**: 1402- 1405.
- Sethi G, Reed W A: Diaphragmatic malfunction in neonates and infants. Diagnosis and treatment. *J Thorac Cardiovasc Surg* 1971; **62**: 138- 143.
- Mearns A J: Iatrogenic injury to the phrenic nerve in infants and young children. *Br J Surg* 1977; **64**: 558- 560.
- Douville E C, Sade R M, Fyfe D A: Hemi-fontan operation in surgery for single ventricle: a Preliminary report. *Ann Thorac Surg* 1991; **51**: 893- 900.
- Diehl J L, Cofaso F, Deleuze P, Similowski T, Lemaire F, Brochard L: Clinically relevant diaphragmatic dysfunction after cardiac operations. *J Thorac Cardiovasc Surg* 1994; **107**: 487-498.
- Moulin D, Clement de Clety S, Reynaert M, Carlier M A, Veyckmans F, Claus D, Buts J P, de Hemptinne B, Otte J B: Intensive care for children after orthotopic liver transplantation. *Intensive Care Med* 1989; **15**: S71- S72.
- Morgan R J: Postoperative bilateral diaphragmatic paralysis and subsequent anaesthesia. *Anaesthesia* 1993; **48**: 975- 977.
- Armengaud M H, Trevoux Paul J, Boucherie J C, Cousin M T: Parálisis diafragmáticas después de punción jugular interna. *Ann Fr Anaesth Réanim* 1991; **10**: 77- 80.
- Lederman R J, Breuer A C, Hanson M R, Furlan A J, Loop F D, Cosgrove D M, Estafanos F G, Greenstreet R L: Peripheral nervous system complications of coronary artery bypass graft surgery. *Ann Neurol* 1982; **12**: 297- 301.
- Pleasure J R, Shashikumar V L: Phrenic nerve damage in the tiny infant during vein cannulation for parenteral nutrition. *Am J Perinatol* 1990; **7**: 136- 138.
- Taylor J, Dibbins A, Sobel D B: Neonatal pneumomediastinum: Indications for, and complication of, treatment. *Crit Care Med* 1993; **21**: 296- 298.
- Hong-Xu Z, D'Agostino R S, Pitlick P, Shumway N E, Miller Craig C: Phrenic nerve injury associated with coronary artery revascularization. *Chest* 1990; **98**: 661- 666.
- Wilcox P G, Paré P D, Pardy R L: Recovery after unilateral phrenic injury associated with coronary artery revascularization. *Chest* 1990; **98**: 661-666.
- Rousou J A, Parker T, Breyer R H: Phrenic nerve paresis associated with the use of ice slush and the cooling jacket for topical hypothermia. *J Thorac Cardiovasc Surg* 1985; **89**: 921-925.
- Parks B J: Postoperative peripheral neuropathies. *Surgery* 1973; **74**: 348- 357.
- Kohorst W R, Schonfeld S A, Altman M: Bilateral diaphragmatic paralysis following topical cardiac hypothermia. *Chest* 1984; **85**: 65- 68.
- Avila J M, Peiffert B, Maureira J J, Amrein D, Villemot J P, Mathieu P: Reduction de l'incidence des parálisis diafragmáticas post-operatórias gracias al uso de un protector frénico. *Ann Chir* 1991; **45**: 689- 681.
- Olopade C O, Staats B A: Time course of recovery from froshitten phrenics after coronary artery bypass graft surgery. *Chest* 1991; **99**: 1112- 1115.
- Brux J L, Hvass U, Popoff G, Böhm G, Depoix J P, Hazebroucq J, Langlois J: parálisis frénicas después de cirugía cardíaca. *Ann Chir* 1991; **45**: 117- 121.
- Affatato A, Villagra F, De León J P, Gomez R, Checa S L, Vellibre D, Sanchez P, Diez Balda J I, Brito J M : Phrenic nerve paralysis following pediatric cardiac surgery. Role of diaphragmatic plication. *J Cardiovasc Surgery* 1988 ; **29** :606- 609.
- 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.
- Laguena Y, Ellie E, Saintarailles J, Marthan R, Barat M, Julien J: Unilateral diaphragmatic paralysis: an electrophysiological study. *J Neurol Neurosurg Psychiatry* 1992; **55**: 316- 318.
- Moosa A: Phrenic nerve conduction in children. *Develop Med Child Neurol* 1981; **23**: 434- 448.
- Raine J, Samuels MP, Mok Q, Shinebourne E A, Southall D P: Negative extrathoracic pressure ventilation for phrenic nerve palsy after paediatric cardiac surgery. *Br Heart J* 1992; **62**: 308- 311.