

Factores de riesgo de la ventilación mecánica prolongada de niños con cirugía cardíaca

JESÚS LÓPEZ-HERCE CID^a, PABLO LEYTON AVILÉS^a, JAVIER URBANO VILLAESCUSA^a, ELENA CIDONCHA ESCOBAR^a, JIMENA DEL CASTILLO PERAL^a, ÁNGEL CARRILLO ÁLVAREZ^a Y JOSÉ MARÍA BELLÓN CANO^b

^aSección de Cuidados Intensivos Pediátricos. Hospital General Universitario Gregorio Marañón. Madrid. España.

^bServicio de Medicina Preventiva y Gestión de Calidad. Hospital General Universitario Gregorio Marañón. Madrid. España.

Objetivo. Estudiar los factores postoperatorios que influyen en la prolongación de la ventilación mecánica en niños sometidos a cirugía cardíaca.

Diseño. Estudio prospectivo observacional.

Ámbito. Unidad de cuidados intensivos pediátricos (UCIP).

Pacientes. Cincuenta y nueve niños de edades entre 2 meses y 14 años sometidos a cirugía cardíaca.

Variables de interés. Se estudiaron los factores postoperatorios que se relacionaron con la duración de ventilación mecánica > 3 y > 7 días. Se realizó un estudio de regresión logística multivariable paso a paso para analizar la influencia de cada factor en la ventilación mecánica prolongada.

Resultados. Precisarón ventilación mecánica más de 3 días 19 (32%) niños y más de 7 días, 12 (20%). Los factores al ingreso y a las 24 h en la UCIP que se relacionaron con una duración de la ventilación > 3 y > 7 días fueron la edad < 12 meses, el peso < 7 kg, la presencia de complicaciones extrapulmonares (hipotensión, arritmias, sangrado postoperatorio, tórax abierto y alteraciones de la vía aérea), la necesidad de administrar óxido nítrico, la sedación con midazolam > 4 µg/kg/min o fentanilo > 4 µg/kg/h y la relajación muscular. En el estudio de regresión logística, el peso < 7 kg más la presencia de complicaciones extrapulmonares al ingreso en la UCIP predijeron el 82,8% de los niños con ventilación mecánica > 3 días y el 87,9%, > 7 días.

Conclusiones. El peso < 7 kg y la presencia de complicaciones extrapulmonares son los factores más importantes de los relacionados con la necesidad de ventilación mecánica prolongada en el postoperatorio de cirugía cardíaca en niños.

PALABRAS CLAVE: Ventilación mecánica prolongada. Cirugía cardíaca pediátrica. Factores de riesgo.

RISK FACTORS FOR PROLONGED MECHANICAL VENTILATION AFTER CARDIAC SURGERY IN CHILDREN

Objective. To study the postoperative factors associated with prolonged mechanical ventilation after cardiac surgery in children.

Design. Prospective observational study.

Setting. Pediatric intensive care unit (PICU).

Patients. 59 children aged between 2 months and 14 years after cardiac surgery.

Variables of interest. We analyzed postoperative parameters associated to mechanical ventilation lasting more than 3 and more than 7 days. We performed a stepwise multiple logistic regression analysis to study the influence of each factor on prolonged mechanical ventilation.

Results. Mechanical ventilation lasted more than 3 days in 19 (32%) children and more than 7 days in 12 (20%). Predictive factors at PICU admission and 24 hours after admission associated with mechanical ventilation at 3 and 7 days were age less than 12 months, weight less than 7 kg, extrapulmonary complications (hypotension, arrhythmias, postoperative bleeding, delayed sternal closure, and airway complications), nitric oxide treatment, midazolam perfusion more than 4 µg/kg/min or fentanyl perfusion more than 4 µg/kg/h, and continuous muscle relaxant treat-

Correspondencia: Dr. J. López-Herce Cid.
Sección de Cuidados Intensivos Pediátricos.
Hospital General Universitario Gregorio Marañón.
Dr. Castelo, 47. 28009 Madrid. España.
Correo electrónico: pielvi@ya.com

Manuscrito aceptado el 30-1-2008.

ment. In the logistic multiple regression study, weight less than 7 kg and extrapulmonary complications predicted 82.8% of children with mechanical ventilation more than 3 days and 87.9% with mechanical ventilation more than 7 days.

Conclusions. Weight less than 7 kg and extrapulmonary complications are the most important factors associated with prolonged mechanical ventilation after cardiac surgery in children.

KEY WORDS: *Prolonged mechanical ventilation. Pediatric cardiac surgery. Risk factors.*

INTRODUCCIÓN

La ventilación mecánica es necesaria para la mayoría de los niños en el postoperatorio de cirugía cardíaca. Sin embargo, la ventilación mecánica puede producir repercusión hemodinámica y aumentar el riesgo de infección nosocomial, y si la ventilación se prolonga, conlleva mayor morbimortalidad¹. En los últimos años, diversos estudios han demostrado que un porcentaje importante de niños sometidos a cirugía cardíaca pueden ser extubados en las primeras horas del postoperatorio²⁻⁶.

Aunque en la duración de la ventilación mecánica tras la cirugía cardíaca influyen múltiples factores preoperatorios, quirúrgicos y postoperatorios, no se conoce bien cuáles son los factores fundamentales⁶⁻⁹. Para los clínicos que reciben al niño tras la intervención quirúrgica, puede ser de utilidad conocer algunos factores o indicadores sencillos y rápidos de obtener que pudieran orientar la actitud hacia una extubación precoz.

El objetivo principal de este estudio es analizar los factores de riesgo de ventilación mecánica prolongada en niños sometidos a cirugía cardíaca analizados al ingreso en la UCI pediátrica y 24 h más tarde.

PACIENTES Y MÉTODO

Se realizó un estudio prospectivo observacional, en el que se incluyó a 59 niños, el 59,8% varones, de edad entre 2 meses y 14 años, con peso entre 3,5 y 68,5 kg, que ingresaron de forma consecutiva en 2004 en la unidad de cuidados intensivos pediátricos (UCIP) tras cirugía cardíaca. El estudio fue aprobado por el comité de ensayos clínicos del hospital. Los tipos de cirugía aparecen reflejados en la tabla 1. Se recogió información sobre los parámetros que se reflejan en la tabla 2 de todos los pacientes, a su llegada a la UCI y 24 h más tarde.

La programación de la ventilación mecánica y el ritmo de retirada dependieron del criterio del médico intensivista pediátrico responsable del paciente. El protocolo de ventilación mecánica en nuestra unidad es realizar ventilación mixta (volumen controlado regulado por presión), inicialmente en modalidad asistida-controlada o ventilación forzada intermitente y sincronizada (SIMV), según el estado hemodi-

námico del paciente, y realizar la retirada en SIMV con presión de soporte cuando se confirma la estabilidad hemodinámica y la ausencia de complicaciones pulmonares y extrapulmonares (tórax abierto, hemorragia posquirúrgica –sangrado agudo por drenajes torácicos que requirieran 2 o más transfusiones de concentrado de hemáties en 24 h con o sin reposición de otros productos sanguíneos–, alteraciones hemodinámicas; hipotensión –presión arterial [PA] media < 2 desviaciones estándar [DE] para su edad– y/o arritmias de cualquier origen que requirieran tratamiento, y alteraciones en la vía aérea de laringe, tráquea o bronquios que requirieran tratamiento activo), con disminución progresiva de la frecuencia respiratoria y extubación desde presión de soporte de 5-6 cmH₂O. Se consideró que la ventilación mecánica era prolongada si se mantenía a los 3 y a los 7 días tras la cirugía, de acuerdo con lo referido en otros estudios⁶.

Análisis estadístico

El estudio estadístico se realizó mediante el programa SPSS versión 14, expresando las variables cuantitativas en forma de media \pm DE o mediana (intervalo), y las variables cualitativas en forma de porcentajes. Como pruebas no paramétricas, se utilizaron la de la U de Mann-Whitney y la W de Wilcoxon. Se realizó un estudio de regresión logística multivariable paso a paso para analizar la influencia de cada factor en la ventilación mecánica > 3 y > 7 días. Se consideró significativo un valor de $p < 0,05$.

RESULTADOS

Los 59 niños incluidos en el estudio presentaron una media del índice de riesgo de mortalidad pediátrica (PRIMS) de $8,6 \pm 4$. La mediana de la duración de la ventilación mecánica fue de 24 h (percentil 25, 12 h; percentil 75, 6 días). No falleció ningún paciente.

Diecinueve (32%) niños precisaron ventilación mecánica durante más de 3 días y 12 (20%), durante más de 7 días.

Tuvieron complicaciones extrapulmonares 14 (23,7%) pacientes. La frecuencia general de complicaciones extrapulmonares fue significativamente mayor en los niños con ventilación mecánica prolonga-

TABLA 1. Tipo de intervención quirúrgica practicada a los 59 niños estudiados

Tipo de cirugía	Pacientes, n (%)
Cirugía de Fontan	10 (17)
Corrección de comunicación interventricular	9 (15)
Corrección de comunicación interauricular	8 (14)
Cirugía de Glenn	8 (14)
Corrección de tetrada de Fallot	7 (12)
Corrección de canal auriculoventricular	6 (10)
Corrección de estenosis aórtica-coartación de aorta	6 (10)
Otras	5 (8)

TABLA 2. Listado de los factores de riesgo de ventilación mecánica prolongada analizados en este estudio

Factores epidemiológicos	Datos analíticos
Edad (meses)	Ácido láctico
Peso	Hemoglobina
Talla	Hematocrito
Parámetros hemodinámicos	Leucocitos
Ritmo electrocardiográfico	Trombocitos
Frecuencia cardíaca	Tiempo de protrombina (INR)
Frecuencia respiratoria	Tiempo de tromboplastina activado
Presión arterial sistólica	Fibrinógeno
Presión arterial diastólica	Proteína C reactiva
Presión arterial media	Glucosa
Presión venosa central	Creatinina
Presión de aurícula izquierda	Urea
Temperatura	Ácido úrico
Fármacos y tratamientos	Sodio
Dopamina	Potasio
Dobutamina	Cloro
Milrinona	Calcio iónico
Adrenalina	Calcio total
Nitroprusiato	Fosfato
Óxido nítrico	Magnesio
Vecuronio	Bilirrubina total
Fentanilo	Bilirrubina indirecta
Midazolam	Bilirrubina directa
Transfusión de concentrado de hemáties	Fosfatasa alcalina
Transfusión de plasma	Colesterol
Transfusión de plaquetas	Triglicéridos
Coloides	AST
Asistencia respiratoria	ALT
Pico de presión	GGT
Presión positiva al final de la espiración (PEEP)	Amilasa
Volumen corriente	Proteínas totales
Frecuencia respiratoria	Albúmina
Fracción inspirada de oxígeno	Complicaciones
Gasometría	Hipotensión arterial
pH	Arritmias
Presión arterial de oxígeno	Sangrado postoperatorio
Presión arterial de dióxido de carbono	Tórax abierto
Saturación arterial de oxígeno	Infección nosocomial
Bicarbonato	Alteraciones en la vía aérea
Exceso de bases	Alteraciones pulmonares
Razón Presión arterial de oxígeno/fracción de oxígeno inspirado	Insuficiencia renal
Gradiente alveoloarterial de oxígeno	Alteración hepática
	Alteración neurológica
	Alteración hematológica

da (tabla 3). La frecuencia de cada una de las complicaciones extrapulmonares al ingreso y a las 24 h fue mayor en los niños con ventilación mecánica > 3 y > 7 días que en el resto de los pacientes (tablas 3-6).

Las tablas 3 y 4 muestran la relación de los factores de riesgo al ingreso en la UCIP con la duración de la ventilación mecánica > 3 y > 7 días, y las tablas 5 y 6 muestran la relación entre duración de la ventilación mecánica y las variables medidas a las 24 h del ingreso en la UCIP. Aunque en el estudio univariable diversos factores se relacionaron con la duración de la ventilación > 3 días (tablas 3 y 5), no todos ellos se relacionaron con la duración de la ventilación > 7 días (tablas 4 y 6). Los factores al ingreso en la UCIP y a las 24 h que se asociaron con una duración de la ventilación mecánica > 3 y > 7 días fueron: la edad < 12 meses, el peso < 7 kg, la presencia de alguna complicación extrapulmonar (tórax abierto, hemorragia posquirúrgica, alteraciones hemodinámicas, hipotensión y/o arritmias) y alteraciones en la vía aérea (ede-

ma o estenosis subglótica, broncospasmo), el tratamiento con óxido nítrico, la sedación con midazolam > 4 µg/kg/min o fentanilo > 4 µg/kg/h y la administración de relajantes musculares en infusión continua.

No hubo diferencias significativas en el valor de PRIMS al ingreso en los niños con ventilación mecánica < 3 días (PRIMS, 8 ± 4,3), > 3 días (PRIMS, 9 ± 3,1) y > 7 días (PRIMS, 9 ± 2,2).

La alteración de la oxigenación valorada por una relación $\text{PaO}_2/\text{FiO}_2 < 200$ a la llegada del paciente a la UCIP se asoció con una duración de la ventilación mecánica > 3 días, pero no con la > 7 días. Esta alteración de la oxigenación a las 24 h del ingreso no fue un indicador de ventilación mecánica prolongada.

El estudio de regresión logística encontró que el peso < 7 kg más la presencia de complicaciones extrapulmonares al ingreso en la UCIP predicen el 82,8% de los niños con duración de la ventilación mecánica > 3 días y el 87,9% de los casos con duración de la ventilación > 7 días. Los mismos factores

TABLA 3. Factores de riesgo de ventilación mecánica > 3 días evaluados al ingreso en la unidad de cuidados intensivos pediátricos

	Duración de la ventilación mecánica > 3 días (n = 19), n/N (%)	RR (IC del 95%)	p
Edad < 12 meses	16/28 (57,1)	5,9 (1,92-18,14)	< 0,001
Edad > 12 meses	3/31 (9,7)		
Peso < 7 kg	16/25 (64)	7,25 (2,37-22,23)	< 0,001
Peso > 7 kg	3/34 (8,8)		
Complicaciones extrapulmonares	11/14 (78,6)	4,32 (2,18-8,56)	< 0,001
Hipotensión arterial	2		
Arritmias	2		
Alteraciones de la vía aérea	1		
Tórax abierto	4		
Hemorragia	2		
Sin complicaciones pulmonares	8/44 (23,5)		
Temperatura < 36 °C	9/14 (64,3)	2,89 (1,48-5,66)	0,007
Temperatura > 36 °C	10/45 (22,2)		
Presión venosa central > 10 mmHg	12/31 (38,7)	1,55 (0,71-3,38)	0,282
Presión venosa central ≤ 10 mmHg	7/28 (25)		
Presión en aurícula izquierda > 10 mmHg	6/11 (54,5)	1,71 (0,76-3,88)	0,27
Presión en aurícula izquierda ≤ 10 mmHg	7/22 (31,8)		
Adrenalina			
Sí	1/1 (100)	3,22 (2,20-4,73)	0,322
No	18/58 (31)		
Óxido nítrico			
Sí	3/3 (100)	3,50 (2,31-5,30)	0,03
No	16/56 (28,6)		
Midazolam > 4 µg/kg/min	13/15 (86,7)	6,36 (2,94-13,72)	< 0,001
Midazolam < 4 µg/kg/min	6/44 (13,6)		
Fentanilo > 4 µg/kg/h	13/15 (86,7)	6,36 (2,94-13,72)	< 0,001
Fentanilo < 4 µg/kg/h	6/44 (13,6)		
Vecuronio			
Sí	4/4 (100)	3,67 (2,38-5,65)	0,009
No	15/55 (27,3)		
PaO ₂ /FiO ₂ > 200	8/13 (61,5)	2,77 (1,21-6,33)	0,031
PaO ₂ /FiO ₂ < 200	6/27 (22,2)		
INR > 1,5	14/28 (50)	3 (1,24-7,25)	0,011
INR < 1,5	5/30 (16,7)		
TTPA > 50 s	12/19 (63,2)	3,89 (1,73-8,75)	0,001
TTPA < 50 s	6/37 (16,2)		
Fibrinógeno < 200 mg	10/20 (50)	2,11 (1,03-4,34)	0,076
Fibrinógeno > 200 mg	9/38 (23,7)		
Fosfatasa alcalina < 100 UI/l	11/21 (52,4)	2,23 (1,07-4,62)	0,042
Fosfatasa alcalina > 100 UI/l	8/34 (23,5)		
Aspartato transaminasa > 100 UI/l	15/23 (65,2)	5,38 (2,05-14,14)	< 0,001
Aspartato transaminasa < 100 UI/l	4/33 (12,1)		
Proteínas totales < 4,5 g/l	10/23 (43,5)	1,50 (0,73-3,08)	0,388
Proteínas totales > 4,5 g/l	9/31 (29)		
Albúmina < 3 g/l	2/3 (66,7)	2,04 (0,84-4,97)	0,544
Albúmina > 3 g/l	17/52 (32,7)		
Potasio sérico < 3,5 mEq/l	9/27 (33,3)	1,04 (0,49-2,21)	1
Potasio sérico > 3,5 mEq/l	9/28 (32,1)		

IC: intervalo de confianza; RR: riesgo relativo.

presentes a las 24 h del ingreso en la UCIP predicen el 81,8% de los pacientes con duración de la ventilación mecánica > 3 y > 7 días (tabla 7).

DISCUSIÓN

La práctica de ventilación mecánica tras la cirugía cardíaca en niños ha cambiado en los últimos años, ya que se ha demostrado que en un importante porcentaje de pacientes es posible la extubación precoz, lo que disminuye las complicaciones y acorta la estancia en las unidades de cuidados intensivos y en el hospital^{3,5-7}. Algunos pacientes con cardiopatías con circulación univentricular sometidos a cirugía de Glenn y

Fontan se benefician mucho de la respiración espontánea, ya que la ventilación mecánica disminuye el retorno venoso pasivo a los pulmones. En ellos, la extubación debería ser lo más precoz posible. En el momento actual muchos pacientes, incluso con cardiopatías complejas, pueden ser extubados en el quirófano o en las primeras 6-24 h del postoperatorio sin aumentar la tasa de reintubación^{4,7}. En algunos centros, el 87% de los niños tras la cirugía cardíaca son extubados en quirófano y el 93,6%, en las primeras 4 h tras la cirugía; sólo un 4% de los niños precisan ventilación mecánica más de 24 h⁵.

Sin embargo, no es sencillo poder predecir qué niños pueden ser extubados precozmente, y hay que te-

TABLA 4. Factores de riesgo de ventilación mecánica > 7 días evaluados al ingreso en la unidad de cuidados intensivos pediátricos

	Duración de la ventilación mecánica > 7 días (n = 12), n/N (%)	RR (IC del 95%)	p
Edad < 12 meses	11/28 (39,3)	12,18 (1,68-88,41)	0,001
Edad > 12 meses	1/31 (3,2)		
Peso < 7 kg	11/25 (44)	14,96 (2,06-108,45)	< 0,001
Peso > 7 kg	1/34 (2,9)		
Complicaciones extrapulmonares	8/14 (57,1)	6,29 (2,22-17,76)	< 0,0001
Hipotensión arterial	1		
Arritmias	1		
Alteraciones de la vía aérea	1		
Tórax abierto	3		
Hemorragia	2		
Sin complicaciones extrapulmonares	4/44 (9,1)		
Temperatura < 36 °C	6/14 (42,9)	3,21 (1,23-8,39)	< 0,001
Temperatura > 36 °C	6/45 (13,3)		
Presión venosa central > 10 mmHg	8/31 (25,8)	1,81 (0,61-5,35)	0,342
Presión venosa central < 10 mmHg	4/28 (14,3)		
Presión en aurícula izquierda > 10 mmHg	4/11 (36,4)	2 (0,61-6,52)	0,391
Presión en aurícula izquierda < 10 mmHg	4/22 (18,2)		
Adrenalina			
Sí	0/1	No aplicable	1
No	12/58 (20,7)		
Óxido nítrico			
Sí	3/3 (100)	6,22 (3,42-11,32)	0,007
No	9/56 (16,1)		
Midazolam > 4 mg/kg/min	8/15 (53,3)	5,87 (2,06-16,72)	0,001
Midazolam < 4 mg/kg/min	4/44 (9,1)		
Fentanilo > 4 mg/kg/h	8/15 (53,3)	5,87 (2,06-16,72)	0,001
Fentanilo < 4 mg/kg/h	5/44 (9,1)		
Vecuronio			
Sí	3/4 (75)	4,58 (2,01-10,44)	0,024
No	9/55 (16,4)		
PaO ₂ /FiO ₂ < 200	4/13 (30,8)	1,66 (0,53-5,18)	0,043
PaO ₂ /FiO ₂ > 200	5/27 (18,5)		
INR > 1,5	10/28 (35,7)	5,36 (1,28-22,35)	0,009
INR < 1,5	2/30 (6,7)		
TTPA > 50 s	7/19 (36,8)	2,73 (1-7,75)	0,082
TTPA < 50 s	5/37 (13,5)		
Fibrinógeno < 200 mg	5/20 (25)	1,36 (0,49-3,73)	0,734
Fibrinógeno > 200 mg	7/38 (18,4)		
Fosfatasa alcalina < 100 UI/l	7/21 (33,3)	2,27 (0,83-6,23)	0,177
Fosfatasa alcalina > 100 UI/l	5/34 (14,7)		
Aspartato transaminasa > 100 UI/l	10/23 (43,5)	7,17 (1,73-29,73)	0,001
Aspartato transaminasa < 100 UI/l	2/33 (6,1)		
Proteínas totales < 4,5 g/l	6/23 (26,1)	1,35 (0,5-3,64)	0,742
Proteínas totales > 4,5 g/l	6/31 (19,4)		
Albúmina < 3 g/l	1/3 (33,3)	1,58 (0,29-8,49)	1
Albúmina > 3 g/l	11/52 (21,2)		
Potasio sérico < 3,5 mEq/l	6/27 (22,2)	1,04 (0,38-2,82)	1
Potasio sérico > 3,5 mEq/l	6/28 (21,4)		

IC: intervalo de confianza; RR: riesgo relativo.

ner en cuenta que los pacientes que son reintubados por insuficiencia cardiorrespiratoria presentan una mayor incidencia de complicaciones y una morbi-mortalidad más elevada¹⁰.

No existen unos criterios definidos para considerar ventilación mecánica prolongada tras cirugía cardíaca. Nosotros hemos tomado los 3 y los 7 días, que son los puntos de corte más utilizados en otros estudios⁶.

Szekely et al⁶ analizaron los factores de riesgo de ventilación mecánica preoperatorios, intraoperatorios y postoperatorios en 411 pacientes. En su estudio, un 25% de los niños precisaron ventilación mecánica durante más de 2,5 días y un 9,2%, durante más de 7 días, porcentajes algo inferiores a los nues-

tros. En el estudio univariable, los factores asociados a una ventilación mecánica > 2,5 días fueron el síndrome de Down, la ventilación mecánica previa a la cirugía, la necesidad de diálisis, las arritmias y la edad < 1 mes. Los factores asociados con ventilación > 7 días fueron el peso < 5 kg, la cirugía prolongada, la necesidad de un volumen de transfusiones en cirugía > 50 ml/kg, la traqueobroncomalacia, la hipertensión pulmonar, la necesidad de administrar óxido nítrico, el cierre retrasado del tórax abierto, la necesidad de marcapasos, la infusión de noradrenalina > 0,4 µg/kg/min, la necesidad de reoperación por sangrado y el aporte de líquidos en las primeras 24 h. El estudio multivariable mostró que los factores pos-

toperatorios fueron más importantes que los preoperatorios y los intraoperatorios. La hipertensión pulmonar, insuficiencia cardíaca, el cierre diferido del tórax, las alteraciones pulmonares y el aporte elevado de líquidos en las primeras 24 h se asociaron a ventilación mecánica > 2,5 días, mientras que la hipertensión pulmonar, la administración de óxido nítrico, el cierre diferido del tórax, la necesidad de reoperación y la presencia de traqueobroncomalacia y alteraciones neurológicas se asociaron con ventilación mecánica > 7 días. En su estudio los únicos factores comunes para ventilación > 2,5 y > 7 días fueron el tórax abierto y la hipertensión pulmonar.

García Montes et al¹¹ analizaron prospectivamente a 318 pacientes tras cirugía cardíaca y encontraron que los factores de riesgo de ventilación mecánica > 5 días fueron la edad < 1 año y la presencia de hipertensión pulmonar e insuficiencia cardíaca. Ip et al⁸ realizaron un estudio retrospectivo en 207 niños con

cirugía cardíaca, de los que el 24,1% requirió ventilación más de 3 días. El bajo peso, el síndrome de Down, la necesidad de ventilación mecánica preoperatoria, la complejidad de la cirugía y las complicaciones cardiovasculares infecciosas y no infecciosas fueron los factores asociados a ventilación mecánica prolongada.

Davis y et al² analizaron retrospectivamente a 203 pacientes tras cirugía cardíaca. Los factores que predijeron una extubación precoz en las primeras 24 h fueron la edad > 6 meses y la ausencia de hipertensión pulmonar e insuficiencia cardíaca.

Nuestros resultados coinciden en parte con los encontrados en los trabajos previamente citados, ya que las complicaciones extrapulmonares (alteraciones hemodinámicas, sangrado postoperatorio, tórax abierto y alteraciones en la vía aérea) y la necesidad de administrar óxido nítrico fueron factores determinantes de la ventilación mecánica prolongada.

TABLA 5. Factores de riesgo de ventilación mecánica > 3 días evaluados a las 24 h del ingreso en la unidad de cuidados intensivos pediátricos

	Duración de la ventilación mecánica > 3 días (n = 19), n/N (%)	RR (IC del 95%)	p
Edad < 12 meses	16/21 (76,2)	3,05 (1,11-8,36)	0,009
Edad > 12 meses	3/12 (25)		
Peso < 7 kg	16/20 (80)	3,47 (1,25-9,58)	0,003
Peso > 7 kg	3/13 (23,1)		
Complicaciones extrapulmonares	12/13 (92,3)	2,64 (1,42-4,89)	0,001
Hipotensión arterial	2		
Arritmias	3		
Alteraciones de la vía aérea	1		
Tórax abierto	2		
Hemorragia	4		
Sin complicaciones extrapulmonares	7/20 (35)		
Temperatura < 36 °C	3/3 (100)	1,88 (1,34-2,62)	0,244
Temperatura > 36 °C	16/30 (53,3)		
Presión venosa central > 10 mmHg	9/10 (90)	1,98 (1,20-3,27)	0,024
Presión venosa central < 10 mmHg	10/22 (45,5)		
Presión en aurícula izquierda > 10 mmHg	6/6 (100)	1,43 (0,95-2,14)	0,25
Presión en aurícula izquierda < 10 mmHg	7/10 (70)		
Óxido nítrico			
Sí	6/6 (100)	2,08 (1,40-3,07)	0,027
No	13/27 (48,1)		
Midazolam > 4 µg/kg/min	11/12 (91,7)	2,42 (1,36-4,26)	0,004
Midazolam < 4 µg/kg/min	8/21 (38,1)		
Fentanilo > 4 µg/kg/h	13/14 (92,9)	2,94 (1,49-5,79)	0,01
Fentanilo < 4 µg/kg/h	6/19 (31,6)		
Vecuronio			
Sí	8/8 (100)	2,27 (1,46-3,54)	0,04
No	11/25 (44)		
Furosemda en perfusión continua			
Sí	19/28 (67,9)	No aplicable	0,008
No	0/5		
INR > 1,5	2/3 (66,7)	1,27 (0,51-3,14)	1
INR < 1,5	10/19 (52,6)		
TTPA > 50 s	2/2 (100)	2 (1,29-3,10)	0,481
TTPA < 50 s	10/20 (50)		
Fosfatasa alcalina < 100 UI/l	7/9 (77,8)	1,81 (0,90-3,65)	0,197
Fosfatasa alcalina > 100 UI/l	6/14 (42,9)		
Aspartato transaminasa > 100 UI/l	9/14 (63,3)	1,45 (0,63-3,31)	0,417
Aspartato transaminasa < 100 UI/l	4/9 (44,4)		
Proteínas totales < 4,5 g/l	7/9 (77,8)	1,81 (0,90-3,65)	0,197
Proteínas totales > 4,5 g/l	6/14 (42,9)		
Potasio sérico < 3,5 mEq/l	4/4 (100)	1,92 (1,32-2,80)	0,121
Potasio sérico > 3,5 mEq/l	13/25 (52)		

IC: intervalo de confianza; RR: riesgo relativo.

TABLA 6. Factores de riesgo de ventilación mecánica > 7 días evaluados a las 24 h del ingreso en la unidad de cuidados intensivos pediátricos

	Duración de la ventilación mecánica > 7 días (n = 19), n/N (%)	RR (IC del 95%)	p
Edad < 12 meses	11/21 (52,4)	6,29 (0,92-42,89)	0,022
Edad > 12 meses	1/12 (8,3)		
Peso < 7 kg	11/20 (55)	7,15 (1,04-48,98)	0,009
Peso > 7 kg	1/13 (7,7)		
Complicaciones extrapulmonares	9/13 (69,2)	4,62 (1,53-13,93)	0,003
Hipotensión arterial	1		
Arritmias	2		
Alteraciones de la vía aérea	1		
Tórax abierto	2		
Hemorragia	3		
Sin complicaciones extrapulmonares	3/20 (15)		
Temperatura < 36 °C	0/3	No aplicable	0,284
Temperatura > 36 °C	12/30 (40)		
Presión venosa central > 10 mmHg	6/10 (60)	2,20 (0,94-5,14)	0,119
Presión venosa central < 10 mmHg	6/22 (27,3)		
Presión en aurícula izquierda > 10 mmHg	4/6 (66,7)	1,33 (0,58-3,09)	0,633
Presión aurícula izquierda < 10 mmHg	5/10 (50)		
Óxido nítrico			
Sí	5/6 (83,3)	3,21 (1,55-6,68)	0,016
No	7/27 (25,9)		
Midazolam > 4 µg/kg/min	5/12 (41,7)	1,25 (0,51-3,08)	0,716
Midazolam < 4 µg/kg/min	7/21 (33,3)		
Fentanilo > 4 µg/kg/h	6/14 (42,9)	1,36 (0,55-3,33)	0,015
Fentanilo < 4 µg/kg/h	6/19 (31,6)		
Vecuronio			
Sí	6/8 (75)	3,13 (1,40-6,98)	0,133
No	6/25 (24)		
Furosemida en perfusión continua			
Sí	12/28 (42,9)	No aplicable	0,716
No	0/5		
INR > 1,5	0/3	No aplicable	0,588
INR < 1,5	5/19 (26,3)		
TTPA > 50 s	1/2 (50)	2,50 (0,49-12,89)	0,411
TTPA < 50 s	4/20 (20)		
Fosfatasa alcalina < 100 UI/l	2/9 (22,2)	0,78 (0,18-3,4)	1
Fosfatasa alcalina > 100 UI/l	4/14 (28,6)		
Aspartato transaminasa > 100 UI/l	4/14 (28,6)	1,29 (0,29-5,63)	1
Aspartato transaminasa < 100 UI/l	2/9 (22,2)		
Proteínas totales < 4,5 g/l	5/9 (55,6)	7,78 (1,08-56,17)	0,018
Proteínas totales > 4,5 g/l	1/14 (7,1)		
Potasio sérico < 3,5 mEq/l	4/4 (100)	4,17 (2,07-8,37)	0,09
Potasio sérico > 3,5 mEq/l	6/25 (24)		

IC: intervalo de confianza; RR: riesgo relativo.

Algunos estudios recientes han indicado que la hipertensión pulmonar, salvo que sea muy elevada, no debe ser un obstáculo para la extubación precoz¹². Vida et al¹² analizaron la extubación precoz en 100 niños con hipertensión pulmonar; se extubó a 90 de ellos sin complicaciones en quirófano o en las primeras 6 h del postoperatorio.

Al igual que lo encontrado en nuestro estudio, varios autores refieren que la edad y el bajo peso son factores que condicionan una ventilación mecánica más prolongada^{2,8,11}. Sin embargo, Székely et al⁶ encontraron que, aunque los niños de menos de 5 kg tenían una ventilación mecánica más prolongada que el resto de los pacientes, en el estudio multivariable la edad y el peso no fueron factores de riesgo de ventilación prolongada. La cirugía cardíaca en los lactantes y neonatos puede ser más complicada y su capacidad respiratoria es menor. Sin embargo, las técnicas quirúrgicas, el empleo de ultrafiltración modificada

tras la cirugía y el manejo anestésico intraoperatorio han progresado significativamente, de tal forma que el peso y la edad no deberían ser un obstáculo para intentar una extubación precoz⁷.

Por otra parte, nuestro estudio muestra que la puntuación PRIMIS no es un buen indicador de ventilación mecánica prolongada en estos pacientes, probablemente porque esta puntuación valora alteraciones fisiológicas y los pacientes con más tratamiento, ventilación mecánica, mayores dosis de fármacos vasoactivos, sedación y relajación muscular pueden tener menores alteraciones de estas variables aunque estén clínicamente más graves.

La falta de relación entre la alteración de la oxigenación y la ventilación mecánica prolongada puede deberse a que un importante porcentaje de nuestros pacientes presentaban cardiopatías congénitas cianógenas, lo que disminuye la utilidad de los parámetros de valoración de la oxigenación como indicadores de

TABLA 7. Factores de riesgo de ventilación mecánica prolongada. Resultados del estudio de regresión logística multivariable paso a paso respecto a peso < 7 kg + complicaciones extrapulmonares

	Clasificación correcta, %	p	OR (IC del 95%)
Ingreso			
Ventilación mecánica > 3 días	82,8	0,001	37 (4,22-325,49)
		0,003	32,9 (3,17-342,19)
Ingreso			
Ventilación mecánica > 7 días	87,9	0,005	28,27 (4,22-325,49)
		0,006	32,9 (3,17-342,19)
A las 24 h			
Ventilación mecánica > 3 días	81,8	0,014	18,56 (1,90-190,79)
		0,015	31,05 (1,96-490,55)
A las 24 h			
Ventilación mecánica > 7 días	81,8	0,035	14,36 (1,20-171,51)
		0,044	12,52 (1,77-88,20)

alteración pulmonar. Además, la incidencia de alteraciones pulmonares tras el postoperatorio inmediato de cirugía cardíaca es cada vez menor¹³.

Nuestro estudio tiene algunas limitaciones, ya que se ha estudiado a un número de pacientes relativamente pequeño, lo que puede haber motivado la falta de significación estadística en alguno de los factores analizados. Además, la muestra estudiada no es homogénea, pues se han incluido una gran variedad de tipos de cardiopatías y cirugías. Esto, aunque refleja la realidad de la cirugía cardíaca en niños, dificulta valorar el efecto de cada factor de riesgo postoperatorio. Nosotros, al igual que Székely et al⁶, no encontramos que el tipo de cirugía influya en la duración de la ventilación mecánica, aunque hay un pequeño número de pacientes en cada grupo.

En nuestro estudio no se han analizado los factores intraoperatorios, como el tiempo de circulación extracorpórea, el tiempo de parada circulatoria y las complicaciones intraoperatorias, que también influyen en la prolongación de la ventilación mecánica. Sin embargo, el estado clínico y la necesidad de asistencia hemodinámica y respiratoria al llegar el paciente a la UCIP son un fiel reflejo de las incidencias y las complicaciones intraoperatorias y, tal como encontraron Székely et al⁶ en su estudio, los factores postoperatorios son más importantes que los preoperatorios y los intraoperatorios. Brown et al¹⁴, en un estudio retrospectivo en 355 niños operados de cirugía cardíaca, también encontraron que las complicaciones postoperatorias eran los factores más importantes de los que se relacionaban con una estancia prolongada en la UCIP.

De cualquier forma, nuestro estudio confirma que las alteraciones hemodinámicas y el sangrado posquirúrgico son las complicaciones postoperatorias que determinan una ventilación mecánica prolongada. Estas dos son también las causas fundamentales de no realizar el cierre de tórax inicialmente, aunque las diferentes pautas quirúrgicas de cierre de tórax precoz o tardío también pueden influir significativamente en la duración de la

ventilación mecánica. El estado hemodinámico en el postoperatorio inmediato depende en parte del estado clínico previo del paciente, del tipo de cardiopatía y, sobre todo, de la corrección quirúrgica y el manejo intraoperatorio.

En resumen, las recomendaciones actuales son que, independientemente de la edad y el tipo de cardiopatía, si el niño no presenta alteraciones hemodinámicas ni sangrado excesivo, se puede intentar extubarlo en el quirófano tras finalizar la cirugía. Si llega intubado a la UCIP y no presenta complicaciones, se debe ajustar la sedación y la analgesia para disminuir rápidamente la asistencia respiratoria e intentar retirar la ventilación mecánica en las primeras 24 h de postoperatorio. La utilización de ventilación no invasiva y la oxigenoterapia de alto flujo son técnicas que pueden ayudar a facilitar la extubación precoz tras la cirugía cardíaca^{15,16}.

Concluimos que, aunque un número de niños cada vez mayor son extubados en las primeras 24 h tras la cirugía cardíaca, en nuestra experiencia, pese a que el número de pacientes estudiados es pequeño y la muestra no es homogénea, todavía un porcentaje importante precisa ventilación mecánica más de 3 días. El peso < 7 kg y la presencia de complicaciones extrapulmonares son los factores postoperatorios más importantes que predicen la necesidad de ventilación mecánica prolongada en el postoperatorio de cirugía cardíaca en niños.

BIBLIOGRAFÍA

1. Ben-Abraham R, Frati Q, Mishali D, Yulia F, Vardi A, Barzilay Z, et al. Predictors for mortality after prolonged mechanical ventilation after cardiac surgery in children. *J Crit Care*. 2002;17:235-9.
2. Davis S, Worley S, Mee RB, Harrison AM. Factors associated with early extubation after cardiac surgery in young children. *Pediatr Crit Care Med*. 2004;5:63-8.
3. Laussen PC, Roth SJ. Fast tracking: efficiently and safely moving patients through the intensive care unit. *Prog Pediatr Cardiol*. 2003;18:149-58.
4. Neirotti RA, Jones D, Hackbarth R, Paxson Fosse G. Early extubation in congenital heart surgery. *Heart Lung Circ*. 2002;11:157-61.
5. Vricella LA, Dearani JA, Gundry SR, Razzouk AJ, Brauer SD, Bailey LL. Ultra-fast track in elective congenital heart surgery. *Ann Thorac Surg*. 2000;69:865-71.
6. Székely A, Sági E, Kiraly L, Szatmari A, Dinya E. Intraoperative and postoperative risk factors for prolonged mechanical ventilation after cardiac surgery. *Pediatr Anesthesia*. 2006;16:1166-75.
7. Kloth RL, Baum VC. Very early extubation in children after cardiac surgery. *Crit Care Med*. 2002;30:787-91.
8. Ip P, Chiu CSW, Cheung YF. Risk factors prolonging ventilation in young children after cardiac surgery: impact of non-infectious pulmonary complications. *Pediatr Crit Care Med*. 2002;3:269-74.
9. Harrison AM, Cox AC, Davis S, Piedmonte M, Drummond-Webb JJ, Mee RBB. Failed extubation after cardiac surgery in young children: prevalence, pathogenesis and risk factors. *Pediatr Crit Care Med*. 2002;3:148-52.
10. Ten Harkel ADJ, Van der Vorst MMJ, Hazekamp MG, Ottenkamp J. High mortality rate after extubation failure after pediatric cardiac surgery. *Pediatr Cardiol*. 2005;26:756-61.

11. García Montes JA, Calderón Colmenero J, Casanova M, Zarco E, Fernández de la Reguera G, Buendía A. Factores de riesgo de ventilación mecánica prolongada tras corrección quirúrgica de cardiopatía congénita. *Arch Cardiol Mex.* 2005;75:402-7.

12. Vida VL, Leon-Wyss J, Rojas M, Mack R, Barnoya J, Castañeda AR. Pulmonary artery hypertension: is it really a contraindicating factor for early extubation in children after cardiac surgery? *Ann Thorac Surg.* 2006;81:1460-5.

13. Rady MY, Ryan T, Starr NJ. Early onset of acute pulmonary dysfunction after cardiovascular surgery: risk factors and clinical outcome. *Crit Care Med.* 1997;25:1831-9.

14. Brown KL, Ridout DA, Goldman AP, Hoskote A, Penny DJ. Risk factors for long intensive care unit stay after cardiopulmonary bypass in children. *Crit Care Med.* 2003;31:28-33.

15. Tokuda Y, Matsumoto M, Sugita T, Nishizawa J. Nasal mask bilevel positive airway pressure ventilation for diaphragmatic paralysis after pediatric open-heart surgery. *Pediatr Cardiol.* 2004;25:552-3.

16. Urbano Villaescusa J, Mencía Bartolomé S, Cidoncha Escobar E, López-Herce Cid J, Santiago Lozano MJ, Carrillo Álvarez A. Experiencia con la oxigenoterapia de alto flujo en cánulas nasales en niños. *An Pediatr (Barc).* 2008;68:4-8.