
ARTÍCULO ORIGINAL

Factores asociados para falla en la extubación de recién nacidos de término de una unidad de cuidados intensivos neonatales

Carlos Antonio Tapia-Rombo,* Reyna Edith Cortés-Ortiz,** Herminia Uscanga-Carrasco,* Daniel Tena-Reyes*

* Servicio de Neonatología, ** Unidad Médica de Alta Especialidad,
Hospital General Dr. Gaudencio González Garza, Centro Médico Nacional La Raza, Instituto Mexicano del Seguro Social.

Associated factors to extubation failure in the term newborns from a neonatal intensive care unit

ABSTRACT

Introduction. The mechanical ventilator support (MVS) it is a procedure which improves survival of critically ill newborns (NB), but is not risk free one of them is tracheal damage reintubations by extubation failure. Knowledge that there is the medical literature is about preterm infant and there is not information about term NB. **Objective.** To establish that factors are associated to the unsuccessful extubation in the term NB from 37 to 42 weeks of gestational age. **Material and methods.** Retrospective study, of case-control in cohort including all the files and/or patient term NB that were interned in the Neonatal Intensive Care Unit of a Neonatology Service during the period of January from the 2004 to December of 2008 that they fulfilled the selection criteria. They were formed two groups: group A of cases (extubation failure) and group B of controls (successful extubation). Extubation failure was considered when there was need for the patient reintubate during first 72 hrs. We take into account to patient of term NB of one to 28 days of extrauterine life that remained with MVS at least 24 hrs and that to extubate was achieved with or without success, previous step for tracheal continuous positive airway pressure (CPAP), and that they were not more than 28 days with MVS. The statistical analysis was carried out by means of the descriptive and the inferential statistic. It was considered area of significance with $p < 0.05$. **Results.** Forty one patients were included divided in two groups: group A (cases) of 17 patients, and group B (controls) with 24 patients. The population's characteristics studied among the two groups didn't show significant differences. Of the variables studied between the two groups showed significant differences of age at start of ventilation, calories and the hemoglobin for

RESUMEN

Introducción. La asistencia mecánica a la ventilación (AMV) es uno de los procedimientos terapéuticos que mejora la sobrevida de los recién nacidos (RN) críticamente enfermos; sin embargo, su uso no está exento de riesgos y uno de ellos es el daño traqueal por reintubaciones ante el fracaso en la extubación. La información que existe en la literatura de los factores de riesgo asociados a una extubación fallida provienen de RN prematuros y no hay estudios para RN de término. **Objetivo.** Determinar los factores asociados a la falla en la extubación de RN de término de 37 a 42 semanas de edad gestacional. **Material y métodos.** Estudio retrospectivo, de casos y controles anidados en una cohorte, incluyendo todos los expedientes y/o pacientes RN de término que estuvieron internados en la Unidad de Cuidados Intensivos Neonatales de un Servicio de Neonatología durante enero 2004 a diciembre 2008 que cumplieron con los criterios de selección. Se formaron dos grupos: grupo A, de casos (extubación fallida) y grupo B, de controles (extubación exitosa). Se consideró falla a la extubación cuando hubo necesidad de reintubar al paciente en las primeras 72 hrs. Se tomaron en cuenta a los pacientes RN de término de uno a 28 días de vida extrauterina que permanecieron con AMV por lo menos 24 hrs y que se lograron extubar con o sin éxito, previo paso por presión positiva continua de las vías aéreas (CPAP) traqueal y que estuvieron no más de 28 días con AMV. El análisis estadístico se realizó por medio de la estadística descriptiva e inferencial. Se consideró zona de significancia con $p < 0.05$. **Resultados.** Se incluyeron 41 pacientes: grupo A (casos) con 17 pacientes y grupo B (controles) con 24 pacientes. Las características de la población estudiada entre los dos grupos no mostraron diferencias significativas. De las variables estudiadas entre ambos grupos, mostraron diferencias significativas la edad al inicio de la ventilación, las calorías recibidas y la hemoglobina a favor de los controles y el tiempo de estancia con AMV, el número de reintubaciones y la presión inspiratoria pico (PIP) previo al

controls and the time spent with MVS, reintubations number, and the peak inspiratory pressure (PIP) prior to the passage of the CPAP for cases, all with p < 0.05. In the multivariate analysis they were significant association as factor of risk for the extubation failure when the PIP was > 18 cm H₂O, cycles > 15x' and hemoglobin < 13 g/dL. Conclusions. Based on the above we conclude that in the term NB with MVS before placing in tracheal CPAP for the extubation should have a PIP ≤ 18 cm H₂O, cycles ≤ 15x' and a hemoglobin not smaller than 13 g/dL to avoid this way as much as possible the extubation failure and with it to improve the prognosis.

Key words. Term newborn. Extubation failure. Mechanical ventilator support.

INTRODUCCIÓN

El uso de asistencia mecánica a la ventilación (AMV) es un procedimiento que mejora la sobrevida de los recién nacidos (RN) críticamente enfermos; sin embargo, su empleo no está exento de riesgos y uno de ellos es el daño traqueal por reintubaciones cuando fracasa la extubación. Aproximadamente 33% de los RN prematuros presentan este problema^{1,2} y en los RN de término, aunque no ha sido bien estudiado, se menciona alrededor de 16%.³ Los factores que se han asociado a la falla en la extubación en el RN, tanto de pretermino como en el de término, son:

- Pulmonares, como enfermedad pulmonar primaria no resuelta, atelectasia postextubación, insuficiencia respiratoria de la prematuridad, displasia broncopulmonar (DBP), eventración o parálisis diafragmática.
- De las vías aéreas superiores, edema y/o exceso de secreciones traqueales, estenosis subglótica, laringotraqueomalacia, traqueobronquitis necrosante probablemente, anillo vascular congénito.
- Cardiovasculares, con la presencia del conducto arterioso, sobrecarga de líquidos, cardiopatía congénita con hiperflujo pulmonar.
- Sistema nervioso central, apnea en el RN muy prematuro, hemorragia intraventricular, daño cerebral por hipoxia-isquemia, por drogas como fenobarbital.
- Misceláneas como diagnósticos no reconocidos (parálisis nerviosa o *Miastenia gravis*, etc.) sepsis, alteraciones metabólicas.⁴

Además, se ha mencionado que para que la extubación tenga éxito es conveniente mantener una presión positiva continua de las vías aéreas (CPAP) de 2-4 cm H₂O por 12-14 hrs y una fracción inspirada

paso de CPAP, a favor de los casos, todos con p < 0.05. En el análisis multivariado se encontró asociación significativa como factor de riesgo para falla de la extubación cuando la PIP era > 18 cm H₂O, ciclado > 15x' y hemoglobina < 13 g/dL. Conclusiones. En el RN de término con AMV, antes de colocarse en CPAP traqueal para extubarse, debe de tener una PIP ≤ 18 cm H₂O, un ciclado ≤ 15x' y hemoglobina no menor de 13 g/dL para evitar en lo posible falla a la extubación y mejorar el pronóstico.

Palabras clave. Recién nacido de término. Falla a la extubación. Asistencia mecánica a la ventilación.

de oxígeno (FiO₂) < 40%.⁵ Algunos autores han sugerido puntas nasales y/o aminofilina o dexametasona otros;⁵ no obstante, en niños < 1,200 g, o en aquéllos que estén con un tubo endotraqueal de 2.5 mm de diámetro interno, se ha mencionado la necesidad de extubar en forma directa omitiéndose el CPAP.^{6,7} Para otros, esto es controvertido.^{1,8,9}

Las causas de falla a la extubación no han sido bien analizadas en los RN de término, no se cuenta con bibliografía publicada a este respecto. Son varios los factores que contribuyen a la capacidad para tolerar la extubación, como el adecuado funcionamiento del centro respiratorio y los movimientos respiratorios coordinados por los músculos torácicos; sin embargo, la gran flexibilidad de la pared torácica en los neonatos, aumenta el trabajo respiratorio, atribuido a las costillas blandas y no calcificadas, entre otros. El diafragma, aunque con ciertas desventajas, es el sostén principal de la ventilación en el neonato, proporcionalmente tiene menos fibras musculares tipo I, por lo que su mecanismo de contracción es menos eficiente y se fatiga más rápidamente. Así también, se ha mencionado que el prematuro tiene una caja torácica inestable, menor cantidad de fibras diafragmáticas tipo I (de oxidación rápida y resistentes a la fatiga) y mayor viscosidad del pulmón;¹⁰ a diferencia del RN de término, en el que el volumen pulmonar es mayor al igual que la capacidad residual funcional (alrededor de 30 mL/kg),¹¹ su caja torácica es más estable y tiene mayor cantidad de fibras diafragmáticas tipo I.¹⁰

Existen estudios que mencionan las causas de falla en la extubación, pero enfocados a los RN de pretermino; entre ellos están el de Dimitriou, *et al.*,¹² que demostraron que la falla en la extubación se puede asociar a bajo volumen pulmonar durante el procedimiento. En otro trabajo, los mismos autores encontraron (después de estudiar 30 RN con prome-

dio de 29 semanas de edad gestacional, mínima de 25 y máxima de 33, comparado con un grupo control sin falla a la extubación) que la capacidad residual funcional y la edad gestacional eran menores significativamente en el primero, siendo este último dato el mejor predictor para la falla de la extubación.⁸ Los mismos autores¹³ usaron el CPAP posterior a la extubación en RN prematuros encontrando que, aunque no disminuyó el riesgo de reintubación, la cantidad de soporte respiratorio adicional si. Otros autores¹⁴ valoraron el CPAP nasofaríngeo o traqueal en RN prematuros de muy bajo peso vs. extubación directa sin hallar diferencias.

En otro estudio de Davis, *et al.*,¹⁵ en RN pretérmino, recomendaron el uso de dexametasona intravenosa en aquellos pacientes con intubación prolongada sin mencionarse el tiempo, o en caso de intubaciones frecuentes, por el riesgo de edema de las vías aéreas para evitar la falla en la extubación.

Couser, *et al.*¹⁶ evaluaron la efectividad de la dexametasona para prevenir la falla en la extubación de RN de pretérmino con riesgo de edema en vías aéreas obteniendo resultados favorables; otros autores valoraron sus posibles efectos colaterales.¹⁷

En un estudio comparativo, aleatorizado, Khalaf, *et al.*¹⁸ valoraron RN de 34 semanas o menos de edad gestacional, quienes fueron ventilados por síndrome de dificultad respiratoria (SDR), antes de la extubación se les dejó una presión nasal positiva intermitente sincronizada y a otros CPAP nasal; se demostró que el primero era más efectivo para prevenir la falla en el procedimiento.

En otra investigación, también de RN de pretérmino e inmaduros, Dimitriou, *et al.*¹⁹ (después de estudiar a 20 RN de 25 a 33 semanas de edad gestacional en los primeros 11 días de vida extrauterina, con 4 hrs de extubación) hallaron que existía una alta correlación entre las radiografías postextubación y la capacidad funcional residual, como predictores de falla en la extubación, encontrando que un área pulmonar < 8.5 cm² tenía una máxima especificidad (100%) en predecir la falla en la extubación. Los mismos autores,²⁰ en 2002, estudiaron 36 RN de 25 a 36 semanas de edad gestacional, de los cuales 13 fueron < 30 semanas; llegaron a la conclusión de que los factores predictores de falla en la extubación de RN prematuros es la baja edad gestacional y la mayor edad posnatal.

En 2004, Halliday²¹ realizó un meta-análisis en RN de pretérmino para conocer cuáles intervenciones facilitan el destete del ventilador y finalmente extubación, encontrando que la favorecen la CPAP nasal o la presión nasal positiva intermitente, así

como las metilxantinas; dejando en segundo término a la dexametasona y fisioterapia pulmonar por sus efectos adversos.

En un estudio realizado en el Servicio de Neonatalogía por Tapia, *et al.*,²² después del análisis multivariado, se encontraron tres factores predictores de falla en la extubación:

- Pacientes < 32 semanas de edad gestacional.
- Apporto calórico ≤ 100 cal x kg x día.
- Presión media de las vías aéreas (PMVA) ≥ 4.5 cm H₂O.

Dos de los autores del trabajo anterior, en otro estudio de RN de pretérmino también, después de buscar los factores predictores para falla en la extubación en dos o más ocasiones (reincidencia de falla a la extubación) posterior al análisis multivariado, encontraron relevancia significativa entre todos los factores posibles estudiados a un índice de oxigenación (IO₂) > 2 y a la presencia de atelectasias postextubación; además, en algunos pacientes se detectaron alteraciones anatómicas en la broncoscopia como posibles causas.²³

No existen en la literatura disponibles estudios que muestren los factores de riesgo asociados para falla en la extubación en el RN de término. Hay un trabajo que únicamente menciona la validación de factores de éxito y falla en la extubación (se hace de rutina en adultos), en un grupo de niños desde la etapa neonatal sin contar a RN de pretérmino hasta los 18 años de edad, encontrando después del análisis multivariado, relevancia estadística en la presión inspiratoria pico (PIP), PMVA, FiO₂, IO₂, complianza dinámica, volumen corriente indexado a la superficie corporal, volumen por minuto generado por el ventilador y flujo inspiratorio.³

En la Unidad de Cuidados Intensivos Neonatales (UCIN) del Servicio de Neonatología del Hospital General Dr. Gaudencio González Garza (HG Dr. GGG), dentro de la Unidad Médica de Alta Especialidad (UMAE), Centro Médico Nacional La Raza (CMNR) se atiende a un gran número de RN; aproximadamente 380 ingresos al año. Casi 30% son de término (94 pacientes por año) y cerca de 80% de ese grupo, requieren de AMV (72 pacientes); de este subgrupo alrededor de 16% fracasan en la extubación (12 pacientes). Los factores de riesgo para el fracaso no se han estudiado profundamente y en la literatura no hay estudios precisos en relación con ellos; por lo anterior se buscó determinar los factores que están asociados con falla en la extubación en el RN de término con el fin de dar las bases para es-

tablecer criterios guías al momento de extubar al paciente de término con la posibilidad de tener el menor riesgo de fracaso.

OBJETIVO

Determinar qué factores se asocian a la falla en la extubación de RN de término de 37 a 42 semanas de edad gestacional atendidos en la UCIN del Servicio de Neonatología, HG Dr. GGG, UMAE, CMNR.

Nuestra hipótesis de trabajo, de acuerdo con lo observado en el Servicio de Neonatología (ya que en la mayoría de la literatura médica no se especifica) fue que uno o más factores de los mencionados a continuación están asociados al grupo que tiene falla en la extubación (casos) a diferencia de los que no la presentan (controles):

- RN de término con peso < 2,500 kg al nacer.
- Atelectasia en las primeras 24 hrs de extubado.
- Antecedente de tres o más reintubaciones para recolocación de la cánula, previas a la extubación.
- $\text{FiO}_2 > 40\%$ preextubación.
- $\text{PIP} > 20 \text{ cm H}_2\text{O}$, ciclado $> 10 \times \text{min}$, $\text{PMVA} \geq 5.5 \text{ cm H}_2\text{O}$ (éstos, antes de pasar al CPAP traqueal, para luego extubarse).
- $\text{PaO}_2 < 55 \text{ mmHg}$ previo a la extubación.
- Calorías $< 60 \times \text{kg} \times \text{día}$ al momento de la extubación.
- Más de una semana de AMV, sin consumo de esteroides previo al procedimiento por lo menos dos días antes, IV o inhalados (micronebulizaciones).

MATERIAL Y MÉTODOS

Se realizó un estudio retrospectivo, comparativo de efecto-causa (observacional, longitudinal, retrospectivo), de casos y controles anidados en una cohorte, incluyendo a todos los expedientes y/o pacientes RN de término que estuvieron internados en la UCIN del Servicio de Neonatología del HG Dr. GGG, UMAE, CMNR durante el periodo de enero 2004 a diciembre 2008, que cumplieron con los criterios de inclusión.

Criterios de inclusión

Para ambos grupos:

- RN de término de 37 a 42 semanas de edad gestacional con vida extrauterina de uno a 28 días, que estuvieron con AMV por lo menos 24 hrs y

que se lograron extubar con éxito o no (los que fallaron a la extubación).

- Del sexo masculino o femenino.
- Con apoyo de AMV no mayor a 28 días.
- Que los pacientes, antes de extubarse, hubieran estado en CPAP traqueal entre 3-4 cm de H_2O por lo menos 30 min y máximo 2 hrs.

Criterios de exclusión

Para ambos grupos:

- RN con malformaciones pulmonares mayores congénitas (anillo vascular congénito traqueal, hipoplasia pulmonar, laringotraqueomalacia) o del sistema nervioso central (holoprosencefalia, hidranencefalia, hidrocefalia, etc.) o adquiridas (neuroinfección o ventriculitis).
- Caída brusca de la FiO_2 antes o posterior a la extubación por causas ajenas al manejo habitual.
- En los que se hubiera practicado aspiración inadecuada con laceración de la vía aérea superior o inferior ameritando reintubación.
- RN con extubación previa fallida.
- RN con expedientes incompletos.

Se consideraron las siguientes definiciones:

- **Falla a la extubación.** Cuando el RN estuvo intubado por lo menos 24 hrs (para fines de este estudio) al retiro de la cánula orotraqueal (extubación) hubo necesidad de reintubación en las primeras 72 hrs después del procedimiento. Se le consideró como variable dependiente o de desenlace.
- **Atelectasia preextubación.** Cuando hubo colapso parcial o total de uno o ambos pulmones antes de la extubación.
- **Atelectasia postextubación.** Cuando ésta se presentó en las primeras 24 hrs de extubación (parcial o total, de uno o ambos pulmones).

El IO_2 se obtuvo al multiplicar la $\text{FiO}_2 \times 100 \times \text{PMVA}$. El resultado obtenido se dividió entre la PaO_2 . La FiO_2 es la fracción inspirada de oxígeno, siendo $100\% = 1$; 100 fue la constante para convertir a la FIO_2 en porcentaje y la PMVA es la presión media de las vías aéreas registrada en el ventilador. La PaO_2 es la presión arterial de oxígeno.

Metodología

Por el médico de base y residente de pediatría de cuarto año, se revisaron todos los expedientes de los

pacientes que egresaron del Servicio de Neonatología (UCIN) y los que ingresaron durante el tiempo estipulado del estudio que cumplieron con los criterios de inclusión. Los datos se vaciaron en hoja especial de recolección.

El análisis estadístico se realizó por medio de la estadística descriptiva (media, desviación estándar, mediana y moda en su caso, etc.) y la inferencial por medio de la t de Student para muestras independientes o, en su defecto, U de Mann Whitney para las variables cuantitativas; además, χ^2 o, en caso indicado, probabilidad exacta de Fisher para las variables categóricas nominales.

Para los factores asociados para falla en la extubación se usó el OR (razón de momios) con el intervalo de confianza a 95%; el análisis multivariado, por medio de la regresión logística múltiple. Se consideró zona de significancia con $p < 0.05$.

Se incluyeron a todos los pacientes en forma consecutiva que cumplieron con los criterios de selección. De acuerdo con falla o no en la extubación, se formó el grupo A de casos (extubación fallida) y el grupo B de controles (extubación exitosa).

En 100% de ambos grupos se utilizó el ventilador Bear Cub 750 vs. disponible en la unidad para el manejo de los pacientes.

Se utilizó el programa SPSS versión 15 (Chicago, IL, USA) para la base de datos y para el análisis de los resultados.

RESULTADOS

La población estudiada estuvo conformada por 41 pacientes, los cuales se dividieron en dos grupos:

- **Grupo A.** Casos, 17 pacientes.
- **Grupo B.** Controles, 24 pacientes.

Los participantes cumplieron con los criterios de inclusión durante el tiempo estipulado. Lo anterior representa una falla a la extubación de 41.5% aproximadamente, en el RN de término en la UCIN, de una población seleccionada en un periodo de cinco años; sin embargo, si se consideran a todos los RN de término bajo AMV en el Servicio de Neonatología durante ese lapso, la falla fue de 4.7% aproximadamente.

En el grupo A hubo nueve pacientes (53%) del sexo masculino y ocho (47%) del sexo femenino; en el B hubo 14 (58%) del sexo masculino y 10 (42%) del sexo femenino; sin diferencia significativa entre ellos (p dos colas = 0.9).

Las características de la población estudiada entre los dos grupos no mostraron diferencias significativas (Cuadro 1).

Los diagnósticos de ingreso para cada grupo se ilustran en el cuadro 2, sin encontrarse diferencias estadísticamente significativas.

De los parámetros estudiados, al compararse los dos grupos, se encontraron diferencias significativas respecto a la edad al inicio de la ventilación y la hemoglobina a favor de los controles y el número de reintubaciones, la PIP entre 2-3.5 hrs previas al paso de CPAP, paso anterior a la extubación y tiempo de duración de la AMV, a favor de los casos (Cuadro 3).

En ambos grupos hubo RN hipotróficos: en el grupo A, dos pacientes (12%) y en el grupo B, dos pacientes (8%) sin diferencia significativa (p = 1.0).

Cuadro 1. Algunas características de la población estudiada de ambos grupos.

Características estudiadas	Grupo A (n = 17)	Grupo B (n = 24)	p
Edad gestacional (semanas)			
Promedio ± DE	38 ± 1.7	38 ± 1.2	0.59 (NS)
Mínimo-máximo	37-42	37-41	-
Peso al nacer (g)			
Promedio ± DE	3,020 ± 498	2,969 ± 417	0.34 (NS)
Mínimo-máximo	2,400-3,930	2,150-3,820	-
Apgar 5 min			
Mediana	8	8	0.25 (NS)*
Mínimo-máximo	5-9	4-10	-
Moda	8	9	-

DE: Desviación estándar. NS: No significativo. *U de Mann-Whitney.

Cuadro 2. Padecimientos motivo de ingreso al Servicio de Neonatología de la Unidad Médica de Alta Especialidad Hospital General Dr. Gaudencio González Garza del Centro Médico Nacional “La Raza”.

Diagnóstico	Grupo A (n = 17)	Grupo B (n = 24)	p*
Síndrome de dificultad respiratoria	2 (12%)	9 (37%)	0.08 (NS)
Encefalopatía hipóxico-isquémica	1 (6%)	2 (8%)	1.00 (NS)
Cardiopatía congénita	0 (0%)	3 (13%)	0.25 (NS)
Malformación intestinal	5 (28%)	5 (21%)	0.71 (NS)
Trauma obstétrico	2 (12%)	0 (0%)	0.16 (NS)
Sepsis	2 (12%)	2 (8%)	1.00 (NS)
Taquipnea transitoria del recién nacido	2 (12%)	0 (0%)	0.16 (NS)
Asfixia perinatal	3 (18%)	3 (13%)	0.67 (NS)

NS: No significativo. *Probabilidad exacta de Fisher, p de dos colas.

Cuadro 3. Variables estudiadas en ambos grupos.

Variable estudiada	Casos (n = 17)	Controles (n = 24)	p
Edad al inicio de la AMV (días)			
Mediana	1	2.5	0.02*
Mínimo, máximo	1-11	1-27	
Tiempo de intubación (días)			
Promedio ± DE	12.6 ± 6.5	7.8 ± 7.5	0.036
Mínimo, máximo	2-27	1-28	
Número de reintubaciones			
Mediana	3	2	0.001*
Mínimo, máximo	1-6	0-6	
Peso al momento de la extubación (g)			
Promedio ± DE	3,033.2 ± 556.3	2,960.8 ± 523.5	0.68 (NS)
Mínimo, máximo	2,300-3,850	1,900-3,980	
Edad al momento de la extubación (días)			
Promedio ± DE	14 ± 6	13 ± 9.8	0.74 (NS)
Mínimo, máximo	3-27	3-33	
FiO2 previo a la extubación (%)			
Promedio ± DE	43.2 ± 12.2	43 ± 20.3	0.98 (NS)
Mínimo, máximo	25-60	21-100	
PIP 2-3.5 hrs previas a la extubación (cm de H ₂ O)			
Promedio ± DE	18.1 ± 3.4	14.3 ± 2.8	0.001
Mínimo, máximo	10-24	10-21	
Ciclado del ventilador			
2-3.5 hrs preextubación (ciclos x min)			
Promedio ± DE	21.5 ± 9.5	17.5 ± 9.3	0.19 (NS)
Mínimo, máximo	10-40	8-41	
Presión media de las vías aéreas 2-3.5 hrs preextubación (cm de H ₂ O)			
Promedio ± DE	3.8 ± 0.5	3.8 ± 0.71	0.76 (NS)
Mínimo, máximo	3-4.8	3-5.8	
Índice de oxigenación antes de pasar a CPAP			
Promedio ± DE	2.58 ± 1.31	2.17 ± 1.4	0.4 (NS)
Mínimo, máximo	0.95 - 5.4	0.48- 5.73	

Saturación de O ₂ (%) preextubación			
Promedio ± DE	89.3 ± 4.9	89.3 ± 13.8	0.99 (NS)
Mínimo, máximo	80-99	80-100	
pH arterial preextubación			
Promedio ± DE	7.4 ± 0.06	7.46 ± 0.1	0.27 (NS)
Mínimo, máximo	7.30-7.56	7.34-7.78	
PaO ₂ preextubación (mm de Hg)			
Promedio ± DE	76.9 ± 19.3	87.4 ± 34.1	0.22 (NS)
Mínimo, máximo	48-115	32-183	
PaCO ₂ preextubación (mm de Hg)			
Promedio ± DE	27.2 ± 6.7	25.6 ± 8.1	0.49 (NS)
Mínimo, máximo	20-40.6	6-49.7	
Hemoglobina preextubación (g/dL)			
Promedio ± DE	13.1 ± 1.3	14.5 ± 1.7	0.005
Mínimo, máximo	11-15.2	12.4-19.4	
Aporte calórico preextubación (cal/kg/día)			
Promedio ± DE	104.7 ± 11.2	117.08 ± 20.1	0.01
Mínimo, máximo	90-130	90-150	

AMV: Asistencia mecánica a la ventilación. CPAP: Presión positiva continua de las vías aéreas. FiO₂: Fracción inspirada de oxígeno. PIP: Presión inspiratoria pico. PaO₂: Presión arterial de oxígeno. PaCO₂: Presión arterial de dióxido de carbono. Cal: calorías. DE: Desviación estándar. NS: No significativo. *U de Mann-Whitney.

Cuadro 4. Factores de riesgo asociados a falla en la extubación, ambos grupos. Análisis bivariado.

Parámetro estudiado	Grupo A (n = 17)	Grupo B (n = 24)	OR	IC 95%	P*
Peso al nacimiento ≤ 2,200 g (hipotróficos)	0	1	1.04	0.96 - 1.13	1.0 (NS)
FiO ₂ > 40% preextubación	8	7	1.61	0.72 - 3.59	0.32 (NS)
PIP > 18 cm H ₂ O preextubación**	8	2	5.64	1.36 - 23.35	0.008
Ciclado > 15x [†] preextubación**	12	7	2.4	1.2 - 4.8	0.012
PaO ₂ < 55 mm Hg preextubación	3	3	1.4	0.32 - 6.16	0.67 (NS)
Índice de oxigenación preextubación**	7	7	1.7	0.37 - 7.6	0.64 (NS)
Tres o más reintubaciones (preextubación)	17	17	1.41	1.09 - 1.82	0.02*
Calorías < 100/kg/día	14	22	0.5	0.9 - 1.4	0.63 (NS)
Calorías < 120/kg/día	14	13	1.5	0.9 - 2.3	0.09 (NS)
AMV ≥ 8 días	12	8	2.1	1.11 - 4.03	0.02
Atelectasia preextubación	1	0	0.9	0.83 - 1.06	0.41(NS)
Atelectasia postextubación (primeras 24 hrs)	16	3	7.5	2.59 - 21.84	<0.001
PMVA ≥ 5.5 cm H ₂ O**	0	1	1.0	0.95 - 1.16	1.0 (NS)
Sin consumo de esteroides preextubación por lo menos 48 hrs	6	5	1.69	0.61 - 4.65	0.47 (NS)
PCA detectado preextubación	1	2	1.02	0.86 - 1.21	1.0 (NS)
Hb < 13 g/dL preextubación	10	5	2.7	1.13 - 6.48	0.02

FiO₂: Fracción inspirada de oxígeno. AMV: Asistencia mecánica a la ventilación. PIP: Presión inspiratoria pico. PaO₂: Presión arterial de oxígeno. PMVA: Presión media de las vías aéreas. PCA: Persistencia del conducto arterioso. Hb: Hemoglobina. NS: No significativo. * Probabilidad exacta de Fisher. **Entre 2 y 3.5 hrs antes de pasar a presión positiva continua de las vías aéreas (CPAP) traqueal.

No se encontró diferencia significativa en los cm de H₂O de CPAP traqueal utilizados antes de la extubación entre los casos y los controles ($p > 0.05$).

En el análisis bivariado con diferentes puntos de corte mostraron significancia estadística, AMV ≥ 8 días, reintubaciones tres o más veces y ciclado del

Cuadro 5. Factores asociados a falla en la extubación, ambos grupos. Análisis multivariado.*

Factor estudiado **	OR	IC 95%	p
PIP > 18 cm H ₂ O***	20.4	1.7 - 244.2	0.01
Ciclado x min > 15***	19.6	2 - 192.8	0.01
Hb < 13 g/dL	14.5	1.2 - 176.8	0.03

* Regresión logística múltiple. OR: Razón de momios. IC: Intervalo de confianza. PIP: Presión inspiratoria pico. Hb: Hemoglobina. ** Los demás factores estudiados no alcanzaron significancia estadística. *** Antes de pasar a la presión positiva continua de las vías aéreas (CPAP) traqueal.

ventilador > 15x', PIP > 18 cm H₂O previos al paso de CPAP, paso anterior a la extubación; también tuvo relevancia estadística cuando la hemoglobina (Hb) era < 13 g/dL y hubo atelectasia postextubación en las primeras 24 hrs posteriores al procedimiento; todo a favor del grupo A (casos) (Cuadro 4); también se realizaron diferentes puntos de corte para las variables de riesgo conocidas en el RN de pretérmino, sin alcanzar significancia estadística con $p > 0.05$. Tampoco hubo relevancia estadística con respecto a la presencia de persistencia del conducto arterioso (PCA) y al desarrollo de enfermedad pulmonar aguda o enfermedad pulmonar crónica ($p = 0.29$ y 1.0, respectivamente).

En el análisis multivariado se encontró asociación estadísticamente significativa en la PIP > 18 cm H₂O, ciclado > 15x' previos al paso de CPAP traqueal antes de la extubación y en Hb < 13 g/dL, todo a favor de los casos (Cuadro 5).

DISCUSIÓN

La AMV es una herramienta muy útil en el manejo del RN de término clínicamente enfermo; sus principales indicaciones son: alteraciones respiratorias, cardiovasculares y neurológicas.⁴ En la literatura, se menciona en términos generales en cuáles circunstancias debe de extubar a un RN; sin embargo, no existen límites demarcados del momento en que debe hacerse este procedimiento. Se dice que deben tener un CPAP entre 2 y 4 cm H₂O por unas horas y una FiO₂ < 40%,⁵ pero no se precisan los parámetros ventilatorios con los que se debe pasar al CPAP.

La falla en la extubación, entendida como la necesidad de reintubación dentro de las 48-72 hrs posteriores a la extubación,²⁴ oscila entre 2-25% de los pacientes dentro de las Unidades de Cuidados Intensivos Neonatales. En la literatura revisada se menciona falla a la extubación hasta en 33% de los RN prematuros^{1,2} y en los RN de término, aunque no ha sido bien estudiado, alrededor de 16%.³

Se han analizado profundamente diferentes factores que hacen fallar el procedimiento de extubación (pero en el RN de pretérmino, enfocado principalmente a su mecánica respiratoria) concluyéndose, de acuerdo con diferentes autores, que el volumen pulmonar bajo y la disminución de la capacidad residual funcional (< 26 mL/kg), así como una baja edad gestacional (promedio 29 semanas) son importantes en la falla del procedimiento, siendo más relevante aún este último aspecto.^{8,12}

En otro estudio,²² que se realizó en este mismo servicio sobre factores predictores de falla a la extubación, pero en el RN de pretérmino, se encontró (después del análisis multivariado) una edad gestacional baja (< 32 semanas), calorías totales por kg x día ≤ 100 y una presión media de la vía aérea ≥ 4.5 cm de H₂O como los factores primordiales para la falla del procedimiento; en ese mismo estudio, la frecuencia de falla a la extubación en el RN de pretérmino fue de 27.5%. Estos mismos factores (al estudiarse en la población de RN de término que fallaron a la extubación) no mostraron relevancia estadística como factores de riesgo que hacen fallar a la extubación como sucedió en el RN de pretérmino, esto por la diferencia existente, tanto anatómica como funcionalmente, entre el RN prematuro y RN de término (mayor madurez en el centro respiratorio, más coordinación en los movimientos respiratorios, menor flexibilidad en la caja torácica, mayor cantidad de fibras musculares tipo I, mayor estabilidad en su caja torácica, etc.).¹⁰

En el presente trabajo se encontraron algunas diferencias entre los dos grupos estudiados, tales como la edad extrauterina para inicio de la AMV (un poco más tardía en los controles, probablemente porque a pesar de que los padecimientos motivo de ingreso fueron similares, no lo fueron en la gravedad de los mismos que hicieron que en el grupo B, controles, se intubarán tardíamente y, por la estructura de este estudio, no se midió la gravedad de los pacientes). Así también, no hubo diferencias entre las PMVA entre los casos y controles, ni diferencia entre los

IO₂ entre ambos grupos, lo que habla que antes de que se extubaran estaban en condiciones parecidas en varios aspectos relacionados con la AMV.

Por otro lado, también el número de reintubaciones fue significativamente mayor en el grupo A (casos) pero sólo en el análisis bivariado, esta situación puede estar relacionada con la gravedad propia del paciente que, como parte del manejo y ante la no mejoría de sus condiciones generales, en muchas ocasiones se le debe cambiar de cánula o recolocarla, entre otros. La reintubación se ha asociado a complicaciones de la AMV en el prematuro;²⁵ en el presente estudio, en el RN de término no se corroboró.

En este estudio se encontró diferencia significativa en la PIP unas horas previas a la extubación, siendo más elevada en los casos aproximadamente en 25% (promedio 18 cm H₂O vs. 14 cm H₂O), lo que se corroboró en el análisis bivariado y multivariado con un corte > 18 cm H₂O como de riesgo. Kavvadia, *et al.*⁸ tuvieron éxito en la extubación con una mediana de 12 cm H₂O; en el estudio de Tapia,²² el punto de corte en el bivariado fue < 14 cm H₂O para que tuviera éxito la extubación, pero de igual forma en el RN prematuro; esto no ha sido reportado en RN de término en la literatura disponible.

Es entendible que al bajar la presión bruscamente, posterior a la extubación, se presente atelectasia postextubación, que en el análisis bivariado del presente estudio mostró relevancia estadística, siendo más frecuente en los casos, lo que podría estar ocasionado por parámetros altos del ventilador mecánico bajados bruscamente para pasar al CPAP traqueal, lo que llevó a escaso reclutamiento alveolar. También favorecida por el mal manejo de secreciones en el paciente que estuvo intubado.

Se encontró significancia estadística en la Hb preextubación entre los dos grupos a favor de los controles en el análisis multivariado, aunque el promedio de los casos (alrededor de 13 g/dL) no contraindica la extubación de acuerdo con las normas del servicio. Existe controversia respecto a si la anemia produce apnea en el RN prematuro;²⁶⁻²⁸ no ha sido bien estudiado en el RN de término. Es comprensible que si se disminuye el principal transportador de oxígeno (hemoglobina) hasta ciertos límites, se pueda afectar al paciente. Los autores proponen, de acuerdo con el resultado obtenido en este estudio, extubar a los pacientes con una Hb no menor de 13 g/dL, entre otros factores que también deben de tomarse en cuenta.

En un estudio en el RN prematuro mencionado previamente,²² se demostró únicamente a través del

análisis bivariado que extubar a un paciente con ciclos en el ventilador > 10x' favorecía la falla a la extubación; esto no ha sido bien estudiado en RN de término y en este estudio se encontró que ciclos > 15x' favorecían la falla del procedimiento. Esta diferencia encontrada entre el RN de pretérmino y el de término es entendible, ya que en este último los músculos respiratorios están maduros, la caja torácica estable, la viscosidad del pulmón es menor, etc.,¹⁰ por lo tanto, soporta mejor el trabajo respiratorio. Asimismo, la mayor edad gestacional fue un factor relevante.^{8,20}

Se ha asociado el tiempo prolongado de intubación con mayor riesgo para falla en la extubación,²⁴ hecho que se corrobora en este estudio y, además, se identifica el número de reintubaciones ≥ 3 como uno de los factores que pueden condicionar la falla, probablemente por el trauma ocasionado a la vía aérea, aunque ambos sólo en el análisis bivariado.

En la literatura médica no se encontró algún estudio que mencionara las causas o los factores asociados a la falla en la extubación, exclusivamente del RN de término, quizás porque la frecuencia sea muy inferior a la del prematuro. En este estudio, que contempla un periodo de cinco años, se encontró una frecuencia baja (una sexta parte, aproximadamente, de lo que sucede en el prematuro),^{1,2,22} por haber sido una población seleccionada; de lo contrario, la frecuencia hubiera aumentado tal como sucedió al tomar en cuenta únicamente a los 17 de los 41 pacientes con AMV que cumplieron con los criterios de inclusión, por lo que es importante tomarla en consideración.

La hipótesis de trabajo sobre los factores asociados a falla de la extubación en el RN de término se corroboró parcialmente en el análisis bivariado y multivariado, aunque la PIP, con un promedio menor al que se consideró.

Una PIP > 18 cm H₂O, un ciclado del ventilador > 15 por minuto y un nivel de hemoglobina < 13 g/dL, se comportaron como factores de riesgo para falla a la extubación en el RN de término.

CONCLUSIONES

En el RN de término bajo AMV (antes de colocarlo en CPAP traqueal para extubarlo finalmente) debería de tener una PIP ≤ 18 cm H₂O, un ciclado ≤ 15 x min y una Hb no menor de 13 g/dL, así como el manejo adecuado de otras variables importantes para disminuir la falla en la extubación, mejorando con ello el pronóstico.

REFERENCIAS

1. Chan V, Greenough A. Comparison of weaning by patient triggered ventilation or synchronous intermittent mandatory ventilation in preterm infants. *Act Pediatr* 1994; 83: 335-7.
2. Finer NN, Moriartey RR, Boyd J, Philips HJ, Stewart AR, Ulan O. Post extubation atelectasis: a retrospective review and a prospective controlled study. *J Pediatr* 1979; 94: 110-13.
3. Venkataraman ST, Khan N, Brown A. Validation of predictors of extubation success and failure in mechanically ventilated infants and children. *Crit Care Med* 2000; 28: 2991-6.
4. Goldsmith JP, Sharp MJ. Ventilatory management casebooks. In: Goldsmith JP, Karotkin EH (ed.). Assisted ventilation of the neonate. 2nd. Ed. Philadelphia: WB Saunders Company; 1988, p. 409-29.
5. Nugent J, Matthews BJ, Goldsmith JP. Pulmonary care. In: Goldsmith JP, Karotkin EH (ed.). Assisted ventilation of the neonate. 2nd. Ed. Philadelphia: WB Saunders Company; 1988, p. 90-106.
6. Carlo WA, Martin RJ. Principios de la ventilación asistida neonatal. *Clin Pediatr Norteam* 1986; 1: 231-48.
7. Kim EH, Boutwell WC. Successful direct extubation of very low birth weight infants from low intermittent mandatory ventilation rate. *Pediatrics* 1987; 80: 409-14.
8. Kavvadia V, Greenough A, Dimitriou G. Prediction of extubation failure in preterm neonates. *Eur J Pediatr* 2000; 159: 227-31.
9. Chan V, Greenough A. Randomized trial of methods of extubation in acute and chronic respiratory distress. *Arch Dis Child* 1993; 68: 570-2.
10. Davis GM, Bureau MA. Mecánica de la pared del tórax y pulmones en el control de la respiración en el neonato. *Clin Prenatol* 1987; 3: 575-603.
11. Noguera-Prieto F. La insuficiencia respiratoria en la sala de cuidados intensivos. En: Arellano-Penagos M (ed.). Cuidados intensivos en pediatría. 2a. Ed. México. D.F.: Nueva Editorial Interamericana, S.A. de C.V.; 1981, p. 43-96.
12. Dimitriou G, Greenough A, Laubscher B. Lung volume measurements immediately after extubation and prediction of "extubation failure" in premature infants. *Pediatr Pulmonol* 1996; 21: 250-4.
13. Dimitriou G, Greenough A, Kavvadia V, Laubscher B, Alexiou C, Pavlou V, Mantagos S. Elective use of nasal continuous positive airways pressure following extubation of preterm infants. *Eur J Pediatr* 2000; 159: 434-9.
14. Tapia JL, Bancalari A, González A, Mercado ME. Does continuous positive airway pressure (CPAP) during weaning from intermittent mandatory ventilation in very low birth weight infants have risks or benefits? A controlled trial. *Pediatr Pulmonol* 1995; 19: 269-74.
15. Davis PG, Henderson-Smart DJ. Intravenous dexamethasone for extubation of newborn infants. *Cochrane Database Syst Rev* 2001; (4): CD000308. Review.
16. Couser RJ, Ferrara B, Falde B, Johnson K, Schilling CG, Hoeckstra RE. Effectiveness of dexamethasone in preventing extubation failure in preterm infants at increased risk for airway edema. *J Pediatr* 1992; 121: 591-6.
17. Pellicer A, Gayá F, Stiris TA, Quero J, Cabañas F. Cerebral haemodynamics in preterm infants after exposure to dexamethasone. *Arch Dis Child Fetal Neonatal Ed* 1998; 79: F123-F128.
18. Khalaf MN, Brodsky N, Hurley J, Bhandari V. A prospective randomized, controlled trial comparing synchronized nasal intermittent positive pressure ventilation versus nasal continuous positive airway pressure as modes of extubation. *Pediatrics* 2001; 108: 13-7.
19. Dimitriou G, Greenough A. Computer assisted analysis of the chest radiograph lung area and prediction of failure of extubation from mechanical ventilation in preterm neonates. *Br J Radiol* 2000; 73: 156-9.
20. Dimitriou G, Greenough A, Endo A, Cherian S, Rafferty GF. Prediction of extubation failure in preterm infants. *Arch Dis Child Fetal Neonatal Ed* 2002; 86: F32-F35.
21. Halliday HL. What interventions facilitate weaning from the ventilator? A review of the evidence from systematic reviews. *Pediatr Respir Rev* 2004; Suppl A: S347-S352.
22. Tapia-Rombo CA, Galindo-Alvarado AM, Saucedo-Zavala VJ, Cuevas-Urióstegui ML. Factores predictores de falla en la extubación en recién nacidos de pretérmino. *Gac Med Mex* 2007; 143: 101-08.
23. Tapia-Rombo CA, De-León-Gómez N, Ballesteros-Del-Olmo JC, Ruelas-Vargas C, Cuevas-Urióstegui ML, Castillo-Pérez JJ. Factores predictores para falla en la extubación en dos o más ocasiones en el recién nacido de pretérmino. *Rev Invest Clin* 2010; 62: 412-23.
24. Epstein SK. Decision to extubate. *Intensive Care Med* 2002; 28: 535-46.
25. Tapia-Rombo CA, Rodríguez-Jiménez G, Ballesteros-Del-Olmo JC, Cuevas-Urióstegui ML. Factores de riesgo asociados a complicaciones de la asistencia mecánica ventilatoria en el recién nacido prematuro. *Gac Med Mex* 2009; 145: 273-83.
26. Poets CF, Pauls U, Bohnhorst B. Effect of blood transfusion on apnoea, bradycardia and hypoxaemia in preterm infants. *Eur J Pediatr* 1997; 156: 311-16.
27. Wardrop CA, Holland BM, Veale KE, Jones JG, Gray OP. Nonphysiological anaemia of prematurity. *Arch Dis Child* 1978; 53: 855-60.
28. Tapia-Rombo CA, Rodríguez-Jiménez G, Saucedo-Zavala VJ, Álvarez-Vázquez E. Comparison of available oxygen before and after red blood cell transfusion in critically-ill premature newborn infants of 28-36 weeks gestational age, to assess its possible usefulness in clinical practice. *Rev Invest Clin* 2004; 56: 737-47.

Reimpresos:

Dr. Carlos Antonio Tapia-Rombo
 Servicio de Neonatología, 8o. Piso
 Unidad Médica de Alta Especialidad
 Hospital General Dr. Gaudencio González Garza
 Centro Médico Nacional La Raza
 Calz. Vallejo y Jacarandas s/n
 Col. La Raza
 02990, México, D.F.
 Tel.: 5782-1088. Exts. 23505, 23506 y 23507
 Fax: 5352-1178
 Correo electrónico: tapiachar@yahoo.com.mx

*Recibido el 9 de septiembre 2010.
 Aceptado el 29 de abril 2011.*