

UNIVERSIDAD SAN FRANCISCO DE QUITO USFQ

Colegio de Posgrados

**EVALUACIÓN DE FACTORES PREDICTORES PARA LA
EXTUBACIÓN EXITOSA EN LA TERAPIA INTENSIVA DEL
“HOSPITAL PEDIÁTRICO BACA ORTIZ” DE JUNIO A
OCTUBRE DEL 2024**

**Fátima Paola Altamirano Jara
Verónica Alexandra Flores Santander
Autoras**

**Iván Sisa, MD, MPH, MS.
Director de Trabajo de Titulación**

**Trabajo de titulación de posgrado presentado como requisito para la obtención del
título de Especialista en Cuidados Intensivos Pediátricos.**

Quito, diciembre del 2024.

**UNIVERSIDAD SAN FRANCISCO DE QUITO
USFQ
COLEGIO DE POSGRADOS**

HOJA DE APROBACIÓN DE TRABAJO DE TITULACIÓN

**EVALUACIÓN DE FACTORES PREDICTORES PARA LA EXTUBACIÓN
EXITOSA EN LA TERAPIA INTENSIVA DEL “HOSPITAL PEDIÁTRICO
BACA ORTIZ” DE JUNIO A OCTUBRE DEL 2024.**

**Fátima Paola Altamirano Jara
Verónica Alexandra Flores Santander**

Nombre del Director del Programa:
Título académico:
Director del programa de:
Intensivos Pediátricos.

Patricia Cortez, MD
Cardióloga Pediatra
Especialización en Cuidados

Nombre del Decano del colegio Académico:
Título académico:
Decano del Colegio:

Edison Iván Cevallos Miranda, MD
Director Académico de la Escuela
Especialidades Médicas, USFQ

Nombre del Decano del Colegio de Posgrados:
Título académico:

Darío Niebieskikwiat, PhD
Director del Colegio de Posgrados.

Quito, diciembre del 2024

© DERECHOS DE AUTOR

Por medio del presente documento certifico que he leído todas las Políticas y Manuales de la Universidad San Francisco de Quito USFQ, incluyendo la Política de Propiedad Intelectual USFQ, y estoy de acuerdo con su contenido, por lo que los derechos de propiedad intelectual del presente trabajo quedan sujetos a lo dispuesto en esas Políticas.

Asimismo, autorizo a la USFQ para que realice la digitalización y publicación de este trabajo en el repositorio virtual, de conformidad a lo dispuesto en la Ley Orgánica de Educación Superior del Ecuador.

Nombre del estudiante: Fátima Paola Altamirano Jara

Código de estudiante: 332018

C.I.: 1724528292

Lugar y fecha: Quito, 30 de diciembre del 2024

© DERECHOS DE AUTOR

Por medio del presente documento certifico que he leído todas las Políticas y Manuales de la Universidad San Francisco de Quito USFQ, incluyendo la Política de Propiedad Intelectual USFQ, y estoy de acuerdo con su contenido, por lo que los derechos de propiedad intelectual del presente trabajo quedan sujetos a lo dispuesto en esas Políticas.

Asimismo, autorizo a la USFQ para que realice la digitalización y publicación de este trabajo en el repositorio virtual, de conformidad a lo dispuesto en la Ley Orgánica de Educación Superior del Ecuador.

Nombre del estudiante: Verónica Alexandra Flores Santander

Código de estudiante: 332017

C.I.: 1002934527

Lugar y fecha: Quito, 30 de diciembre del 2024

ACLARACIÓN PARA PUBLICACIÓN

Nota: El presente trabajo, en su totalidad o cualquiera de sus partes, no debe ser considerado como una publicación, incluso a pesar de estar disponible sin restricciones a través de un repositorio institucional. Esta declaración se alinea con las prácticas y recomendaciones presentadas por el Committee on Publication Ethics COPE descritas por Barbour et al. (2017) Discussion document on best practice for issues around theses publishing, disponible en <http://bit.ly/COPETheses>.

UNPUBLISHED DOCUMENT

Note: The following graduation project is available through Universidad San Francisco de Quito USFQ institutional repository. Nonetheless, this project – in whole or in part – should not be considered a publication. This statement follows the recommendations presented by the Committee on Publication Ethics COPE described by Barbour et al. (2017) Discussion document on best practice for issues around theses publishing available on <http://bit.ly/COPETheses>.

DEDICATORIA

Dedicado a Dios por nunca soltarme, a mi esposo Santi por todo el amor, el apoyo y la confianza, por empujarme cada día a lo que él estaba seguro yo podía hacer, por tu seguridad y calma en cada cosa que emprendemos, por empezar los 2 y ahora ser 3. A mis padres por su amor y bendiciones, a mis hermanas y cuñados por estar pendientes de mí en todo momento y confiar, a mi Vicky y Josecito por su amor, sus ocurrencias y sus abrazos llenos de fuerza.

Dra. Paola Altamirano J.

A David la persona que me brindó todo su apoyo incondicional en este nuevo reto, gracias por tu motivación a ser mejor cada día.

A mis hijas Valentina y Victoria por ser mi motivación, mi razón de ser y enseñarme que el amor y determinación puede superar cualquier obstáculo.

Dra. Verónica Flores Santander

AGRADECIMIENTOS

Agradecemos a la Universidad San Francisco por abrirnos sus puertas y brindarnos siempre su apoyo, a nuestra tutora Dra. Patricia Cortez por su acompañamiento cariñoso a lo largo de todo este proceso, a la Dra. Jenny Martínez por su confianza mientras realizabamos nuestros estudios, al Hospital Pediátrico Baca Ortiz por acogernos una vez más como sus estudiantes y permitirnos el aprendizaje diario, y especialmente al Dr. Iván Sisa por su pasión contagiosa a la Investigación, su paciencia y apoyo.

Verónica Flores Santander y Paola Altamirano Jara

RESUMEN

Introducción: Está bien descrita la relación directa entre el tiempo de intubación prolongado y el alto riesgo de morbi mortalidad, por lo que la literatura apoya la rápida extubación, sin embargo, este procedimiento requiere criterios objetivos que se relacionen con su éxito.

Objetivo: Crear un modelo predictivo según variables clínicas, de imagen, laboratoriales y gasométricas para extubación exitosa en niños y niñas hospitalizados en Terapia Intensiva del “Hospital Pediátrico Baca Ortiz”.

Metodología: Estudio de cohorte analítico, con 138 pacientes ingresados en la Terapia Intensiva Pediátrica del Hospital Pediátrico Baca Ortiz de junio a octubre del 2024 en Quito, Ecuador, que fueron sometidos a extubación. De los pacientes evaluados se recabó información de 42 variables: 5 de criterios gasométricos, 20 de criterios clínicos, 12 de criterios laboratoriales, y 5 de criterios radiológicos. Para el análisis estadístico, se usaron pruebas bivariadas y análisis de regresión logístico múltiple. Finalmente, la discriminación del modelo se evaluó utilizando el área bajo la curva de la característica operativa del receptor (AUROC).

Resultados: Cumpliendo con nuestros criterios se obtuvo el 6,5% de extubaciones fallidas; tanto la presión arterial media en percentil 50 [OR ajustado 0.10 (0.01-0.71)], así como la hemoglobina $\geq 10\text{g/dl}$ [0.07 (0.00-0.54)] fueron los predictores que demostraron ser significativos para extubación exitosa. El área de la curva ROC para el modelo fue de 0.88.

Conclusión: En nuestro modelo los valores de hemoglobina altos y normotensión están relacionados con el éxito de la extubación en niños ventilados. Estas variables pueden ser de fácil medida y uso en entornos de escasos recursos.

Palabras claves: extubación fallida, ventilación mecánica, pediatría.

ABSTRACT

Introduction: The direct relationship between prolonged intubation time and high risk of morbidity and mortality is well described, so the literature supports rapid extubation; however, this procedure requires objective criteria that relate to its success.

Objective: To build a predictive model based on clinical, imaging, laboratory, and blood gas variables for successful extubation in children hospitalized in the Intensive Care Unit of the Baca Ortiz Pediatric Hospital.

Methodology: Analytical cohort study, with 138 patients admitted to the Pediatric Intensive Care Unit of the Baca Ortiz Pediatric Hospital from June to October 2024 in Quito, Ecuador, who underwent extubation. Information on 42 variables was collected from the patients evaluated: 5 blood gas criteria, 20 clinical criteria, 12 laboratory criteria, and 5 radiological criteria. For statistical analysis, bivariate tests and multiple logistic regression analysis were used. Finally, the discrimination of the model was evaluated using the area under the receiver operating characteristic curve (AUROC).

Results: Our criteria were met and 6.5% of extubations failed; both mean arterial pressure at the 50th percentile [adjusted OR 0.10 (0.01-0.71)] and hemoglobin ≥ 10 g/dl [0.07 (0.00-0.54)] were significant predictors for successful extubation. The ROC curve area for the model was 0.88.

Conclusion: In our model, high hemoglobin values and normotension were associated with successful extubation in ventilated children. These variables can be easily measured and use in low-resource settings.

Keywords: failed extubation, mechanical ventilation, pediatrics.

TABLA DE CONTENIDOS

RESUMEN	8
ABSTRACT	9
TABLA DE CONTENIDOS	10
INDICE DE TABLAS.....	11
INTRODUCCIÓN.....	12
METODOLOGÍA.....	15
RESULTADOS	19
Características generales de la población:	19
Criterios para extubación.....	20
Descenlace clínico de la extubación.....	21
Modelo de regresión y variables asociadas	22
DISCUSIÓN.....	24
Implicaciones clínicas.....	26
Fortalezas y debilidades.....	27
CONCLUSIONES.....	28
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	29

INDICE DE TABLAS

Tabla 1. Factores predictivos y variables estudiadas.....	16
Tabla 2. Características basales de la población.....	19
Tabla 3. Variable finales para el análisis de regresión logística.....	20
Tabla 4. Descenlace clínico de la extubación.....	21
Tabla 5. Predictores para reintubación exitosa según el modelo de regresión logística múltiple.....	22

INTRODUCCIÓN

Una de las principales causas de ingreso de los pacientes críticos a Terapia Intensiva Pediátrica es la necesidad de ventilación mecánica, aproximadamente el 20% requiere asistencia ventilatoria invasiva¹, la cual, reemplaza o asiste temporalmente la función ventilatoria del paciente, que por diversas patologías no se puede mantener², si bien la enfermedad respiratoria es una indicación importante existen numerosas indicaciones no respiratorias para la ventilación mecánica, dentro de ellas patología neurológica, neuromuscular, cardiopatías, alteración hemodinámica, cuidados posoperatorios, entre otras¹.

La protección de la vía aérea es vital para el paciente crítico, esto se logra a través de intubación, que es una técnica avanzada de permeabilización y aislamiento de la vía aérea que permite un adecuado flujo de gases hacia los pulmones³; sin embargo, como todo procedimiento existen riesgos como: infecciones (neumonía/sinusitis asociada a ventilación mecánica), lesiones anatómicas de las vías respiratorias, volutrauma, barotrauma, atelectrauma y biotrauma,⁴ por lo tanto mientras más rápido se logre su retiro se han reportado mejores desenlaces clínicos incluyendo: menor morbilidad, menor estancia en la unidad de cuidados intensivos, menor tiempo para inicio de rehabilitación e incluso menor costo hospitalario³.

Si bien la intubación es un procedimiento delicado, la extubación, definida como el retiro del tubo orotraqueal es igual de importante como crítica en el tratamiento del paciente pediátrico grave. El objetivo principal es que el paciente pueda mantener su respiratoria espontánea, de que no existirá dificultad para restablecer las vías respiratorias naturales, así como también que se mantendrá la homeostasis en el intercambio de gases⁵.

La literatura reporta que entre el 5% y el 30% de las extubaciones fracasan y una extubación retrasada como fallida tiene relación directa con mayor mortalidad, complicaciones asociadas con el tratamiento e incremento en los costos de hospitalización, existe un riesgo 7 veces mayor de que el paciente fallezca tras un fracaso en la extubación, 31 veces más probabilidades de que requiera estancia prolongada en la Unidad de Cuidados Intensivos (UCI) con un promedio de 14 días, comparados con extubación exitosa⁵.

Se define como extubación fallida cuando, en las primeras 48 horas posteriores, es necesario re-intubar al paciente⁶.

Por muchos años se ha estudiado por separado criterios clínicos/fisiológicos individuales y su capacidad para predecir el resultado de la extubación, pero, este abordaje ha mostrado una capacidad limitada para predecir el resultado de la extubación, ya que pueden jugar en contra varios factores como la funcionalidad de los músculos respiratorios, la función pulmonar, el nivel de sedación, el riesgo de edema de las vías respiratorias y la condición sistémica, entre otros⁷.

Entre algunos de los criterios más estudiados están: frecuencia respiratoria, gasometría, volumen tidal, presión inspiratoria máxima, índice de respiración rápida y superficial, índice de presión y el índice CROP, presión de oclusión (P0.1), la cual consiste en la disminución de la presión de las vías respiratorias 100 ms después de la inspiración ocluida, siendo esta última la única que ha demostrado resultados confiables, pero no al punto de garantizar una, no re- intubación⁴.

En Ecuador, país en vías de desarrollo no se dispone en todos los hospitales de estudios especiales como: radiografía portátil, gasómetros, reactivos para laboratorio, entre otros, principalmente por su costo, por lo que en la mayoría de Terapias Intensivas Pediátricas son los criterios clínicos los que se usan para determinar el momento preciso

de extubación, siendo una forma subjetiva de valoración, es por ello que buscando formas de evaluación objetiva que disminuyan los riesgos descritos y apoyadas en la bibliografía actual disponible, el presente proyecto de investigación tiene como objetivo identificar factores predictores gasométricos, radiográficos, laboratoriales y clínicos disponibles en la mayoría de hospitales que se asocien con el éxito en la extubación. Para esto se ensambló una cohorte de pacientes pediátricos en la UCI de un hospital de tercer nivel en Quito, Ecuador.

METODOLOGÍA

Diseño del estudio:

Estudio de cohorte analítico.

Lugar y período del estudio:

Unidad de Cuidados Intensivos del Hospital Pediátrico Baca Ortiz, Quito- Ecuador, Av. 6 de diciembre s/n y Av. Cristobal Colón. El período de estudio fue desde el mes de junio a octubre del 2024.

Muestra y cálculo del tamaño de la muestra:

Se incluyeron en esta investigación a todos los pacientes pediátricos ingresados en UCI del Hospital Baca Ortiz desde junio 2024 hasta completar el número requerido según el cálculo de la muestra de 138 pacientes. Se utilizó la fórmula recomendada por Riley et al.⁸, para un modelo de predicción clínico:

n=número de muestra

δ =margen de error (0.05)

ϕ =desenlace (0.10) calculado de artículos similares en donde se obtuvo 10% de fracaso en la extubación.

1.96: equivale al intervalo de confianza de 95%, (es una constante).

$$n = \left(\frac{1.96}{\delta} \right)^2 \hat{\phi} (1 - \hat{\phi})$$

Se utilizó un valor de 10% como desenlace de interés para fracaso de extubación con un intervalo de confianza del 95% y con un margen de error de ≤ 0.05 . Así el numero de pacientes requeridos para el estudio fue de 138 pacientes.

Criterios de inclusión:

Niños y niñas con edades comprendidas entre 1 mes hasta 14 años 11 meses 29 días, hospitalizados en Terapia Intensiva Pediátrica del Hospital Baca Ortiz, que requirieron

intubación endotraqueal y que independientemente del tiempo, bajo criterio de su médico tratante requieran extubación, y que esta última se haya realizado.

Criterios de exclusión:

- Niños con diagnóstico de parálisis cerebral infantil.
- Pacientes con cardiopatías o malformaciones cardíacas previamente diagnosticadas.
- Niños con tumores o lesiones de la vía aérea previamente descritos (masas en orofaringe, traqueítis, laringomalacia, mal formaciones orofaríngeas, etc).
- Niños con traqueotomía.

Recolección de datos y variables estudiadas:

Se recolectaron datos de los 138 niños que cumplieron los criterios de inclusión, y que por valoración de su médico tratante requirieron ser extubados (independientemente de nuestro estudio). Una vez realizada la extubación, inmediato se recolectaron a través de la hoja de recolección de datos, los criterios (variables) que propusimos para este estudio (Tabla 1), posteriormente se realizó seguimiento durante 48 horas y se verificó si fue necesario re-intubación o no, y que tipo de dispositivo suplementario de oxígeno inmediato a la post extubación se utilizó.

Tabla 1. Factores predictivos y variables estudiadas

Datos Demográficos	
	Edad
	Sexo
	Peso
	Causas que llevaron a la intubación
Criterios Gasométricos	
1	PaO ₂ >60
2	PaCO ₂ <50
3	FiO ₂ <40
4	Sat>90
5	PaFi>150
Criterios Clínicos:	
6	Presión arterial percentil ≤P5
7	Presión arterial percentil P50
8	Presión arterial percentil ≥P95

- 9 Llenado capilar ≤ 2 segundos
- 10 Llenado capilar > 3 segundos
- 11 Uso de vasoactivo
- 12 Glasgow ≤ 10 T
- 13 Glasgow ≥ 11 T
- 14 Reflejo de tos
- 15 Uso de sedación
- 16 Tolerancia a modo espontáneo
- 17 Frecuencia respiratoria ≤ 50
- 18 Frecuencia respiratoria ≤ 5
- 19 Frecuencia respiratoria ≥ 95
- 20 Temperatura $< 36.5^{\circ}\text{C}$
- 21 Temperatura $36.5-38.5^{\circ}\text{C}$
- 22 Temperatura $> 38.5^{\circ}\text{C}$
- 23 Balance hídrico positivo
- 24 Balance hídrico negativo
- 25 Balance hídrico neutro

Criterios Laboratoriales:

- 26 Hemoglobina ≤ 7 g/dl
- 27 Hemoglobina 8-9 g/dl
- 28 Hemoglobina ≥ 10 g/dl
- 29 Glucemia < 60 mg/dl
- 30 Glucemia 60-180 mg/dl
- 31 Glucemia > 180 mg/dl
- 32 Sodio sérico < 135 mmol/l
- 33 Sodio sérico 135-145 mmol/l
- 34 Sodio sérico > 145 mmol/l
- 35 Potasio < 3.5 mmol/l
- 36 Potasio 3.5-4.5 mmol/l
- 37 Potasio > 4.5 mmol/l

Criterios Radiográficos

- 38 ≤ 8 espacios intercostales
 - 39 ≥ 8 espacios intercostales
 - 40 Presencia de infiltrado reticular
 - 41 Presencia de infiltrado alveolar
 - 42 Sin infiltrado
-

Nota: Abreviaturas: PaO₂: Presión parcial de oxígeno, PaCO₂: Presión parcial de dióxido de carbono, FiO₂: Fracción inspirada de oxígeno, PaFi: Cociente entre PaO₂/FiO₂, T: intubado, mg/dl: miligramo/decilitro, °C: grados centígrados, mmol/l: milimol/litro.

Fuente: Elaboración propia.

Los datos de cada paciente fueron registrados en una hoja individual, posterior se consolidaron en Microsoft Excel 2017®.

Desenlace:

Extubación exitosa: tras 48 horas del retiro del tubo endotraqueal, no fue necesario reintubar al paciente.

Análisis estadístico:

Los datos clínicos y demográficos de los pacientes, se resumieron para los 2 grupos de desenlace (éxito en la extubación y fracaso en la extubación), utilizando mediana y rango intercuartil para las variables continuas, y frecuencias y porcentajes para las variables cualitativas. Para explorar diferencias entre los grupos se utilizaron las pruebas bivariadas de Wilcoxon, χ^2 y exacto de Fisher según sea el caso. Las variables con un valor $p \leq 0,05$ en los análisis bivariados se incluyeron en un modelo de regresión logística simple y múltiple. Las variables con valores de $p > 0,05$ fueron eliminados del modelo final.

A partir del modelo de regresión se calculo Odds Ratios (OR) con sus intervalos de confianza al 95%. Adicionalmente se realizaron pruebas diagnósticas del modelo para evaluar colinealidad, likelihood ratio test, estadístico C, Hosmer-Lemeshow y desviación de residuales. Finalmente, la discriminación del modelo se evaluó utilizando el área bajo la curva de la característica operativa del receptor (AUROC). Los análisis estadístico se realizaron con el software “Statistical Package for the Social Sciences” (SPSS), versión 21 y Rstudio v 2024.04.2+764. Para definir significancia estadística se utilizó un valor p menor a 0,05 a dos colas.

RESULTADOS

Características generales de la población:

La población de estudio estuvo conformada por 138 pacientes que cumplieron los criterios de inclusión, 129 (93.5%) de ellos tuvieron extubación exitosa y 9 (6.5%) extubación fallida; con relación a las variables socio-demográficas únicamente el sexo mostró diferencia en ambos grupos (más prevalente el sexo masculino), las patologías respiratorias fueron la causa más prevalente de intubación en ambos grupos (Tabla 2).

Tabla 2. Características basales de la población

	Mediana (RIQ)	Extubación exitosa n=129	Extubación fallida n=9	Valor p
		Mediana (RIQ)	Mediana (RIQ)	
Edad (meses)	48(12-108)	48(12-108)	24(12-48)	0.5
Peso (kilogramos)	15(8-28)	15(8-31)	10(7-16)	0.3
Sexo				0.123
Masculino		82 (63.6%)	8 (88.9%)	
Femenino		47 (36.4%)	1 (11.1%)	
Grupo etario				0.780
Lactante menor		37 (28.7%)	3 (33.3%)	
Lactante mayor		15 (11.6%)	2 (22.2%)	
Preescolar		23 (17.8%)	2 (22.2%)	
Escolar		32 (24.8%)	1 (11.1%)	
Adolescente		22 (17.1%)	1 (11.1%)	
Causa que llevó a la intubación				0.395
Respiratorias		56 (43.4%)	6 (66.7%)	
Quirúrgicas		35 (27.1%)	1 (11.1%)	
Neurológicas		23 (17.8%)	2 (22.2%)	
Otras		15 (11.6%)	0 (0.0%)	
Grupos de peso (kilogramos)				0.654
3-8 (P25)		35 (27.1%)	4 (44.4%)	
9-15 (P50)		30 (23.3%)	2 (22.2%)	
15.7-29.45 (P75)		31 (24.0%)	2 (22.2%)	
20-70 (P100)		33 (25.6%)	1 (11.1%)	

Nota: Abreviaturas: RIQ: Rango intercuartil, P: Percentiles, n: Total de muestra, DE: Desviación estándar.

Fuente: Elaboración propia.

Criterios para extubación

Se tomaron en cuenta todas las variables descritas en la Tabla 1, sin embargo, las variables finales que alcanzaron significancia estadística ($p < 0.05$) fueron 8: presión arterial tanto percentil 50 y percentil 95, nivel de hemoglobina 8-9 y ≥ 10 , glasgow $\leq 10T$ y $\geq 11T$, reflejo de tos, temperatura ≥ 38.5 , glucosa ≤ 60 mg/dl, sodio sérico ≤ 135 mmol/l, presencia de infiltrado alveolar, como se describe en la Tabla 3.

Tabla 3. Variables finales para el análisis de regresión logística

	Extubación Exitosa n=129(93.4) n(%)	Extubación Fallida n=9(6.5) n(%)	Valor p
Presión arterial P50			0.025
	117 (90.7%)	6 (66.7%)	
	12 (9.3%)	3 (33.3%)	
Presión arterial P95			0.025
	12 (9.3%)	3 (33.3%)	
	117 (90.7%)	6 (66.7%)	
Hemoglobina 8-9 g/dl			0.002
	46 (35.7%)	8 (88.9%)	
	83 (64.3%)	1 (11.1%)	
Hemoglobina ≥ 10 g/dl			0.003
	80 (62.0%)	1 (11.1%)	
	49 (38.0%)	8 (88.9%)	
Glasgow $\leq 10T$			≤ 0.01
	8 (6.2%)	4 (44.4%)	
	121 (93.8%)	5 (55.6%)	
Glasgow $\geq 11T$			≤ 0.01
	121 (93.8%)	5 (55.6%)	
	8 (6.2%)	4 (44.4%)	
Reflejo de tos			≤ 0.01
Presente	128 (99.2%)	7 (77.8%)	
Ausente	1 (0.8%)	2 (22.2%)	
Temperatura $\geq 38.5^\circ\text{C}$			0.012
	1 (0.8%)	1 (11.1%)	
	128 (99.2%)	8 (88.9%)	
Glucosa ≤ 60 mg/dl			0.012
	1 (0.8%)	1 (11.1%)	

	128 (99.2%)	8 (88.9%)	
Sodio sérico ≤ 135 mmol/l			0.047
	14 (10.9%)	3 (33.3%)	
	115 (89.1%)	6 (66.7%)	
Presencia de infiltrado alveolar			0.047
	14 (10.9%)	3 (33.3%)	
	115 (89.1%)	6 (66.7%)	

Nota: Abreviaturas: n: Total de muestra.

Presión arterial P50 (normotensión), presión arterial P95 (hipertensión), hemoglobina 8-9 (anemia moderada), hemoglobina ≥ 10 (anemia leve), escala de coma de Glasgow ≤ 10 T (puntaje menor de 10 intubado), escala de coma de Glasgow ≥ 11 T (puntaje mayor o igual de 11 intubado), temperatura $\geq 38.5^{\circ}\text{C}$ (fiebre), glucosa ≤ 60 mg/dl (hipoglucemia), sodio sérico ≤ 135 mmol/l (hiponatremia).

Fuente: Elaboración propia.

Descenlace clínico de la extubación

Los descenlaces se muestran en la Tabla 4, se obtuvieron las frecuencias y porcentajes de los días que los pacientes se matuvieron intubados, así como las horas entre extubación y reintubación en el caso del fracaso de la extubación, sin demostrar significación estadística; los dispositivos usados postextubación demostraron significación estadística ($p=0.034$), e involucra a la ventilación mecánica no invasiva, alto flujo, mascarilla simple y cánula nasal.

Tabla 4. Descenlace clínico de la extubación

	Mediana (RIQ)	Extubación Exitosa n=129	Extubación Fallida n=9	Valor p
Días de intubación		n(%)	n(%)	0.245
0-1		34 (100%)	0 (0%)	
2-4		36 (92.3%)	3 (7.7%)	
5-8		30 (93.8%)	2 (6.3%)	
9-34		29 (87.9%)	4 (12.1%)	
Dispositivos usados postextubación				0.034
Ventilación mecánica no invasiva		50 (86.2%)	8 (8%)	
Alto flujo		3 (100.0%)	0 (0.0%)	
Mascarilla simple		2 (100.0%)	0 (0.0%)	
Canula nasal		74 (98.7%)	1 (1.3%)	
			Mediana (RIQ)	
Horas extubación reintubación	31.1(30-40)	-	31.1(30-40)	

Nota: Abreviaturas: RIQ: Rango intercuartil, n: Total de muestra, DE: Desviación Estándar.

Fuente: Elaboración propia.

Modelo de regresión y variables asociadas

La regresión logística multivariada determinó que la normotensión (presión arterial percentil 50) y la anemia leve (hemoglobina ≥ 10 mg/dl) son predictores de extubación exitosa (Tabla 5).

Tabla 5. Predictores para reintubación exitosa según el modelo de regresión logística múltiple

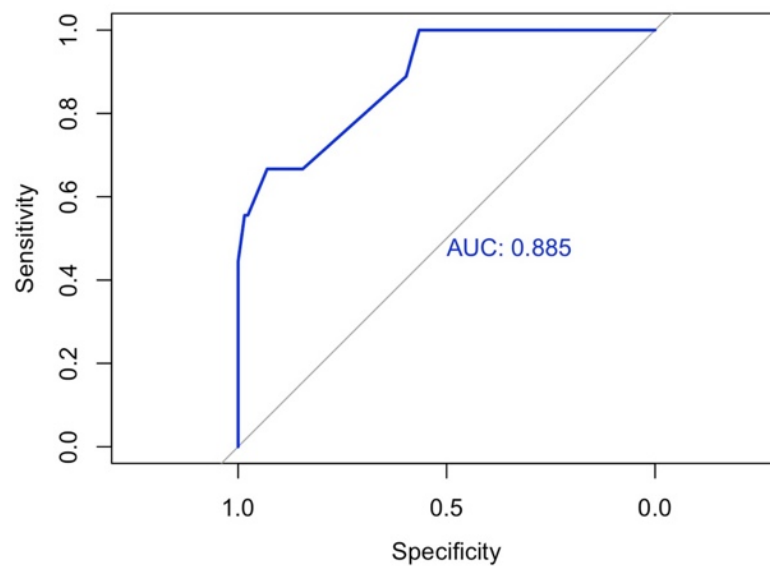
Variables	Crudo OR (95% IC)	Ajustado OR (95% IC)
Presión arterial		
Hipo/Hipertensos	1.0§ ^a	1.0§
Normotensos	0.21 (0.05-1.06)	0.10 (0.01-0.71)
Hemoglobina		
Hb 8-9g/dl	1.0§	1.0§
Hb ≥ 10g/dl	0.08 (0.00-0.43)	0.07 (0.00-0.54)
Glasgow		
≤ 10 T	1.0§	1.0§
≥ 11 T	0.08 (0.02-0.39)	0.15 (0.01-1.95)
Reflejo de tos		
Ausente	1.0§	1.0§
Presente	0.03 (0.00-0.32)	0.10 (0.00-4.42)
Temperatura		
36,5-38,5°C	1.0§	1.0§
$> 38,5^\circ\text{C}$	16 (0.60-431)	1.16 (0.00-221)
Glucosa		
60-180 mg/dl	1.0§	1.0§
< 60 mg/dl	16 (0.60-431)	1.16 (0.00-221)
Sodio sérico		
135-145 mmol/l	1.0§	1.0§
< 135 mmol/l	4.11 (0.80-17.52)	2.44 (0.19-29)
Infiltrado alveolar		
Ausente	1.0§	1.0§
Presente	4.11 (0.80-17.52)	2.70 (0.27-21.32)

Nota: 1.0§^a=Grupo de referencia, Abreviaciones: OR: Odds ratio; IC: Intervalo de confianza; Hb: Hemoglobina, mg/dl: miligramos/decilitro, g/dl: gramo/decilitro, mmol/l: milimol/litro.

Fuente: Elaboración propia.

Las pruebas de diagnóstico del análisis de regresión mostraron que el modelo se ajusta apropiadamente así se obtuvo lo siguiente: likelihood ratio test: <0.001 , área de la curva ROC de 0.88 (Figura 1), test de Hosmer-Lemeshow de: 0.28.

Adicionalmente, no se encontró colinearidad entre las variables evaluadas.



Fuente: Elaboración propia

Figura 1. Área bajo la característica operativa del receptor (AUROC) del modelo para evaluar éxito en la extubación de pacientes pediátricos en UCI.

DISCUSIÓN

El propósito de nuestra investigación fue analizar si la implementación de los criterios propuestos tanto clínicos, radiográficos, laboratoriales como gasométricos eran predictores de extubación exitosa en nuestra población de estudio.

Se determinó que cumpliendo con nuestros criterios propuestos se obtuvo únicamente el 6,5% de extubaciones fallidas, de los cuales tanto la presión arterial media en percentil 50 es decir normotensión, así como la hemoglobina $\geq 10\text{g/dl}$ es decir anemia leve, fueron los predictores que demostraron ser significativos para extubación exitosa.

En la literatura se describe hasta un 30% de falla en la extubación de pacientes pediátricos, y conociendo su relación directa con el peor pronóstico, incluyendo mayor mortalidad es en donde radica su importancia⁹⁻¹¹, nuestro estudio demuestra un porcentaje aceptable de fracaso en la extubación, y esto podría corresponder a que antes de que se lleve a cabo se analizaban varios criterios en conjunto, los cuales ya se emplean y son ampliamente conocidos como por ejemplo gasometría en equilibrio con normocapnia y normoxemia, valores de PaFi adecuados, mejoría del control radiográfico, equilibrio electrolítico, normoglucemia, hemodinamia estable, entre otros, y son los que propusimos para el presente estudio.

La mayoría de ellos se han estudiado por separado, especialmente variables ventilatorias obteniendo resultados no tan favorables, por ejemplo Charearnjiratragul et al., obtuvo rendimiento modesto¹², Mahmoud et al., obtuvo una especificidad del 89%¹³, sin embargo, en un estudio realizado por Miranda et al., en el que también evalúa criterios como los nuestros, encontró similar resultado, menos del 5% de fracaso en la extubación con una probabilidad máxima de predecir el fracaso de la extubación del 85%¹⁴.

Tanto la hemoglobina como la presión arterial son variables clínicas que pertenecen a la micro y macro circulación; es bien conocida la relación cardiopulmonar,

ya que el corazón al situarse en el tórax está rodeado por la presión intratorácica, misma que rodea las estructuras vasculares haciendo que estas estén sometidas a cambios de presión producto de la respiración, por ello al someterse a presión positiva (ventilación mecánica invasiva) afecta el retorno venoso de la aurícula derecha, lo que genera una precarga derecha disminuida y una precarga izquierda disminuida, lo que puede anular parte de los beneficios obtenidos por la ventilación a presión positiva para la mejoría del gasto cardíaco¹⁵.

La inestabilidad hemodinámica en cualquier paciente con ventilación mecánica invasiva puede causar un gran desequilibrio entre el suministro de oxígeno y la extracción de los tejidos, un suministro bajo de oxígeno causa hipoxia regional e isquemia, por ello durante el choque se produce también un catabolismo de las proteínas musculares que son utilizadas como sustrato energético, como consecuencia de estas alteraciones metabólicas y de la isquemia, podría existir una importante debilidad muscular que favorecería la aparición de fallo ventilatorio, como se describe en el estudio realizado por Esen et al., donde el uso de drogas vasoactivas se asoció a fracaso de extubación ($p=0.044$)⁶. En el estudio realizado por Miranda et al., el uso de vasoactivos y la alteración de la presión arterial también demostró tener relación con el fracaso en la extubación¹⁶.

Incluso los nuevos estudios se enfocan en la medición directa de variables cardiológicas reportadas con ecografía transtorácica como el desarrollado por Abdelgawad et al., en donde de los 12 (25%) pacientes que fracasaron en su primer intento de extubación, exhibieron un índice cardíaco y TAPSE (función sistólica del ventrículo derecho) significativamente más bajos (valores $p=0,001$ y $0,001$, respectivamente)¹⁷.

Por otro lado mantener niveles óptimos de hemoglobina es indispensable en los pacientes críticos, ya que se estima anemia en cerca del 75% de los niños que ingresan en la unidad de cuidados intensivos pediátricos (UCIP) en algún momento durante su

estadía, la etiología es multifactorial, pero su efecto es grave ya que puede provocar insuficiente suministro de oxígeno a los órganos y tejidos vitales, por falla en la distribución, llevando a una disminución en la perfusión¹⁸.

Por ello tiene mucho sentido la relación entre extubación fallida y anemia, como se intentó demostrar en la investigación realizada por Silva et al., en el cual hemoglobina < 8g/dL tuvo relación con el fracaso en la extubación ($p=0.01$) en la prueba multivariada, sin embargo, en regresión logística no demostró asociación ($p=0.07$)¹⁴. En una revisión sistemática se analizaron siete estudios con un total de 2054 pacientes que evaluaron la hemoglobina en relación al destete y extubación, seis estudios afirmaron que los niveles de hemoglobina estaban asociados con el éxito de los procesos de destete y extubación en pacientes críticos con ventilación mecánica, y otro informó que un valor alto de hemoglobina no estaba directamente relacionado con el destete exitoso, sin embargo, como conclusión reporta que el destete exitoso no puede basarse en un solo factor, lo cual está alineado con los resultados de nuestro estudio¹⁹. Hay que tener en cuenta que el hecho de tener valores altos de hemoglobina es un factor pronóstico para extubación, sin embargo, no implica que aumentar la hemoglobina sea una estrategia para reducir el riesgo de fracaso, ya que se puede interpretar como mayor necesidad de transfusiones innecesarias²⁰.

Implicaciones clínicas

El presente estudio aporta información sobre parámetros clínicos, gasométricos, laboratorios y radiográficos que se pueden utilizar para intentar una extubación exitosa, en pacientes pediátricos de un hospital público ecuatoriano. Los parámetros propuestos son disponibles en la mayoría de instituciones de salud por lo que su aplicación puede permitir a los médicos que laboran en unidades de Terapia Intensiva Pediátrica a apoyarse frente al desafío de una extubación. La información obtenida en este trabajo contribuirá

no solo a centros de tercer nivel sino de segundo nivel o a salas de emergencias que a menudo también manejan pacientes pediátricos críticos por largo tiempo, debido a la falta de espacios hospitalarios, y también como información para la realización e implementación de guías de práctica clínica.

Fortalezas y debilidades

Como fortalezas podemos mencionar que existe en Ecuador poca literatura en cuanto a Cuidados Críticos Pediátricos y aún más sobre extubación, por lo que nuestro trabajo es uno de los primeros en abarcar este tema siendo un gran aporte a la Pediatría Ecuatoriana. El estudio utilizó un tamaño muestral calculado para tener validez interna adecuada, además en el presente estudio no hubo pérdida de seguimiento.

Como debilidades podemos mencionar que no se evaluó la relación con el estado nutricional de los pacientes, ni con sus comorbilidades previas, o con la medicación usada previa a la extubación, así como la relación con la obstrucción de vía aérea superior. También en el presente estudio, no se evaluó la calibración del modelo.

CONCLUSIONES

Mayor tiempo de orointubación incrementa el riesgo de morbi mortalidad en los pacientes pediátricos. Con el uso de las variables propuestas la presente investigación obtuvo un 6,5% de fracaso en la extubación.

La estabilidad hemodinámica juega un papel importante en el éxito de la extubación, en nuestro estudio tanto la normotensión (presión arterial media en percentil 50), como niveles de hemoglobina $\geq 10\text{g/dl}$ (anemia leve), fueron los predictores que demostraron ser significativos para extubación exitosa.

Nuestros hallazgos brindan información útil y aplicable en la mayoría de centros de atención de pacientes críticos pediátricos en el país para mejorar su manejo y sobrevida.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Sood S, Ganatra HA, Perez Marques F, Langner TR. Complications during mechanical ventilation—A pediatric intensive care perspective. *Front Med (Lausanne)*. 2023;10. doi:10.3389/fmed.2023.1016316
2. Riveros Gil A, Ruiz Pérez AB. Protective mechanics for successful extubation in invasive mechanical ventilation. Literature review. *Enfermería Cuidándote*. 2023;6:e7299107. doi:10.51326/ec.6.7299107
3. Pérez Piedra MJ, Alvarado Quesada NL, Enríquez Barrantes M. Optimizando el abordaje de la vía aérea: estrategias y consideraciones actuales en medicina. *Revista Medica Sinergia*. 2024;9(2):e1147. doi:10.31434/rms.v9i2.1147
4. Charearnjiratragul K, Saelim K, Ruangnapa K, Sirianansopa K, Prasertsan P, Anuntaseree W. Predictive parameters and model for extubation outcome in pediatric patients. *Front Pediatr*. 2023;11. doi:10.3389/fped.2023.1151068
5. Saikia B, Kumar N, Sreenivas V. Prediction of extubation failure in newborns, infants and children: brief report of a prospective (blinded) cohort study at a tertiary care paediatric centre in India. *Springerplus*. 2015;4(1):1-7. doi:10.1186/s40064-015-1607-1
6. Esen A, Frydman J, Cecilia González M, Ricciardelli M, Gama N. *Fallos En La Extubación de Niños Luego de Ventilación Espontánea Exitosa Failures in Extubation of Pediatric Patients after Successful Spontaneous Breathing*. Vol 17.; 2018. www.revmie.sld.cu
7. Keinath MC, Davidian A, Timoshevskiy V, Timoshevskaya N, Gall JG. Characterization of axolotl lampbrush chromosomes by fluorescence in situ hybridization and immunostaining. *Exp Cell Res*. 2021;401(2):112523. doi:10.1016/j.yexcr.2021.112523

8. Riley RD, Ensor J, Snell KIE, et al. Calculating the sample size required for developing a clinical prediction model. *The BMJ*. 2020;368. doi:10.1136/bmj.m441
9. Poletto E, Cavagnero F, Pettenazzo M, et al. Ventilation Weaning and Extubation Readiness in Children in Pediatric Intensive Care Unit: A Review. *Front Pediatr*. 2022;10. doi:10.3389/fped.2022.867739
10. Baptistella AR, Mantelli LM, Matte L, et al. Prediction of extubation outcome in mechanically ventilated patients: Development and validation of the Extubation Predictive Score (ExPreS). *PLoS One*. 2021;16(3 March). doi:10.1371/journal.pone.0248868
11. Izquierdo LM, Lara A, de la Hoz MC, Guzman MC, Colmenares AE. Measuring success and failure in extubation and its relationship with conventional clinical indicators in Pediatric Intensive Care Unit patients in Bogota, Colombia. *Acta Colombiana de Cuidado Intensivo*. 2015;15(3):170-177. doi:10.1016/j.acci.2015.05.002
12. Charernjiratragul K, Saelim K, Ruangnapa K, Sirianansopa K, Prasertsan P, Anuntaseree W. Predictive parameters and model for extubation outcome in pediatric patients. *Front Pediatr*. 2023;11. doi:10.3389/fped.2023.1151068
13. Mahmoud NMS. Predicting Successful Extubation Rate Using Modified Spontaneous Breathing Trial in PICUs. *Journal of Comprehensive Pediatrics*. 2021;12(4). doi:10.5812/compreped.116602
14. Silva B, Neves VC, Albuquerque Y do P, et al. Fitness checklist model for spontaneous breathing tests in pediatrics. *Critical Care Science*. 2023;35(1). doi:10.5935/2965-2774.20230312-en

15. Castillo Moya A, Del Pozo Bascuñán P. Interacciones cardiopulmonares: De la fisiología a la clínica. *Rev Chil Pediatr.* 2018;(ahead):0-0. doi:10.4067/s0370-41062018005000905
16. Miranda B, Cabral V, Do Prado Y, et al. Fitness checklist model for spontaneous breathing tests in pediatrics. *Critical Care Science.* 2023;35(1):66-72. doi:10.5935/2965-2774.20230312-en
17. Abdelgawad TA, Ibrahim HM, Elsayed EM, Abdelhamid NS, Bawady SAH, Rezk AR. Hemodynamic monitoring during weaning from mechanical ventilation in critically ill pediatric patients: a prospective observational study. *BMC Pediatr.* 2024;24(1). doi:10.1186/s12887-024-05110-5
18. Jutras C, Charlier J, François T, Du Pont-Thibodeau G. Anemia in Pediatric Critical Care. *International Journal of Clinical Transfusion Medicine.* 2020;Volume 8:23-33. doi:10.2147/ijctm.s229764
19. Jati SAW, Aditianingsih D, George Y, Risadayanti R. Effect of Hemoglobin Levels on the Success of Weaning and Extubation Processes in Critical Patients with Mechanical Ventilation: a systematic review. *Bali Journal of Anesthesiology.* 2023;7(4):197-201. doi:10.4103/bjoa.bjoa_263_22
20. Fritsch SJ, Dreher M, Simon TP, Marx G, Bickenbach J. Haemoglobin value and red blood cell transfusions in prolonged weaning from mechanical ventilation: a retrospective observational study. *BMJ Open Respir Res.* 2022;9(1). doi:10.1136/bmjresp-2022-001228