



**Facultad de Medicina y Ciencias de la Salud
Carrera de Licenciatura en Kinesiología y Fisiatría**

**Año 2025
Trabajo Final de Carrera (Tesis)**

**Variables asociadas a la falla de extubación
en pacientes adultos neurocríticos.
Variables associated with extubation failure
in adult neurocritical patients.**

Alumno:

Antonella Abril D'Aloia

Antonellaabril.daloia@alumnos.uai.edu.ar

Facultad de Medicina y Ciencias de la Salud

Universidad Abierta Interamericana

Tutor:

Lic. Ana Carolina Papazian

Anacarolina.papazian@uai.edu.ar

Facultad de Medicina y Ciencias de la Salud

Universidad Abierta Interamericana

Agradecimientos:

A mi familia y amigos, quienes me apoyaron a lo largo de toda mi carrera.

Agradezco a mi madre, mi gran pilar, mi refugio en mis momentos difíciles, mi compañera incondicional. Gracias a ella logré convertirme en la persona y profesional que soy hoy, quien siempre confió en mí, aun cuando ni yo misma supe hacerlo. Su apoyo y esfuerzo hicieron de este camino académico un éxito.

Quisiera expresar mi profunda gratitud a mi tutora, a quien admiro y en quien encontré mucho más que una guía en este proceso. Le agradezco por ser tan presente en cada paso, por exigirme lo necesario para sacar lo mejor de mí, por transmitirme su experiencia y conocimiento para que este trabajo sea exponencialmente mejor de lo que hubiese sido.

Variables asociadas a la falla de extubación en pacientes adultos neurocríticos.

Variables associated with extubation failure in adult neurocritical patients.

Autores: D'Aloia AA, Lic. Papazian AC.

Resumen

Introducción: La falla de extubación en pacientes neurocríticos es un desafío frecuente y se asocia, mayormente, con una morbilidad, mortalidad y cantidad de días de requerimiento de ventilación mecánica invasiva. **Materiales y método:** Para la selección de la literatura a analizar, se realizó una búsqueda exhaustiva en PubMed, Scielo y Cochrane. Se utilizaron términos MeSH y operadores booleanos, seleccionando artículos publicados en los últimos 10 años. Se incluyeron artículos de estudios que evaluaran predictores de falla de extubación en pacientes mayores a 18 años con patologías neurocríticas como accidente cerebrovascular, traumatismo encefalocraneanos y otros tipos de lesiones cerebrales agudas. Dentro de los artículos a analizar se evaluaron diferentes variables que pueden estar asociadas a la falla de extubación, entre los factores más relevantes se identificaron: Escala de Coma de Glasgow, el requerimiento prolongado de ventilación mecánica invasiva, tos inefectiva y el cantidad de secreciones. **Resultados:** Se analizaron variables asociadas a la falla de extubación (FE) en pacientes neurocríticos. Los factores más consistentes fueron los días de ventilación mecánica invasiva (VMI), la estancia en la unidad de cuidados intensivos (UCI) y hospitalaria, y un puntaje de la Escala de Coma de Glasgow (GCS) $\leq 8-10$ previa a la extubación, asociado a mayor riesgo de FE. Otras variables como el índice de Tobin (FR/VT), la GCS de ingreso, el estridor post-extubación, el estado ácido-base, el reflejo tusígeno y nauseoso, el Cuff Leak Test, y el volumen de las secreciones, mostraron resultados inconsistentes en la literatura, sin una asociación homogénea con la FE. El estudio también evidenció que la FE se asocia con una mayor tasa de mortalidad, prolongación de la estadía hospitalaria y mayor riesgo de infecciones y complicaciones. **Conclusión:** En la presente revisión sistemática, se logró demostrar la complejidad que se presenta al momento de tomar la decisión de extubar a un paciente neurocrítico y la necesidad de analizar múltiples factores para predecir su riesgo. De todas formas, la evidencia de la literatura es escasa y no logra arrojar una recomendación homogénea que pueda brindar un protocolo claro con requisitos que deba cumplir un paciente neurocrítico para considerar su extubación y minimizar los riesgos de falla.

Palabras Clave: Falla de extubación, pacientes neurocríticos, ventilación mecánica invasiva, extubación.

Abstract

Introduction: Extubation failure in neurocritical patients is a frequent challenge and is mostly associated with morbidity, mortality and number of days requiring invasive mechanical ventilation. **Materials and method:** To select the literature to be analyzed, an exhaustive search was performed in PubMed, Scielo and Cochrane. MeSH terms and Boolean operators were used, selecting articles published in the last 10 years. Articles from studies that evaluated predictors of extubation failure in patients older than 18 years with neurocritical pathologies such as stroke, head trauma and other types of acute brain injuries were included. Within the articles to be analyzed, different variables that may be associated with extubation failure were evaluated. Among the most relevant factors were identified: Glasgow Coma Scale, prolonged requirement for invasive mechanical ventilation, ineffective cough and the amount of secretions. **Results:** Variables associated with extubation failure (EF) in neurocritical patients were analyzed. The most consistent factors were days of invasive mechanical ventilation (IMV), length of stay in the intensive care unit (ICU) and hospital, and a Glasgow Coma Scale (GCS) score $\leq 8-10$ prior to extubation,

associated with a higher risk of EF. Other variables such as the Tobin ratio (FR/VT), admission GCS, post-extubation stridor, acid-base status, cough and gag reflex, Cuff Leak Test, and secretion volume, showed inconsistent results in the literature, without a homogeneous association with EF. The study also showed that EF is associated with a higher mortality rate, prolonged hospital stay, and higher risk of infections and complications. **Conclusion:** In the present systematic review, we were able to demonstrate the complexity that arises when making the decision to extubate a neurocritical patient and the need to analyze multiple factors to predict its risk. However, the evidence in the literature is scarce and fails to provide a homogeneous recommendation that can provide a clear protocol with requirements that a neurocritical patient must meet to consider extubation and minimize the risks of failure.

Keywords: Extubation failure, neurocritical patients, invasive mechanical ventilation, extubation.

INTRODUCCIÓN

La lesión cerebral aguda (LCA) abarca una amplia variedad de condiciones como el accidente cerebrovascular (ACV), anoxia, trauma, infecciones y hemorragia espontánea, entre otros. En líneas generales, el tratamiento puede diferir entre los tipos de patologías; sin embargo, comparten una serie de características fisiológicas cerebrales que influyen en las intervenciones, limitando la progresión de la lesión más allá de su estado inicial. El flujo sanguíneo cerebral (FSC), la presión intracraneana (PIC) y la presión de perfusión cerebral (PPC) son los parámetros más relevantes en términos de evitar la lesión secundaria del tejido cerebral vulnerable ⁽¹⁾. Los pacientes con ACV isquémico agudo pueden presentar complicaciones tales como edema cerebral y deterioro neurológico, lo que puede llevar a la instrumentación de la vía aérea y a la conexión a la ventilación mecánica invasiva (VMI).⁽²⁾

La intubación orotraqueal (IOT) y el requerimiento de VMI tienen como objetivo proteger la vía aérea y prevenir lesiones cerebrales secundarias mediante una adecuada estrategia ventilatoria que permita el manejo de los niveles de oxígeno (O₂) y dióxido de carbono (CO₂). El empleo de una estrategia de VMI protectora asociada a una extubación orotraqueal (EOT) precoz parece aumentar los días libres de VMI. El proceso de destete de la VMI tiene como objetivo transferir gradualmente el trabajo realizado por el ventilador al paciente. Sin embargo, los criterios de "weaning" y extubación reportados en la literatura no pueden predecir el éxito en pacientes con LCA, debido a que la capacidad de protección de la vía aérea (VA) y el estado neurológico pueden no estar dentro de los límites establecido ⁽²⁾.

En la Unidad de Cuidados Intensivos (UCI) y en el área de cirugía general, el 20% de los pacientes requieren IOT por razones de disfunción neurológica ⁽³⁾. La VMI prolongada se asocia a complicaciones significativas que aumentan la morbilidad y la mortalidad de los pacientes. Algunas complicaciones frecuentes son la neumonía asociada al ventilador, la lesión pulmonar inducida por el ventilador, la lesión de las vías respiratorias, la disfunción diafragmática inducida por el ventilador y la inmovilidad prolongada⁽⁴⁾.

La decisión de extubar al paciente se basa en criterios de destete predefinidos y en una prueba de ventilación espontánea (PVE) exitosa ⁽⁵⁾. La Asociación Americana de Cuidados Respiratorios y el Colegio Americano de Medicina de Cuidados Críticos recomiendan considerar el inicio del proceso de desvinculación de la VMI y EOT en aquellos pacientes que presenten niveles adecuados de sensorio, oxigenación, estabilidad hemodinámica y, principalmente, que la causa que condujo a la necesidad de VMI esté resuelta o en vías de resolución. Algunos parámetros relacionados al proceso de destete, incluyendo la capacidad vital, el volumen minuto ventilatorio, la presión inspiratoria máxima (Pimáx) y el índice de respiración rápida y superficial (FR/Vt), pueden contribuir a determinar el éxito del paciente en la PVE; sin embargo, no son factores predictivos para la adecuada protección de la vía aérea posterior a la extubación⁽²⁾.

La falla de extubación (FE) se define como la necesidad de reintubación dentro de las primeras 24-72 horas siguientes a la retirada del tubo orotraqueal (TOT)⁽⁶⁾. En la población general en UTI, la FE ocurre aproximadamente en el 10% de los casos y se asocia a un mal pronóstico ⁽⁷⁾. Las causas fisiopatológicas de la FE incluyen el desbalance entre la carga y la capacidad de los músculos respiratorios, un aumento en el trabajo respiratorio, la obstrucción de la vía aérea superior (VAS), la presencia de abundantes secreciones y tos inefectiva, entre otras. Otros posibles factores asociados son el deterioro neurológico, el balance positivo de líquidos, una puntuación elevada en la Evaluación Fisiológica Aguda y la Evaluación de la Salud Crónica (APACHE) y la aparición de un nuevo evento séptico ⁽⁸⁾.

La FE aumenta las tasas de mortalidad (entre un 25-50%) y de neumonía, así como la cantidad de días de estadía en UCI y de VMI ⁽⁹⁾. Además, se asocia a una mayor necesidad de traqueostomía y mayores costos en el ámbito de la salud. La presencia de una tos débil es un factor predictivo para la FE. Puede medirse objetivamente a través del pico de flujo tosido o espirado en pacientes con IOT⁽¹⁰⁾

Para la movilización de secreciones y su correcta eliminación se requiere un adecuado funcionamiento de la VAS y del mecanismo de la tos, motivo por el cual se considera a la fuerza tusígena como un factor predictivo en el proceso de EOT. La medición de la presión espiratoria

máxima (Pemáx) y del pico de flujo tosido (o espirado) brindan información objetiva acerca de la capacidad del paciente para proteger la vía aérea inferior. Valores superiores a 40 cmH₂O y a 60 l/min respectivamente, se han relacionado con mejores resultados. En el trabajo realizado por Duan et al., se observó que los pacientes extubados de manera exitosa presentaron niveles más altos de pico de flujo tosido comparados a aquellos que fallaron en la extubación ⁽¹⁰⁾.

La cantidad de secreciones bronquiales es otro factor limitante al considerar el proceso de extubación. Algunos autores consideran la valoración de la cantidad de secreciones a través de su evaluación subjetiva o frecuencia de aspiración dentro de las 4-6 horas previas a la extubación. Aquellos pacientes que presentaron moderadas o abundantes secreciones tienen 9 veces más probabilidad de una FE. La combinación de una tos débil y abundantes secreciones puede predecir la FE, en comparación con aquellos pacientes que presentaron una tos fuerte y abundantes secreciones ⁽¹¹⁾.

El estado de conciencia y la capacidad de seguir órdenes se encuentran alterados en una proporción significativa de pacientes en la UCI, no solo en los pacientes neurocríticos. La herramienta más utilizada para evaluar el estado de conciencia es la Richmond Agitation-Sedation Scale (RASS) la cual permite valorar el nivel de sedación y agitación en pacientes críticos. Los valores negativos del -5 al -1 indican niveles de sedación, y los positivos del +1 al +4 la agitación. El valor 0 indica un paciente despierto y tranquilo. Se sugieren valores entre -2, -1 y 0 para iniciar el destete de la VMI y EOT. En pacientes neurocríticos se utiliza otra escala para valorar el estado de conciencia: la Escala de Coma de Glasgow (GCS), con la cual se intenta demostrar la competencia para proteger la VA en pacientes neurocríticos y déficit del control de la vía VAS. Para proceder a la EOT la bibliografía sugiere valores de GCS > 8. Además, la capacidad de responder a comandos simples, como la apertura ocular, el seguimiento visual, la prensión con la mano y la propulsión de la lengua, indica la integridad de las vías y funciones neuronales determinadas para la protección de la VA. Un puntaje de GCS menor a 8 o la incapacidad de responder a los 4 comandos puede ser indicadores de FE. Aquellos pacientes que no logran sacar la lengua tienen 9 veces más probabilidades de FE. Algunos autores sugieren que un estado de conciencia deprimido no debe ser utilizado como única medida para definir si un paciente no progresa en la desvinculación de la VMI y, por ello, retrasar la EOT ⁽¹¹⁾.

El momento adecuado para decidir la EOT en el paciente neurocrítico es una situación que requiere un balance riesgo/beneficio, debido a que la FE se asocia a un peor pronóstico a largo plazo en esta población ⁽⁹⁾. En estos pacientes, la EOT se retrasa debido a implicaciones clínicas relacionadas con el estado mental deteriorado y el riesgo de aspiración, neumonía e insuficiencia respiratoria

aguda. Coplin et al. observaron que los pacientes de la UCI con una GCS < 4, sin necesidades elevadas de cuidados de las vías respiratorias ni neumonía, y con tos o reflejo nauseoso, pueden ser extubados con seguridad ⁽³⁾.

Wang et al. compararon tres estudios en los que se evaluaba la GCS; un puntaje entre 7-9 contra un puntaje entre 10-11 reveló una diferencia significativa en el aumento del riesgo de FE entre los dos grupos ⁽¹²⁾. En el estudio ENIO del 2022, las tasas reportadas de falla de extubación al día 5 fueron del 35.5% para traumatismo craneoencefálico (TEC), 39.8% para hematoma intracerebral (HIC), 20.3% para hemorragia subaracnoidea (HSA), 10.8% para el ACV isquémico y del 4.3% para infecciones del sistema nervioso central y tumor cerebral ⁽¹³⁾.

La extubación en pacientes neurocríticos es un reto; tanto la EOT precoz como la tardía se acompañan de un elevado riesgo de complicaciones. Sin embargo, en los pacientes neurocríticos, una PVE satisfactoria no garantiza una extubación exitosa ⁽¹⁴⁾. Debido a los requisitos específicos en el manejo de pacientes neurocríticos, la mayoría de los estudios se han centrado en el nivel de conciencia, incluyendo la puntuación de GCS y la puntuación del Esquema Completo de Ausencia de Respuesta (Escala FOUR), y la capacidad de garantizar la protección de las vías respiratorias. Al momento no hay ninguna asociación concluyente entre la conciencia y el riesgo de FE.

La FE y la necesidad de reintubación se producen entre el 2-25% de los pacientes con VMI en pacientes neurocríticos. Estas tasas varían en función del tipo de paciente y del protocolo de destete utilizado ⁽¹⁵⁾. Específicamente en los pacientes neurocríticos, se ha identificado varios factores predictivos de FE, entre los que destacan las puntuaciones bajas en la GCS, la presencia de neumonía y atelectasias, la duración prolongada de la VMI, la localización del ACV, y hallazgos clínicos como un control orolingual deficiente, ausencia del reflejo nauseoso e incapacidad para cerrar los ojos ⁽¹⁶⁾.

La debilidad adquirida en la UCI y un nivel de conciencia disminuido se asocian a FE; sin embargo, no están claramente definidos el grado de debilidad y el nivel de alerta necesarios para una extubación exitosa. Adicionalmente, es posible que los pacientes neurocríticos presenten un patrón ventilatorio patológico, lo que podría complicar aún más la decisión de EOT ⁽¹⁷⁾.

Debido a la falta de consenso específico sobre los requisitos que debe cumplir los pacientes neurocríticos para lograr el éxito en la EOT, el presente estudio tiene como objetivo analizar las variables asociadas a la falla de extubación en pacientes adultos neurocríticos disponibles en la literatura científica.

MATERIALES Y MÉTODOS

Se realizó una revisión sistemática con el objetivo de analizar las variables asociadas a la falla de extubación en pacientes adultos neurocríticos. El ámbito de estudio es universitario, se realizó en la Universidad Abierta Interamericana (UAI) en la Ciudad Autónoma de Buenos Aires (C.A.B.A.).

Se incluyeron artículos de investigación publicados en los últimos 10 años en inglés y en español, que incluyeran predictores de falla de extubación en pacientes mayores de 18 años con patologías neurocríticas. Se excluyeron aquellos estudios que evalúen a pacientes con antecedentes de patologías neuromusculares, artículos cuyo acceso al texto completo no fuera posible o estén duplicados en otras bases de datos o motores de búsqueda.

La búsqueda exhaustiva se llevó a cabo en PubMed, Scielo y Cochrane. Se utilizaron términos MeSH como “extubation”, “endotracheal extubation”, “Neuro critical care” y “traumatic brain injury”, combinados con los operadores booleanos “AND”, “OR” y “NOT”. Se aplicaron filtros de edad (adultos entre 19 y 80+ años), especie (humanos), idioma (inglés y español) y disponibilidad de texto completo.

En la búsqueda inicial se identificaron un total de 294 artículos, de los cuales se seleccionaron aquellos que cumplían con los criterios de inclusión y exclusión, resultando en la lectura crítica de 20 artículos para el análisis de resultados (Fig. 1). Para el análisis de las variables, se tomaron en cuenta la Escala de Coma de Glasgow (GCS), los días de requerimiento de ventilación mecánica invasiva (VMI), la efectividad de la tos, la cantidad de secreciones, entre otras variables analizadas de las publicaciones incluidas para el presente estudio.

Los datos obtenidos de los estudios seleccionados se identificaron y analizaron las variables relacionadas a la falla de extubación. Se realizó un análisis crítico para interpretar los resultados dentro del contexto clínico.

No fue necesario la obtención de un consentimiento informado, dado que el presente estudio es una revisión sistemática y no se manejaron datos primarios de pacientes. No obstante, todos los estudios incluidos en esta revisión contaban con la aprobación de los respectivos comités de ética.

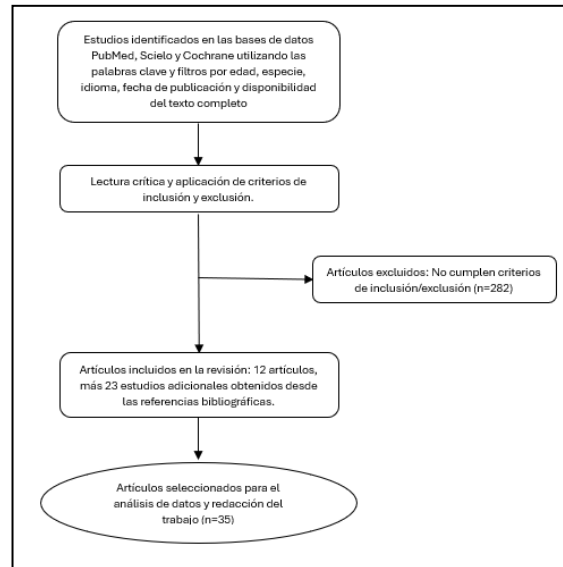


Fig. 1: Diagrama de flujo.

RESULTADOS

3.1 Definición y tasa de falla de extubación.

El fracaso o falla de extubación se define como la necesidad de reintubación tras la retirada del tubo orotraqueal. Las tasas de FE reportadas en pacientes neurocríticos oscilan alrededor del 30%. En los trabajos analizados, la tasa de falla de extubación en pacientes neurocríticos varía entre un 11% y 40%. Un aspecto relevante para definir la FE es el tiempo que transcurre desde la EOT hasta la reintubación. Este factor varía entre diferentes estudios, influyendo en la interpretación de los resultados clínicos. En los estudios analizados la FE se establece cuando ocurre la reintubación dentro de un rango de horas que oscila comúnmente entre las 24 y 72hs posteriores a la extubación; 1 solo autor consideró la FE hasta las 96 hs posteriores a la retirada del tubo orotraqueal. Choi et. al dividió este criterio en 3 grupos: FE <48hs, FE <72hs y FE < 1 semana. En este último grupo, se consideró ampliar el período con el objetivo de registrar eventos tardíos relacionados con complicaciones respiratorias o neurológicas. Comprender como se define el tiempo crítico en el cual puede darse la FE es esencial para interpretar adecuadamente los resultados de las diferentes investigaciones y establecer comparaciones válidas entre los estudios. En la siguiente tabla, se

muestran las definiciones y tasas de FE reportadas por los distintos autores.^(2,9,13,15,18–33)

Autor (año)	Definición de FE	Tasa de FE (%)
Anderson (2011)	<72hs	16,8%
Wendell (2011)	<48hs	21%
Castro (2012)	<48hs	40%
Vidotto (2012)	24-72hs	8,2%
Dos Reis (2013)	<72hs	13,8%
Shalev (2015)	48-72hs	0,42%
Belenguer Muncharaz (2015)	≤48hs	26%
Kutchak (2015)	<48hs	33,3%
León-Gutiérrez (2016)	≤48hs	11,4%
Muhammad Rishi (2016)	24-72hs	12,8%
Godet (2017)	<48hs	31%
Kutchak (2017)	48hs	31,8%
Steidl (2017)	≤72hs	37%
Dos Reis (2017)	≤48hs	13,8%
Wojak (2018)	≤48hs	0,12%
Suntrup-Krueger (2018)	24-72hs	24,1%
Cinotti (2020)	≤96hs	22%
Choi (2022)	<48hs	18,7%
	<72hs	24,3%
	<1 semana	29%
Bansal (2022)	≤72hs	12,8%
Muhle (2024)	72hs	21,8%

Tabla 1. Definiciones y tasas de falla de extubación. FE: falla de extubación.

3.2 Tasa de mortalidad.

Diversas investigaciones han evaluado la FE y el riesgo de mortalidad, evidenciando que la necesidad de reintubación dentro de las primeras 24-72 hs se asocia con un aumento significativo en la tasa de mortalidad.^(2,9,20,22,25,26,30,31,33)

En la Tabla 2, se presentan los principales hallazgos obtenidos, relacionados con la mortalidad de los pacientes neurocríticos con FE vs EE, a modo comparativo:

Autor (año)	Mortalidad FE (%)	Mortalidad EE (%)	Valor de p
Wendell (2011)	20	8	0,29
Vidotto (2012)	38	30	<0,001
Dos Reis (2013)	6	30	<0,001
Belenguer Muncharaz (2015)	UCI 17 Hosp 20	UCI 0 Hosp 10	UCI 0,0001 Hosp 0,007
Muhammad Rishi (2016)	UCI 7,4 Hosp 13,9	UCI 14 Hosp 23,9	UCI 0,05 Hosp 0,02
Godet (2017)	19	10	<0,0001
Suntrup-Krueger (2018)	21,9	30	0,002
Choi (2022)	27 (<72hs)	No reportado	<0,0001
Muhle (2024) Electroestimulación Faringea (EEF)	c/EEF 9,4 s/EEF 18,8	No reportado	0,474

Tabla 2: Tasa de mortalidad FE vs EE. FE: Falla de extubación, EE: Éxito de extubación.

3.3 Días de estadía en UCI y días de estadía hospitalaria asociado a la FE.

El tiempo de permanencia en la UCI y la duración total de la hospitalización son indicadores relevantes en la evolución de los pacientes neurocríticos sometidos a VMI. Estos parámetros podrían reflejar tanto la gravedad del cuadro inicial como las complicaciones que puedan surgir a lo largo del tratamiento, incluyendo la FE.

Se ha estudiado que una mayor estadía en UCI, así como una mayor cantidad de días de permanencia hospitalaria se asocia a un incremento en el riesgo de FE. Esto se debe

a que aquellos pacientes que permanecen un tiempo prolongado, tanto en UCI como en hospital, tienen una mayor exposición a contraer infecciones intrahospitalarias que podrían complicar su cuadro inicial.^(2,9,15,20,22–27,30,31,33) En la tabla 3, se encuentran los principales hallazgos de la literatura científica sobre los días de estadía en UCI y los días de estadía en el hospital relacionados a la FE en pacientes neurocríticos. **(Tabla 3).**

Autor (año)	Días de estadía en UCI (FE)	Días de estadía en Hosp (FE)	Valor de p
Wendell (2011)	12 días (RI 6-13)	16 días (RI 13-22)	0,91
Vidotto (2012)	15 días (RI 10-30)	No reportado	<0,001
Dos Reis (2013)	15 días (RI 12-19)	40 días (RI 24,5-59,5)	UCI <0,001 Hosp 0,002
Kutchak (2015)	17 días (RI 14-23)	30 días (RI 21-52)	UCI <0,001 Hosp 0,009
Belenguer Muncharaz (2015)	18 días (RI 11-30)	33 días (RI 21-45)	0,0001
GUcierrez (2016)	7,5 días (RI 3,75-11,75)	No reportado	0,003
Muhammad Rishi (2016)	13,7 días (RI 11,3)	24,5 días (RI 20,0)	<0,01
Godet (2017)	30 días (RI 22-48)	55 días (RI 37-84)	UCI <0,001 Hosp 0,09
Kutchak (2017)	17 días (RI 14-23)	30 días (RI 21-52)	UCI <0,001 Hosp 0,009
Steidl (2017)	15,4 días	23,6	UCI <0,001 Hosp 0,001
Suntrup-Krueger (2018)	32,8 días (DE 19,1)	36,3 días (DE 19,1)	<0,001
Choi (2022)			
Pacientes c/LCP	12 días (RI 7-20)	22 días (RI 11-30)	UCI 0,13 Hosp 0,046
Pacientes c/LCP FE <72hs	22 días (RI 11-30)	27 días (RI 16-45)	UCI 0,23 Hosp 0,58
Muhle (2024)			
Pacientes c/EEF	19 días (DE 9,85)	24,09 días (DE 13,01)	0,722
Pacientes s/EEF	24,75 días (DE 22,55)	31,05 días (DE 20,98)	0,154

Tabla 3. Estadía en UCI y Hospitalaria. UCI: Unidad de Cuidados Intensivos, Hosp: hospitalaria, RI: rango intercuartílico, DE: desvío estándar.

3.4 Días totales de VMI.

Los días totales de VMI se considera un factor relevante en los pacientes neurocríticos ya que se asocia a diversas complicaciones que pueden influir en el proceso de extubación. A diferencia de otras variables, como la escala GCS que evalúa el estado de conciencia, los días totales de VMI reflejan la dependencia del soporte ventilatorio la cual tiene correlación directa con el desarrollo de DAUCI, el deterioro de la función diafragmática y un mayor riesgo de neumonías asociadas a la ventilación mecánica.^(2,9,15,18,19,22–24,26–32)

En la siguiente tabla, se resumen los hallazgos obtenidos de 15 artículos de investigación en términos de mortalidad comparativa entre FE y éxito de EOT. **(Tabla 4).**

Autor (año)	Días de VMI en FE	Días de VMI en EE	Valor de p
Anderson (2011)	3 días (RI 2-5)	2 días (RI 1-4)	0,05
Wendell (2011)	2 días (RI 1-4)	2 días (RI 1,5-3,5)	0,79
Vidotto (2012)	<1 día (6%)	<1 día (94%)	0,004
	Entre 1-2 días (6%)	Entre 1-2 días (94%)	
	>2 días (25%)	>2 días (74%)	
Castro (2012)	13,2 días (DE 1,4)	12,5 días (DE 1,4)	0,31
Kutchak (2015)	11,46 días (DE 6,26)	7,21 días (DE 4,85)	<0,001
Belenguer Muncharaz (2015)	13 días (RI 9-18)	4 días (RI 2-11)	0,0001
León-Gutiérrez (2016)	7 días (RI 3,75-10,5)	2 días (RI 1-3)	0,001
Godet (2017)	25 días (RI 19-35)	17 días (RI 10-25)	<0,0001
Kutchak (2017)	11 días (RI 6-14)	6 días (RI 3-10)	<0,001
Steidl (2017)	8,7 días	1,9 días	<0,001
Dos Reis (2017)	41,9%	24,6%	0,018
Wojak (2018)	2 días	1 días	0,062
Suntrup-Krueger (2018)	3,5 días (DE 3,23)	1,1 días (DE 2,1)	<0,001
Choi (2022)			
Pacientes c/LCP	5 días (RI 3-10)	N/A	0,12
Pacientes c/LCP FE <72hs	13 días (RI 7-19)		0,14
Bansal (2022)	>5 días	No reportado	<0,001

Tabla 4. Días de VMI en asociada a la falla y al éxito de extubación. VMI: ventilación mecánica invasiva, FE: falla de extubación, EE: éxito de extubación, RI: rango intercuartílico, DE: desvío estándar.

3.5 Escala de coma de Glasgow (GCS) de ingreso.

La escala de coma de Glasgow es una herramienta utilizada para evaluar el deterioro del nivel de conciencia en pacientes con lesión cerebral. Esta escala permite una valoración objetiva del estado neurológico del paciente a través de la evaluación de la respuesta ocular, verbal y motora.

Se ha estudiado la posible relación entre el puntaje de GCS de ingreso y la probabilidad de la FE. Si bien el puntaje de GCS relevante que podría predecir FE es aquel que se realiza al momento de EOT, los estudios que se mencionan en la Tabla 5, no concluyen con una asociación directa entre la FE y el GCS de ingreso. (2,15,19,20,22,23,25,26)

Autor (año)	GCS ingreso (FE)	GCS ingreso (EE)	Valor de p
Wendell (2011)	10.3 (RI 8-14)	13 (RI 9-14)	0.81
Castro (2012)	10 (DE 1)	No reportado	0.4
Dos Reis (2013) Asociado a la mortalidad	Sobrevivientes: 9.7 (DE 3.5) No sobrevivientes: 9.8 (DE 3.3)	No reportado	0.91
Kutchak (2015)	7.20 (DE 2.16)	7.94 (DE 2.12)	0.79
Belenguer Muncharaz (2015)	8 (DE 3)	8 (DE 3)	0.728
Muhammad Rishi (2016)	9.0 (RI 5.0)	8.0 (RI 6.0)	0.2
Godet (2017)	6 (RI 4-9)	8 (RI 5-11)	0.70
Kutchak (2017)	7.40 (DE 2.16)	7.94 (DE 2.13)	0.79

Tabla 5. Puntuaciones de la Escala de Glasgow de ingreso asociadas a la falla y al éxito de extubación. FE: falla de extubación, EE: éxito de extubación, GCS: escala de Glasgow, RI: rango intercuartílico, DE: desvío estándar.

3.6 Escala de coma de Glasgow (GCS) previo a la EOT.

La puntuación de GCS previo a la EOT permite evaluar el estado de conciencia del paciente. Varias investigaciones analizaron la relación de esta escala y el riesgo del fracaso de extubación, encontrando que puntajes bajos de esta evaluación se asocian a un mayor riesgo de reintubación. (2,9,15,18-20,22,23,27,28,30). Valores de GCS > 8 se sugieren al momento de EOT. Sin embargo, no existe un punto de corte claro en pacientes neurocríticos.

En la siguiente tabla se enumeran las puntuaciones de la escala de Glasgow al momento de EOT. (Tabla 6)

Autor (año)	GCS previo EOT (FE)	GCS previo EOT (EE)	Valor de p
Anderson (2011)	GCS 7-9 (20.8%)	GCS 7-9 (8.0%)	0.02
Wendell (2011)	9.5 (RI 8-10)	10 (RI 9-11)	0.047
Vidotto (2012)	42% (GCS alterado)	10% (GCS alterado)	0.001
Castro (2012)	9 (DE 1)	10 (DE 1)	0.2
Dos Reis (2013) Asociado a la mortalidad	Sobrevivientes: 10.7 (DE 0.7) No sobrevivientes: 10.2 (DE 0.8)	No reportado	0.01
Kutchak (2015)	8.90 (DE 0.51)	10.07 (DE 0.93)	<0,001
Belenguer Muncharaz (2015)	63% (GCS <8)	56% (GCS <8)	0.43
Kutchak (2017)	8.81 (DE 0.52)	10.1 (DE 0.95)	<0,001
Steidl (2017)	12	13	0.049
Dos Reis (2017)	10.1 (DE 1.0)	10.7 (DE 0.6)	0.001
Suntrup-Krueger (2018)	10.9 (DE 2.2)	12.7 (DE 2.0)	<0,001

Tabla 6. Puntuaciones de la Escala de Glasgow previas a la extubación orotraqueal asociadas a la falla y al éxito de extubación. FE: falla de extubación, EE: éxito de extubación, GCS: escala de Glasgow, RI: rango intercuartílico, DE: desvío estándar.

3.7 GCS durante la PVE.

La puntuación de GCS durante la PVE brinda información sobre el estado de conciencia del paciente al momento en que asume la ventilación espontánea por sus propios medios. Así mismo, puede dar información sobre cambios en el sensorio que pueda presentarse en este tipo de pacientes. De los artículos analizados, sólo el publicado por Belenguer Muncharaz y col evaluó el GCS al momento de la PVE. Obtuvieron resultados estadísticamente significativos entre el grupo de éxito y fracaso de extubación, con valores de GCS 13 ± 2 y 12 ± 3 , respectivamente. (22)

3.8 Índice de Tobin (FR/Vt).

El índice de Tobin o índice de respiración rápida y superficial es una variable relevante en pacientes sometidos a VM (34). Un valor umbral de 105 respiraciones/L/min fue propuesto por los autores como un predictor de fracaso en el destete de la VMI. Sin embargo, varios autores analizaron el Fr/VT como un predictor de éxito o fracaso luego de la EOT. Se hallaron 8 estudios que analizaron la relación entre el FR/Vt y la FE, y 3 de ellos obtuvieron resultados estadísticamente significativos con valores mayores en el grupo de FE. Sin embargo, estos valores reportados son menores al punto de corte propuesto por Tobin y Yang, a excepción del estudio de Castro. (15,18,19,23,24,26-28). En la siguiente tabla se expresan los hallazgos obtenidos. (Tabla 7)

Autor (año)	FR/Vt Grupo FE	FR/Vt Grupo EE	Valor de p
Anderson (2011)	33 (RI 27-42)	32 (RI 24-40)	0.48
Castro (2012)	149 (DE 28)	96 (DE 12)	<0,0001
Kutchak (2015)	51.30 (DE 18.92)	43.86 (DE 16.76)	0.028
León-Gutiérrez (2016)	46 (RI 29.25-83.75)	40.5 (RI 36-67.25)	0.40
Godet (2017)	38 (DE 17)	39 (DE 19)	0.82
Kutchak (2017)	52.5 (RI 38.8-58)	43 (RI 31-53)	0.038
Steidl (2017)	<105 (100%)	<105 (95.2%)	0.180
Dos Reis (2017)	71.7 (DE 25.9)	67 (DE 31.9)	0.43

Tabla 7. Valores del Índice de Tobin (Fr/VT) asociados a la falla y al éxito de extubación. FR: frecuencia respiratoria, VT: volumen Tidal, FE: falla de extubación, EE: éxito de extubación, RI: rango intercuartílico, DE: desvío estándar.

3.9 Volumen y características de las secreciones.

El manejo de las secreciones traqueobronquiales es un aspecto fundamental a tener en cuenta al momento de tomar la decisión de retirar el tubo orotraqueal. Tanto el volumen de las secreciones como sus características pueden influir en la capacidad del paciente para mantener su VA permeable tras la EOT. Un volumen excesivo de secreciones puede dificultar la adecuada eliminación mediante mecanismos naturales como la tos o la deglución, permitiendo un mayor riesgo de obstrucción de la vía aérea e infecciones respiratorias. En cuanto a las características, como su viscosidad, secreciones

purulentas o hemáticas, y la necesidad frecuente de aspiraciones que requiera el paciente pueden ser indicativos de una incapacidad o disfunción en la eliminación de secreciones, lo que podría predisponer a un aumento del riesgo de la necesidad de reintubación.

Se hallaron 5 artículos que analizaron el volumen y las características de las secreciones al momento de EOT^(18,20,22,24,28,30). Anderson et. al analizó ambas variables, y observó que aquellos pacientes con secreciones espesas fueron más propensos a fracasar en la extubación (32 % vs. 17%, $p = 0.02$) y no encontró diferencias significativas en relación al volumen de las secreciones⁽¹⁸⁾.

Dos Reis et. al, observaron que el 9.3% de los pacientes que fracasaron la extubación tuvieron una mayor cantidad de secreciones y eran incapaces de proteger la vía aérea⁽²⁰⁾.

Años más tarde, en otro estudio de la misma autora, observó que aquellos pacientes que tenían un volumen de secreciones moderado/abundante se asoció a un mayor riesgo de FE (51.2%, $p = <0.001$) y se consideró una variable independiente para predecir el riesgo de FE⁽²⁸⁾.

En el trabajo de Belenguer Muncharaz, se observó que el grupo que fracasó la extubación requería aspiraciones frecuentes (62%, $p = 0.001$)⁽²²⁾.

Por otro lado, en el estudio realizado por León-Gutiérrez y cols., reportaron que la necesidad de 6 o más aspiraciones de secreciones bronquiales en las 24 hs previas se asocia a un mayor riesgo de FE ($p = 0.01$)⁽²⁴⁾.

3.10 Reflejo tusígeno y reflejo nauseoso.

Otras variables importantes para valorar en el paciente neurocrítico al momento de extubación son la evaluación de los reflejos protectores de la VA: el reflejo tusígeno y el reflejo nauseoso, los cuales desempeñan un papel fundamental en la prevención de la broncoaspiración y en la eliminación de las secreciones.

Se han analizado 5 artículos que incluyeron la variable de estudio^(18,24,26,28,30). En el trabajo de Anderson y cols, se observó que la FE se asoció a un reflejo nauseoso disminuido ($p = 0.02$) y a una tos ineficaz a la orden ($p = 0.01$)⁽¹⁸⁾.

Contrariamente, en el estudio de León-Gutiérrez y col, la presencia del reflejo tusígeno no se asoció de manera estadísticamente significativa a la FE (87.5%, $p = 0.11$)⁽²⁴⁾.

En cambio, Godet y cols., observaron que aquellos pacientes que no obtuvieron un adecuado reflejo tusígeno (53%, $p = 0.007$) y reflejo nauseoso (63%, $p = <0.001$) tuvieron un aumento significativo en el riesgo de FE⁽²⁶⁾.

Dos Reis et. al observaron que el reflejo tusígeno débil/ausente es una variable independiente para predecir la FE⁽²⁸⁾, y Suntrup-Krueger y cols, demostraron que un reflejo tusígeno insuficiente se asocia a un mayor riesgo de FE (53.9%, $p = <0.001$)⁽³⁰⁾.

3.11 Edad y Sexo.

El envejecimiento se asocia una mayor vulnerabilidad frente a la falla de EOT debido a cambios fisiológicos que

afectan la fuerza muscular, función respiratoria y a la existencia de una disminución en los reflejos, lo que podría predisponer a la incapacidad de mantener una VA permeable. En cuanto al sexo de la persona, las diferencias existentes entre el sexo femenino y masculino pueden asociarse a un peor pronóstico de los pacientes.

De los estudios analizados se obtuvo un rango de edades que varía desde los 35.7 a 70.7 años. Cinco artículos obtuvieron resultados estadísticamente significativos en los cuales una mayor edad se asoció a una mayor tasa de FE^(20–22,29,32). Predominó el sexo masculino en 13 artículos de los analizados. En la siguiente tabla se resumen los hallazgos obtenidos^(2,9,15,18–30,32)

Autor(año)	Edad asociado a FE	Sexo asociado a FE
Anderson (2011)	60.2 años	56.2% (M)
Wendell (2011)	51.5 años (RI 45-72)	70% (M)
Vidotto (2012)	49 años (DE 15.2)	73% (F)
Castro (2012)	58 años (DE 5)	62.5% (M)
Dos Reis (2013)	35.7 años (DE 13.8)	92.1% (M)
Shalev (2015)	61.88 años (DE 14.01)	No reportado
Kutchak (2015)	49.82 años (DE 16.93)	66.70% (M)
Belenguer Muncharaz (2015)	56 años (DE 19)	60% (M)
León-Gutiérrez (2016)	58.5 años (RI 41.5-65.75)	62.5% (F)
Muhammad Rishi (2016)	58.5 años (RI 23.0)	70.4% (M)
Godet (2017)	58 años (DE 17)	78% (M)
Kutchak (2017)	48.2 años (DE 16.7)	66.7% (M)
Steidl (2017)	64.6 años	52.8% (M)
Dos Reis (2017)	36.7 años (DE 15)	79.1% (M)
Wojak (2018)	63 años	69.2% (F)
Suntrup-Krueger (2018)	70.7 años (DE 11.7)	59.4% (M)
Bansal (2022)	62.4 años (DE 16.6)	58% (M)

Tabla 8. Valores de edad y sexo.

3.12 PaO₂/FiO₂ asociado a la FE.

El índice de Kirby o PaO₂/FiO₂ es un índice respiratorio que mide la relación entre la presión arterial de oxígeno (PaO₂) y la fracción inspirada de oxígeno (FiO₂) y evalúa la oxigenación en pacientes donde la FiO₂ es conocida.

Ocho artículos han investigado sobre la relación de la PaO₂/FiO₂ con la FE^(15,18,19,22–24,27,28). Sólo en el ensayo de Castro y cols se encontraron resultados estadísticamente significativos entre los que tuvieron éxito de extubación (PaO₂/FiO₂ 216 +/-27) vs. aquellos que fracasaron (PaO₂/FiO₂ 175 +/- 34) ($p = 0.008$)⁽¹⁹⁾.

Contrariamente, en el estudio de Anderson, no se encontraron diferencias estadísticamente significativas entre la falla y el éxito de extubación con valores de PaO₂/FiO₂ > 300 ($p = 0.33$)⁽¹⁸⁾.

Kutchak y col, en sus investigaciones del 2015 y 2017 tampoco se encontraron hallazgos estadísticamente significativos respecto a los valores de este índice entre el grupo de éxito (346 media +/- 116) y el grupo de fracaso (356 media +/- 112) ($p = 0.507$)^(15,23). De igual manera, Belenguer Muncharaz y col en su estudio no obtuvieron diferencias estadísticamente significativas de la PaO₂/FiO₂ entre el éxito de EOT (307 +/- 102) y la FE (296 +/- 98) ($p = 0.639$)⁽²²⁾.

León-Gutiérrez y cols., tuvieron un resultado similar, en el que el grupo de éxito obtuvo una PaO_2/FiO_2 de 324.3 media y el grupo de fracaso una PaO_2/FiO_2 de 303.3 media ($p = 0.32$)⁽²⁴⁾.

En el trabajo de Steidl y col, el 98.4% de los pacientes que tuvieron éxito en la extubación y el 100% de los que fracasaron obtuvieron una $PaO_2/FiO_2 > 200$, sin diferencias significativas entre ambos grupos ($p = 0.443$)⁽²⁷⁾.

Por último, en el artículo de Dos Reis del 2017, no se obtuvo una asociación con la FE y la PaO_2/FiO_2 (grupo de éxito de extubación PaO_2/FiO_2 365 media $\pm$ 122.4 y grupo que falló la extubación 352.1 media $\pm$ 101.8, $p = 0.53$)⁽²⁸⁾.

3.13 Evaluación seguimiento de los 4 comandos asociado a la FE

La capacidad de responder 4 comandos básicos ha sido propuesta como una herramienta para valorar el estado neurológico del paciente, lo cual es fundamental para evaluar la capacidad de proteger la vía aérea en pacientes neurocríticos. Esta prueba consiste en solicitarle al paciente que realice 4 acciones específicas al mando:

- Abrir los ojos
- Seguir un objeto con la mirada
- Apretar la mano del evaluador
- Sacar la lengua

Anderson y col demostraron que la habilidad de seguir los 4 comandos se asocia al éxito de extubación ($p = 0.02$), mientras que Wendell y cols., no pudieron demostrar diferencias estadísticamente significativas entre el grupo de éxito (62%) y el grupo de FE (60%) ($p = 1$).

En el estudio de Kutchak y col del 2017, encontraron diferencias estadísticamente significativas. Aquellos pacientes que no eran capaces de sacar la lengua tenían 9 veces más de probabilidades de fracasar la extubación ($p = <0.001$) y los que no tenían la capacidad de apretar la mano del evaluador a la orden tuvieron 3 veces más de probabilidades de fallar la extubación ($p = <0.001$). Los pacientes que no respondieron a la apertura ocular al mando tuvieron mayor tendencia a la FE que aquellos que sí lo lograron ($p = <0.001$)⁽¹⁵⁾.

A su vez, Krueger y col obtuvieron diferencias estadísticamente significativas. La incapacidad de responder 4 comandos a la orden se asoció a una mayor tasa de FE (81.2%, $p = 0.029$)⁽³⁰⁾.

Steidl y col en su investigación encontraron que el 88.9% de los pacientes que fallaron la EOT, fueron capaces de responder 4 comandos, mientras que en el grupo de éxito de EOT fue del 82.3% ($p = 0.380$)⁽²⁷⁾.

3.14 Otras variables analizadas

Comorbilidades: En el estudio de Anderson y col, observaron que los pacientes con antecedentes de EPOC y SAHOS tenían un mayor riesgo de FE ($p = 0.02$ y $p = 0.05$, respectivamente)⁽¹⁸⁾. La hipertensión arterial y la dislipemia eran factores predisponentes para la FE en el estudio de Wendell y col.⁽²⁾ Shalev y col encontraron un

aumento en el riesgo de FE en pacientes neuroquirúrgicos que presentaran falla renal preoperatoria ($p = 0.046$) y EPOC ($p = 0.049$)⁽²¹⁾.

Contrariamente, Belenguer Muncharaz y colaboradores, no encontraron diferencias significativas que predispongan a la FE en pacientes neurocríticos con hipertensión arterial (39%, $p = 0.239$), diabetes mellitus (13%, $p = 0.437$) y tabaquismo (24%, $p = 0.321$)⁽²²⁾.

Pimáx y Pemáx: La valoración de la Pimáx y la presión espiratoria máxima (Pemáx) permite evaluar la fuerza de los músculos respiratorios, aspectos fundamentales a tener en cuenta para que el paciente pueda ejercer una adecuada ventilación espontánea y protección de la vía aérea tras la EOT.

La Pimáx es un indicador de la fuerza de los músculos inspiratorios, principalmente el diafragma, y su disminución podría aumentar el riesgo de reintubación por debilidad diafragmática. La Pemáx evalúa la fuerza de los músculos espiratorios los cuales desempeñan un rol fundamental al momento de realizar una tos efectiva para eliminar secreciones.

En el estudio de Castro y col, no se encontraron diferencias estadísticamente significativas entre aquellos que tuvieron éxito y los que fracasaron la extubación respecto a la medición de Pimáx (45.3 media $\pm$ 10.3 mmHg y 41.6 $\pm$ 7.5 mmHg, respectivamente, $p = 0.39$)⁽¹⁹⁾.

En cambio, en el estudio de Kutchak del año 2015, observaron que aquellos pacientes que tuvieron éxito de extubación tuvieron una media de Pimáx de 70.43 $\pm$ 22.30 mmHg y los que fallaron la extubación obtuvieron una media de 54.80 $\pm$ 23.53 mmHg ($p = <0.001$). El resultado de la evaluación de Pemáx fue similar; el grupo de éxito tuvo una media de 75.65 $\pm$ 48.80 mmHg y el grupo de fracaso obtuvo una media de 55.73 $\pm$ 27.59 mmHg ($p = 0.003$)⁽²³⁾. Años más tarde, en una nueva investigación realizada por el mismo autor, se evidenció una diferencia relevante al evaluar Pimáx entre el grupo de éxito con una media de 70 mmHg (52-87) y el grupo de fracaso con una media de 48 mmHg (37-67) ($p = <0.001$)⁽¹⁵⁾.

Contrariamente, Dos Reis y col no encontraron diferencias estadísticamente significativas en la evaluación de Pimáx (éxito de extubación 76.7 media $\pm$ 28.5 y FE 76.3 media $\pm$ 26.1, $p = 0.94$), y de Pemáx (éxito de EOT 55 $\pm$ 29.5 mmHg y FE 50.3 $\pm$ 30.2 mmHg, $p = 0.37$) cuando compararon los grupos de éxito y fracaso de extubación⁽²⁸⁾.

Estridor post-extubación: El estridor luego de la retirada del tubo orotraqueal, asociado a edema laríngeo, es otro factor que puede comprometer la ventilación espontánea y requerir una nueva intubación. De las investigaciones analizadas, solo en el artículo publicado por Anderson y cols. se estudió esta variable y arrojó un resultado significativo asociado a mayor riesgo de reintubación ($p = 0.01$)⁽¹⁸⁾.

Estado ácido-base: Tanto Anderson y col como Dos Reis y col. estudiaron la relación entre los trastornos metabólicos del estado ácido-base y la FE, pero ninguno encontró

resultados estadísticamente significativos que asocian esta variable con el riesgo de reintubación^(18,28).

Disfagia: La disfagia o trastornos de deglución, son muy frecuentes en la población neurocrítica, aumentando el riesgo de broncoaspiración luego de proceder con la retirada del tubo orotraqueal. En el estudio llevado a cabo por Godet y col, observaron que la disfagia se asocia a la FE en los pacientes neurocríticos (40% vs éxito de EOT 78%, $p = <0.001$)⁽²⁶⁾. Krueger y col evidenciaron que el 100% los pacientes que fracasaron la EOT tenían diagnóstico de disfagia y de los que tuvieron éxito de extubación el 75.3% tenía trastorno de la deglución ($p = 0.019$)⁽³⁰⁾.

Cuff leak test: Es una evaluación que se suele realizar previa a la EOT, consiste en desinflar el balón de neumotaponamiento y verificar si hay fuga de aire peritubo. La prueba da positiva si no hay presencia de fuga alrededor del tubo, esto indicaría edema periglótico y el paciente podría presentar estridor laríngeo post-extubación asociado a la obstrucción de la VAS. Es considerado un importante predictor de FE y requerimiento de reintubación en una población general de pacientes⁽³⁵⁾.

De los artículos analizados, solo 2 autores estudiaron esta variable⁽¹⁸⁾. Tanto Anderson y col como Dos Reis y col, no evidenciaron diferencias estadísticamente significativas en el resultado de esta evaluación^(18,28). Dos Reis y cols, demostraron que el 98.1% del grupo de éxito y el 100% del grupo de fracaso tuvieron un cuff leak test positivo. ($p = 1.00$)⁽²⁸⁾.

Pico flujo tosido (PFT): Kutchak y col. en su estudio observaron que un PFT < 80 L/min junto con una puntuación < 9 de GCS son predictores independientes de FE⁽²³⁾.

Índice de masa corporal: Castro y col hallaron diferencias estadísticamente significativas en cuanto al índice de masa corporal (IMC) entre el grupo de éxito y fracaso de EOT (IMC de 22 ± 2.8 y 18 ± 3.1 respectivamente, $p = 0.01$)⁽¹⁹⁾.

Por otro lado, Bansal et. al, observaron que valores de IMC < 18.5 kg/m² se asocian a un mayor riesgo de reintubación ($p = 0.02$)⁽³²⁾.

Diagnóstico de ingreso: En el estudio de Belenguer Muncharaz y col, los pacientes que tuvieron TEC y ACV como diagnóstico de ingreso obtuvieron una mayor tasa de FE en comparación a otras patologías neurocríticas ($p = 0.023$)⁽²²⁾.

En el artículo de León-Gutiérrez y col, entre las patologías que predominaron en el grupo de FE fueron cirugía de fosa posterior (37.5%), clipaje de aneurisma cerebral (25%) y HIC (37.5%)⁽²⁴⁾. En la investigación de Wojak y col, obtuvieron resultados estadísticamente significativos asociados a la FE para aquellos pacientes con hemorragia intraventricular (53.8%, $p = 0.046$) y pacientes con HIC (15.4%, $p = 0.007$) en comparación con el grupo de éxito de EOT⁽²⁹⁾.

En el estudio de Suntrup-Krueger y col observaron que la lesión infratentorial se asocia a un mayor riesgo de FE⁽³⁰⁾.

DISCUSIÓN

En el presente estudio se analizaron 20 ensayos clínicos aleatorizados ($n = 29.509$), que tuvieron como objetivo investigar diversas variables asociadas a la FE, permitiendo identificar aquellas con una mayor relevancia estadística y distinguir aquellos factores cuya relación con la reintubación no fue concluyente en la literatura. En el presente trabajo se observó que los días de VMI, de estadía en UCI, estadía hospitalaria y la puntuación de GCS previa a la EOT son predictores de FE en pacientes neurocríticos. Mientras que el resto de las variables analizadas (sexo, edad, IMC, índice de Tobin, GCS de ingreso, estridor post extubación, estado ácido-base, índice de Kirby, reflejo tusígeno, reflejo nauseoso, cuff leak test, volumen y características de las secreciones, pico flujo tosido, Pimáx, Pemáx y evaluación de los 4 comandos) no demostraron un resultado homogéneo que pueda definir a estas variables como predictores independientes de FE.

Sin embargo, algunos autores encontraron diferencias significativas que podrían considerarse al momento de la toma de decisión de extubar a un paciente neurocrítico.

Los pacientes con LCA que requieren de soporte ventilatorio, a menudo presentan la capacidad de respirar de forma espontánea con un apoyo ventilatorio mínimo, incluso aquellos con un compromiso neurológico persistente y grave. A diferencia de la población de la UCI médico-quirúrgica general, estas pacientes no suelen tener una indicación respiratoria primaria para la intubación y conexión al soporte ventilatorio invasivo. Este tipo de pacientes suelen superar la PVE sin grandes dificultades. El proceso de EOT es aquello que presenta un mayor desafío para el equipo tratante, pudiéndose presentar el fallo por incompetencia de la VAS una vez retirado el TOT. La reintubación prolonga los tiempos de VMI, de estadía en UCI, hospitalaria, aumenta las tasas de mortalidad e infecciones, y predispone a una peor evolución del paciente. En los estudios analizados, la tasa de falla de extubación en pacientes neurocríticos varía entre un 11% y 40%. Dos estudios reportaron tasas menores al 1%^(21,29); Shalev y col del 2015, analizaron de manera retrospectiva 17.409 pacientes neuroquirúrgicos, de los cuales sólo el 0.42% ($n=74$) requirieron reintubación dentro de las 48 hs⁽²¹⁾. De manera similar, Wojak y cols. analizaron retrospectivamente 107 pacientes con HSA de buen grado (Hunt y Hess 1 - 3), obteniendo una tasa de falla a las 48 hs del 0.12%. El hecho de que ambos estudios se realizaran de manera retrospectiva y la pequeña muestra de pacientes en el estudio de Wojak, pueden haber influido en la recolección de datos y análisis de los mismos, obteniendo tasas de fracaso de extubación muy distintas al resto de la literatura científica⁽²⁹⁾.

Uno de los hallazgos más consistentes en los ensayos analizados fue la relación entre el tiempo de VMI y la FE. La mayoría de los autores encontraron que una mayor duración del requerimiento de VMI se asocia a un incremento significativo en la tasa de reintubación, obteniendo resultados que varían desde 48hs hasta los 25

días. Vidotto et. al encontraron que del grupo que recibió más de 48hs de VMI, el 25% fracasó la extubación, mientras que los que recibieron menos de 24hs y entre 24-48 hs de VMI falló el 6% de cada grupo⁽⁹⁾. Los resultados obtenidos contemplan la importancia de reducir el tiempo de dependencia de la asistencia respiratoria mecánica, debido a que un mayor tiempo de exposición a la VMI (48hs) incrementa significativamente las tasas de reintubación. Es importante considerar el momento adecuado para el inicio del destete del respirador, y no prolongar los tiempos de VMI.

El tiempo de estadía en UCI y la duración total de la estadía hospitalaria han sido estudiados en relación a la FE. En 13 estudios incluidos, los pacientes que fracasaron la EOT presentaron una estadía en UCI que varía entre los 7 a 33 días^(2,9,15,20,22-27,30,31,33), un total de días de hospitalización entre 16 a 55 días^(2,15,20,22,23,25-27,30,31,33). Se observó una congruencia en las investigaciones analizadas debido a que, en la mayoría de los resultados analizados, hubieron hallazgos significativos para ambas variables, sugiriendo que estadías prolongadas en UCI y hospitalaria exponen a los pacientes a un mayor riesgo de infecciones y otras complicaciones, que podrían predisponer a un mayor riesgo de FE.

Otro hallazgo relevante es la relación del estado neurológico del paciente medido con la GCS y la FE. La GCS de ingreso no demostró una asociación significativa respecto a la reintubación, lo que sugiere que la puntuación de esta escala al momento de la admisión puede variar en los pacientes neurocríticos a lo largo de toda su internación. Luego del ingreso del paciente en la UCI, existen diversos factores que podrían influir en su evolución y que pueden conducirlo al requerimiento prolongado de VMI, retrasar la EOT y como consecuencia, aumentar el riesgo de FE. Contrariamente, puntuaciones de GCS valorados de manera previa a la EOT sí demostró ser un factor clave. En el presente estudio, la mayoría de los autores coincidieron en que un puntaje de GCS ≤ 8 -10 previo a la EOT, se asoció a un aumento del riesgo de FE. Esto podría deberse a un mayor deterioro cognitivo que podría afectar la capacidad del paciente para mantener permeable la vía aérea.

La capacidad del paciente neurocrítico para responder órdenes simples, ha sido considerada como un criterio relevante en la evaluación neurológica previo a la EOT. En algunas investigaciones analizadas en el presente estudio, se ha estudiado la evaluación de los 4 comandos como predictor de FE. Tanto en los estudios de Kutchak como en el ensayo de Suntrup-Krueger, se pudo evidenciar que la incapacidad del paciente para responder a órdenes simples aumenta significativamente el riesgo de FE^(15,30). Kutchak et. al, reveló que la incapacidad del paciente de sacar la lengua a la orden indica una probabilidad relevante de riesgo de FE⁽¹⁵⁾.

Contrariamente, los otros 3 autores que estudiaron la relación de esta variable con el riesgo de FE, no demostraron resultados significativos^(2,18,27).

La tasa de mortalidad es significativamente mayor en aquellos pacientes que fracasan la extubación. En la literatura analizada, la mortalidad en el grupo de FE osciló entre el 6% y el 38%, mientras que en aquellos pacientes que tuvieron éxito de EOT fue considerablemente menor, con tasas entre el 1% y el 14%. Es sabido que las patologías neurológicas tienen un peor pronóstico de evolución en la UCI. Los hallazgos observados refuerzan la importancia de continuar con investigaciones que puedan determinar un consenso claro sobre los requisitos que debe cumplir un paciente neurocrítico para que se considere una EOT lo más segura posible y, de esta manera, poder disminuir las tasas de mortalidad en esta población.

El índice Fr/VT denominado índice de respiración rápida y superficial, fue propuesto por Yang y Tobin en el año 1991⁽³⁴⁾. Evalúa la función ventilatoria del paciente a través de la relación entre su frecuencia respiratoria y el volumen corriente. En condiciones normales, el patrón ventilatorio se caracteriza por tener frecuencias respiratorias bajas y un volumen corriente alto, lo que se traduce en un índice bajo. Un valor umbral de 105 respiraciones/L/min fue propuesto por los autores como un predictor de fracaso en el destete de la VMI. Sin embargo, varios autores analizaron el Fr/VT como un predictor de éxito o fracaso luego de la EOT. En el presente estudio, 8 artículos de investigación analizaron el índice de Tobin como predictor de FE en pacientes neurocríticos, con valores que abarcan entre 33 a 149 resp/L/min^(15,18,19,23,24,26-28). Sólo 3 estudios encontraron una asociación estadísticamente significativa a la FE (Castro 2012 149 resp/L/min, Kutchack 2015 51.3 resp/L/min y Kutchak 2017 52.5 resp/L/min) presentando valores por debajo del punto de corte propuesto por Yang y Tobin^(15,19,23). Los pacientes neurocríticos pueden presentar un patrón ventilatorio rápido y superficial, dando un indicio de una afección neurológica central crónica. Prolongar los tiempos de VMI podría conllevar a un retraso en la EOT y disminuir las posibilidades de su éxito.

En cuanto a la edad y sexo asociado a la FE, los autores demostraron resultados inconsistentes. Dos Reis, Shalev, Belenguer Muncharaz, Wojak y Bansal encontraron que los pacientes entre 35.7 años y 63 años^(20-22,29,32), tienen un mayor riesgo de reintubación, mientras que el resto de los autores que investigaron sobre esta variable no hallaron diferencias significativas. En adultos mayores existe una disminución de la fuerza muscular, un deterioro cognitivo y una disminución de reflejos, propios de la fisiología. Estas cuestiones, sumadas a la patología neurológica de base, los tiempos prolongados en UCI y la dependencia a la VMI, entre otros, influyen negativamente en el proceso de EOT. Habitualmente, los pacientes más jóvenes que ingresan a la UCI por LCA, suelen cursar con diagnósticos de ACV hemorrágico, ya sea por TEC o ruptura de mal formaciones arterio-venosas. Estos cuadros en personas jóvenes presentan peores pronósticos y una mayor complejidad en su manejo, lo que

podría predisponer a una mayor dificultad para lograr una EOT exitosa.

En 13 estudios analizados, predominó el sexo masculino en aquellos que fallaron la EOT.

Muhammad Rishi y Dos Reis reportaron una mayor incidencia de FE en la población neurocrítica masculina, 70.4% y 79.1% respectivamente, con diferencias estadísticamente significativas^(20,25).

El índice $\text{PaO}_2/\text{FiO}_2$, utilizado para evaluar la oxigenación, ha sido investigado como predictor de FE. Sin embargo, únicamente en la investigación de Castro se pudo evidenciar diferencias significativas entre los valores de $\text{PaO}_2/\text{FiO}_2$ del grupo de extubación exitosa y el grupo de FE, con valores de $\text{PaO}_2/\text{FiO}_2$ de 216 vs. 175, respectivamente⁽¹⁹⁾. El resto de los estudios analizados, no encontraron diferencias estadísticamente significativas. Sin embargo, cabe destacar que casi todas las investigaciones analizadas reportan valores de $\text{PaO}_2/\text{FiO}_2$ cercanos a los 300. Valores por debajo indican la existencia de una alteración en la oxigenación y el paciente se encuentra con hipoxemia, lo que puede estar asociado a un mayor riesgo de reintubación por insuficiencia respiratoria luego de la retirada del TOT. En el contexto de los pacientes neurocríticos, la necesidad de IOT y VMI no suele asociarse a una patología respiratoria de base. Los trastornos en la oxigenación de estos pacientes suelen estar asociados a infecciones pulmonares adquiridas y a tiempos prolongados de VMI, lo que refuerza el concepto de no retrasar la desvinculación al respirador.

De manera similar, los reflejos protectores de la vía aérea han sido propuestos por algunos autores como un factor predictivo de FE. La capacidad de eliminar secreciones mediante la tos y presentar una deglución indemne, son fundamentales al momento de retirar la vía aérea artificial. En pacientes neurocríticos el motivo de FE principal es la incompetencia en la VAS. Un reflejo tusígeno débil o ausente indica una incapacidad para la expulsión de secreciones, aumentando el riesgo de obstrucción de la VA. Puede predecir la FE debido a la necesidad de mantener cierta integridad cognitiva y una fuerza adecuada de los músculos espiratorios. De manera similar, la ausencia o disminución del reflejo nauseoso puede sugerir un compromiso en la protección de la VAS aumentando la posibilidad de broncoaspiración y de eventos adversos respiratorios tras la EOT. Godet y col, observaron que una menor capacidad de toser y deglutir, y la disminución/ausencia del reflejo nauseoso estaban fuertemente asociados a la FE⁽²⁶⁾.

La valoración de la fuerza de los músculos respiratorios a través de la Pimáx, Pemáx y pico flujo tosido/espirado han sido herramientas estudiadas por los autores como predictores de FE. Kutchak et. al encontró diferencias estadísticamente significativas entre el grupo de éxito y aquellos que fracasaron la extubación respecto a la Pimáx (-54.8 mmHg y -70.43 mmHg respectivamente) y Pemáx (76.65 mmHg y 55.73 mmHg respectivamente), pero en el

análisis multivariado, no se identificaron diferencias relevantes para estas variables⁽²³⁾. Identificó que un reflejo tusígeno con un flujo espiratorio máximo 80 L/min junto con el puntaje de GCS, resultaron ser predictores independientes para la FE. Por cada punto adicionado a partir de un puntaje de GCS 8, se reduce el 36% del riesgo de FE.

Por el contrario, tanto Castro como Dos Reis en sus respectivos estudios no encontraron diferencias significativas de estas variables entre los grupos^(19,28).

En la investigación de Anderson y cols., el estridor post-extubación se ha asociado con un mayor riesgo de reintubación⁽¹⁸⁾. Tanto Anderson como Dos Reis no pudieron demostrar que la utilización del Cuff Leak Test para evaluar la presencia de edema laríngeo, sea un predictor confiable de la FE en esta población^(18,28).

CONCLUSIÓN

En la presente estudio, se logró demostrar la complejidad que se presenta al momento de tomar la decisión de extubar a un paciente neurocrítico y la necesidad de analizar múltiples factores para predecir su riesgo. De todas formas, la evidencia de la literatura es escasa y no logra arrojar una recomendación homogénea que pueda brindar un protocolo claro con requisitos que deba cumplir un paciente con patología cerebral para considerar su extubación y minimizar los riesgos de falla.

Es fundamental la necesidad de nuevas investigaciones que puedan especificar herramientas más precisas para guiar el proceso de extubación en la población neurocrítica que disminuyan el riesgo de reintubación y sus complicaciones asociadas.

CONFLICTOS DE INTERÉS

Las autoras declaran que no tienen ningún conflicto de interés.

BIBLIOGRAFÍA

1. Deem S. Management of Acute Brain Injury and Associated Respiratory Issues. *RESPIRATORY CARE*. 2006;51(4).
2. Wendell LC, Raser J, Kasner S, Park S. Predictors of Extubation Success in Patients with Middle Cerebral Artery Acute Ischemic Stroke. *Stroke Research and Treatment*. 2011;2011:1-5.
3. Karanjia N, Nordquist D, Stevens R, Nyquist P. A Clinical Description of Extubation Failure in Patients with Primary Brain Injury. *Neurocrit Care*. agosto de 2011;15(1):4-12.
4. Lazaridis C, DeSantis SM, McLawhorn M, Krishna V. Liberation of neurosurgical patients from mechanical ventilation and tracheostomy in neurocritical care.

Journal of Critical Care. agosto de 2012;27(4):417.e1-417.e8.

5. Torrini F, Gendreau S, Morel J, Carteaux G, Thille AW, Antonelli M, et al. Prediction of extubation outcome in critically ill patients: a systematic review and meta-analysis. *Crit Care.* diciembre de 2021;25(1):391.
6. Epstein S. Decision to extubate. *Intensive Care Med.* mayo de 2002;28(5):535-46.
7. Quintard H, l'Her E, Pottecher J, Adnet F, Constantin JM, De Jong A, et al. Intubation and extubation of the ICU patient. *Anaesthesia Critical Care & Pain Medicine.* octubre de 2017;36(5):327-41.
8. Department of General Surgery, Sefako Makgatho Health Sciences University, Pretoria, South Africa, Magose LG, Koto MZ. Failed extubation in a tertiary-level hospital intensive care unit, Pretoria, South Africa. *SAJCC.* 20 de diciembre de 2021;37(3):86-91.
9. Vidotto MC, Sogame LCM, Gazzotti MR, Prandini MN, Jardim JR. Analysis of Risk Factors for Extubation Failure in Subjects Submitted to Non-Emergency Elective Intracranial Surgery. *Respir Care.* diciembre de 2012;57(12):2059-66.
10. Duan J, Zhang X, Song J. Predictive power of extubation failure diagnosed by cough strength: a systematic review and meta-analysis. *Crit Care.* diciembre de 2021;25(1):357.
11. Bosso M, Vega L, Bezzi M, Gogniat E, Moglie RRL, Roux N, et al. Retirada de la vía aérea artificial: extubación en Terapia Intensiva. Revisión narrativa. 2018;
12. Wang S, Zhang L, Huang K, Lin Z, Qiao W, Pan S. Predictors of Extubation Failure in Neurocritical Patients Identified by a Systematic Review and Meta-Analysis. Kamel H, editor. *PLoS ONE.* 8 de diciembre de 2014;9(12):e112198.
13. on behalf of the ENIO Study Group, Cinotti R, Pelosi P, Schultz MJ, Aikaterini I, Alvarez P, et al. Extubation strategies in neuro-intensive care unit patients and associations with outcomes: the ENIO multicentre international observational study. *Ann Transl Med.* abril de 2020;8(7):503-503.
14. Belenguer-Muncharaz A, Díaz-Tormo C, Granero-Gasamans E, Mateu-Campos ML. Protocol-directed weaning versus conventional weaning from mechanical ventilation for neurocritical patients in an intensive care unit: a nonrandomized quasi-experimental study. *Crit Care Sci [Internet].* 2023 [citado 30 de junio de 2024];35(1). Disponible en: <http://criticalcarescience.org.br/artigo/detalhes/0103507X-35-1-7>
15. Kutchak FM, Rieder MDM, Victorino JA, Meneguzzi C, Poersch K, Forgiarini Junior LA, et al. Simple motor tasks independently predict extubation failure in critically ill neurological patients. *J bras pneumol.* junio de 2017;43(3):183-9.
16. Mullaguri N, Khan Z, Nattanmai P, Newey CR. Extubating the Neurocritical Care Patient: A Spontaneous Breathing Trial Algorithmic Approach. *Neurocrit Care.* febrero de 2018;28(1):93-6.
17. Ko R, Ramos L, Chalela JA. Conventional Weaning Parameters do not Predict Extubation Failure in Neurocritical Care Patients. *Neurocrit Care.* junio de 2009;10(3):269-73.
18. Anderson CD, Bartscher JF, Scripko PD, Biffi A, Chase D, Guanci M, et al. Neurologic Examination and Extubation Outcome in the Neurocritical Care Unit. *Neurocrit Care.* diciembre de 2011;15(3):490-7.
19. Castro AAM, Cortopassi F, Sabbag R, Torre-Bouscoulet L, Kümpel C, Ferreira Porto E. Respiratory Muscle Assessment in Predicting Extubation Outcome in Patients With Stroke. *Archivos de Bronconeumología (English Edition).* agosto de 2012;48(8):274-9.
20. Reis HFCD, Almeida MLO, Silva MFD, Rocha MDS. Extubation failure influences clinical and functional outcomes in patients with traumatic brain injury. *J bras pneumol.* junio de 2013;39(3):330-8.
21. Shalev D, Kamel H. Risk of Reintubation in Neurosurgical Patients. *Neurocrit Care.* febrero de 2015;22(1):15-9.
22. Belenguer-Muncharaz A, Mateu-Campos ML, Ferrandiz-Selles A, Vidal-Tegedor B, Altaba-Tena S, Casero-Roig P, et al. Análisis retrospectivo sobre la extubación en pacientes con patología neurológica aguda. *MEDICINA INTENSIVA.* 2015;
23. Kutchak FM, Debesaitys AM, Rieder MDM, Meneguzzi C, Skueresky AS, Forgiarini Junior LA, et al. Reflex cough PEF as a predictor of successful extubation in neurological patients. *J bras pneumol.* agosto de 2015;41(4):358-64.
24. León-Gutiérrez MA, Tanus-Hajj J, Sánchez-Hurtado LA. Predictores de fracaso en la extubación de pacientes neuroquirúrgicos. *Rev Med Inst Mex Seguro Soc.*

25. Rishi MA, Kashyap R, Wilson G, Schenck L, Hocker S. Association of Extubation Failure and Functional Outcomes in Patients with Acute Neurologic Illness. *Neurocrit Care.* abril de 2016;24(2):217-25.
26. Godet T, Chabanne R, Marin J, Kauffmann S, Futier E, Pereira B, et al. Extubation Failure in Brain-injured Patients: Risk Factors and Development of a Prediction Score in a Preliminary Prospective Cohort Study. *Anesthesiology.* enero de 2017;126(1):104-14.
27. Steidl C, Boesel J, Suntrup-Krueger S, Schoenenberger S, Al-Suwaidan F, Warnecke T, et al. Tracheostomy, Extubation, Reintubation: Airway Management Decisions in Intubated Stroke Patients. *Cerebrovasc Dis.* 2017;44(1-2):1-9.
28. Dos Reis HFC, Gomes-Neto M, Almeida MLO, Da Silva MF, Guedes LBA, Martinez BP, et al. Development of a risk score to predict extubation failure in patients with traumatic brain injury. *Journal of Critical Care.* diciembre de 2017;42:218-22.
29. Wojak JF, Ditz C, Abusamha A, Smith E, Gliemroth J, Tronnier V, et al. The Impact of Extubation Failure in Patients with Good-Grade Subarachnoid Hemorrhage. *World Neurosurgery.* septiembre de 2018;117:e335-40.
30. Suntrup-Krueger S, Schmidt S, Warnecke T, Steidl C, Muhle P, Schroeder JB, et al. Extubation Readiness in Critically Ill Stroke Patients: A Prospective Observational Trial on When and How to Assess. *Stroke.* agosto de 2019;50(8):1981-8.
31. Choi RK, Goetz ME, Potter S, Thompson BB, Wendell LC. Comparing Extubation Outcomes in Patients with Primary Brain Injury and Patients without Primary Brain Injury. 2022;4(4).
32. Bansal V, Smischney NJ, Kashyap R, Li Z, Marquez A, Diedrich DA, et al. Reintubation Summation Calculation: A Predictive Score for Extubation Failure in Critically Ill Patients. *Front Med.* 17 de febrero de 2022;8:789440.
33. Muhle P, Claus I, Labeit B, Roderigo M, Warnecke T, Dziewas R, et al. Pharyngeal Electrical Stimulation prior to extubation – Reduction of extubation failure rate in acute stroke patients? *Journal of Critical Care.* agosto de 2024;82:154808.
34. Yang KL, Tobin MJ. A prospective study of indexes predicting the outcome of trials of weaning from mechanical ventilation. *N Engl J Med.* 1991;324(21):1445-1450.
35. González AB, Quesada YS, Escobar IC, Martínez GCP. Utilidad de la prueba de fuga peritubo para la seguridad de la extubación. (2019).

