



DOI: <https://doi.org/10.5554/22562087.e1146>

Incidencia del bloqueo neuromuscular residual posoperatorio: un estudio observacional prospectivo

Incidence of postoperative residual neuromuscular blockade: a prospective observational study

Diego Luis Vélez-Agudelo^a , Santiago Andrés Salazar-Cortés^a, Alex García^a , Fabián David Casas-Arroyave^b 

^a Anestesiología, Universidad de Antioquia. Medellín, Colombia.

^b Grupo de Investigación en Medicina Perioperatoria, Anestesia y Dolor (GRIMPA), Univrsidad de Antioquia. Medellín, Colombia.

Correspondencia: Carrera 51D # 62-29, oficina de Anestesiología, Universidad de Antioquia. Medellín, Colombia.

E-mail: dluis.velez@udea.edu.co

Resumen

¿Qué sabemos acerca de este problema?

El uso de ND-NMB puede llevar a un RNMB, asociado con eventos adversos respiratorios que resultan en una estancia hospitalaria prolongada.

Su incidencia varía ampliamente entre diferentes informes, con inconsistencias en cuanto a los factores de riesgo asociados. Además, hay evidencia de una baja adherencia a las recomendaciones de monitoreo intraoperatorio para identificar RNMB.

¿Qué aporta este estudio de nuevo?

Con base en la incidencia local y actual de RNMB, así como en la descripción de las características intraoperatorias, se puede trazar un panorama de la adherencia a las nuevas recomendaciones internacionales para el monitoreo y manejo de RNMB. Además, este estudio ayuda a identificar posibles factores de riesgo asociados con RNMB en la región.

Introducción: El uso de bloqueadores neuromusculares no despolarizantes (ND-NMB) es esencial en el manejo anestésico, ya que mejora las condiciones de ventilación, el manejo de la vía aérea y las condiciones quirúrgicas. Sin embargo, el bloqueo neuromuscular residual (RNMB) en el periodo posoperatorio inmediato derivado del uso de estos agentes se asocia con complicaciones como desaturación, neumonía y admisión no planificada en la unidad de cuidados intensivos. La incidencia varía significativamente entre diferentes estudios y los factores de riesgo asociados no han sido consistentes.

Objetivo: Estimar la incidencia e identificar características del manejo intraoperatorio y posibles factores de riesgo para RNMB.

Métodos: Se llevó a cabo un estudio observacional prospectivo en un hospital universitario, utilizando un muestreo por conveniencia. Se realizaron mediciones de Train-of-Four (TOF) en la unidad de cuidados posanestésicos. Se hizo un análisis multivariado exploratorio para identificar posibles factores de riesgo.

Resultados: Se incluyeron 300 pacientes. La incidencia de bloqueo neuromuscular residual (RNMB) fue del 19% (IC 95%: 14,9%-23,8%). Se observó monitoreo de la relajación neuromuscular en el 21,3% de los pacientes. Se encontraron asociaciones significativas con RNMB para el sexo femenino (OR 1,97; IC 95%: 1,02-3,81), ausencia de reversión farmacológica (OR 2,31; IC 95%: 1,02-5,24), cirugía abdominal (OR 2,81; IC 95%: 1,37-5,72) y múltiples dosis intraoperatorias de ND-NMB (OR 2,77; IC 95%: 1,48-5,18).

Conclusiones: El RNMB es común en el entorno, con una baja frecuencia de monitoreo intraoperatorio. Los factores de riesgo asociados identificados pueden señalar escenarios específicos que requieren atención especial.

Palabras clave: Anestesia; Bloqueo neuromuscular; Incidencia; Factor de riesgo; Cirugía; Agentes bloqueadores neuromusculares.

¿Cómo citar este artículo?

Vélez-Agudelo DL, Salazar-Cortés SA, García A, Casas-Arroyave FD. Incidence of postoperative residual neuromuscular blockade: a prospective observational study. Colombian Journal of Anesthesiology. 2025;53:e1146.

Abstract

Introduction: The use of non-depolarizing neuromuscular blockers (ND-NMB) is essential in anesthetic management as it improves ventilation conditions, airway management, and surgical conditions. However, the residual neuromuscular blockade (RNMB) in the immediate postoperative period derived from the use of these agents is associated with complications such as desaturation, pneumonia, and unplanned intensive care unit admission. The incidence varies significantly across different studies, and associated risk factors have not been consistent.

Objective: To estimate the incidence of RNMB and to identify characteristics of intraoperative management and potential risk factors for RNMB.

Methods: A prospective observational study was conducted at a university hospital, using convenience sampling. Train-of-four (TOF) measurements were performed in the post-anesthesia care unit. An exploratory multivariate analysis was performed to identify potential risk factors.

Results: A total of 300 patients were included. The incidence of residual neuromuscular blockade (RNMB) was 19% (95% CI: 14.9% - 23.8%). Evidence of relaxation monitoring was observed in 21.3% of the patients. Significant associations with RNMB were found for female gender (OR 1.97, 95% CI 1.02 - 3.81), absence of pharmacological reversal (OR 2.31, 95% CI 1.02 - 5.24), abdominal surgery (OR 2.81, 95% CI 1.37 - 5.72), and multiple intraoperative doses of ND-NMBs (OR 2.77, 95% CI 1.48 - 5.18).

Conclusions: Residual neuromuscular blockade (RNMB) is common in our setting, with a low frequency of intraoperative monitoring. The associated risk factors identified can point to specific scenarios that require special attention.

Keywords: Anesthesia; Neuromuscular blockade; Incidence; Risk factor; Surgery; Neuromuscular blocking agents.

INTRODUCCIÓN

El uso de bloqueadores neuromusculares no despolarizantes (ND-NMB) mejora las condiciones de ventilación, el manejo de la vía aérea y favorece condiciones quirúrgicas óptimas, constituyendo una piedra angular del manejo anestésico (1,2). El bloqueo neuromuscular residual (RNMB, por sus iniciales en inglés de residual neuromuscular blockade) es un evento adverso asociado con el uso de ND-NMB, y se ha demostrado que está asociado con un mayor riesgo de desaturación en la unidad de cuidados posanestésicos (UCPA), neumonía, necesidad de intubación y admisión en la unidad de cuidados intensivos (3-5).

La incidencia de RNMB se ha estimado en un rango de 0% a 90%, con variabilidad atribuida a los diferentes criterios utilizados en su definición, el tipo de ND-NMB utilizado y el tiempo entre la extubación y la medición del evento (5-16). Los posibles factores de riesgo asociados con el desarrollo de RNMB tampoco han sido consistentes en los diversos estudios (5-8,17). Considerando la inconsistencia de los factores de riesgo y la baja sensibilidad de las pruebas clíni-

cas, el diagnóstico de RNMB se basa en la medición de la relación Train of Four (TOF). Sin embargo, estudios previos han reportado una baja frecuencia de monitoreo de RNMB por el personal de anestesia (18,19).

Las guías internacionales sobre el uso de ND-NMB recomiendan asegurar que los valores de TOF sean mayores o iguales a 0,9 antes de la extubación en todos los pacientes que hayan recibido cualquier dosis de ND-NMB (2,20,21). El objetivo de este trabajo fue estimar la incidencia, las características del monitoreo y el manejo intraoperatorio, así como los factores de riesgo asociados con RNMB, utilizando un estudio observacional prospectivo.

MÉTODOS

Se realizó un estudio de cohorte en un hospital universitario de tercer nivel de complejidad en Medellín, Colombia. El estudio fue aprobado por el Comité de Ética e Investigación del Hospital Alma Máter de Antioquia, Medellín, el 25 de octubre de 2022, en el marco del proyecto INS15-2022. Se siguieron las recomendaciones STROBE para la presentación de estudios de cohorte.

Participantes y criterios de elegibilidad

Los pacientes fueron reclutados prospectivamente utilizando un muestreo por conveniencia y evaluados para su elegibilidad en la sala de preparación quirúrgica del hospital. Se incluyeron pacientes mayores de 18 años de edad que se sometieron a cirugía bajo anestesia general en la que recibieron cualquier dosis de un ND-NMB. Se excluyeron: los pacientes que fueron transferidos directamente a la UCI sin haber estado en la UCPA; los que por alguna razón no recibieron ND-NMB; en quienes no fue posible realizar la medición de TOF debido a limitaciones de monitoreo; los que no toleraron la estimulación de TOF y movieron su extremidad durante la medición, interfiriendo con mediciones precisas, o aquellos en quienes no se realizaron mediciones en los tiempos especificados. También se excluyeron los pacientes que no proporcionaron un consentimiento informado firmado.

Mediciones

El manejo intraoperatorio estuvo a discreción del anestesiólogo tratante. Los anes-

tesiólogos no fueron informados sobre la participación de los pacientes en el estudio para evitar influir en su práctica habitual. En esta institución los pacientes son extubados en el quirófano. Las mediciones se realizaron en una UCPA compartida por catorce quirófanos. Dentro de los primeros cinco minutos de la llegada del paciente a la UCPA, se tomaron dos mediciones de TOF con 30 segundos de diferencia; el resultado final fue el promedio entre las dos. Si los resultados de estas dos mediciones variaban en más del 10 %, se tomaba una tercera medición, y el promedio de los dos valores más cercanos se consideraba el resultado final.

Las mediciones se realizaron utilizando un módulo NMT Mindray® (Nanshan, Shenzhen, China) asignado para el estudio y calibrado según las recomendaciones del fabricante. La prueba utilizó cuatro estímulos de 0,2 ms, una frecuencia de 2 Hz y una intensidad entre 40 y 55 mA. Los electrodos se colocaron en la región ulnar, a 2-3 cm de distancia, y las mediciones fueron realizadas por los dos autores principales y un médico general del área de UCPA, después de asegurarse de que habían realizado un mínimo de 50 mediciones en el pasado, según el consenso de 2018 sobre monitoreo neuromuscular perioperatorio (21). Se realizó el TOF no normalizado para exponer a los pacientes a menos estímulos, o para evitar hacerlo en el quirófano, lo que podría crear un sesgo entre los anestesiólogos de la institución.

Cuando se observó algún grado de RNMB en los pacientes, se notificó de inmediato al anestesiólogo tratante y se sugirió la reversión farmacológica. Bajo ninguna circunstancia se omitió esta notificación. Todos los pacientes fueron seguidos durante 72 horas a través de los registros documentados por los médicos tratantes o hasta el alta, lo que ocurría primero.

Las características demográficas y perioperatorias de los pacientes se obtuvieron del registro de anestesia, información verbal proporcionada por el anestesiólogo tratante durante la entrega al personal de UCPA y registros médicos electrónicos completados por los médicos tratantes.

Desenlaces

El resultado primario fue la incidencia de RNMB en la UCPA, definida como un TOF

menor de 0,9. Los resultados secundarios incluyeron la descripción de las características clínicas perioperatorias de los pacientes con RNMB y la identificación exploratoria de posibles factores de riesgo asociados con RNMB. Además, el estudio tuvo como objetivo determinar la incidencia de intubación posoperatoria, neumonía y paro cardíaco dentro de las primeras 72 horas después del alta de la UCPA.

Análisis estadístico

Se estimó un tamaño de muestra de 300 pacientes, asumiendo una incidencia del 25 % basada en el promedio reportado en la literatura (3,7,8), con un margen de error del 5 % y un nivel de confianza del 95 %.

En cuanto al resultado primario, se estimó la frecuencia para todo el grupo de estudio, con la frecuencia absoluta presentada como el número de pacientes con el diagnóstico sobre el total de pacientes admitidos durante el periodo de estudio. Los resultados se presentan como porcentajes con sus respectivos intervalos de confianza del 95 % (IC).

Para describir las características clínicas y perioperatorias, se hizo un análisis descriptivo de las variables características de los pacientes utilizando medidas de tendencia central y dispersión. Se presentan frecuencias absolutas y relativas para las variables categóricas. Las variables cuantitativas

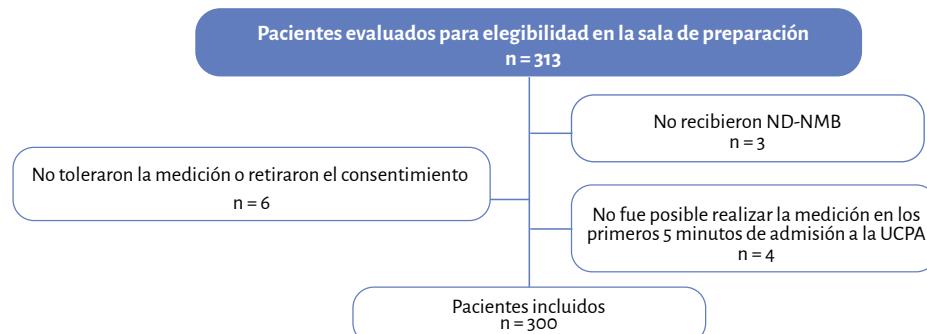
se describen con valores de media y desviación estándar. Se evaluaron los supuestos de normalidad utilizando la prueba de Shapiro-Wilk. Se usaron la mediana y el rango intercuartílico como medidas de tendencia central y dispersión, respectivamente.

Se efectuó un análisis bivariado para evaluar posibles factores de riesgo perioperatorios asociados con el desarrollo de RNMB, y el grado de asociación se presenta en términos de razones de probabilidades (OR). Se verificaron las hipótesis utilizando la prueba exacta de Fisher, y se informan los valores p. Después del análisis bivariado, se realizó un análisis multivariado utilizando regresión logística binaria para establecer razones de probabilidades ajustadas (OR) para las variables identificadas como significativas en el análisis bivariado ($p < 0,1$). Se consideraron los supuestos de independencia de eventos, monotonicidad de la relación y ausencia de colinealidad. Se calcularon IC del 95 % para los valores de OR, junto con valores p. Se consideró estadísticamente significativo un valor p menor de 0,05. Se utilizó el software SPSS versión 27 para el análisis estadístico.

RESULTADOS

Entre noviembre de 2022 y febrero de 2024, se incluyeron 300 pacientes elegibles en el estudio (Figura 1). En la UCPA, se encontró que 57 pacientes tenían algún grado

Figura 1. Diagrama de flujo.



ND-NMB: bloqueadores neuromusculares no despolarizantes; UCPA: unidad de cuidados posanestésicos.

Fuente: Autores.

Tabla 1. Características demográficas.

Variable	Sin RNMB (n=243)	Con RNMB (n=58)	Valor p
Edad (años), Mediana (IQR)	54 (38,5-67)	63 (44-73)	0,019*
Sexo, n (%)			
Femenino	116 (47,7%)	37 (64,9%)	0,020*
Masculino	127 (52,3%)	20 (35,1%)	
Peso (kg), Mediana (IQR)	66 (59-77)	67 (55-75)	0,796
Altura (m), Mediana (IQR)	1,65 (1,57-1,70)	1,60 (1,56-1,70)	0,148
Clasificación ASA			0,007*
ASA I	38 (15,7%)	6 (10,9%)	0,439
ASA II	112 (46,1%)	16 (28,1%)	0,019*
ASA III	89 (36,6%)	35 (61,4%)	0,001*
ASA IV	4 (1,6%)	0	1,0
IMC >35, n (%)	13 (5,3%)	6 (10,5%)	0,105
Comorbilidades, n (%)			
Hipertensión	92 (37,9%)	22 (38,6%)	0,918
Diabetes mellitus	37 (15,2%)	14 (24,6%)	0,091
Insuficiencia cardíaca	20 (8,2%)	2 (3,5%)	0,218
Enfermedad de las arterias coronarias	6 (2,5%)	2 (3,5%)	0,661
Cáncer de órgano sólido	29 (11,9%)	12 (21,1%)	0,071
Cáncer hematológico	2 (0,8%)	0	0,492
Enfermedad metastásica	5 (2,1%)	4 (7,0%)	0,048*
Enfermedad pulmonar crónica	12 (4,9%)	4 (7,0%)	0,529
Insuficiencia renal crónica	21 (8,6%)	6 (10,5%)	0,655
Hipotiroidismo	17 (7,0%)	5 (8,8%)	0,643
Síndrome de apnea obstructiva del sueño	3 (1,2%)	2 (3,5%)	0,227
Polineuropatía o enfermedad de la unión neuromuscular	4 (1,6%)	3 (5,3%)	0,104
Insuficiencia hepática aguda o crónica	2 (0,8%)	0	0,492
Lesión renal aguda	6 (2,5%)	5 (8,8%)	0,023*
Enfermedad neurodegenerativa	3 (1,2%)	0	0,399
Administración de aminoglucósidos	2 (0,8%)	0	0,492

*Los valores p menores de 0,05 se consideran estadísticamente significativos.

IMC: Índice de masa corporal; IQR: Rango intercuartílico; RNMB: bloqueo neuromuscular residual.

Fuente: Autores.

de RNMB, lo que corresponde a una incidencia del 19% (IC 95%: 14,9%-23,8%). Entre estos pacientes, 48 tenían una relación TOF entre 0,9 y 0,7 (84,2%), y 9 tenían una relación TOF entre <0,7 y 0,4 (15,8%). Ningún paciente tenía una relación TOF menor de 0,4.

Las principales características demográficas de los pacientes se resumen en la **Tabla 1**. La mayoría de los pacientes con bloqueo

residual eran mujeres (p=0,020), con clasificación ASA III, mientras que aquellos sin el evento eran predominantemente hombres más jóvenes con clasificaciones ASA I y II. Las principales comorbilidades en ambos grupos incluyeron hipertensión, diabetes mellitus e insuficiencia renal crónica.

El procedimiento quirúrgico más común fue la cirugía abdominal. El princi-

pal ND-NMB utilizado fue rocuronio en el 92% de los casos, con una dosis promedio de $0,55 \text{ mg/kg}^{-1}$ en pacientes sin RNMB en comparación con $0,57 \text{ mg/kg}^{-1}$ en aquellos con RNMB, sin diferencias estadísticas (p=0,324). El monitoreo intraoperatorio de RNMB se realizó en solo el 21,3% de los casos, y no se utilizaron medidas de reversión farmacológica en el 48,7% de los casos. Las

Tabla 2. Características del manejo intraoperatorio.

Variable	Sin RNMB (n=243)	Con RNMB (n=57)	Valor p
Tipo de cirugía, n (%)			
Abdominal	82 (33,7 %)	31 (54,4 %)	0,004*
Cabeza y cuello	28 (11,5 %)	5 (8,8 %)	0,550
Ortopédica	27 (11,1 %)	4 (7,0 %)	0,360
Torácica	23 (9,5 %)	6 (10,5 %)	0,807
Urológica	21 (8,6 %)	3 (5,3 %)	0,397
Neurológica	18 (7,4 %)	3 (5,3 %)	0,568
Plástica	13 (5,3 %)	1 (1,8 %)	0,247
Maxilofacial	12 (4,9 %)	1 (1,8 %)	0,289
Vascular	11 (4,5 %)	1 (1,8 %)	0,336
Ginecológica	5 (2,1 %)	2 (3,5 %)	0,883
Tejidos blandos	3 (1,2 %)	0	0,399
Uso perioperatorio de sulfato de magnesio, n (%)	11 (4,5 %)	4 (7,0 %)	0,437
ND-NMB n (%)			
Rocuronio	226 (93,0 %)	50 (87,7 %)	0,186
Cisatracurio	17 (7,0 %)	7 (12,3 %)	
Dosis de rocuronio, mg (DE)	36,4 (13,8)	38,3 (15,2)	0,765
Dosis de cisatracurio, mg (DE)	8,23 (4,1)	11,5 (7,3)	0,005*
Más de una dosis de ND-NMB, n (%)	46 (18,9 %)	22 (38,6 %)	<0,001*
Monitoreo intraoperatorio de la relajación muscular, n (%)	56 (23,0 %)	8 (14,0 %)	0,135
Agente de reversión neuromuscular, n (%)			
Ninguno	112 (46,1 %)	34 (59,6 %)	0,065
Neostigmina	68 (28 %)	15 (26,3 %)	0,800
Sugammadex	63 (25,9 %)	8 (14,0 %)	0,057
Dosis de neostigmina, mg (DE)	1,82 (0,49)	1,93 (0,48)	0,245
Tiempo entre la administración del relajante y la extubación menor a 120 minutos, n (%)	118 (48,6 %)	34 (59,6 %)	0,132

*DE: Desviación estándar; ND-NMB: bloqueador neuromuscular no despolarizante.

Fuente: Autores.**Tabla 3.** Factores de riesgo asociados con el desarrollo de RNMB.

Variable	OR (IC 95 %)	Valor p	OR ajustado (IC 95 %)	Valor p
Edad mayor de 63 años	1,82 (1,02-3,26)	0,043	1,47 (0,71-3,07)	0,295
Sexo femenino	2,02 (1,11-3,69)	0,021	1,97 (1,02-3,81)	0,045*
Clasificación ASA III	2,75 (1,52-4,98)	<0,001	1,89 (0,86-4,11)	0,112
No uso de reversión farmacológica	4,01 (1,53-10,78)	0,005	2,31 (1,02-5,24)	0,046*
IMC>35	2,08 (0,16-5,74)	0,156	1,58 (0,49-5,14)	0,445
Lesión renal aguda	3,80 (1,11-12,9)	0,033	2,84 (0,73-10,99)	0,131
Diabetes mellitus	1,81 (0,90-3,64)	0,095	1,44 (0,62-3,30)	0,387
Tumores sólidos	1,97 (0,93-4,14)	0,075	1,47 (0,56-3,91)	0,434
Enfermedad metastásica	3,59 (0,93-13,83)	0,063	1,21 (0,24-6,13)	0,818
Enfermedad de la unión neuromuscular	3,31 (0,72-15,26)	0,123	5,12 (0,92-28,4)	0,062
Cirugía abdominal	2,34 (1,30-4,20)	0,004	2,81 (1,37-5,72)	0,005*
Más de una dosis de ND-NMB intraoperatoria	3,62 (1,73-7,57)	<0,001	2,77 (1,48-5,18)	0,001*
No monitoreo de la relajación neuromuscular	1,83 (0,82-4,10)	0,140	1,71 (0,69-4,29)	0,249
Tiempo entre la administración de ND-NMB y la extubación <120 min	1,56 (0,87-2,81)	0,134	1,91 (0,95-3,82)	0,066

*Los valores p menores de 0,05 se consideran estadísticamente significativos.

IMC: Índice de masa corporal; ND-NMB: bloqueador neuromuscular no despolarizante.

Fuente: Autores.

otras características intraoperatorias de los pacientes se muestran en la [Tabla 2](#).

Después de ajustar por posibles factores de confusión, el análisis exploratorio encontró que entre los factores de riesgo para el desarrollo de RNMB, el sexo femenino, el uso de múltiples dosis de ND-NMB, la cirugía abdominal y la falta de reversión farmacológica se asociaron con un mayor riesgo de RNMB en el periodo posoperatorio ([Tabla 3](#)).

Dentro de las primeras 72 horas ningún paciente requirió soporte ventilatorio o intubación orotraqueal. No hubo informes de paro respiratorio o muerte. Solo un paciente en el grupo de RNMB (1,8 %) fue diagnosticado con neumonía, en comparación con ninguno en el grupo sin RNMB.

DISCUSIÓN

Este estudio encontró un alto número de pacientes con RNMB, con una incidencia estimada del 19 % en la UCPA. Este valor es inferior al de los hallazgos reportados en estudios observacionales prospectivos como RECITE y RECITE US, que documentaron incidencias del 44 % y el 64 %, respectivamente ([7,8](#)), y es mayor que el estudio INSPIRE-2 recientemente publicado, que

informó una incidencia de solo el 5% en la UCPA (10).

La mayor incidencia en RECITE y RECITE US puede explicarse por diferencias en la población, ya que ambos estudios incluyeron solo pacientes sometidos a cirugía abdominal, que se ha descrito como un factor de riesgo para RNMB (16). Consistente con esto, en el presente trabajo se encontró una asociación entre la cirugía abdominal y un mayor riesgo de RNMB con un OR de 2,81 (IC 95%: 1,37-5,72). Este mayor riesgo en la cirugía abdominal puede atribuirse a la necesidad de dosis repetidas de ND-NMB para facilitar condiciones quirúrgicas óptimas. En este estudio, las dosis adicionales se asociaron con un mayor riesgo de RNMB, con un OR de 2,77 (IC 95%: 1,48-5,18), lo que alerta sobre la necesidad de tener una mayor precaución en este tipo de pacientes.

En INSPIRE-2, al 96% de los pacientes se les administró reversión farmacológica, el 92% de ellos con sugammadex. En el presente estudio, solo el 51% de los pacientes recibieron reversión farmacológica, predominantemente con neostigmina (53%), lo que puede explicar la mayor incidencia que se documenta en comparación con INSPIRE-2. En la presente investigación se encontró una asociación entre la ausencia de reversión farmacológica y el riesgo de RNMB, con una razón de probabilidades (OR) de 2,31 (IC 95%: 1,02-5,24). Sin embargo, no se observó una diferencia estadísticamente significativa entre el uso de neostigmina o sugammadex y la frecuencia de RNMB, como se describe en dos estudios previos (22,23).

En la población de esta investigación, solo el 21% de los pacientes tenía evidencia de monitoreo intraoperatorio, un valor inferior al reportado previamente en otras regiones (24,25) y por debajo de lo recomendado por las recientes guías y consensos internacionales (2,20,21). Esta baja frecuencia de monitoreo puede estar relacionada con la disponibilidad limitada de monitores en los quirófanos y al desconocimiento de los profesionales del riesgo del RNMB.

No se encontró una asociación entre la ausencia de monitoreo intraoperatorio y el

riesgo de RNMB. Sin embargo, la proporción de pacientes monitoreados fue mayor en el grupo sin RNMB.

La baja dosis de ND-NMB utilizada en los pacientes de este estudio es llamativa. Una explicación podría ser que este enfoque intraoperatorio tiene como objetivo evitar casos de RNMB, dada la baja frecuencia de monitoreo y reversión farmacológica que se observó.

El sexo femenino ha sido el factor de riesgo que ha mostrado una asociación más constante con el RNMB (10,17,26,27). Consistente con estos hallazgos, este estudio mostró una asociación del sexo femenino con un mayor riesgo de RNMB, con un OR de 1,97 (IC 95%: 1,02-3,81). Esto se ha atribuido a diferencias en la proporción de tejido adiposo y masa magra en las mujeres, lo que podría explicar el inicio más corto y la duración más prolongada del efecto observado con rocuronio (28,29).

Aunque estudios previos han descrito factores de riesgo asociados con RNMB como la edad, el tiempo menor a 120 minutos desde la última dosis de ND-NMB, la enfermedad renal, la enfermedad oncológica, el hipotiroidismo o la insuficiencia hepática, este estudio no encontró una asociación estadísticamente significativa (6,16,17,30). Esta inconsistencia en los factores de riesgo destaca la necesidad de un monitoreo universal.

Este estudio proporciona datos actuales sobre RNMB en un hospital universitario de tercer nivel de complejidad en Colombia. Estos datos difieren de las estimaciones previas en las cuales se reportó el uso de vecuronio y pancuronio que tienen asociación con mayor riesgo de BNR y que actualmente no suelen usarse en la práctica anestésica en este entorno (11,12). A pesar de este cambio en el ND-NMB administrado y las recomendaciones internacionales para el monitoreo y manejo en todos los pacientes que han recibido uno de estos medicamentos, los hallazgos de esta investigación deberían alentar los esfuerzos para mejorar las prácticas de monitoreo y manejo intraoperatorio de RNMB, como un marcador de buena práctica anestésica.

Fortalezas

El número de pacientes analizados de manera prospectiva en este estudio es el de mayor tamaño conocido por los autores en Colombia. Se identificaron con éxito factores de riesgo asociados con el RNMB que fueron estadísticamente significativos después de ajustar por factores de confusión. Estos factores de riesgo pueden sugerir cuáles poblaciones de pacientes o modelos quirúrgicos requieren una mayor vigilancia. Además, se resalta que los anestesiólogos encargados del cuidado intraoperatorio no estaban al tanto de la participación de los pacientes en el estudio, lo que reduce el efecto Hawthorne y los posibles sesgos.

Limitaciones

Este estudio empleó un muestreo por conveniencia en lugar de una aleatorización. La recolección de datos se realizó en un hospital universitario de tercer nivel, lo que puede diferir de las prácticas de monitoreo y reversión farmacológica de otros hospitales y limitar su validación externa. No se cuantificó el tiempo entre la extubación y la llegada a la UCPA, lo que podría subestimar la incidencia del evento. Además, se midió TOF no normalizado, lo que también puede subestimar la incidencia del evento. Adicionalmente, el diseño del estudio no permite la evaluación de posibles complicaciones asociadas con RNMB, ya que se recomendó la reversión farmacológica inmediata después del diagnóstico de RNMB en todos los casos, debido a consideraciones éticas.

La investigación futura podría centrarse en identificar los factores que determinan la baja frecuencia de monitoreo intraoperatorio de RNMB por los anestesiólogos en Colombia. Además, se necesitan estudios de costo-efectividad de los agentes de reversión farmacológica y el monitoreo universal de TOF, así como estudios que incluyan poblaciones pediátricas.

CONCLUSIÓN

El RNMB en Colombia es una condición común, caracterizada por una baja frecuencia de monitoreo intraoperatorio. El sexo femenino, la cirugía abdominal, la ausencia de reversión farmacológica y las dosis repetidas de ND-NMB se identificaron como factores de riesgo asociados con RNMB, lo que sugiere escenarios que requieren una mayor vigilancia.

DECLARACIONES ÉTICAS

Aprobación del comité de ética

Este estudio fue aprobado por el Comité de Ética en Investigación del Hospital Alma Máter de Antioquia, en reunión celebrada el 25 de octubre de 2022, en el marco del proyecto INS15-2022.

Protección de sujetos humanos y animales

Los autores declaran que no se realizaron experimentos en humanos o animales para este estudio. Los autores declaran que los procedimientos seguidos estuvieron de acuerdo con las regulaciones del comité de ética de investigación clínica relevante y con las del Código de Ética de la Asociación Médica Mundial (Declaración de Helsinki).

Confidencialidad de los datos

Los autores declaran que han seguido los protocolos de su centro de trabajo sobre la publicación de datos de pacientes.

Derecho a la privacidad y consentimiento informado

Los autores declaran que no aparecen datos de pacientes en este artículo. Los autores han obtenido el consentimiento informa-

do por escrito de los pacientes o sujetos mencionados en el artículo. Este documento está en posesión del autor correspondiente.

AGRADECIMIENTOS

Contribuciones de los autores

DLVA, SASC: Recolección de datos, análisis y redacción del manuscrito final.

DLVA, SASC, AG: Diseño del estudio, revisión crítica y aprobación de la versión final.

DLVA, SASC, AG, FDC-A: Diseño del estudio, revisión crítica, interpretación de resultados y aprobación de la versión final.

Asistencia para el estudio

Ninguna declarada.

Apoyo financiero y patrocinio

Ninguno declarado.

Conflictos de interés

Ningún autor declara conflictos de interés. No hubo fuentes de financiamiento distintas a los recursos personales.

Presentaciones

Ninguna declarada.

Agradecimientos

A Cristian Camilo Sierra, médico del hospital Alma Máter de Antioquia, por su contribución en la recolección de la muestra de pacientes. A todo el personal del hospital Alma Máter de Antioquia y a los pacientes que contribuyeron a la realización de este estudio.

REFERENCIAS

- Lundstrøm LH, Duez CH, Nørskov AK, Rosenstock CV, Thomsen JL, Møller AM, et al. Avoidance versus use of neuromuscular blocking agents for improving conditions during tracheal intubation or direct laryngoscopy in adults and adolescents. *Cochrane Database Syst Rev*. 2017;5(5):CD009237. <http://www.doi.org/10.1002/14651858.CD009237>
- Fuchs-Buder T, Romero CS, Lewald H, Lamperti M, Afshari A, Hristovska AM, et al. Peri-operative management of neuromuscular blockade: A guideline from the European Society of Anaesthesiology and Intensive Care. *Eur J Anaesthesiol*. 2023;40(2):82-94. <http://www.doi.org/10.1097/EJA.oooooooooooo00001769>
- Kirmeier E, Eriksson LI, Lewald H, Jonsson Fagerlund M, Hoeft A, Hollmann M, Meistelman C, Hunter JM, Ulm K, Blobner M; POPULAR Contributors. Post-anaesthesia pulmonary complications after use of muscle relaxants (POPULAR): a multicentre, prospective observational study. *Lancet Respir Med*. 2019;7(2):129-40. [http://www.doi.org/10.1016/S2213-2600\(18\)30294-7](http://www.doi.org/10.1016/S2213-2600(18)30294-7)
- Grabitz SD, Rajaratnam N, Chhagani K, Thevathasan T, Teja BJ, Deng H, et al. The Effects of Postoperative Residual Neuromuscular Blockade on Hospital Costs and Intensive Care Unit Admission: A Population-Based Cohort Study. *Anesth Analg*. 2019;128(6):1129-36. <http://www.doi.org/10.1213/ANE.oooooooooooo0004028>
- Murphy GS, Szokol JW, Avram MJ, Greenberg SB, Shear TD, Vender JS, et al. Residual Neuromuscular Block in the Elderly: Incidence and Clinical Implications. *Anesthesiology*. 2015;123(6):1322-36. <http://www.doi.org/10.1097/ALN.oooooooooooo000865>
- Raval AD, Uyei J, Karabis A, Bash LD, Brull SJ. Incidence of residual neuromuscular blockade and use of neuromuscular blocking agents with or without antagonists: A systematic review and meta-analysis of randomized controlled trials. *J Clin Anesth*. 2020;64:109818. <http://www.doi.org/10.1016/j.jclinane.2020.109818>
- Saager L. Incidence, risk factors, and consequences of residual neuromuscular block in the United States: The prospective, observational, multicenter RECITE-US study. *J Clin Anesth*. 2019;55:33-41. <http://www.doi.org/10.1016/j.jclinane.2018.12.042>

8. Fortier LP, McKeen D, Turner K, de Médicis É, Warriner B, Jones PM, et al. The RECITE Study: A Canadian Prospective, Multicenter Study of the Incidence and Severity of Residual Neuromuscular Blockade. *Anesth Analg*. 2015;121(2):366-72. <http://www.doi.org/10.1213/ANE.oooooooooooo00000757>

9. Yu B, Ouyang B. Incidence of postoperative residual neuromuscular blockade after general anesthesia: a prospective, multicenter, anesthetist-blind, observational study. *Curr Med Res Opin*. 2016;32(1):1-9. <http://www.doi.org/10.1185/03007995.2015.1103213>

10. Esteves S. Incidence of postoperative residual neuromuscular blockade - A multicenter, observational study in Portugal (INSPIRE 2), 2023;8(4):e225. <http://www.doi.org/10.1097/j.pbj.oooooooooooo0000225>

11. González-Cárdenas VH, Salazar-Ramírez KJ, Coral-Sánchez GT. Postoperative residual paralysis in patients aged over 65 years old at the Post-Anesthesia Care Unit. *Colombian Journal of Anesthesiology*. 2016;44(3):211-7. <http://www.doi.org/10.1016/j.rca.2016.04.006>

12. Ariza F, Dorado F, Enríquez LE, González V, Gómez JM, Chaparro-Mendoza K, et al. Postoperative residual paralysis in patients aged over 65 years old at the Post-Anesthesia Care Unit. *Colombian Journal of Anesthesiology*. 2017;45(1):15-21. <http://www.doi.org/10.1016/j.rca.2016.08.002>

13. Barajas R, Camarena J, Castellanos A, et al. Determinación de la incidencia de la parálisis residual postanestésica con el uso de agentes bloqueadores neuromusculares en México. *Rev Mex Anest*. 2011;34(3):181-188.

14. Zapata D, Ángeles-de la Torre R, Aguirre-Ibárra C, et al. Bloqueo residual neuromuscular en pacientes hospitalizados versus ambulatorios en la Unidad de Cuidados Postanestésicos. *Rev Mex Anest*. 2016;39(2):97-105.

15. Vela-Vásquez R, Hurtado M. Postoperative residual paralysis after general anesthesia without objective neuromuscular monitoring: An observational study at the Regional Cajamarca Hospital, Perú. *Acta Med Peru*. 2019;36(4):274-80. <https://doi.org/10.35663/amp.2019.364.901>

16. Stewart P, Fanzca M. The Impact of Residual Neuromuscular Blockade, Oversedation, and Hypothermia on Adverse Respiratory Events in a Postanesthetic Care Unit: A Prospective Study of Prevalence, Predictors, and Outcomes. *Anesthesia & Analgesia*. 2016;123(4):859-68. <https://doi.org/10.1213/ANE.oooooooooooo0001513>

17. Rudolph MI, Ng PY, Deng H, Scheffenbichler FT, Grabitz SD, Wanderer JP, et al. Comparison of a novel clinical score to estimate the risk of REsidual neuromuscular block Prediction Score and the last train-of-four count documented in the electronic anaesthesia record: A retrospective cohort study of electronic data on file. *Eur J Anaesthesiol*. 2018;35(11):883-92. <http://www.doi.org/10.1097/EJA.oooooooooooo0000861>

18. Naguib M, Kopman AF, Lien CA, Hunter JM, Lopez A, Brull SJ. A survey of current management of neuromuscular block in the United States and Europe. *Anesth Analg*. 2010;111(1):110-9. <http://www.doi.org/10.1213/ANE.0b013e3181c07428>

19. Söderström CM, Eskildsen KZ, Gätke MR, Staehr-Rye AK. Objective neuromuscular monitoring of neuromuscular blockade in Denmark: an online-based survey of current practice. *Acta Anaesthesiol Scand*. 2017;61(6):619-626. <http://www.doi.org/10.1111/aas.12907>

20. Thilen SR, Weigel WA, Todd MM, Dutton RP, Lien CA, Grant SA, et al. 2023 American Society of Anesthesiologists Practice Guidelines for Monitoring and Antagonism of Neuromuscular Blockade: A Report by the American Society of Anesthesiologists Task Force on Neuromuscular Blockade. *Anesthesiology*. 2023;138(1):13-41. <http://www.doi.org/10.1097/ALN.oooooooooooo004379>

21. Naguib M, Brull SJ, Kopman AF, Hunter JM, Fülesdi B, Arkes HR, et al. Consensus Statement on Perioperative Use of Neuromuscular Monitoring. *Anesth Analg*. 2018;127(1):71-80. <http://www.doi.org/10.1213/ANE.oooooooooooo002670>

22. Domenech G, Kampel M, García M. Usefulness of intra-operative neuromuscular blockade monitoring and reversal agents for postoperative residual neuromuscular blockade: a retrospective observational study. *BMC Anesthesiology*. 2019;19:143. <https://doi.org/10.1186/s12871-019-0817-4>

23. Lee YJ, Oh AY, Koo BW, Han JW, Park JH, Hong JP, et al. Postoperative residual neuromuscular blockade after reversal based on a qualitative peripheral nerve stimulator response: A randomised controlled trial. *Eur J Anaesthesiol*. 2020;37(3):196-202. <http://www.doi.org/10.1097/EJA.oooooooooooo0001157>

24. Naguib M, Kopman AF, Lien CA, Hunter JM, Lopez A, Brull SJ. A survey of current management of neuromuscular block in the United States and Europe. *Anesth Analg*. 2010;111(1):110-9. <http://www.doi.org/10.1213/ANE.0b013e3181c07428>

25. Söderström CM, Eskildsen KZ, Gätke MR, Staehr-Rye AK. Objective neuromuscular monitoring of neuromuscular blockade in Denmark: an online-based survey of current practice. *Acta Anaesthesiol Scand*. 2017;61(6):619-626. <http://www.doi.org/10.1111/aas.12907>

26. Tawuye HY, Yimer A, Getnet H. Incidence and associated factors of residual neuromuscular block among patients underwent general anaesthesia at University of Gondar Hospital, a cross-sectional study. *J Anesth Crit Care*. 2017;7(6):00284. <http://www.doi.org/10.15406/jacca.2017.07.00284>

27. Aytac I, Postaci A, Aytac B, Sacan O, Alay GH, Celik B, et al. Survey of postoperative residual curarization, acute respiratory events and approach of anesthesiologists. *Braz J Anesthesiol*. 2016;66(1):55-62. <http://www.doi.org/10.1016/j.bjane.2012.06.011>

28. Adamus M, Koutna J, Gabrhelik T, Hubáčkova M, Janaskova E. Influence of gender on the onset and duration of rocuronium-induced neuromuscular block. *Biomed Pap Med Fac Univ Palacky Olomouc Czech Repub*. 2007;151(2):301-5. <http://www.doi.org/10.5507/bp.2007.051>

29. Xue FS, Liao X, Tong SY, Liu JH, An G, Luo LK. Dose-response and time-course of the effect of rocuronium bromide during sevoflurane anaesthesia. *Anaesthesia*. 1998;53(1):25-30. <http://www.doi.org/10.1111/j.1365-2044.1998.00278.x>

30. Pietraszewski P, Gaszyński T. Residual neuromuscular block in elderly patients after surgical procedures under general anaesthesia with rocuronium. *Anaesthesiol Intensive Ther*. 2013;45(2):77-81. <http://www.doi.org/10.5603/AIT.2013.0017>