



Recibido: 25-03-2025
Aceptado: 20-02-2026

Reversión del bloqueo neuromuscular: sugammadex versus neostigmina en pacientes con obesidad sometidos a cirugía laparoscópica

*Reversal of neuromuscular blockade: sugammadex versus
neostigmine in obese patients undergoing laparoscopic surgery*

Dr. Alejandro Trejo-Arteaga,* Dr. Guillermo Alberto Castorena-Arellano,†
Dr. Hilario Gutiérrez-Acar,* Dr. Hilario Muñoz-Pérez*

Citar como: Trejo-Arteaga A, Castorena-Arellano GA, Gutiérrez-Acar H, Muñoz-Pérez H. Reversión del bloqueo neuromuscular: sugammadex versus neostigmina en pacientes con obesidad sometidos a cirugía laparoscópica. Rev Mex Anestesiología. 2026; 49 (3): 143-146. <https://dx.doi.org/10.35366/123587>

Palabras clave:

bloqueo neuromuscular
residual postoperatorio,
reversión de bloqueo
neuromuscular,
sugammadex,
neostigmina.

Keywords:

postoperative residual
neuromuscular blockade,
reversal of neuromuscular
block, sugammadex,
neostigmine.

RESUMEN. Introducción: el bloqueo neuromuscular residual postoperatorio (BNMRP) es una complicación tras el uso de bloqueadores neuromusculares. **Objetivo:** comparar el tiempo de reversión del bloqueo neuromuscular (BNM) inducido por rocuronio con sugammadex versus neostigmina en anestesia de cirugías laparoscópicas en pacientes con obesidad. **Material y métodos:** se incluyeron 21 pacientes con índice de masa corporal ≥ 30 kg/m² divididos en dos grupos, grupo SUG (n = 11), tratado con sugammadex a 2 mg/kg calculado a peso corregido, y grupo NEO (n = 10), con neostigmina a 40 µg/kg. La función neuromuscular se monitorizó en la Unidad de Cuidados Postanestésicos (UCPA) a los 0, 15, 30 y 60 minutos. **Resultados:** el tiempo medio para alcanzar *Train of Four* (TOF) ≥ 0.9 fue de 2 minutos 5.4 segundos en el grupo SUG y 8 minutos 5.5 segundos en el grupo NEO (p < 0.05). La frecuencia de BNMRP en la UCPA, en el grupo NEO, fue de 50, 80, 90 y 80%, mientras que en el grupo SUG no se presentó (p < 0.05). **Conclusiones:** la reversión del BNM inducido por rocuronio en pacientes con obesidad sometidos a cirugía laparoscópica fue significativamente más rápida con sugammadex. A diferencia de la neostigmina, en BNM moderados, el sugammadex evita eficazmente el BNMRP.

ABSTRACT. Introduction: Postoperative Residual Neuromuscular Block (PRNB) is a complication following the use of neuromuscular blocking agents. **Objective:** to compare the reversal time of rocuronium-induced neuromuscular block with sugammadex versus neostigmine in laparoscopic surgery anesthesia in obese patients. **Material and methods:** 21 patients with a body mass index ≥ 30 kg/m² were included, divided into two groups: group SUG (n = 11) treated with sugammadex at 2 mg/kg based on corrected body weight, and group NEO (n = 10) with neostigmine at 40 µg/kg. Neuromuscular function was monitored in the Post-Anesthesia Care Unit (PACU) at 0, 15, 30, and 60 minutes. **Results:** the mean time to achieve *Train of Four* (TOF) ≥ 0.9 was 2 minutes 5.4 seconds in group SUG and 8 minutes 5.5 seconds in group NEO (p < 0.05). The frequency of PRNB in the PACU for group NEO was 50, 80, 90, and 80%, while it did not occur in group SUG (p < 0.05). **Conclusions:** the reversal of rocuronium-induced neuromuscular block in obese patients undergoing laparoscopic surgery was significantly faster with sugammadex. Unlike neostigmine, in cases of moderate neuromuscular blockade, sugammadex effectively prevents PRNB.

* Servicio de Anestesiología,
Hospital General «Dr.
Manuel Gea González».
Ciudad de México, México.
† Servicio de Anestesiología,
Fundación Clínica
Médica Sur. Ciudad de
México, México.

Correspondencia:

Dr. Alejandro Trejo-Arteaga
E-mail:
alejandrot83@gmail.com



Abreviaturas:

BNM = bloqueo neuromuscular
BNMND = bloqueadores neuromusculares no despolarizantes
BNMRP = bloqueo neuromuscular residual postoperatorio
PCC = peso corporal corregido
TOF = *Train of Four* (tren de cuatro)
UCPA = Unidad de Cuidados Postanestésicos

INTRODUCCIÓN

El uso de bloqueadores neuromusculares no despolarizantes (BNMND) está asociado con un riesgo seis veces mayor de muerte en el período perioperatorio⁽¹⁾. Entre sus efectos adversos, el bloqueo neuromuscular residual



postoperatorio (BNMRP), que se define como la presencia de signos o síntomas de debilidad muscular en el postoperatorio, después de la administración de un fármaco bloqueante neuromuscular, adquiere especial importancia, ya que puede ser difícil de diagnosticar clínicamente⁽¹⁾.

La incidencia del BNMRP varía ampliamente entre los estudios, desde el 2 hasta el 64%⁽²⁾. En México, la información es escasa, y no se cuenta con una metodología de uso cotidiano para su monitoreo, con una incidencia general del 19%⁽³⁾.

El BNMRP puede ocasionar debilidad muscular y alterar la recuperación después de la cirugía, con posibles complicaciones, incluso fatales⁽⁴⁾.

Monitoreo del bloqueo neuromuscular

El método más seguro para el monitoreo de la función neuromuscular es la estimulación de un nervio periférico accesible y la medición de la respuesta evocada en el músculo esquelético inervado por dicho nervio. La estimulación nerviosa mediante el patrón de tren de cuatro (TOF, por sus siglas en inglés) fue introducida en 1970 por Ali y colaboradores⁽⁵⁾.

Se provocan cuatro estímulos supramáximos cada 0.5 segundos (2 Hz), y la respuesta del músculo al cuarto estímulo se compara con la del primer estímulo⁽⁶⁾. La relación del TOF se obtiene dividiendo la amplitud de la cuarta respuesta por la amplitud de la primera respuesta de la secuencia del TOF; se toma como una medida de recuperación de la función neuromuscular tras el uso de BNMND⁽⁵⁾.

Con una relación de TOF ≥ 0.9 se puede descartar la presencia de un BNMRP y garantizar la seguridad del paciente⁽²⁾.

Reversión del bloqueo neuromuscular

Existe una tendencia a evitar la reversión de los BNMND, debido a que los inhibidores de la acetilcolinesterasa, como la neostigmina, pueden causar efectos adversos cardiovasculares, gastrointestinales y respiratorios como bradicardia, emesis y broncoespasmo, por la estimulación de los receptores muscarínicos. Además, la neostigmina puede aumentar la tensión en las anastomosis intestinales, con incremento de la presión intraluminal y la actividad peristáltica hasta en un 200%⁽⁷⁾.

Por ello, se administran antagonistas muscarínicos como la atropina, que también puede causar efectos secundarios no deseables como sequedad de boca, taquicardia, visión borrosa y sedación⁽⁸⁾.

El sugammadex es un agente altamente selectivo para bloqueadores neuromusculares aminoesteroides. Encapsula el esqueleto esteroide del BNMND, disminuyendo su fracción libre en el compartimento central. Esto crea un gradiente de concentración que mueve el BNMND desde la biofase al compartimento central, liberando los receptores de acetilcolina y permitiendo su unión. El complejo rocuronio-sugammadex se

excreta rápidamente por vía renal, aumentando la excreción urinaria de rocuronio⁽⁹⁾.

Bloqueo neuromuscular en obesidad

El paciente con obesidad es especialmente susceptible al BNMRP y a los consiguientes eventos respiratorios críticos, incluyendo la obstrucción de las vías respiratorias, hipovenilación, hipercapnia, hipoxia e insuficiencia respiratoria aguda en el período postoperatorio. Se considera que estos pacientes poseen una vía aérea difícil per se, por lo que es de suma importancia evitar el BNMRP y así proporcionar un mayor margen de seguridad para ser egresado de la Unidad de Cuidados Postanestésicos (UCPA)⁽¹⁰⁾.

El objetivo de este estudio fue comparar el tiempo de reversión del bloqueo neuromuscular (BNM) hasta alcanzar una relación de TOF ≥ 0.9 , y determinar la incidencia de BNMRP a los 0, 15, 30 y 60 minutos posteriores al ingreso a la UCPA en pacientes con obesidad sometidos a cirugía laparoscópica, asignados a dos grupos revertidos con sugammadex y neostigmina.

MATERIAL Y MÉTODOS

Se realizó un ensayo clínico experimental, comparativo, longitudinal, y prospectivo de febrero a julio de 2012, siguiendo los principios de la Declaración de Helsinki y la Ley General de Salud, Título Quinto, De los Aspectos Éticos de la Investigación en Seres Humanos. Fue aprobado por los comités de Investigación y de Ética en Investigación del Hospital General «Dr. Manuel Gea González», con número de registro 21-56-2012.

Se incluyeron pacientes mayores de 18 años con índice de masa corporal (IMC) ≥ 30 kg/m², que firmaron el consentimiento informado, programados para cirugía laparoscópica en los servicios de Cirugía General y Ginecología del Hospital General «Dr. Manuel Gea González». Se excluyeron aquellos con enfermedades musculares, hipertermia maligna, alergias a medicamentos anestésicos, embarazo, lactancia y enfermedad renal K/DOQI ≥ 3 . Los criterios de eliminación incluyeron reacciones anafilácticas, complicaciones quirúrgicas y necesidad de traslado a la Unidad de Terapia Intensiva.

Los pacientes fueron asignados aleatoriamente a dos grupos: grupo SUG (sugammadex) y grupo NEO (neostigmina). En el quirófano, se monitorizó con ECG continuo, tensión arterial no invasiva, oximetría de pulso, temperatura esofágica y profundidad del bloqueo neuromuscular con TOF. La inducción anestésica se realizó con fentanil, propofol y rocuronio, y el mantenimiento con desflurano y fentanil según requerimiento.

Se midió la profundidad del BNM cada 15 minutos, y se administró rocuronio de mantenimiento cuando el TOF fue

≥ 0.25 . Al finalizar la cirugía, y tras haberse obtenido dos respuestas en la estimulación TOF, se revirtió el BNM con sugammadex (2 mg/kg), con base en el peso corporal corregido (PCC), en el grupo SUG, y con neostigmina (40 μ g/kg) más atropina (10 μ g/kg), en el grupo NEO. Se cronometró el tiempo hasta alcanzar un TOF ≥ 0.9 . En la UCPA, se continuó la monitorización con TOF a los 0, 15, 30 y 60 minutos para detectar BNMRP, junto con valoración clínica continua.

Análisis estadístico: se calcularon la media y la desviación estándar (DE) para las variables cuantitativas. Para comparar diferencias entre los dos grupos, se utilizó la prueba t de Student. Para analizar las diferencias en BNMRP a los 0, 15, 30 y 60 minutos en la UCPA, la frecuencia de eventos respiratorios críticos y el tipo de cirugía, se empleó la prueba de χ^2 para variables cualitativas y la prueba t de Student para variables cuantitativas. Se consideró significativo un valor de $p < 0.05$.

RESULTADOS

Se incluyeron 21 pacientes (dos hombres y 19 mujeres), asignados aleatoriamente: 11 en el grupo SUG y 10 en el grupo NEO. No hubo diferencias significativas en cuanto a género, escala ASA (*American Society of Anesthesiologists*), edad, peso, talla, IMC y creatinina plasmática (Tabla 1). Las cirugías realizadas, el tiempo de anestesia y de cirugía, y la dosis total de rocuronio tampoco mostraron diferencias significativas (Tablas 2 y 3).

El tiempo medio para lograr TOF ≥ 0.9 fue 3.9 veces más corto en el grupo SUG ($p = 0.011$). El bloqueo neuromuscular fue más profundo en el grupo SUG que en el grupo NEO (TOF = 0.16 vs 0.26) al momento de realizar la reversión ($p = 0.0001$).

Tabla 1: Características clínicas y demográficas de los pacientes

	Grupo NEO N = 10 Media $\pm$ DE	Grupo SUG N = 11 Media $\pm$ DE	p
Sexo, n (%)			0.943
Hombre	1 (10)	1 (9.1)	
Mujer	9 (90)	10 (90.9)	
Estado físico de ASA, n (%)			
I	—	—	
II	9 (90)	10 (90.9)	
III	1 (10)	1 (9.1)	0.943
Edad (años)	45.2 $\pm$ 11.3	37.3 $\pm$ 8.4	0.084
Peso (kg)	81.7 $\pm$ 13.4	74.4 $\pm$ 6.1	0.141
Peso corregido (kg)	64.7 $\pm$ 7.6	60.5 $\pm$ 4.0	0.139
Talla (cm)	155.6 $\pm$ 6.2	152.8 $\pm$ 4.6	0.255
IMC (kg/m ²)	33.5 $\pm$ 4.9	31.7 $\pm$ 1.9	0.287
Creatinina plasmática (mg/dL)	0.65 $\pm$ 0.09	0.73 $\pm$ 0.19	0.254

Prueba de t para muestras independientes y χ^2 .
ASA = American Society of Anesthesiologists. DE = desviación estándar.
H/M = hombre/mujer. IMC = índice de masa corporal.

Tabla 2: Cirugías laparoscópicas realizadas.

Cirugías	Grupo NEO N = 10 n (%)	Grupo SUG N = 11 n (%)	Total N = 21 n (%)
Colecistectomía	7 (70)	6 (54.5)	13 (61.9)
Funduplicatura	0 (0)	3 (27.3)	3 (14.3)
Histerectomía	2 (20)	0 (0)	2 (9.5)
Resección de quiste de Colédoco	0 (0)	1 (9.1)	1 (4.8)
Cistectomía	0 (0)	1 (9.1)	1 (4.8)
Plastia inguinal	1 (10)	0 (0)	1 (4.8)

Mediante χ^2 de Pearson se obtuvo una p de 0.154.

Tabla 3: Tiempos registrados y profundidad del bloqueo neuromuscular (BNM).

	Grupo NEO N = 10 Media $\pm$ DE	Grupo SUG N = 11 Media $\pm$ DE	p
Duración de la cirugía (minutos)	112.5 $\pm$ 62.1	121.6 $\pm$ 171.6	0.887
Duración de la anestesia (minutos)	147 $\pm$ 66.3	151.8 $\pm$ 170.5	0.934
Dosis total de rocuronio (mg)	56.2 $\pm$ 10.3	54.6 $\pm$ 31.5	0.883
Grado de BNM al momento de reversión (TOF)	0.26 $\pm$ 0.06	0.16 $\pm$ 0.03	0.0001
Tiempo desde la administración del medicamento hasta una relación de TOF de 0.9	8 min 5.5 seg	2 min 5.4 seg	—
TOF de 0.9 (segundos)	485.5 $\pm$ 358.6	125.4 $\pm$ 31.4	0.011

Prueba de t para muestras independientes.
DE = desviación estándar. TOF = Train of Four (tren de cuatro).

Desde el ingreso hasta los 60 minutos, varios pacientes del grupo NEO presentaron BNMRP, mientras que en el grupo SUG no se presentó en ningún momento (Tabla 4). Un paciente del grupo NEO tuvo desaturación al 89% en la UCPA, manejada con oxígeno suplementario, sin otros percances. No hubo otros eventos adversos o complicaciones durante el estudio.

DISCUSIÓN

Nuestros resultados en el tiempo de reversión con sugammadex son similares a los reportados por Gaszynski y colaboradores⁽¹⁰⁾, con 2 minutos 5.4 segundos vs. 2 minutos 44.6 segundos; y para la neostigmina, con 8 minutos 5.5 segundos y 9 minutos 37.7 segundos, respectivamente. Por su parte, Flockton y su equipo⁽¹¹⁾ compararon rocuronio/sugammadex y cisatracurio/neostigmina, reportando tiempos de 1.9 minutos y 9 minutos, respectivamente, demostrando que

Tabla 4: Frecuencia del bloqueo neuromuscular residual postoperatorio en la Unidad de Cuidados Postanestésicos (UCPA).

BNMRPO (TOF < 0.9 en UCPA)	Grupo NEO N = 10 n (%)	Grupo SUG N = 11 n (%)	p
A los 0 minutos	5 (50)	0 (0)	0.007
A los 15 minutos	8 (80)	0 (0)	0.0001
A los 30 minutos	9 (90)	0 (0)	0.0001
A los 60 minutos	8 (80)	0 (0)	0.0001

χ^2 de Pearson.
BNMRPO = bloqueo neuromuscular residual postoperatorio.
TOF = Train of Four (tren de cuatro).

el sugammadex es 4.7 veces más rápido que la neostigmina, incluso con cisatracurio.

En el estudio de Gaszyński y asociados⁽¹⁰⁾, al igual que en el nuestro, el BNMRP se presentó en los pacientes revertidos con neostigmina. Este hallazgo probablemente se explique porque la vida media del rocuronio es mayor que la de la neostigmina, lo que favorece la recurarización una vez que disminuye la concentración de acetilcolina en la unión neuromuscular. En nuestro estudio se efectuaron cuatro mediciones seriadas en la UCPA, lo que subraya la importancia de una vigilancia neuromuscular postoperatoria prolongada para detectar oportunamente este fenómeno.

Utilizamos la dosis calculada al PCC para sugammadex, como en el estudio de Gaszynski y asociados⁽¹⁰⁾, con buen efecto. La dosis de neostigmina fue similar a la descrita por Suzuki y su equipo⁽¹²⁾, 40 µg/kg, demostrando ser adecuada. Aunque no fue un objetivo del estudio, el grupo SUG tenía un BNM más profundo que el grupo NEO al momento de la reversión, datos no registrados en otra literatura.

Es claro que sugammadex demostró superioridad respecto a neostigmina para revertir un bloqueo neuromuscular moderado a profundo. No obstante, las guías actuales indican que la neostigmina está recomendada únicamente en presencia de un bloqueo mínimo, lo que abre la posibilidad de realizar investigaciones futuras que evalúen su relación costo-beneficio cuando se utiliza en condiciones óptimas.

CONCLUSIONES

La monitorización del bloqueo neuromuscular al término de la cirugía, e incluso antes del egreso del paciente de la sala de quirófano, es de gran relevancia. Su realización permite identificar oportunamente a aquellos pacientes que podrían

presentar eventos adversos postoperatorios relacionados con el bloqueo neuromuscular residual, lo que a su vez posibilita implementar medidas preventivas para reducir complicaciones respiratorias y mejorar la seguridad perioperatoria.

Los resultados confirman que sugammadex a una dosis de 2 mg/kg, calculada con base en el PCC y administrada durante un BNM moderado (TOF 0.16) inducido con rocuronio, proporciona una reversión rápida y eficaz en pacientes obesos sometidos a cirugía laparoscópica. La reversión con sugammadex fue significativamente más veloz que con neostigmina, bien tolerada y sin efectos adversos, evitando la aparición de BNMRP y previniendo eventos respiratorios críticos. Por el contrario, bajo un BNM moderado a profundo, la neostigmina no demostró utilidad para prevenir el bloqueo neuromuscular residual postoperatorio.

REFERENCIAS

1. Pasic E, Castorena-Arellano G, Calderón-Vidal M. Incidencia y factores de riesgo para la parálisis residual post-operatoria. *Rev Mex Anest.* 2011;34:270-273.
2. Murphy GS, Brull SJ. Residual neuromuscular block: lessons unlearned. Part I: definitions, incidence, and adverse physiologic effects of residual neuromuscular block. *Anesth Analg.* 2010;111:120-128.
3. Barajas R, Camarena J, Castellanos A, Castilleros OA, Castorena G, De Anda D, et al. Determinación de la incidencia de la parálisis residual postanestésica con el uso de agentes bloqueadores neuromusculares en México. *Rev Mex Anest.* 2011;34:181-188.
4. Claudius C, Garvey LH, Viby-Mogensen J. The undesirable effects of neuromuscular blocking drugs. *Anaesthesia.* 2009;64:10-21. doi: 10.1111/j.1365-2044.2008.05866.x.
5. Ali HH, Utting JE, Gray TC. Stimulus frequency in the detection of neuromuscular block in humans. *Br J Anaesth.* 1970;42:967-77.
6. Fuchs-Buder T, Schreiber JU, Meistelman C. Monitoring neuromuscular block: an update. *Anaesthesia.* 2009;64:82-89.
7. Kopman F, Eikermann M. Antagonism of non-depolarising neuromuscular block: current practice. *Anaesthesia.* 2009;64:22-30.
8. Jones RK, Caldwell JE, Brull SJ, Soto RG. Reversal of profound rocuronium-induced blockade with sugammadex: a randomized comparison with neostigmine. *Anesthesiology.* 2008;109:816-824.
9. Booi LH. Cyclodextrins and the emergence of sugammadex. *Anaesthesia.* 2009;64:31-37.
10. Gaszynski T, Szewczyk T, Gaszynski W. Randomized comparison of sugammadex and neostigmine for reversal of rocuronium-induced muscle relaxation in morbidly obese undergoing general anaesthesia. *Br J Anaesth.* 2012;108:236-239.
11. Flockton EA, Mastronardi P, Hunter JM, Gomar C, Mirakhor RK, Aguilera L, et al. Reversal of rocuronium-induced neuromuscular block with sugammadex is faster than reversal of cisatracurium-induced block with neostigmine. *Br J Anaesth.* 2008;100:622-530. doi: 10.1093/bja/aen037.
12. Suzuki T, Masaki G, Ogawa S. Neostigmine-induced reversal of vecuronium in normal weight, overweight and obese female patients. *Br J Anaesth.* 2006;97:160-163.