



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA
DE AGUASCALIENTES



**CENTENARIO HOSPITAL MIGUEL HIDALGO
SERVICIO DE ANESTESIOLOGÍA**

**ASOCIACIÓN DE COMPLICACIONES PULMONARES Y
ESTANCIA INTRAHOSPITALARIA EN PACIENTES CON Y
SIN MONITORIZACIÓN NEUROMUSCULAR OBJETIVA
INTRAOPERATORIA EN COLECISTECTOMÍA
LAPAROSCÓPICA
TESIS**

PRESENTADA POR

Julia Natalia Rojas Terán

**PARA OBTENER EL GRADO DE ESPECIALISTA EN
ANESTESIOLOGÍA**

ASESORES

**Dra. Miriam de la Luz Melchor Romo
Dr. Jaime Froylán Rojas Terán**

Aguascalientes, Ags, 10 de noviembre de 2023



COMITÉ DE ÉTICA EN INVESTIGACIÓN COMITÉ DE INVESTIGACIÓN

CEI-CI/013/23

Aguascalientes, Ags., a 07 de Febrero de 2023

DRA. JULIA NATALIA ROJAS TERÁN
INVESTIGADORA PRINCIPAL

En cumplimiento con las Buenas Prácticas Clínicas y la Legislación Mexicana vigente en materia de investigación clínica, el Comité de Ética en Investigación y el Comité de Investigación del Centenario Hospital Miguel Hidalgo, en su Sesión del día 19 de Enero de 2023, sometió a revisión el protocolo con número de registro **2023-R-05** y decidió Aprobar el proyecto de investigación de la especialidad de Anestesiología, para llevar a cabo en este Hospital, titulado:

“ASOCIACION DE COMPLICACIONES PULMORAES Y ESTANCIA INTRAHOSPITALARIA EN PACIENTES CON Y SIN MONITORIZACION NEUROMUSCULAR OBJETIVA INTRAOPERATORIA EN PACIENTES SOMETIDOS A COLECISTECTOMÍA LAPAROSCÓPICA”

Sin otro particular, se solicita a los investigadores entregar resumen de resultados obtenidos al finalizar la investigación. En caso de existir modificaciones al proyecto es necesario que sean reportadas al Comité.

ATENTAMENTE

DR. JAIME ASAEL LOPEZ VALDEZ
PRESIDENTE DEL COMITÉ DE ÉTICA EN INVESTIGACIÓN



DR. JOSE MANUEL ARREOLA GUERRA
PRESIDENTE DEL COMITÉ DE INVESTIGACIÓN



c.c.p.- Dr. Felipe de Jesús Flores Parkman Sevilla.- Jefe del Departamento de Enseñanza e Investigación del CHMH.

JALV/JMAG/cmva*





UNIVERSIDAD AUTÓNOMA
DE AGUASCALIENTES

Hoja de Autorizaciones

Centenario Hospital
Miguel Hidalgo

DR FELIPE DE JESÚS FLORES PARKMAN SEVILLA
JEFE DE DEPARTAMENTO DE ENSEÑANZA E INVESTIGACIÓN

JUAN EDUARDO SALAZAR TORRES
JEFE DEL SERVICIO DE ANESTESIOLOGÍA

JUAN EDUARDO SALAZAR TORRES
PROFESOR TITULAR DEL POSGRADO DE ANESTESIOLOGÍA

DRA. MIRIAM DE LA LUZ MELCHOR ROMO
ASESORA DE TESIS

DR. JAIME FROYLÁN ROJAS TERÁN
ASESOR DE TESIS

DR. SEERGIO RAMÍREZ GONZÁLEZ
DECANO (A) DEL CENTRO DE CIENCIAS MÉDICAS

PRESENTE

Por medio del presente como TUTOR/ASESOR designado del estudiante **JULIA NATALIA ROJAS TERÁN** con ID 126513 quien realizó la tesis titulada: **ASOCIACIÓN DE COMPLICACIONES PULMONARES Y ESTANCIA INTRAHOSPITALARIA EN PACIENTES CON Y SIN MONITORIZACIÓN NEUROMUSCULAR OBJETIVA INTRAOPERATORIA EN COLECISTECTOMÍA LAPAROSCÓPICA** un trabajo propio, innovador, relevante e inédito y con fundamento en el Artículo 175, Apartado II del Reglamento General de Docencia doy mi consentimiento de que la versión final del documento ha sido revisada y las correcciones se han incorporado apropiadamente, por lo que me permito emitir el **VOTO APROBATORIO**, para que ella pueda proceder a imprimirla así como continuar con el procedimiento administrativo para la obtención del grado.

Pongo lo anterior a su digna consideración y sin otro particular por el momento, me permito enviarle un cordial saludo.

ATENTAMENTE

"Se Lumen Proferre"

Aguascalientes, Ags., a 1 día de diciembre de 2023

Dra. Miriam De La Luz Melchor Romo
Tutor de tesis

c.c.p.- Interesado

c.c.p.- Secretaría Técnica del Programa de Posgrado

Fecha de dictaminación dd/mm/aa: 24/01/24

NOMBRE: ROJAS TERAN JULIA NATALIA **ID** 126513
ESPECIALIDAD: ANESTESIOLOGIA **LGAC (del posgrado):** TÉCNICAS ANESTÉSICAS Y SUS COMPLICACIONES
TIPO DE TRABAJO: () Tesis () Trabajo práctico
TÍTULO: ASOCIACIÓN DE COMPLICACIONES PULMONARES Y ESTANCIA INTRAHOSPITALARIA EN PACIENTES CON Y SIN MONITORIZACIÓN NEUROMUSCULAR OBJETIVA INTRAOPERATORIA EN COLECISTECTOMÍA LAPAROSCÓPICA
IMPACTO SOCIAL (señalar el impacto logrado): APLICACIÓN DE LA TOF PARA MEJOR EL PRONÓSTICO DEL PACIENTE Y DISMINUIR MORBILIDAD

INDICAR SI/NO SEGÚN CORRESPONDA:

Elementos para la revisión académica del trabajo de tesis o trabajo práctico:

SI El trabajo es congruente con las LGAC de la especialidad médica
SI La problemática fue abordada desde un enfoque multidisciplinario
SI Existe coherencia, continuidad y orden lógico del tema central con cada apartado
SI Los resultados del trabajo dan respuesta a las preguntas de investigación o a la problemática que aborda
SI Los resultados presentados en el trabajo son de gran relevancia científica, tecnológica o profesional según el área
SI El trabajo demuestra más de una aportación original al conocimiento de su área
SI Las aportaciones responden a los problemas prioritarios del país
NO Generó transferencia del conocimiento o tecnológica
SI Cumple con la ética para la investigación (reporte de la herramienta antiplagio)

El egresado cumple con lo siguiente:

SI Cumple con lo señalado por el Reglamento General de Docencia
SI Cumple con los requisitos señalados en el plan de estudios (créditos curriculares, optativos, actividades complementarias, estancia, etc)
SI Cuenta con los votos aprobatorios del comité tutorial, en caso de los posgrados profesionales si tiene solo tutor podrá liberar solo el tutor
SI Cuenta con la aprobación del (la) Jefe de Enseñanza y/o Hospital
SI Coincide con el título y objetivo registrado
SI Tiene el CVU del Conacyt actualizado
NA Tiene el artículo aceptado o publicado y cumple con los requisitos institucionales

Con base a estos criterios, se autoriza se continúen con los trámites de titulación y programación del examen de grado

Sí X

No _____

FIRMAS

Revisó:

NOMBRE Y FIRMA DEL SECRETARIO DE INVESTIGACIÓN Y POSGRADO:

MCB.E SILVIA PATRICIA GONZÁLEZ FLORES

Autorizó:

NOMBRE Y FIRMA DEL DECANO:

DR. SERGIO RAMÍREZ GONZÁLEZ

Nota: procede el trámite para el Depto. de Apoyo al Posgrado

En cumplimiento con el Art. 105C del Reglamento General de Docencia que a la letra señala entre las funciones del Consejo Académico: ... Cuidar la eficiencia terminal del programa de posgrado y el Art. 105F las funciones del Secretario Técnico, llevar el seguimiento de los alumnos.

PKP Envíos

revistaanestesiario.org/index.php/rear/submissions

Revista Electrónica AnestesiaR Tareas 0 Español (España) Ver el sitio nataliarojass

Envíos

Mi lista 1 Archivos Ayuda

Mis envíos asignados

1272 **Rojas Terán** Envío

ASOCIACIÓN DE COMPLICACIONES PULMONARES Y ESTANCIA INTRAHOSPITALARIA EN PACIENTES CON Y SIN MONITORIZACIÓN NEUROMUSCULAR OBJETIVA INTRAOPERATORIA EN COLECISTECTOMÍA LAPAROSCÓPICA

Platform & workflow by OJS / PKP

Secretaría Técnica

hoy, 8:14 p.m.

Para: Julia Natalia Rojas Terán
[ReAR] Acuse de recibo del envío

ST

Julia Natalia Rojas Terán:

Gracias por enviar el manuscrito "ASOCIACIÓN DE COMPLICACIONES PULMONARES Y ESTANCIA INTRAHOSPITALARIA EN PACIENTES CON Y SIN MONITORIZACIÓN NEUROMUSCULAR OBJETIVA INTRAOPERATORIA EN COLECISTECTOMÍA LAPAROSCÓPICA" a Revista Electrónica AnestesiaR. Con el sistema de gestión de publicaciones en línea que utilizamos podrá seguir el progreso a través del proceso editorial tras iniciar sesión en el sitio web de la publicación:

URL del manuscrito: <http://revistaanestesiario.org/index.php/rear/authorDashboard/submission/1272>
Nombre de usuario/a: nataliarojass

Si tiene alguna duda puede ponerse en contacto conmigo. Gracias por elegir esta editorial para mostrar su trabajo.

Secretaría Técnica



Revista Electrónica de AnestesiaR. (ReAR)

<http://revistaanestesiario.org/index.php/Rear>

TESIS TESIS TESIS TESIS TESIS

AGRADECIMIENTOS

Agradezco a mis maestros, por sus enseñanzas. A mis compañeros de anestesiología, y de los servicios quirúrgicos por llevar este proceso juntos y hacerlo más divertido. A Reyes y Carlos, quienes me tuvieron paciencia y me entregaron su confianza desde el primer año. A mis padres por haberme dado la educación y apoyarme en cada decisión que tomo. A mis hermanos que, a pesar de la distancia, han estado siempre ahí. a Daniel que me ha estado conmigo en cada paso que doy.



DEDICATORIA

A mis padres.



Índice general

Resumen en español5

Abstract.....6

Introducción.....7

1. Marco teórico8

 Cisatracurio9

 Monitoreo del bloqueo neuromuscular9

 Bloqueo neuromuscular residual..... 11

 Complicaciones pulmonares 12

 Anestesia en colecistectomía laparoscópica..... 13

 Planteamiento del problema 15

 Pregunta de investigación..... 18

 Justificación 19

 Objetivo general 20

 Objetivos específicos..... 20

 Hipótesis..... 21

 Hipótesis nula 21

 Hipótesis alterna..... 21

2. Metodología 22

 Diseño del estudio 22

 Universo de estudio 22

 Criterios de inclusión 22

 Criterios de exclusión 22

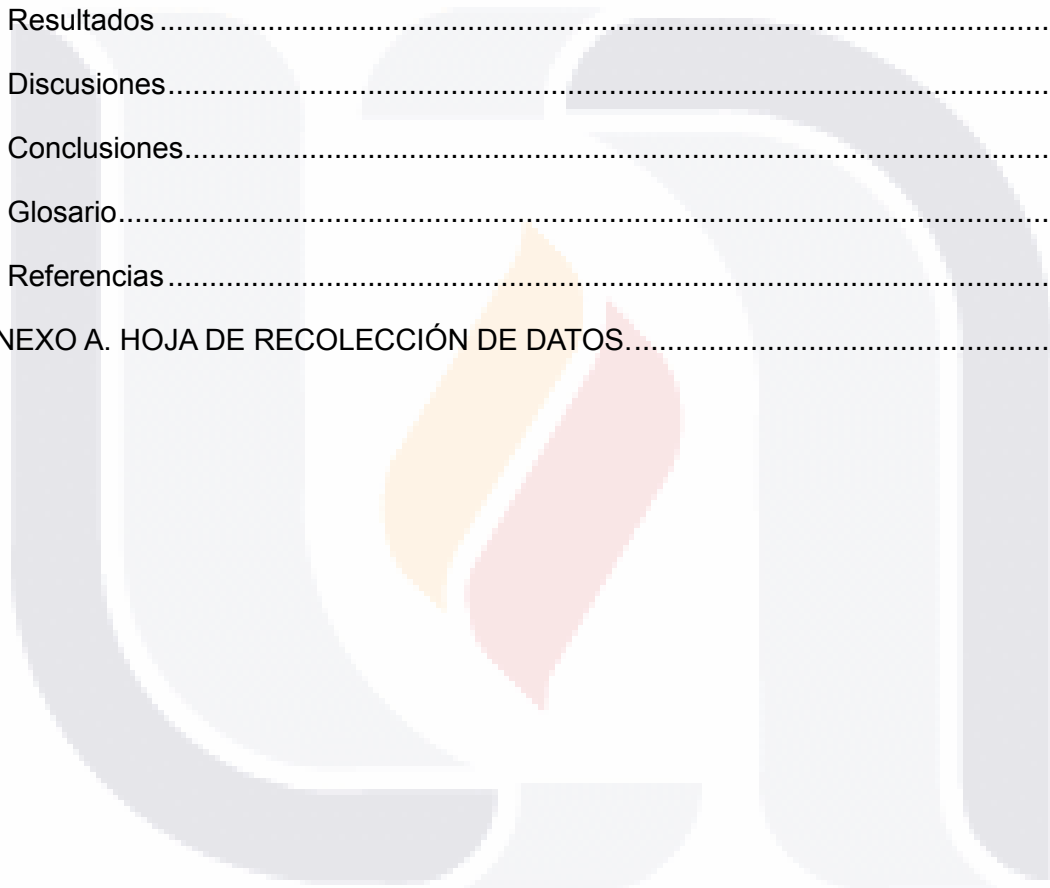
 Criterios de eliminación..... 23

 Descripción de la maniobra 23

 Variables..... 24

 Análisis estadístico 25

Cronograma.....	26
Aspectos de bioética.....	26
Facilidad	26
Recursos materiales	26
Presupuesto	27
Conflictos de interés	27
3. Resultados	28
4. Discusiones.....	36
5. Conclusiones.....	39
6. Glosario.....	40
7. Referencias.....	41
ANEXO A. HOJA DE RECOLECCIÓN DE DATOS.....	45



Índice de tablas

Tabla 1. Clasificación de bloqueadores neuromusculares9
Tabla 2. Niveles de bloqueo neuromuscular 11
Tabla 3. Características clínicas basales29
Tabla 4. Evaluación de función respiratoria mediante saturación y fracción inspirada de oxígeno posanestésica.....33



Índice de figuras

Figura 1. Diagrama de flujo de criterios de selección 28

Figura 2. Gráfica de pasteles en relación con los géneros estudiados, a la izquierda el grupo no TOF contra la derecha el grupo TOF, $p = 0.9198$ 29

Figura 3. Gráfica de cajas y bigotes que muestra la distribución de edades del grupo no TOF contra el grupo TOF, $p = 0.0752$ 30

Figura 4. Gráfica de barras que muestra la media de talla con error medio del grupo no TOF contral el grupo TOF, $p = 0.0624$ 30

Figura 5. Gráfica de cajas y bigotes que muestra la distribución de pesos mediana y sus rangos intercuartílicos del grupo no TOF contra el grupo TOF..... 31

Figura 6. Gráfica de cajas y bigotes que muestra la distribución de índice de masa corporal, mediana y rangos intercuartílicos del grupo no TOF contra el grupo TOF. 31

Figura 7. Gráfica de pastel de los diferentes estados físicos de la ASA..... 32

Figura 8. Gráfica de pastel de las diferentes comorbilidades..... 32

Figura 9. Gráfica de caja y bigotes para la comparación de saturación, fracción inspirada de oxígeno y SpO_2/FiO_2 en los grupos TOF y no TOF al ingreso de UCPA y a su egreso 34

Figura 10. Gráfica de caja y bigotes para la comparación de saturación, fracción inspirada de oxígeno y SpO_2/FiO_2 en los grupos TOF y no TOF al ingreso de hospitalización 35

Resumen en español

Introducción: Los bloqueadores neuromusculares se han convertido en un pilar de la anestesia general, sobre todo en procedimientos laparoscópicos en donde son necesarios para mantener una adecuada visión de la cavidad abdominal. El bloqueo neuromuscular residual es un efecto adverso del uso de los bloqueadores neuromusculares, éste tiene en un alto porcentaje de un 40-60%, aumentando el riesgo de presentar complicaciones post operatorias, principalmente pulmonares y aumento en estancia intrahospitalaria; el uso de la monitorización objetiva con el TOF ha disminuido de forma importante el bloqueo neuromuscular residual, pudiendo así disminuir también las complicaciones pulmonares y la estancia intrahospitalaria.

Objetivo: Demostrar que el uso de la monitorización objetiva del bloqueo neuromuscular disminuye las complicaciones pulmonares y días de estancia intrahospitalaria en pacientes sometidos a colecistectomía laparoscópica bajo anestesia general.

Material y métodos: Se realizó un estudio observacional, retrospectivo, analítico de casos y controles. Se incluyeron 48 pacientes, sometidos a colecistectomía laparoscópica dentro del CHMH, que hayan requerido anestesia general con uso de bloqueador neuromuscular. Se dividió la muestra en dos grupos el grupo de casos se definió como aquellos a los que se monitorizó la relajación neuromuscular con el índice de TOF y el grupo de controles a aquellos a los que no; posteriormente se evaluó el índice de SAFI para valorar de forma objetiva la función pulmonar de los pacientes en el periodo postquirúrgico inmediato y se compararon ambos grupos.

Resultados: los grupos estudiados (TOF y no TOF) presentaron características clínicas basales homogéneas sin llegar a presentar diferencias significativas. El uso del TOF se asoció a mayores niveles de saturación de oxígeno con 96% (95 – 97) contra 93% (92 – 97) ($p = 0.0119$) y una menor necesidad de aporte de oxígeno con una fracción inspirada de oxígeno de 28% (28 – 31.5) contra 32% (28 – 35) ($p = 0.0449$). Al utilizar el índice SpO_2/FiO_2 la diferencia fue aún mayor con una SpO_2/FiO_2 de 3.43 (3.0 – 3.5) contra 2.95 (2.8 – 3.28) ($p = 0.0027$) durante su estancia en la unidad de cuidados posanestésicos.

Conclusión: El uso del TOF nos hizo tener mejores niveles de saturación, menor requerimiento de oxígeno y mejores índices SpO_2/FiO_2 durante el periodo posanestésico.

Palabras claves: Bloqueo neuromuscular residual, monitoreo de bloqueo neuromuscular, índice de SAFI.

Abstract

Introduction: Neuromuscular blockers have become a pillar of general anesthesia, especially in laparoscopic procedures where needed to maintain an adequate vision of the abdominal cavity. Residual neuromuscular blockade is an adverse effect of the use of neuromuscular blocking agents. This occurs in a high percentage of 40-60%, increasing the risk of postoperative complications, mainly pulmonary ones and may increase the length of hospital stay. The use of objective monitoring with TOF has significantly reduced residual neuromuscular blockade, thus potentially reducing pulmonary complications and length of hospital stay.

Goals: To demonstrate that the use of objective monitoring of neuromuscular blockade reduces pulmonary complications and days of hospital stay in patients undergoing laparoscopic cholecystectomy under general anesthesia that have required the use of neuromuscular blocking agents.

Methods: An observational, retrospective, analytical case-control study was carried out. 48 patients were included, undergoing laparoscopic cholecystectomy within the CHMH, who required general anesthesia with the use of a neuromuscular blocking agent. The sample was divided into two groups. The group of cases was defined as those whose neuromuscular blockade was monitored with the TOF index and the group of controls as those who did not. Subsequently, the SAFI index was evaluated to objectively assess the lung function of the patients in the immediate post-surgical period and both groups were compared.

Results: the groups studied (TOF and non-TOF) presented homogeneous baseline clinical characteristics without presenting significant differences. The use of TOF was associated with higher levels of oxygen saturation with 96% (95 – 97) versus 93% (92 – 97) ($p = 0.0119$) and a lower need of supplemental oxygen, with an inspired oxygen fraction of 28 % (28 – 31.5) versus 32% (28 – 35) ($p = 0.0449$). When using the SpO₂/FiO₂ index the difference becomes even greater, with a SpO₂/FiO₂ of 3.43 (3.0 – 3.5) versus 2.95 (2.8 – 3.28) ($p = 0.0027$) during their stay in the post-anesthesia care unit.

Conclusion: The use of the TOF index, get us to a better saturation levels, lower oxygen requirement and better SpO₂/FiO₂ index during the post-anesthesia period.

Key Words: residual neuromuscular blockade, neuromuscular blockade monitoring, spO₂ fiO₂ ratio.

Introducción

Los bloqueadores neuromusculares (BNM) se han convertido en un pilar de la anestesia general, sobre todo en procedimientos laparoscópicos en donde se necesita una adecuada relajación para mantener una adecuada visión de la cavidad abdominal. El bloqueo neuromuscular residual es un efecto adverso del uso de los bloqueadores neuromusculares. En la literatura encontramos que tiene en una alta incidencia con un porcentaje de hasta 40-60%. Dentro de nuestro hospital se han realizado dos estudios, encontrando en ellos una incidencia más baja que la de la literatura, pero aún así en porcentaje elevado de 18-22%.

Está bien demostrado que el uso de de la monitorización objetiva disminuye de forma significativa el bloqueo neuromuscular residual; a pesar de contar con esa información, el uso del TOF sigue siendo algo poco rutinario dentro de la práctica habitual que se da en nuestro hospital, principalmente porque no se cuenta con un TOF para cada una de las salas.

Otro aspecto que ha sido demostrado desde que se empezaron a emplear en la práctica de la anestesiología los bloqueadores neuromusculares es la morbimortalidad que el uso de estos conlleva, con una disminución gradual conforme ha avanzado la tecnología, el advenimiento de nuevos bloqueadores neuromusculares de acción intermedia y/o corta, la reversión farmacológica de estos y el uso de la monitorización objetiva.

El deterioro parcial de la actividad muscular en el periodo postoperatorio secundario al bloqueo neuromuscular residual por el uso de BNM administrados en el transanestésico puede contribuir al desarrollo de complicaciones pulmonares post operatorias a través de diferentes mecanismos, como lo son el deterioro de la contracción de los músculos ventilatorios con formación de atelectasias, la incapacidad para toser y deglutir, aumentando así la acumulación de secreciones en las vías respiratorias y el riesgo de presentar microaspiraciones.

Se realizó este estudio con la intención de demostrar la alta utilidad del uso de la monitorización neuromuscular objetiva y cuantitativa dentro de nuestra población para así incentivar a su mayor uso.

1. Marco teórico

En 1942 Griffith y Johnson introdujeron el uso seguro de d-tubocurarina (dTc) como bloqueador neuromuscular en cirugías. Sin embargo, en 1954, Beecher y Todd encontraron que la mortalidad en pacientes que recibieron dTc fue seis veces mayor debido al desconocimiento de la farmacología clínica de los bloqueadores neuromusculares (BNM)(1). La succinilcolina, introducida en 1952, transformó la anestesia con su inicio rápido y corta duración. Baird y Reid presentaron el pancuronio en 1967, seguido por el desarrollo de BNM de acción intermedia como vecuronio y atracurio en los ochenta. En los noventa, se incorporaron el mivacurio y el rocuronio. A lo largo del tiempo, se han introducido otros BNM, representando avances en la práctica clínica (1).

Los bloqueadores neuromusculares se utilizan principalmente en entornos clínicos para inducir relajación en los músculos esqueléticos, facilitando así la intubación traqueal y proporcionando condiciones óptimas para procedimientos quirúrgicos. También se administran en situaciones de reanimación cardiopulmonar, en emergencias y en unidades de cuidados intensivos para facilitar la ventilación mecánica. Es crucial destacar que los BNM no tienen efectos analgésicos ni anestésicos, y no deben emplearse para prevenir la movilidad en un paciente con mal plano anestésico, ya que esto conlleva un riesgo significativo de despertar intraoperatorio(2).

Los bloqueadores neuromusculares evitan la transmisión de los impulsos nerviosos en la unión neuromuscular de forma transitoria, produciendo una parálisis del músculo esquelético. Basándonos en las variaciones electrofisiológicas de sus mecanismos de acción y en la duración de sus efectos, es posible categorizar estos medicamentos como bloqueadores neuromusculares despolarizantes (que imitan las acciones de la acetilcolina [ACh]) y bloqueadores neuromusculares no despolarizantes (que interfieren con las acciones de la ACh). Estos últimos se dividen, a su vez, en fármacos de acción prolongada, intermedia y corta(2).

Tabla 1. Clasificación de bloqueadores neuromusculares.

Despolarizantes (Acción de inicio rápida y duración ultra corta)
Succinilcolina
No despolarizante
Acción prolongada
Pancuronio
Acción intermedia
Vecuronio
Atracurio
Cisatracurio
Acción corta
Mivacurio

Cisatracurio

El cisatracurio, un isómero del atracurio, pertenece a las benzilisoquinolinas. Se caracteriza por liberar menos histamina que el atracurio, reduciendo los efectos secundarios hemodinámicos a dosis elevadas. Es más potente y tiene una duración de acción ligeramente mayor que el atracurio. Se metaboliza en el plasma por la vía de Hoffman, independientemente de la función hepática y renal. La vida media de degradación es de 29 minutos, generando metabolitos no relajantes como la laudonosina. Con una potencia de 4 a 5 veces mayor que el atracurio, su uso en infusión reduce la concentración de laudonosina en comparación con el atracurio a dosis equivalentes. La dosis recomendada para la intubación es 150 mcg/kg, iniciando una relajación similar al vecuronio y atracurio pero más prolongada(2).

Monitoreo del bloqueo neuromuscular

En 1950 se introdujo por primera vez a la práctica clínica el uso de la estimulación de un nervio periférico, sin embargo fue hasta 1971 que empezó a utilizarse de forma regular con la introducción por Ali y col. de la estimulación nerviosa en “train of four” (TOF). Los monitores neuromusculares cuantitativos son instrumentos que permiten tanto la estimulación de un nervio periférico como la cuantificación y el registro de la respuesta evocada a la estimulación nerviosa. Estos permiten la valoración exacta del grado de

debilidad muscular usando la estimulación en tren de cuatro (TOF por sus siglas en inglés), esta consiste en cuatro estímulos con intensidad de 1-2 Hz (T1, T2, T3 y T4)(3). Existen otros tipos de estimulación, mencionados a continuación:

Estimulación de contracción única: la contracción única representa la respuesta que se produce ante un estímulo individual a una frecuencia de 0,1 o 0,15 Hz. Este patrón de estimulación no tiene utilidad clínica y se utiliza principalmente para determinar la potencia de los BNM(4).

Estimulación tetánica y recuento de contracciones posttetánicas (PTC): una característica del bloqueo no despolarizante es que después de un estímulo tetánico hay un breve aumento de la respuesta mecánica. Este fenómeno se denomina facilitación o potenciación post-tetánica. Este atributo es útil para determinar la profundidad del bloqueo cuando el TOFC es 0. El PTC se evalúa contando el número de respuestas musculares cuando se administra una secuencia de 20 estimulaciones a 1 Hz 3 segundos después de una estimulación tetánica de 5 segundos a 50 Hz. La estimulación tetánica da como resultado una recuperación de la contracción en el músculo estimulado. Es importante saber que al realizar esta prueba puede haber consecuencias clínicas, como la administración de dosis subsecuentes de BNM, o tener una estimación falsa de que la función neuromuscular es adecuada. Por lo tanto, la estimulación tetánica no debe repetirse con más frecuencia que cada 2-3 minutos. La estimulación TOF, a diferencia de la estimulación tetánica, no potencia las respuestas neuromusculares posteriores después de su aplicación, siempre que el intervalo de estos sea >12 segundos. El PTC se utiliza para monitorear la profundidad del bloqueo neuromuscular cuando se requiere un bloqueo profundo, como en cirugías de globo ocular abierto o ciertas cirugías intracraneales. Nunca hay una indicación para mantener un PTC de <1 o 2(4).

Existe una relación entre el desvanecimiento del TOF y el porcentaje de ocupación de receptores post sinápticos de la unión neuromuscular con los BNM. Aún con una ocupación del 65-70% de los receptores el cociente de TOF permanece intacto, con respuesta a los cuatro estímulos debido a un margen de seguridad que existe en la unión neuromuscular. Al contar con una ocupación de 70-75% desaparece la respuesta T4, con un recuento de TOF de 3; con una ocupación 80-85% desaparece la respuesta T4 y T3, con un recuento de TOF de 2; una ocupación del 85-90% desaparece la respuesta T4, T3 y T2 con un recuento de TOF de 1 y finalmente cuando se bloquean el 95% de los receptores el recuento de TOF es de 0, desapareciendo todas las respuestas(2).

Tabla 2. Niveles de bloqueo neuromuscular.

Nivel de Bloqueo	Profundidad bloqueo	Medición cuantitativa
Nivel 5	Bloqueo completo	PTC=0
Nivel 4	Bloqueo profundo	PTC≥0, TOFC 0
Nivel 3	Bloqueo moderado	TOFC= 1-3
Nivel 2B	Bloqueo superficial	TOFR <0.4 (40%)
Nivel 2A	Bloqueo mínimo	TOFR 0.4-0.9 (40-90%)
Nivel 1	Recuperación aceptable	TORF >0.9 (90%)

Bloqueo neuromuscular residual

Ali y col. fueron los que realizaron la cuantificación del bloqueo neuromuscular, con la estimulación del nervio cubital y la respuesta motora del aductor del pulgar. Más adelante, estos mismos investigadores realizaron varios estudios en los que examinaban la asociación entre el grado de bloqueo residual en la mano con los síntomas de debilidad muscular periférica y las determinaciones de la espirometría. Con un TOFR menor a 0.6 observaron debilidad muscular, tiraje tráqueal e incapacidad para abrir los ojos. Cuando el TOFR llegaba a 0,7, la mayoría de los pacientes eran capaces de mantener la cabeza elevada, abrir los ojos, cerrar el puño y sacar la lengua, y su capacidad vital se encontraba por arriba de los 15 ml/kg(5,6).

De acuerdo a estos resultados, de forma tradicional, se creía que un TOFR >0.7 representaba una recuperación neuromuscular aceptable al final de la anestesia. Sin embargo, más recientemente, se han realizado estudios que demuestran que este límite debe encontrarse incluso por arriba de un TOFR >0.9; en un estudio con pacientes voluntarios despiertos se observó que al tener un TOFR <0.9 estos pacientes presentaban alteración de la función faríngea, como la deglución, obstrucción de la vía respiratoria y aumento significativo del riesgo de broncoaspiración, así como alteraciones en el control respiratorio y síntomas desagradables de debilidad muscular. En pacientes post quirúrgicos se ha observado una asociación entre TOFR menor de 0.9 y eventos respiratorios adversos con una estancia prolongada en UCPA(7,8). Por lo cual, al día de hoy, se dice que un hay una adecuada recuperación neuromuscular al contar con un TOFR >0.9.

Complicaciones pulmonares

Las complicaciones pulmonares post operatorias (CPP) representan un riesgo durante el periodo perioperatorio, incluso en cirugías electivas, y son una de las principales causas de morbimortalidad y estancias intrahospitalarias prolongadas. La incidencia se encuentra en un rango del 2-40% dependiendo del tipo de cirugía y las comorbilidades de los pacientes. El deterioro de la actividad neuromuscular en el periodo post quirúrgico, secundario a los efectos residuales de los BNM, puede contribuir al desarrollo de complicaciones pulmonares, a través de diferentes mecanismos: deterioro de la contracción de los músculos ventilatorios y faríngeos con formación de atelectasias, incapacidad para toser y problemas para tragar, acumulación de secreciones en las vías respiratorias y microaspiraciones(9).

No existe un consenso que establezca cuáles entidades, síndromes o enfermedades entran en la definición de complicaciones pulmonares post operatorias, sin embargo, algunos ejemplos claros son la falla respiratoria, el daño pulmonar, neumonía por aspiración, ventilación mecánica prolongada no planeada, reintubación, hipoxemia, atelectasias, broncoespasmo, derrame pleural, neumotórax, depresión respiratoria, entre otros.(10) Algunas de las definiciones se enlistan a continuación :

- Infección respiratoria: Uso de antibióticos por sospecha de infección respiratoria con nueva o cambio de la espectoración, opacidades pulmonares, fiebre y leucocitosis.
- Falla respiratoria: $PaO_2 < 60$ mmHg post operatoria a aire ambiente, un índice de $PaO_2/FiO_2 < 300$ o saturación de oxihemoglobina tomada con oxímetro de $< 90\%$ requiriendo oxígeno terapia.
- Derrame pleural: Tele de tórax demostrando un borramiento de los ángulos costofrénicos, pérdida de la silueta cardiaca en bipedestación, o una opacidad en hemitórax con sombra vascular preservada.
- Atelectasias: Opacidad pulmonar con desplazamiento del mediastino, hilio o hemidiafragma al área afectada.
- Neumotórax: Aire en el espacio pleural, sin trama vascular visible alrededor de la pleura.
- Neumonitis por aspiración: Lesión pulmonar aguda, secundaria a la inhalación de contenido alimentario, regurgitado, proveniente del estómago.

Las investigaciones en voluntarios despiertos han demostrado que aquellos con TOFR menores de 0,9 tienen una reducción del tono y el diámetro de vía aérea superior, con consecuente obstrucción de la misma; disfunción de los músculos faríngeos, disminución del tono del esfínter esofágico superior, aumentando así el riesgo de aspiración, alteración de la respuesta ante la hipoxia y síntomas molestos de debilidad muscular. Además hay una asociación entre un aumento de la morbilidad y mortalidad y una recuperación neuromuscular incompleta. Los ensayos clínicos prospectivos han revelado que los pacientes con índices de TOF menores de 0,9 en la unidad de cuidados post anestésicos tienen un mayor riesgo de fenómenos hipoxémicos, obstrucción de la vía aérea, complicaciones pulmonares postoperatorias, síntomas de debilidad muscular y tiempos prolongados de estancia en la UCPA(7,9–11).

La lesión pulmonar aguda y el síndrome de distrés respiratorio son síndromes clínicos que tienen una alta mortalidad y morbilidad; en 1994 la Conferencia del consenso americano europeo utilizó el índice de P/F como criterio de definición de estas entidades, siendo el valor P/F <300 para lesión pulmonar aguda y <200 para síndrome de distrés respiratorio. El índice de S/F fue utilizado por Rice y colaboradores en 2007 con la intención de disminuir las punciones y con la intención de llevar a cabo unos manejos menos invasivos, realizaron un estudio comparando el índice de S/F y P/F encontrando una adecuada correlación de estos. El índice S/F de 235 y 315 correspondieron respectivamente a un índice P/F de 200 y 300. Estos umbrales de S/F demostraron una excelente sensibilidad y buena especificidad en predecir los P/F correspondientes(11).

Anestesia en colecistectomía laparoscópica

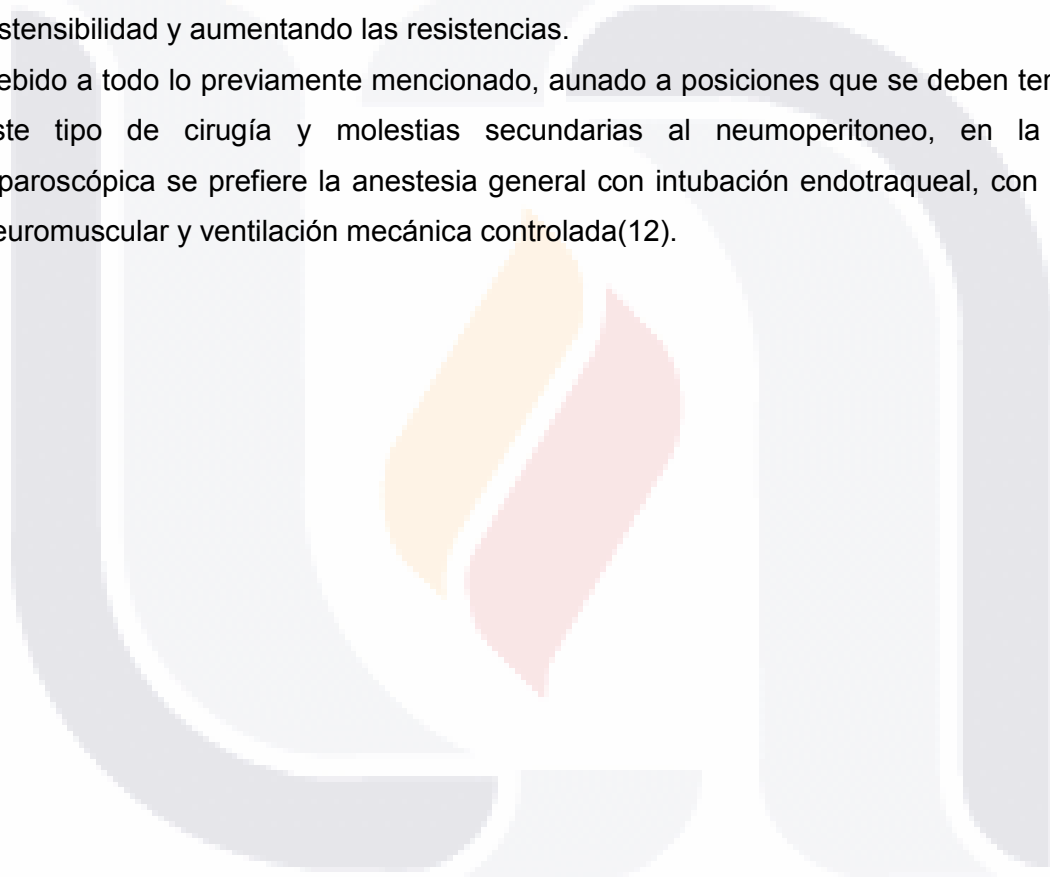
Cirugía laparoscópica

La cirugía laparoscópica es una técnica de mínima invasión en la cual se obtiene una visualización del espacio intraperitoneal a través de puertos, con la presurización de la cavidad abdominal con la técnica llamada neumoperitoneo, en la cual se utiliza dióxido de carbono para la insuflación intraperitoneal.

La insuflación intraperitoneal se logra al introducir una aguja de Veress en la cavidad abdominal, por la cual se introduce dióxido de carbono. Es importante destacar que se debe evitar un aumento de la presión intraabdominal más allá de 15 mmHg, para evitar complicaciones cardiopulmonares(12).

La cirugía laparoscópica induce cambios fisiológicos que afectan de manera multiorgánica. El sistema cardiovascular es sometido a sobrecarga durante la laparoscopia (por estresores de la precarga, el inotropismo, el ritmo y la post carga) de tal forma que estos cambios se manifiestan con un aumento de la presión arterial media, la demanda de oxígeno al miocardio y de las resistencias vasculares periféricas. A nivel respiratorio existe una hipercapnia, secundario al paso del CO₂ insuflado a la circulación sistémica, produciendo un aumento de las resistencias vasculares pulmonares, además el efecto mecánico desplaza el diafragma, disminuyendo el volumen pulmonar, la distensibilidad y aumentando las resistencias.

Debido a todo lo previamente mencionado, aunado a posiciones que se deben tener para este tipo de cirugía y molestias secundarias al neumoperitoneo, en la cirugía laparoscópica se prefiere la anestesia general con intubación endotraqueal, con bloqueo neuromuscular y ventilación mecánica controlada(12).



Planteamiento del problema

Desde 1995 se describen los primeros ensayos clínicos que incluyen usos que se puede dar a la monitorización perioperatoria del tren de cuatro. Shorten y Merk realizan un ensayo clínico unicéntrico sin enmascaramiento no aleatorizado que incluyó un total de 39 personas, este tenía como objetivo valorar si el uso de la evaluación táctil mediante la respuesta del aductor del pulgar a la estimulación TOF del nervio cubital durante la anestesia afecta la incidencia de la curarización residual. Se incluyeron personas con ASA I y II, que fueron sometidos a cirugía con anestesia con tiopenal/fentanilo y N2O enflurane; la valoración se realizó en área de recuperación 20 minutos después de la reversión y se buscó si existía reversión del bloqueo; a un grupo se realizó monitoreo con TOF y al otro no, encontrando que se trató de una población homogénea en ambos grupos. Todos fueron extubados antes de pasar a sala de recuperación, sin diferencias en la cantidad total administrada del bloqueador muscular (pancuronio) en ambos grupos sin embargo, se documentó una parálisis residual postoperatoria de 15% en el grupo TOF y 47% en el grupo al que no se realizó TOF, con lo que se concluyó inicialmente que el uso de TOF perioperatorio disminuía la incidencia de parálisis residual postoperatoria inducida por pancuronio (13).

En ese mismo año comienzan los primeros ensayos clínicos que hablan del bloqueo neuromuscular residual como un factor de riesgo para complicaciones pulmonares postoperatorias. Fue un ensayo clínico aleatorizado y enmascarado que incluyó un total de 691 adultos sometidos a cirugía abdominal, ginecológica y ortopédica bajo anestesia general y que recibieron aleatoriamente pancuronio, atracurio y vecuronio, se evaluó respuesta de TOF durante el procedimiento y se comparó con las complicaciones pulmonares hasta 6 días de seguimiento. El bloqueo residual se presentó en el grupo pancuronio y fue el grupo que más complicaciones pulmonares presentó(14).

Con lo que surge la pregunta: ¿el monitoreo neuromuscular hace alguna diferencia? Martin y colaboradores, en 1996, presentan un estudio prospectivo donde se evalúa la influencia del monitoreo neuromuscular desde la inducción anestésica hasta la extubación de la tráquea; incluyó un total de 42 pacientes de entre 18 y 73 años a los que se les iba a realizar anestesia general. Se realizó monitoreo mediante TOF y se dividió en dos grupos, uno con determinación de electromiografía y otro observando el movimiento. Se trató de grupos de características clínicas similares, a quienes se les administró cantidades

similares de bloqueo neuromuscular sin encontrar diferencias significativas en los valores, se concluye que es igual de efectivo el observar(15).

Posteriormente en 2008, desde la unidad de cuidados postanestésicos, se describe uno de los primeros estudios que habla del bloqueo neuromuscular residual y eventos respiratorios críticos, surgiendo de la premisa de que con una recuperación incompleta de la función neuromuscular se puede deteriorar la función pulmonar y de vías aéreas altas; se tomó atención a eventos respiratorios críticos documentados en los primeros 15 minutos en estancia en cuidados postanestésicos y tomando datos de los índices TOFs. Se documentó que de un total de 7459 personas que recibieron anestesia general, 61 presentaron eventos respiratorios críticos. Se seleccionaron casos con monitoreo con TOF siendo el evento más común la hipoxemia grave en 52% seguido de obstrucción de la vía respiratoria en 37%, de los cuales todos presentaban índices TOF con grave bloqueo residual, se concluye que una recuperación neuromuscular incompleta es un factor importante en el desarrollo de eventos respiratorios adversos en la unidad de cuidados postanestésicos(16).

Seguido de esto, se publica en Anesthesiology en diciembre de 2012, donde se propone que el bloqueo neuromuscular residual afecta los parámetros de las pruebas de función pulmonar en el postoperatorio inmediato; se trató de un estudio de cohorte aleatorizado prospectivo con etiqueta abierta que incluyó un total de 150 personas a las que se les administró diferentes bloqueadores neuromusculares y se les realizó una espirometría pre y postoperatoria. Se documentó que aquellas personas que tuvieron bloqueo neuromuscular residual presentaron una menor capacidad vital forzada respecto a aquellos que no (49 contra 62%), con lo que se concluye que el bloqueo residual resulta en reducción de la capacidad vital forzada y el flujo pico espiratorio en el postoperatorio inmediato, indicando alteraciones de la función muscular respiratoria(17). Los efectos residuales de los BNM pueden contribuir a la incapacidad de volver a expandir la atelectasia en las primeras horas después de una cirugía mayor(18).

Desde el punto de vista particular de nuestro medio, específicamente el Centenario Hospital Miguel Hidalgo, no se usa el TOF como parte de la monitorización de personas sometidas a bloqueo neuromuscular. Naguib en una encuesta realizada en 2010 a anestesiólogos de Estado Unidos y Europa muestran que a pesar de estar recomendado el uso del TOF, simplemente no lo realizan e inclusive los monitores cuantitativos solo están disponibles en 2.7% de los centros de práctica americana(19). Desde una carta a

editores donde se estipula que el estimulador de nervio solo es necesario en pacientes seleccionados, menciona se sabe que el bloqueo neuromuscular residual es comúnmente observado a pesar de las vidas medias de los diferentes bloqueadores musculares y esto claramente asociado a deterioro respiratorio y de vía aérea superior(20).

También en correspondencia con el criterio riesgo de neumonía postoperatoria en quien se utilizó agentes de bloqueo neuromuscular, una serie de casos quirúrgicos (n = 13 100) documentó un aumento absoluto en la incidencia postoperatoria de neumonía (9 contra 5.22 por cada 10 000 personas), con un riesgo relativo de 1.79 (19).

Otra situación a tomar en cuenta es la simplificación de la medicina, donde surgen nuevas metodologías para determinar falla respiratoria aguda; la relación existente entre la presión de oxígeno disuelta en la sangre (PaO₂) y la fracción inspirada de oxígeno es un índice que se utiliza para clasificar la gravedad de las fallas respiratorias agudas y para determinar dichos valores se requiere de una gasometría arterial. Como subrogado no invasivo para este índice se propone el uso de la relación del porcentaje de saturación de hemoglobina determinado por oximetría de pulso y la fracción inspirada de oxígeno, que al estudiarse a 2600 m sobre el nivel del mar, presentan una correlación alta (0.77, $p < 0.001$), con gran correlación en el diagnóstico de hipoxemia grave(21).

Siguiendo la vertiente de que un procedimiento quirúrgico realizado con bloqueo neuromuscular sin monitoreo del grado de bloqueo (TOF) se asociará a mayores casos de bloqueo neuromuscular residual independientemente del fármaco utilizado y que esto a su vez se asocia a eventos respiratorios críticos, disminución en capacidad vital forzada, flujo pico espiratorio e inclusive en algunas series con desarrollo de atelectasias e inclusive neumonía y utilizando el SpO₂/FiO₂ como un método no invasivo equivalente a PaO₂/FiO₂ como un marcador de falla respiratoria aguda, proponemos que el usar o no el TOF tendría repercusiones en la relación SpO₂/FiO₂ dados los efectos de bloqueo neuromuscular residual sobre la función respiratoria.

Pregunta de investigación

¿La monitorización objetiva del bloqueo neuromuscular en pacientes sometidos a colecistectomía laparoscópica bajo anestesia general disminuye las complicaciones pulmonares y la estancia intrahospitalaria?



Justificación

El uso del tren de cuatro desde 2016-2021 como método de monitoreo en el procedimiento anestésico donde se utiliza agentes bloqueadores neuromusculares, ha presentado grandes cambios de paradigma al pasar de una indicación para situaciones particulares a básicamente emplearse en todo procedimiento donde se usen estos fármacos. Sin embargo, a pesar de la creciente evidencia su uso en la práctica anestésica no ha tenido la presencia esperada. Son muchos los beneficios del uso del tren de cuatro, sobre todo enfocado en disminuir y documentar los bloqueos neuromusculares residuales, que son quienes se asocian a múltiples efectos deletéreos sobre la función respiratoria. El desarrollo de metodologías que nos permitan ofrecer más información adicional en relación al uso del TOF resulta valioso para determinar el impacto sobre la función respiratoria y posibles complicaciones que prolongan estancia hospitalaria, la necesidad de nuevos estudios y casos aislados de desenlaces no favorables. Existen diferentes formas de valorar la función respiratoria y una de las nuevas formas, que hablan inclusive de gravedad, es la relación SpO_2/FiO_2 , valor obtenido de la división de la saturación de oxígeno en la hemoglobina (determinado mediante un oxímetro de pulso) y la fracción inspirada de oxígeno. Se trata de un índice que utiliza como base un dispositivo de uso básico, completamente accesible a toda la población y cuya implementación se correlaciona con otras medidas más precisas como lo es la PaO_2/FiO_2 . El presente estudio abre la puerta a la búsqueda de nuevos instrumentos de medición presentes en todo lugar que pueden tener impacto en la toma de decisiones.

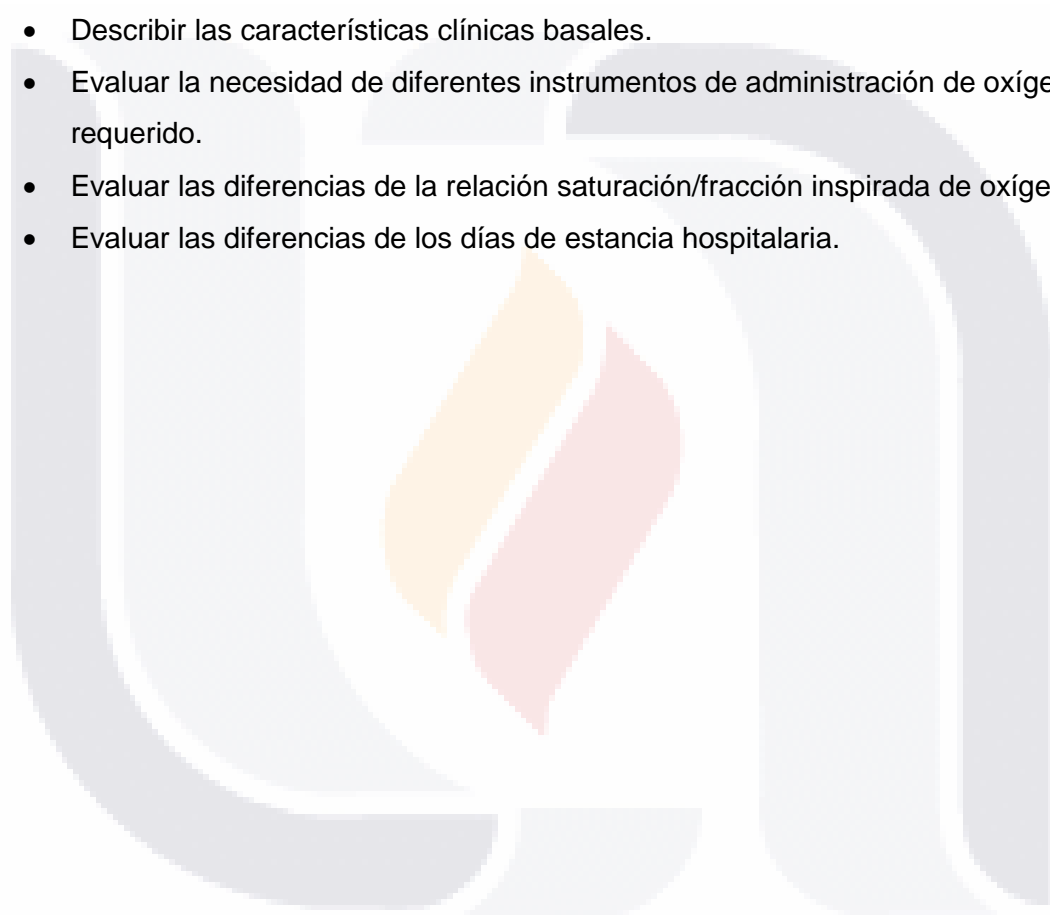
Se trata de un estudio que termina de formarme como especialista, que me llena de experiencia en investigación y aporta al conocimiento práctico y en favor de prácticas que por alguna razón u otra no tienen la presencia que deberían.

Objetivo general

Demostrar que el uso de la monitorización objetiva del bloqueo neuromuscular disminuye las complicaciones pulmonares y días de estancia intrahospitalaria en pacientes sometidos a cirugía electiva bajo anestesia general que hayan requerido el uso de bloqueadores neuromusculares.

Objetivos específicos

- Describir las características clínicas basales.
- Evaluar la necesidad de diferentes instrumentos de administración de oxígeno requerido.
- Evaluar las diferencias de la relación saturación/fracción inspirada de oxígeno.
- Evaluar las diferencias de los días de estancia hospitalaria.



Hipótesis

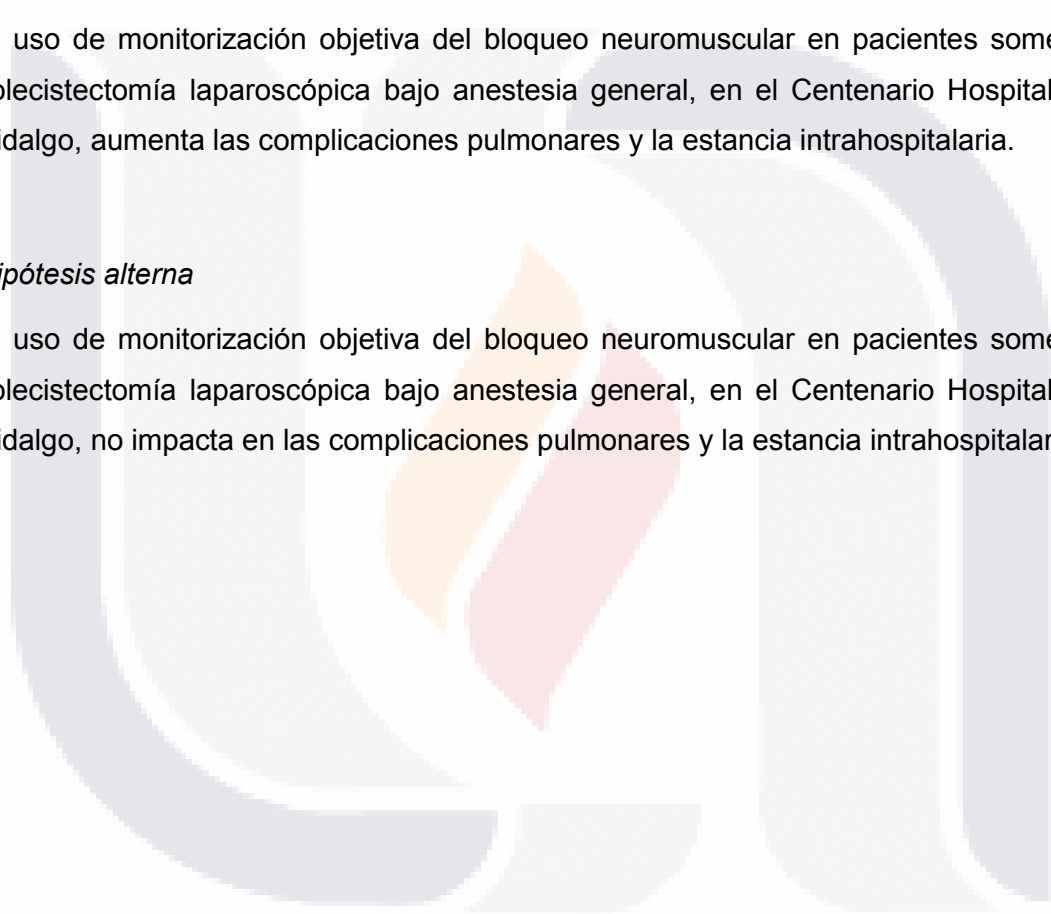
El uso de monitorización objetiva del bloqueo neuromuscular en pacientes sometidos a colecistectomía laparoscópica bajo anestesia general, en el Centenario Hospital Miguel Hidalgo, disminuye las complicaciones pulmonares y la estancia intrahospitalaria.

Hipótesis nula

El uso de monitorización objetiva del bloqueo neuromuscular en pacientes sometidos a colecistectomía laparoscópica bajo anestesia general, en el Centenario Hospital Miguel Hidalgo, aumenta las complicaciones pulmonares y la estancia intrahospitalaria.

Hipótesis alterna

El uso de monitorización objetiva del bloqueo neuromuscular en pacientes sometidos a colecistectomía laparoscópica bajo anestesia general, en el Centenario Hospital Miguel Hidalgo, no impacta en las complicaciones pulmonares y la estancia intrahospitalaria.



2. Metodología

Diseño del estudio

- Objetivo: Observacional analítico de casos y controles.
- Temporalidad: Retrospectivo.
- Muestreo: por conveniencia.
- Enmascarado: sin enmascamiento.
- Lugar: unicéntrico (Centenario Hospital Miguel Hidalgo).

Universo de estudio

Expedientes de pacientes a los que se haya realizado colecistectomía laparoscópica en los últimos 2 años, en el Centenario Hospital Miguel Hidalgo. Se realiza cálculo de muestra para variables independientes correlacionadas con test exacto de Fisher en una muestra. Donde:

$$\alpha = 0.05 \quad \beta = 0.8 \text{ (80\%)} \quad \delta = 0.5 \quad r_0 = 0 \quad r_a = 0.5$$

Con lo cual se obtiene un resultado de 30 personas.

Criterios de inclusión

- Pacientes que ingresen a la UCPA en el postoperatorio inmediato.
- ASA I-III.
- Sexo indistinto.
- Edad de 18 a 90 años.
- Pacientes a los que se les haya administrado bloqueador neuromuscular.
- Pacientes que hayan sido sometidos a colecistectomía laparoscópica.
- Cirugía no ambulatoria.
- Monitoreo intraoperatorio objetivo o no de función neuromuscular.

Criterios de exclusión

- Cirugía ambulatoria.
- Pacientes críticos que pasen a terapia intensiva.
- Pacientes con enfermedades neuromusculares de base.

- Pacientes con reversión farmacológica del bloqueo neuromuscular en transoperatorio.
- Pacientes que presenten comorbilidad de afección respiratoria
- ASA \geq IV.

Criterios de eliminación

Expediente incompleto.

Descripción de la maniobra

Se realizó una revisión del expediente clínico de pacientes sometidos a colecistectomía laparoscópica bajo anestesia general que hayan requerido el uso de bloqueador neuromuscular, se tomaron datos demográficos, saturación de oxígeno al ingreso y egreso de la unidad de cuidados post anestésicos y a las 4 horas de estancia en piso, índice SpO₂/FiO₂ en todas las mediciones, días de estancia intrahospitalaria posterior al procedimiento quirúrgico y tiempo quirúrgico.

Se realizó una base de datos en Excel con todos los datos previamente mencionados, dividiendo nuestra población en dos grupos:

- Pacientes en los que se monitorizó la función neuromuscular objetiva intraoperatoria, los cuales se asignarán al grupo de casos.
- Pacientes en los que no se monitorizó la función neuromuscular objetiva intraoperatoria, que a su vez se asignarán al grupo de controles.

Variables

Variables independientes

- Uso de *train-of-four* durante anestesia.

Variables dependientes

- SpO₂/FiO₂ ingreso UCPA.
- SpO₂/FiO₂ egreso UCPA.
- SpO₂/FiO₂ en piso.
- Días de estancia hospitalaria.

Operacionalización de variables

COD	Definición	Significado	Tipo variable	Valores
SEX	Sexo	Características con las que se nace, dividiendo en masculinos o femenios.	Nominal	0: hombre 1: mujer
EDA	Edad	Años vividos.	Discreta	18 – 90
TALL	Talla	Distancia entre piso y vertex en posición erecta.	Continua	N/A
PESO	Peso	Peso de la persona.	Continua	N/A
IMC	Índice masa corporal	Peso entre dos veces la talla.	Continua	N/A
ASA	ASA	Estado físico de acuerdo a el ASA.	Ordinal	N/A
DM	Diabetes mellitus	Diagnóstico previo de diabetes.	Dicotómica	1: sí 0: no
HAS	Hipertensión	Diagnóstico previo de hipertensión.	Dicotómica	1: sí 0: no
TOF	Train of four	Uso de TOF en cirugía.	Dicotómica	1: sí 0: no
TQX	Tiempo quirúrgico	Tiempo en minutos que dura procedimiento quirúrgico.	Discreta	0 - 500
OX1	Saturación de oxígeno	Saturación de oxígeno al llegar a UCPA.	Discreta	
FIO1	Fracción inspirada de O ₂	Fracción inspirada de oxígeno administrada al llegar a la UCPA.	Discreta	
SAFI1	Relación obtenida entre SpO ₂ /FiO ₂	Numero obtenido tras la división de la saturación entre la fracción inspirada.	Discreta	
OX2	Saturación de oxígeno	Saturación de oxígeno al salir de la UCPA.	Discreta	
FIO2	Fracción inspirada de O ₂	Fracción inspirada de oxígeno administrada al salir a la UCPA.	Discreta	
SAFI2	Relación obtenida entre SpO ₂ /FiO ₂	Número obtenido tras la división de la saturación entre la fracción inspirada.	Discreta	
OX3	Saturación de oxígeno	Saturación de oxígeno al llegar a piso de hospitalización.	Discreta	
FIO3	Fracción inspirada de O ₂	Fracción inspirada de oxígeno administrada al llegar a piso.	Discreta	
SAFI3	Relación obtenida entre SpO ₂ /FiO ₂	Número obtenido tras la división de la saturación entre la fracción inspirada.	Discreta	
DEH	Días de estancia hospitalaria	Número de días que estuvo hospitalizado.	Discreta	

Análisis estadístico

Las variables ordinales, de intervalo o razón se presentarán en tablas de distribución de frecuencias.

Prueba de normalidad con Shapiro-Wilk: determinar distribución de datos.

- Distribución normal se mostrará con media y desviación estándar.
- Distribuciones no normales se mostrarán con mediana y rangos intercuartílicos.

Se dividirán las gráficas de acuerdo con la presencia o no de la monitorización mediante el tren de cuatro.

Comparaciones:

χ^2 para evaluar la diferencia entre más de 2 categorías no paramétricas.

t de Student no pareada para variables cuantitativas normales.

Prueba de suma de rangos de Wilcoxon para variables cuantitativas no normales.

El análisis estadístico se realizará con los paquetes Excel365 y Rstudio 4.3.0.

Cronograma

	2022					2023				
	FEB ABR	MAYO JUN	JUL AGO	SEPT OCT	NOV DIC	ENE MAR	ABR JUN	JUL SEPT	OCT NOV	
Revisión bibliográfica / Marco teórico Metodología	█			█						
Comité de bioética / Investigación Recolección de datos			█			█		█		
Elaboración de resultados Análisis estadístico					█		█		█	
Discusiones Conclusiones				█		█			█	

Aspectos de bioética

Se toma en cuenta las normas mexicanas e internacionales establecidas para investigaciones en seres humanos, norma oficial mexicana NOM-012- SSA3-2012 y Reglamento de la Ley General de Salud en Materia de Investigación para la Salud, que concuerda con el Protocolo de Estambul y la Declaración de Helsinki de la Asociación Médica Mundial sobre principios éticos para las investigaciones médicas en seres humanos.

Con base al Reglamento de la Ley General de Salud en Materia de Investigación para la Salud en su título II, capítulo I, artículo 17, se considera una investigación sin riesgo.

Factilidad

Recursos humanos

Julia Natalia Rojas Terán, médico residente de Anestesiología del Centenario Hospital Miguel Hidalgo. Responsable de elaboración.

Miriam de la Luz Melchor Romo, investigador responsable, adscrito al servicio de Anestesiología del Centenario Hospital Miguel Hidalgo.

Recursos materiales

- Hojas de recolección de datos.

- Equipo de cómputo (personal).
- Bolígrafos.
- Base de datos del Centenario Hospital Miguel Hidalgo.
- Programas de análisis estadístico.

Presupuesto

Se requiere de continuación y solicitud de fármaco principal de esta investigación en el presupuesto del Centenario Hospital Miguel Hidalgo.

Conflictos de interés

Ninguno. Sin conflicto de interés derivado de la pretensión de obtener beneficios económicos, por sí mismo, o a través de la participación del sector salud.

3. Resultados

Se realizó la búsqueda en base de datos del servicio de informática del Centenario Hospital Miguel Hidalgo donde se insertó la palabra clave “colecistectomía laparoscópica” en notas posoperatorias del expediente electrónico en un periodo de máximo dos años. Se registró un total de 70 personas a las que se le realizó colecistectomía laparoscópica, (de los cuales 22 expedientes estaban incompletos), para posteriormente dividirlos en dos grupos, el grupo a quien se le realiza monitoreo neuromuscular con TOF (grupo A) con 25 casos y un grupo sin el monitoreo (grupo B) con 23 casos (figura 1).

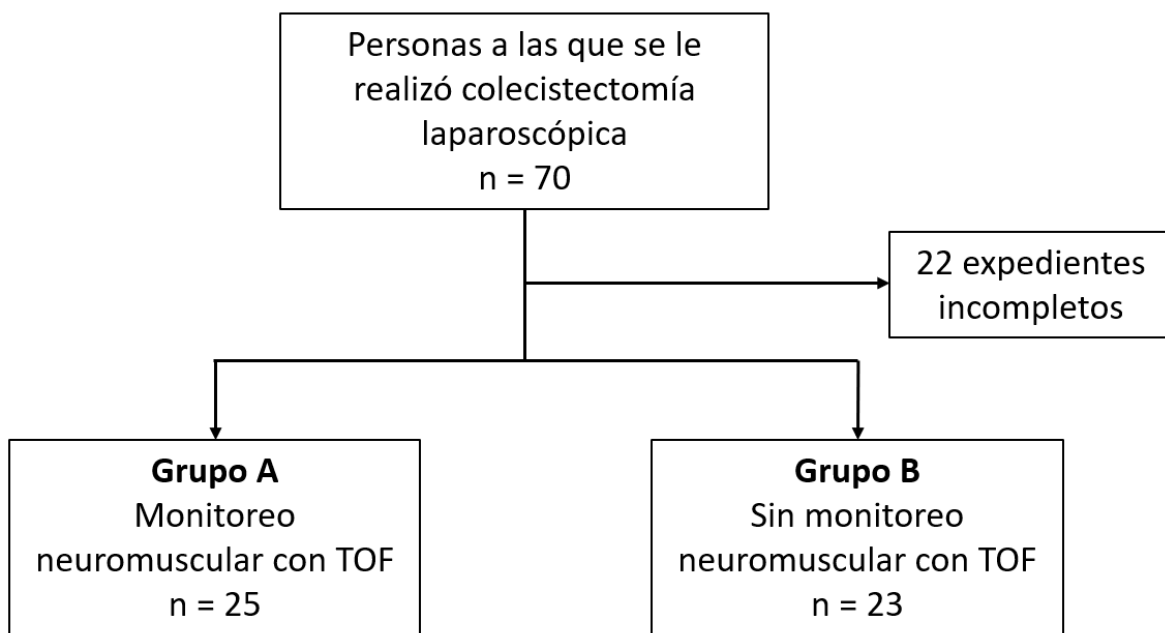


Figura 1. Diagrama de flujo de criterios de selección.

En cuanto a las características del estudio, se trató en su mayoría de mujeres con un total de 32 personas (67%) y 16 hombres (33%) y que se distribuyó en forma similar tanto en el grupo que se monitorizó con TOF y el grupo que no ($p = 0.9186$) (figura 2). En cuanto a la edad, encontramos para el grupo TOF una mediana de 37 años (23 – 57) contra 26 años (21 – 33) del grupo no monitorizado sin esto llegar a ser significativamente diferente ($p = 0.0752$)(figura 3); para la talla paso algo similar con una tal media de $1\ 67 \pm 6$ cm contra el grupo no monitorizado con TOF que fue de $1\ 64 \pm 6$ cm, nuevamente sin tratarse de una diferencia significativa ($p = 0.0624$) (figura 4). La distribución de peso e índice de masa corporal fueron muy similares sin llegar a ser significativos (figura 5 y 6). La gran mayoría de la población atendida fueron personas con comorbilidades controladas, siendo 23 (48%), seguido de personas sanas sin comorbilidades con un total de 22 (46%) y

finalmente personas con comorbilidades graves con 3 casos (6%) que al comparar en ambos grupos presentaron una distribución similar ($p = 0.3923, 0.9807$ y 0.9887 respectivamente) (figura 7). También respecto a las comorbilidades reportadas, la diabetes mellitus fue presente en 3 casos de ambos grupos y la hipertensión en 7 casos del grupo TOF y 2 del grupo no TOF, sin esto suponer diferencia (figura 8). El tiempo quirúrgico sí fue diferente en ambos grupos siendo menor en la población que fue monitorizada con TOF con un total de 103 (90 – 120) minutos respecto a 120 (100 – 180) minutos en el grupo que no se realizó monitorización (tabla 3).

Tabla 3. Características clínicas basales.

	Grupo A (TOF) n = 25	Grupo B (No TOF) n = 23	p
Género			
Femenino, %	16 (64%)	16 (69%)	0.9186
Masculino, %	9 (36%)	7 (31%)	
Edad, años	37 (23 – 57)	26 (21 – 33)	0.0752
Talla, cm	1 67 ± 6	1 64 ± 6	0.0624
Peso, kg	73.5 (61 – 80)	70 (65 – 80)	0.9489
IMC, kg/m2	26.7 (22.4 – 28.1)	25.7 (23.2 – 31.6)	0.8149
Estado físico ASA			
Clase 1	12 (48%)	10 (43%)	0.9807
Clase 2	10 (40%)	13 (57%)	0.3923
Clase 3	3 (12%)	0	0.9881
Comorbilidades			
Diabetes	3 (12%)	3 (13%)	1
Hipertensión	7 (28%)	2 (9%)	0.1797
Tiempo quirúrgico	103 (90 – 120)	120 (100 – 180)	0.0125*

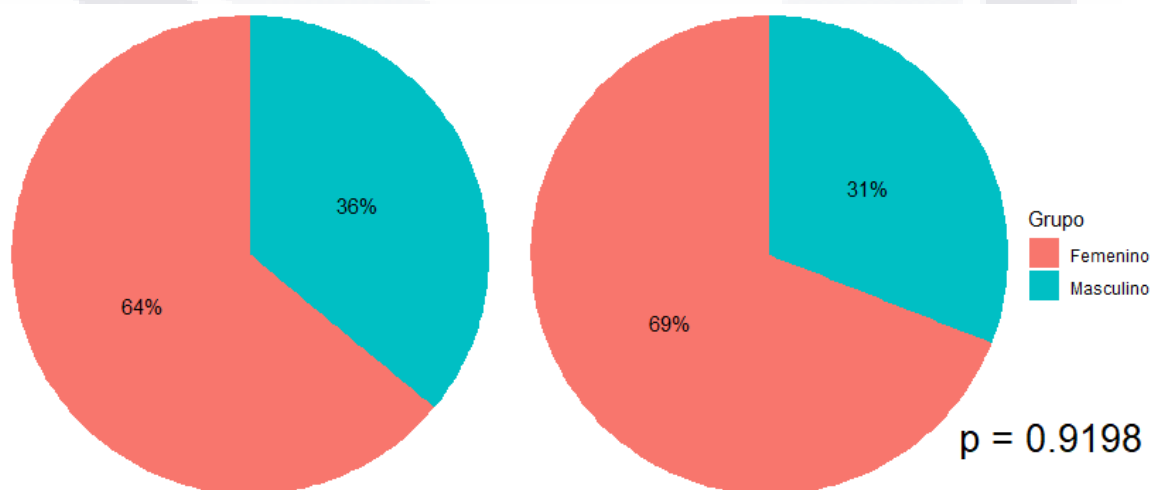


Figura 2. Gráfica de pasteles en relación con los géneros estudiados, a la izquierda el grupo no TOF contra la derecha el grupo TOF, $p = 0.9198$.

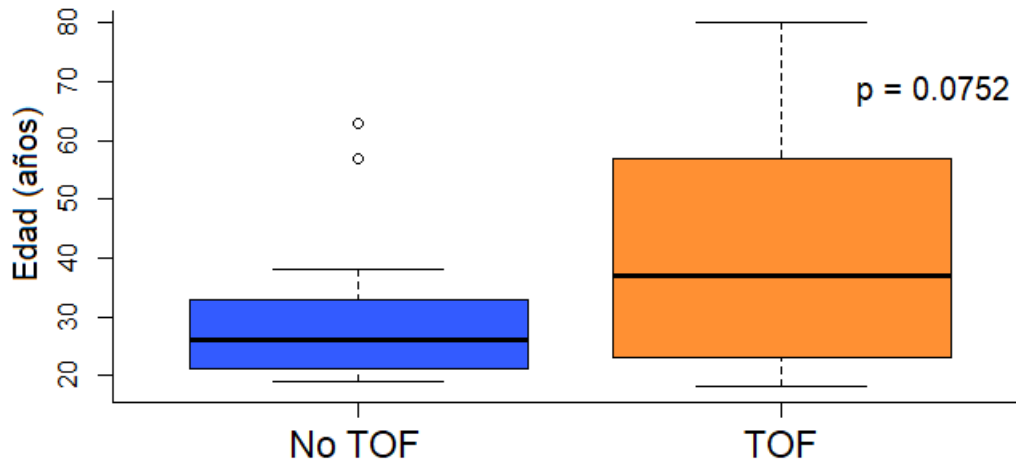


Figura 3. Gráfica de cajas y bigotes que muestra la distribución de edades del grupo no TOF contra el grupo TOF, $p = 0.0752$.

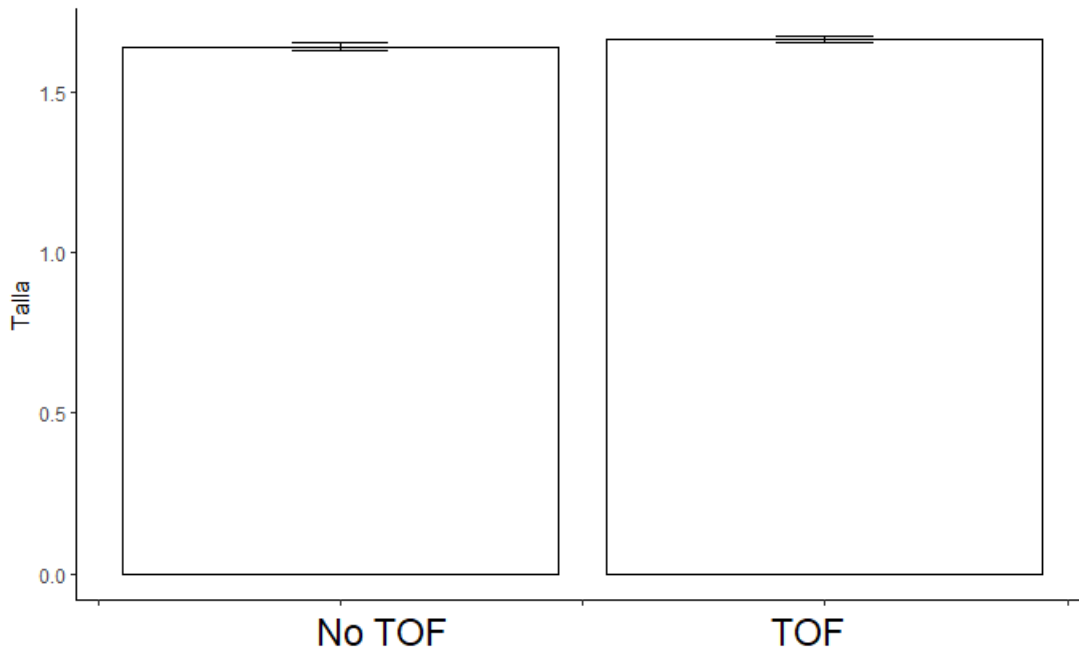


Figura 4. Gráfica de barras que muestra la media de talla con error medio del grupo no TOF contra el grupo TOF, $p = 0.0624$.

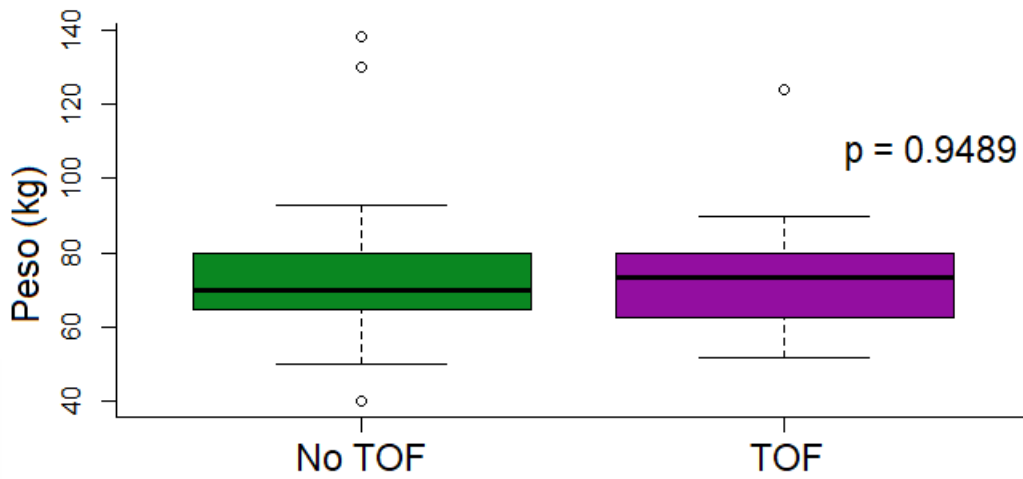


Figura 5. Gráfica de cajas y bigotes que muestra la distribución de pesos, mediana y sus rangos intercuartílicos del grupo no TOF contra el grupo TOF.

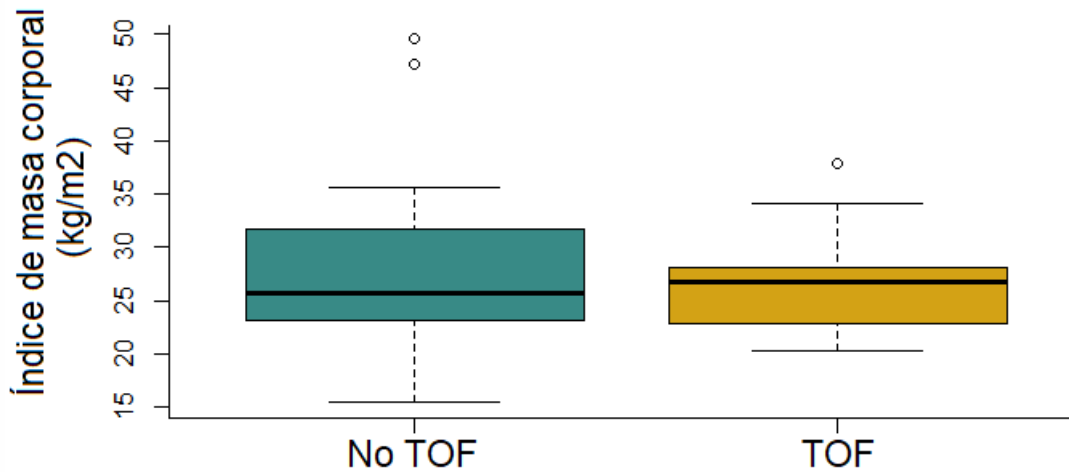


Figura 6. Gráfica de cajas y bigotes que muestra la distribución de índice de masa corporal, medianas y sus rangos intercuartílicos del grupo no TOF contra el grupo TOF.

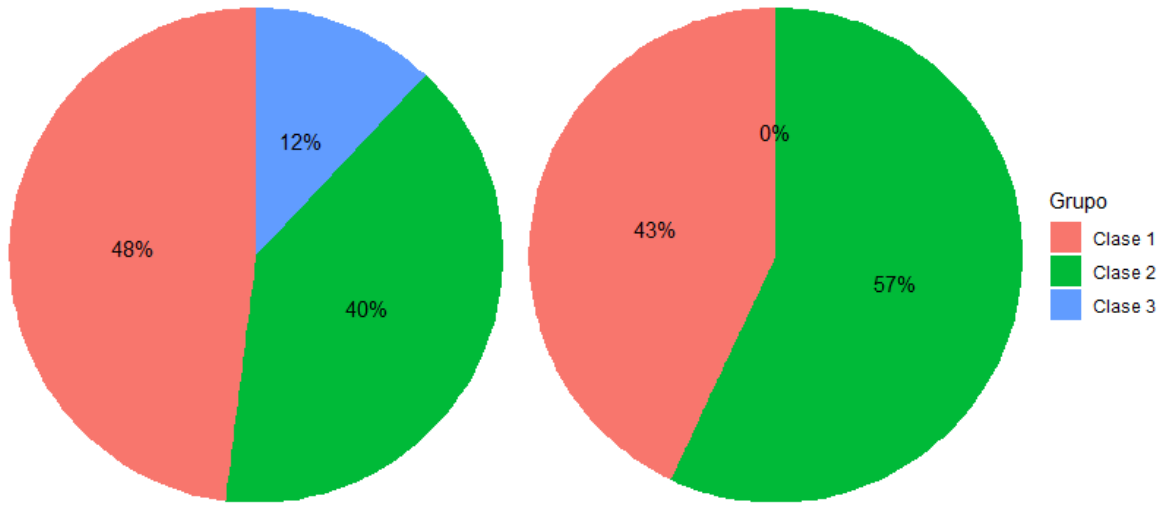


Figura 7. Gráfica de pastel de los diferentes estados físicos de el ASA.

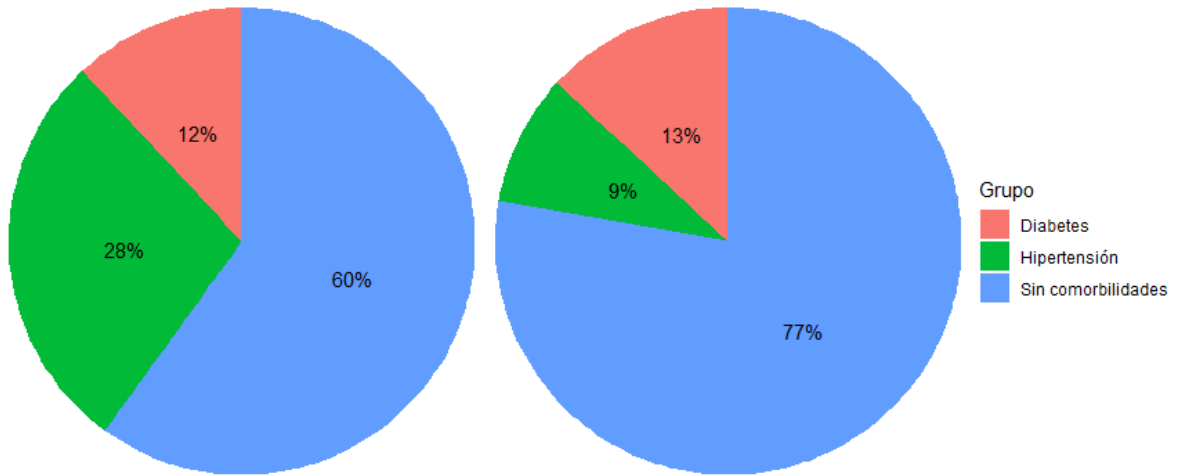


Figura 8. Gráfica de pastel de las diferentes comorbilidades.

Una vez ingresados a la unidad de cuidados posanestésicos se procedió a realizar diferentes mediciones, siendo la variable interés para este caso la saturación de oxígeno y la fracción inspirada. Al ingreso a esta unidad hubo diferencia entre el grupo TOF del grupo no TOF, con una mayor saturación de oxígeno 96% (95 – 97) contra 93% (92 – 97) ($p = 0.0119$) y una menor necesidad de aporte de oxígeno con una fracción inspirada de oxígeno de 28% (28 – 31.5) contra 32% (28 – 35) ($p = 0.0449$). Al utilizar el índice SpO_2/FiO_2 la diferencia se hace aún mayor con una SpO_2/FiO_2 de 3.43 (3.0 – 3.5) contra 2.95 (2.8 – 3.28) ($p = 0.0027$) (Figura 9). Respecto al momento de egreso de la unidad de cuidados posanestésicos todos los pacientes en ambos grupos se encontraron con una fracción inspirada de oxígeno de 21% (sin aporte de oxígeno) también presentaban una

saturación de oxígeno similar en ambos grupos con una mediana de 95% ($p = 0.7375$). Dado que el índice surge de un cociente también la SpO_2/FiO_2 fue similar a la saturación de oxígeno (figura 9). Posteriormente, en su recepción en piso de hospitalización se volvió a realizar la determinación de los valores en donde para esta ocasión nuevamente se encontró diferencias en el grupo TOF respecto al grupo no TOF con una mayor saturación de oxígeno en el grupo TOF con una mediana de 97% (95 – 98) contra 95% (93 – 96) del grupo no TOF ($p = 0.0038$), y dado que en ambos grupos no tenían aporte de oxígeno la SpO_2/FiO_2 también fue significativamente diferente, con un puntaje de 4.61 (4.52 – 4.66) para el grupo TOF y un puntaje de 4.52 (4.42 – 4.57) para el grupo en el cual no se utilizó el TOF ($p = 0.0038$) (Figura 10) (tabla 4).

Tabla 4. Evaluación de función respiratoria mediante saturación y fracción inspirada de oxígeno posanestésica.

	Grupo A (TOF) n = 25	Grupo B (No TOF) n = 23	p
Ingreso UCPA			
Saturación O2	96 (95 – 97)	93 (92 – 97)	0.0119
FiO2	28 (28 – 31.5)	32 (28 – 35)	0.0449
SpO2/FiO2	3.43 (3.0 – 3.5)	2.95 (2.8 – 3.28)	0.0027
Egreso UCPA			
Saturación O2	95 (93 – 96.75)	95 (93 – 96)	0.7375
FiO2	21	21	N/A
SpO2/FiO2	4.52 (4.42 – 4.60)	4.52 (5.42 – 4.57)	0.7375
En piso hospitalización			
Saturación O2	97 (95 – 98)	95 (93 – 96)	0.0038
FiO2	21	21	N/A
SpO2/FiO2	4.61 (4.52 – 4.66)	4.52 (4.42 – 4.57)	0.0038
Días de estancia hospitalaria	2 (2 – 3)	2 (2 – 3)	0.892

Finalmente, en relación con la estancia hospitalaria, tanto el grupo a quien se le realizó TOF y el que no presentaron una estancia hospitalaria similar con una mediana de 2 días para ambos casos ($p = 0.892$) (figura 11) (tabla 4).

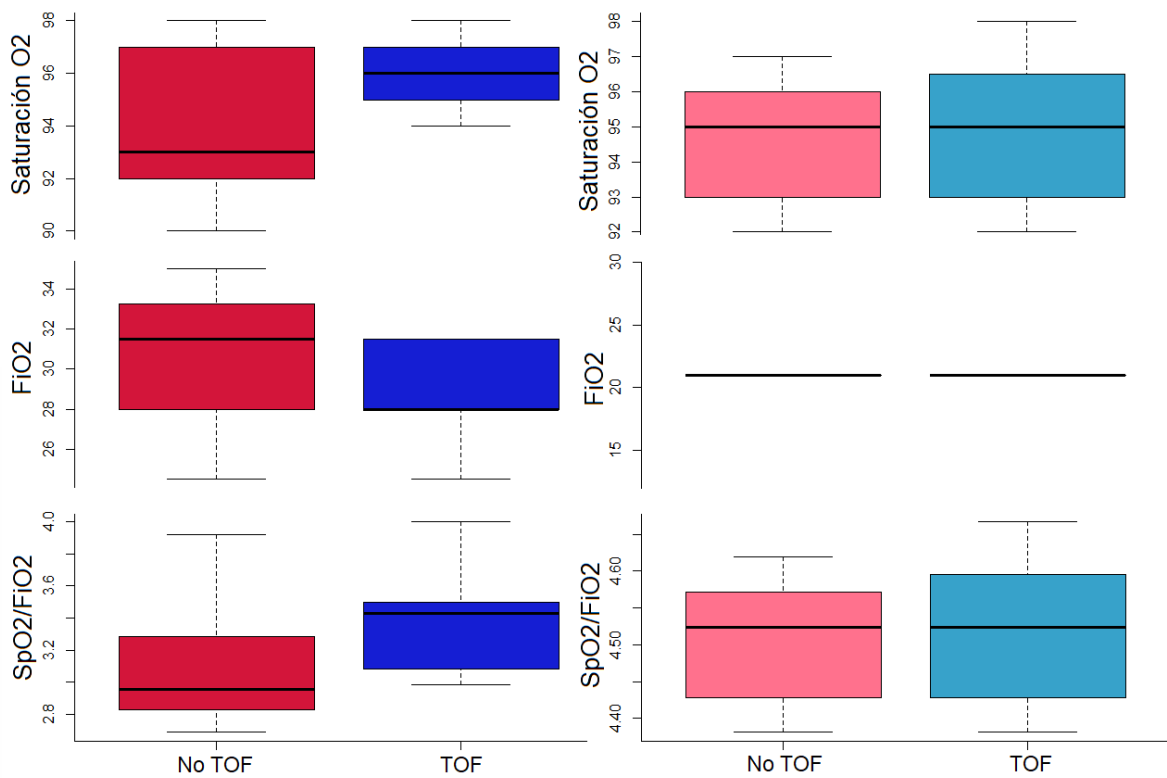


Figura 9. Gráfica de caja y bigotes para la comparación de saturación, fracción inspirada de oxígeno y SpO2/FiO2 en los grupos TOF y no TOF al ingreso de UCPA y a su egreso.

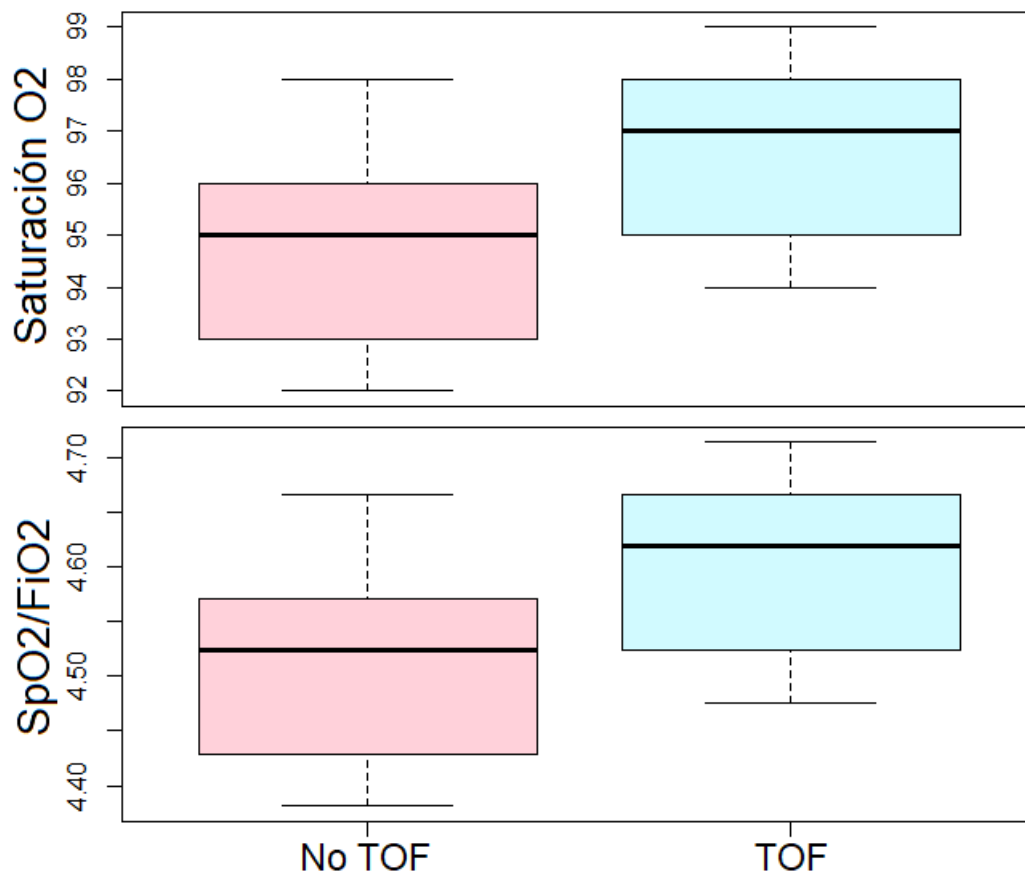


Figura 10. Gráfica de caja y bigotes para la comparación de saturación, fracción inspirada de oxígeno y SpO2/FiO2 en los grupos TOF y no TOF al ingreso de hospitalización.

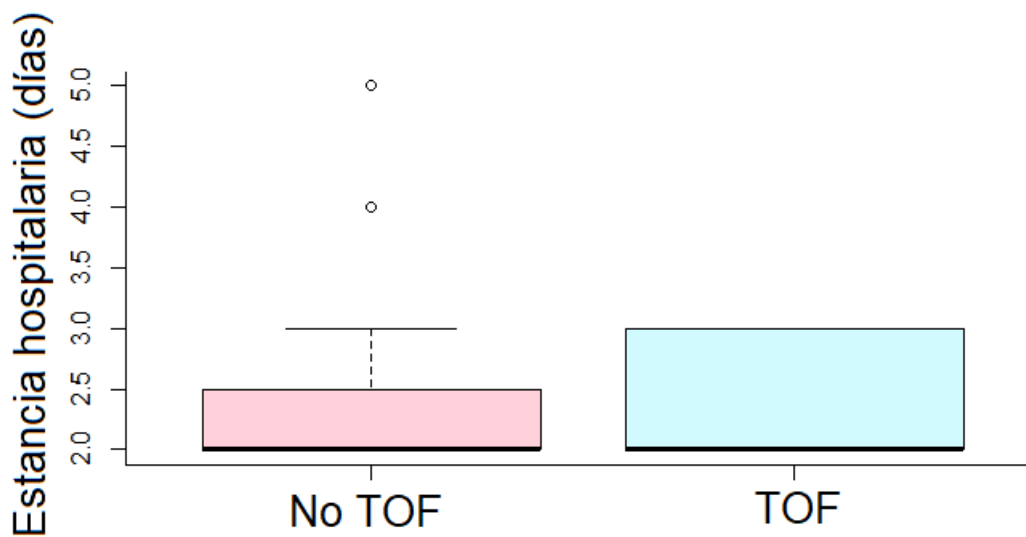


Figura 11. Gráfica de caja y bigotes para la comparación de la estancia hospitalaria y los grupos TOF y no TOF al ingreso de hospitalización.

4. Discusiones

Previo al inicio de la monitorización neuromuscular transanestésica, múltiples estudios daban tanta importancia al bloqueo neuromuscular residual dado sus efectos adversos que se comenzó a administrar antidotos, como lo fue la neostigmina, piridostigmina y edrofonio administrado en forma preventiva al pasar a las unidades de cuidados postanestésicos (22,23).

Desde el principio de uso del TOF como herramienta de utilidad en la monitorización anestésica, uno de los enfoques principales ha sido sus efectos a nivel respiratorio dado el efecto adverso a nivel de musculatura respiratoria que un bloqueo neuromuscular no controlado puede llegar a producir. La primer evidencia en relación con los efectos de la monitorización del TOF durante los procedimientos anestésicos fue una serie de casos reportada por Eriksson y colaboradores en 1992, donde a un total de 11 personas se analizó los efectos del vecuronio y diferentes grados de bloqueos neuromuscular determinados con el uso de TOF. En forma inicial no reporta cambios en cuanto a retención de dióxido de carbono, sin embargo, sí mayores respuestas hipoxémicas a mayores estados de bloqueo neuromuscular(24), que como variable subrogada podemos observar que la no monitorización del bloqueo neuromuscular se asocia a una mayor desaturación y requerimiento de oxígeno, sin definir claramente si se trata de lo complicado que es caer en la sobre medicación o si se tratan de otros factores. Este mismo investigador, un año después, trató de definir lo que denominó respuesta ventilatoria hipóxica e hipercápnica en un estudio realizado en 10 voluntarios sanos, donde concluye que un bloqueo neuromuscular incompleto se asocia a mayores respuestas hipoxicas durante el bloqueo neuromuscular y que esta respuesta es más frecuente que la respuesta hipercápnica; en este estudio se utilizó la saturación de oxígeno como parámetro de análisis sin encontrar diferencias significativas durante el bloqueo(25) situación que, sin embargo, no se abordó en nuestro estudio, habla de la importante relación existente entre función respiratoria y un adecuado bloqueo neuromuscular.

Uno de los primeros ensayos clínicos del uso de TOF en la monitorización anestésica fue el realizado por Shorten y Merk en 1995, donde tras un ensayo clínico que incluyó a un total de 39 personas que requirieron de bloqueo neuromuscular el uso del TOF disminuyó en forma significativa la parálisis residual postoperatoria (15 contra 47%) (13), que si bien podría parecer no tener nada que ver, la parálisis residual postoperatoria tiene grandes

efectos a nivel de diferentes músculos, entre los cuales puede incluirse la musculatura respiratoria y esto traducirse en hipoxia e hipercapnia. Cabe recalcar que como tal no se realizó dicha exploración en nuestra muestra, la variable subrogada de la función respiratoria como lo son la saturación de oxígeno, el aporte de oxígeno necesario para llevarlo a metas y el cociente resultante de estos se ven claramente documentados en nuestro estudio. Otro estudio realizado poco tiempo después, de una muestra de mayor tamaño (n = 691), también documentó el aumento del porcentaje de complicaciones pulmonares. Además de estudiar el impacto del uso de TOF también comparó diferentes anestésicos, siendo el más frecuente asociado al uso del pancuronio (15). Nuevamente, en relación con lo reportado en nuestra muestra, si bien no se presentaron mayores efectos reportados, sí presentaron una disminución significativa entre la monitorización con parámetros relacionados al estado de oxigenación corporal.

En miras de lo importante que es el poder disminuir las complicaciones pulmonares, surge un estudio que se enfoca en eventos respiratorios críticos (definidos como obstrucción de vía aérea superior que requieren de intervención, hipoxemia leve a moderada aun con uso de oxígeno y que no mejoran con intervención, hipoxemia grave, distrés respiratorio, incapacidad para respiración profunda o disnea), donde documentaron una incidencia de 0.8% y donde documentaron que una recuperación neuromuscular incompleta era uno de los principales factores asociados(16) al comparar los resultados con lo documentado en nuestra muestra, el tamaño de nuestra muestra hace probable no documentar casos graves de hipoxemia.

Está descrito que el uso de bloqueo neuromuscular afecta parámetros de las pruebas de función respiratoria. Un ensayo clínico realizado a 150 voluntarios sanos sometidos a diferentes bloqueadores neuromusculares se documentó que la capacidad vital forzada y el flujo pico espiratorio disminuyen en algún porcentaje en forma significativa en el postoperatorio inmediato(17), que da como resultado la afección de un parámetro no objetivo como lo es la respiración profunda. Como tal, en el estudio no reportan niveles de oxigenación, pero nuevamente hablado de un parámetro subrogado de la función respiratoria que es nuestra propuesta del uso de la SpO₂/FiO₂ (SA/FI), se vio afectado también.

De alguna forma, estos hallazgos, asociados a una pobre/nula monitorización del bloqueo neuromuscular, impactan en forma importante en grandes revisiones sistemáticas, donde se sabe que el riesgo relativo al uso de bloqueadores neuromusculares donde se

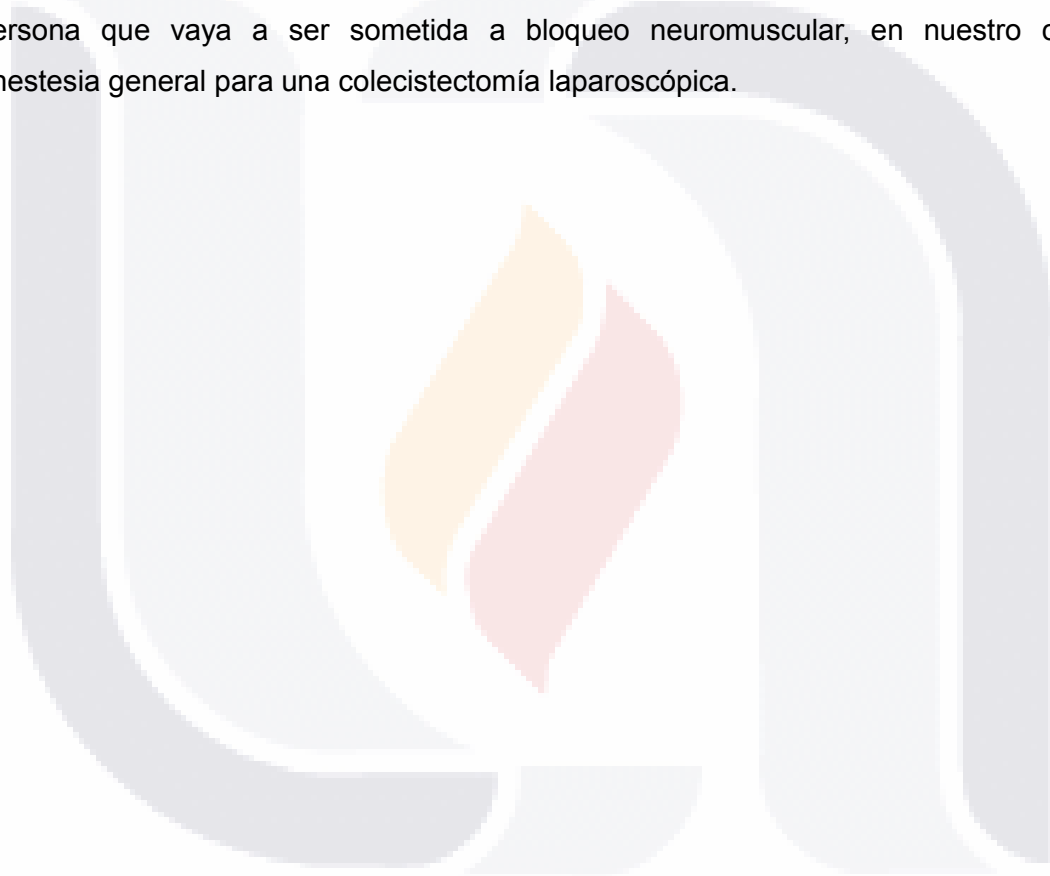
presenta bloqueo residual es de 1.79 para el desarrollo de afecciones pulmonares como la neumonía.

Dado lo que ya se sabe sobre el uso de la SpO₂/FiO₂ como un parámetro válido de detección de hipoxemia y falla respiratoria(21), es de gran importancia denotar que resulta un parámetro que se ve afectado en forma significativa en el posanestésico inmediato en aquellas personas a las que no se les monitorizó el bloqueo neuromuscular, sin necesariamente presentar bloqueo residual.



5. Conclusiones

La monitorización objetiva del bloqueo neuromuscular de pacientes que fueron sometidos a colecistectomía laparoscópica bajo anestesia general se asoció a mejores niveles de saturación, menor requerimiento de oxígeno y mejores índices SpO_2/FiO_2 durante el periodo posanestésico y perdurando hasta la estancia hospitalaria. El uso del TOF se realizó en forma homogénea y el uso de la SpO_2/FiO_2 aumenta el rendimiento de la diferencia para determinar personas con alguna complicación respiratoria. El estudio brinda información relevante que apoya el uso de la monitorización con TOF a toda persona que vaya a ser sometida a bloqueo neuromuscular, en nuestro contexto anestesia general para una colecistectomía laparoscópica.



Glosario

Bloqueadores neuromusculares: Fármacos que actúan a nivel de la unión neuromuscular, evitando la transmisión nerviosa por diferentes mecanismos, impidiendo la contracción muscular.

Bloqueo neuromuscular residual: Falta en la recuperación neuromuscular, secundario al uso de bloqueadores neuromusculares, que se presenta cuando se tiene un índice de TOF < 0.9

Monitoreo neuromuscular: Vigilancia del bloqueo neuromuscular a través de instrumentos que permiten tanto la estimulación de un nervio periférico como la cuantificación y el registro de la respuesta evocada a la estimulación nerviosa.

Tren de cuatro: TOF por sus siglas en inglés, es un tipo de estimulación nerviosa que se realiza para valorar el grado de bloqueo neuromuscular, esta consiste en cuatro estímulos con intensidad de 1-2 Hz (T1, T2, T3 y T4).

Índice de SAFI: Relación entre la saturación de oxígeno y la FiO_2 , que valora de forma objetiva la función pulmonar, empleado de forma habitual en pacientes con lesión pulmonar aguda, como una alternativa no invasiva al índice de Kirby o de PaO_2/FiO_2 .

Índice de Kirby: Cociente que se realiza entre la presión parcial de oxígeno tomada de una gasometría arterial y la FiO_2 , mide indirectamente la lesión pulmonar y se asocia con mortalidad.

Complicaciones pulmonares post operatorias: Entidades a nivel pulmonar, que se presentan después de un evento anestésico-quirúrgico y que son causas determinantes morbilidad, mortalidad y estancias hospitalarias prolongadas en el periodo post operatorio.

Referencias

1. Baillard C, Clec'h C, Catineau J, Salhi F, Gehan G, Cupa M, et al. Postoperative residual neuromuscular block: a survey of management. *Br J Anaesth* [Internet]. 2005 [cited 2023 Nov 21];95(5):622–6. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/16183681/>
2. Miller, R. D., & Afton-Bird, G. (2005). *Miller anestesia* (6a. ed.). Reversión (antagonismo) del bloqueo neuromuscular, (p. 995-1025) Madrid [etc.]: Elsevier.
3. 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* [Internet]. 2023 Jan 1 [cited 2023 Nov 21];138(1):13–41. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/36520073/>
4. Naguib M, Brull SJ, Kopman AF, Hunter JM, Fülesdi B, Arkes HR, et al. Consensus Statement on Perioperative Use of Neuromuscular Monitoring. *Anesth Analg* [Internet]. 2018 Jul 1 [cited 2023 Nov 21];127(1):71–80. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/29200077/>
5. Ali HH, Utting JE, Gray C. Stimulus frequency in the detection of neuromuscular block in humans. *Br J Anaesth* [Internet]. 1970 [cited 2023 Nov 21];42(11):967–78. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/5488360/>
6. Ali HH, Utting JE, Gray TC. Quantitative assessment of residual antidepolarizing block. I. *Br J Anaesth* [Internet]. 1971 [cited 2023 Nov 21];43(5):473–7. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/4254031/>
7. Kopman AF, Yee PS, Neuman GG. Relationship of the train-of-four fade ratio to clinical signs and symptoms of residual paralysis in awake volunteers. *Anesthesiology* [Internet]. 1997 [cited 2023 Nov 21];86(4):765–71. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/9105219/>
8. Sundman E, Witt H, Olsson R, Ekberg O, Kuylenstierna R, Eriksson LI. The incidence and mechanisms of pharyngeal and upper esophageal dysfunction in partially paralyzed humans: pharyngeal videoradiography and simultaneous manometry after atracurium. *Anesthesiology* [Internet]. 2000 [cited 2023 Nov 21];92(4):977–84. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/10754616/>

9. Cammu G. Residual Neuromuscular Blockade and Postoperative Pulmonary Complications: What Does the Recent Evidence Demonstrate? *Curr Anesthesiol Rep* [Internet]. 2020 Jun 1 [cited 2023 Nov 21];10(2):131. Available from: [/pmc/articles/PMC7222856/](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/3222856/)
10. Canet J, Gallart L, Gomar C, Paluzie G, Vallès J, Castillo J, et al. Prediction of postoperative pulmonary complications in a population-based surgical cohort. *Anesthesiology* [Internet]. 2010 [cited 2023 Nov 21];113(6):1338–50. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/21045639/>
11. Rice TW, Wheeler AP, Bernard GR, Hayden DL, Schoenfeld DA, Ware LB. Comparison of the SpO₂/FIO₂ ratio and the PaO₂/FIO₂ ratio in patients with acute lung injury or ARDS. *Chest* [Internet]. 2007 [cited 2023 Nov 21];132(2):410–7. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/17573487/>
12. Barash PG, Besares Coria E, Peña Reyes AA, Sánchez Rojas P, [fabricante no identificado]. Barash, Cullen, Stoelting, fundamentos de anestesia clínica. [cited 2023 Nov 21]; Available from: <https://www.lww.co.uk/9788418892141/barash-cullen-y-stoelting-fundamentos-de-anestesia-clinica/>
13. Shorten GD, Merk H, Sieber T. Perioperative train-of-four monitoring and residual curarization. *Can J Anaesth* [Internet]. 1995 Aug [cited 2023 Nov 9];42(8):711–5. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/7586111/>
14. Berg H, Viby-Mogensen J, Roed J, Mortensen CR, Engbæk J, Skovgaard LT, et al. Residual neuromuscular block is a risk factor for postoperative pulmonary complications. A prospective, randomised, and blinded study of postoperative pulmonary complications after atracurium, vecuronium and pancuronium. *Acta Anaesthesiol Scand* [Internet]. 1997 [cited 2023 Nov 9];41(9):1095–103. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/9366929/>
15. Martin R, Bourdua I, Thériault S, Tétrault JP, Pilote M. Neuromuscular monitoring: does it make a difference? *Can J Anaesth* [Internet]. 1996 [cited 2023 Nov 9];43(6):585–8. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/8773865/>
16. Murphy GS, Szokol JW, Marymont JH, Greenberg SB, Avram MJ, Vender JS. Residual neuromuscular blockade and critical respiratory events in the postanesthesia care unit. *Anesth Analg* [Internet]. 2008 [cited 2023 Nov 9];107(1):130–7. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/18635478/>

17. Kumar GV, Nair AP, Murthy HS, Jalaja KR, Ramachandra K, Parameshwara G. Residual neuromuscular blockade affects postoperative pulmonary function. *Anesthesiology* [Internet]. 2012 Dec [cited 2023 Nov 9];117(6):1234–44. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/23090145/>
18. Miskovic A, Lumb AB. Postoperative pulmonary complications. *Br J Anaesth* [Internet]. 2017 Mar 1 [cited 2023 Nov 9];118(3):317–34. Available from: <http://www.bjanaesthesia.org/article/S0007091217302015/fulltext>
19. 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* [Internet]. 2010 [cited 2023 Nov 9];111(1):110–9. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/19910616/>
20. Hudson RJ. Neuromuscular monitoring should be required when neuromuscular blocking drugs are used: Is it time to change the Canadian guidelines? *Canadian Journal of Anesthesia* [Internet]. 2016 Jul 1 [cited 2023 Nov 9];63(7):891. Available from: <https://link.springer.com/article/10.1007/s12630-016-0639-5>
21. Ortiz G, Bastidas A, Garay-Fernández M, Lara A, Benavides M, Rocha E, et al. Correlation and validity of imputed PaO₂/FiO₂ and SpO₂/FiO₂ in patients with invasive mechanical ventilation at 2600m above sea level. *Med Intensiva* [Internet]. 2022 Sep [cited 2023 Nov 9];46(9):501–7. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/36057441/>
22. Ferguson A, Egerszegi P, Bevan DR. Neostigmine, pyridostigmine, and edrophonium as antagonists of pancuronium. *Anesthesiology*. 1980;53(5):390–4.
23. Magorian TT, Lynam DP, Caldwell JE, Miller RD. Can early administration of neostigmine, in single or repeated doses, alter the course of neuromuscular recovery from a vecuronium-induced neuromuscular blockade? *Anesthesiology* [Internet]. 1990 [cited 2023 Nov 20];73(3):410–4. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/1975484/>
24. Eriksson LI, Lennmarken C, Wyon N, Johnson A. Attenuated ventilatory response to hypoxaemia at vecuronium-induced partial neuromuscular block. *Acta Anaesthesiol Scand* [Internet]. 1992 [cited 2023 Nov 20];36(7):710–5. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/1359723/>
25. Eriksson LI, Sato M, Severinghaus JW. Effect of a vecuronium-induced partial neuromuscular block on hypoxic ventilatory response. *Anesthesiology* [Internet].

1993 [cited 2023 Nov 20];78(4):693–9. Available from:
<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/8096684/>



ANEXO A. HOJA DE RECOLECCIÓN DE DATOS.

EXPEDIENTE: _____ EDAD: _____ SEXO: M/F
TALLA: _____ PESO: _____ IMC: _____ ASA: _____

COMORBILIDADES: DM / HTA / OTROS: _____

TIEMPO QUIRÚRGICO: _____ DÍAS DE ESTANCIA INTRHOSPITALARIA: _____

SPO2 INGRESO UCPA: _____ FIO2 INGRESO UCPA: _____ SAFI INGRESO UCPA: _____

SPO2 EGRESO UCPA: _____ FIO2 EGRESO UCPA: _____ SAFI EGRESO UCPA: _____

SPO2 PISO: _____ FIO2 PISO: _____ SAFI PISO: _____

USO DE TOF: SÍ/NO

