



BENEMÉRITA UNIVERSIDAD  
AUTÓNOMA DE PUEBLA.

---

FACULTAD DE MEDICINA.  
HOSPITAL GENERAL DE CHOLULA.

**“INCIDENCIA DE BLOQUEO NEUROMUSCULAR RESIDUAL CON EL USO DE  
RELAJANTES MUSCULARES NO DESPOLARIZANTES EN  
COLECISTECTOMÍAS LAPAROSCÓPICAS”.**

TESIS DE POSGRADO  
Presentada para obtener el título de  
**ESPECIALISTA EN ANESTESIOLOGÍA**

PRESENTA:  
**GARCÍA CONTRERAS NOEMÍ JUDITH**

ASESOR EXPERTO  
**ESP. EN ANESTESIOLOGÍA. DR. CARLOS CARRASCO VERA**

ASESOR METODOLÓGICO  
**ESP. EN ANESTESIOLOGÍA DR. MIGUEL CALVA MALDONADO.**



Secretaría  
de Salud  
Gobierno de Puebla

H. Puebla de Zaragoza, Enero 2021

## ÍNDICE

I. Agradecimientos.....	3
II. Tabla de abreviaturas.....	4
III. Resumen.....	5
IV. Introducción.....	7
V. Marco teórico	
5.1 Antecedentes generales.....	8
5.2 Antecedentes específicos.....	19
VI. Justificación.....	21
VII. Planteamiento del problema.....	22
VIII. Hipótesis.....	23
IX. Objetivos.	
9.1 Objetivo general.....	24
9.2 Objetivos específicos.....	24
X. Material y métodos.....	25
XI. Resultados .....	31
XII. Discusión .....	43
XIII. Conclusiones .....	44
XIV. Consideraciones éticas.....	45
XV. Anexos .....	49
XVI. Bibliografía .....	51

## I. AGRADECIMIENTOS.

-A mi familia, por su apoyo incondicional, consejos y apoyo que siempre me han brindado en cada paso. Mi madre y mi hermano son el motor que me impulsa a lograr todas mis metas.

-Al servicio de Anestesiología del Hospital General de Cholula, por las enseñanzas, consejos y ejemplo de profesionalismo que han podido brindarme en estos 3 años de la especialidad. Cada uno de mis adscritos han sido importantes en mi formación y sus conocimientos han contribuido a formarme como especialista.

-Al doctor Miguel Calva Maldonado, por su paciencia, ayuda, consejos y dirección para la realización de la metodología de esta tesis y su contribución en mi formación académica. Por su entusiasmo al acompañarme en el camino de la investigación, le estaré siempre agradecida.

-Al doctor Carlos Carrasco Vera, por su profesionalismo constante y por enseñarme con el ejemplo, que la capacitación constante y el aprendizaje nunca terminan. Asimismo, con él he aprendido, que un excelente profesional va de la mano de una persona con excelente calidad humana.

-A mis compañeros, por acompañarme en este viaje de tres años. Gracias por su amistad.

-Al personal de enfermería y Plarre del Hospital General de Cholula, por proporcionarme las facilidades e instrumentos para la realización de esta investigación.

## II. TABLA DE ABREVIATURAS.

RNM	Relajante neuromuscular
RNMND	Relajante neuromuscular no despolarizante
RNMD	Relajante neuromuscular despolarizante
UCPA	Unidad de cuidados post anestésicos
TOF	Train of four
Ca <sup>++</sup>	Calcio
Na <sup>+</sup>	Sodio
ACh	Acetilcolina
EDR	Estimulación de doble ráfaga

### III. RESUMEN

**Introducción:** La relajación neuromuscular residual es un fenómeno común en la unidad de cuidados post anestésicos en pacientes sometidos a anestesia general, siendo reportada la incidencia a nivel mundial muy variable, de un 5-93%. En nuestro país no existen estudios concluyentes que evidencien la prevalencia de esta complicación, aunque si hay estudios aislados que demuestran que la incidencia de esta complicación varía de acuerdo a cada centro de estudio, entre un 24-30%, concordante con los estudios internacionales. A nivel local existen estudios aislados, no publicados, pero todos sugieren que es sustancial la detección por los métodos de monitoreo clínico aun cuando se utilizan bloqueadores neuromusculares más específicos como atracurio, cisatracurio, rocuronio y vecuronio.

La presencia de esta complicación en la unidad de Cuidados post anestésicos tiene consecuencias variables que van desde incomodidad para el paciente, hasta la presencia de hipoxemia y aumento importante en la morbilidad y mortalidad. La monitorización objetiva de la función neuromuscular debe ser siempre utilizada, pues posibilita la decisión correcta sobre la necesidad de reversión en la Unidad de Cuidados Post anestésicos o bien en quirófano, que permita un mejor pronóstico para el paciente.

**Metodología:** El estudio es observacional, descriptivo, longitudinal, prospectivo, unicéntrico, en pacientes de 18 a 60 años de edad, ASA I-III sometidos a colecistectomía laparoscópica, manejados farmacológicamente con relajantes neuromusculares no despolarizantes en el periodo comprendido de febrero de 2019 a febrero del 2020 del Hospital General de Cholula, a los cuales (de acuerdo a los criterios de selección) se realizó medición de relajación neuromuscular residual en la Unidad de Cuidados Post Anestésicos (UCPA), con el monitor STIMPOD NMS4110/450, realizando medición del valor de TOF a los 5, 15 y 30 minutos posteriores a su llegada a la UCPA.

**Resultados:** Se obtuvo una incidencia de 36.1% (30 pacientes de 83 participantes) en los primeros 5 minutos de llegada a la UCPA (punto de corte de TOF <90%), a los 15 minutos se encontró relajación residual en 18.1% (15 de 83 pacientes), mientras que a los 30 minutos no existieron valores de TOF <90% en los 83 pacientes evaluados. Ninguno de los pacientes requirió reversión farmacológica por complicaciones asociadas. Las variables encontradas con mayor asociación fueron la dosis total del relajante muscular utilizada y el tiempo del procedimiento quirúrgico.

**Conclusiones:** Se logró establecer que la incidencia encontrada en nuestra unidad es similar a la reportada a nivel mundial. Al tratarse de una muestra pequeña, se requieren más estudios de asociación causal, ya que las variables encontradas presentaron una correlación positiva muy baja.

## ABSTRACT.

**Introduction:** Residual neuromuscular relaxation is a common phenomenon in the post-anesthetic care unit in patients undergoing general anesthesia, with a highly variable incidence of 5-93% being reported worldwide. In our country, there are no conclusive studies that demonstrate the prevalence of this complication, although there are isolated studies that demonstrate that the incidence of this complication is variable according to each study center, between 24% and 30%, consistent with international studies. At the local level there are isolated, unpublished studies, but all suggest that detection by clinical monitoring methods is substantial even when more specific neuromuscular blockers such as atracurium, cisatracurium, rocuronium and vecuronium are used.

The presence of this complication in the post-anesthetic care unit has variable consequences that range from discomfort to the patient, the presence of hypoxemia and a significant increase in morbidity and mortality. The objective monitoring of neuromuscular function should be used always, as it enables the correct decision on the need for reversal in the Post-anesthetic Care Unit or in the operating room, which allows a better prognosis for the patient.

**Methodology:** This study are observational, descriptive, longitudinal, prospective, an single-center, in patients between 18 and 60 years of age, with ASA I-III undergoing laparoscopic cholecystectomy, pharmacologically managed with non-depolarizing neuromuscular relaxants in the period from February 2019 to February 2020 of the General Hospital of Cholula, to which (according to the selection criteria) residual neuromuscular relaxation was measured in the Post Anesthetic Care Unit (PACU), with the STIMPOD NMS4110 / 450 monitor, measuring the TOF value at 5, 15 and 30 minutes after arrival at the PACU.

**Results:** A incidence of 36.1% (30 patients of 83 participants) was obtained in the first 5 minutes of arrival at the PACU (cut-off point of TOF <90%), at 15 minutes residual relaxation was found in 18.1% (15 of 83 patients), while at 30 minutes there were no TOF values <90% in the 83 patients evaluated. None of the patients required drug reversal due to associated complications. The variables found with the greatest association were the total dose of the muscle relaxant used and the time of the surgical procedure.

**Conclusions:** The incidence found in our unit is similar to that reported worldwide. As it is a small sample, more causal association studies are required, since the variables found presented a very low positive correlation.

#### IV. INTRODUCCIÓN.

El uso de relajantes musculares se ha convertido en una parte fundamental en la práctica anestésica y su uso permite facilitar el manejo adecuado de la vía aérea en el paciente quirúrgico, así como su uso en unidades de cuidados intensivos<sup>(1)</sup>.

Una de las principales implicaciones que podemos tener con el uso de estos fármacos es la presencia de relajación neuromuscular residual. Es la persistencia del efecto producido por relajantes musculares no despolarizantes al término del procedimiento quirúrgico y durante la recuperación <sup>(2)</sup>. El principal problema son las complicaciones asociadas, ya que, al estar presente, se relaciona con un aumento en la morbimortalidad al aumentar el riesgo de hipoxia, insuficiencia respiratoria y alteraciones en el mecanismo de deglución favoreciendo la presencia de broncoaspiración principalmente, incrementando los ingresos no previsibles en la unidad de cuidados intensivos <sup>(3)</sup>.

La prevalencia a nivel mundial es variable. Sin embargo, aunque se conocen este tipo de complicaciones con el uso de relajantes neuromusculares y la monitorización de relajación neuromuscular está presente en múltiples centros hospitalarios; no se realiza en todos los pacientes de forma rutinaria. En la mayor parte de los casos, sólo se realiza monitorización de forma clínica a fin de determinar la presencia o ausencia de relajación neuromuscular para establecer el egreso del paciente a la Unidad de Cuidados Postanestésicos, pese a que la literatura demuestra que los datos clínicos encontrados no constituyen una herramienta con alta sensibilidad de evaluación <sup>(2)</sup>.

Al contar en el Hospital General de Cholula, con métodos de monitorización de relajación neuromuscular que pueden proporcionarnos datos objetivos de evaluación y relajantes neuromusculares no despolarizantes cuyo uso es generalizado en procedimientos de colecistectomía laparoscópica, se decidió evaluar a través de un método cuantitativo la incidencia de esta complicación dentro de la unidad de Cuidados Post Anestésicos con un estimulador de nervios periféricos, encontrando además algunas variables que favorecen la presencia de esta complicación.

## V. MARCO TEÓRICO.

### 5.1 ANTECEDENTES GENERALES

Los relajantes neuromusculares no despolarizantes (RNMND) son fármacos de uso extendido dentro de las unidades quirúrgicas, usados de forma eficaz en la intubación endotraqueal y durante el mantenimiento de una anestesia general a fin de proporcionar un adecuado campo quirúrgico, optimizando a la vez la asistencia ventilatoria del paciente <sup>(1)</sup>. Una vez concluido el procedimiento quirúrgico, es imprescindible lograr una recuperación óptima del bloqueo neuromuscular, para conseguir la restauración completa de la fuerza muscular y garantizar que el paciente tenga una ventilación espontánea adecuada con una regulación normal de la respiración, favoreciendo una protección eficaz de la vía respiratoria <sup>(2)</sup>.

La extubación del paciente al término del procedimiento debe llevarse a cabo una vez que éste ha tenido una recuperación del bloqueo neuromuscular con un TOF mayor del 90%, con reflejos protectores de la vía aérea presentes para ser trasladado posteriormente a una Unidad de Cuidados Postanestésicos (UCPA) para su vigilancia. Los eventos adversos más comunes presentes en esta unidad son secundarios a complicaciones respiratorias críticas, con una incidencia que varía del 9 al 47%, secundarias en su mayoría al bloqueo neuromuscular residual.<sup>(1)</sup> Esta complicación tiene efectos negativos deletéreos, ya que puede traducirse de forma clínica y variable como sensación de debilidad, angustia, desaturación, disfunción de los músculos de la faringe y esófago superior, de acuerdo al grado de relajación; aunado a esto, la hipoxemia grave menor al 90% con apoyo de oxígeno suplementario al 50% aumenta el riesgo de aspiración (hasta 5 veces más), colapso ventilatorio, obstrucción de la vía aérea, necesidad de intubación de urgencia, neumonía, atelectasia, hipoxia y daño cerebral permanente <sup>(3,4)</sup>.

La monitorización de la relajación muscular es un aspecto clave para la evaluación del grado de relajación muscular <sup>(4)</sup>. Aunque existen muchas técnicas de evaluación, la medición del tren de cuatro (TOF) es de las más utilizadas. Un valor de TOF por arriba del 70%(T4/T1) es suficiente para permitir un movimiento adecuado del diafragma, mientras que un valor de TOF por arriba de 90% se traduce como la ausencia de relajación neuromuscular residual <sup>(1)</sup>.

#### **Fisiología de la placa neuromuscular.**

La placa motora terminal o unión neuromuscular es una estructura especializada del músculo esquelético donde se lleva a cabo la transmisión nerviosa. Fundamentalmente, este mecanismo se basa en la liberación de moléculas de acetilcolina con su unión posterior a receptores nicotínicos a nivel de membrana post sináptica. <sup>(2)</sup>

La unión neuromuscular es una estructura encargada de transmitir y recibir mensajes químicos. Su conformación permite establecer señales que van desde el asta anterior de la médula espinal, dividiéndose a nivel del músculo y generando ramificaciones a nivel de la superficie muscular. Las terminales nerviosas se localizan en pliegues musculares en cuya superficie se localiza la placa motora muscular. Esta estructura presenta receptores colinérgicos sobre los bordes superiores de los pliegues de la placa motora enfrentados a las terminales nerviosas <sup>(5)</sup>.

El receptor de acetilcolina nicotínico (nAChR) es un complejo pentámero con dos subunidades  $\alpha$  y una subunidad  $\beta$ ,  $\delta$  y  $\epsilon$ . Estas subunidades están organizadas de tal forma que juntas forman un canal y otros sitios de unión extracelulares para acetilcolina. Los sitios de unión a la acetilcolina y a los relajantes musculares se encuentran en el lado extracelular de las subunidades alfa-delta y alfa-epsilon. <sup>(2)</sup>.

La acetilcolina (ACh) es un neurotransmisor específico con funciones en la sinapsis neuromuscular, así como en los receptores muscarínicos y nicotínicos localizados a nivel del sistema nervioso central y autónomo. Se une a su receptor en sitios específicos, permitiendo el ingreso de sodio ( $\text{Na}^+$ ) al interior de la célula, despolarizando la membrana. <sup>(5)</sup>

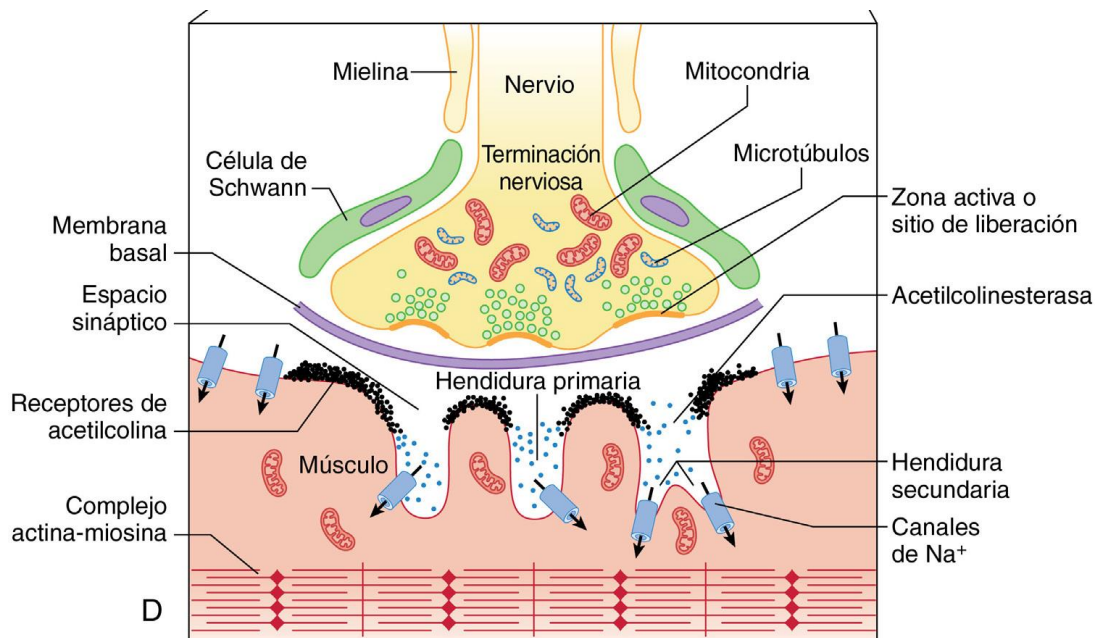


Figura 1. Placa motora

La hendidura sináptica mide de 300 a 500 Å y tiene invaginaciones profundas entre los pliegues en la membrana muscular por lo cual tiene una superficie muy extensa. Los canales de sodio, se encuentran en estos pliegues, mientras que los receptores de acetilcolina se encuentran en las crestas de los pliegues en gran cantidad (aproximadamente 5 millones) <sup>(2)</sup>.

El nervio sintetiza acetilcolina y se encuentra almacenada en vesículas. La estimulación del nervio permite que estas vesículas migren a la superficie del nervio,

se rompan y permitan la liberación de acetilcolina hacia el interior de la hendidura que separa el nervio del músculo. Los receptores de acetilcolina aperturan sus canales para favorecer la entrada de iones sodio dentro del músculo generando una despolarización. A continuación, el potencial de acción se continúa por la membrana muscular con la apertura de los canales de sodio presentes por toda la membrana muscular, para iniciar una contracción. La acetilcolina se libera del receptor y es degradada por la acetilcolinesterasa<sup>(6)</sup>

No se trata de un proceso simple. La síntesis de acetilcolina se lleva a cabo en la mitocondria de la terminal nerviosa a partir de la unión de acetilcoenzima A y colina a través de una reacción de catálisis mediada por la enzima colina O-acetiltransferasa. La acetilcoenzima A proviene de las mitocondrias, mientras que la colina se recicla de la hendidura sináptica, tras la hidrólisis de la acetilcolina a colina y acetato, quedando disponible para incorporarse a la síntesis de nuevas moléculas de acetilcolina <sup>(2)</sup>.

Cuando el potencial de acción llega a la terminal presináptica se aperturan los canales de calcio dependientes de voltaje. Se genera un aumento de la permeabilidad de la membrana para el calcio, lo cual favorece que aumente el ion a nivel de la terminal presináptica, generando migración de las vesículas de acetilcolina se fusionen con la membrana presináptica y se liberen dichas moléculas. La unión de la acetilcolina a su receptor permite la apertura del canal favoreciendo el paso de Na<sup>+</sup> al interior de la membrana muscular. El aumento de la permeabilidad del Na<sup>+</sup> genera despolarización de la membrana postsináptica cuando se alcanza el umbral para el inicio de acción del potencial de acción<sup>(6)</sup>.

Cuando la acetilcolina entra en la hendidura sináptica se une a los receptores en la membrana postsináptica y genera la apertura de los canales de Na<sup>+</sup>. Se degrada de forma rápida por la acetilcolinesterasa a colina y ácido acético. La colina entra a la terminal presináptica para ser utilizada para ser reutilizada<sup>(2)</sup>.

## **RELAJANTES NEUROMUSCULARES.**

El uso de los relajantes musculares tiene su origen en las flechas envenenadas con curares utilizados por los nativos sudamericanos, obtenidos a partir de la *Chondodendron tomentosum*, de la selva Amazónica. En el siglo XIX, Claude Bernard, descubrió los usos del curare, pero hasta 1942, Griffith popularizó el uso de estos fármacos como parte de procedimientos anestésicos<sup>(2)</sup>. Su importancia actual radica en que facilita la manipulación e intubación de la vía aérea, y permite su uso en áreas fuera de quirófano como la unidad de cuidados intensivos <sup>(6)</sup>

### **Características farmacológicas**

Los relajantes neuromusculares (RNM) se clasifican de acuerdo a su modo de acción: los despolarizantes generan relajación muscular por despolarización directa de los receptores nicotínicos de acetilcolina. Por su parte, los no despolarizantes compiten

con la acetilcolina por los receptores de las subunidades  $\alpha$ , lo que impide la función correcta del receptor. A su vez, éstos últimos se clasifican por su estructura química (bencilisoquinolina o esteroides) o la duración de su actividad (corta, intermedia o prolongada) <sup>(6)</sup>.

### **Relajantes musculares despolarizantes.**

La succinilcolina es un relajante muscular despolarizante. Se caracteriza por tener un inicio rápido, la duración corta y un inicio con poca variabilidad <sup>(2)</sup>. A nivel molecular, posee similitud con la acetilcolina. Debido a su similitud molecular con la acetilcolina, la succinilcolina despolariza los receptores postsinápticos y como no se degrada con la acetilcolinesterasa, despolariza la membrana muscular por un periodo de tiempo más prolongado, que induce hiperpolarización y desensibilización de la membrana. Esto ocasiona parálisis flácida después de la activación inicial del receptor, manifestado clínicamente como fasciculaciones <sup>(6)</sup>.

#### *Farmacología.*

Se define como ED95 a la dosis necesaria del relajante para disminuir el 95% de la respuesta muscular ante un estímulo único; en el caso de la succinilcolina, su ED95 es cercana a 0.30 mg/kg y con dosis de 1.0-1.5 mg/kg, su efecto dura de 10 min a 12 min. La hidrólisis de la succinilcolina se da por acción de la pseudocolinesterasa en el plasma, donde cerca del 90% de la dosis intravenosa de la succinilcolina se hidroliza antes de llegar a la unión neuromuscular<sup>(7)</sup>.

#### *Efectos secundarios.*

Entre sus efectos secundarios principales se documenta la presencia de bradicardia, asistolia y latidos ventriculares de escape prematuros; los efectos cardiacos se atenúan con el tratamiento anticolinérgico previo. La presencia de fasciculaciones también es frecuente (80% al 90% de los pacientes) y mialgias en un 50-60% de los pacientes en los días posteriores a su administración<sup>(6)</sup>. Aunque aumenta la presión intragástrica, no aumenta el riesgo de aspiración. Genera también aumento de la presión intraocular, con un aumento transitorio. Puede desencadenar hipertermia maligna, aumentado con el uso de anestésicos volátiles. Algunos pacientes pueden presentar espasmo muscular del masetero después de su administración, lo cual, a su vez, es relacionado con la presencia de hipertermia maligna <sup>(2)</sup>. Produce anafilaxia en 1 de cada 10000 pacientes <sup>(6)</sup>.

### **Relajantes musculares no despolarizantes.**

#### *Características*

Los RNM no despolarizantes compiten con la acetilcolina por la unión de una subunidad alfa de los receptores nicotínicos. Se clasifican de acuerdo con su tiempo de acción en prolongada, intermedia y corta, y la duración de su actividad depende del metabolismo, redistribución y eliminación. También se pueden clasificar de acuerdo

con su estructura química en compuestos aminoesteroides (vecuronio, rocuronio, pancuronio, pipecuronio) o bencilisoquinolinas (mivacurio, atracurio, cisatracurio, doxacurio) <sup>(2)</sup>. Su administración es por vía intravenosa ya que su administración intramuscular tiene una absorción y un inicio de actividad variable y lento <sup>(7)</sup>. Se distribuyen principalmente en el líquido extracelular, por lo que pacientes con insuficiencia renal o hepática (que presentan aumento de líquido extracelular) y en pacientes quemados (vida media de eliminación más corta), requieren dosis de inicio más elevada <sup>(8)</sup>.

### Compuestos aminoesteroides

#### ***Pancuronio***

Se trata de un fármaco de acción prolongada con tendencia a la acumulación debido a que su metabolito el 3-OH pancuronio, presenta 50% de la potencia del compuesto principal <sup>(2)</sup>. Posee efectos vagolíticos y simpaticomiméticos, además de bloquear la recaptación de la noradrenalina. Tiene aplicación en cirugía cardíaca debido a que sus efectos vagolíticos contrarrestan los efectos bradicárdicos de los opioides utilizados. Produce liberación de histamina. <sup>(6)</sup> Su administración intravenosa a una dosis de 60 mcg/kg de peso, produce relajación muscular en 2-3 minutos, con efecto máximo a los 4 minutos y término del mismo a los 35-45 minutos. Puede cruzar la barrera placentaria. <sup>(7)</sup>

#### ***Pipecuronio***

Es un fármaco aminoesteroides de acción prolongada, con estructura química similar al pancuronio y vecuronio. Es un poco más potente que el pancuronio con una dosis de intubación de 0.05 mg/kg, inicio de acción de 4 a 5 minutos y duración de 60-120 minutos <sup>(2)</sup>. Se metaboliza en un 20% a nivel hepático por procesos de desacetilación y junto con sus metabolitos, se elimina por vía renal, por lo cual su duración está aumentada en pacientes con insuficiencia renal <sup>(6)</sup>

#### ***Vecuronio***

Es un relajante neuromuscular de duración intermedia sintetizado a partir del pancuronio con una gran estabilidad hemodinámica. Su estructura minimiza la liberación de histamina, además de estabilidad de la frecuencia cardíaca y la presión arterial, por lo que se considera como un fármaco de elección en pacientes con asma bronquial o alergias <sup>(8)</sup>. La dosis de intubación del vecuronio es de 0.1 mg/Kg, con un tiempo de inicio de acción de aproximadamente 2.5 minutos, con una duración clínica de 35 a 45 minutos. Se capta por el hígado y se metaboliza por vía biliar, por lo que su inicio de acción, vida media y eliminación están aumentados en pacientes con insuficiencia hepática <sup>(6)</sup>. Genera 3 metabolitos (3-OH, 17-OH y 3.17-(OH)<sub>2</sub>). El metabolito 3-OH (3-desacetilo) contiene 60% de la potencia del compuesto original y su acumulación a dosis elevadas o repetidas genera parálisis persistente, principalmente en pacientes de la unidad de Cuidados Intensivos<sup>(7)</sup>.

### ***Rocuronio.***

Posee una estructura similar al pancuronio y al vecuronio, con un inicio de acción más rápido que el resto de los relajantes de acción intermedia<sup>(8)</sup>. Presenta un rápido inicio de acción. Su eliminación se da por vía hepática, por medio de la bilis en forma no metabolizada; sus metabolitos son mínimos y su actividad bloqueadora neuromuscular muy baja (17-OH rocuronio), por lo cual el riesgo de acumulación es mínimo<sup>(2)</sup>. La dosis de intubación es de 0.6 mg/Kg (2 DE95), con un tiempo de inicio de acción de 1.5 minutos; en dosis de 4 ED95 (1.2 mg/kg), se obtienen condiciones adecuadas para intubación por secuencia rápida, con una duración de 50 min a 70 min en promedio<sup>(8)</sup>. No produce alteraciones hemodinámicas de importancia ni induce liberación de histamina. El tiempo de inicio no sufre modificaciones en pacientes con insuficiencia renal. En pacientes con insuficiencia hepática existe un aumento moderado en el tiempo de acción<sup>(6)</sup>.

### **Derivados del tetrahydroisoquinolino (bencilisoquinolinas)**

#### ***Doxacurio.***

Tiene un inicio de acción lento (3-10 min) y un tiempo de acción prolongado (77-164 min). No induce liberación de histamina y no produce inestabilidad cardiovascular<sup>(7)</sup>. Se elimina por vía renal y su tiempo de acción está prolongado en pacientes con insuficiencia renal y geriátricos. Actualmente se encuentra en desuso, pero anteriormente tenía aplicaciones clínicas en procedimientos quirúrgicos prolongados (principalmente cirugía cardíaca) y en pacientes con estancia en la Unidad de Cuidados Intensivos<sup>(8)</sup>.

#### ***Atracurio.***

Se trata de un relajante de duración intermedia, cuya principal característica radica en su vía de eliminación metabólica doble: una degradación no enzimática en relación directa con la temperatura y el pH (vía de Hoffman), y una vía secundaria a través de la hidrólisis por efecto de esterasas plasmáticas inespecíficas<sup>(2)</sup>. La vía de Hoffman da origen a 2 metabolitos: laudanosina y monoacrilato cuaternario. La laudanosina no tiene efecto bloqueador neuromuscular, pero en concentraciones elevadas produce depresión cardiovascular y excitación del sistema nervioso central, posee actividad proconvulsivante. El monoacrilato cuaternario no tiene efectos en dosis farmacológicas.<sup>(8)</sup> Su dosis de intubación es de 0.4-0.5 mg/kg, con un inicio de acción de 3-5 minutos y un tiempo de recuperación del 95% de 60 a 70 minutos. El tiempo de inicio se acorta al incrementar la dosis, sin embargo con dosis mayores a 0.5 mg/kg, produce liberación de histamina, generando rubor cutáneo, taquicardia e hipotensión<sup>(6)</sup>.

#### ***Cisatracurio.***

Es un fármaco del grupo de la bencilisoquinolinas. No induce liberación de histamina aún en dosis elevadas. No produce variación significativa de los parámetros

hemodinámicos. Su vía de eliminación es la vía de Hoffman. En los pacientes con insuficiencia renal existe una disminución del aclaramiento y aumento en la vida media de eliminación. En pacientes con insuficiencia hepática el inicio de acción se ve aumentado. Sus metabolitos terminales con la laudanosina y un alcohol monocuaternario <sup>(7)</sup>. La dosis de intubación recomendada es de 0.1 mg/Kg, con lo que se obtiene un tiempo de inicio de acción de 4.6 a 5.8 minutos con una duración de 33 a 45 minutos, mientras que con una dosis de .15mg/kg se obtiene una duración de entre 52-70 minutos. El bloqueo neuromuscular producido por cisatracurio es antagonizado de forma efectiva con anticolinesterásicos, pero más lento que el resto de los relajantes. Aún con dosis subsecuentes, no produce efecto acumulativo<sup>(8)</sup>

### **Mivacurio.**

Derivado del grupo de las bencilisoquinolinas, está compuesto por tres estereoisómeros (cis-trans, trans-trans, cis-cis). El isómero cis-cis posee una vida media más prolongada) que los otros dos isómeros tiene una vida media de 2 a 3 minutos. Se hidroliza por acción de las butilcolinesterasas<sup>(6)</sup>. Para lograr condiciones adecuadas de intubación, se requieren dosis elevadas, de .15 a .2 mg/kg con tiempo de latencia es 2.5 minutos, una duración clínica de 20 minutos, duración total de 30 minutos y un índice de recuperación 25%-75% de 7 minutos. Produce liberación de histamina, dosis dependiente. En pacientes con insuficiencia renal existe un retraso en el tiempo de eliminación y en pacientes con insuficiencia hepática hay un aumento en el tiempo de duración total <sup>(2)</sup>.

### **Monitorización y estimulación.**

Los relajantes neuromusculares constituyen uno de los grupos farmacológicos importantes durante la intubación endotraqueal. La presencia de relajación muscular residual durante el post operatorio, e incrementa la presencia de complicaciones pulmonares, morbilidad y mortalidad, por lo que la evaluación de este y en su caso, una reversión adecuada es esencial para evitar resultados adversos en el paciente. <sup>(9)</sup>. La modalidad más común para la evaluación de este parámetro es el *train of four* (TOF) permitiendo estimar el grado de relajación neuromuscular y la necesidad o no de realizar una reversión farmacológica <sup>(10)</sup>.

### **Tipos de monitoreo.**

**Monitoreo clínico:** Se trata de una práctica habitual cuando no se cuenta con otros instrumentos de valoración. El diafragma es el primer músculo en recuperarse (sólo requiere tener libres el 10% de sus receptores para tener una adecuada contracción, por lo que la ausencia de afectación respiratoria observable, se considera que la función neuromuscular es adecuada <sup>(2)</sup>.

Los movimientos oculares son los últimos en recuperarse de los efectos de los relajantes musculares, mientras que el diafragma es el primer musculo que se

recupera, ya que solo necesita tener libres el 10% de los receptores para lograr una contracción adecuada <sup>(10)</sup>.

Los criterios más aplicables, son un patrón de respiratorio normal y el mantenimiento de la cabeza elevada, mantener la pierna elevada o los ojos abiertos; sin embargo, poseen una baja sensibilidad<sup>(7)</sup>. Niveles significativos de bloqueo neuromuscular aún pueden estar presentes cuando las pruebas clínicas estándar indican que la fuerza muscular es adecuada. En estudios realizados en voluntarios despiertos se ha documentado que la mayoría de los pacientes pueden mantener la cabeza levantada por más de 5 segundos y mantener una apertura espontánea ocular, aún teniendo cifras de TOF menores a 90% <sup>(11)</sup>.

### **Monitoreo cualitativo.**

La monitorización por métodos cualitativos comenzó a aplicarse en el perioperatorio hacia 1970. Este tipo de evaluación consiste en emitir un estímulo eléctrico a un nervio periférico, y la respuesta a la estimulación nerviosa se traduce de forma cuantitativa y cualitativa con respuestas esperadas de acuerdo al músculo evaluado. Para ello se cuenta con la evaluación a través del train off four (TOF), doble ráfaga y cuenta postetánica <sup>(12)</sup>.

Se han desarrollado 2 tipos de monitorización: La monitorización cualitativa en la cual se envía un estímulo hacia un músculo específico y se observa una respuesta, mientras que la monitorización cuantitativa mide el grado de contracción muscular y permite su visualización <sup>(2)</sup>. La estimulación eléctrica está determinada por el número de fibras musculares activadas y está determinada por la aplicación de un estímulo supramáximo, que usualmente es suficiente con 50-60 mA en el caso del TOF <sup>(12)</sup>.

Los sitios más comunes de monitorización son el nervio cubital que permite el movimiento del aductor del pulgar, así como el nervio facial que permite el movimiento de orbicular de los párpados y el músculo superciliar <sup>(7)</sup>; se debe tomar en cuenta que la recuperación en un músculo no siempre refleja la recuperación del resto de los grupos musculares <sup>(12)</sup>. El aductor del pulgar es el más sensible a los efectos de los relajantes musculares y refleja con mayor precisión la recuperación de los músculos faríngeos; si se utilizan otros nervios para monitorización como el tibial posterior, el poplíteo lateral, nervio mediano y otros nervios periféricos de trayecto superficial, debe complementarse con la medición en el aductor del pulgar <sup>(2)</sup>.

Si un nervio es estimulado con intensidad suficiente, reaccionan todas las fibras inervadas por el nervio estimulado desencadenando una respuesta. Tras la administración de un relajante neuromuscular, la respuesta del músculo va disminuyendo de acuerdo con el número de fibras bloqueadas <sup>(2)</sup>.

### Tipos de estimulación.

#### ***Contracción única***

Se aplican estímulos eléctricos supramáximos únicos a un nervio periférico motor con una frecuencia de 0.1 Hz cada 10 segundos, no puede ser mayor debido a que puede ocurrir fatiga muscular. Para medir el grado de bloqueo neuromuscular, la intensidad de la corriente se aumenta de forma progresiva de 0 a 5 mA <sup>(7)</sup>. Tiene utilidad clínica para determinar el inicio del bloqueo neuromuscular, mas no la recuperación <sup>(6)</sup>.

### **Estimulación con tren de cuatro (TOF)**

Se proporcionan cuatro estímulos a una frecuencia de 2 Hz cada 0.5 segundos. Evalúa la profundidad del bloqueo neuromuscular determinado por el número de respuestas de los 4 estímulos <sup>(12)</sup>. Cada estímulo causa una contracción y la desaparición de la respuesta nos proporciona una evaluación para la evaluación. Al evaluar 4 respuestas, obtenemos el coeficiente TOF, que se calcula dividiendo la amplitud de la cuarta respuesta entre la amplitud de la primera. La razón TOF de control es de 0.1 (100%) antes de la administración de un relajante neuromuscular y va disminuyendo conforme va aumentando el grado del bloqueo <sup>(6)</sup>.

Anteriormente se estableció que un valor de TOF de 70% era un valor apropiado para descartar la presencia de relajación residual; sin embargo, se ha demostrado que pacientes con valor de TOF de 70% tienen alteraciones en los mecanismos de deglución, en los quimiorreceptores carotideos y en los mecanismos de ventilación <sup>(2)</sup>. El estándar actual para la recuperación adecuada es con un TOF con valores mayores a 90% a nivel del aductor del pulgar e indica un valor suficiente para una extubación traqueal segura <sup>(13)</sup>.

Ofrece algunas ventajas con respecto a la estimulación tetánica y la estimulación con doble ráfaga, es menos dolorosa y no influye sobre el control posterior del grado de bloqueo <sup>(2)</sup> y puede utilizarse para medir el grado de relajación muscular en pacientes recuperados de la anestesia con corrientes de 20-30 mA <sup>(6)</sup>. Si se requiere repetir la estimulación deben haber transcurrido por lo menos 10 segundos, de lo contrario la respuesta no será valorable por la incapacidad de la unión neuromuscular para lograr una recuperación adecuada <sup>(14)</sup>.

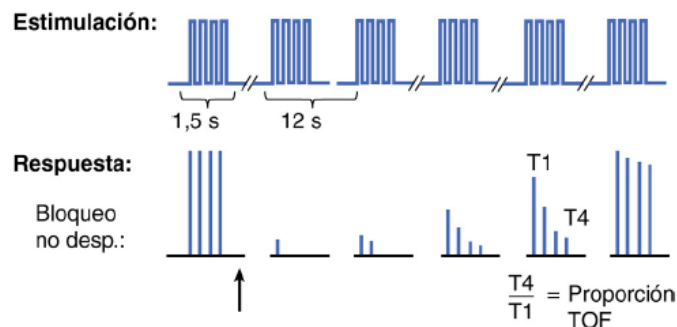


Figura 2. Patrón de estimulación eléctrica y respuestas musculares secundarias a la estimulación de TOF antes y después de la administración de un relajante neuromuscular no despolarizante.

Consiste en la aplicación de impulsos por 5 segundos de entre 50 a 100 Hz percibida como una fuerte contracción muscular. Es útil para determinar la profundidad del bloqueo en pacientes con un TOF de 0, cuando no hay respuestas a la estimulación.<sup>(13)</sup> Es una estimulación muy dolorosa, por lo que su uso es limitado en pacientes despiertos y puede producir un antagonismo perdurable del bloqueo en el músculo estimulado de tal manera que la respuesta no sea representativa para otros grupos musculares<sup>(2)</sup>.

### ***Recuento del estímulo posttetánico***

Se puede aplicar para evaluar la intensidad del bloqueo neuromuscular profundo cuando no hay respuestas detectadas con TOF. Se aplica un estímulo tetánico, seguido 3 segundos más tarde por 10-20 estímulos individuales de 1 Hz<sup>(2)</sup>. Un bloqueo profundo se define como un recuento de estímulo posttetánico de 1-2 y este nivel tiene aplicación en cirugías laparoscópicas, toracoscopia y cirugías laríngeas y oftalmológicas donde se requiere de un bloqueo profundo<sup>(13)</sup>. También se puede utilizar para predecir la recuperación de bloqueo neuromuscular profundo; con un recuento posttetánico de 10 a 12, la respuesta observada puede ser traspolada como un valor de TOF de 100%<sup>(12)</sup>.

### **Estimulación de doble ráfaga**

Es otro patrón de estimulación nerviosa consistente en la aplicación de dos ráfagas breves de estimulación tetánica a 50 Hz separadas por 750 milisegundos que permite la relajación. Posee una detección más sensible, aunque insuficiente de bloqueo residual en condiciones clínicas o durante la recuperación neuromuscular e inmediatamente después de la cirugía<sup>(11)</sup>.

### **Monitorización cuantitativa.**

Este tipo de dispositivos permiten medir y cuantificar el grado de bloqueo neuromuscular y mostrar los resultados de forma numérica (0% al 100%). Para realizar estas evaluaciones, los dispositivos se basan en diferentes métodos<sup>(2)</sup>.

**-Electromiografía:** Mide la estimulación eléctrica de un músculo secundaria a una respuesta nerviosa. La respuesta se determina como una amplitud máxima. Para su realización, requiere de colocar electrodos en el músculo a evaluar (nervio cubital, generalmente) midiendo el potencial de acción generado<sup>(6)</sup>. Posee limitaciones entre las que se encuentra el generar interferencias eléctricas con algunos dispositivos en el quirófano, como el electrocauterio y el efecto que tiene la temperatura sobre la respuesta obtenida (donde la presencia de hipotermia en el músculo evaluado amplifica la respuesta). Entre sus ejemplos está el monitor neuromuscular Datex-Ohmeda<sup>(12)</sup>.

**-Aceleromiografía:** Es un método que utiliza un sensor para medir la aceleración de un músculo estimulado (generalmente el pulgar) como respuesta a un estímulo nervioso. Los valores del TOF pueden superar el 100% (usualmente de 105 a 115%) por lo que

complica la interpretación de la recuperación neuromuscular<sup>(2)</sup>. Entre los ejemplos de estos dispositivos tenemos el TOF-Watch, el TOF-Watch S, el TOFWatch SX, el STIMPOD y el TOFscan. Estos dos últimos poseen una férula en el pulgar que permite un posicionamiento óptimo del pulgar para obtener una información más precisa <sup>(12)</sup>.

-Kinemiografía: Este método incluye un sensor de movimiento que permite medir la señal eléctrica generada por la deformación de la tira del sensor que se coloca en el pulgar, basando su manejo en los principios de la aceleromiografía. Permite mostrar las relaciones entre el TOF, el conteo de rafa postetánica y doble ráfaga, aunque presenta grandes sesgos <sup>(12)</sup>.

-Fonomiografía. Está basado en el principio de que una contracción muscular evoca sonidos de baja frecuencia secundarios al movimiento lateral de fibrillas musculares recogidos a través de un micrófono unido a la superficie de la piel, y la intensidad de los sonidos es proporcional a la fuerza de la contracción, que posteriormente se interpretan a través de un software dando un valor numérico. La desventaja es la poca accesibilidad a este <sup>(12)</sup>.

### **Bloqueo neuromuscular residual.**

El uso de relajantes neuromusculares es un componente importante en la administración de anestesia general, por lo cual la recuperación exitosa de la administración de estos fármacos al final de un procedimiento quirúrgico es fundamental para evitar complicaciones <sup>(11)</sup>. El bloqueo neuromuscular residual tras un procedimiento de anestesia general en el que se administran relajantes musculares no despolarizantes, retrasa el alta del paciente de la unidad de cuidados post anestésicos e incrementa el riesgo de presentar complicaciones pulmonares postoperatorias <sup>(3)</sup>, ingresos no planificados a la unidad de cuidados intensivos, así como un incremento importante en la mortalidad a 30 días <sup>(14)</sup>.

Aunque la administración de relajantes musculares está estandarizada y existen protocolos establecidos para la monitorización de ésta <sup>(15)</sup>, aún existe una baja frecuencia de monitorización neuromuscular de rutina y una falta de conocimiento sobre la alta incidencia de relajación neuromuscular residual y su morbilidad asociada <sup>(13)</sup>. Las complicaciones pulmonares constituyen una de las principales complicaciones secundarias a la relajación neuromuscular residual, siendo la presencia de insuficiencia respiratoria la segunda causa de mortalidad postoperatoria <sup>(16)</sup>, aunque también pueden presentarse obstrucción de las vías respiratorias, episodios hipoxémicos, alteraciones de la conciencia intraoperatoria, síntomas desagradables de debilidad muscular, mayor riesgo de broncoaspiración, edema pulmonar agudo inducido por presión negativa y atelectasias <sup>(17,18)</sup>.

Entre los factores que se han encontrado como predisponentes para la presencia de relajación neuromuscular están: sexo femenino, cirugía de larga duración, uso de relajantes musculares no despolarizantes bencilisoquinolinicos, dosis elevadas de

relajantes o dosis subsecuentes, uso adyuvante de anestésicos halogenados, ausencia de monitorización neuromuscular intraoperatoria, no reversión farmacológica del bloqueo y reversión farmacológica con neostigmina <sup>(16)</sup>.

Para la evaluación de estado muscular en el perioperatorio existen 3 formas de monitoreo neuromuscular perioperatorio: las pruebas clínicas como la medición de parámetros respiratorios (capacidad vital, ventilación por minuto, fuerza inspiratoria negativa) se ha correlacionado con la recuperación neuromuscular (medida por TOF), pero resultan poco fiables e inespecíficas, ya que se han correlacionado con valores de TOF de 50% hasta en un 70 % de los pacientes<sup>(17)</sup>.

En cuanto a la relación TOF (considerado el estándar de oro de medición) debe superar el valor 0,9 (90%) con el fin de descartar la presencia de relajación neuromuscular residual (19), con ello se garantiza la capacidad de deglución y funcionamiento adecuado de los músculos faríngeos, disminuyendo el riesgo de broncoaspiración <sup>(17)</sup>.

La incidencia se ha observado con mayor frecuencia si se usa la definición umbral de 0,9 (con respecto a la definición previa de 0.7). Se ha observado también una incidencia considerable si hay un intervalo de tiempo corto entre la reversión farmacológica y la cuantificación de los cocientes del TOF<sup>(2)</sup>, por lo que la monitorización intraoperatoria se considera imprescindible a fin de conocer si el paciente se encuentra o no en condiciones de egreso <sup>(20)</sup>.

La relación entre el coeficiente TOF y el cuadro clínico que puede presentar el paciente es variable. Sin embargo, se ha observado que valores menores de 40% presentan disminución de la capacidad vital y fuerza inspiratoria disminuida, mientras que pacientes con valores de TOF mayores de 70 y menores de 90% presentan movimientos musculares coordinados, que clínicamente pueden representar recuperación completa, sin tener capacidades pulmonares adecuadas <sup>(14)</sup>; la frecuencia respiratoria, ventilación por minuto, capacidad vital y flujo espiratorio máximo no se alteran, pero si lo hacen la capacidad vital y la fuerza inspiratoria <sup>(15)</sup>.

## **5.2 ANTECEDENTES ESPECÍFICOS.**

La asociación entre la administración de relajantes neuromusculares y la morbilidad y mortalidad postoperatoria es elevada. En estudios realizados por Beecher et al. se observó que riesgo de muerte relacionado con la anestesia era seis veces más frecuente en pacientes que recibían BNM en comparación con aquellos a los que no se administraron BNM (1:370 frente a 1:2.100), debido a hipoxemia postoperatoria y obstrucción de la vía aérea <sup>(22)</sup>.

Estos estudios, sugieren, por tanto, que el bloqueo residual es un problema importante para la seguridad del paciente en el período postoperatorio temprano. Por ello, es esencial tratamiento adecuado de reversión del bloqueo neuromuscular para optimizar el pronóstico del paciente <sup>(21)</sup>.

Un meta análisis realizado por el Departamento de Anestesiología y Medicina del dolor de la Universidad de Texas, publicado en el 2007 por el British Journal of Anesthesia, basado en datos de la base Cochrane de la Biblioteca Nacional de Medicina (de 1964 a 2006) con una base de 24 estudios (13 aleatorios y 11 observacionales) a nivel mundial sobre relajación neuromuscular en el período postoperatorio, se observó que la relajación neuromuscular es siempre mayor cuando no se monitoriza al paciente, asimismo, el uso de relajantes de acción intermedia se asocia a una menor incidencia en estudios con un TOF de 90% como punto de corte. En cuanto a la incidencia de esta complicación, se analizó el estudio de Baillard y colaboradores en el cual se concluye que la incidencia de relajación neuromuscular residual es del 42%<sup>(23)</sup>. En un estudio más reciente, el estudio Residual Curarization in Spain Study (ReCuSS), de Errando y colaboradores, de tipo observacional, transversal, de cohorte, multicéntrico realizado en España en 2017, se encontró que la incidencia de relajación neuromuscular residual fue del 26.7% (190 de 711 pacientes sometidos a anestesia general), sin encontrar diferencias significativas entre pacientes sometidos a cirugía abdominal abierta versus cirugía laparoscópica <sup>(20)</sup>.

Ariza y colaboradores, realizaron un estudio de cohorte, prospectivo transversal en el Hospital Universitario de Cali de 4 meses de duración con el objetivo de determinar la prevalencia de relajación residual en el post operatorio. Incluyó pacientes ASA I-II (102 en total) en los que se evaluó la respuesta del abductor del pulgar con el monitor TOF-Watch SX®.Organon, inmediatamente al ingreso a recuperación y a los 30 segundos, encontrando una prevalencia de relajación residual del 42,2%, concordante con los resultados obtenidos en otros estudios similares <sup>(1)</sup>.

En México, el estudio de Barajas y colaboradores, realizaron un estudio aleatorizado Se tomaron aleatoriamente a pacientes de ambos géneros en 2009, de entre 6 a 84 años, con clasificación ASA I-IV, en 29 hospitales de 15 ciudades, a los cuales se les aplicó un estímulo de TOF (TOF-Watch) durante los primeros 10 minutos de llegada a la UCPA. Se encontró evidencia de que la relajación neuromuscular se encontraba en el 19% de los pacientes, independientemente del agente utilizado <sup>(24)</sup>.

## VI. JUSTIFICACION

El uso de relajantes neuromusculares en procedimientos quirúrgicos bajo anestesia general es común, dado los efectos que estos tienen para mejorar el campo quirúrgico. Su uso no está exento de complicaciones dentro y fuera de quirófano, mismos que están incrementados cuando existen factores de riesgo como la presencia de comorbilidades hepáticas y renales, hipotermia y acidosis y dosis inadecuadas.

Existen instrumentos para medir el estado de relajación de un paciente tratado farmacológicamente con relajantes neuromusculares, cuyo uso no es ampliamente difundido, ya sea por la falta de estos aparatos de medición o bien, por la poca disponibilidad.

La relajación muscular residual, es un problema común en la Unidad de Cuidados Post anestésicos, como lo refiere la bibliografía, misma que presenta manifestaciones de acuerdo con el grado de relajación, que pueden aumentar la morbilidad, mortalidad y la estancia en la Unidad de Cuidados Post anestésicos en un paciente sometido a un procedimiento quirúrgico electivo. Por lo que este trabajo se espera conocer la incidencia de esta complicación y establecer pautas para su manejo y estrategias para disminuirla.

## VII. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.

Al año se realizan 1763 cirugías manejadas con anestesia general en el Hospital General de Cholula (2018) de las cuales el 9.9% son colecistectomías laparoscópicas manejadas bajo anestesia general, siendo un total de 175 colecistectomías laparoscópicas, lo cual constituye un número importante de pacientes que pueden presentar relajación neuromuscular residual.

La recuperación incompleta de la función neuromuscular se asocia con episodios de hipoxemia grave secundaria al bloqueo residual de la musculatura respiratoria; por lo cual se hace imprescindible la monitorización de la relajación neuromuscular durante el periodo transanestésico, mejorando la seguridad de paciente durante el procedimiento y durante su estancia en la unidad de cuidados post anestésicos.

Con esto surge la siguiente pregunta:

**¿Cuál es la incidencia de bloqueo neuromuscular residual con el uso de relajantes musculares no despolarizantes en colecistectomías laparoscópicas en el Hospital General de Cholula del periodo febrero de 2019 a febrero de 2020?**

## **VIII. HIPÓTESIS.**

No se requiere hipótesis por el tipo de estudio.

## **IX. OBJETIVOS.**

### **9.1 General.**

Conocer la incidencia de bloqueo neuromuscular residual con el uso de relajantes musculares no despolarizantes en colecistectomías laparoscópicas en el Hospital General de Cholula.

### **9.2 Específicos.**

- Conocer el género en que se presenta mayor incidencia.
- Identificar si el estado físico (ASA) se asocia a una mayor incidencia.
- Analizar qué variable se asocia a una mayor incidencia de relajación neuromuscular residual.

## X. MATERIAL Y MÉTODOS

### Tipo y características del estudio.

Estudio observacional, descriptivo, longitudinal, prospectivo, unicéntrico, muestro por conveniencia.

**-Universo:** Todos los pacientes ingresados al hospital General de Cholula durante el periodo de estudio.

**-Población:** Todos los pacientes sometidos a procedimientos quirúrgicos en el hospital General de Cholula durante el periodo de estudio.

**-Muestra:** Todos los pacientes sometidos a colecistectomía laparoscópica, que cumplan con los criterios de inclusión en el hospital General de Cholula durante el periodo de estudio.

El tamaño de la muestra se va a calcular con la fórmula de proporciones para poblaciones conocidas en estudios observacionales.

$$\text{Tamaño de la muestra} = \frac{\frac{z^2 \times p(1-p)}{e^2}}{1 + \left( \frac{z^2 \times p(1-p)}{e^2 N} \right)}$$

N = tamaño de la población • e = margen de error (porcentaje expresado con decimales) • z = puntuación z

Con un nivel de confianza del 95% y un margen de error del 5%, obteniendo una muestra de 121 pacientes.

### Análisis del estudio:

Se recolectarán datos a través de una encuesta, que posteriormente se transcribirán en una hoja de Excel para su estudio posterior. El estudio de análisis de variables se realizará con estadística descriptiva a fin de determinar media, moda y desviación estándar; para variables cualitativas utilizaremos el programa estadístico SPSS versión 24.

## **Criterios de selección:**

### **1. De inclusión:**

- Edad de 18 a 60 años
- Género indistinto
- ASA I, II y III
- Programados para colecistectomía laparoscópica
- Consentimiento informado firmado
- Pacientes que hayan sido medicados con relajantes musculares no despolarizantes

### **2. De eliminación:**

- Antecedentes de alergia a relajantes musculares no despolarizantes.
- Pacientes que requirieron uso de 2 o más relajantes.
- Pacientes con alteraciones clínicas de signos vitales.
- Pacientes con complicaciones anestésico- quirúrgicas.
- Pacientes que hayan sido revertidos farmacológicamente en UCPA.

### **3. De exclusión:**

- Pacientes que hayan sido trasladados a otra unidad posterior a estancia en UCPA.
- Hoja de registro anestésico incompleta.
- Pacientes que no deseen continuar con el estudio.
- Pacientes a los cuales no se les puede realizar medición de TOF
- Pacientes que hayan sido revertidos farmacológicamente en quirófano.

## **METODOLOGÍA DE ESTUDIO.**

Los pacientes sometidos a colecistectomía laparoscópica que cumplan con los criterios de selección fueron notificados para participar en un estudio. Se explicaron riesgos y beneficios y se les solicitó la firma de un consentimiento informado. Al ingreso al área de recuperación, una vez completada la monitorización del paciente, se procede a colocar neuroestimulador de precisión para bloqueo nervioso STIMPOD MNS410/450, conectando el cable que incluye los electrodos y el acelerómetro. Se coloca el cátodo (gancho negro del electrodo) en el lugar donde la línea curva proximal cruza con la parte radial del músculo cubital anterior y el ánodo (gancho rojo del electrodo) a 2 o 3 centímetros de distancia del cátodo y el acelerómetro en el dedo pulgar de paciente. Posteriormente se pulsó la tecla modo del neuroestimulador para obtener el modo TOF y se ajustó el amperaje con la tecla Hz a fin de obtener 20-30 mA. Y se determinó el porcentaje de la fuerza de contracción (parámetro de referencia mayor a 90%, para determinar la ausencia de relajación neuromuscular residual)

Estas mediciones se realizaran a los 5, 15 y 30 minutos a su llegada a la UCPA; si el valor es menor de 90%%, se coloca oxígeno suplementario al paciente (si no lo tuviera) y se mantiene en vigilancia estrecha de la función respiratoria; si el valor fue menor a 70% se comunica a médico tratante para valorar la necesidad de reversión neuromuscular farmacológica y en consecuencia, la salida del paciente del presente estudio.

Posteriormente, se realiza llenado de hoja de recolección de datos para su posterior análisis.

## **RECURSOS.**

### **\*Físicos:**

- Unidad de cuidados post anestésicos
- Computadora Intel core i3
- Impresora a color
- Neuroestimulador de precisión para bloqueo nervioso STIMPOD MNS410/450

### **\*Humanos:**

- Autor: Dra Noemí Judith García Contreras. Residente de Anestesiología
- Tutor: Dr. Carlos Carrasco Vera. Anestesiólogo
- Asesor Metodológico: Dr. Miguel Calva Maldonado. Anestesiólogo.
- Anestesiólogos del Servicio.
- Médicos Residentes de anestesiología.

### **\*Económicos:**

- No requiere gasto económico

## VARIABLES.

VARIABLE	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	UNIDAD DE MEDICIÓN	TIPO
<b>EDAD</b>	Tiempo que ha transcurrido desde el nacimiento de una persona o ser vivo	Tiempo que ha durado una cosa desde que empezó a existir. Tiempo que ha durado una cosa desde que empezó a existir.	Años	Cuantitativo
<b>GENERO</b>	Personas que tienen características generales en común	Categoría o clase en que se pueden ordenar las obras de la creación humana.	Masculino Femenino	Cualitativo
<b>ASA</b>	Sistema de clasificación que utiliza la American Society of Anesthesiologists, para estimar el riesgo que plantea la anestesia para los distintos estados del paciente.	Clase de estado funcional del paciente en el ese momento	I-VI	Cuantitativa
<b>TOF</b>	Cociente de estimulación nerviosa que consiste en una serie de 4 estímulos supramáximos a frecuencias de 2 Hz/seg, para medir el funcionamiento nervioso	Instrumento de medida para evaluar el porcentaje de relajación neuromuscular	Porcentaje (0-100%)  +90% sin relajación neuromuscular residual. -90% con relajación neuromuscular residual	Cuantitativa
<b>OXIMETRIA DE PULSO</b>	Método no invasivo que permite la estimación de la saturación de oxígeno de la hemoglobina arterial y también	Medida de la cantidad de oxígeno en la sangre.	Porcentaje (0-100%)	Cuantitativa

	vigila la frecuencia cardiaca y la amplitud del pulso.			
<b>RELAJANTE NEUROMUSCULAR NO DESPOLARIZANTE</b>	Fármacos compiten con la acetilcolina por los receptores de la misma y que carecen de actividad agonista a nivel de la unión neuromuscular, e impiden la despolarización fisiológica que se requiere para la contracción muscular.	Tipo de fármaco utilizado para lograr un estado de relajación muscular en el paciente	-Estructura química (aminoesteroides y bencilisoquinolinas)  -Tiempo de acción (corta, intermedia, prolongada)	Cualitativa
<b>DOSIS</b>	Cantidad de principio activo de un fármaco que se administra a un paciente	Cantidad de fármaco administrado	Gramos Miligramos Microgramos	Cuantitativa
<b>EFFECTO RESIDUAL</b>	Tiempo en el cual un fármaco se mantiene activo dentro del organismo, con efectos fisiológicos en el mismo	Tiempo en que el fármaco tiene aún efectos en el organismo	Segundos Minutos Horas	Cuantitativa

## XI. RESULTADOS ANALÍTICOS.

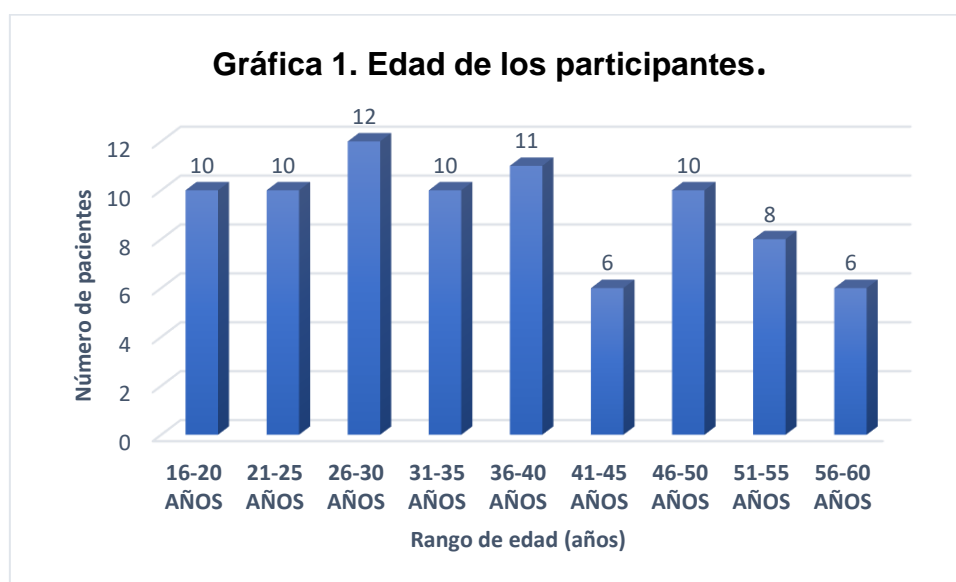
En este trabajo de investigación se incluyeron a 83 pacientes, de ambos géneros, de 18 a 60 años, sometidos a anestesia general balanceada para realización de colecistectomía laparoscópica durante el período de febrero de 2019 a febrero de 2020 en el Hospital General de Cholula. Del total de participantes, se obtuvo una media de 36.29, mediana de 35 y moda de 20 años, con una desviación estándar de 12.086.

**Tabla 1. Edad de pacientes evaluados**

	N	Mínimo	Máximo	Suma	Media	Moda	Mediana	Desviación estándar
EDAD	83	18	59	3012	36.29	20	35	12.086
N válido (por lista)	83							

Fuente: Hoja de Recolección de datos y programa de análisis estadístico SPSS versión 24.0

Para su estudio, los participantes se organizaron en grupos por rango de edad, obteniendo los resultados plasmados en la gráfica 1, en la cual podemos observar que el grupo de 26-30 años es el que cuenta con mayor cantidad de pacientes, con 12 en total, mientras que el menos frecuente fue el grupo conformado por pacientes de 41-45 años y de 56-60 años con 6 participantes cada uno.



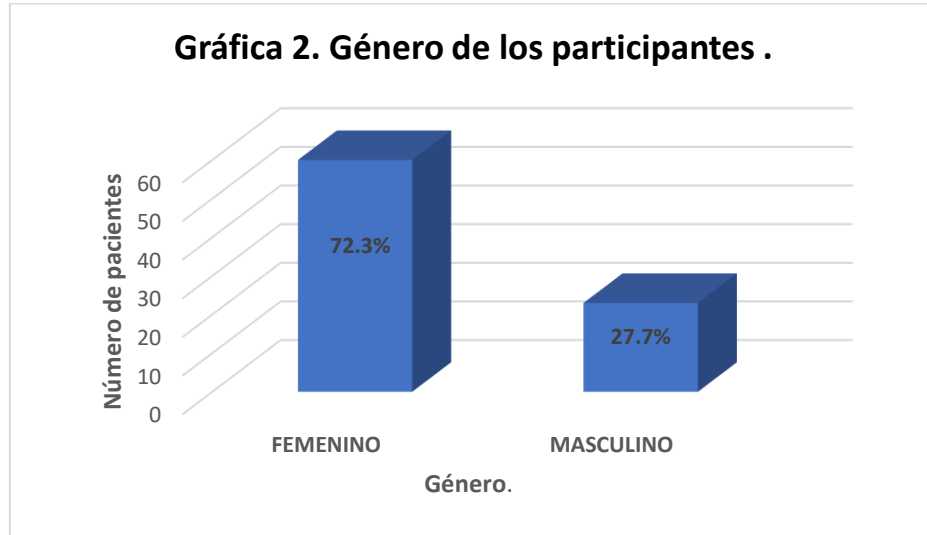
Fuente: Hoja de Recolección de datos y programa de análisis estadístico SPSS versión 24.0

Los pacientes que participaron en el estudio correspondían a ambos géneros, de los cuales 60 fueron mujeres (concordante con un 72.3%) y 23 hombres (que equivalen al 27.7% del total)

**Tabla 2. Género de los participantes.**

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	MUJER	60	72.3	72.3	72.3
	HOMBRE	23	27.7	27.7	100.0
	Total	83	100.0	100.0	

Fuente: Hoja de Recolección de datos y programa de análisis estadístico SPSS versión 24.0



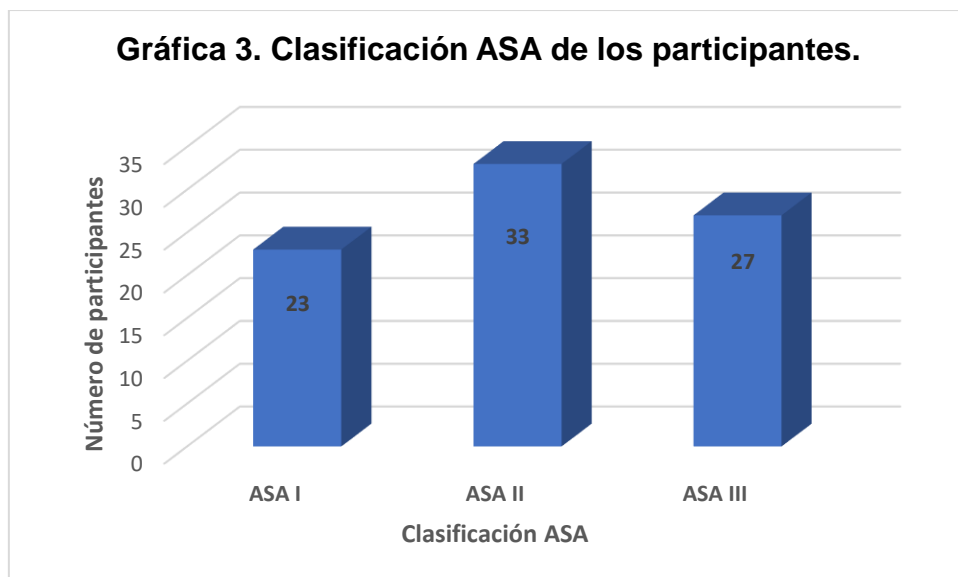
Fuente: Hoja de Recolección de datos y programa de análisis estadístico SPSS versión 24.0

Los 83 participantes del estudio se clasificaron de acuerdo a su estado físico con la escala de ASA, encontrando que 23 pacientes pertenecían a un ASA I (correspondiente a un 27.7%), 33 pacientes fueron clasificados con un ASA II (39.8%) y 27 pacientes correspondientes a un ASA III (lo que equivale al 32.5% del total).

**Tabla 3. Clasificación ASA de los participantes.**

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	I	23	27.7	27.7	27.7
	II	33	39.8	39.8	67.5
	III	27	32.5	32.5	100.0
	Total	83	100.0	100.0	

Fuente: Hoja de Recolección de datos y programa de análisis estadístico SPSS versión 24.0



Fuente: Hoja de Recolección de datos y programa de análisis estadístico SPSS versión 24.0

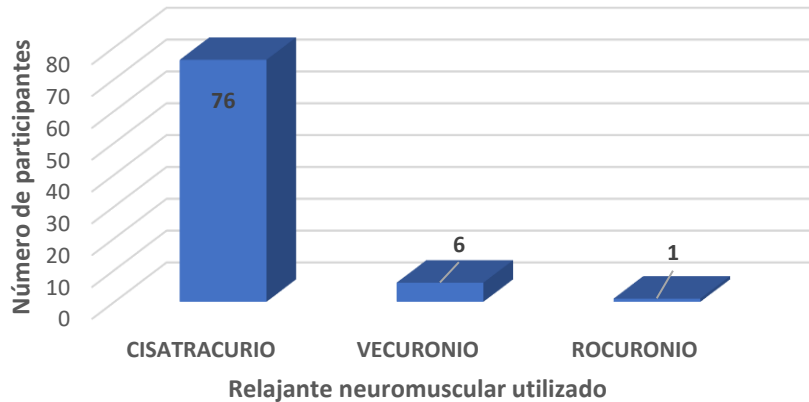
Para el estudio, se utilizaron 3 tipos de relajantes neuromusculares. El cisatracurio, fue el más frecuente y se utilizó en 76 pacientes (correspondiente al 91.6%), seguido del vecuronio (7.2% del total) y rocuronio en 1 persona (1.2%).

**Tabla 4. Tipo de relajante muscular utilizado.**

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	CISATRACURIO	76	91.6	91.6	91.6
	VECURONIO	6	7.2	7.2	98.8
	ROCURONIO	1	1.2	1.2	100.0
	Total	83	100.0	100.0	

Fuente: Hoja de Recolección de datos y programa de análisis estadístico SPSS versión 24.0

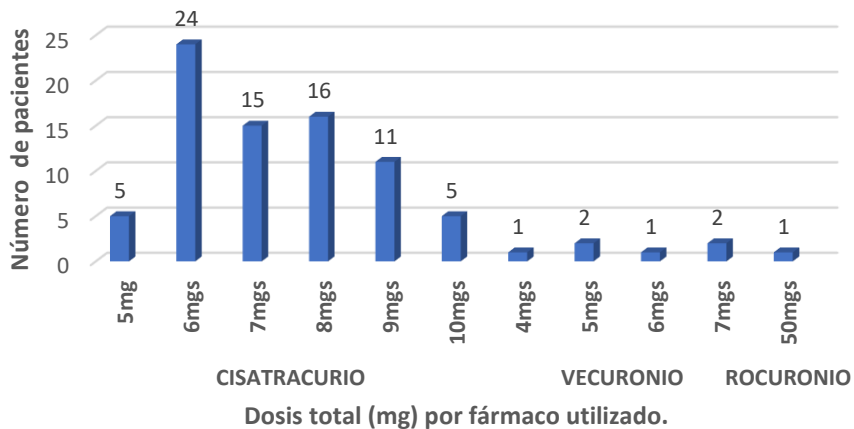
**Gráfica 4. Relajante neuromuscular utilizado.**



Fuente: Hoja de Recolección de datos

Una variable a considerar en este estudio fue la dosis total del relajante neuromuscular utilizado en los 83 pacientes, el cual tuvo una media de 7.11 mg, con una desviación estándar de 1.440 para todos los pacientes evaluados, siendo más frecuente la dosis de 6 mg para cisatracurio con un total de 24 pacientes. La dosis de vecuronio más frecuente fue de 5 y 7 mg (con 2 pacientes cada uno); mientras que sólo en un paciente se administró rocuronio con una dosis total de 50 mg.

**Gráfica 5. Dosis total de relajante neuromuscular utilizada (mg)**

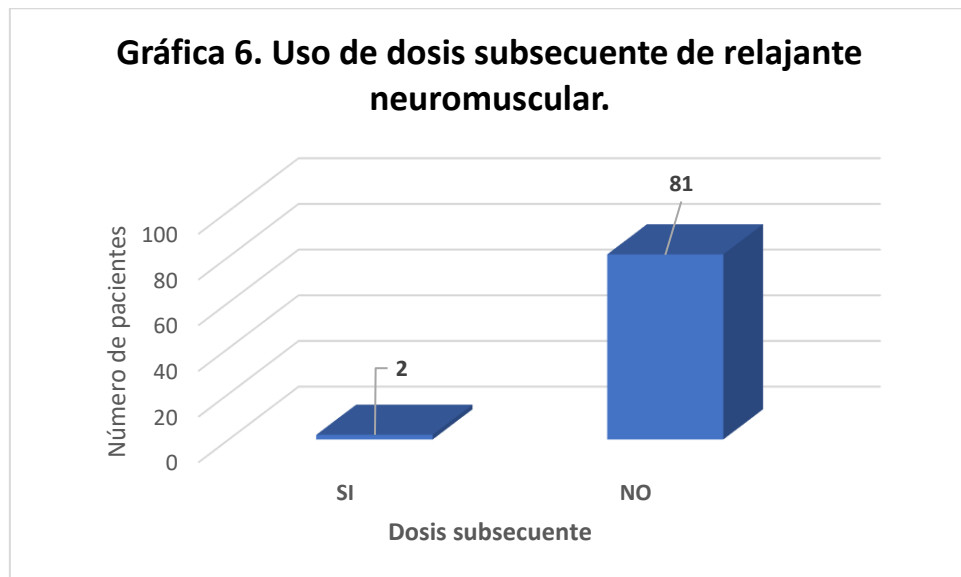


Otra de las variables a estudiar fue la administración o no de dosis subsecuentes de relajantes neuromusculares. En 2 pacientes se utilizaron dosis subsecuentes (2.4%), mientras que en 81 pacientes no se administraron dosis subsecuentes de relajantes neuromusculares durante el transanestésico (correspondiente al 97.6% del total).

**Tabla 5. Utilización de dosis subsecuente de relajante neuromuscular durante el transanestésico.**

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	SI	2	2.4	2.4	2.4
	NO	81	97.6	97.6	100.0
	Total	83	100.0	100.0	

Fuente: Hoja de Recolección de datos y programa de análisis estadístico SPSS versión 24.0



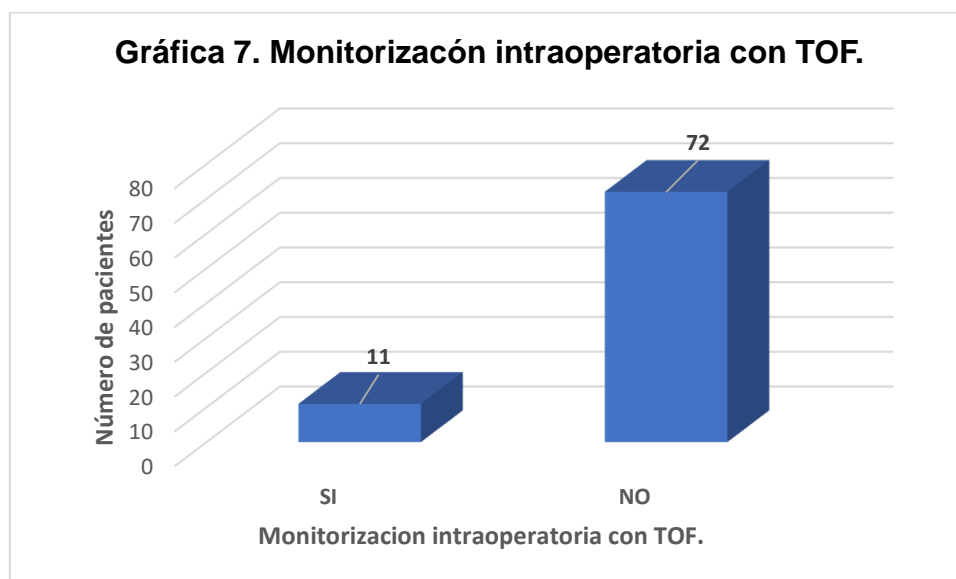
Fuente: Hoja de Recolección de datos y programa de análisis estadístico SPSS versión 24.0

En el estudio con los 83 participantes, se tomó en cuenta la monitorización TOF intraoperatoria, estando presente en 11 pacientes (para un porcentaje de 13.3%) y no formando parte de la monitorización de los pacientes en 72 de ellos (correspondiente a un 86.7%)

**Tabla 6. Monitorización intraoperatoria con TOF.**

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	SI	11	13.3	13.3	13.3
	NO	72	86.7	86.7	100.0
	Total	83	100.0	100.0	

Fuente: Hoja de Recolección de datos y programa de análisis estadístico SPSS versión 24.0



Fuente: Hoja de Recolección de datos y programa de análisis estadístico SPSS versión 24.0

Las mediciones de TOF se realizaron a los 5, 15 y 30 minutos a la llegada de los 83 participantes a la unidad de Cuidados Postanestésicos, encontrándose los siguientes resultados. Los valores de TOF obtenidos a los 5 minutos de la llegada a UCPA presentaron una media de 89.05%, con una desviación estándar de 5.84, con un valor mínimo de 75% y un máximo de 99%. Ninguno de los pacientes presentó valores de TOF menores a 70% (valor previo en la literatura como punto de corte para la evaluación de relajación neuromuscular residual). Sin embargo, el 36.1% de los pacientes si presentó valores de TOF menores de 90% en los primeros 5 minutos de la evaluación.

Con respecto a los valores obtenidos a los 15 minutos de llegada a la Unidad de Cuidados Postanestésicos, se obtuvo una media de 94.70%, con una desviación

estándar de .556, con un valor mínimo de 79% y un máximo de 100%. El 18.1% de los pacientes si presentó valores de TOF menores de 90% en los primeros 15 minutos de la evaluación.

En la evaluación realizada a los 30 minutos de llegada a la Unidad de Cuidados Postanestésicos, se obtuvo una media de 98.6%, con una desviación estándar de 2.032, con un valor mínimo de 92% y un máximo de 100%. A los 30 minutos de su estancia en la UCPA, ninguno de los pacientes evaluados presentaba valores compatibles con relajación neuromuscular residual, de acuerdo con el punto de corte reportado en la literatura (TOF menor a 90%).

**Tabla 7. Valores obtenidos de TOF en la unidad de Cuidados Postanestésicos.**

		Media	Mediana	Moda	Mínimo	Máximo	Desviación estándar
Valor de TOF	5 minutos	89.05	90	92	75	99	5.847
	15 minutos	94.7	96	100	79	100	5.067
	30 minutos	98.66	100	100	92	100	2.032

Fuente: Hoja de datos y programa de análisis estadístico SPSS versión 24.0

Se evaluó el tiempo transcurrido desde la última dosis de relajante neuromuscular hasta su llegada a la unidad de Cuidados Postanestésicos, obteniendo una media de 80.58 minutos y una desviación estándar de 18.356, como se puede observar en la tabla 8.

**Tabla 8. Tiempo transcurrido desde la última dosis (minutos).**

		Media	Mediana	Moda	Mínimo	Máximo	Desviación estándar
Válido	Tiempo transcurrido desde la última dosis (minutos)	80.58	80	80	50	120	18.356

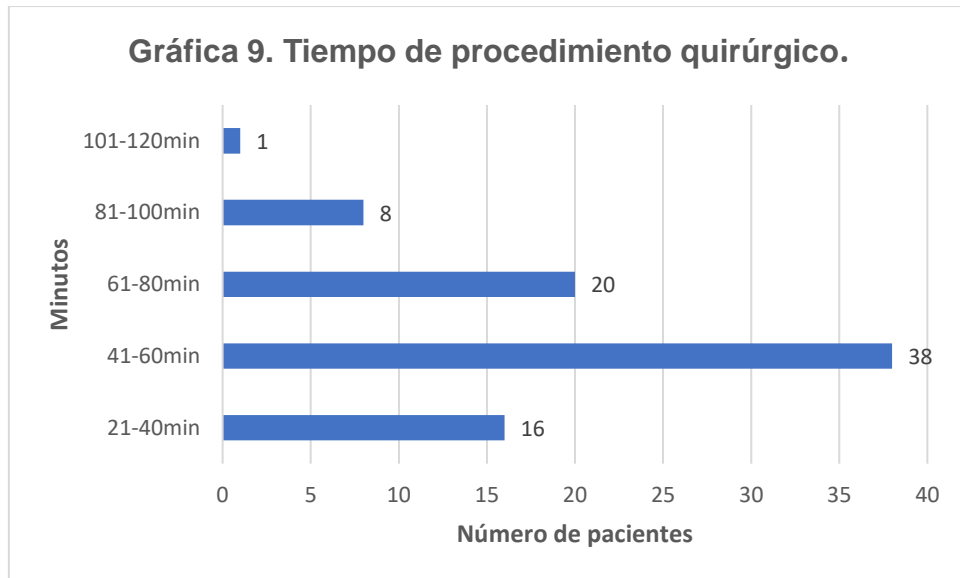
Fuente: Hoja de Recolección de datos y programa de análisis estadístico SPSS versión 24

Una variable más a evaluar dentro del estudio fue la duración del procedimiento quirúrgico y anestésico. La media de tiempo del procedimiento quirúrgico fue de 59.64 minutos, con una desviación estándar de 18.276. La cirugía más corta tuvo un tiempo de 30 minutos, mientras que la más duradera fue de 105 minutos (ver tabla 9). Se agruparon para su estudio los procedimientos quirúrgico y anestésico, encontrando que la duración del procedimiento quirúrgico más frecuente fue 41-60 minutos (con un total de 38 pacientes) (gráfica 9), mientras que la duración promedio más frecuente del procedimiento anestésico fue de 41-60 minutos (con un total de 38 pacientes) (gráfica 10). La duración del procedimiento anestésico para los pacientes evaluados en el Hospital General de Cholula, en procedimiento de colecistectomía laparoscópica, presentó una media de 72.89 minutos, con una desviación estándar de 18.612 respecto de su media en la población tipificada por género.

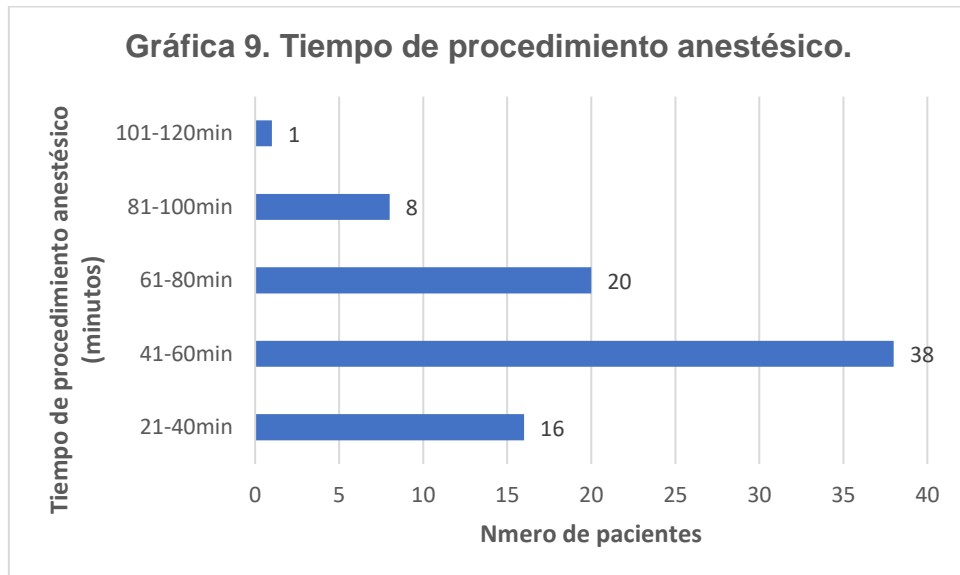
**Tabla 9. Tiempo transcurrido desde la última dosis (minutos).**

		Media	Mediana	Moda	Mínimo	Máximo	Desviación estándar
Válido	Tiempo de procedimiento quirúrgico (minutos)	59.64	60	60	30	105	18.267
	Tiempo de procedimiento anestésico (minutos)	72.89	70	70	40	115	18.612

Fuente: Hoja de Recolección de datos y programa de análisis estadístico SPSS versión 24



Fuente: Hoja de Recolección de datos y programa de análisis estadístico SPSS versión 24.



Fuente: Hoja de Recolección de datos y programa de análisis estadístico SPSS versión 24.

## ANÁLISIS DESCRIPTIVO.

El valor promedio de TOF obtenidos a los 5 minutos de llegada a la Unidad de Cuidados Post anestésicos fue de 89.04%. De los 83 pacientes evaluados a los 5 minutos, 30 de ellos (31.14%) presentaron valores de TOF menores a 90% (punto de corte para presencia de relajación neuromuscular residual). De estos 30 pacientes con valores de TOF menores a 90%, 10 de ellos eran hombres (33.33%) y 20 mujeres (66.66%).

En la evaluación realizada a los 15 minutos, 15 (18.07%) de los 83 pacientes evaluados presentaron valores de TOF menores a 100%. Se encontró un valor de TOF promedio de 94.69%. De estos 15 pacientes con valores de TOF menores de 90%, 4 correspondieron a hombres (26.66%) y 11 mujeres (73.33%).

Al evaluar a los 83 pacientes del estudio a los 30 minutos, se encontró que todos los pacientes presentaban valores de TOF mayores a 90%, con un porcentaje promedio de valor de TOF de 99% a los 30 minutos.

Una vez obtenido el valor de la incidencia, se evaluaron diferentes variables cuantitativas para determinar cuál de ellas presentaba mayor influencia para los resultados obtenidos. Para ello, utilizamos la siguiente tabla de correlación de índice de Pearson.

Valor	Significado
-1	Correlación negativa grande y perfecta
-0,9 a -0,99	Correlación negativa muy alta
-0,7 a -0,89	Correlación negativa alta
-0,4 a -0,69	Correlación negativa moderada
-0,2 a -0,39	Correlación negativa baja
-0,01 a -0,19	Correlación negativa muy baja
0	Correlación nula
0,01 a 0,19	Correlación positiva muy baja
0,2 a 0,39	Correlación positiva baja
0,4 a 0,69	Correlación positiva moderada
0,7 a 0,89	Correlación positiva alta
0,9 a 0,99	Correlación positiva muy alta
1	Correlación positiva grande y perfecta

Figura 3. Índice de correlación de Pearson

A partir de los datos obtenidos, se lograron obtener las siguientes conclusiones:

De los 30 pacientes con valores de TOF menores a 90% en los primeros 5 minutos, 5 pacientes (16.66%) correspondieron a estado físico ASA I, 8 pacientes (26.66%) correspondieron a un ASA II y 17 pacientes (56.66%) correspondieron a un ASA III. A los 15 minutos de llegada a la UCPA, 15 pacientes presentaron valores de TOF menores a 90%, de los cuales 2 pacientes (13.33%) correspondieron a un ASA I, 4 pacientes (26.66) fueron catalogados en un ASA II y 9 de ellos (60%) se asignaron a un ASA III. Al realizar el análisis de esta variable, no encontramos asociación significativa.

Al analizar la correlación existente entre la dosis total del relajante neuromuscular utilizado y los valores obtenidos del TOF a los 5, 15 y 30 minutos, encontramos lo siguiente:

Con la evaluación de TOF a los 5 minutos de la llegada a la Unidad de Cuidados Postanestésicos, se observa una correlación negativa muy baja (coeficiente de Pearson de -0.166), a los 15 minutos se encontró una correlación negativa muy baja (Coeficiente de correlación de Pearson de -0.069), mientras que, a los 30 minutos, la correlación encontrada fue de un valor de .113 con una correlación positiva muy baja. La relación más positiva encontrada entre las variables, por lo tanto, fue la de la dosis total y los valores de TOF obtenidos a los 30 minutos.

**Tabla 10. Correlación entre dosis total de relajante muscular e índice de TOF a los 5, 15 y 30 minutos**

		Índice de TOF a los 5 minutos	Índice de TOF a los 15 minutos	Índice de TOF a los 30 minutos
DOSIS TOTAL DE RELAJANTE MUSCULAR	Correlación de Pearson	-.166	-0.69	.113
	Sig. (bilateral)	.134	.535	.310
	N	83	83	83

Fuente: Hoja de Recolección de datos y programa de análisis estadístico SPSS versión 24.

Se analizó también la correlación entre el tiempo promedio de anestesia y los valores obtenidos del TOF a los 5, 15 y 30 minutos encontrando las siguientes conclusiones. A los 5 minutos, se obtuvo una correlación positiva muy baja entre el tiempo de duración de anestesia y el índice de TOF a los 5 minutos, con un índice de Pearson de 0.003. La correlación más importante encontrada al analizar estas dos variables fue la del índice de TOF a los 30 minutos, con un índice de Pearson de 0.023, contrastando con el valor de correlación de Pearson a los 15 minutos (-0.0159, con un valor significativo negativo muy bajo)

**Tabla 11. Correlación entre el tiempo promedio de duración de anestesia (en minutos) y el índice de TOF a los 5, 15 y 30 minutos.**

		Índice de TOF a los 5 minutos	Índice de TOF a los 15 minutos	Índice de TOF a los 30 minutos
Tiempo promedio de duración anestesia (minutos)	Correlación de Pearson	.003	-0.159	.023
	Sig. (bilateral)	.981	.150	.837
	N	83	83	83

Fuente: Hoja de Recolección de datos y programa de análisis estadístico SPSS versión 24.

Asimismo, se analizó la relación existente entre el tiempo promedio de duración del procedimiento quirúrgico y el valor obtenido en el TOF en los 83 pacientes a los 5, 15 y 30 minutos de llegada a la Unidad de Cuidados Post anestésicos. Se encontró que la relación más importante entre estas dos variables, fue la obtenida a los 30 minutos,

con una correlación positiva muy baja, en contraparte con los datos obtenidos a los 5 o 15 minutos, en los cuales se encontró una correlación negativa muy baja.

**Tabla 11. Correlación entre el tiempo promedio de duración de cirugía (en minutos) y el índice de TOF a los 5, 15 y 30 minutos**

		Índice de TOF a los 5 minutos	Índice de TOF a los 15 minutos	Índice de TOF a los 30 minutos
Tiempo promedio de duración de cirugía (minutos)	Correlación de Pearson	-.030	-.169	.046
	Sig. (bilateral)	.791	.126	.680
	N	83	83	83

Fuente: Hoja de Recolección de datos y programa de análisis estadístico SPSS versión 24.

Finalmente, se analizó la relación encontrada entre el tiempo transcurrido desde la administración de la última dosis del medicamento. Se encontró que la relación entre el tiempo transcurrido desde la última dosis de administración del relajante neuromuscular en relación con el índice de TOF posee una correlación débil positiva, teniendo una mayor asociación cuando se relaciona con el índice de TOF a los 30 minutos, más tendiente a 1.

**Tabla 12. Correlación entre el tiempo transcurrido desde la última dosis del relajante neuromuscular (en minutos) y el índice de TOF a los 5, 15 y 30 minutos.**

		Índice de TOF a los 5 minutos	Índice de TOF a los 15 minutos	Índice de TOF a los 30 minutos
Tiempo transcurrido desde la última dosis (minutos)	Correlación de Pearson	.020	-.174	0.022
	Sig. (bilateral)	.857	.116	.846
	N	83	83	83

Fuente: Hoja de Recolección de datos y programa de análisis estadístico SPSS versión 24.

## XII. DISCUSIÓN.

Los relajantes neuromusculares no despolarizantes se utilizan para facilitar la intubación endotraqueal y como parte del mantenimiento en la anestesia general, garantizando una relajación neuromuscular adecuada durante el procedimiento quirúrgico. Sin embargo, recordemos que su uso no está exento de efectos adversos, como es la presencia de relajación neuromuscular, cuya frecuencia es elevada de acuerdo con estudios realizados a nivel mundial, aún con el uso de relajantes neuromusculares de acción intermedia, como los utilizados en el estudio realizado.

En el estudio se realizó un análisis de las variables ya mencionadas, poniendo énfasis en la correlación entre la edad y los valores de TOF encontrados en la unidad de Cuidados post anestésicos, encontrando que los valores de TOF aumentan con la edad, siendo menores conforme la edad va disminuyendo.

Tomando en cuenta la definición de relajación neuromuscular residual con un TOF menor de 90%, se encontró que la incidencia de ésta es de 36.1% en los pacientes evaluados, concordantes con los resultados obtenidos a nivel mundial.

Se obtuvo una incidencia de 36.1% (30 pacientes de 83 participantes) en los primeros 5 minutos de llegada a la UCPA (punto de corte de TOF <90%), a los 15 minutos se encontró relajación residual en 18.1% (15 de 83 pacientes), mientras que a los 30 minutos de llegada a la Unidad de Cuidados Post anestésicos no existieron valores de TOF <90% en los 83 pacientes evaluados. Ninguno de los pacientes requirió reversión farmacológica de los relajantes neuromusculares, durante su estancia en la Unidad de Cuidados Post Anestésicos.

Con respecto a las variables encontradas con asociación de relajación neuromuscular residual en la unidad de cuidados post anestésicos, se encontró que la dosis total del relajante muscular utilizada y el tiempo del procedimiento quirúrgico tenían mayor asociación causal; a mayor dosis utilizada del fármaco y mayor duración del procedimiento quirúrgico, existió una mayor incidencia a los 5 minutos y 15 minutos de llegada del paciente a la Unidad de Cuidados Post Anestésicos. Se encontró una asociación menor entre el tiempo de procedimiento anestésico y el tiempo transcurrido desde la administración de la última dosis del fármaco, que no es estadísticamente significativa.

### **XIII. CONCLUSIONES.**

La incidencia de relajación neuromuscular residual en la Unidad de Cuidados Postanestésicos del Hospital General de Cholula correspondió a un 36.1%. En el presente estudio, existió una asociación entre la incidencia de relajación neuromuscular residual y la dosis del fármaco, así como el tiempo del procedimiento quirúrgico. Al tratarse de una muestra pequeña, se requieren más estudios de asociación causal, ya que las variables encontradas presentaron una correlación positiva muy baja.

Aunque se presentaron asociaciones causales bajas, los resultados sugieren que esta complicación puede estar presente en los pacientes en la Unidad de Cuidados Post Anestésicos hasta 30 minutos de la llegada de estos a la Unidad de recuperación, con la utilización de relajantes neuromusculares de acción intermedia, como los utilizados en el estudio.

Debe recordarse que existe la posibilidad de presentar relajación neuromuscular residual al término de cualquier procedimiento quirúrgico en el cual se haya hecho uso de estos fármacos, ya que difícilmente se puede demostrar una recuperación neuromuscular completa basada en parámetros clínicos. La monitorización objetiva, debe ser una constante dentro de quirófano o en su caso, en la Unidad de Cuidados Post Anestésicos, ya que nos brinda la seguridad de presentar este efecto adverso y revertir farmacológicamente en caso necesario, reduciendo los efectos críticos que pudieran presentarse a nivel pulmonar, disminuyendo la morbimortalidad asociada reportada en la literatura.

Por o tanto, consideramos importante el contar con monitorización de relajación neuromuscular en la Unidad de Cuidados Post Anestésicos, así como dentro de la sala de procedimientos quirúrgicos y hacer uso del monitoreo instrumental y objetivo de la función neuromuscular como parte de la monitorización intraoperatoria completa. Asimismo, consideramos importante que la presencia de un Anestesiólogo entrenado en la Unidad de Cuidados Post Anestésicos es importante, ya que puede identificar de forma temprana y establecer un protocolo de acción acerca de la presencia de signos clínicos asociados con relajación neuromuscular residual, así como otras complicaciones, que permitan mejorar la sobrevida del paciente.

## **XIV. CONSIDERACIONES ÉTICAS.**

### **1. BIOÉTICA.**

Este protocolo está diseñado de acuerdo a los lineamientos anotados en los siguientes códigos:

- Reglamento de la ley General de Salud. De acuerdo a la norma de la Ley general de Salud en materia de investigación en salud vigente y basada en los artículos 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21 y 24 el presente estudio no produce ningún riesgo para la salud del paciente
- De acuerdo al reglamento de la Ley General de Salud en Materia de Investigación, para la salud, Títulos del primero al sexto y noveno 1987. Norma Técnica No. 313 para la presentación de proyectos e informes técnicos de investigación en las instituciones de Atención a la Salud.
- Reglamento federal: título 45, sección 46 y que tiene consistencia con las buenas prácticas clínicas.
- Declaración de Helsinki: Principios éticos en las investigaciones médicas en seres humanos, con última revisión en Escocia, octubre 2000.
- Principios éticos que tienen su origen en la declaración de Helsinki de la Asociación Médica Mundial, titulado: "Todos los sujetos en estudio firmarán el consentimiento informado acerca de los alcances del estudio y la autorización para usar los datos obtenidos en presentaciones y publicaciones científicas, manteniendo el anonimato de los participantes".

Cumple con las normas y procedimientos en materia de investigación que rigen las instituciones de salud. Se solicitó consentimiento informado.

Las pacientes requieren firmar un consentimiento informado. Además se conservará en total confidencialidad la información obtenida en la presente investigación.

### **Información para la paciente.**

El bloqueo neuromuscular residual es una complicación frecuente secundaria a la administración de relajantes musculares no despolarizantes durante la anestesia general balanceada, siendo la presencia de hipoxemia, una de las principales complicaciones derivadas de este, por lo cual tenemos como objetivo medir el grado de relajación neuromuscular en la unidad de Cuidados postanestésicos, a través de un neuroestimulador. Los riesgos a que se somete el paciente al participar de este estudio incluye la presencia de dolor en el sitio de estimulación, presencia de enrojecimiento, parestesias, incapacidad transitoria para realización de movimientos activos, para lo cual se tomarán las medidas pertinentes.

### **Por parte del investigador.**

El propósito del estudio es identificar la incidencia de relajación neuromuscular residual en la unidad de cuidados post anestésicos a fin de tomar medidas pertinentes para evitar riesgos de hipoxemia, apnea y Re intubación secundaria a dificultad respiratoria,. Los documentos que identifiquen al sujeto serán confidenciales, así mismo si los resultados de este estudio fueran motivo de publicación. Los datos del paciente serán utilizados solamente para los fines descritos en el protocolo de este estudio. La negativa de la paciente a participar en la investigación no perturbará la relación médico-paciente.

## **CONSENTIMIENTO INFORMADO.**

### **Carta de consentimiento informado para participación en protocolo de investigación**

Lugar y fecha:

---

Por medio de la presente autorizo que se me incluya en el protocolo de investigación titulado: "Incidencia de bloqueo neuromuscular residual con el uso de relajantes musculares no despolarizantes en procedimientos quirúrgicos electivos"

El objetivo del estudio es: Identificar la incidencia de relajación neuromuscular residual en la unidad de cuidados postanestésicos en los pacientes programados para colecistectomía laparoscópica.

Se me ha explicado que mi participación consistirá en: colocar electrodos en región cubital a mi llegada a la unidad de Cuidados postanestésicos al termino de mi cirugía, aplicando un estímulo eléctrico débil para obtener una cifra que permita establecer si presento o no relajación neuromuscular residual. En que sitios.

Declaro que se me ha informado ampliamente sobre los posibles riesgos, inconvenientes, molestias derivados de la participación en el estudio, que son los siguientes: 1) Enrojecimiento en sitio de colocación de electrodos. 2) Dolor en el sitio de estimulación, secundaria al estímulo eléctrico. 3) Adormecimiento de la mano a monitorizar 4) Presencia de parestesias en extremidad a monitorizar

El investigador responsable se ha comprometido a darme información oportuna sobre cualquier procedimiento alternativo adecuado que pudiera ser ventajoso para el tratamiento, responder cualquier pregunta y aclarar cualquier duda que le plantee acerca de los procedimientos que se llevarán a cabo, los riesgos, beneficios o cualquier otro asunto relacionado con la investigación o con el tratamiento.

Entiendo que conservo el derecho de retirarme del estudio en cualquier momento en que lo considere conveniente, sin que ello afecte la atención médica que recibo en el instituto.

El investigador responsable no se me identificará en las presentaciones o publicaciones que deriven de este estudio y los datos relacionados con mí privacidad serán tratados en forma confidencial, me proporcionará información actualizada que se obtenga durante el estudio, aunque esta pudiera hacerme cambiar de parecer respecto a mi permanencia en el estudio.

---

Nombre y firma del paciente

---

Nombre y firma del investigador  
responsable

---

Nombre y firma del testigo.

---

Nombre y firma de testigo

## XV. ANEXOS.

### Anexo 1

#### NÚMERO DE CIRUGÍAS PROGRAMADAS EN EL AÑO 2018 EN EL HOSPITAL GENERAL DE CHOLULA

MES	NÚM. DE CIRUGIAS
Enero	164
Febrero	145
Marzo	154
Abril	139
Mayo	169
Junio	178
Julio	174
Agosto	187
Septiembre	167
Noviembre	182
Diciembre	104
Total	1763

#### NÚMERO DE COLECISTECTOMIAS LAPAROSCOPICAS POR MES (AÑO 2018) HOSPITAL GENERAL DE CHOLULA

MES	NÚM. DE CIRUGIAS
Enero	14
Febrero	13
Marzo	16
Abril	20
Mayo	21
Junio	17
Julio	17
Agosto	9
Septiembre	21
Noviembre	15
Diciembre	12
Total	175

*Fuente: Datos estadísticos del Servicio de Anestesiología del Hospital General de Cholula*

## Anexo 2

### Edad (años)

<b>Género</b>	M ( ) F ( )
<b>ASA</b>	I ( ) II ( ) III ( )
<b>Relajante muscular utilizado</b>	Cisatracurio ( ) Vecuronio ( ) Rocuronio ( )
<b>Dosis utilizada total (mg)</b>	_____ mg
<b>¿Se utilizó dosis subsecuente?</b>	No ( ) Si ( ) Anotar la hora de la última dosis.
<b>Utilizó TNM en quirófano</b>	No ( ) Si ( ) Último valor previo a la extubación _____
<b>Complicaciones anestésicas quirúrgicas</b>	Si ( ) No ( ) ¿Cuáles?
<b>¿Se realizó reversión farmacológica?</b>	No ( ) Si ( ) Fármaco utilizado: _____

### Porcentaje de TNM

Tiempo	Porcentaje	Datos clínicos
5 minutos		
15 minutos		
30 minutos		

### Observaciones

---



---



---



---

## XVI. BIBLIOGRAFÍA.

1. Ariza, Fredy et.al. Relajación residual postoperatoria en la unidad de cuidados postanestésicos de un hospital universitario: estudio de corte transversal. Revista Colombiana de Anestesiología, 2017 vol 45, no. 1 pp. 15-21.
2. E. L. Miller RD. Anestesia. Elsevier. 2015. 958-1027.
3. Mari Zapata, Darcy et.al. Bloqueo residual neuromuscular en pacientes hospitalizados versus ambulatorios en la Unidad de Cuidados Postanestésicos. Revista Mexicana de Anestesiología. Vol. 39. No. 2 Abril-Junio 2016 pp 97-105
4. Freeman, Clay. Postoperative residual recurarization: A case report. Anesthesia eJournal. Volume 4, issue 1 2016
5. Carrillo Esper, Raúl. Clínicas Mexicanas de Anestesiología. Bloqueadores neuromusculares. Editorial Alfil. Volumen 16, enero-abril 2012.
6. G. Barash Paul. Fundamentos de Anestesia clínica. 1ª ed. 2016
7. Butterworth, John. Morgan and Mikhail's. Clinical Anesthesiology. 6ª edition. 2008
8. Aldrete, Jorge Antonio et.al. Farmacología para anesthesiólogos, Intensivistas, emergentólogos y medicina del dolor. 1ra ed. 2006.
9. Aytac, Ismail. Survey of postoperative residual curarization, acute respiratory events and approach of anesthesiologists. Rev Bras Anesthesiol. 2016;66(1):55---62
10. Sanjay M. Bhananker. Et.al. Comparison of train-of-four count by anesthesia providers versus TOF-Watch\_ SX: a prospective cohort study. Can Anesth (2015) 62:1089–1096
11. Glenn, Murphy et.al. Comparison of the TOFscan and the TOF-Watch SX during Recovery of Neuromuscular Function. Anesthesiology. November 2018, Volume 129, Number 5.
12. Glenn, Murphy. Neuromuscular Monitoring in the Perioperative Period. Anesthesia & Analgesia. February 2018 • Volume 126 • Number 2. 464-468
13. Naguib, Mohamed.et.al. Consensus Statement on Perioperative Use of Neuromuscular Monitoring. Anesthesia & Analgesia. July 2018 • Volume 127 • Number 1. 71-80

14. Grabitz, Stephanie. Et.al. The Effects of Postoperative Residual Neuromuscular Blockade on Hospital Costs and Intensive Care Unit Admission: A Population-Based Cohort Study. *Anesthesia & Analgesia*. June 2019 • Volume 128 • Number 6. 1129-1136
15. Checketts. M.R. et.al. Recommendations for standards of monitoring during anaesthesia and recovery 2015 : Association of Anaesthetists of Great Britain and Ireland. *Anaesthesia* 2016, 71, 85–93
16. Hunter. J. M. Reversal of residual neuromuscular block: complications associated with perioperative management of muscle relaxation. *British Journal of Anaesthesia*, 2017, 119 (S1): i53–i62.
17. J. Brull, Sorin.et.al. Current Status of Neuromuscular Reversal and Monitoring Challenges and Opportunities. *Anesthesiology* 2017; 126:173–90
18. J. McLean, Duncan.et.al. Dose-dependent Association between Intermediate-acting Neuromuscular-blocking Agents and Postoperative Respiratory Complications. *Anesthesiology*, 2016. V 122 • No 6. 85-93
- 19.S. Green, Michael. Et.al Management of Residual Neuromuscular Blockade Recovery: Age-Old Problem with a New Solution. *Case Reports in Anesthesiology* Volume 2017, pp 1-4
- 20.Errando, Carlos. Bloqueo neuromuscular residual en la sala de recuperación postanestésica. Análisis secundario del estudio ReCuSS. Estudio observacional transversal de una cohorte multicéntrica. *Rev Esp Anestesiología Reanim*. Marzo 2017. pp 2-5
21. Hunter. J. M. Reversal of residual neuromuscular block: complications associated with perioperative management of muscle relaxation *British Journal of Anaesthesia*, 2017, 119 (S1): i53–i62
22. Biro, Peter. Et.al. Proposal for a Revised Classification of the Depth of Neuromuscular Block and Suggestions for Further Development in Neuromuscular Monitoring. *Anesthesia & Analgesia*. June 2019 • Volume 128 • Number 6. 1381-1383
23. Naguib, N et.al. Neuromuscular monitoring and postoperative residual curarization: a meta-analysis. *British Journal of Anaesthesia*. 2007, volumen 98, number 3. pp 302–316.
24. Barajas, R et.al. Determinación de la incidencia de la parálisis residual postanestésica con el uso de agentes bloqueadores neuromusculares en México. *Revista Mexicana de Anestesiología*. Vol. 34. No. 3 Julio-Septiembre 2011 pp 181-188

