

TECNOLÓGICO DE MONTERREY



Escuela de Medicina y Ciencias de la Salud

Relajación muscular residual posterior a cirugía laparoscópica en el Hospital Ángeles Chihuahua

Tesis para obtener el grado de:

Especialidad en Anestesiología

presenta:

Dr. Rogelio Reyes Fuentes

Director de tesis:

Dr. Agustín Méndez de León

Codirector de tesis:

Dr. Francisco Javier Martínez Pelayo

Monterrey, Nuevo León, Mexico

Octubre 2019



Escuela de Medicina y
Ciencias de la Salud
TecSalud

Los Integrantes del Comité aprueban la tesis de Rogelio Reyes Fuentes, que
presenta para cubrir el requisito parcial de obtención del grado de:

ESPECIALISTA EN ANESTESIOLOGÍA

Comité de Tesis

Dr. José de Jesús Terán Guevara
Director de Comité de Sinodales

Dr. Salomón Alvarado Ramos
Sinodal

Dr. Agustín Méndez de León
Sinodal

Dr. Fernando Cantú Flores

Director Académico del programa en Anestesiología

1.0 ÍNDICE

2.0	ABREVIATURAS	5
3.0	SÍNTESIS	5
4.0	PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	7
5.0	ANTECEDENTES Y JUSTIFICACIÓN	8
5.1.	Justificación	18
6.0	PREGUNTA DE INVESTIGACIÓN, OBJETIVOS E HIPÓTESIS	19
6.1.	Pregunta de investigación	19
6.2.	Objetivo Principal	19
6.3.	Objetivos Secundarios	19
6.4.	Hipótesis	19
6.4.1	Hipótesis Nula	19
6.4.2	Hipótesis Alterna	19
7.0	DISEÑO DEL ESTUDIO.....	20
7.1.	Descripción del estudio	20
7.2.	Fundamentos para el diseño del estudio	20
7.3.	Fundamentos para la población de pacientes.....	20
8.0	MATERIALES Y MÉTODOS	20
8.1.	Pacientes.....	20
8.2.	Criterios de Inclusión	21
8.3.	Criterios de Exclusión	21
8.4.	Criterios de Suspensión	21
8.5.	Mediciones	21
8.6.	Evaluaciones del estudio	22

8.6.1	Formas de consentimiento informado y registro de selección.....	22
8.6.2	Historia clínica y datos demográficos.....	22
8.6.3	Exploraciones físicas.....	22
8.6.4	Estudios de laboratorio y gabinete	22
8.6.5	Signos vitales	22
9.0	METODOLOGÍA	23
9.1.	Metodología de la Investigación	23
9.2.	Variables	26
9.3.	Técnicas de análisis estadístico	28
9.3.1	Métodos y modelos de análisis de los datos según tipo de variables	28
9.3.2	Programas utilizados para análisis de datos.	28
10.0	CONSIDERACIONES ÉTICAS	28
10.1.	Cumplimiento con las leyes y regulaciones.....	28
10.2.	Consentimiento informado	28
10.3.	Comité de Ética.....	28
10.4.	Confidencialidad	29
11.0	RIESGOS PREVISIBLES Y PROBABLES	29
12.0	CRONOGRAMA.....	29
13.0	RESULTADOS	30
14.0	DISCUSIÓN	36
15.0	CONCLUSIÓN.....	38
16.0	BIBLIOGRAFÍA.....	39
17.0	ANEXOS	40

2.0 ABREVIATURAS

BNM: Bloqueador neuromuscular; BNMND: Bloqueadores neuromusculares no despolarizantes; UCPA Unidad de cuidados postanestésicos; TOF: Tren de cuatro

3.0 SÍNTESIS

Título	“Relajación muscular residual posterior a cirugía laparoscópica en el Hospital Ángeles Chihuahua”
Fase de estudio	Fase Inicial
Tipo de estudio	Replicativo, observacional, prospectivo, analítico
Clasificación del estudio	Riesgo Mínimo
Objetivo Principal	Identificar los factores de riesgo de los pacientes sometidos a cirugía laparoscópica para presentar relajación residual postoperatoria atendidos en la unidad de cuidados postanestésicos de adultos en el Hospital Ángeles Chihuahua
Objetivos secundarios	<p>Valorar la utilidad del Tren de cuatro para prevenir la relajación residual postoperatoria de los pacientes sometidos a cirugía laparoscópica atendidos en la unidad de cuidados postanestésicos de adultos en el Hospital Ángeles Chihuahua</p> <p>Determinar la fuerza contráctil preoperatoria y postoperatoria de los pacientes sometidos a cirugía laparoscópica atendidos en la unidad de cuidados postanestésicos de adultos en el Hospital Ángeles Chihuahua</p> <p>Conocer la asociación entre el IMC, porcentaje de grasa corporal y porcentaje de masa muscular de los pacientes sometidos a cirugía laparoscópica y la relajación residual postoperatoria atendidos en la unidad de cuidados postanestésicos de adultos en el Hospital Ángeles Chihuahua.</p> <p>Conocer la asociación entre la duración de la cirugía, el tipo de relajante neuromuscular, el número de dosis subsecuentes y la presencia de relajación residual.</p>
Hipótesis Nula	No existen factores de riesgo en los pacientes sometidos a cirugía laparoscópica para presentar relajación residual postoperatoria

Protocolo: “PRESPA-2019” (ID) Titulado: “Relajación muscular residual posterior a cirugía laparoscópica en el Hospital Ángeles Chihuahua”,
Versión 1.0, octubre 2019, Chihuahua, Chih., México

	atendidos en la unidad de cuidados postanestésicos de adultos en el Hospital Ángeles Chihuahua.
Hipótesis alterna	Existen factores de riesgo en los pacientes sometidos a cirugía laparoscópica para presentar relajación residual postoperatoria atendidos en la unidad de cuidados postanestésicos de adultos en el Hospital Ángeles Chihuahua.
Pregunta de Investigación	¿Cuáles son los factores de riesgo de los pacientes sometidos a cirugía laparoscópica para presentar relajación residual postoperatoria atendidos en la unidad de cuidados postanestésicos de adultos en el Hospital Ángeles Chihuahua?
Grupo para investigar	Pacientes sometidos a cirugía laparoscópica
"N"	48 pacientes
Duración aprox. del estudio	12 semanas
Resultados	Se obtuvo una muestra total de 48 pacientes programados para cirugía laparoscópica de los cuales 36 presentaron relajación residual postoperatoria mientras que 12 tuvieron una recuperación neuromuscular adecuada. La incidencia de relajación residual calculada en el estudio fue del 75%. Los factores de riesgo más importantes fueron la edad avanzada (ROC=0.7639, J 33, ESP 58.33%, SEN 86.11%), pacientes ASA II , porcentaje de grasa visceral mayor a 7.5 % (ROC=0.7153, J 7.5, ESP 75%, SEN 58.33%), temperatura corporal inferior a 36.5 °C (ROC=0.7245, J 36.55, ESP 41.67%, SEN 97.22%), dosis total de rocuronio mayor a 45 mg (ROC=0.9132, J 45, ESP 91.67%, SEN 80.56%) , utilizar dosis subsecuentes (ROC=0.7778, J 1, ESP 100%, SEN 55.56%) y una dosis mayor a 20 mg/m ² S.C. (ROC=0.8727, J 20.105, ESP 58.33%, SEN 100%) con diferencia significativa.
Conclusión	La relajación residual postoperatoria tiene una alta incidencia y es una complicación poco detectada en la unidad de cuidados postanestésicos. Ante la incidencia tan alta encontrada, es prioritario establecer estrategias encaminadas a utilizar el monitoreo neuromuscular como parte fundamental del manejo transanestésico para su detección oportuna y evitar posibles complicaciones.

4.0 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Los bloqueadores neuromusculares no despolarizantes (BNMND) son medicamentos utilizados frecuentemente en las unidades quirúrgicas por el médico anesestesiólogo con la finalidad de facilitar la intubación orotraqueal, mejorar las condiciones quirúrgicas y optimizar la asistencia ventilatoria. La implementación rutinaria de BNMND de acción intermedia ha demostrado una reducción significativa de la relajación residual postoperatoria, sin embargo, se estima que hasta más del 80% de los pacientes puede llegar a tener algún efecto de bloqueo neuromuscular.^{1 2}

La relajación residual postoperatoria, es un fenómeno frecuente y común en el periodo postoperatorio inmediato, pero poco evaluado y detectado en la unidad de cuidados postanestésicos (UCPA). Éste se ha asociado con complicaciones postoperatorias importantes como son la obstrucción de la vía aérea superior e hipoxemia, además de un aumento en el tiempo de recuperación y egreso hospitalario.²

La relajación residual postoperatoria se define como la presencia de una relación T4/T1 <0,9 frente a la estimulación de tipo Tren de cuatro (TOF) y ha sido motivo de múltiples publicaciones mostrando una incidencia variable que va desde 5% hasta 80 %. Este valor de TOF<0,9 sirve para definir que existe relajación residual y fue recomendado después de encontrarse que la recuperación funcional de los músculos laríngeos y del esfínter esofágico superior no era completa con valores inferiores.¹

Varios estudios han señalado múltiples factores de riesgo asociados con la incidencia de relajación residual postoperatoria. La mayoría coinciden en que dentro de estos factores los más importantes son el uso de relajantes neuromusculares de larga acción, altas dosis intraoperatorias, edad, sexo femenino, hipotermia y un IMC elevado. Sin embargo, los datos reportados en la literatura y los factores asociados pueden ser diferentes en países desarrollados y en vías de desarrollo, así como también dependientes del tipo de práctica clínica y de los recursos disponibles.^{1 3}

Actualmente existe poca evidencia en nuestro país sobre la relajación residual postoperatoria y no se cuenta con el monitoreo neuromuscular como parte fundamental del monitoreo de rutina. Por esta razón es necesario evaluar y estudiar la incidencia y los factores de riesgo de este fenómeno en nuestro medio, así como también utilizar los recursos con los que contamos para su prevención y detección.

5.0 ANTECEDENTES Y JUSTIFICACIÓN

Fisiología Neuromuscular:

La unión neuromuscular se encuentra constituida por una terminación nerviosa presináptica, la hendidura sináptica y los receptores postsinápticos en la membrana neuromuscular. Cuando un impulso nervioso es transmitido a través de un nervio motor, se libera acetilcolina que se une a los receptores postsinápticos.⁵

La terminación nerviosa presináptica consiste en la parte terminal de la neurona motora que se origina en la asta ventral de la médula espinal. Estas neuronas son células largas que controlan el músculo esquelético y se extienden hasta las células musculares en la periferia a una distancia de hasta 1 metro. El centro metabólico de la célula nerviosa es el cuerpo celular, que se encuentra cerca de su origen. La información del cuerpo celular se transmite a través de una larga estructura cilíndrica conocida como el axón. Los axones suelen tener un diámetro de 10 a 20 μm y están rodeados por una vaina de mielina. Esta vaina sirve para aumentar la velocidad de transmisión del potencial de acción a la unión neuromuscular y consiste en muchas capas de membrana celular estrechamente envueltas entre sí, actuando como aislante. La vaina de mielina se ve interrumpida por brechas que se conocen como nodos de Ranvier, los cuales participan en la propagación del potencial de acción a lo largo del nervio para acelerar la conducción nerviosa.^{5 6}

Antes de que el nervio llegue a la unión neuromuscular, el axón se ramifica en varias ramas terminales para inervar muchas células musculares. El nervio y las células musculares que inerva, forman una unidad motora. El número de células musculares por unidad motora varía de unas pocas a varios miles, dependiendo de la función del músculo. El mayor número se encuentra en los músculos fuertes y más grandes relacionados con el movimiento grueso, mientras que el número más pequeño está en los músculos que realizan movimientos finos.^{5 6}

La sinapsis es el área del nervio que se encuentra más cerca de la célula muscular y se sitúa de manera opuesta a la placa terminal. La sinapsis y la placa terminal están separadas por un espacio llamado hendidura sináptica. En la sinapsis cuando un potencial de acción viaja a través del nervio, provoca la liberación del neurotransmisor acetilcolina. La acetilcolina se desplaza a través de la hendidura sináptica y se une selectivamente a la placa terminal motora postsináptica del músculo, lo que causa un potencial de acción para viajar a través de ella con la consiguiente contracción muscular.⁶

Síntesis y almacenamiento de la acetilcolina:

La acetilcolina se sintetiza a partir de la colina y la acetil coenzima A en el axoplasma de las terminales nerviosas colinérgicas. La reacción es catalizada por la enzima colina acetiltransferasa. La colina acetiltransferasa se sintetiza en los ribosomas del cuerpo celular de la neurona motora y pasa a lo largo del axón hasta su terminal, donde su concentración es más alta.

La acetilcolina se puede encontrar en todo el axoplasma y el citosol del cuerpo celular. Su mayor concentración se encuentra dentro de la terminal del axón. La mayoría de la acetilcolina se almacena en vesículas que se sintetizan en el cuerpo celular y pasan del axón a la terminal del nervio por flujo axoplasmático. Cada vesícula contiene aproximadamente 12,000 moléculas de acetilcolina. La acetilcolina es almacenada en las vesículas mediante un proceso de transporte activo en la membrana que utiliza una ATPasa dependiente de Mg^{2+} .⁶

El receptor de acetilcolina:

Los receptores de acetilcolina en la membrana de la placa motora neuromuscular son de tipo nicotínico, éstos están formados por cinco subunidades de proteínas unidas que forman un anillo que penetra y se proyecta a cada lado de la membrana. Cada tipo de subunidad de proteínas está especificado por un gen diferente. Las subunidades tienen pesos moleculares variables y diferentes propiedades. Se denotan con las letras griegas α , β , γ , δ y ϵ . Hay 9 subunidades de tipo α diferentes ($\alpha_1 - \alpha_9$), 4 subunidades β y 1 γ , 1 δ y 1 ϵ de cada una. Todos los receptores nicotínicos contienen 2 subunidades α y 1 δ , β y ϵ .

Los receptores se sintetizan en las células musculares y forman una serie de subunidades de proteínas que ensamblan en forma de receptores cilíndricos. Cada cilindro cruza la membrana celular y tiene un poro central que es un canal iónico. Este canal tiene un diámetro de 4 nm en la entrada y se estrecha a <0.7 nm dentro de la membrana. El complejo receptor tiene una longitud de 11 nm de los cuales la mitad sobresale de la superficie extracelular de la membrana. La proteína pasa a través de ésta pero solo se extiende 2 nm hacia el citoplasma de la célula muscular.

Cuando dos receptores de acetilcolina se unen al complejo pentamérico, éstos inducen un cambio conformacional en las proteínas de las subunidades α que abren el canal. En su parte más angosta, el canal es suficientemente grande como para permitir que todos los cationes pasen de manera indiscriminada. Los iones de potasio se filtran desde el interior de la célula hacia el exterior, pero este movimiento es menor en comparación con el de los iones de sodio desde el exterior hacia el interior. El interior de la célula es negativo con respecto al exterior y tiene un potencial de membrana en reposo de -80 mV. Por lo tanto, los iones de sodio son atraídos hacia el interior de la célula y lo hacen más positivo. Esto induce una despolarización y una vez que se alcanza un umbral de -50 mV, los canales de sodio activados por voltaje en el sarcolema se abren y permiten el flujo de iones de sodio hacia el músculo. Esto

aumenta la tasa de despolarización, formando un potencial de acción que pasa por todo el sarcolema, haciendo que el músculo se contraiga. ⁶

Acetilcolinesterasa:

Las moléculas de acetilcolina que no reaccionan con un receptor son destruidas casi de inmediato por la enzima acetilcolinesterasa en la hendidura sináptica. Esta enzima es una proteína asimétrica que es producida en el músculo bajo la placa terminal. La mayoría de las moléculas de acetilcolina liberadas por el nervio pasan inicialmente entre las cadenas de enzimas para alcanzar los receptores postsinápticos. Sin embargo, a medida que se liberan de los receptores, éstas se encuentran con las moléculas de acetilcolinesterasa que las descompone. ⁶

Los bloqueadores neuromusculares

Los bloqueadores neuromusculares (BNM) o relajantes neuromusculares como se les conoce normalmente fueron introducidos en 1942 por Griffith y Johnson y desde entonces revolucionaron la práctica de la anestesiología. Los BNM son compuestos de amonio cuaternario que imitan el radical de nitrógeno cuaternario de la acetilcolina. Esta similitud en su estructura es la que atrae a los BNM a los receptores nicotínicos postsinápticos ocasionando que no estén disponibles para la transmisión neuromuscular mediada por la acetilcolina. En la práctica, los BNM se utilizan para facilitar la intubación endotraqueal y permitir al anestesiólogo inmovilizar y paralizar al paciente durante la anestesia para así conseguir mejores condiciones quirúrgicas evitando el uso de grandes dosis de anestésicos inhalados o intravenosos, mejorando la estabilidad hemodinámica intraoperatoria. Los BNM también disminuyen las lesiones de las cuerdas vocales durante la intubación y facilitan la ventilación mecánica durante la anestesia general. ^{7 8}

Los BNM se pueden clasificar de acuerdo con su mecanismo de acción y la interacción que tienen con los receptores nicotínicos de acetilcolina en la unión neuromuscular.

Bloqueadores neuromusculares despolarizantes:

Estos medicamentos son agonistas de los receptores de acetilcolina, el ejemplo clásico es la succinilcolina y actualmente es el único BNM despolarizante en uso. La succinilcolina produce un bloqueo neuromuscular confiable que tiene el inicio más rápido y la duración más corta de todos los bloqueadores neuromusculares, por lo tanto, la succinilcolina se usa a menudo para la inducción e intubación de secuencia rápida. Después de su administración intravenosa, los pacientes presentan fasciculaciones por despolarización, seguidas por una parálisis flácida unos segundos después.

La dosis recomendada IV es de 1 a 1.5 mg/kg que producirá parálisis flácida dentro de 1-2 minutos, después de la dosis de intubación, la duración de su efecto clínico varía entre 7 a 12 minutos. La succinilcolina cuando es utilizada en infusión debe ser titulada de acuerdo con la contracción neuromuscular. Sin embargo, cuando se utilizan infusiones prolongadas o bolos repetidos subsecuentes al de la intubación, se incrementa el riesgo de prolongar el efecto del bloqueo neuromuscular, generalmente cuando se exceden dosis mayores a 4 mg/kg.

La succinilcolina se ha asociado con algunos efectos adversos de los cuales la mayoría se relacionan con su efecto despolarizante y se considera contraindicada en pacientes con susceptibilidad a hipertermia maligna, enfermedades neuromusculares, quemaduras e hipercalcemia severa.⁸

Bloqueadores neuromusculares no despolarizantes:

Los bloqueadores neuromusculares no despolarizantes son antagonistas competitivos en el receptor de acetilcolina y se agrupan de acuerdo con su estructura química y su tiempo de acción. De acuerdo con su estructura química, los bloqueadores neuromusculares se dividen en: compuestos aminoesteroides y bencilisoquinolinas. Los compuestos aminoesteroides como el vecuronio y el rocuronio son agentes de acción intermedia mientras que el pancuronio es de acción prolongada. En cuanto a las bencilisoquinolinas, el mivacurio es un agente de acción corta mientras que el atracurio y cisatracurio son agentes de acción intermedia.⁸

- Bloqueadores neuromusculares aminoesteroides

Rocuronio

El rocuronio es un bloqueador neuromuscular de acción intermedia con un inicio de acción más rápida que otros BNMND y puede ser utilizado a dosis más altas como alternativa a la succinilcolina para la inducción e intubación de secuencia rápida. Algunas de sus ventajas son que no libera histamina, no es vagolítico y causa mínimos efectos hemodinámicos. La dosis de intubación de 0.6 mg/kg provee condiciones adecuadas para la laringoscopia en aproximadamente 1.5 a 3 minutos en la mayoría de los pacientes y tiene una duración de su acción que va de 30 a 70 minutos. Posterior a la dosis de intubación, se pueden utilizar dosis en bolos de 0.1 mg/kg o una infusión de 5-12 µg/kg/min para mantener un bloqueo adecuado guiado con monitoreo neuromuscular. La dosis de rocuronio para la inducción de secuencia rápida que se ha descrito es de 1.2 mg/kg y tiene un tiempo de inicio promedio similar a la succinilcolina, aunque la variabilidad en el inicio es mayor con el rocuronio.^{8,9}

Vecuronio

El vecuronio es también un BNMND de acción intermedia que tiene mínimos efectos hemodinámicos, sin embargo, este no puede ser utilizado para la inducción de secuencia rápida debido a su inicio de acción más lento comparado con el rocuronio. La dosis de intubación es de 0.1 mg/kg y provee condiciones adecuadas para la laringoscopia en un tiempo promedio que va de 3-4 min. Su dosis de mantenimiento es de 0.01 mg/kg o a una infusión de 1-2 µg/kg/min. Después de la dosis de intubación, el vecuronio tiene una duración de acción clínica de 25-50 min.

Pancuronio

El pancuronio es un bloqueador neuromuscular no despolarizante de acción prolongada que actualmente no se utiliza de manera rutinaria debido a su alta incidencia de relajación residual postoperatoria. El pancuronio puede causar taquicardia debido a su estimulación simpaticomimética directa y bloqueo de los receptores muscarínicos cardíacos. Una dosis de 0.1 mg/kg produce condiciones adecuadas para la intubación en 3 a 5 minutos y se deben administrar dosis de mantenimiento de 0.02 mg/kg. La duración clínica de su acción es de 60 a 120 minutos por lo que se debe contar con un monitoreo neuromuscular adecuado.⁸

- Bloqueadores neuromusculares bencilisoquinolinas

Atracurio:

El atracurio es un bloqueador neuromuscular no despolarizante de acción intermedia mezcla de 10 isómeros. Una dosis para intubación de 0.5 mg/kg permite la intubación adecuada del paciente en un tiempo de tres a cinco minutos. La dosis de mantenimiento es de 0.1 mg/kg o una infusión de 10 a 20 µg/kg/min. El atracurio a dosis más altas de 0.5 mg/kg produce liberación de histamina causando enrojecimiento de la piel, hipotensión y taquicardia. Después de la dosis de intubación, la duración clínica del atracurio es de 30 a 45 minutos. A diferencia de los BNM de tipo aminoesteroides, las bencilisoquinolinas se metabolizan a través de esterasas plasmáticas no específicas mediante la vía de eliminación de Hofmann.^{8 10}

Cisatracurio:

El cisatracurio es el isómero cis del atracurio y es cuatro veces más potente. El cisatracurio no causa liberación de histamina y tiene una dosis de intubación de 0.15 to 0.2 mg/kg la cual provee condiciones adecuadas para la laringoscopia a los 4 a 7 minutos. La dosis de mantenimiento del cisatracurio es de 0.01 mg/kg o bien una infusión de 1 a 3 µg/kg/min guiada con monitoreo neuromuscular. Después de la dosis de intubación, la duración clínica de acción es de 35 a 50 min. Al igual que el atracurio, el cisatracurio es metabolizado a través de la vía de Hofmann.⁸

Monitoreo intraoperatorio de la función neuromuscular

En el paciente postoperado, se considera que no existe bloqueo neuromuscular residual cuando la transmisión nerviosa neuromuscular se ha recuperado lo suficiente y que permite al paciente respirar sin ayuda, eliminar secreciones, toser, evitar la aspiración de contenido gástrico y mantener una vía aérea permeable. Debido a que es muy difícil evaluar el retorno hacia un estado completo de recuperación antes de la emergencia de la anestesia o incluso durante la recuperación temprana, el anestesiólogo debe de utilizar pruebas complementarias que le permitan descartar que exista algún tipo de relajación residual. En 1970 con la introducción del Tren de cuatro (TOF) aplicado al nervio cubital, se realizó una correlación de la respuesta del músculo aductor del pulgar con los índices de la función respiratoria. En un estudio realizado por Ali et al. en seis voluntarios sanos despiertos, se encontró que la capacidad vital, la fuerza inspiratoria y la fuerza espiratoria eran normales cuando la relación TOFR (relación de la amplitud de la primera respuesta con la cuarta) era mayor o igual a 0.70. (TOFR>0.7)

Basados en esos resultados, el límite de TOFR > 0.7 permaneció durante casi dos décadas como un indicador de una recuperación neuromuscular adecuada. En 1990, diferentes estudios mostraron que con valores de TOFR iguales a 0.7, existía bloqueo neuromuscular residual importante en algunos pacientes. En la actualidad, se considera que para excluir que exista bloqueo neuromuscular residual, es necesario obtener valores de TOFR > 0.9, medidos mediante mecanomiografía o electromiografía, o un valor de 1.0 si para su medición se utiliza aceleromiografía.¹¹

En la actualidad, existen diferentes maneras para evaluar el grado de bloqueo neuromuscular residual, como son: pruebas clínicas que requieren la cooperación del paciente, y que normalmente se realizan después de la emersión de la anestesia; evaluación táctil o visual de la respuesta a la estimulación de un nervio periférico (mediciones subjetivas o cualitativas); y medición del TOFR con algún dispositivo (mediciones cuantitativas y objetivas).

Para el paciente consciente y cooperador, se han propuesto diferentes pruebas clínicas. Sin embargo, éstas no son específicas para predecir la función respiratoria ni se deben usar para inferir la adecuada función muscular. Dentro de estas pruebas se encuentran el sostén cefálico, la protrusión de la lengua y la prensión de la mano. El sostén cefálico se ha estudiado de manera extensa y es utilizado de manera cotidiana para la evaluación de los pacientes. No obstante, la sensibilidad de esta prueba es de apenas 10 % y tiene una especificidad del 87 %, lo que nos indica que un paciente que es incapaz de mantener la cabeza sostenida es muy probable que tenga algún grado de bloqueo neuromuscular residual. Cuando las pruebas clínicas son adecuadas o favorables, no se puede excluir la presencia de cierto grado de parálisis residual lo que sugiere que se requieren pruebas más confiables confirmatorias.¹¹

El monitoreo subjetivo o cualitativo de la función neuromuscular, consiste en la evaluación táctil o visual de la respuesta de un nervio periférico ante un estímulo. Este método es muy utilizado en el quirófano, así como también en las salas de recuperación o en terapia intensiva. Su utilidad es limitada ya

que los valores visuales o táctiles del TOF, se correlacionan de manera inadecuada con el TOFR, incluso cuando éste se realiza por observadores experimentados. Este método solo proporciona información sobre la presencia o ausencia de fatiga muscular. El uso del patrón de doble ráfaga brinda una mejor determinación subjetiva cuando es comparado con el TOF. Este patrón, es capaz de detectar la fatiga de manera visual o manual que se correlaciona con mediciones de TOFR de hasta 0.6, sin embargo, este valor se encuentra muy por debajo del nivel considerado como límite para presentar bloqueo neuromuscular residual. A pesar de que cuenta con una especificidad que alcanza valores de 99%, su sensibilidad es tan solo de 14% por lo que no es posible asegurar la recuperación completa con estas pruebas.^{7 11}

El monitoreo objetivo o cuantitativo de la función neuromuscular, consiste en la evaluación del TOFR mediante métodos de medición como la aceleromiografía, electromiografía o la mecanomiografía. Por muchos años, la mecanomiografía medida en el músculo aductor del pulgar fue el único método disponible en las salas de operaciones y de recuperación. Y aunque actualmente se considera la prueba de oro para el monitoreo neuromuscular, esta técnica nunca tuvo gran aceptación clínica debido a que los dispositivos de medición son complicados y difíciles de configurar. Por otra parte, la electromiografía, cuyo principio se basa en la medición de la actividad eléctrica del músculo, es más fácil de utilizar, aunque es frágil, más costosa y está sujeta a interferencias eléctricas debido a el uso del electrocauterio.^{7 11}

La aceleromiografía, que fue introducida en 1988, es la técnica más utilizada hoy en día en la práctica clínica debido a su bajo costo, versatilidad y facilidad de uso. Esta técnica se basa en la segunda ley de Newton (fuerza = masa x aceleración). Cuando la masa es constante, la aceleración es proporcional a la fuerza de contracción. Esta aceleración es medida por un transductor piezoeléctrico que convierte la aceleración medida en una señal eléctrica, la cual se procesa y se presenta en un monitor. En la actualidad, el dispositivo más utilizado que funciona con esta técnica es el TOF-Watch®. Éste, al ser colocado en el antebrazo del paciente, estimula el nervio cubital mediante cuatro estímulos eléctricos consecutivos que a su vez provocan contracciones del músculo aductor del pulgar. En condiciones normales, la amplitud de las cuatro contracciones es igual. Sin embargo, al utilizar bloqueadores neuromusculares, la amplitud de las últimas respuestas será menor en relación con las primeras. Este fenómeno es dependiente del grado de bloqueo neuromuscular y conforme éste aumenta, las respuestas disminuyen hasta cesar por completo. Este grado de desvanecimiento se puede expresar adicionalmente como una relación, al dividir la respuesta de la cuarta contracción (T4) entre la primera contracción (T1), es decir, la relación T4: T1 o la llamada relación TOF (TOFR). La evidencia actual indica que el bloqueo neuromuscular debe recuperarse a una relación TOF de 0.9 o mayor para permitir la extubación segura del paciente.^{7 11}

Relajación residual postoperatoria

La relajación residual postoperatoria o parálisis neuromuscular residual, es una condición que se define por la presencia de un valor de TOF < 0.9 asociado a signos y síntomas de debilidad muscular en el período postoperatorio. Esta es la complicación mas frecuente en la unidad de cuidados post anestésicos con una incidencia muy variable que va del 30%-40%, sin embargo, algunos estudios han mostrado valores que alcanzan cifras de hasta 80%.^{3 12}

La relajación residual postoperatoria en pacientes que han sido operados bajo anestesia general puede producir efectos adversos importantes como son aumento del riesgo de broncoaspiración, obstrucción de la vía aérea, dificultad para la ventilación, hipoxia, complicaciones pulmonares y retraso en la recuperación.^{3 13}

Se han propuesto y estudiado diferentes factores de riesgo para presentar relajación residual postoperatoria dentro de los que se encuentran la edad, género del paciente, tipo de relajante neuromuscular y dosis totales y subsecuentes durante la cirugía, entre otros. Lee et al. describieron que la edad avanzada de los pacientes está relacionada con un mayor efecto de los relajantes musculares y otros medicamentos debido a la disminución de la capacidad de eliminación. Otro estudio realizado por Murphy et al. demostró que la incidencia de la relajación residual postoperatoria en el adulto mayor (70-90 años) era del 57.7 % mientras que en el paciente joven fue del 30 %. En el adulto mayor también se encontró que era necesario utilizar oxígeno suplementario, así como también una incidencia más alta de desaturación y estancia prolongada en la UCPA.¹³

Existen estudios que muestran que el género femenino de los pacientes es un factor de riesgo asociado para presentar relajación residual y se piensa que esto es debido a un mayor porcentaje de grasa corporal y menor masa muscular en comparación con el hombre, lo que ocasiona que exista un menor volumen de distribución y un incremento en la concentración plasmática de los relajantes.¹²

Otro factor importante es el tipo de relajante utilizado en la cirugía. Los relajantes de acción prolongada como el pancuronio han mostrado incrementar el riesgo de relajación residual hasta 5 veces más que cuando se utilizan relajantes de acción intermedia. Además, las dosis subsecuentes y acumulativas también han mostrado contribuir de manera importante para presentar relajación residual en el período postoperatorio temprano.¹³

La hipotermia por su parte también ha sido descrita como un factor de riesgo importante ya que prolonga la acción de los relajantes musculares. Heier et al. describieron en su estudio el impacto de la temperatura corporal en la fuerza muscular y encontraron que una disminución de 2 grados Celsius en la temperatura podía duplicar la duración de los relajantes neuromusculares.^{13 14}

Se han descrito otros factores de riesgo que se asocian a la aparición de relajación residual como por ejemplo el período quirúrgico corto, índice de masa corporal alto, período corto de tiempo desde la administración del relajante a la extubación y período corto de tiempo desde la reversión del relajante a la extubación.³¹³ Fujimoto et al reportaron que la farmacocinética y farmacodinamia de los medicamentos es distinta en los pacientes obesos y que el tiempo de acción de los relajantes musculares se prolonga de manera significativa cuando las dosis se calculan basadas en el peso corporal real.¹⁵

La importancia de conocer los factores de riesgo previamente mencionados radica en que el bloqueo residual postoperatorio puede producir efectos adversos importantes en la función respiratoria y mayor riesgo para desarrollar complicaciones críticas posteriores a la administración de la anestesia general. Desde la década de los 70, se ha establecido una clara relación entre los valores bajos de TOF y alteraciones en la función respiratoria con variaciones importantes en el volumen corriente, la capacidad vital y la fuerza inspiratoria. Dentro de los eventos respiratorios críticos que se observan con mayor frecuencia, se encuentra la hipoxemia secundaria a una alteración en la respuesta ventilatoria por disfunción de los músculos faríngeos y también la obstrucción de la vía aérea superior. Además de estos eventos, el paciente con parálisis residual suele presentar síntomas poco placenteros como diplopía, incapacidad para sentarse, debilidad facial, disminución de la fuerza prensil, dificultad para tragar o hablar, además de prolongar su estancia en la UCPA.^{2 11}

Antagonismo de la relajación residual

Durante la emergencia de la anestesia, el anestesiólogo debe prevenir la relajación residual postoperatoria. En la actualidad existen dos posibles opciones previas a la extubación del paciente: permitir la recuperación espontánea, o revertir el bloqueo neuromuscular con un inhibidor de la acetilcolinesterasa o con un inhibidor selectivo de los relajantes neuromusculares.¹¹

Si se decide esperar la recuperación espontánea del paciente, se recomienda que exista suficiente evidencia de que la función neuromuscular se ha recuperado por completo con un TOFR > 0.9. Es importante recordar como se mencionó anteriormente que ninguna de las pruebas clínicas tradicionales puede descartar que exista relajación residual de manera precisa y confiable y que el tiempo tampoco garantiza la adecuada recuperación.¹¹

Por otro lado, si el anestesiólogo decide revertir el relajante neuromuscular, existen dos tipos de medicamentos que actualmente se pueden utilizar para este fin. Los inhibidores de la acetilcolinesterasa como la neostigmina disminuyen el metabolismo de la acetilcolina en la placa neuromuscular aumentando así su concentración. Las concentraciones elevadas de acetilcolina en la unión neuromuscular compiten con las moléculas de los relajantes musculares por los receptores nicotínicos postsinápticos superando así sus efectos. No obstante, estos medicamentos tienen como desventaja que poseen un mecanismo

indirecto para la reversión neuromuscular con baja efectividad en algunos casos y efectos adversos poco predecibles sobre la función cardiovascular y respiratoria. El otro abordaje del paciente para revertir el efecto de los relajantes neuromusculares es utilizar un inhibidor selectivo como el sugammadex. A diferencia de los inhibidores de la acetilcolinesterasa que aumentan los niveles de acetilcolina en la unión neuromuscular, este fármaco se une selectivamente a los relajantes neuromusculares y los encapsula de manera inmediata e irreversible. Su estructura química es la de una Gamma ciclodextrina modificada que actúa como un agente selectivo de unión a relajantes como el rocuronio y vecuronio formando un complejo inactivo que reduce la cantidad del fármaco disponible para unirse a los receptores nicotínicos en la unión neuromuscular que produce reversión del bloqueo. Es importante mencionar que la reversión con sugammadex es mucho más rápida que con los inhibidores de la acetilcolinesterasa. El tiempo promedio con sugammadex es de 2.7 minutos mientras que con la neostigmina puede llegar a ser de hasta 17.9 minutos. Además, el sugammadex es normalmente bien tolerado por el paciente y no tiene los efectos adversos colinérgicos importantes de la neostigmina. A pesar de que desde la introducción del sugammadex al mercado ha habido grandes avances en cuanto a la reversión del bloqueo de los relajantes, existen algunas consideraciones que deben ser tomadas en cuenta. Una de ellas es que solo los relajantes como el rocuronio, el vecuronio y el pancuronio pueden ser revertidos, dejando a los inhibidores de la acetilcolinesterasa como la única opción para revertir otros fármacos como el cisatracurio. Otro aspecto importante es el costo ya que en la actualidad no está bien establecido si existe una mejoría significativa en el pronóstico postoperatorio de los pacientes que justifique su uso.

En la actualidad, una gran ventaja del uso del sugammadex es la aplicación del bloqueo neuromuscular profundo durante la anestesia, esto es posible debido a que se tiene más seguridad para la recuperación del paciente y menos tiempo de relajación prolongada lo que ha permitido mejorar las condiciones quirúrgicas para muchos procedimientos y disminuir las presiones intraabdominales utilizadas en la cirugía laparoscópica.^{2 7 11}

5.1. Justificación

A pesar de los avances actuales en la medicina, la relajación residual postoperatoria en la unidad de cuidados postanestésicos sigue teniendo una alta incidencia y es un fenómeno subestimado que se ha asociado a complicaciones postoperatorias importantes, así como también a un retraso en los tiempos de recuperación y egreso de la UCPA.

La Norma Oficial Mexicana para la práctica de la anestesiología recomienda ampliamente el uso de un estimulador de nervios periféricos al utilizar relajantes neuromusculares. Sin embargo, el monitoreo de la función neuromuscular es poco utilizado en la mayoría de los procedimientos quirúrgicos y es poco frecuente que se realice una evaluación adecuada de la función motora.

Algunas publicaciones recientes se han enfocado en estudiar la relajación residual postoperatoria. La finalidad de este trabajo es conocer cual es la incidencia y los factores de riesgo asociados, valorar la utilidad del monitoreo neuromuscular y conocer la asociación que existe entre la composición corporal y la presencia de este fenómeno. De manera adicional, en este estudio se evalúa la función motora de manera objetiva en el periodo postoperatorio con la finalidad de reducir la subjetividad de los resultados.

Actualmente existe poca evidencia reportada en la literatura sobre este tema en nuestro país y mas aún en el estado de Chihuahua. Además, dado que la monitorización de la relajación residual postoperatoria no se aplica de manera rutinaria, el Hospital Ángeles Chihuahua representa una gran área de oportunidad para evaluar su incidencia y los factores de riesgo asociados.

6.0 PREGUNTA DE INVESTIGACIÓN, OBJETIVOS E HIPÓTESIS

6.1. Pregunta de investigación

¿Cuáles son los factores de riesgo de los pacientes sometidos a cirugía laparoscópica para presentar relajación residual postoperatoria atendidos en la unidad de cuidados postanestésicos de adultos en el Hospital Ángeles Chihuahua?

6.2. Objetivo Principal

Identificar los factores de riesgo de los pacientes sometidos a cirugía laparoscópica para presentar relajación residual postoperatoria atendidos en la unidad de cuidados postanestésicos de adultos en el Hospital Ángeles Chihuahua

6.3. Objetivos Secundarios

Valorar la utilidad del Tren de cuatro para prevenir la relajación residual postoperatoria de los pacientes sometidos a cirugía laparoscópica atendidos en la unidad de cuidados postanestésicos de adultos en el Hospital Ángeles Chihuahua

Determinar la fuerza contráctil preoperatoria y postoperatoria de los pacientes sometidos a cirugía laparoscópica atendidos en la unidad de cuidados postanestésicos de adultos en el Hospital Ángeles Chihuahua

Conocer la asociación entre el IMC, porcentaje de grasa corporal y porcentaje de masa muscular de los pacientes sometidos a cirugía laparoscópica y la relajación residual postoperatoria atendidos en la unidad de cuidados postanestésicos de adultos en el Hospital Ángeles Chihuahua.

Conocer la asociación entre la duración de la cirugía, el tipo de relajante neuromuscular, el número de dosis subsecuentes y la presencia de relajación residual.

6.4. Hipótesis

6.4.1 Hipótesis Nula

No existen factores de riesgo en los pacientes sometidos a cirugía laparoscópica para presentar relajación residual postoperatoria atendidos en la unidad de cuidados postanestésicos de adultos en el Hospital Ángeles Chihuahua.

6.4.2 Hipótesis Alterna

Existen factores de riesgo en los pacientes sometidos a cirugía laparoscópica para presentar relajación residual postoperatoria atendidos en la unidad de cuidados postanestésicos de adultos en el Hospital Ángeles Chihuahua.

7.0 DISEÑO DEL ESTUDIO

7.1. Descripción del estudio

- **Replicativo:**

Existen reportes similares en la literatura en poblaciones semejantes, sin embargo, los datos no son consistentes.

- **Observacional:**

No existió una intervención por parte del investigador y se limitó a la medición de variables que se encontraron dentro del manejo anestésico normal.

- **Prospectivo:**

De acuerdo con el tiempo, los pacientes fueron ingresados de manera progresiva al protocolo para su estudio.

- **Analítico:**

Durante el estudio se determinaron tendencias de la población y se establecieron relaciones entre variables.

7.2. Fundamentos para el diseño del estudio

La información que se pretendía obtener no se encontraba registrada en expedientes ni en reportes de cirugías previas.

7.3. Fundamentos para la población de pacientes

Se seleccionaron pacientes adultos sometidos a cirugía laparoscópica, en los cuales se utilizaron los relajantes musculares como parte del protocolo del manejo anestésico.

8.0 MATERIALES Y MÉTODOS

8.1. Pacientes

El cálculo del tamaño de la muestra se realizó con el programa estadístico EPIDAT 3.5. utilizando fórmula para proporción, considerando un tamaño de la población de 100 cirugías en cinco meses, una confianza del 95%, una proporción esperada del 40% y una precisión de 10%. Obteniendo un tamaño de muestra de 48 pacientes.

8.2. Criterios de Inclusión

- Pacientes de 18 – 70 años
- Hombres y Mujeres
- ASA I-II
- Cirugía laparoscópica electiva de cirugía general y ginecológica
- Procedimientos donde se utilizaron relajantes musculares no despolarizantes
- Aceptación a participar mediante la firma del consentimiento informado

8.3. Criterios de Exclusión

- Alergias o efectos adversos a fármacos utilizados en el estudio
- Pacientes a quienes se les realizó cirugía oncológica
- Pacientes con distrofia muscular o neuropatías
- AR, cardiopatías congénitas, pacientes con patología inflamatoria
- Negación del paciente a participar

8.4. Criterios de Suspensión

- Reacciones adversas a medicamentos utilizados
- Cambio de técnica quirúrgica laparoscópica a cirugía abierta
- Tiempo anestésico mayor a 4 horas

8.5. Mediciones

	Prequirúrgico	Transquirúrgico	Postquirúrgico
Lectura y firma de Consentimiento informado	X		
Antropometría	X		
Signos vitales	X	X	X
Tren de cuatro		X	
Dinamómetro	X		X
Llenado de encuesta	X	X	X

8.6. Evaluaciones del estudio

8.6.1 Formas de consentimiento informado y registro de selección

Se obtuvo el consentimiento informado por escrito para participar en el estudio antes de realizar cualquier prueba o evaluación de selección específica del estudio. (Anexo 1)

Las formas de consentimiento informado de los pacientes incluidos y de los que posteriormente no fueron incluidos se conservan en el centro del estudio.

Todas las evaluaciones de selección fueron completadas y revisadas para confirmar que los pacientes cumplían con todos los criterios de elegibilidad antes del reclutamiento. El investigador mantuvo un registro de selección para documentar los detalles de todos los pacientes seleccionados y confirmar la elegibilidad o registrar los motivos en caso de que fracasara la selección, según correspondía.

8.6.2 Historia clínica y datos demográficos

La historia clínica que se realizó antes del estudio fue en base a la valoración preanestésica, ésta incluye datos demográficos como edad, género, peso, talla e IMC. Además, cuenta con antecedentes heredofamiliares importantes, personales patológicos y no patológicos, antecedentes quirúrgicos y anestésicos.

8.6.3 Exploraciones físicas

Se realizó una exploración física completa antes del estudio. Esta evaluación es llevada a cabo de rutina antes de cualquier procedimiento quirúrgico en nuestro hospital y es parte de la valoración preanestésica que evalúa diferentes rubros dentro de los que se encuentran: cabeza, ojos, oídos, nariz y garganta, así como de los sistemas cardiovascular, dermatológico, musculoesquelético, respiratorio, gastrointestinal y neurológico.

La exploración física también incluyó la valoración de la vía aérea y las mediciones que son importantes para el estudio como son la fuerza muscular que se evaluó con un dinamómetro electrónico (Electronic Hand Dynamometer modelo: EH101; Camry) y la composición corporal (masa muscular, porcentaje de grasa corporal, grasa visceral, etc) con una báscula de bioimpedancia (Omron Healthcare modelo: HBF-514C-LA).

8.6.4 Estudios de laboratorio y gabinete

Los estudios de laboratorio y gabinete que se tomaron durante el estudio fueron solo aquellos solicitados durante la valoración preanestésica para el procedimiento quirúrgico.

8.6.5 Signos vitales

Se utilizó monitoreo no invasivo. Los signos vitales incluyeron las mediciones de la frecuencia respiratoria, la frecuencia cardíaca, la presión arterial sistólica y diastólica, saturación de oxígeno y temperatura. También se monitorizó la función neuromuscular mediante Tren de cuatro (TOF).

9.0 METODOLOGÍA

9.1. Metodología de la Investigación

Primer contacto y etapa preoperatoria:

- 1.- El estudio se realizó en el Hospital Ángeles Chihuahua ubicado en Av. Hacienda del Valle 7120, Haciendas del Valle Etapa III, 31217 Chihuahua, Chihuahua.
- 2.- Se incluyeron pacientes programados para cirugía electiva laparoscópica, que cumplieron con los criterios de inclusión, además de que estuvieron de acuerdo con todas las cláusulas pautadas en el consentimiento informado de anestesiología.
- 3.- El primer contacto con el paciente fue en la unidad de preanestesia, aquí se obtuvieron y revisaron las firmas de los consentimientos y datos pertinentes para el inicio de su manejo y observación.
- 4.- Se brindaron los cuidados de enfermería de rutina y se obtuvo un acceso venoso periférico.
- 5.- Se realizó la valoración preanestésica habitual y previo a la medicación se explicó al paciente sobre el procedimiento y se le invitó a participar en el estudio. Si el paciente deseaba participar, se firmaba el consentimiento informado del estudio.
- 6.- Se utilizó una báscula de impedancia (Omron Healthcare modelo: HBF-514C-LA) para registrar el peso, la talla, el IMC, el porcentaje de grasa corporal, porcentaje de grasa visceral y porcentaje de masa magra del paciente.



7.- Se midió la fuerza muscular (fuerza prensil) de la mano dominante utilizando un dinamómetro electrónico (Electronic Hand Dynamometer modelo: EH101; Camry). Se tomaron 3 mediciones pidiendo al paciente que utilizara la fuerza máxima prensil en intervalos de 1 minuto cada una y se registró el valor máximo de estas mediciones.

8.- Posterior a esto, se continuó con el protocolo quirúrgico-anestésico y el paciente ingresó a quirófano.



Etapa transanestésica:

9.- Una vez que el paciente se encontró en la sala de operaciones, se inició el monitoreo de variables vitales y la administración de oxígeno por mascarilla facial a 5L/min.



10.- Se realizó también monitoreo neuromuscular mediante aceleromiografía utilizando el dispositivo TOF Watch (TOF-Watch SX; Organon, Irlanda). Este dispositivo se instaló en el antebrazo del paciente previa limpieza de la piel con alcohol y la colocación adecuada de los electrodos de estimulación (el electrodo negativo en posición distal y la temperatura no <32 grados centígrados) luego se colocó la pieza eléctrica sobre el músculo correspondiente al nervio objetivo, que para nuestro estudio fue el nervio cubital y se realizó la calibración del dispositivo.

11.- Se realizó la inducción anestésica utilizando Lidocaína Simple al 2% 1 mg/kg, Fentanilo 3mcg/kg, Propofol 1-2mg/kg y Rocuronio 0.6mg/kg o Cisatracurio 0.2 mg/kg dependiendo del manejo del anesthesiólogo encargado del caso.

12.- Cuando las condiciones del paciente eran adecuadas (pérdida de la conciencia y ausencia de respuesta a la estimulación nerviosa con un TOFr de 0%), se realizó laringoscopia directa con Hoja Macintosh # 3 e intubación orotraqueal.

13.- Se instaló termómetro esofágico con lo que se midió y registró la temperatura central durante el procedimiento, ésta fue registrada al inicio y al final del procedimiento quirúrgico previa extubación del paciente.

14.- Una vez realizada la intubación orotraqueal, se programó el ventilador de la máquina de anestesia en modo de ventilación controlada por volumen (CMV). Volumen tidal de 6-7 ml/kg, la frecuencia respiratoria se ajustó para tener un CO₂ al final de la espiración (EtCO₂) de 30 a 35 mmHg y un PEEP de 4 cmH₂O.

15.- El mantenimiento de la anestesia fue con Desflurano / Fentanilo de acuerdo con las necesidades individuales de cada caso. Al necesitar dosis subsecuentes de relajantes neuromusculares durante el procedimiento estas se administraron a dosis de 0.15 mg/kg para el Rocuronio y 0.05 mg/kg para el Cisatracurio.

16.- Los líquidos administrados para el mantenimiento y para reponer las pérdidas quirúrgicas fueron solución Hartmann y Cloruro de sodio 0.9 %.

17.- Al terminar el procedimiento quirúrgico, se procedió a la emersión de la anestesia y se extubó al paciente cuando presentó un TOFR > 0.9, hubo recuperación de la conciencia y el anesthesiólogo a cargo consideró que la función neuromuscular se había recuperado adecuadamente.

18.- Cuando un paciente presentó relajación residual, se administró sugammadex a dosis de 2 mg /kg o Neostigmina + atropina a dosis de 0.04 + 0.01 mg/kg

Unidad de cuidados postanestésicos:

19.- Al extubar al paciente, se ingresó al área de cuidados postanestésicos. Aquí se administró nuevamente oxígeno por mascarilla facial a 5L/min y se monitorizaron sus constantes vitales.

20.- Se evaluó la función muscular postoperatoria midiendo nuevamente la fuerza prensil de la mano dominante con un dinamómetro electrónico bajo la misma metodología utilizada previamente. Estas mediciones se realizaron cuando el paciente ingresó a la UCPA, a los 30 minutos y a los 60 minutos de su ingreso.

21.- El paciente permaneció en esta unidad hasta que fue valorado por el personal correspondiente corroborando su adecuado estado de recuperación para posteriormente ser egresado a piso.

9.2. Variables

VARIABLE	UNIDADES	NOMBRE OPERATIVO	CODIFICACIÓN	CLASIFICACIÓN	DESCRIPCIÓN	PROCESOS INICIALES
VARIABLES DEPENDIENTES						
RELAJACIÓN RESIDUAL POSOPERATORIA		REREPOS	1. Si 2. No	Cuantitativa discreta	TOF menor a 0.09 al momento de la extubación.	Valor absoluto, media y DE
Valor TOF	%	TOF	%	Cuantitativa continua	Resultado de la prueba de neuroestimulación motora al momento de la extubación.	Valor absoluto, media y DE
Reversión de BMND	Si/No	REV	1. Si 2. No	Cualitativa nominal	Uso de medicamentos para revertir el efecto del relajante muscular	% de acuerdo a clasificación, contingencias, distribuciones.

VARIABLE	UNIDADES	NOMBRE OPERATIVO	CODIFICACIÓN	CLASIFICACIÓN	DESCRIPCIÓN	PROCESOS INICIALES
VARIABLES INDEPENDIENTES						
Edad	Años	EDAD	AÑOS	Cuantitativa discreta	Años cumplidos del paciente	Valor absoluto, media y DE
Género	M/F	GEN	1: Masculino 2: Femenino	Cualitativa nominal	Sexo biológico	% de acuerdo a clasificación, contingencias, distribuciones.
Peso	KG	PESO	KILOS	Cuantitativa continua	Masa medible	Valor absoluto, media y DE
IMC	Kg/m ²	IMC	IMC	Cuantitativa continua	Distribución de masa sobre superficie	Valor absoluto, media y DE
Masa muscular	%	MASA	%	Cuantitativa continua	Porcentaje correspondiente a musculo del tejido corporal total	Valor absoluto, media y DE
Grasa visceral	1-30	GRASAVIS	INDICE	Cuantitativa discreta	Nivel de grasa que rodea los órganos internos	Valor absoluto, media y DE
Grasa corporal	%	GRASACORP	%	Cuantitativa continua	Porcentaje correspondiente a la grasa corporal total	Valor absoluto, media y DE

Agente BMND	N/A	BNM	1: Rocuronio 2: Cisatracurio	Cualitativa nominal	Tipo de Relajante muscular	% de acuerdo a clasificación, contingencias, distribuciones.
Dosis Inicial del BMND	Mg	DINIC	MG	Cuantitativa continua	Cantidad de relajante muscular administrado al inicio del procedimiento quirúrgico	Valor absoluto, media y DE
Dosis subsecuentes	N/a	DSUBS	NÚMERO	Cuantitativa discreta	Número de dosis de relajante muscular administradas después de la dosis inicial durante el procedimiento quirúrgico	Valor absoluto, media y DE
Dosis total BMND	Mg	DTOT	MG	Cuantitativa continua	Cantidad de relajante muscular total administrada	Valor absoluto, media y DE
Anti- BMND	N/A	ANTIBNM	0: Ninguno 1: Sugammadex 2: Neostigmina/atropina	Cualitativa nominal	Tipo de medicamento para revertir los efectos del relajante muscular	% de acuerdo a clasificación, contingencias, distribuciones.
Temperatura inicial	Grados Celsius	TEMP	°C	Cuantitativa continua	Nivel de calor en grados °C	Valor absoluto, media y DE
Temperatura final	Grados Celsius	TEMP	°C	Cuantitativa continua	Nivel de calor en grados °C	Valor absoluto, media y DE
Tiempo quirúrgico	Minutos	TCX	N/A	Cuantitativa continua	Tiempo total de cirugía	Valor absoluto, media y DE
Tiempo anestésico	Minutos	TAN	N/A	Cuantitativa continua	Tiempo total de anestesia	Valor absoluto, media y DE

VARIABLE	UNIDADES	NOMBRE OPERATIVO	CODIFICACIÓN	CLASIFICACIÓN	DESCRIPCIÓN	PROCESOS INICIALES
VARIABLES DE CONTROL						
Fuerza muscular preoperatoria	Kg	FUERZAPRE	KILOGRAMOS	Cuantitativa continua	Capacidad de contracción muscular previo a la cirugía	Valor absoluto, media y DE
Fuerza muscular postoperatoria	Kg	FUERZAPOST	KILOGRAMOS	Cuantitativa continua	Capacidad de contracción muscular	Valor absoluto, media y DE

Protocolo: "PRESPA-2019" (ID) Titulado: "Relajación muscular residual posterior a cirugía laparoscópica en el Hospital Ángeles Chihuahua",
Versión 1.0, octubre 2019, Chihuahua, Chih., México

9.3. Técnicas de análisis estadístico

9.3.1 Métodos y modelos de análisis de los datos según tipo de variables

Los datos recolectados fueron capturados en formato Excel. Se realizó un análisis descriptivo utilizando medidas de frecuencias absolutas y relativas. Para las variables cuantitativas se utilizaron medidas de resumen y de dispersión. Para la comparación de grupos se utilizaron pruebas de hipótesis X^2 y t de Student, con valor de $p < 0.05$ para establecer diferencia estadísticamente significativa, como de asociación para la valoración del riesgo se utilizó riesgo relativo con IC 95%. Se utilizó regresión logística para datos significativos correlacionables y se estudió la muestra para observar factores de riesgo/beneficio al analizar grupos y subgrupos, así como establecer Sensibilidad y Especificidad de los indicadores de interés del equipo investigador.

9.3.2 Programas utilizados para análisis de datos.

Se utilizó el software estadístico EPIINFO ver 7.2, del CDC de distribución libre, Minitab ver 18 con licencia del Tecnológico de Monterrey, IBM SPSS v21 y MS Excel 2016.

10.0 CONSIDERACIONES ÉTICAS

10.1. Cumplimiento con las leyes y regulaciones

Este estudio se realizó en total conformidad con la guía de la ICH E6 de las Buenas Prácticas Clínicas y con los principios de la Declaración de Helsinki y con las leyes y regulaciones del país.

10.2. Consentimiento informado

Se proporcionó una forma de consentimiento informado (anexo 1). El paciente o el representante legal firmó las formas de consentimiento antes de su participación en el estudio. El historial de casos o los registros clínicos de cada paciente fueron documentados. El paciente o el representante legal recibió una copia de cada forma de consentimiento firmadas

10.3. Comité de Ética

Se presentó este protocolo y las formas de consentimiento informado al Comité de Ética y de Investigación quien revisó y aprobó antes de iniciar el estudio.

10.4. Confidencialidad

Se mantuvieron los estándares de confidencialidad asignando un código a cada paciente incluido en el estudio mediante un número de identificación único del paciente. Esto significa que los nombres de los pacientes no se incluyen en los conjuntos de datos que se transmiten.

La información médica del paciente obtenida en este estudio es confidencial y solo puede divulgarse a terceros según lo permite la forma de consentimiento informado (o la autorización por separado para usar y revelar la información personal sobre la salud) firmada por el paciente, a menos que lo permita o lo requiera la ley.

La información médica puede entregarse al médico personal del paciente u otro personal médico adecuado responsable del bienestar del paciente con fines de tratamiento. Los datos generados en este estudio deben estar disponibles para sus inspecciones previa solicitud por parte de representantes de las autoridades sanitarias nacionales y locales, y el IRB/EC, según corresponda.

11.0 RIESGOS PREVISIBLES Y PROBABLES

Este estudio representó un riesgo mínimo para el paciente ya que no implicó procedimientos invasivos o que involucraran riesgos adicionales a los de la cirugía. La aceleromiografía que se utilizó para monitorizar la función neuromuscular trabaja con impulsos eléctricos y estimula la contracción muscular por lo que se puede presentar dolor leve en el brazo de algunos pacientes, aunque cabe mencionar que no fue el caso.

12.0 CRONOGRAMA

	2019							
	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPTIEMBRE	OCTUBRE	NOVIEMBRE	DICIEMBRE
Elaboración de documento y recolección de Bibliografía								
Recolección de Datos								
Análisis de Datos								
Presentación de Resultados								
Publicación de Documento								

13.0 RESULTADOS

En este estudio se incluyeron un total de 48 pacientes que cumplieron con los criterios de ingreso propuestos para el protocolo de investigación. De esta muestra, 32 pacientes fueron mujeres y 16 fueron hombres. La edad promedio fue de 40.6 años y la media del índice de masa corporal (IMC) fue de 26.9 Kg/m². Un total de 35 pacientes (72.9 %) se encontraban clasificados como ASA 1 y 13 (27.1 %) como ASA 2.

La incidencia de relajación residual postoperatoria en este estudio fue de 75%. De un total de 48 pacientes, en 36 fue necesario utilizar sugammadex para revertir los efectos del BNM mientras que en 12 pacientes no se requirió. Se efectuaron comparaciones y en los pacientes con relajación residual se encontró un incremento con respecto a la edad (M 43.06, \pm 11.66, P=0.0099) de forma significativa. No se encontraron diferencias de acuerdo con el peso (M 78.04, \pm 16.11, P=0.1539), la talla (M 168.5, \pm 8.57, P=0.1942) o el IMC (M 27.36, \pm 4.4, P=0.2455). De manera adicional, se estimó la superficie corporal (M 1.88, \pm 0.22, P=0.139) pero no se encontraron resultados significativos. Tampoco se encontraron diferencias en relación con el género (Masc 36.11%, p=0.7252, ODD 1.6957) pero en los pacientes ASA I, se detectó una reducción de la probabilidad de tener que revertir los efectos de los BNM con diferencia significativa.

En cuanto a los parámetros de la composición corporal no se encontró que un porcentaje mayor de masa muscular (M 29.39, \pm 5.46, P=0.3114) o de grasa corporal (32.74, \pm 8.29, P=0.7876) estuviera asociado con la presencia de relajación residual. Sin embargo, el porcentaje de grasa visceral (M 9.03, \pm 3.96, P=0.034) se encontró aumentado de manera significativa en los pacientes con esta condición. (Tabla 1)

TABLA 1

Características generales de los pacientes incluidos en el estudio

		Relajación Residual	Normales	p. val	t. test
		M, DE	M, DE		
EDAD (años)		43.06 \pm 11.66	33.5 \pm 6.46	0.0099	2.6919
PESO (Kg)		78.04 \pm 16.11	70.47 \pm 14.14	0.1539	1.4497
TALLA (cm)		168.5 \pm 8.57	164.83 \pm 7.59	0.1942	1.3175
IMC (Kg/m ²)		27.36 \pm 4.4	25.72 \pm 3.37	0.2455	1.1763
S.C (m ²)		1.88 \pm 0.22	1.77 \pm 0.2	0.139	1.5055
% MASA MUSCULAR (%)		29.39 \pm 5.46	27.56 \pm 5.02	0.3114	1.0235
% GRASA VISCERAL (%)		9.03 \pm 3.96	6.33 \pm 2.71	0.034	2.1849
% GRASA CORPORAL (%)		32.74 \pm 8.29	33.49 \pm 8.61	0.7876	-0.271
		N, %	N, %		O. R.
GÉNERO	Masculino	13, 36.11%	3, 25%	0.7252	1.6957
	Femenino	23, 63.89%	9, 75%	0.7252	0.5897
ASA	1	23, 63.89%	12, 100%	0.021	--
	2	13, 36.11%	0, 0%	0.021	--

Las dosis medias de relajantes musculares que se utilizaron fueron más altas en los pacientes que presentaron relajación residual postoperatoria (M 0.56 mg/kg, ± 0.07 , $P=0.0071$). Al ponderar estas dosis en miligramos sobre la superficie corporal (M 23.02, mg/m² ± 1.66 , $P<0.001$) se encontraron diferencias significativas importantes con respecto al grupo de pacientes que no presentaron relajación residual (19.49 mg/m² ± 2.39). También se encontró que los pacientes con relajación residual tuvieron dosis totales más altas (M 53.47, ± 15.02 , $P=0.0001$) y temperaturas más bajas al iniciar (M 36.39, ± 0.25 , $P=0.0126$) y al finalizar el procedimiento quirúrgico con resultados significativos.

En este estudio ni el tiempo anestésico (M 103.89, ± 37.32 , $P=0.2566$) ni el tiempo quirúrgico (M 84.86, ± 34.22 , $P=0.1879$) mostraron diferencias para considerar una asociación importante con la presencia de relajación residual. (Tabla 2)

TABLA 2

Parámetros perioperatorios de los pacientes incluidos en el estudio

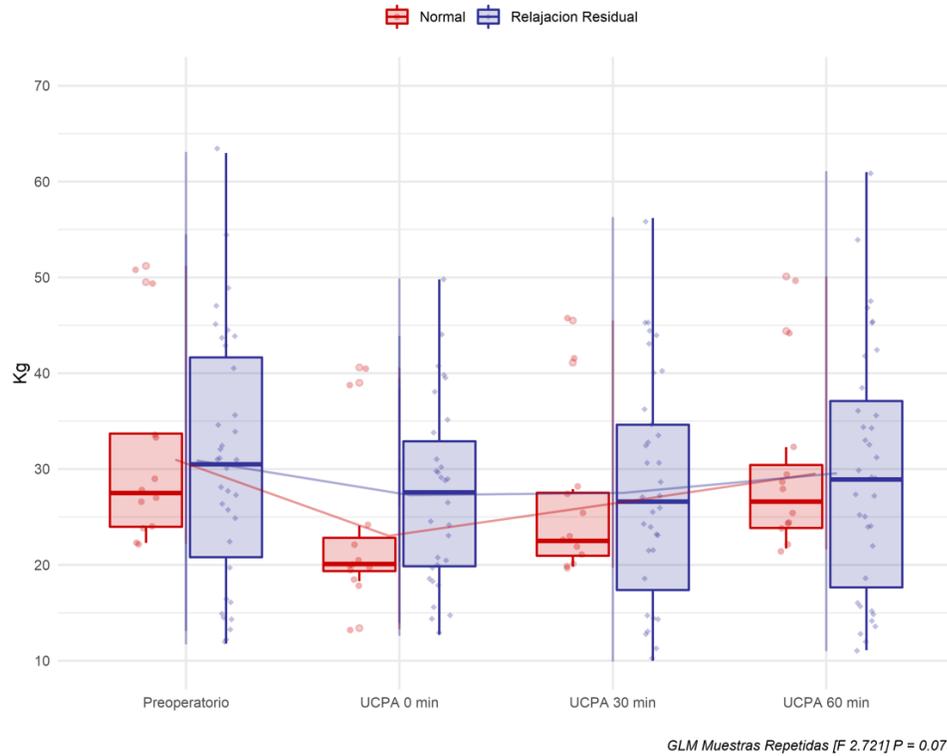
	Relajación Residual	Normales	p. val	t. test
	M, DE	M, DE		
DOSIS/KG (mg/kg)	0.56 ± 0.07	0.5 ± 0.07	0.0071	2.817
DOSIS/SC (mg/m ²)	23.02 ± 1.66	19.49 ± 2.39	<0.001	5.6889
DOSIS INICIAL (mg)	43.19 ± 5.75	34.58 ± 6.56	0.0001	4.339
DOSIS SUBSEC	0.75 ± 0.81	0 ± 0	0.0025	3.1994
DOSIS TOTAL (mg)	53.47 ± 15.02	34.58 ± 6.56	0.0001	4.2025
TEMP. INICIAL (°C)	36.39 ± 0.25	36.65 ± 0.42	0.0126	-2.5964
TEMP. FINAL (°C)	36.03 ± 0.31	36.38 ± 0.45	0.004	-3.0345
TIEMPO CIRUGÍA (min)	84.86 ± 34.22	71.25 ± 13.34	0.1879	1.3366
TIEMPO ANESTESIA (min)	103.89 ± 37.32	91.25 ± 11.1	0.2566	1.1488
TOFR	38.25 ± 23.26	90.83 ± 0.94	<0.001	-7.7733

En cuanto a la evaluación de la fuerza muscular preoperatoria y postoperatoria medida con el dinamómetro electrónico, no se encontraron cambios significativos en las evaluaciones iniciales (M 30.3, ± 13.22 , $P=0.8709$), ni tampoco en las evaluaciones postquirúrgicas a los 0 minutos (M 24.19, ± 11.23 , $P=0.7455$), a los 30 minutos (M 27.51, ± 12.12 , $P=0.7366$) o a los 60 minutos (M 29.56, ± 12.87 , $P=0.9917$) de modo que la reversión administrada proporcionó actividad adecuada durante 1 hora posterior a la llegada del paciente a la UCPA. (Figura 1)

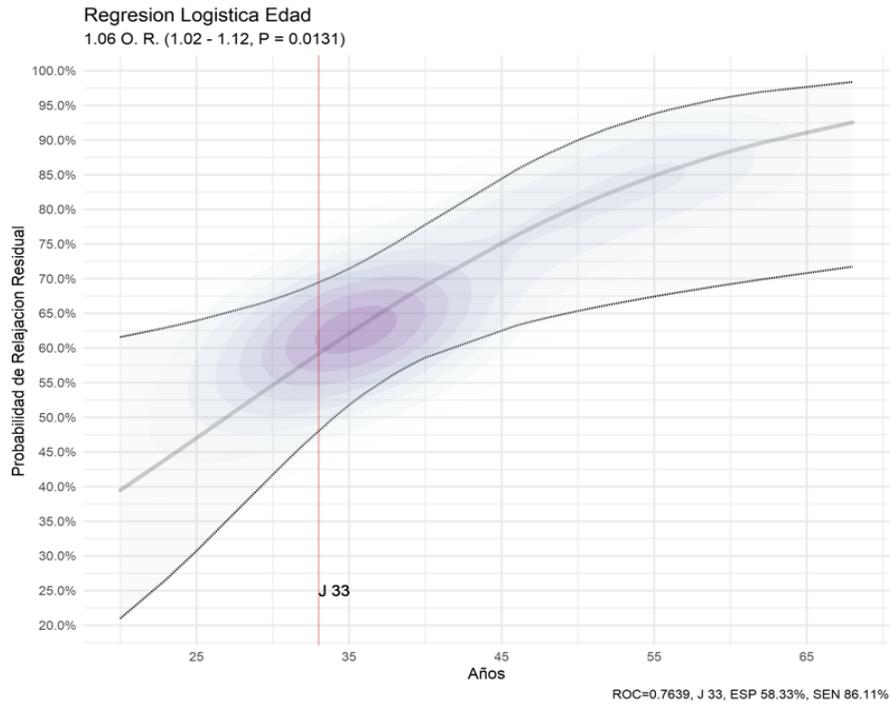
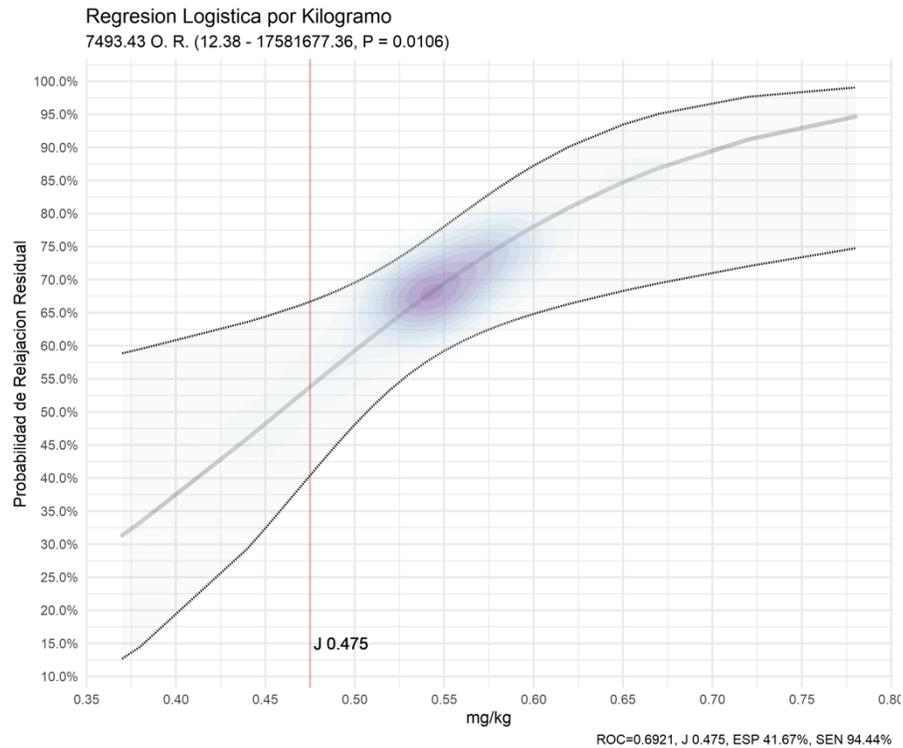
FIGURA 1

Fuerza muscular preoperatoria y postoperatoria

Registros de Fuerza



En este estudio se encontraron distintos factores de riesgo asociados a relajación residual postoperatoria. La edad (ROC=0.7639, J 33, ESP 58.33%, SEN 86.11%) mostró ser un factor de riesgo importante por encima de los 33 años (Figura 2). La grasa visceral (ROC=0.7153, J 7.5, ESP 75%, SEN 58.33%) cuando alcanza valores mayores a 7.5 % tiene una relación más alta con este evento. Las dosis ponderales mayores a 0.47 mg/kg (ROC=0.6921, J 0.475, ESP 41.67%, SEN 94.44%) y una dosis total mayor a 45 mg (ROC=0.9132, J 45, ESP 91.67%, SEN 80.56%) fueron asociadas a relajación residual postoperatoria (Figura 3).

FIGURA 2**Probabilidad de presentar relajación residual en relación con la edad****FIGURA 3****Probabilidad de presentar relajación residual en relación con la dosis por kilogramo de peso**

Un hallazgo importante en este estudio fue que las dosis ponderales sobre superficie corporal tuvieron las más altas determinaciones del área bajo la curva (ROC=0.8727, J 20.105, ESP 58.33%, SEN 100%) encontrándose un aumento del riesgo de relajación residual cuando se administraban más de 20 mg/m² (Figura 4). La administración de 1 dosis subsecuente (ROC=0.7778, J 1, ESP 100%, SEN 55.56%) se registró como factor de riesgo, así como también la temperatura final (ROC=0.7245, J 36.55, ESP 41.67%, SEN 97.22%) cuando ésta se encontraba en valores menores de 36.55°C (Figura 5).

FIGURA 4 Probabilidad de presentar relajación residual en relación con la dosis por superficie corporal

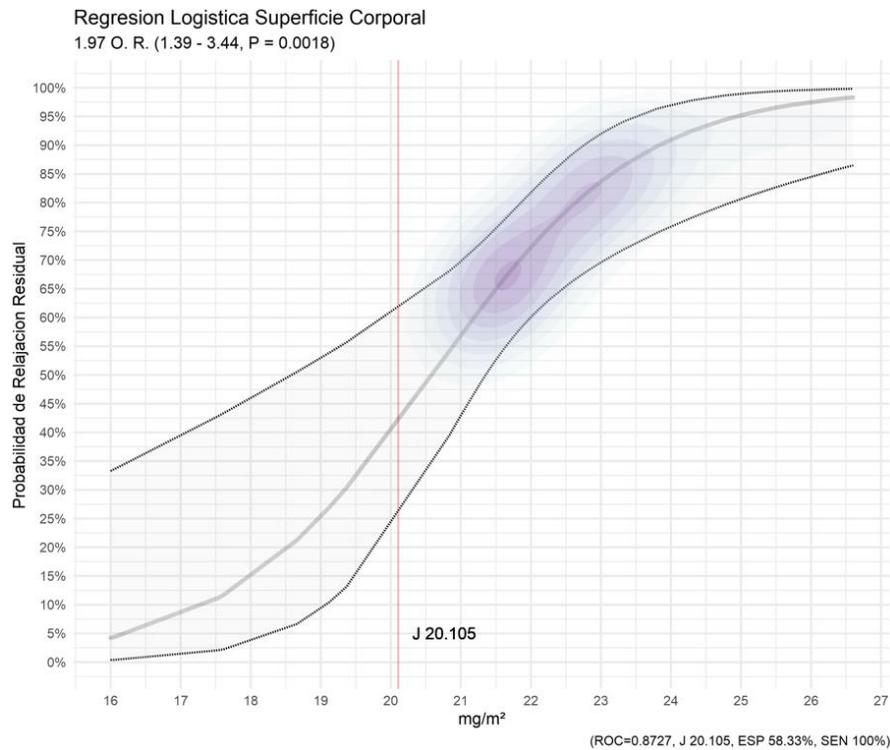
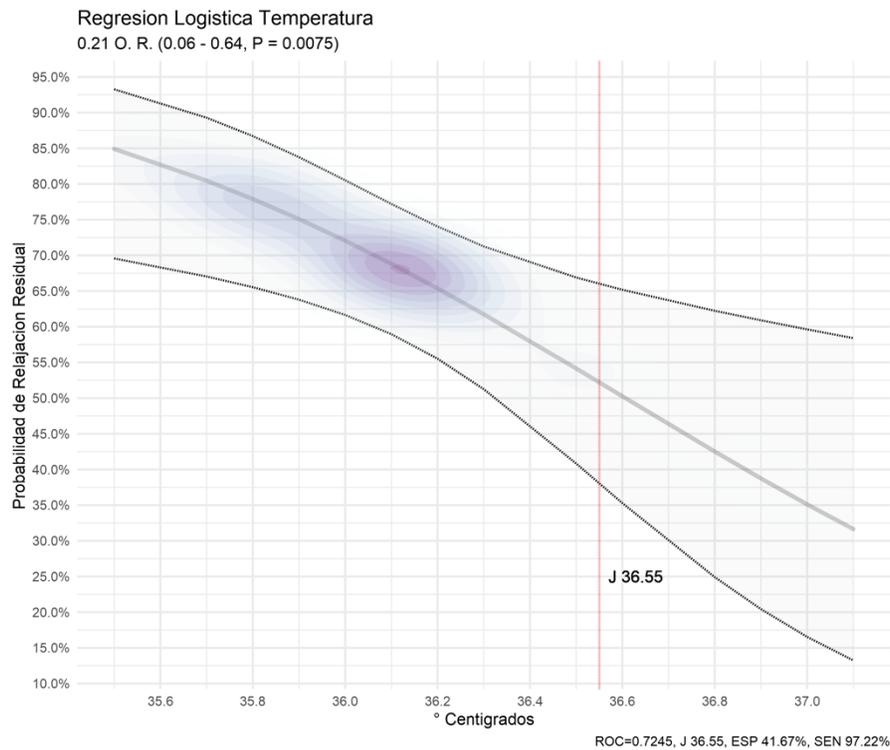


FIGURA 5**Probabilidad de presentar relajación residual en relación con la temperatura corporal****TABLA 3****Factores de riesgo asociados con la presencia de relajación residual postoperatoria**

	AUROC	J	ESP	SEN	OR	IC	P
EDAD (años)	0.7639	33	58.33	86.11	1.06	1.02 - 1.12	0.01
PESO (kg)	0.6412	72.25	66.67	63.89	1.02	0.99 - 1.05	0.15
TALLA (cm)	0.6539	161.5	50.00	77.78	1.04	0.99 - 1.09	0.19
IMC (Kg/m ²)	0.5938	22.95	33.33	88.89	1.07	0.97 - 1.2	0.22
SC (m ²)	0.6481	1.745	58.33	72.22	4.38	0.66 - 34.12	0.15
% MASA MUSCULAR	0.6053	25.95	66.67	63.89	1.04	0.97 - 1.13	0.31
% GRASA VISCERAL	0.7153	7.5	75.00	58.33	1.16	1.02 - 1.34	0.04
% GRASA CORPORAL	0.5579	30.2	91.67	30.56	0.99	0.95 - 1.04	0.78
DOSIS/KG (mg/kg)	0.6921	0.475	41.67	94.44	7493.43	--	0.01
DOSIS/SC (mg/m ²)	0.8727	20.105	58.33	100.00	1.97	1.39 - 3.44	0.00
FUERZA PREOP (kg)	0.4931	33.85	83.33	36.11	1.00	0.97 - 1.03	0.86
FUERZA POSTOP 0 (kg)	0.5278	24.35	83.33	47.22	1.01	0.97 - 1.05	0.73
FUERZA POSTOP 30 (kg)	0.5521	28.3	83.33	44.44	1.01	0.97 - 1.04	0.71
FUERZA POSTOP 60 (kg)	0.5185	32.4	83.33	41.67	1.00	0.97 - 1.04	0.99
DOSIS INICIAL (mg)	0.8333	32.5	58.33	100.00	1.14	1.06 - 1.25	0.00
DOSIS SUBSEC	0.7778	1	100.00	55.56	258.50	0 - NA	0.99
DOSIS TOTAL (mg)	0.9132	45	91.67	80.56	1.14	1.07 - 1.23	0.00
TEMP. INICIAL (°C)	0.6817	36.85	41.67	97.22	0.23	0.06 - 0.78	0.03
TEMP. FINAL (°C)	0.7245	36.55	41.67	97.22	0.21	0.06 - 0.64	0.01
TIEMPO CIRUGÍA (min)	0.6528	77.5	75.00	58.33	1.01	1 - 1.03	0.15
TIEMPO ANESTESIA(min)	0.6088	115	100.00	33.33	1.01	1 - 1.02	0.20
TOFR (%)	1	87.5	100.00	100.00	0.10	--	1.00

14.0 DISCUSIÓN

El presente estudio está basado en una muestra de 48 pacientes de ascendencia mexicana. Se encontró una incidencia de relajación residual postoperatoria del 75% en pacientes que fueron sometidos a cirugía laparoscópica bajo anestesia general en el Hospital Ángeles Chihuahua. Este hallazgo concuerda con los de algunos autores como Murphy (88%), Saager (64%) y Hayes et al (64%). Sin embargo, la incidencia encontrada fue significativamente más alta que en otros estudios como los reportados por Tawuye et al (12.9) y Naguib M et al (12%).^{3 12 16 17 18}

La incidencia de relajación residual postoperatoria es muy variable entre los datos reportados en la literatura, lo cual puede ser debido a diferencias en los diseños de los estudios, los tipos de relajantes neuromusculares utilizados, los criterios para establecer el diagnóstico y los métodos de medición.

En la actualidad se han reportado múltiples factores de riesgo asociados con la presencia de relajación residual postoperatoria. En este estudio se encontró una relación con la edad de manera significativa en pacientes mayores de 33 años. Este hallazgo es similar a los resultados de Hailu et al. y otros autores en donde concuerdan en que los pacientes de mayor edad tienen un riesgo más elevado de presentar algún grado de bloqueo neuromuscular postoperatorio. La mayoría de estos estudios considera que la edad es un factor de riesgo a partir de los 50 años y a pesar de que existe una diferencia importante en comparación con los resultados obtenidos en este trabajo, pueden ser atribuidos a una reducción en el metabolismo y excreción de los BNMND en pacientes de mayor edad.^{3 19}

El ASA fue otra de las variables que se analizaron en el estudio y se encontró que en los pacientes ASA I existe una reducción de la probabilidad de ser revertido del 63.8 % con diferencia significativa en comparación con los pacientes ASA II. Esto concuerda con los resultados encontrados en otros estudios como los de Saager et al., donde se observó que la mayoría de los pacientes con relajación residual se encontraban clasificados en grupos ASA II o ASA III.¹²

El estudio mostró que las dosis ponderales mayores a 0.47 mg/kg, las dosis totales mayores a 45 mg y las dosis subsecuentes posteriores a la inducción estuvieron asociadas a relajación residual postoperatoria de manera significativa. Valores semejantes fueron encontrados por Murphy et al. y Hailu et al. reportando que dosis mayores a 50 mg y dosis acumulativas de los relajantes neuromusculares contribuyen de manera importante a presentar relajación residual. Uno de los hallazgos importantes que se obtuvieron con los resultados de este estudio fue que al calcular la dosis ponderal sobre la superficie corporal, el riesgo de presentar esta condición aumenta de manera significativa cuando la dosis utilizada es mayor a 20 mg/m². Estos datos pudieran ser de utilidad para calcular la dosis de los RNMND en algunos pacientes de manera más exacta. Sin embargo, actualmente no existen estudios que muestren resultados concluyentes al utilizar este método de dosificación para los relajantes neuromusculares.^{3 12 19}

Otro hallazgo importante que se observó durante el estudio fue que los pacientes que presentaron relajación residual postoperatoria tuvieron temperaturas más bajas, considerándose un factor de riesgo significativo cuando ésta se encuentra por debajo de los 36.5 °C. Existen trabajos similares reportados en la literatura que mencionan que en los pacientes con hipotermia, el tiempo de recuperación es significativamente mayor que en los pacientes con temperatura normal y también que una disminución de 2°C puede duplicar el tiempo de duración de los relajantes neuromusculares.^{14 20}

En este estudio se analizaron diferentes parámetros de la composición corporal. Los resultados mostraron que el porcentaje de grasa corporal, así como la masa muscular no tienen una relación significativa con la presencia de relajación residual. Sin embargo, se encontró que el nivel de grasa visceral de los pacientes sí es un factor de riesgo importante cuando sus valores alcanzan cifras mayores de 7.5 %. Se analizaron también otros factores como el sexo, el peso corporal, el IMC y el tiempo total anestésico mostrando resultados no significativos a diferencia de otros trabajos que encontraron una relación importante con la presencia de este fenómeno.^{3 21}

Un aspecto importante que se demostró en este trabajo es la utilidad del Tren de cuatro durante la cirugía para la detección oportuna de la relajación residual postoperatoria. A pesar de que ésta es una condición frecuente, es también poco evaluada y detectada en la unidad de cuidados postanestésicos ya que la mayoría de los anesthesiólogos no usan de manera rutinaria el monitoreo neuromuscular. Estos hallazgos fueron reportados por Grayling et al. mencionando que incluso en países desarrollados como el Reino Unido, solo el 10 % de los anesthesiólogos utiliza de manera rutinaria el monitoreo neuromuscular y que hasta el 60 % nunca utiliza ningún monitor. El utilizar el TOF como parte del monitoreo anestésico además de permitirnos evaluar de manera objetiva la función neuromuscular, también fue fundamental para identificar y revertir a los pacientes con relajación residual brindando más seguridad y disminuyendo posibles complicaciones en la UCPA.²²

En este trabajo también se determinó la fuerza contráctil preoperatoria y postoperatoria de los pacientes con un dinamómetro electrónico. Da-Qing Pei et al, realizaron un estudio en donde encontraron que existe una fuerte correlación entre el TOFR y la fuerza prensil de la mano para evaluar la presencia de relajación residual postoperatoria. En los resultados que se obtuvieron en este trabajo no se encontraron diferencias en las mediciones de la fuerza muscular postoperatoria a los 0 minutos, 30 minutos y 60 minutos después de llegar a la UCPA en comparación con las mediciones preoperatorias. De esta manera se pudo evaluar la función neuromuscular de manera objetiva en el periodo de recuperación y demostrar que la reversión administrada proporcionó una actividad adecuada al menos 60 minutos posteriores al egreso de quirófano.⁴

Algunas de las limitaciones que se presentaron en el estudio fueron el tamaño de la muestra limitado a 48 pacientes y un tiempo de recolección de datos de 12 semanas. A pesar de que algunos de los datos obtenidos fueron semejantes a los que se encuentran reportados en la literatura, son necesarios más estudios relacionados al tema, con muestras más representativas y de carácter multicéntrico para obtener resultados más consistentes. Otra de las limitaciones que se presentaron durante el estudio fue un desabasto de relajantes neuromusculares diferentes al rocuronio, además de que existe una tendencia generalizada por parte del grupo de anestesiólogos del hospital por el uso de este medicamento. Esto limitó los resultados ya que no se pudieron conocer aspectos relacionados al tipo de BNMND y su asociación con la presencia de relajación residual postoperatoria.

15.0 CONCLUSIÓN

Existe una alta incidencia de relajación residual postoperatoria en el Hospital Ángeles Chihuahua y sigue siendo un problema subestimado y poco evaluado en la sala de operaciones y en la unidad de cuidados postanestésicos.

Los factores de riesgo más importantes asociados con este fenómeno fueron la edad avanzada, pacientes ASA II, un porcentaje de grasa visceral mayor a 7.5 %, temperatura corporal con valores inferiores de 36.5°C, una dosis total de rocuronio mayor a 45 mg, utilizar dosis subsecuentes y una dosis mayor a 20 mg/m² S.C.

Ante la incidencia tan alta encontrada, se demostró la utilidad del Tren de cuatro para la detección oportuna de los pacientes que presentaron relajación residual por lo que resulta indispensable establecer estrategias encaminadas a la utilizar el monitoreo neuromuscular como parte fundamental del manejo transanestésico.

A pesar de las limitaciones encontradas y que se requieren resultados mas consistentes, en este estudio se encontró información relevante con relación a la presencia de relajación residual postoperatoria en la unidad de cuidados postanestésicos del Hospital Ángeles Chihuahua y que da pie a nuevos trabajos e investigaciones futuras.

16.0 BIBLIOGRAFÍA

1. Ariza F, Dorado F, Enríquez LE, et al. Relajación residual postoperatoria en la unidad de cuidados postanestésicos de un hospital universitario: estudio de corte transversal. *Rev Colomb Anesthesiol*. 2017. doi:10.1016/j.rca.2016.08.002
2. Reyes Luis, Valencia Ana, Campo Carlos, Muñoz Luis. Relajación residual en la unidad de cuidado postanestésico. *Repert Med y Cirugía*. 2015;24(4):254-259.
3. Care C, Access O. Incidence and Associated Factors of Residual Neuromuscular Block among Patients Underwent General Anaesthesia at University of Gondar Hospital, A Cross-Sectional Study. *J Anesth Crit Care Open Access*. 2017;7(6). doi:10.15406/jaccoa.2017.07.00284
4. Zhou H, Zhou Q. Grip strength can be used to evaluate postoperative residual neuromuscular block recovery in patients undergoing general anesthesia. 2019;2(April 2018).
5. Khirwadkar R, Hunter JM, Chb MB, Fcarcsi F. Neuromuscular physiology and pharmacology : an update. 2012;12(5):237-244. doi:10.1093/bjaceaccp/mks030
6. Hunter JM, Chb MB. Physiology of the neuromuscular junction. 2002;2(5):129-133. doi:10.1093/bjacepd/02.05.129
7. Martini C, Dahan A. Recent advances in neuromuscular block during anesthesia [version 1 ; referees : 4 approved] Referee Status : 2018;7(0):1-9. doi:10.12688/f1000research.13169.1
8. Ross Renew J, Naguib M. Clinical use of neuromuscular blocking agents in anesthesia. *Up To Date*. 2019.
9. Dtt T, Ek N, Vah M, Js L, Ga W, Jj P. Rocuronium versus succinylcholine for rapid sequence induction intubation (Review). 2015;(10). doi:10.1002/14651858.CD002788.pub3.www.cochranlibrary.com
10. Aguib MN, Amarkandi AHS, Akhamees HSB, Agboul MAM, Akry AKEL. Histamine-release haemodynamic changes produced by rocuronium , vecuronium , mivacurium , atracurium and tubocurarine. 1995:588-592.
11. Plaud B, Ph D, Debaene B, Ph D. AND Residual Paralysis after Emergence from Anesthesia. 2010;(4):1013-1022.
12. Saager L, Maiese EM, Bash LD, et al. Incidence , risk factors , and consequences of residual neuromuscular block in the United States : The prospective , observational , multicenter RECITE-US study. *J Clin Anesth*. 2019;55(September 2018):33-41. doi:10.1016/j.jclinane.2018.12.042
13. Hospital MS. Risk Factors for Residual Neuromuscular Blockade after General Anesthesia. 2017;100:75-84.
14. Warltier DC, Ph D, Heier T, Ph D, Caldwell JE, Ch B. Impact of Hypothermia on the Response to Neuromuscular Blocking Drugs. 2006;(5):1070-1080.
15. Fujimoto M, Tanahira C. In non-obese patients , duration of action of rocuronium is directly correlated with body mass index `ses , la dure ´ e d ´ action du rocuronium est Chez les patientes non obe ´ e a ` l ´ indice de masse corporelle directement corre. 2013:552-556. doi:10.1007/s12630-013-9914-x
16. Murphy GS, Szokol JW, Marymont JH, Avram MJ, Vender JS, Franklin M. Residual Paralysis at the Time of Tracheal Extubation. 2005:1840-1845. doi:10.1213/01.ANE.0000151159.55655.CB
17. Hayes AH, Mirakhur RK, Breslin DS, Reid JE, Mccourt KC. Postoperative residual block after intermediate-acting neuromuscular blocking drugs. 2001:312-318.
18. Naguib M, Kopman AF, Ensor JE. Neuromuscular monitoring and postoperative residual curarization : a meta-analysis. 2007;98(June 2006). doi:10.1093/bja/ael386
19. Pietraszewski P, Gaszyński T. Residual neuromuscular block in elderly patients after surgical procedures under general anaesthesia with rocuronium. 2013;45(2):77-81. doi:10.5603/AIT.2013.0017
20. Kim KN. The influence of mild hypothermia on reversal of rocuronium-induced deep neuromuscular block with sugammadex. 2015. doi:10.1186/1471-2253-15-7
21. Ue FSX, lao XL, lu JHL, et al. Dose-response curve and time-course of effect of vecuronium in male and female patients. 1998:720-724.
22. Grayling M, Sweeney BP. Recovery from neuromuscular blockade : a survey of practice *. 2007;(Appendix 1):806-809. doi:10.1111/j.1365-2044.2007.05101.x

17.0 ANEXOS

17.1 Anexo 1. Consentimiento Informado

DOCUMENTO DE CONSENTIMIENTO.

NOMBRE DEL ESTUDIO: Relajación muscular residual posterior a cirugía laparoscópica en el Hospital Ángeles Chihuahua

ID DEL PROTOCOLO: PRESPA-2019

PATROCINADOR DEL ESTUDIO: Departamento de Anestesiología del Hospital Ángeles Chihuahua.

CENTRO DE INVESTIGACIÓN: Hospital Ángeles Chihuahua, Av. Hacienda del Valle 7120, Haciendas del Valle Etapa III, Chihuahua, Chihuahua.

COMITÉ DE ÉTICA: Comité de Ética en Investigación del Hospital Ángeles Chihuahua (Servicios Hospitalarios de México S.A. de C.V.) Av. Hacienda del Valle 7120, Haciendas del Valle Etapa III, Chihuahua, Chihuahua.

Dra. Maria Guadalupe Reyes Villavicencio

Presidente del Comité de Ética en Investigación

COMITÉ DE INVESTIGACIÓN: Comité de Investigación de Servicios Hospitalarios de México S.A. de C.V. Av. Hacienda del Valle 7120, Haciendas del Valle Etapa III, Chihuahua, Chihuahua.

Dra. Belinda Gómez Quintana

Presidente del Comité de Investigación

- Está invitado a participar en este estudio de investigación.
- Usted decide si desea participar en este estudio de investigación.
- En caso de aceptar ser partícipe del estudio, puede retirarse en el momento que usted desee.
- En caso de aceptar ser partícipe del estudio, acepta que el patrocinador comparta y utilice información sobre su salud.
- Si no desea participar, la atención médica y los abordajes anestésico-quirúrgicos no cambiarán.
- Lea detalladamente la información y utilice el tiempo que considere necesario para tomar la decisión.
- Considere discutir la información con familiares si lo piensa conveniente.
- Realice las preguntas que desee al personal médico o de salud que le atienda.
- Recuerde que:
 - Su participación es voluntaria.
 - Usted puede beneficiarse o no como resultado de su participación en el estudio.
- Firme este consentimiento una vez que sus dudas se hayan esclarecido y comprenda toda la información.

1. ¿Cuál es el propósito de este estudio?

Conocer los factores de riesgo de la relajación residual postoperatoria, evaluar la relación que tiene este fenómeno con la composición corporal del paciente y adicionalmente evaluar la función motora después de la cirugía. Los conocimientos obtenidos podrán ser utilizados a futuro para mejorar el tratamiento anestésico de los pacientes.

2. ¿Cuántos pacientes se espera que participen en este estudio?

Se estima que un total de 48 pacientes participarán en el estudio.

3. ¿Qué intervenciones se realizarán si decido participar en este estudio?

- Se realizará la valoración preanestésica habitual y adicionalmente una medición rápida de la composición corporal con una báscula de impedancia. El procedimiento no ocasiona dolor ni tiene efectos adversos en el paciente.
- Se realizará una medición de la fuerza muscular (fuerza prensil) de la mano dominante utilizando un dinamómetro electrónico. Se le pedirá al paciente oprimir con su máxima fuerza el dispositivo y se registrarán los resultados.
- Se continuará con el protocolo anestésico-quirúrgico e ingresará a la realización del procedimiento programado.
- En la Unidad de Cuidados Postanestésicos se vigilará la evolución relacionada al protocolo anestésico y se medirá nuevamente la fuerza muscular con el dinamómetro electrónico de la misma manera que se realizó previo a la cirugía.

4. ¿Cuánto tiempo participaré en el estudio?

Su participación terminará al momento en que usted sea dado de alta de la Unidad de Cuidados Postanestésicos, habitualmente 2 horas posterior al término del procedimiento quirúrgico.

5. ¿Puedo dejar de participar en este estudio?

Sí, usted puede retirarse del estudio en el momento que así lo desee, teniendo la plena seguridad de que esta decisión no afectará de ninguna manera el protocolo anestésico-quirúrgico pautado con sus médicos tratantes previamente.

6. ¿Qué riesgo, efectos adversos o sintomatología puedo esperar si participo en este estudio?

Riesgo mínimo ya que el estudio no implica procedimientos invasivos o que involucren riesgos adicionales. La aceleromiografía que se utilizará para monitorizar la función neuromuscular trabaja con impulsos eléctricos y estimula la contracción muscular por lo que pudiera presentar dolor leve en el brazo en algunos pacientes.

7. ¿Qué beneficios me brindará el participar en este estudio?

No existen beneficios inmediatos ni directos en la participación del estudio; los datos obtenidos se emplearán en futuros pacientes con el fin de reducir los riesgos de presentar complicaciones como relajación residual postoperatoria.

8. ¿Qué alternativas existen si decido no participar en este estudio?

Si no desea participar en este estudio, las intervenciones anestésico-quirúrgicas a realizar permanecerán sin cambios.

9. ¿Mi información personal se mantendrá confidencial?

Se tomarán todas las medidas para mantener la confidencialidad de sus datos. En caso de publicación del estudio no se publicará su nombre u otra referencia que lo identifique.

10. ¿Existe algún costo asociados al ingreso a este estudio?

No se genera un costo adicional en caso de aceptar ingresar al estudio.

11. ¿Al aceptar participar en este estudio recibiré alguna compensación económica?

No.

12. ¿Quién puede responder mis preguntas acerca de este estudio?

Dr. Rogelio Reyes Fuentes (Investigador principal) Tel. 6141761764.

Dra. María Guadalupe Reyes Villavicencio presidente del Comité de Ética en Investigación Hospital Ángeles Chihuahua Tel. Oficina 4398737

Yo: _____, Fecha de Nacimiento: _____.

Expediente: _____ Lugar y Fecha: _____.

DOY EL CONSENTIMIENTO PARA EL INGRESO AL ESTUDIO "Relajación muscular residual posterior a cirugía laparoscópica en el Hospital Ángeles Chihuahua".

En virtud de lo anterior, estoy satisfecho con la información recibida y he podido formular preguntas que he creído convenientes y me han aclarado todas las dudas planteadas.

En consecuencia, doy mi consentimiento por escrito al Dr. Rogelio Reyes Fuentes para que lleve a cabo las mediciones correspondientes y la recolección de datos relacionados al estudio, en el entendido que, si ocurren complicaciones durante la realización del mismo, no existe conducta dolosa.

Asimismo, autorizo al personal de salud para la atención de contingencias y urgencias derivadas del procedimiento previamente citado, a que utilicen los recursos que se consideren necesarios para la preservación de mi vida y/o mejora de calidad en la misma, otorgándoles plena libertad prescriptiva.

Me ha quedado claro que en cualquier momento y sin necesidad de dar ninguna explicación, puedo revocar este consentimiento.

Firma del paciente o representante legal.

Nombre y firma del médico que informa.

Nombre y firma del Testigo 1.

Nombre y firma del Testigo 2.

Con fecha ____/____/____, después de ser informado de la naturaleza del estudio, **ME NIEGO A DAR MI CONSENTIMIENTO** para el ingreso al estudio "Relajación muscular residual posterior a cirugía laparoscópica en el Hospital Ángeles Chihuahua".

Firma del paciente o representante legal.

Nombre y firma del médico que informa.

Nombre y firma del Testigo 1.

Nombre y firma del Testigo 2.

Con fecha ____/____/____, después de ser informado de la naturaleza del estudio, **REVOCO** mi consentimiento para el ingreso al estudio "Relajación muscular residual posterior a cirugía laparoscópica en el Hospital Ángeles Chihuahua".

Firma del paciente o representante legal.

Nombre y firma del médico que informa.

Nombre y firma del Testigo 1.

Nombre y firma del Testigo 2.

INFORMACIÓN DE CONTACTO:

Nombre: **Rogelio Reyes Fuentes**

Investigador Principal / Residente del Departamento de Anestesiología

Programa Multicéntrico de Residencias Médicas

Escuela de Medicina del Tecnológico de Monterrey

Hospital Ángeles Chihuahua, Av. Hacienda del Valle 7120, Haciendas del Valle Etapa III, Chihuahua, Chihuahua.

Nombre: **Agustín Méndez de León**

Asesor.

Médico Adscrito al Departamento de Anestesiología del Hospital Ángeles Chihuahua

Coordinador y profesor titular del Programa Multicéntrico de Residencias Médicas de la Escuela de Medicina del Tecnológico de Monterrey

Hospital Ángeles Chihuahua, Av. Hacienda del Valle 7120, Haciendas del Valle Etapa III, Chihuahua, Chihuahua. Consultorio 214.

17.2 Anexo 2. Hoja de recolección de datos

HOJA DE RECOLECCIÓN DE DATOS

Folio: _____ Número de Expediente: _____ Edad: _____

Sexo: 1. Masculino 2. Femenino

Peso: _____ Talla: _____ IMC: _____

Variable	PREOPERATORIO	TRANSOPERATORIO	POSOPERATORIO
Fuerza muscular			
Masa muscular			
Grasa visceral			
Grasa corporal			
ASA			
Agente BMND			
Dosis Inicial del BMND			
Dosis subsecuentes			
Dosis total BMND			
Temperatura (inicial/final)			
Presión intraabdominal			
Presión pico de la vía aérea			
Valor TOF			
Relajación residual			
Reversión de BMND			
Anti BMND			
Tiempo quirúrgico (min.)			
Tiempo anestésico (min.)			

Agente BMND	1. Rocuronio 2. Cisatracurio
RELAJACIÓN RESIDUAL POSOPERATORIA	1. Si 2. No
Reversión de BMND	1. Si 2. No
AntiBMND	0. Ninguno 1. Sugammadex 2. Neostigmina/Atropina