

“Efecto del uso de sulfato de magnesio sobre hiperpotasemia inducida por succinilcolina durante secuencia rápida de inducción de anestesia en pacientes sometidos a colecistectomía laparoscópica”

2026

Renato David del Ángel Torres



Universidad Autónoma de Querétaro

Facultad de Medicina

“Efecto del uso de sulfato de magnesio sobre hiperpotasemia inducida por succinilcolina durante secuencia rápida de inducción de anestesia en pacientes sometidos a colecistectomía laparoscópica”

Tesis

Que como parte de los requisitos
para obtener el Diploma de la

ESPECIALIDAD EN ANESTESIOLOGÍA

Presenta:

Renato David Del Ángel Torres

Dirigido por:

Juan Carlos Delgado Marquez

Querétaro, Qro, a 31 de Marzo de 2026

La presente obra está bajo la licencia:
<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/deed.es>



CC BY-NC-ND 4.0 DEED

Atribución-NoComercial-SinDerivadas 4.0 Internacional

Usted es libre de:

Compartir — copiar y redistribuir el material en cualquier medio o formato

La licenciante no puede revocar estas libertades en tanto usted siga los términos de la licencia

Bajo los siguientes términos:



Atribución — Usted debe dar [crédito de manera adecuada](#), brindar un enlace a la licencia, e [indicar si se han realizado cambios](#). Puede hacerlo en cualquier forma razonable, pero no de forma tal que sugiera que usted o su uso tienen el apoyo de la licenciante.



NoComercial — Usted no puede hacer uso del material con [propósitos comerciales](#).



SinDerivadas — Si [remezcla, transforma o crea a partir](#) del material, no podrá distribuir el material modificado.

No hay restricciones adicionales — No puede aplicar términos legales ni [medidas tecnológicas](#) que restrinjan legalmente a otras a hacer cualquier uso permitido por la licencia.

Avisos:

No tiene que cumplir con la licencia para elementos del material en el dominio público o cuando su uso esté permitido por una [excepción o limitación](#) aplicable.

No se dan garantías. La licencia podría no darle todos los permisos que necesita para el uso que tenga previsto. Por ejemplo, otros derechos como [publicidad, privacidad, o derechos morales](#) pueden limitar la forma en que utilice el material.



Universidad Autónoma de Querétaro
Facultad de Medicina

“Efecto del uso de sulfato de magnesio sobre hiperpotasemia inducida por succinilcolina durante secuencia rápida de inducción de anestesia en pacientes sometidos a colecistectomía laparoscópica”

Tesis

Que como parte de los requisitos para obtener el Diploma de la

ESPECIALIDAD EN ANESTESIOLOGÍA

Presenta:

Med. Gen. Renato David Del Ángel Torres

Dirigido por:

Med. Esp. Juan Carlos Delgado Márquez

Med. Esp. Juan Carlos Delgado Márquez

Presidente

Med. Esp. Karina Herrera Prado

Secretario

Med. Esp. Noé Reséndiz Ramírez

Vocal

Dr. En C.S. Nicolás Camacho Calderón

Suplente

Med. Esp. Martha Leticia Martínez Martínez

Suplente

Centro Universitario, Querétaro, Qro.

Marzo 2026

México.

Resumen

Introducción: La succinilcolina, utilizada en la secuencia rápida de inducción, puede incrementar el potasio sérico por despolarización sostenida en la placa neuromuscular. El sulfato de magnesio, por sus efectos estabilizadores de membrana y moduladores sinápticos, se ha propuesto como coadyuvante para modificar dicho incremento, aunque la evidencia es heterogénea.

Objetivo: Determinar el efecto del sulfato de magnesio como coadyuvante durante la secuencia rápida de inducción sobre los niveles de potasio posterior a la inducción anestésica con succinilcolina en pacientes sometidos a colecistectomía laparoscópica en el Hospital General de Querétaro (junio 2025–febrero 2026).

Material y métodos: Estudio comparativo en 154 pacientes sometidos a colecistectomía laparoscópica bajo anestesia general con secuencia rápida. Se conformaron dos grupos: Magnesio (n=77) y Control (n=77). Se evaluaron variables basales (sexo, ASA, Mallampati, edad, tiempos anestésico y quirúrgico), potasio sérico preinducción y postinducción, incremento de potasio (ΔK), mialgia (EVA) y signos vitales (TAS, TAD, TAM, FC, SpO₂, FR) basales, a 5 y 10 minutos, además de fasciculaciones, arritmias y complicaciones. Se consideró significancia estadística con $p < 0.05$.

Resultados: 154 pacientes, 77 por grupo, con características basales comparables, el potasio preinducción fue igual en ambos grupos, 3.8 mEq/L (RIC 0.4), pero el grupo con magnesio presentó menor potasio postinducción, 4.0 vs 4.4 mEq/L, y menor incremento absoluto, ΔK 0.2 vs 0.5 mEq/L ($p < 0.001$); no hubo diferencias en variables hemodinámicas, fasciculaciones, arritmias ni complicaciones.

Conclusiones: El sulfato de magnesio como coadyuvante en la secuencia rápida de inducción disminuyó significativamente el incremento del potasio sérico posterior a la inducción anestésica. Además, mostró un perfil de seguridad adecuado, al no asociarse con inestabilidad hemodinámica ni con mayor frecuencia de eventos adversos inmediatos.

Palabras clave: succinilcolina; sulfato de magnesio; potasio sérico; hiperpotasemia; secuencia rápida de inducción; colecistectomía laparoscópica.

Summary

Introduction: Succinylcholine, used in rapid sequence induction, can increase serum potassium levels due to sustained depolarization at the neuromuscular junction. Magnesium sulfate, due to its membrane-stabilizing and synaptic-modulating effects, has been proposed as an adjunct to modify this increase, although the evidence is heterogeneous.

Objective: To determine the effect of magnesium sulfate as an adjunct during rapid sequence induction on potassium levels following anesthetic induction with succinylcholine in patients undergoing laparoscopic cholecystectomy at the General Hospital of Querétaro (June 2025–February 2026).

Materials and methods: A comparative study was conducted in 154 patients undergoing laparoscopic cholecystectomy under general anesthesia with rapid sequence induction. Two groups were formed: Magnesium (n=77) and Control (n=77). Baseline variables (sex, ASA, Mallampati score, age, anesthetic and surgical times), pre- and post-induction serum potassium, potassium increase (ΔK), myalgia (VAS), and baseline vital signs (SBP, DBP, MAP, HR, SpO₂, RR), as well as fasciculations, arrhythmias, and complications, were evaluated. Statistical significance was set at $p < 0.05$.

Results: 154 patients, 77 per group, with comparable baseline characteristics. Pre-induction potassium was the same in both groups, 3.8 mEq/L (IQR 0.4), but the magnesium group had lower post-induction potassium, 4.0 vs. 4.4 mEq/L, and a smaller absolute increase, ΔK 0.2 vs. 0.5 mEq/L ($p < 0.001$). There were no differences in hemodynamic variables, fasciculations, arrhythmias, or complications.

Conclusions: Magnesium sulfate as an adjunct in rapid sequence induction significantly reduced the increase in serum potassium after anesthetic induction. Furthermore, it demonstrated a favorable safety profile, as it was not associated with hemodynamic instability or a higher frequency of immediate adverse events.

Keywords: succinylcholine; magnesium sulfate; serum potassium; hyperkalemia; rapid sequence induction; laparoscopic cholecystectomy.

Dedicatorias

A mi esposa, por estar en cada momento de este camino, incluso en los días más pesados, por su paciencia, su apoyo constante y por recordarme por qué vale la pena todo esto.

A mis padres, por todo lo que me han dado desde siempre. Por su esfuerzo, por su confianza y por haberme enseñado a no rendirme, aun cuando las cosas se complican.

A mis hermanas, por su apoyo, por estar siempre cerca y por ser parte importante de mi vida dentro y fuera de esta etapa.

A mis maestros, por su enseñanza, su exigencia y por todo lo que aportaron en mi formación, no solo como médico, sino como especialista.

Y de manera especial, al titular del curso de Anestesiología y director de esta tesis, por su guía, su tiempo y por acompañarme en este proceso hasta el final.

Agradecimientos

Agradezco a la Universidad Autónoma de Querétaro y a la Facultad de Medicina por la formación académica brindada durante esta etapa.

Al Hospital General de Querétaro, por ser el espacio donde se desarrolló mi formación como anestesiólogo y donde fue posible la realización de este estudio.

Agradezco a mis maestros, por su enseñanza, su exigencia y por compartir su experiencia, elementos fundamentales en mi desarrollo profesional.

Al titular del curso de Anestesiología y director de esta tesis, por su guía, su tiempo y el acompañamiento durante este proceso.

A los pacientes que formaron parte de este trabajo, ya que su participación hizo posible la obtención de los resultados presentados.

Finalmente, agradezco también el esfuerzo y la constancia que implicó completar esta etapa, reconociendo el trabajo personal detrás de este proceso.

Índice

Resumen	3
Summary	4
Dedicatorias	5
Agradecimientos	vi
Índice	vii
Índice de cuadros y figuras	viii
Abreviaturas y siglas	ix
I. Introducción	10
II. Antecedentes y estado del arte	12
III. Fundamentación teórica	16
IV. Hipótesis	19
V. Objetivos	20
V.1. General	20
V.2. Específicos	20
VI. Material y métodos	22
VI.1. Tipo de investigación	22
VI.2. Población o unidad de análisis	22
VI.3. Muestra y tipo de muestra	23
VI.4. Criterios de selección	25
VI.5. Variables estudiadas	26
VI.6. Técnicas e instrumentos	30
VI.7. Análisis estadístico	34
VII. Resultados	36
VIII. Discusión	40
IX. Conclusiones	45
X. Propuestas	¡Error! Marcador no definido.
XI. Referencias bibliográficas	47
XII. Anexos	47

Índice de cuadros y figuras

Tabla/Figura	pág.
Figura 1. Grupos de comparación	31
Figura 2. Potasio post inducción	34
Tabla 1. Características generales por grupo	32
Tabla 2. Potasio, mialgia y signos vitales por grupo	33
Tabla 3. Fasciculaciones, arritmia y complicaciones por grupo	34

Abreviaturas y siglas

ASA – American Society of Anesthesiologists

CIHGQ – Comité de Investigación del Hospital General de Querétaro

FC – Frecuencia cardiaca

FR – Frecuencia respiratoria

ISR – Secuencia rápida de inducción

K – Potasio sérico

K Pre – Potasio sérico previo a la inducción

K Post – Potasio sérico posterior a la inducción

Δ K – Variación del potasio sérico

mEq/L – Miliequivalentes por litro

mmol/L – Milimoles por litro

RIC – Rango intercuartílico

SpO₂ – Saturación periférica de oxígeno

TAM – Presión arterial media

TAS – Presión arterial sistólica

TAD – Presión arterial diastólica

I. Introducción

La succinilcolina es un relajante neuromuscular despolarizante que, al actuar sobre los receptores nicotínicos de la placa neuromuscular, genera una salida de potasio al espacio extracelular, lo que puede originar hiperpotasemia. Por otro lado, el sulfato de magnesio posee la capacidad de estabilizar la membrana celular y modular la liberación de acetilcolina, por lo que en teoría podría atenuar el incremento de potasio inducido por la succinilcolina.

Existen ciertos escenarios clínicos en los que el uso de succinilcolina y su hiperpotasemia secundaria pueden ser de mayor relevancia, como en pacientes con quemaduras o enfermedades neuromusculares. Esto depende del estado de los receptores nicotínicos, ya que en estos pacientes se produce una regulación ascendente de dichos receptores, lo que incrementa la salida de potasio durante la despolarización. En ese contexto, contar con sulfato de magnesio podría ser particularmente útil.

En pacientes sometidos a cirugía laparoscópica de patología biliar, la secuencia rápida de inducción continúa siendo utilizada con frecuencia como parte del manejo anestésico, aun en procedimientos programados y con ayuno preoperatorio adecuado, debido a factores como alteraciones del vaciamiento gástrico, aumento de la presión intraabdominal, presencia de reflujo gastroesofágico, obesidad y el riesgo potencial de broncoaspiración. Asimismo, la utilización de una técnica anestésica homogénea permitió disminuir la variabilidad relacionada con el manejo de la vía aérea y la administración de relajantes neuromusculares, favoreciendo una evaluación más uniforme del comportamiento del potasio sérico posterior a la administración de succinilcolina.

Además, se sabe que el sulfato de magnesio no solo reduce la liberación de acetilcolina, sino que también actúa como antagonista competitivo del calcio en los canales presinápticos dependientes de voltaje y otros canales iónicos, estabilizando la membrana celular. Este efecto puede atenuar la salida de potasio asociada a la despolarización sostenida que genera la succinilcolina, justificando su uso como intervención preventiva para la hiperpotasemia perioperatoria.

De esta manera, la medición de la concentración de potasio sérico como variable principal se fundamenta en que esta medida refleja de manera directa el impacto propio

del magnesio en la mitigación de la hiperpotasemia inducida por la succinilcolina.

En síntesis, el marco teórico de este estudio se fundamenta en los principios fisiológicos de la despolarización neuromuscular y en la acción estabilizadora del magnesio sobre la transmisión sináptica, que permiten suponer una reducción del incremento sérico de potasio inducido por succinilcolina.

Si bien diversos estudios han evaluado el uso del sulfato de magnesio en dosis calculadas por peso corporal, generalmente entre 30 y 40 mg/kg, dichas estrategias se han empleado principalmente con el objetivo de disminuir fasciculaciones, mialgias o potenciar el bloqueo neuromuscular. En el presente estudio se optó por la administración de una dosis fija de 1 gramo de sulfato de magnesio, considerando su uso frecuente dentro de la práctica anestésica habitual y buscando mantener una intervención sencilla y reproducible durante la secuencia rápida de inducción. Además, el objetivo principal del estudio fue evaluar su efecto sobre la variación del potasio sérico posterior a la administración de succinilcolina y no profundizar el bloqueo neuromuscular.

Asimismo, el uso de una dosis fija permite reducir la variabilidad farmacodinámica, facilita su aplicación en la práctica clínica habitual y reduce la probabilidad de efectos adversos asociados a dosis mayores, particularmente en pacientes ASA I–II sometidos a procedimientos quirúrgicos electivos. Esta aproximación busca asemejarse a la práctica clínica habitual dentro del contexto de la anestesia general.

El presente estudio se realizó en un entorno hospitalario controlado, utilizando medicamentos de uso habitual en anestesiología y bajo vigilancia perioperatoria continua. Tanto la succinilcolina como el sulfato de magnesio fueron administrados en dosis empleadas dentro de la práctica anestésica habitual, buscando minimizar riesgos adicionales al procedimiento anestésico y quirúrgico. Asimismo, las determinaciones de potasio sérico mediante gasometría arterial fueron realizadas por personal capacitado dentro del área quirúrgica.

II. Antecedentes y estado del arte

Como lo explican Scott, Lafferty y Hart (2024), la inducción anestésica implica la administración de fármacos que alteran la consciencia y consecuentemente permiten el uso y administración de relajantes o bloqueantes neuromusculares así como la inserción de dispositivos respiratorios necesarios para proporcionar oxigenación y ventilación seguras.

Según Artime y Hagberg (Miller. Anestesia, 2021) la secuencia rápida de inducción (ISR) es un método especializado de inducción intravenosa que se usa con frecuencia cuando existe un mayor riesgo de regurgitación gástrica y aspiración pulmonar de contenido gástrico. La ISR es definida por Brown y Walls (Rosen, medicina de urgencias, 2024) como "la administración casi simultánea de un fármaco sedante potente (de inducción) y un relajante muscular, tras un período de oxigenación previo y de optimización cardiopulmonar, para la intubación traqueal" y fue descrita por primera vez en 1970 por Stept y Safar. Noppens y colaboradores (2018) mencionan que, en cirugía laparoscópica de patología biliar, la secuencia rápida de inducción continúa utilizándose con frecuencia debido al riesgo potencial de broncoaspiración asociado a alteraciones del vaciamiento gástrico, enfermedad por reflujo gastroesofágico y obesidad, aun en pacientes programados con ayuno preoperatorio adecuado.

Cárdenas, Vasserot, de la Hoz y colaboradores (Tratado de medicina intensiva, 2022) definen la "analgesia como el alivio de la situación de dolor y la sedación como la disminución, de forma controlada, de la percepción del medio y de la situación de estrés por el paciente", necesarios ambos en el procedimiento de colecistectomía laparoscópica, junto a la relajación o bloqueo neuromuscular. Errando-Oyonarte, Moreno-Sanz, Vila-Caral y colaboradores (2016) indican que el bloqueo neuromuscular es utilizado para facilitar el manejo de la vía aérea y la intubación orotraqueal, facilitando la relajación muscular para el manejo quirúrgico y la ventilación mecánica intraoperatoria, esta relajación muscular puede obtenerse mediante bloqueo neuromuscular despolarizante o por antagonismo competitivo.

Dueñas, Montero, Palomar y colaboradores (2023) indican que el uso de relajante muscular en campo de anestesia es amplio, y según sus mecanismos de acción, existen dos tipos de relajantes musculares: las sustancias despolarizantes (succinilcolina) y las no despolarizantes (los más utilizados son el cisatracurio y el rocuronio). La succinilcolina es el único medicamento despolarizante existente y tiene inicio de acción de 1 minuto con duración entre 6 y 10 minutos, por lo que es de elección para intubaciones.

“Existen dos poblaciones diferentes de receptores nicotínicos de acetilcolina en la unión neuromuscular de los mamíferos. En el adulto, el receptor nicotínico de acetilcolina en la membrana postsináptica (muscular) está compuesto por subunidades $\alpha 2\beta\delta\epsilon$, mientras que el receptor fetal (inmaduro) está compuesto por $\alpha 2\beta\gamma\delta$. El receptor nicotínico presináptico (neuronal) es un complejo pentamérico compuesto por subunidades $\alpha 3\beta 2$. Cada una de las dos subunidades α de los receptores postsinápticos posee un sitio de unión para el ligando (acetilcolina)”, como lo indican Brull, Meistelman, Nemes y colaboradores (Miller's Anesthesia, 2024).

Dentro de los medicamentos usados para la ISR, se encuentra el suxametonio (succinilcolina), que fue descrito por primera vez en 1906 por Hunt y Taveau al describir las características farmacobiológicas de los derivados de la colina como lo reportan Cordero y Gutierrez en 2013, pero no es hasta 1952 que es introducido a la práctica clínica por Foldes, McNall y Borrego como “un agente administrado mediante infusión continua aproximándose de manera muy cercana a la definición de relajante muscular ideal”.

Olumide, Afolayan y Raji (2022) manifiestan que el suxametonio es un relajante muscular despolarizante que provoca una rápida y excelente relajación del músculo esquelético durante pocos minutos, seguida de una recuperación espontánea, con la propiedad única inicio de acción rápido y corta duración. Según Aronson (Meyler's Side Effects of Drugs, 2016) el suxametonio está formado por dos moléculas de acetilcolina unidas, las moléculas que alcanzan los receptores de acetilcolina interactúan repetidamente con ellos, generando una despolarización prolongada de la placa motora

terminal, que queda rodeada por una zona eléctricamente inactiva, resultando en una parálisis flácida, su acción finaliza por difusión fuera de la unión neuromuscular. Jeevendra y Martina (2006) manifiestan que, dentro de los efectos secundarios a la administración de suxametonio se encuentra el desarrollo de hiperpotasemia.

La despolarización sostenida de la placa motora terminal, tras la administración de succinilcolina, normalmente permite la fuga de potasio de dicha placa, lo que resulta en un pequeño aumento del potasio sérico (0,4 a 1,0 mEq/l) tanto en adultos como en niños, según lo reportado por Henning y Bush en 1982.

Además de su rápido inicio y corta duración, la succinilcolina se asocia con diversos efectos adversos clínicamente relevantes. Entre ellos destacan la bradicardia, particularmente en dosis repetidas; la hiperpotasemia, que puede ser severa en pacientes con quemaduras, lesiones neuromusculares o denervación; la mialgia postoperatoria, secundaria a fasciculaciones generalizadas; y, con menor frecuencia, aumento de la presión intraocular, presión intracraneal y presión intragástrica. También se han descrito casos de hipertermia maligna y arritmias ventriculares, especialmente en presencia de hiperkalemia severa (Martyn & Richtsfeld, 2006; Aronson, 2016). Estos efectos explican el interés creciente por estrategias farmacológicas que mitiguen las complicaciones iónicas y musculares de la succinilcolina, como el uso del sulfato de magnesio.

Una vez que quedan establecidos los mecanismos fisiológicos del bloqueo neuromuscular, diversos autores han comparado la eficacia y seguridad de los agentes relajantes despolarizantes y no despolarizantes, así como del sulfato de magnesio y otro tipo de medicamentos adyuvantes.

Desde los primeros reportes de DeVore y Asrani (1980), se ha documentado que la administración de sulfato de magnesio previo al uso de succinilcolina reduce las fasciculaciones musculares durante la inducción anestésica; Ahsan et al. (2014) confirmaron este hallazgo en un ensayo con 100 pacientes y, además, observaron niveles séricos de potasio más bajos en el grupo tratado con magnesio.

Diversos estudios han evaluado el efecto del sulfato de magnesio sobre relajantes neuromusculares no despolarizantes. Magorian et al. (1993) compararon rocuronio, succinilcolina y vecuronio durante inducción rápida, observando que el magnesio reduce el tiempo de inicio del bloqueo sin prolongar su recuperación. De forma similar, Rehman et al. (2021) encontraron que el magnesio disminuye la dosis requerida de cisatracurio y aumenta la duración efectiva del bloqueo. Los ensayos de David et al. (2021), Sun et al. (2021) y Sharma et al. (2024) respaldan estos hallazgos al demostrar que el magnesio mejora las condiciones de intubación y acelera el inicio de acción del rocuronio, confirmando su utilidad como adyuvante farmacodinámico seguro en anestesia general.

III. Fundamentación teórica

Ensayos controlados y series recientes han reforzado consistentemente estos resultados: Aghamohamadi & Khanbabayi (2019) mostraron menor severidad de fasciculaciones y mialgias postoperatorias; Kumar et al. (2012) evidenciaron un efecto similar al combinar magnesio con propofol; y Folami et al. (2023) demostraron mayor eficacia del magnesio frente a atracurio para prevenir fasciculaciones. Asimismo, Bala et al. (2022), Kousar et al. (2021) y El-Desoky & Mohammed (2023) reportaron que dosis de 30–40 mg/kg disminuyen la incidencia y severidad de fasciculaciones y mialgias e, incluso, atenúan la elevación sérica de potasio inducida por succinilcolina, consolidando al sulfato de magnesio como coadyuvante útil en este contexto.

Por su parte, David, Carvalho, Caspar y colaboradores en 2021 compararon el inicio de acción del rocuronio en diferentes dosis previo administración de sulfato de magnesio, evidenciando disminución del tiempo de inicio de acción.

Además de su acción neuromuscular, el sulfato de magnesio posee efectos analgésicos relevantes. Chen y Tao (2018) demostraron que su administración perioperatoria disminuye la intensidad del dolor y reduce el consumo de opioides durante procedimientos laparoscópicos. De manera similar, Jácome et al. (2021) observaron en pacientes sometidos a colecistectomía laparoscópica que el uso de magnesio atenuó el dolor postoperatorio temprano y los requerimientos de analgésicos, reforzando su papel como coadyuvante multimodal en el control del dolor perioperatorio.

En el ámbito oftalmológico, Maduakolam, Tudgebe y Ufuoma en 2022 evidenciaron la disminución de la presión intraocular al administrar dosis de sulfato de magnesio de 30 mg/kg de peso previo a la relajación muscular con succinilcolina, además de reducir la respuesta hemodinámica asociada a la laringoscopia y la intubación orotraqueal.

A partir de los resultados previamente expresados, el interés por el sulfato de magnesio ha crecido debido a su versatilidad y a sus posibles beneficios como

coadyuvante anestésico, especialmente frente al desafío que representa la elevación del potasio sérico derivada del uso de succinilcolina en la práctica anestésica hospitalaria diaria. En el entorno de nuestro hospital, el control de este efecto constituye una prioridad, no solo en pacientes sometidos a colecistectomía laparoscópica, sino también en pacientes críticos que requieren secuencia rápida de inducción.

El sulfato de magnesio es un fármaco de amplio uso médico, especialmente en obstetricia y cardiología, por su capacidad para estabilizar membranas y modular la excitabilidad neuromuscular. En el ámbito anestésico, ha demostrado reducir el consumo de agentes anestésicos, atenuar la respuesta simpática al estrés quirúrgico y mejorar las condiciones de intubación. Dahake, Verma y Bawiskar (2024) destacan además su potencial para prevenir la hiperpotasemia inducida por succinilcolina, aunque se han descrito casos aislados de hipermagnesemia e incremento del potasio sérico en pacientes con comorbilidades.

Como se reportó en 1995 por Stacey, Barclay, Asai y Vaughan, “se ha demostrado que el sulfato de magnesio, administrado antes de la inducción anestésica, previene el aumento de la concentración sérica de potasio causado por el suxametonio en pacientes en buen estado físico programados para cirugía electiva”, sin embargo, también se han reportado efectos adversos como lo reportan Omori-Shimano, Tominaga e Ikeda (2022) al demostrar una asociación entre el sulfato de magnesio administrado a gestante y la hiperpotasemia neonatal de aparición temprana en bebés prematuros y un caso de hiperpotasemia posterior a la administración de sulfato de magnesio en paciente con preeclampsia en 2025, como reportan Alomar, Kartoumah, Alam y colaboradores, siendo el mecanismo propuesto la inhibición de la secreción de potasio en la nefrona distal.

En conjunto, la evidencia demuestra que el sulfato de magnesio posee propiedades fisiológicas que podrían mitigar los efectos adversos de la succinilcolina, incluyendo la hiperpotasemia y las fasciculaciones musculares. Sin embargo, los estudios disponibles varían en metodología, dosis y poblaciones estudiadas, y no existen

investigaciones locales que determinen su efecto sobre el potasio sérico en pacientes sometidos a colecistectomía laparoscópica. Esta brecha justifica la realización del presente estudio.

IV. Hipótesis

Hipótesis alterna (H1)

El uso de sulfato de magnesio como coadyuvante durante la secuencia rápida de inducción modifica el incremento del potasio sérico posterior a la administración de succinilcolina en pacientes sometidos a colecistectomía laparoscópica.

Hipótesis nula (H0)

El uso de sulfato de magnesio como coadyuvante durante la secuencia rápida de inducción no modifica el incremento del potasio sérico posterior a la administración de succinilcolina en pacientes sometidos a colecistectomía laparoscópica.

V. Objetivos

V.1. General

Determinar el efecto del sulfato de magnesio como coadyuvante en la secuencia rápida de inducción sobre los niveles de potasio posterior a la inducción anestésica con succinilcolina en pacientes sometidos a colecistectomía laparoscópica en el Hospital General de Querétaro, período Junio 2025 a Febrero 2026.

V.2. Específicos

Describir las características demográficas de los pacientes sometidos a colecistectomía laparoscópica bajo anestesia general con secuencia rápida de inducción en el Hospital General de Querétaro, durante el periodo comprendido de junio de 2025 a febrero de 2026.

Determinar los niveles séricos de potasio previos a la inducción anestésica con succinilcolina en pacientes sometidos a colecistectomía laparoscópica.

Determinar los niveles séricos de potasio posteriores a la inducción anestésica con succinilcolina en pacientes que reciben sulfato de magnesio como coadyuvante y en aquellos que no lo reciben.

Comparar el incremento del potasio sérico posterior a la inducción anestésica con succinilcolina entre los pacientes que reciben sulfato de magnesio y aquellos que no lo reciben.

Evaluar la respuesta hemodinámica considerando frecuencia cardiaca, presión arterial media, saturación de oxígeno y presencia de arritmias durante el periodo perioperatorio inmediato.

Evaluar la presencia e intensidad de mialgias en el postoperatorio inmediato y a las 24 horas posteriores a la cirugía en ambos grupos de estudio.

VI. Material y métodos

VI.1. Tipo de investigación

El diseño del estudio fue prospectivo, con enfoque cuantitativo y de tipo comparativo, considerándose un estudio cuasi-experimental debido a la intervención farmacológica realizada sin aleatorización formal.

Se consideró prospectivo, ya que la información fue recolectada de manera intencionada y sistemática a partir de la inclusión de los pacientes, conforme a los criterios establecidos y con fines específicos del estudio, posterior a su planificación.

El enfoque fue cuantitativo, debido a que se obtuvieron y analizaron variables numéricas como los niveles séricos de potasio y los parámetros hemodinámicos, las cuales fueron sometidas a análisis estadístico para evaluar el comportamiento de dichas variables.

El estudio fue comparativo, ya que se contrastaron los resultados obtenidos entre dos grupos de pacientes: un grupo de estudio que recibió sulfato de magnesio como coadyuvante durante secuencia rápida de inducción y un grupo control que no recibió dicho fármaco.

Se consideró un estudio cuasi-experimental, debido a que existe una intervención farmacológica deliberada mediante la administración de sulfato de magnesio, con el objetivo de evaluar su efecto sobre el incremento del potasio sérico posterior a la administración de succinilcolina, sin modificar de manera significativa el manejo anestésico habitual.

De acuerdo con su alcance, la investigación fue de tipo explicativo, ya que buscó establecer la relación entre la intervención farmacológica y el comportamiento del potasio sérico en el periodo perioperatorio inmediato.

VI.2. Población o unidad de análisis

El universo del estudio estuvo conformado por todos los pacientes sometidos a

colecistectomía laparoscópica en el Hospital General de Querétaro, a quienes se les realice anestesia general con secuencia rápida de inducción durante el periodo comprendido de junio de 2025 a febrero de 2026.

De acuerdo con el registro institucional de procedimientos quirúrgicos correspondiente al año 2025, se identificaron 401 procedimientos de colecistectomía laparoscópica (CIE-9 51.23) realizados en dicha institución. Al analizar el periodo específico del estudio, se documentaron 232 procedimientos entre junio y diciembre de 2025, y con base en el promedio mensual observado, se estimó un total aproximado de 298 pacientes para el periodo completo de junio de 2025 a febrero de 2026.

Este conjunto de pacientes constituyó el universo poblacional sobre el cual se realizó el cálculo del tamaño de la muestra.

VI.3. Muestra y tipo de muestra

El tamaño de la muestra se calculó considerando una población finita, correspondiente al número estimado de pacientes sometidos a colecistectomía laparoscópica bajo anestesia general con secuencia rápida de inducción en el Hospital General de Querétaro durante el periodo de estudio.

Para el cálculo del tamaño muestral se utilizó la fórmula para comparación de medias independientes, considerando como variable principal la variación del potasio sérico posterior a la administración de succinilcolina, con los siguientes parámetros:

- Nivel de confianza: 95% ($Z = 1.96$)
- Potencia estadística: 80%
- Diferencia mínima clínicamente significativa esperada: 0.3 mmol/L
- Desviación estándar estimada: 0.5 mmol/L
- Relación entre grupos: 1:1

Aplicando estos criterios, se obtuvo un tamaño mínimo de muestra de 140 pacientes.

Con el objetivo de compensar posibles pérdidas, cancelaciones quirúrgicas o exclusiones durante el desarrollo del estudio, se incrementó el tamaño muestral en un 10%, obteniéndose un tamaño final de 154 pacientes, distribuidos en dos grupos de 77 pacientes cada uno.

Tipo de muestreo y asignación a los grupos.

El presente estudio utilizó un muestreo no probabilístico por conveniencia, dado que los pacientes fueron incluidos de manera consecutiva conforme cumplieron con los criterios de selección establecidos y fueron programados para colecistectomía laparoscópica bajo anestesia general con secuencia rápida de inducción en el Hospital General de Querétaro durante el periodo de estudio.

Este tipo de muestreo se consideró adecuado debido a que:

- El estudio se realizó en un entorno hospitalario real, con flujo continuo de pacientes.
- La intervención evaluada (administración de sulfato de magnesio) forma parte del manejo anestésico habitual.
- No es factible ni ético modificar la programación quirúrgica con fines de aleatorización estricta.
- El objetivo principal es evaluar el efecto del sulfato de magnesio en condiciones clínicas reales.

La asignación de los pacientes a los grupos se realizó de manera consecutiva, de acuerdo con el esquema anestésico establecido, sin aleatorización formal, debido a la naturaleza clínica del estudio, conformándose dos grupos:

- Grupo control: pacientes que recibieron secuencia rápida de inducción con succinilcolina sin administración de sulfato de magnesio.
- Grupo experimental: pacientes que recibieron sulfato de magnesio como coadyuvante previo a la administración de succinilcolina.

Ambos grupos recibieron el mismo manejo anestésico estándar, diferenciándose únicamente por la administración del sulfato de magnesio, lo que permitió evaluar de

manera directa su efecto sobre los niveles séricos de potasio y las variables hemodinámicas estudiadas.

La inclusión de los pacientes se realizó de forma consecutiva hasta completar el tamaño de muestra previamente establecido, garantizando condiciones similares de atención y minimizando sesgos derivados del procedimiento anestésico.

Con el fin de disminuir posibles sesgos de selección, se procuró incluir a los pacientes de manera consecutiva conforme cumplan con los criterios establecidos, manteniendo condiciones homogéneas en el manejo anestésico en ambos grupos. Asimismo, la comparabilidad basal entre los grupos permitió reducir la probabilidad de factores de confusión que pudieran influir en los resultados obtenidos.

VI.4. Criterios de selección

Criterios de inclusión.

1. Pacientes adultos de 18 a 50 años de edad.
2. Pacientes de ambos sexos.
3. Pacientes sometidos a colecistectomía laparoscópica bajo anestesia general.
4. Pacientes en quienes se realice secuencia rápida de inducción con succinilcolina.
5. Pacientes con clasificación ASA I o II.
6. Pacientes que acepten participar en el estudio y firmen la carta de consentimiento informado.

Criterios de exclusión.

1. Pacientes con trastornos neuromusculares o musculoesqueléticos preexistentes que puedan alterar la respuesta a la succinilcolina o al sulfato de magnesio.
2. Pacientes que reciban medicación conocida por influir sobre la función neuromuscular, incluyendo bloqueadores de los canales de calcio.
3. Pacientes con enfermedades renales, hepáticas, respiratorias o cardíacas graves.
4. Pacientes con hipersensibilidad conocida o contraindicaciones para los medicamentos utilizados en el estudio.
5. Pacientes con antecedente clínico de hiperpotasemia conocida.

6. Pacientes con historia personal o familiar de hipertermia maligna.
7. Pacientes con hipermagnesemia conocida o documentada previa al procedimiento quirúrgico.

Criterios de eliminación.

1. Pacientes que no acepten participar en el estudio o que retiren su consentimiento informado en cualquier momento.
2. Pacientes en quienes se administre sedación o medicación distinta a la establecida en el protocolo del estudio.
3. Pacientes que hayan recibido analgésicos dentro de las 24 horas previas a la cirugía programada.
4. Pacientes en quienes se modifique la técnica anestésica planeada durante el procedimiento quirúrgico.
5. Pacientes con datos incompletos o pérdida de información relevante para el análisis de las variables del estudio.

VI.5. Variables estudiadas

La variable dependiente principal del estudio fue la variación del potasio sérico (ΔK) posterior a la inducción anestésica. Como variables secundarias se consideraron la presencia de mialgias, los parámetros hemodinámicos y la aparición de fasciculaciones, arritmias y complicaciones.

Variable	Definición conceptual	Definición operacional	Tipo de variable	Escala	Valor / Categoría
Uso de sulfato de magnesio	Administración de sulfato de magnesio como	Administración intravenosa de 1 g de sulfato de magnesio previo a	Cualitativa	Nominal dicotómica	Sí / No

Variable	Definición conceptual	Definición operacional	Tipo de variable	Escala	Valor / Categoría
	coadyuvante farmacológico	la inducción con succinilcolina			
Edad	Número de años que ha vivido una persona	Años cumplidos al ingreso hospitalario	Cuantitativa	Continua	Años
Tiempo anestésico	Tiempo total transcurrido durante el procedimiento anestésico	Minutos registrados desde el inicio hasta la finalización del procedimiento anestésico	Cuantitativa	Continua	Minutos
Tiempo quirúrgico	Tiempo total transcurrido durante el procedimiento quirúrgico	Minutos registrados desde el inicio hasta la finalización del procedimiento quirúrgico	Cuantitativa	Continua	Minutos
Género	Característica biológica de una persona	Identificación biológica registrada en expediente clínico	Cualitativa	Nominal dicotómica	Masculino / Femenino
Clasificación ASA	Sistema de estratificación de riesgo anestésico	Clasificación ASA registrada en la valoración preanestésica	Cualitativa	Ordinal	I – II

Variable	Definición conceptual	Definición operacional	Tipo de variable	Escala	Valor / Categoría
Clasificación Mallampati	Escala para predecir dificultad de intubación	Evaluación clínica preoperatoria según escala de Mallampati	Cualitativa	Ordinal	I – IV
Potasio sérico previo a la inducción	Concentración sérica de potasio	Medición mediante gasometría arterial previa a la inducción anestésica	Cuantitativa	Continua	mmol/L
Potasio sérico posterior a la inducción	Concentración sérica de potasio posterior a succinilcolina	Medición mediante gasometría arterial posterior a la inducción anestésica	Cuantitativa	Continua	mmol/L
Frecuencia cardiaca	Número de latidos por minuto	Registro en monitor multiparámetro en los tiempos establecidos	Cuantitativa	Continua	lpm
Presión arterial media	Presión promedio durante el ciclo cardiaco	Registro automático en monitor multiparámetro	Cuantitativa	Continua	mmHg
Presión arterial sistólica	Presión máxima ejercida durante la	Registro automático en monitor multiparámetro en	Cuantitativa	Continua	mmHg

Variable	Definición conceptual	Definición operacional	Tipo de variable	Escala	Valor / Categoría
	sístole cardiaca	los tiempos establecidos			
Presión arterial diastólica	Presión mínima ejercida durante la diástole cardiaca	Registro automático en monitor multiparámetro en los tiempos establecidos	Cuantitativa	Continua	mmHg
Arritmias	Alteraciones del ritmo cardiaco con repercusión clínica	Registro electrocardiográfico durante el periodo perioperatorio inmediato	Cualitativa	Nominal dicotómica	Sí / No
Saturación de oxígeno	Porcentaje de hemoglobina saturada con oxígeno	Medición por pulsioximetría durante el periodo perioperatorio	Cuantitativa	Continua	%
Frecuencia respiratoria	Número de respiraciones por minuto	Registro en monitor multiparámetro durante el periodo perioperatorio	Cuantitativa	Continua	rpm
Mialgias postoperatorias	Dolor muscular posterior al	Evaluación mediante escala visual análoga en el postoperatorio inmediato y a las 24 horas	Cualitativa / Cuantitativa	Ordinal (EVA) / Nominal	EVA 0–10 / Presencia

Variable	Definición conceptual	Definición operacional	Tipo de variable	Escala	Valor / Categoría
	uso de succinilcolina				
Fasciculaciones musculares	Contracciones musculares involuntarias posteriores a la administración de succinilcolina	Evaluación clínica posterior a la administración de succinilcolina durante el periodo periinducción	Cualitativa	Ordinal	0 = No presentó; 1 = Leve; 2 = Moderada; 3 = Severa
Complicaciones perioperatorias	Eventos adversos clínicos ocurridos durante el periodo perioperatorio inmediato	Registro clínico de eventos adversos relacionados con el procedimiento anestésico o quirúrgico	Cualitativa	Nominal dicotómica	Sí / No

VI.6. Técnicas e instrumentos

Una vez concluido el protocolo de investigación, este fue sometido a evaluación y autorización por el Comité de Investigación del Hospital General de Querétaro (CIHGQ). Posteriormente, se identificaron de manera consecutiva los pacientes que cumplieron con los criterios de selección establecidos y que estuvieron programados para colecistectomía laparoscópica bajo anestesia general con secuencia rápida de inducción.

Previo al procedimiento anestésico, todos los pacientes fueron sometidos a valoración preanestésica habitual, incluyendo evaluación clínica de la vía aérea y del

estado general del paciente, con el objetivo de identificar condiciones que pudieran modificar el manejo anestésico o contraindicar la realización de secuencia rápida de inducción dentro de la práctica clínica institucional.

A cada paciente elegible se le explicaron los procedimientos anestésicos realizados, así como los objetivos, características y finalidad del estudio, enfatizando el carácter voluntario de su participación y la confidencialidad de la información obtenida. Posteriormente, se solicitó la firma del consentimiento informado institucional utilizado de manera habitual para procedimientos anestésicos y quirúrgicos dentro del Hospital General de Querétaro, incluyendo la autorización para el uso de la información clínica y bioquímica obtenida durante el procedimiento con fines de investigación.

Los pacientes incluidos fueron asignados a uno de dos grupos de estudio: grupo experimental, en el que se administró sulfato de magnesio como coadyuvante durante la secuencia rápida de inducción, y grupo control, en el que no se administró dicho fármaco.

En ambos grupos, el manejo anestésico fue el mismo y se realizó de acuerdo con la práctica habitual institucional, utilizando propofol y fentanilo para la inducción anestésica, así como succinilcolina a dosis de 1 mg/kg por vía intravenosa para facilitar la intubación orotraqueal. La única diferencia entre los grupos fue la administración de sulfato de magnesio en el grupo experimental.

La secuencia rápida de inducción se realizó de manera homogénea en todos los pacientes incluidos, con el objetivo de mantener condiciones anestésicas similares durante la inducción y disminuir la variabilidad relacionada con el manejo de la vía aérea y la administración de relajantes neuromusculares. Esto permitió una evaluación más uniforme de la variación del potasio sérico posterior a la administración de succinilcolina entre ambos grupos de estudio.

Posterior al efecto inicial de la succinilcolina y una vez asegurada la vía aérea, el mantenimiento del bloqueo neuromuscular se realizó de acuerdo con la práctica

anestésica habitual institucional y las necesidades del procedimiento quirúrgico, utilizando relajantes neuromusculares no despolarizantes según criterio anestésico. Esto permitió mantener condiciones quirúrgicas adecuadas sin modificar el objetivo principal del estudio, enfocado en la variación del potasio sérico posterior a la administración inicial de succinilcolina.

En el grupo experimental se administró sulfato de magnesio a dosis fija de 1 gramo por vía intravenosa, previo a la administración de succinilcolina. Se eligió una dosis fija con el objetivo de mantener una intervención homogénea y fácilmente reproducible durante la secuencia rápida de inducción. En el grupo control no se administró sulfato de magnesio.

Para la evaluación del efecto de la intervención, se realizó la medición de potasio sérico mediante gasometría arterial en dos momentos: un valor basal previo a la inducción anestésica y un segundo valor a los 10 minutos posteriores a la administración de succinilcolina, previo al inicio del procedimiento quirúrgico, con el objetivo de identificar el efecto agudo de la succinilcolina sobre la concentración sérica de potasio y evaluar el posible efecto modulador del sulfato de magnesio en este periodo inmediato.

El uso de gasometría arterial permitió obtener valores inmediatos durante el periodo periinducción, facilitando la evaluación del efecto agudo de la succinilcolina sobre la variación del potasio sérico en ambos grupos. Además, al realizarse mediante gasómetro disponible dentro del área quirúrgica, se mantuvieron condiciones homogéneas de procesamiento y registro durante el desarrollo del estudio. La realización de dos tomas arteriales se justificó por la necesidad de evaluar la variación del potasio sérico posterior a la administración de succinilcolina, considerada la variable principal del estudio. Las muestras fueron obtenidas bajo técnica aséptica y por personal capacitado dentro del área quirúrgica. Se procuró minimizar los riesgos asociados al procedimiento mediante vigilancia clínica continua y manejo anestésico habitual, sin registrarse complicaciones derivadas de la toma de muestras arteriales durante el desarrollo del estudio.

Asimismo, se registraron los parámetros hemodinámicos, incluyendo frecuencia cardiaca, presión arterial sistólica, presión arterial diastólica, presión arterial media, saturación periférica de oxígeno y frecuencia respiratoria en los tiempos establecidos, así como la presencia de arritmias durante el periodo perioperatorio inmediato. De igual manera, se documentaron las fasciculaciones musculares posteriores a la administración de succinilcolina, la presencia e intensidad de mialgias postoperatorias y las complicaciones perioperatorias observadas durante el desarrollo del estudio.

Los datos clínicos, hemodinámicos y bioquímicos obtenidos durante el procedimiento anestésico fueron registrados de manera sistemática mediante el expediente clínico, monitor multiparámetro, hoja transanestésica y resultados obtenidos por gasometría arterial. La información fue integrada en un instrumento de recolección de datos diseñado para el estudio, manteniendo uniformidad en el registro y análisis de las variables incluidas, así como la confidencialidad de los participantes durante todo el desarrollo de la investigación.

El estudio se realizó respetando los principios éticos para investigación en seres humanos establecidos en la Declaración de Helsinki y en el Reglamento de la Ley General de Salud en Materia de Investigación para la Salud, particularmente en lo referente a la protección del bienestar y confidencialidad de los sujetos de investigación, el consentimiento informado y la minimización de riesgos. De acuerdo con el artículo 17 de dicho reglamento, la investigación se consideró de riesgo mínimo, debido a que se utilizaron medicamentos de uso habitual en anestesiología, en dosis empleadas dentro de la práctica clínica institucional y bajo vigilancia perioperatoria continua. Las muestras arteriales para determinación de potasio sérico fueron obtenidas por personal capacitado dentro del área quirúrgica, procurando minimizar riesgos adicionales a los inherentes al procedimiento anestésico y quirúrgico. Asimismo, se mantuvo la confidencialidad de la información clínica obtenida durante el desarrollo del estudio.

VI.7. Análisis estadístico

El análisis estadístico se realizó utilizando el programa IBM SPSS Statistics® versión 30 y Microsoft Excel®, empleando estadística descriptiva e inferencial de acuerdo con la naturaleza de las variables analizadas. Se realizó un análisis comparativo entre grupos independientes, considerando el diseño del estudio y la naturaleza de las variables.

Las variables cuantitativas se describieron mediante medidas de tendencia central y dispersión, utilizando media y desviación estándar cuando presentaron distribución normal, o mediana y rango intercuartílico en caso de distribución no normal. Las variables cualitativas se expresaron mediante frecuencias absolutas y porcentajes.

La normalidad de las variables cuantitativas fue evaluada mediante la prueba de Shapiro–Wilk, considerando un valor de $p > 0.05$ como indicativo de distribución normal.

Para la comparación de los niveles séricos de potasio entre el grupo experimental (que recibió sulfato de magnesio) y el grupo control, se utilizó:

- Prueba t de Student para muestras independientes, cuando los datos presentaron distribución normal.
- Prueba U de Mann–Whitney, cuando no se cumplió el supuesto de normalidad.

El análisis del cambio en los niveles de potasio se realizó comparando los valores preinducción y postinducción dentro de cada grupo, así como entre ambos grupos, con el objetivo de evaluar el efecto del sulfato de magnesio sobre la variación del potasio sérico inducida por la succinilcolina.

Las variables hemodinámicas (frecuencia cardiaca, presión arterial media y saturación de oxígeno) se analizaron de forma descriptiva y comparativa entre grupos utilizando las mismas pruebas estadísticas, según corresponda a su distribución.

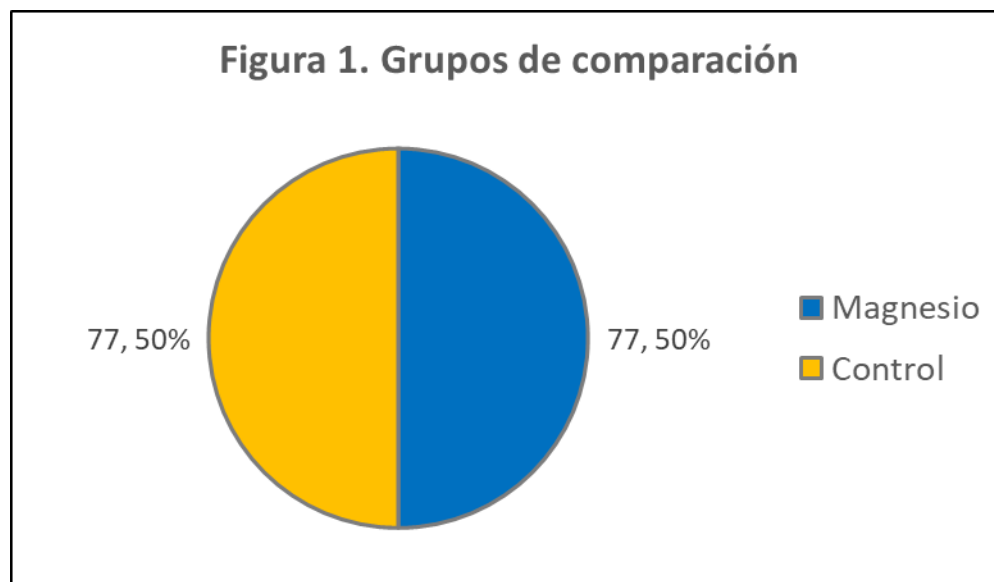
Las variables cualitativas, como la presencia de arritmias, fasciculaciones y mialgias postoperatorias, se analizaron mediante la prueba de chi cuadrada (χ^2) o la prueba exacta de Fisher, cuando el tamaño de muestra así lo requirió.

Se consideró un valor de $p < 0.05$ como estadísticamente significativo para todas las pruebas realizadas.

Los resultados se presentaron en forma de tablas y gráficas, mostrando comparaciones entre grupos y la magnitud del efecto observado, con el fin de facilitar su interpretación clínica.

VII. Resultados

Figura 1. Grupos de comparación: Se incluyeron 154 pacientes en total, distribuidos de manera equilibrada en dos grupos: Magnesio 50% (n=77) y Control 50% (n=77), lo que permite una comparación directa entre ambos esquemas.



Fuente: Servicio de Anestesiología, Hospital General de Querétaro.

Tabla 1. Características generales por grupo: La distribución por sexo fue similar entre grupos: en Magnesio predominó el sexo femenino 58.40% (n=45) y masculino 41.60% (n=32), mientras que en control el femenino fue 61% (n=47) y el masculino 39% (n=30), sin diferencias (p=0.742). En la clasificación ASA, Magnesio presentó ASA I 1.30% (n=1) y ASA II 98.70% (n=76), mientras que Control tuvo ASA II 100% (n=77), también sin diferencia (p=0.316). Para Mallampati, en Magnesio se observó Mallampati 1: 27.30% (n=21) y Mallampati 2: 72.70% (n=56), y en Control Mallampati 1: 23.40% (n=18) y Mallampati 2: 76.60% (n=59), sin diferencia (p=0.578). En variables cuantitativas, la edad fue comparable (Magnesio 38 (RIC 10) vs Control 39 (RIC 10); p=0.797), al igual que el tiempo anestésico (Magnesio 131 (RIC 13) vs Control 131 (RIC 15); p=0.49) y el tiempo quirúrgico (Magnesio 113 (RIC 13) vs Control 111 (RIC 18); p=0.574).

Tabla 1. Características generales por grupo

		Magnesio		Control		
Variable	Grupo	n=77	%	n=77	%	<i>p</i> *
SEXO	Masculino	32	41.60%	30	39.00%	0.742
	Femenino	45	58.40%	47	61.00%	
ASA	ASA I	1	1.30%	0	0.00%	0.316
	ASA II	76	98.70%	77	100.00%	
MALLAMPATI	Mallampati 1	21	27.30%	18	23.40%	0.578
	Mallampati 2	56	72.70%	59	76.60%	
Variable	Tipo	Mediana	RIC	Mediana	RIC	<i>p</i> **
Edad	Años	38	10	39	10	0.797
T° Anestésico	Minutos	131	13	131	15	0.49
T° Quirúrgico	Minutos	113	13	111	18	0.574

*Prueba de Chi cuadrada; **Prueba U de Mann Whitney

Fuente: Servicio de Anestesiología, Hospital General de Querétaro.

Tabla 2. Potasio, mialgia y signos vitales por grupo: El potasio preinducción (K Pre) fue igual en ambos grupos (Magnesio 3.8 (RIC 0.4) vs Control 3.8 (RIC 0.4); $p=0.856$). En el potasio postinducción (K Post) se observó una diferencia entre grupos (Magnesio 4.0; RIC 0.4) vs Control (4.4; RIC 0.4) ($p < 0.001$) y, de forma consistente, también en el ΔK (Magnesio 0.2 (RIC 0.1) vs Control 0.5 (RIC 0.1); $p < 0.001$). En signos vitales basales, los valores fueron comparables: TAS basal Magnesio 112 (RIC 15) vs Control 110 (RIC 14) ($p=0.639$), TAD basal 80 (RIC 4) vs 80 (RIC 5) ($p=0.507$), TAM basal 90 (RIC 7) vs 90 (RIC 6.33) ($p=0.526$), FC basal 76 (RIC 9) vs 76 (RIC 10) ($p=0.967$), SpO2 basal 95 (RIC 2) vs 95 (RIC 2) ($p=0.109$) y FR basal 15 (RIC 3) vs 16 (RIC 2) ($p=0.253$). A los 5 min, se mantuvo un comportamiento similar: TAS 103 (RIC 10) vs 105 (RIC 10) ($p=0.786$), TAD 74 (RIC 6) vs 72 (RIC 6) ($p=0.416$), TAM 83.33 (RIC 5.67) vs 83 (RIC 5) ($p=0.72$), FC 69 (RIC 9) vs 69 (RIC 9) ($p=0.743$), SpO2 95 (RIC 2) vs 95 (RIC 2) ($p=0.098$) y FR 13 (RIC 3) vs 14 (RIC 2) ($p=0.325$). A los 10 min, los resultados continuaron siendo semejantes: TAS 105 (RIC 10) vs 107 (RIC 10) ($p=0.73$), TAD 73 (RIC 10) vs 73 (RIC 10) ($p=0.859$), TAM 83.67 (RIC 5.67) vs 83.67 (RIC 6) ($p=0.752$), FC 72 (RIC 10) vs 73 (RIC 9) ($p=0.492$), SpO2 95 (RIC 2) vs 95 (RIC 1) ($p=0.883$) y FR 15 (RIC 3) vs 16 (RIC 2) ($p=0.325$).

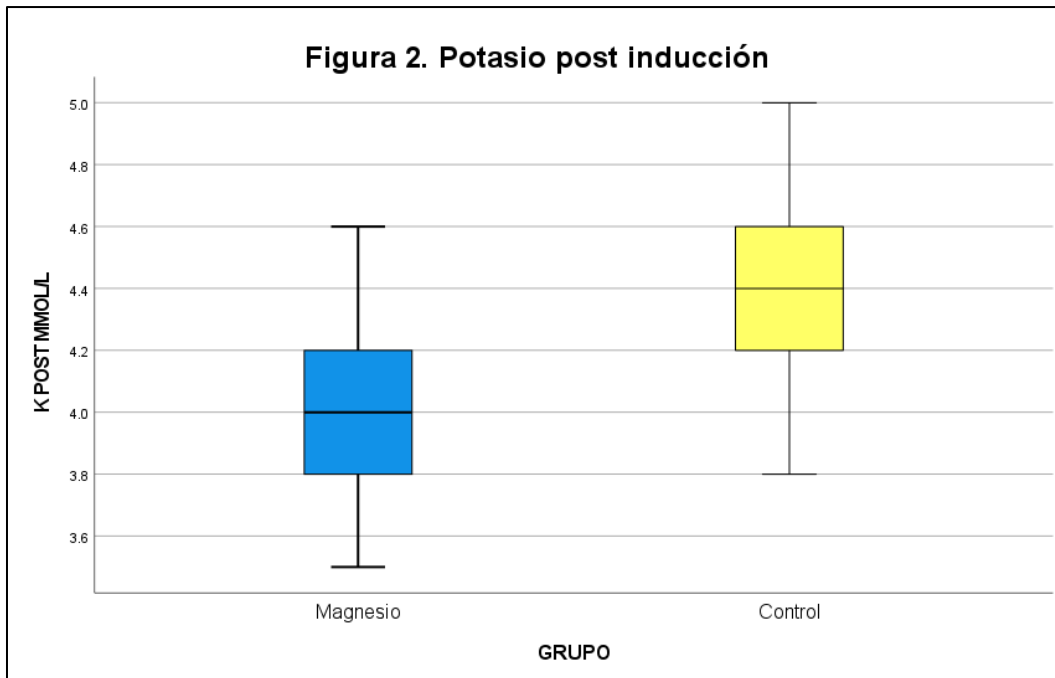
Tabla 2. Potasio, mialgia y signos vitales por grupo

Variable	Tipo	Magnesio		Control		<i>p</i> **
		Mediana	RIC	Mediana	RIC	
<i>K Pre</i>	mmol/L	3.8	0.4	3.8	0.4	<i>0.856</i>
<i>K Post</i>	mmol/L	4	0.4	4.4	0.4	<i><0.001</i>
<i>Delta K</i>	mmol/L	0.2	0.1	0.5	0.1	<i><0.001</i>
<i>Mialgia inmediata</i>	EVA	0	0	0	0	<i>0.786</i>
Mialgia 24 h	EVA	0	0	0	0	<i>1</i>
<i>TAS Basal</i>	mmHg	112	15	110	14	<i>0.639</i>
<i>TAD Basal</i>	mmHg	80	4	80	5	<i>0.507</i>
<i>TAM Basal</i>	mmHg	90	7	90	6.33	<i>0.526</i>
<i>FC Basal</i>	lpm	76	9	76	10	<i>0.967</i>
SpO2 Basal	%	95	2	95	2	<i>0.109</i>
<i>TAS 5 min</i>	mmHg	103	10	105	10	<i>0.786</i>
<i>TAD 5 min</i>	mmHg	74	6	72	6	<i>0.416</i>
<i>TAM 5 min</i>	mmHg	83.33	5.67	83	5	<i>0.72</i>
<i>FC 5 min</i>	lpm	69	9	69	9	<i>0.743</i>
SpO2 5 min	%	95	2	95	2	<i>0.098</i>
<i>TAS 10 min</i>	mmHg	105	10	107	10	<i>0.73</i>
<i>TAD 10 min</i>	mmHg	73	10	73	10	<i>0.859</i>
<i>TAM 10 min</i>	mmHg	83.67	5.67	83.67	6	<i>0.752</i>
<i>FC 10 min</i>	lpm	72	10	73	9	<i>0.492</i>
SpO2 10 min	%	95	2	95	1	<i>0.883</i>
<i>FR Basal</i>	rpm	15	3	16	2	<i>0.253</i>
<i>FR 5 min</i>	rpm	13	3	14	2	<i>0.325</i>
<i>FR 10 min</i>	rpm	15	3	16	2	<i>0.325</i>

**Prueba U de Mann Whitney

Fuente: Servicio de Anestesiología, Hospital General de Querétaro.

Figura 2. Potasio post inducción: El diagrama de cajas muestra la distribución del K postinducción en ambos grupos, observándose una mediana menor en Magnesio (4 [RIC 0.4]) en comparación con Control (4.4 [RIC 0.4]), con una separación visible entre los valores centrales y su dispersión, coherente con la diferencia estadística reportada para esta variable ($p < 0.001$).



Fuente: Servicio de Anestesiología, Hospital General de Querétaro.

Tabla 3. Fasciculaciones, arritmia y complicaciones por grupo: En fasciculaciones, la mayoría no presentó el evento: Magnesio 55.80% (n=43) y Control 61% (n=47); cuando existieron, fueron principalmente leves (Magnesio 42.90% (n=33) vs Control 39% (n=30)) y en muy pocos casos moderadas (Magnesio 1.30% (n=1) vs Control 0.00% (n=0)), sin diferencias entre grupos (p=0.517). No se registraron arritmias en ningún paciente (Magnesio 0.00% (n=0) y Control 0.00% (n=0)), por lo que no se calculó p (NA) y de igual forma, no se reportaron complicaciones en ninguno de los grupos (Magnesio 0.00% (n=0) y Control 0.00% (n=0)), sin prueba estadística aplicable (NA).

Tabla 3. Fasciculaciones, arritmia y complicaciones por grupo

Variable	Grupo	Magnesio		Control		p*
		n=77	%	n=77	%	
Fasciculaciones	No presentó	43	55.80%	47	61.00%	0.517
	Leve	33	42.90%	30	39.00%	
	Moderada	1	1.30%	0	0.00%	
Arritmias	Presentó	0	0.00%	0	0.00%	NA
	No presentó	77	100.00%	77	100.00%	
Complicaciones	Complicaciones	0	0.00%	0	0.00%	NA
	Sin complicaciones	77	100.00%	77	100.00%	

*Prueba de Chi cuadrada

Fuente: Servicio de Anestesiología, Hospital General de Querétaro.

VIII. Discusión

El hallazgo principal de este estudio fue que el uso de sulfato de magnesio como coadyuvante durante la secuencia rápida de inducción atenuó de manera significativa el incremento del potasio sérico posterior a la inducción anestésica, ya que, aunque ambos grupos iniciaron con una mediana de 3.8 mEq/L, el grupo magnesio presentó un potasio postinducción de 4.0 mEq/L frente a 4.4 mEq/L en el grupo control, con una diferencia estadísticamente significativa (Stacey et al., 1995; Ahsan et al., 2014).

De manera consistente, la variación del potasio también fue menor en el grupo que recibió magnesio, con un ΔK de 0.2 mEq/L frente a 0.5 mEq/L en el grupo control, lo que representa una atenuación absoluta de 0.3 mEq/L y refuerza la existencia de un efecto modulador real sobre la respuesta iónica observada durante la inducción (Dahake et al., 2024; Stacey et al., 1995).

La interpretación de este hallazgo se fortalece por la adecuada comparabilidad basal entre grupos, ya que no existieron diferencias en sexo, clasificación ASA, Mallampati, edad, tiempo anestésico ni tiempo quirúrgico, lo que disminuye la probabilidad de confusión y permite atribuir con mayor solidez la diferencia del potasio a la intervención evaluada (Ahsan et al., 2014).

Asimismo, la equivalencia del potasio basal entre ambos grupos, con una mediana idéntica de 3.8 mEq/L, confirma que la divergencia observada después de la inducción no dependió de una desigualdad metabólica previa, sino del efecto del sulfato de magnesio sobre la magnitud del ascenso sérico de potasio (Stacey et al., 1995).

Desde el punto de vista clínico, la magnitud del efecto observada en este estudio es relevante, el grupo control mostró un incremento mediano de 0.5 mEq/L, mientras que el grupo magnesio presentó un ascenso de solo 0.2 mEq/L, patrón que coincide con lo reportado en estudios previos donde el magnesio disminuyó la elevación del potasio sérico durante la inducción anestésica (Stacey et al., 1995; Ahsan et al., 2014; Bala et al., 2022).

Aunque en nuestra población el valor postinducción del grupo control no alcanzó

cifras compatibles con hiperpotasemia grave, sí reprodujo el aumento esperado descrito para este contexto, mientras que el grupo tratado mostró una respuesta claramente más contenida, lo que sugiere un beneficio preventivo sobre una alteración bioquímica potencialmente relevante (Dahake et al., 2024).

Nuestros resultados son concordantes con la evidencia clásica y contemporánea que ha señalado un papel protector del magnesio sobre la variación sérica del potasio, Stacey et al. documentaron que la administración previa de magnesio prevenía el incremento de la concentración sérica de potasio en pacientes programados para cirugía electiva, y Ahsan et al. también encontraron niveles séricos más bajos en el grupo que recibió este fármaco, además de menor expresión de fenómenos musculares asociados a la inducción (Stacey et al., 1995; Ahsan et al., 2014).

La similitud en la dirección del efecto entre esos estudios y el presente trabajo fortalece la consistencia externa de nuestros hallazgos, particularmente porque en nuestra cohorte también se observó una separación clara entre las medianas de potasio postinducción y una disminución significativa del ΔK (Ahsan et al., 2014).

Un aspecto metodológicamente importante es que en este estudio se empleó una dosis fija de 1 g de sulfato de magnesio, mientras que varios trabajos previos han utilizado dosis ajustadas por peso, generalmente entre 30 y 40 mg/kg, con la finalidad principal de disminuir fasciculaciones o potenciar el bloqueo neuromuscular (Bala et al., 2022; Kousar et al., 2021; El-Desoky & Mohammed, 2023).

A pesar de utilizar un esquema más simple, nuestros resultados demostraron una reducción significativa en el incremento del potasio, lo cual sugiere que una dosis fija puede ser suficiente para obtener un beneficio bioquímico medible en pacientes ASA I–II sometidos a cirugía electiva, además de facilitar su aplicación rutinaria en la práctica clínica institucional (Dahake et al., 2024).

Esta observación tiene valor práctico, porque propone una estrategia potencialmente reproducible y de fácil implementación sin necesidad de cálculos individualizados complejos (Stacey et al., 1995).

En contraste con la diferencia demostrada en el potasio sérico, no se encontraron diferencias significativas en la presencia o intensidad de fasciculaciones entre ambos grupos, ya que la mayoría de los pacientes no presentó este evento y, cuando estuvo presente, predominó la forma leve en proporciones semejantes.

Este comportamiento difiere de diversos estudios que reportan una disminución clara de fasciculaciones con el uso de magnesio, como los de Aghamohamadi y Khanbabayi, Kumar et al., Folami et al., Bala et al., Kousar et al. y El-Desoky y Mohammed (Aghamohamadi & Khanbabayi, 2019; Kumar et al., 2012; Folami et al., 2023; Bala et al., 2022; Kousar et al., 2021; El-Desoky & Mohammed, 2023).

Esta discrepancia sugiere que el efecto del magnesio en nuestra muestra fue más evidente sobre el componente bioquímico que sobre la manifestación muscular observable, posiblemente por diferencias en la dosis empleada, en la forma de medición del desenlace o en la intensidad basal del fenómeno en una población electiva de bajo riesgo (Bala et al., 2022; Kousar et al., 2021).

En cuanto a la respuesta hemodinámica, tampoco se identificaron diferencias entre grupos en los valores basales ni en las mediciones a los 5 y 10 minutos de presión arterial sistólica, diastólica y media, frecuencia cardíaca, saturación de oxígeno y frecuencia respiratoria.

Este hallazgo indica que el sulfato de magnesio, en la dosis empleada, no generó inestabilidad hemodinámica ni deterioro respiratorio clínicamente apreciable en el periodo perioperatorio inmediato, lo cual coincide con su perfil de seguridad descrito en anestesia general (Dahake et al., 2024).

No obstante, difiere de lo reportado por Maduakolam et al., quienes encontraron una reducción de la respuesta hemodinámica asociada a la laringoscopia e intubación, diferencia que probablemente se explique porque en nuestro estudio las mediciones se realizaron a los 5 y 10 minutos, y no durante el pico adrenérgico inmediato del procedimiento (Maduakolam et al., 2022).

Desde la perspectiva fisiopatológica, los resultados del presente estudio son

coherentes con las propiedades del sulfato de magnesio como estabilizador de membrana y modulador de la excitabilidad neuromuscular, características que sustentan su capacidad para amortiguar la intensidad de la respuesta iónica asociada a la inducción anestésica (Dahake et al., 2024).

Además, el hecho de que este efecto haya sido evidente sin diferencias hemodinámicas relevantes respalda la idea de que el beneficio del magnesio puede expresarse de forma específica sobre el componente metabólico sin comprometer la estabilidad clínica inmediata del paciente (Maduakolam et al., 2022).

En este sentido, nuestros hallazgos también son congruentes con la literatura que ha descrito otras ventajas perioperatorias del magnesio, como menor dolor postoperatorio y reducción de requerimientos analgésicos en cirugía laparoscópica, lo que lo perfila como un coadyuvante con utilidad multimodal (Chen & Tao, 2018; Jácome et al., 2021).

En conjunto, este estudio aporta evidencia clínica local de que el sulfato de magnesio reduce significativamente el incremento del potasio sérico posterior a la inducción anestésica, con una diferencia clara tanto en el valor postinducción como en la variación absoluta del potasio entre grupos (Stacey et al., 1995; Ahsan et al., 2014).

Aunque no se demostraron beneficios adicionales en fasciculaciones ni en variables hemodinámicas, tampoco se documentaron efectos adversos, arritmias o complicaciones, lo que respalda su seguridad en este contexto quirúrgico electivo (Dahake et al., 2024).

Por ello, los resultados permiten considerar al sulfato de magnesio como una estrategia coadyuvante útil para atenuar la elevación del potasio sérico en pacientes sometidos a secuencia rápida de inducción, con especial valor en entornos hospitalarios donde se busca optimizar la seguridad anestésica con intervenciones simples, accesibles y fisiológicamente fundamentadas.

Entre las limitaciones del estudio deben considerarse la ausencia de aleatorización formal, el muestreo no probabilístico por conveniencia, la realización en un

solo centro y la inclusión de pacientes ASA I–II sometidos a cirugía electiva, lo que limita la generalización de los resultados a otras poblaciones.

Asimismo, la dosis fija de 1 g de sulfato de magnesio, aunque práctica y reproducible, no permite comparar de manera directa su efecto con esquemas ajustados por peso corporal reportados en la literatura.

IX. Conclusiones

Los resultados de este estudio demuestran que el uso de sulfato de magnesio como coadyuvante durante la secuencia rápida de inducción reduce de manera significativa el incremento del potasio sérico posterior a la administración de succinilcolina en pacientes sometidos a colecistectomía laparoscópica.

Esta diferencia se observó en un contexto de adecuada comparabilidad basal entre grupos y sin alteraciones en la respuesta hemodinámica ni en la incidencia de eventos adversos, lo que respalda la validez de los hallazgos.

En conjunto, estos resultados indican que el sulfato de magnesio atenúa el ascenso del potasio sérico sin comprometer la estabilidad clínica inmediata, por lo que representa una alternativa coadyuvante útil y segura en este contexto anestésico.

Por lo tanto, se acepta la hipótesis alterna, confirmando que el sulfato de magnesio modifica el incremento de potasio sérico.

X. Propuestas y recomendaciones

Se recomienda considerar el uso de sulfato de magnesio como coadyuvante en la secuencia rápida de inducción en pacientes sometidos a colecistectomía laparoscópica, dado que en este estudio se asoció con una menor elevación del potasio sérico posterior a la succinilcolina sin evidenciar inestabilidad hemodinámica ni aumento de complicaciones inmediatas. Asimismo, se propone desarrollar estudios posteriores con asignación aleatoria, mayor diversidad de pacientes y comparación entre dosis fijas y ajustadas por peso corporal, con el fin de fortalecer la evidencia y definir con mayor precisión su aplicación clínica.

XI. Referencias bibliográficas

- Aghamohamadi, D., & Khanbabayi Gol, M. (2019). An investigation into the effects of magnesium sulfate on the complications of succinylcholine administration in nulliparous women undergoing elective cesarean section: A double-blind clinical trial. *International Journal of Women's Health and Reproduction Sciences*, 7(4), 520–525. <https://doi.org/10.15296/ijwhr.2019.86>
- Ahsan, B., Rahimi, E., Moradi, A., & Rashadmanesh, N. (2014). The effects of magnesium sulphate on succinylcholine-induced fasciculation during induction of general anaesthesia. *Journal of the Pakistan Medical Association*, 64(10), 1151–1153.
- Almeida, C. E. D., Carvalho, L. R., Andrade, C. V. C., Nascimento, P. D., Jr., Barros, G. A. M., & Modolo, N. S. P. (2021). Effects of magnesium sulphate on the onset time of rocuronium at different doses: A randomized clinical trial. *Brazilian Journal of Anesthesiology*, 71(5), 482–488. <https://doi.org/10.1016/j.bjane.2021.07.023>
- Alomar, T., Kartoumah, A., Alam, M., Ahmed, R., & Horani, M. (2025). A rare case of hyperkalemia following magnesium sulfate therapy in a pregnant patient with preeclampsia. *Annals of Internal Medicine: Clinical Cases*, 4(3). <https://doi.org/10.7326/aimcc.2024.1013>
- Aronson, J. (2016). *Meyler's side effects of drugs* (6th ed.). Elsevier.
- Artime, C., & Hagberg, C. (2021). Abordaje de la vía aérea en el adulto. En M. Gropper (Ed.), *Miller. Anestesia* (9.ª ed.). Elsevier.
- Bhaskar, S. B., Vedashree, Y., Chand, N. K., & Srinivasalu, D. (2022). Efficacy of magnesium sulphate in attenuation of succinylcholine induced fasciculations: A randomized clinical study. *Journal of Clinical and Diagnostic Research*, 16(3), UC19–UC23. <https://doi.org/10.7860/JCDR/2022/53556/16160>

- Brown, C., & Walls, R. (2024). Vía aérea. En R. Walls (Ed.), *Rosen. Medicina de urgencias: Conceptos y práctica clínica*. Elsevier.
- Brull, S., Meistelman, C., Nemes, R., de Boer, H., Thilen, S., & Eriksson, L. (2024). Pharmacology of neuromuscular blocking drugs and antagonists. En M. Gropper (Ed.), *Miller's anesthesia* (10th ed.). Elsevier.
- Cárdenas, A., Vasserot, F., de la Hoz, C., Ibars, M., Gómez, F., & Parrilla, F. (2022). Farmacología aplicada en la sedación, la analgesia y el bloqueo neuromuscular. En A. Cárdenas & J. Roca (Eds.), *Tratado de medicina intensiva* (2.ª ed.).
- Chen, C., & Tao, R. (2018). The impact of magnesium sulfate on pain control after laparoscopic cholecystectomy: A meta-analysis of randomized controlled studies. *Surgical Laparoscopy, Endoscopy & Percutaneous Techniques*, 28(6), 349–353. <https://doi.org/10.1097/SLE.0000000000000571>
- Cilia, G., Abad, C., Piñero, S., Proverbio, T., Proverbio, F., & Marín, R. (2005). Sulfato de magnesio: ¿Una panacea? *Interciencia*, 30(9), 36–50. http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0378-18442005000900007
- Dahake, J. S., Verma, N., & Bawiskar, D. (2024). Magnesium sulfate and its versatility in anesthesia: A comprehensive review. *Cureus*, 16(3), e56348. <https://doi.org/10.7759/cureus.56348>
- De Vore, J. S., & Asrani, R. (1980). Magnesium sulfate prevents succinylcholine-induced fasciculations in toxemic parturients. *Anesthesiology*, 52(1), 76–77. <https://doi.org/10.1097/00000542-198001000-00016>
- Dueñas, J., Montero, F., Palomar, M., Jiménez, L., León, R., & Llergo, A. (2023). Analgesia, sedación y relajación muscular en urgencias. En F. Montero (Ed.), *Medicina de urgencias y emergencias*. Elsevier.

- Errando-Oyonarte, C. L., Moreno-Sanz, C., Vila-Caral, P., Ruiz de Adana-Belbel, J. C., Vázquez-Alonso, E., Ramírez-Rodríguez, J. M., Veiga-Ruiz, G., Guasch-Arévalo, E., & Lora-Tamayo D'Ocón, J. I. (2017). Recommendations on the use of deep neuromuscular blockade by anaesthesiologists and surgeons. *Revista Española de Anestesiología y Reanimación*, *64*(2), 95–104. <https://doi.org/10.1016/j.redar.2016.08.002>
- Folami, E. O., Folami, R. O., Raji, S. A., Ojo, A. K., Olajumoke, T. O., & Kolawole, I. K. (2023). Comparison of the efficacy of atracurium pretreatment versus magnesium sulphate for prevention of suxamethonium-induced fasciculation and post-operative myalgia. *Research Journal of Health Sciences*, *11*(2), 119–127. <https://doi.org/10.4314/rejhs.v11i2.5>
- Foldes, F. F., McNall, P. G., & Borrego-Hinojosa, J. M. (1952). Succinylcholine: A new approach to muscular relaxation in anesthesiology. *New England Journal of Medicine*, *247*(16), 596–600. <https://doi.org/10.1056/nejm195210162471603>
- Henning, R. D., & Bush, G. H. (1982). Plasma potassium after halothane–suxamethonium induction in children. *Anaesthesia*, *37*(8), 802–805. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2044.1982.tb01811.x>
- Idrois, D., Escobar, C., Angela, D., & Rojas, G. (2013). *Revista Argentina de Anestesiología*, *71*(2).
- Jácome, O., Bilbao, J., Rosales, H., & Coronel, N. (2024). Eficacia de la analgesia con sulfato de magnesio en colecistectomía laparoscópica en dos instituciones de Barranquilla. *Revista UNIMETRO*, *39*(1), 13–17.
- Kousar, R., Aziz, M. A., & Farooq, S. (2021). Effect of intravenous magnesium sulphate vs placebo in reduction of succinylcholine induced fasciculations and myalgias. *Pakistan Journal of Medical and Health Sciences*, *15*(2), 283–287.
- Kumar, M., Talwar, N., Goyal, R., Shukla, U., & Sethi, A. (2012). Effect of magnesium sulfate with propofol induction of anesthesia on succinylcholine-induced

fasciculations and myalgia. *Journal of Anaesthesiology, Clinical Pharmacology*, 28(1), 81–85. <https://doi.org/10.4103/0970-9185.92451>

Maduakolam, A., Tudjegbe, S., & Tobi. (2022). The effect of magnesium sulphate pretreatment on suxamethonium-induced rise in intraocular pressure. *Open Access Research Journal of Multidisciplinary Studies*, 4(2), 011–022. <https://doi.org/10.53022/oarjms.2022.4.2.0078>

Magorian, T., Flannery, K. B., & Miller, R. D. (1993). Comparison of rocuronium, succinylcholine, and vecuronium for rapid-sequence induction of anesthesia. *Anesthesiology*, 79(5), 913–918. <https://doi.org/10.1097/00000542-199311000-00007>

Martyn, J. A., & Richtsfeld, M. (2006). Succinylcholine-induced hyperkalemia in acquired pathologic states. *Anesthesiology*, 104(1), 158–169. <https://doi.org/10.1097/00000542-200601000-00022>

Noppens, R. R., Hinkelbein, J., Zacharowski, K., & Weber, C. F. (2018). Rapid sequence induction and intubation in patients at risk of aspiration: Recommendations for action for practical management of anesthesia. *Der Anaesthetist*, 67(8), 568–585. <https://doi.org/10.1007/s00101-018-0457-8>

Olajumoke, T., Afolayan, J., & Raji, S. (2022). Fasciculations and hyperkalaemia associated with suxamethonium: Efficacy of magnesium sulphate. *Open Journal of Anesthesiology*, 12, 255–260. <https://doi.org/10.4236/ojanes.2022.128023>

Omori-Shimano, S., Tominaga, T., & Ikeda, K. (2023). Maternal magnesium sulfate administration increases early-onset hyperkalemia risk in premature infants. *Pediatrics and Neonatology*, 64(2), 119–125. <https://doi.org/10.1016/j.pedneo.2022.06.011>

Radkani, P., Hawksworth, J., & Fishbein, T. (2022). Vías biliares. En C. Townsend (Ed.), *Sabiston. Tratado de cirugía*. Elsevier.

- Rehman, A. U., Khaleeq, S., Ahmed, A., Maan, M. A., Siddiq, S., & Khan, L. (2021). Effects of magnesium sulphate on neuromuscular blockade by cisatracurium. *Annals of Punjab Medical College*, 15(2), 113–117. <https://doi.org/10.29054/apmc/2021.897>
- Scott, J., Lafferty, B., & Hart, R. (2024). Induction of anaesthesia. *Anaesthesia & Intensive Care Medicine*, 25(7). <https://doi.org/10.1016/j.mpaic.2024.05.006>
- Sharma, M., Prakash, R., Chaurasia, M. K., Prabha, R., Raman, R., Singh, G. P., & Arora, G. (2024). Comparison of magnesium pretreatment with rocuronium in rapid sequence intubation. *Cureus*, 16(3), e56794. <https://doi.org/10.7759/cureus.56794>
- Stacey, M. R., Barclay, K., Asai, T., & Vaughan, R. S. (1995). Effects of magnesium sulphate on suxamethonium-induced complications. *Anaesthesia*, 50(11), 933–936. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2044.1995.tb05922.x>
- Stept, W. J., & Safar, P. (1970). Rapid induction-intubation for prevention of gastric-content aspiration. *Anesthesia and Analgesia*, 49(4), 633–636.
- Sun, H., Jin, T., Wu, X., Yang, L., Zuo, Y., & Liao, R. (2021). Efficacy of magnesium sulfate as an adjuvant to rocuronium. *Journal of International Medical Research*, 49(7). <https://doi.org/10.1177/03000605211027736>
- Vergnaud, J. P., Penagos, S., Herrera, A., Goldstein, A., Zerrate, A., & Vásquez, J. (2000). Colectomía laparoscópica: Experiencia en hospital de segundo nivel. *Revista Colombiana de Cirugía*, 15, 8–13.
- Zakaria, H. (2023). Effect of different doses of intravenous magnesium sulphate in succinylcholine-induced fasciculations, myalgias and hyperkalemia. *Annals of Anesthesia and Pain Medicine*.

XII. Anexos

ANEXO 1.

PROTOCOLO DE INVESTIGACIÓN									
UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE QUERÉTARO									
FACULTAD DE MEDICINA									
<i>EFEECTO DEL USO DE SULFATO DE MAGNESIO SOBRE HIPERPOTASEMIA INDUCIDA POR SUCCINILCOLINA DURANTE SECUENCIA RÁPIDA DE INDUCCIÓN DE ANESTESIA EN PACIENTES SOMETIDOS A COLECISTECTOMÍA LAPAROSCÓPICA</i>									
Expediente: _____			Fecha: _____						
Edad: ____ (años)			Género: _____						
Grupo A: _____			Grupo B: _____						
Cumple con algún criterio de exclusión:		Si: _____		No: _____					
Signos vitales iniciales:	TA:	TAM	FC	FR	SPO2				
Signos vitales a los 5 minutos:	TA:	TAM	FC	FR	SPO2				
Signos vitales a los 10 minutos:	TA:	TAM	FC	FR	SPO2				
Arritmia	Si: _____	No: _____							
Preinducción									
Clasificación ASA: _____			Clasificación Mallampati: _____						
Potasio sérico previo inducción: _____ mmol/L									
Post inducción									
Potasio sérico post inducción: _____ mmol/L									
Cumple con algún criterio de eliminación:		Si: _____		No: _____					
Escala de Fasciculaciones Musculares Visuales									
0	1	2	3						
Dolor Postoperatorio Inmediato (Mialgias) (ENA)									
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Dolor Postoperatorio a las 2 horas (Mialgias) (ENA)									
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10

Tiempo Anestésico: _____	Tiempo Quirúrgico: _____	
Complicaciones: _____		
Aplicador: _____	Consentimiento Informado: _____	

ANEXO 2.

DSMH. Servicio de Anestesiología
**Consentimiento informado para autorización de
 aplicación de procedimiento anestésico.** (U500-DSMH-F04)



Unidad: _____ Fecha: _____ / _____ / 20____
 Nombre: _____ Fecha de nacimiento _____ Edad: _____
 CURP: _____ No. Expediente: _____ Cirugía o Procedimiento: Elejtivo: _____ Urgente: _____

Por medio del presente declaro que he sido informado sobre los riesgos de los diferentes procedimientos anestésicos (bloqueo epidural, subaracnoideo, mixto y caudal, supraclavicular, axilar, interescalénico, de nervios periféricos, de bier, anestesia general inhalatoria balanceada, anestesia general endovenosa, anestesia combinada, anestesia local y sedación), pudiendo presentarse riesgos mayores y/o complicaciones como las siguientes: **POR BLOQUEO EPIDURAL, SUBARACNOIDEO, MIXTO Y CAUDAL:** Perforación de Duramadre, Inyección Subaracnoidea Inadvertida, cefalea, cefalea persistente, raquía masiva, hematoma epidural, inyección intravascular, convulsiones, hipotensión, parestesia, lesión de la médula espinal, **POR BLOQUEO SUPRACLAVICULAR, AXILAR, INTERESCALÉNICO, DE NERVIOS PERIFÉRICOS:** punción inadvertida de tiroides, punción de esófago, punción de grandes vasos, raquía masiva, neumotórax a tensión, bloqueo del nervio frénico, síndrome de homer, hematomas, lesión de raíces nerviosas transitorias o permanentes, bloqueo del nervio recurrente, laríngeo, vago, simpáticos, cervicales, **POR BLOQUEO DE BIER:** cardiotoxicidad, neurotoxicidad, lesión nerviosa secundaria a la aplicación del torniquete por más de dos horas, **POR ANESTESIA GENERAL INHALATORIA BALANCEADA, ANESTESIA GENERAL ENDOVENOSA, ANESTESIA COMBINADA:** Alergia a los medicamentos, hipertemia maligna, depresión respiratoria y cardiovascular grave, broncoaspiración, toxicidad, espasmo laríngeo, dificultad o imposibilidad para intubar, lesiones dentales, taquicardia, hipertensión, hipotensión, coma, paro cardíaco, **POR ANESTESIA LOCAL Y/O SEDACION:** Anafilaxia, absorción vascular y que, en cualquiera de los procedimientos se puede presentar **MUERTE SÚBITA Y/O CHOQUE ANAFILÁCTICO IRREVERSIBLE**, efectos adversos a los fármacos y otras complicaciones que puedan ocurrir y que son inherentes a cada paciente y no son previsibles.

Me ha sido de conocimiento que los pacientes que ingresan de **FORMA URGENTE** (bajo indicación del cirujano tratante, debido a la valoración del cuadro clínico del paciente) tienen **MAYOR RIESGO DE PRESENTAR COMPLICACIONES**, debido a que ingresan a quirófano sin todo el protocolo de manejo previo, sin embargo el beneficio de someterse a un procedimiento médico, es mayor al cumplimiento del protocolo previo, por lo que se acepta el riesgo por parte del paciente y de su representante. Que las complicaciones antes mencionadas **SON POCO FRECUENTES PERO SON PROBABLES** en todos los casos, en menor o mayor grado dependiendo de las variables del estado físico e inmunológico de cada paciente.

POR LO ANTERIOR Y EN CALIDAD DE PACIENTE, DECLARO:

1. Que cuento con la información suficiente sobre los riesgos y beneficios que puedo presentar durante mi **PROCEDIMIENTO ANESTÉSICO**, y que puede cambiar de acuerdo a mis condiciones físicas y/o emocionales, o lo inherente al procedimiento quirúrgico.
2. Que todo acto médico implica una serie de riesgos debido a mi estado físico actual, mis antecedentes, tratamientos previos y a la causa que da origen a la intervención quirúrgica, procedimientos de diagnóstico y tratamiento o, una combinación de ambos factores.
3. Que existe la posibilidad de presentar complicaciones, desde leves hasta severas, pudiendo causarme secuelas permanentes e incluso complicaciones que lleven a la muerte.
4. Que puedo requerir de tratamientos complementarios que aumenten mi estancia hospitalaria con la participación de otros servicios o unidades médicas.
5. Que existe la posibilidad, de que mi procedimiento **ANESTÉSICO** se retrase, e incluso se suspenda por causas propias a la dinámica de los procedimientos **QUIRÚRGICO Y/O ANESTÉSICO**, o causas de fuerza mayor (**URGENCIAS**).
6. Que se me ha informado que el personal médico de este servicio cuenta con equipo electrónico para mi cuidado y manejo durante mi procedimiento y aun así, no me exime de presentar complicaciones.
7. Que soy responsable de comunicar mi decisión y de haber informado previamente a mi familia sobre mi decisión.

En virtud de lo anterior, doy mi consentimiento por escrito para que los médicos **ANESTESIOLOGOS** lleven a cabo los procedimientos que consideren necesarios para realizar la cirugía o procedimiento médico al que he decidido, o necesito someterme en caso de urgencia, entendiendo que si ocurren complicaciones en la aplicación de la **TÉCNICA ANESTÉSICA**, no existe una conducta dolosa.

DECLARO QUE EL MÉDICO ABAJO FIRMANTE, ME HA EXPLICADO EL PROCEDIMIENTO, LOS RIESGOS, BENEFICIOS Y COMPLICACIONES QUE PUDIERAN PRESENTARSE Y DOY MI CONSENTIMIENTO PARA ELLO:

DIAGNÓSTICO PREOPERATORIO: _____ **CIRUGÍA PROYECTADA:** _____
ANESTESIA SUGERIDA: _____

 NOMBRE, FIRMA Y CÉDULA DEL ANESTESIOLOGO

 NOMBRE Y FIRMA DEL PACIENTE O RESPONSABLE

 TESTIGO 1

 TESTIGO 2

Si el paciente no es apto para firmar, indique la razón: _____

De acuerdo a la Norma Oficial Mexicana 004-SSA3-2012, Del expediente Clínico Médico, publicada en el Diario Oficial de la Federación el 15 de Octubre del 2012, en su Numería 10.1.2.3 y a la Norma Oficial Mexicana 006-SSA3-2011, Para la práctica de la Anestesiología, publicada en el Diario Oficial de la Federación el 23 de Marzo del 2012. Es presentado este documento escrito y signado por el paciente y/o representante legal, así como por dos testigos, mediante el cual acepta, bajo la debida información, los riesgos y los beneficios esperados del procedimiento anestésico. Este documento se sujetará a las disposiciones sanitarias en vigor y no obliga al médico a realizar y omitir procedimientos cuando ello entrañe un riesgo injustificado para el paciente. En caso de no existir este documento en el expediente clínico del paciente, no se podrá llevar a cabo la cirugía, o procedimiento médico.

ADENDUM

Reservatorio para el personal de salud: El Art. 81 párrafo 2º del Reglamento de la Ley General de Salud en Materia de Prestación de Servicios de Atención Médica a la letra dice: Cuando no sea posible obtener la autorización por incapacidad del paciente y ausencia de las personas a que se refiere el párrafo que antecede, los médicos autorizados del hospital de que se trate, previa valoración del caso y con el acuerdo de por lo menos dos de ellos, llevarán a cabo el procedimiento terapéutico que el caso requiera, dejando constancia por escrito, en el expediente clínico

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE QUERÉTARO
FACULTAD DE MEDICINA
HOSPITAL GENERAL DE QUERÉTARO
SERVICIO DE ANESTESIOLOGÍA**

CARTA DE CONFIDENCIALIDAD

Yo, **Med. Gral. Renato David Del Angel Torres**, residente de la Especialidad en Anestesiología y investigador principal del protocolo de investigación titulado:

“Efecto del uso de sulfato de magnesio sobre hiperpotasemia inducida por succinilcolina durante secuencia rápida de inducción de anestesia en pacientes sometidos a colecistectomía laparoscópica”,

manifiesto bajo protesta de decir verdad que me comprometo a:

1. Resguardar y proteger la confidencialidad de la información clínica, demográfica y paraclínica de los pacientes incluidos en el estudio, evitando en todo momento la divulgación de datos personales o identificables.
2. Utilizar la información recolectada únicamente con fines científicos, académicos y de investigación, conforme a los objetivos establecidos en el protocolo autorizado por el Comité de Investigación del Hospital General de Querétaro.
3. Manejar los datos mediante códigos o identificadores numéricos, sin emplear nombres, números de expediente u otros elementos que permitan la identificación directa de los participantes.
4. Mantener los registros físicos y electrónicos del estudio en espacios seguros, con acceso restringido únicamente al investigador principal y al asesor de tesis, durante el tiempo que establezca la normatividad institucional vigente.
5. No divulgar, reproducir ni compartir la información obtenida con terceros ajenos al proyecto, salvo autorización expresa del Comité de Investigación y de las autoridades institucionales correspondientes.
6. Cumplir con lo establecido en la Ley General de Salud en Materia de Investigación para la Salud, la NOM-012-SSA3-2012, y los principios éticos de la Declaración de Helsinki, en relación con la protección de la privacidad y confidencialidad de los sujetos de investigación.

Para los fines legales y administrativos que correspondan, firmo la presente en la ciudad de Santiago de Querétaro, Querétaro, a los ____ días del mes de _____ de 2025.

Med. Gral. Renato David Del Angel Torres

Residente de Anestesiología

Investigador Principal

Hospital General de Querétaro