



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE SAN LUIS POTOSÍ

FACULTAD DE MEDICINA

Hospital Regional de Alta Especialidad “Dr. Ignacio Morones Prieto”

Trabajo de investigación para obtener el diploma en la especialidad de Anestesiología

**Efectividad del sulfato de magnesio en los cambios hemodinámicos causados por la laringoscopia e intubación endotraqueal en pacientes sometidos a anestesia general balanceada: Revisión sistemática**

Presentado por

**Eduardo José Suarez Loaiza**

DIRECTOR CLÍNICO

Dra. Eldeli Molina Niño M.P.

DIRECTOR METODOLÓGICO

Dr. Luis Meave Gutiérrez Mendoza M.S.P.

Febrero 2026





UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE SAN LUIS POTOSÍ  
FACULTAD DE MEDICINA

Hospital Regional de Alta Especialidad “Dr. Ignacio Morones Prieto”

Trabajo de investigación para obtener el diploma en la especialidad de Anestesiología  
**Efectividad del sulfato de magnesio en los cambios hemodinámicos causados por la laringoscopia e intubación endotraqueal en pacientes sometidos a anestesia general balanceada: Revisión sistemática**

Presentado por

**Eduardo Jose Suarez Loaiza**

**No de CVU 1290324**

DIRECTOR CLÍNICO

Maestría, Dra. Eldeli Molina Niño.

No de CVU 679548

DIRECTOR METODOLÓGICO

Doctorado, Dr. Luis Meave Gutiérrez Mendoza.

No de CVU 332580

Sinodales

Poner aquí grado y nombres completos

Presidente

Poner aquí grado y nombres completos

Sinodal

Poner aquí grado y nombres completos

Sinodal

Poner aquí grado y nombres completos

Sinodal suplente

Febrero, 2026





Efectividad del sulfato de magnesio en los cambios hemodinámicos causados por la laringoscopia e intubación endotraqueal en pacientes sometidos a anestesia general balanceada: revisión sistemática © 2026 por Eduardo José Suárez Loaiza se distribuye bajo Creative Commons Attribution-NonCommercial-NoDerivatives 4.0 International. Para ver una copia de esta licencia, visite <https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>

## Resumen

**Antecedentes:** La laringoscopia e intubación endotraqueal generan respuesta simpática con incrementos transitorios de frecuencia cardíaca y presión arterial.

**Objetivo:** Sintetizar la efectividad del sulfato de magnesio (MgSO<sub>4</sub>) para atenuar los cambios hemodinámicos durante laringoscopia/intubación en adultos bajo anestesia general balanceada.

**Métodos:** Revisión sistemática en Web of Science, Ovid MEDLINE, BVS y PubMed. Se emplearon los descriptores “Magnesium Sulfate”, “Laryngoscopy” y “Anesthesia, General”, más búsqueda con “Hemodynamic”, sin filtros de año o idioma. Se incluyeron adultos ≥18 años, ASA I–III, con al menos un brazo con MgSO<sub>4</sub>; se excluyeron urgencias/estado crítico, comorbilidades cardiovasculares/hipertensos no controlados, enfermedad renal crónica y embarazo. Selección por duplicado (Rayyan) y evaluación de calidad con JBI y OPMER.

**Resultados:** Se identificaron 242 registros; se tamizaron 185, se evaluaron 17 a texto completo y se incluyeron 14 estudios. JBI: 4 alta, 8 moderada y 2 baja. Total: 1,343 pacientes (33-200 por estudio); no se realizó metaanálisis debido a la heterogeneidad cualitativa entre estudios. Frente a placebo/solución salina, MgSO<sub>4</sub> un estudio mostró mayor proporción de condiciones de intubación clínicamente aceptables (83% vs 60%) y menor PAM/FC en los primeros minutos postintubación en algunos ensayos.

**Conclusiones:** MgSO<sub>4</sub> durante la inducción atenúa la respuesta hemodinámica inmediata y mejora condiciones de intubación frente a placebo/solución salina. MgSO<sub>4</sub> y lidocaína atenúan la respuesta temprana vs control; ante otros coadyuvantes activos, MgSO<sub>4</sub> mostró un perfil intermedio. La seguridad fue heterogénea con posible hipotensión dosis-dependiente; la vía nebulizada mostró respuesta similar a la intravenosa durante la laringoscopia.

## Tabla de contenidos

Lista de abreviaturas .....	8
Lista de definiciones .....	9
Lista de tablas y figuras .....	10
Agradecimientos .....	11
1. Antecedentes .....	12
2. Pregunta de investigación .....	19
3. Justificación .....	20
4. Hipótesis.....	22
5. Objetivos.....	23
5.1 Objetivo general.....	23
5.2 Objetivos específicos .....	23
6. Metodología .....	23
6.1 Criterios de selección .....	23
6.2 Pregunta PICO .....	24
6.3 Búsqueda sistemática.....	25
7. Aspectos éticos.....	26
8. Recursos.....	26
8.1 Recursos humanos .....	26
8.2 Recursos materiales .....	26
9. Evaluación de la calidad .....	27
10. Resultados .....	28
10.1 Resultados de la búsqueda .....	28
10.2 Resultados de las evaluaciones.....	29
10.3 Resultados de los estudios.....	34
11. Discusión .....	39
12. Conclusiones .....	47
13. Bibliografía .....	48
14. Anexos .....	<b>¡Error! Marcador no definido.</b>

## **Lista de abreviaturas**

**PA:** Presión arterial

**FC:** Frecuencia Cardiaca

**MgSO<sub>4</sub>:** Sulfato de Magnesio

**PAS:** Presión Arterial Sistólica

**PAD:** Presión Arterial Diastólica

**PAM:** Presión Arterial Media

**IV:** Intravenoso

**TIVA:** Anestesia Total Intravenosa

**PRISMA:** Preferred Reporting Items for Systematic reviews and Meta-Analyses (Ítems de Informe Preferidos para Revisiones Sistemáticas y Metaanálisis)

**TOF:** Train-of-Four (Tren de Cuatro)

## **Lista de definiciones**

**PA:** Medida de la fuerza ejercida por la sangre contra la pared arterial.

**FC:** Número de latidos por minuto.

**MgSO<sub>4</sub>:** Fármaco coadyuvante con efectos moduladores hemodinámicos y neuromusculares.

**PAS:** Presión máxima durante la sístole ventricular.

**PAD:** Presión mínima durante la diástole ventricular.

**PAM:** Promedio ponderado de la presión arterial durante el ciclo cardiaco.

**IV:** Vía de administración directa al sistema vascular.

**TIVA:** Técnica anestésica basada exclusivamente en fármacos IV sin agentes inhalados.

**PRISMA:** Guía para el reporte estandarizado de revisiones sistemáticas y metaanálisis.

**TOF:** Monitorización neuromuscular mediante cuatro estímulos para estimar el grado de bloqueo.

## Lista de tablas y figuras

Figura 1. Diagrama de flujo de PRISMA .....	29
Figura 2. Evaluaciones JBI.....	33
Figura 3. Evaluaciones OPMER .....	34
Pregunta PICO .....	24
Tabla de resultados de las evaluaciones .....	30

## Agradecimientos

Quiero expresar mi más profundo agradecimiento a todas las personas que, de una u otra manera, hicieron posible la realización de este trabajo.

A mi **madre**, por ser mi mayor ejemplo de fortaleza, entrega y amor incondicional. Gracias por acompañarme en cada etapa, por creer en mí incluso en los momentos en que yo mismo dudé, y por enseñarme con tu vida el valor del esfuerzo, la disciplina y la perseverancia. Este logro también es tuyo.

A mi **hermano**, por su apoyo constante, por su compañía y por estar presente a lo largo de este camino. Gracias por alentarme, por escucharme y por recordarme, con tu presencia, la importancia de seguir adelante.

A mi **familia**, por su cariño, comprensión y respaldo incondicional. Gracias por ser un pilar fundamental en mi formación personal y profesional, por sus palabras de ánimo y por acompañarme con paciencia durante este proceso.

A mis **médicos adscritos**, por su guía, enseñanza y ejemplo profesional. Gracias por compartir sus conocimientos, por su exigencia formativa y por contribuir de manera significativa a mi crecimiento académico y clínico. Su experiencia y orientación han dejado una huella valiosa en mi formación.

A mis **amigos**, por su apoyo sincero, su compañía y su ánimo en los momentos de mayor carga y cansancio. Gracias por celebrar cada avance, por escuchar en los días difíciles y por hacer más ligero este camino.

Finalmente, agradezco a todas las personas que formaron parte de este proceso y que, con su apoyo, confianza y presencia, contribuyeron al cumplimiento de esta meta. Con gratitud y humildad, dedico este trabajo a quienes caminaron conmigo durante esta etapa.

# 1. Antecedentes

La anestesia general balanceada (AGB) es una estrategia de anestesia general basada en la combinación de fármacos con mecanismos de acción complementarios (hipnosis/amnesia, analgesia/antinocicepción, control autonómico, inmovilidad y, cuando se requiere, miorelajación), con el objetivo de reducir las dosis individuales y disminuir efectos adversos asociados a la monoterapia o a concentraciones altas de un solo agente. En la práctica contemporánea, se considera una de las formas de manejo más frecuentes dentro de la anestesia general y se integra de manera natural con conceptos de “multimodalidad” (p. ej., adyuvantes analgésicos/antinociceptivos y técnicas regionales como parte del plan)<sup>1</sup>.

Desde el punto de vista operativo, la AGB suele incluir tres componentes; inducción IV (p. ej., hipnótico + opioide ± coadyuvantes), mantenimiento con agente inhalado (sevoflurano o desflurano) y/o esquemas intravenosos y, relajación neuromuscular selectiva según requerimientos quirúrgicos y de vía aérea<sup>1</sup>.

Asimismo la AGB se refiere a la composición farmacológica y al estado anestésico objetivo y no obliga a un único método de control de vía aérea. Además, en anestesia general, el control de vía aérea puede realizarse mediante el uso de dispositivos como mascarilla facial, dispositivos supraglóticos o tubo endotraqueal (intubación traqueal), entre otros<sup>1</sup>.

Actualmente, no existe un registro único y estandarizado en México, Latinoamérica o mundial que reporte de manera homogénea qué proporción exacta de las técnicas anestésicas corresponde a AGB. La distribución real depende del perfil quirúrgico (por ejemplo, carga obstétrica), del tipo de institución (pública/privada; alta vs. baja complejidad) y de cómo cada sistema clasifica las técnicas (general con o sin intubación, neuro axial, regional periférica, sedación/monitoreo anestésico, combinadas). Por esta razón, solo se encuentran rangos aproximados sustentados en series institucionales y bases grandes de práctica clínica<sup>2,3</sup>.

En México, la evidencia utilizable suele provenir de series hospitalarias. En un protocolo de tesis del Hospital Regional ISSSTE Puebla (183 pacientes), la AGB representó 33.3% del total de anestесias, mientras que la anestesia regional concentró 51.4%, con proporciones menores correspondientes a anestesia total intravenosa y técnicas combinadas<sup>4</sup>. Esta distribución institucional, observable en hospitales con una mezcla de casos similar, sugiere que la AGB aporta aproximadamente entre 30 y 40% del total de técnicas anestésicas<sup>4</sup>.

Para dimensionar el contexto latinoamericano y global, resulta útil considerar dos escenarios que influyen directamente en el peso relativo de la AGB al agregar todas las técnicas disponibles. En redes asistenciales con recursos limitados, un análisis retrospectivo de Médecins Sans Frontières (75,536 anestесias en adultos, 2008-2014) documentó predominio de anestesia espinal (45.56%) y anestesia general sin intubación (33.85%), lo que reduce el porcentaje de AGB “clásica” cuando se contabilizan todas las modalidades<sup>2</sup>. En contraste, en sistemas con alto volumen ambulatorio, como el registrado en el National Survey of Ambulatory Surgery de EE. UU. de 2006, la sedación con monitoreo anestésico (MAC) alcanzó 42%  $\pm$  3% de los casos, disminuyendo igualmente el peso relativo de la AGB sobre el total<sup>5</sup>. En una línea complementaria, el análisis del National Anesthesia Clinical Outcomes Registry (NACOR) para artroplastia total de rodilla mostró que la anestesia general representó 35.5% frente a 41.4% de técnicas neuraxiales y regionales, lo que refuerza que, a nivel poblacional, la AGB tiende a situarse en un rango intermedio respecto a estas modalidades y a la MAC<sup>3</sup>.

Considerando en conjunto la evidencia mencionada, es razonable estimar que la AGB representa aproximadamente entre 30 y 45% del total de técnicas en Latinoamérica (con la variabilidad esperable dada la alta heterogeneidad institucional) y alrededor de 25 a 40% a nivel mundial. Estas cifras deben entenderse como estimaciones por rangos, pues reflejan diferencias estructurales entre regiones y la ausencia de un registro global que clasifique la técnica anestésica de forma uniforme<sup>2-5</sup>.

En anestesiología, la laringoscopia es el procedimiento mediante el cual se visualiza directa o indirectamente la laringe (especialmente la glotis y las cuerdas vocales) a través de un laringoscopio. Se emplea con mayor frecuencia en quirófano para facilitar el control de la vía aérea, siendo la intubación endotraqueal su indicación principal<sup>6</sup>.

La laringoscopia e intubación endotraqueal desencadenan una respuesta simpática aguda con signos como taquicardia, elevación de presión arterial (PA) y presión intracerebral (PIC) e intraocular (PIO) en susceptibles mediada por catecolaminas. Esta “respuesta presora” aparece a los pocos segundos de realizar la laringoscopia, alcanza su pico al primer-segundo minuto y, en general, se normaliza a los 5 minutos si no se interviene. Atenuarla es particularmente relevante en pacientes con cardiopatía isquémica, hipertensión arterial (HTA), aneurismas, hipertensión intracraneal o valvulopatías y evitar que se desencadene isquemia, ruptura de vasos, edema cerebral o insuficiencia cardiaca. Entre las estrategias farmacológicas más usadas están opioides de acción rápida, betabloqueadores, lidocaína y fármacos adyuvantes. El sulfato de magnesio ( $MgSO_4$ ) es un bloqueador fisiológico de canales de calcio y antagonista no competitivo del receptor N-metil-D-Aspartato (NMDA); reduce la liberación de catecolaminas, produce vasodilatación moderada y estabilidad antiarrítmica. Estas propiedades sugieren que el  $MgSO_4$  puede amortiguar de forma efectiva los picos de frecuencia cardiaca (FC) y PA inducidos por la laringoscopia o intubación (L/I), con el posible beneficio adicional de optimizar las condiciones de intubación y, dependiendo del contexto, disminuir requerimientos de anestésicos y opioides<sup>7-10</sup>.

Estudios aleatorizados han mostrado que el  $MgSO_4$ , administrado como bolo (típicamente 30-50 mg/kg) con o sin infusión, atenúa de forma significativa los incrementos de FC y PA frente a placebo durante L/I<sup>8,11-13</sup>. En cirugía laparoscópica, un ECCA comparó  $MgSO_4$  versus dexmedetomidina como coadyuvantes de anestesia balanceada y demostró estabilidad hemodinámica con ambos, con perfiles de seguridad aceptables<sup>7</sup>. Otros ECCA han documentado que la adición de  $MgSO_4$  puede mejorar las condiciones de intubación incluso sin bloqueador

neuromuscular, comparado con control o estrategias como “priming” de rocuronio o rocuronio a dosis altas<sup>14,15</sup>.

La comparación directa entre MgSO<sub>4</sub> y lidocaína intravenosa (IV) muestra que ambos atenúan la respuesta presora; varios estudios hallan una ventaja pequeña a favor del MgSO<sub>4</sub> sobre lidocaína para limitar el aumento de PAS/PAD y FC, sin prolongar el bloqueo neuromuscular cuando se dosifica de forma estándar<sup>9,11–13,16</sup>. En un ECCA factorial, la combinación lidocaína+MgSO<sub>4</sub> preservó mejor la estabilidad hemodinámica que cada fármaco por separado<sup>11</sup>. Ensayos más recientes han explorado vías alternativas: aerosolización/nebulización o spray orofaríngeo de MgSO<sub>4</sub> frente a lidocaína; los resultados sugieren que el spray/nebulización de MgSO<sub>4</sub> no es inferior a la vía IV para atenuar cambios hemodinámicos y, en algunos escenarios, resulta más eficaz que lidocaína tópica, aunque se ha descrito taquicardia en algunos pacientes<sup>17–19</sup>.

En hipertensos, se ha estimado que 30 mg/kg de MgSO<sub>4</sub> es una dosis “óptima” para controlar PA durante L/I, mientras que dosis mayores pueden asociarse a hipotensión clínicamente relevante<sup>20</sup>. Otros trabajos y revisiones coinciden en rangos de 30-50 mg/kg de MgSO<sub>4</sub> como estrategias eficaces; en protocolos de infusión, bolos de 30-50 mg/kg seguidos de 10-20 mg/kg/h han mantenido estabilidad sin prolongar el bloqueo neuromuscular cuando se monitoriza TOF<sup>8,11,12,21</sup>.

Una revisión sistemática y metaanálisis encontró que tanto lidocaína como MgSO<sub>4</sub> atenúan la respuesta cardiovascular a la L/I, con un efecto más favorable del MgSO<sub>4</sub> en variables como presión arterial sistólica (PAS) y presión arterial diastólica (PAD)<sup>12</sup>. Revisiones narrativas recientes en contexto de ORL y anestesia general refuerzan que el MgSO<sub>4</sub> reduce la inestabilidad hemodinámica perintubación, con buen perfil de seguridad al evitar hiper/hipotensión marcada si se individualiza la dosis<sup>8,10</sup>.

En 2024 se publicó un ensayo clínico controlado aleatorizado (ECCA) en Trends in Anaesthesia & Critical Care que reporta mejores condiciones de intubación y menor taquicardia con MgSO<sub>4</sub> frente a solución salina en inducción sin relajante,

reforzando su papel como adyuvante<sup>15</sup>. En 2024-2025, múltiples ECCA evaluaron nebulización o spray de MgSO<sub>4</sub>, encontrando no inferioridad vs IV e incluso superioridad frente a lidocaína tópica para controlar el pico presor<sup>17-19</sup>. Además, un ECCA en Cureus mostró que MgSO<sub>4</sub> 25 mg/kg + paracetamol puede lograr objetivos hemodinámicos con menos eventos bradicárdicos que se han descrito con dosis más altas, sugiriendo que combinaciones multimodales permiten dosis más bajas de MgSO<sub>4</sub> manteniendo eficacia en su efecto coadyuvante en los cambios hemodinámicos<sup>13</sup>.

Como coadyuvante para atenuar la respuesta hemodinámica a la L/I (taquicardia/hipertensión por descarga simpática), MgSO<sub>4</sub> IV se ha usado de forma relativamente consistente en un rango de 20-50 mg/kg de MgSO<sub>4</sub> en bolo previo a la instrumentación, con mejor balance eficacia-seguridad alrededor de 30-40 mg/kg de MgSO<sub>4</sub><sup>22</sup>.

Asimismo, el uso de MgSO<sub>4</sub> conforme a las dosis reportadas es generalmente seguro; los eventos más descritos son rubor o sensación de calor, hipotensión o bradicardia leves y raramente prolongación del bloqueo neuromuscular cuando coexisten altas concentraciones con bloqueantes no despolarizantes. El monitoreo hemodinámico y neuromuscular (TOF) disminuye estos riesgos<sup>14,23</sup>.

Por otra parte, dentro de los vacíos de conocimientos podrían considerarse los Estándares de dosificación por fenotipo clínico. Aunque hay señales de que 30 mg/kg controla la PA en hipertensos<sup>20</sup>, sigue faltando una estratificación por riesgo (isquémicos, valvulopatías, neurocirugía, obesidad, ancianos) que defina dosis/ritmos de infusión optimizados y límites de seguridad específicos.

Asimismo, la vía de administración ideal. La nebulización/spray de MgSO<sub>4</sub> aparece prometedora y “no inferior” a IV en adultos sometidos a cirugía electiva, pero se requieren metaanálisis con GRADE que comparen formalmente IV vs nebulizado/spray y definan dosis equivalentes, tiempos de administración y subgrupos<sup>17-19</sup>.

A pesar de comparaciones con lidocaína, fentanilo, esmolol o dexmedetomidina, faltan ECCA multicéntricos con potencia suficiente que evalúen desenlaces clínicamente duros (isquemia miocárdica perioperatoria, arritmias significativas, lesión miocárdica/troponina) además de los endpoints hemodinámicos estándar<sup>7,9,12,24</sup>.

Aunque MgSO<sub>4</sub> puede mejorar la calidad de intubación e incluso permitirla sin bloqueador, la magnitud del beneficio y su relevancia clínica (tiempo a condiciones óptimas, eventos de vía aérea como respuesta refleja y lesiones traumáticas), merecen síntesis sistemática<sup>14-16,21</sup>.

Hay evidencia dispersa en otorrinolaringología, laparoscopia y ortognática; se necesitan datos en cardiopatía avanzada, neurocirugía, obstetricia no ecláptica, ancianos frágiles y en pacientes con insuficiencia renal, donde el riesgo de hipermagnesemia obliga a protocolos específicos de exclusión/monitorización<sup>8,10</sup>.

Es por tal motivo que se podría decir que existe variabilidad clínica y metodológica relevante entre los estudios: dosis (20-50 mg/kg), tiempos (5-10 min antes de laringoscopia vs durante la inducción), vías (IV, spray, nebulización), combinaciones (con lidocaína, paracetamol u otros), anestesia balanceada versus TIVA y poblaciones heterogéneas. Esta dispersión dificulta la estandarización de recomendaciones por fenotipo de paciente<sup>8,11-21,23-25</sup>.

Asimismo, la evidencia más reciente (2024-2025) aporta escenarios novedosos (intubación sin relajante, spray/nebulización, combinaciones multimodales) que no han sido integrados en una síntesis sistemática junto con la literatura clásica (2011-2021). Aunque los endpoints hemodinámicos muestran beneficio consistente para MgSO<sub>4</sub>, se desconoce el impacto en eventos clínicos y la seguridad por subgrupos, especialmente en cardiopatía e HTA no controlada<sup>8,11</sup>.

Por ello, una revisión sistemática enfocada en “Efectividad del sulfato de magnesio en los cambios hemodinámicos causados por la L/I en anestesia general balanceada”, con análisis por vía y dosis, tipo de cirugía, riesgo basal y comparadores activos (lidocaína, opioides, betabloqueador, dexmedetomidina), es

oportuna y pertinente. Esta síntesis facilitará recomendaciones pragmáticas para la práctica cotidiana de anestesiología en hospitales públicos, donde estrategias costo-efectivas y reproducibles (p. ej., bolo 30-40 mg/kg con o sin infusión breve, o spray/nebulización en casos seleccionados) pueden mejorar la seguridad perintubación sin incrementar la complejidad logística<sup>8,11-13,15,17-21,24</sup>.

## **2. Pregunta de investigación**

¿Cuál es el efecto del sulfato de magnesio como coadyuvante en la respuesta hemodinámica durante la laringoscopia?

### 3. Justificación

La laringoscopia e intubación endotraqueal desencadenan una respuesta simpática aguda con aumentos transitorios de frecuencia cardíaca y presión arterial que, en anestesia general balanceada, pueden precipitar isquemia miocárdica, arritmias, sangrado y descontrol tensional, sobre todo en pacientes con comorbilidades cardiovasculares o neurológicas.

El sulfato de magnesio ( $MgSO_4$ ) es un candidato atractivo para atenuar esta respuesta por su antagonismo no competitivo del receptor NMDA, su bloqueo funcional de la entrada de calcio y su efecto estabilizador eléctrico, mecanismos que reducen la liberación de catecolaminas, disminuyen la reactividad vascular y favorecen propiedades antiarrítmicas.

La evidencia clínica sugiere que bolos intravenosos de 30-50 mg/kg administrados minutos antes de la laringoscopia, con o sin infusión breve de mantenimiento, reducen de forma significativa los picos de presión arterial y frecuencia cardíaca frente a placebo y podrían ser comparables o superiores a estrategias tradicionales como la lidocaína en escenarios seleccionados; además, se han explorado vías inhaladas/nebulizadas con resultados promisorios cuando se busca limitar la carga IV.

Sin embargo, persisten vacíos que impiden recomendaciones uniformes: heterogeneidad en dosis, momento de administración y combinaciones farmacológicas; diversidad de comparadores (lidocaína, opioides, betabloqueadores, dexmedetomidina) que dificulta la síntesis cuantitativa; escasa estratificación por fenotipo clínico (hipertensión, cardiopatía isquémica, neurocirugía, ancianos, obesidad); y un énfasis en variables intermedias (picos hemodinámicos) con poca información en eventos duros (isquemia, arritmias significativas, lesión miocárdica). También se requieren datos más sólidos de seguridad sobre hipotensión, bradicardia, potenciación del bloqueo neuromuscular y ajustes en disfunción renal.

En este contexto, se justifica una revisión sistemática que cuantifique la efectividad del  $\text{MgSO}_4$  para atenuar los cambios hemodinámicos durante laringoscopia e intubación en anestesia general balanceada, con análisis por vía de administración, dosis y momento, tipo de cirugía, riesgo basal y comparadores activos, incorporando desenlaces clínicos y de seguridad.

Sus resultados permitirán delinear esquemas dosificadores prácticos (p. ej., 30-40 mg/kg IV 2-3 min antes de la laringoscopia), identificar qué pacientes se benefician más, estandarizar la monitorización y facilitar protocolos costo-efectivos aplicables en hospitales públicos con limitación de recursos.

## **4. Hipótesis**

El sulfato de magnesio es efectivo como coadyuvante en la laringoscopia en pacientes sometidos a anestesia general balanceada

## **5. Objetivos**

### **5.1 Objetivo general**

Evaluar y sintetizar la evidencia disponible sobre la efectividad del sulfato de magnesio como coadyuvante en la laringoscopia en pacientes sometidos a anestesia general balanceada

### **5.2 Objetivos específicos**

- Evaluar los parámetros hemodinámicos (TAS, TAD, TAM, FC) posterior a la administración de sulfato de magnesio como coadyuvante en la laringoscopia en pacientes sometidos a anestesia general balanceada.
- Evaluar los parámetros hemodinámicos (TAS, TAD, TAM, FC) posterior a la administración de SSN 0.9% como coadyuvante en la laringoscopia en pacientes sometidos a anestesia general balanceada.
- Comparar los parámetros hemodinámicos (TAS, TAD, TAM, FC) en ambos grupos.
- Analizar la calidad metodológica y el riesgo de sesgo de los estudios incluidos.

## **6. Metodología**

Se utilizaron recursos bibliográficos provistos por la Universidad Autónoma de San Luis Potosí mediante CREATIVA, accediendo a bases de datos bibliográficas y metabuscaadores como Web of Science, Ovid MEDLINE, BVS y PubMed.

### **6.1 Criterios de selección**

Se incluyeron estudios realizados en pacientes sometidos a anestesia general balanceada, con una edad de 18 años o mayores, con criterios ASA I, II y III, con por lo menos un brazo de intervención que incluyera administración de sulfato de magnesio. Se excluyeron estudios con pacientes en situación crítica (cirugía de urgencia), que hubieran recibido tratamiento previo con sulfato de magnesio, con

comorbilidades como enfermedad renal crónica, enfermedades cardiovasculares o hipertensión, así como estudios realizados en pacientes embarazadas.

## 6.2 Pregunta PICO

Se trabajó en la pregunta PICO considerando que, en pacientes adultos sometidos a anestesia general balanceada, la laringoscopia e intubación endotraqueal generan una respuesta simpática intensa que produce incrementos agudos de la frecuencia cardiaca y la presión arterial, con potencial riesgo en pacientes con comorbilidades cardiovasculares. Entre las estrategias farmacológicas propuestas para atenuar estos cambios hemodinámicos se encuentra el sulfato de magnesio, gracias a sus efectos vasodilatadores, antiadrenérgicos y estabilizadores de membrana. Por ello, se planteó comparar la administración de sulfato de magnesio frente a placebo o ausencia de sulfato de magnesio para determinar su efectividad en el control de los cambios hemodinámicos inducidos por la laringoscopia e intubación endotraqueal en este grupo de pacientes.

La pregunta PICO incluyó los delimitadores de P: Pacientes adultos sometidos a anestesia general balanceada, I: Administración de sulfato de magnesio, C: Administración de placebo o ausencia de sulfato de magnesio, O: Modificaciones en los parámetros hemodinámicos causados por la laringoscopia e intubación endotraqueal.

### *Pregunta PICO*

<b>Pacientes</b>	<b>Intervención</b>	<b>Comparación</b>	<b>Outcome (Resultado)</b>
Pacientes adultos $\geq$ 18 años sometidos a anestesia general balanceada	Administración de sulfato de magnesio	Administración de placebo o ausencia de sulfato de magnesio	Modificaciones en los parámetros hemodinámicos causados por la laringoscopia e intubación endotraqueal

### **6.3 Búsqueda sistemática**

Para la búsqueda sistemática se utilizaron los descriptores “Magnesium Sulfate”, “Laryngoscopy” y “Anesthesia, General”, los cuales se combinaron con sus respectivos sinónimos mediante el operador booleano “OR”, a su vez, cada grupo de descriptores y sinónimos se combinaron mediante el descriptor “AND” para recuperar los estudios que incluyeran las 3 palabras clave. Adicionalmente, se realizó una búsqueda específica incluyendo el término libre “Hemodynamic” con el comodín “\* o \$” para dirigir la búsqueda a estudios que incluyeran dicho término. No se incluyeron filtros de año ni de idioma.

Los resultados de las búsquedas se importaron al sistema Rayyan para seleccionar los estudios mediante cribado de título y abstract; la selección se realizó por duplicado por la directora de tesis y el autor de la misma. Posterior al cribado inicial, se importaron los datos al software Zotero para la recuperación del texto completo. También se utilizaron recursos institucionales (CREATIVA) para recuperar los textos sin acceso gratuito (Open Access).

## **7. Aspectos éticos**

El protocolo se sometió ante el Comité Investigación del Hospital Regional de Alta Especialidad “Dr. Ignacio Morones Prieto”, obteniendo registro de CONBIOETICA **RS-23-25**. La carta de autorización por parte del Hospital se puede consultar en el ANEXO 1.

Dado que se trata de un estudio de investigación secundaria (recopilación de información desde evidencia publicada), no se requirió firma de consentimiento informado. En la presente revisión sistemática los autores declararon no presentar conflictos de intereses.

## **8. Recursos**

### **8.1 Recursos humanos**

- Dra. Eldeli Molina Niño, Co - director clínico
- Dr. Luis Meave Gutiérrez Mendoza, Co - director metodológico
- Dr. Eduardo Jose Suarez Loaiza, Residente del 3 año de la Especialidad Anestesiología

### **8.2 Recursos materiales**

- Laptop con sistema operativo Windows 11, Microsoft office (Word, Excel), Zotero
- Acceso a Internet
- Acceso a Bases de datos y Bibliotecas (Web of Science, Ovid MEDLINE, BVS y PubMed)

## **9. Evaluación de la calidad**

Los estudios incluidos se evaluaron mediante las herramientas de evaluación de calidad de la evidencia del Instituto Joanna Briggs (JBI) y mediante la herramienta de evaluación metodológica OPMER. No se excluyeron estudios por calidad, a su vez, se describen los aspectos relevantes dentro de la interpretación de los resultados de la evaluación de estos de acuerdo con lo sugerido por el manual de revisiones sistemáticas de la Colaboración Cochrane.

## **10. Resultados**

### **10.1 Resultados de la búsqueda**

La búsqueda inicial recuperó un total de 242 artículos, 200 Ovid MEDLINE, 11 pubmed, 16 Web of Science y 15 BVS.

Tras eliminar duplicados, se cribaron un total de 185 artículos por título y resumen, de los cuales se seleccionaron 17 estudios para recuperar y evaluar por texto completo, finalmente se incluyeron 14 estudios en la revisión sistemática.

Las razones principales de exclusión fueron ausencia de grupo control, desenlace estudiado diferente al deseado y diferente tipo de intervención (intubación nasotraqueal o combinación de MgSO<sub>4</sub> con otros medicamentos en el mismo brazo de tratamiento).

Los resultados de la búsqueda se resumen en la siguiente figura:

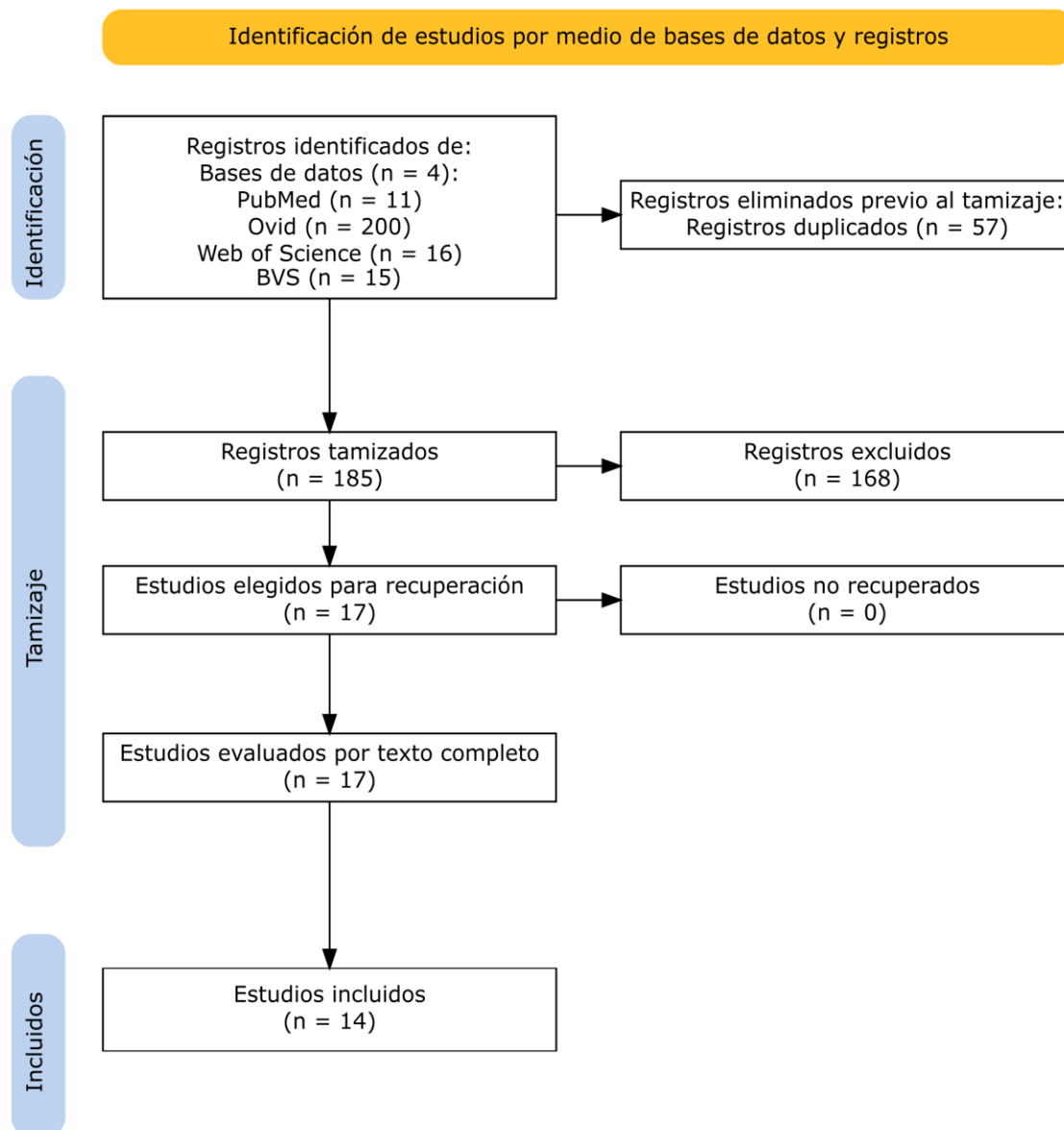


Figura 1. Diagrama de flujo de PRISMA

## 10.2 Resultados de las evaluaciones

De los 14 estudios incluidos, la evaluación con JBI se distribuyó en 4 estudios con calificación alta, 8 moderada y 2 baja.

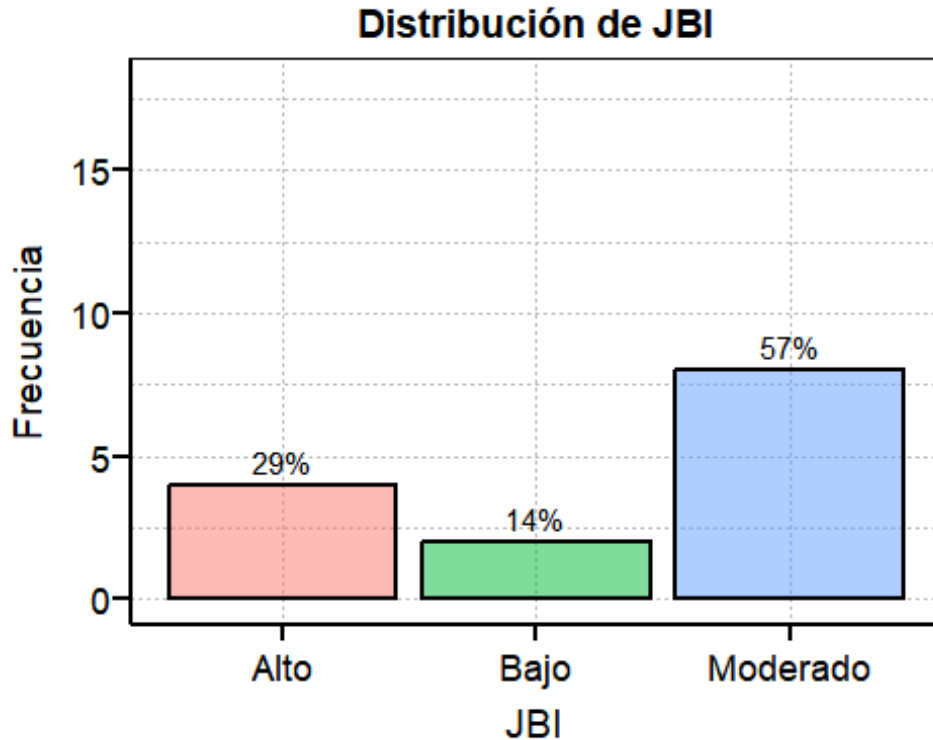
*Tabla de resultados de las evaluaciones*

Estudio	Resultado JBI	Calidad JBI	OPMER	
Ahmed-2018	Moderado	Calidad metodológica moderada; riesgo de sesgo global moderado.	OPMER (moderado)	14
Aissaoui-2012	Moderado	Calidad metodológica moderada; riesgo de sesgo global moderado.	OPMER (moderado)	13
Bhalerao-2017	Moderado	Calidad metodológica moderada; riesgo de sesgo global moderado.	OPMER (moderado)	14
Elhouty-2024	Alto	Alta calidad metodológica; bajo riesgo de sesgo global.	OPMER 17 (alto)	
Mendonça-2017	Moderado	Calidad metodológica moderada; riesgo de sesgo global moderado.	OPMER (moderado)	14
Misganaw-2021	Bajo	Calidad metodológica baja; alto riesgo de sesgo global o	OPMER 9 (bajo)	

Estudio	Resultado JBI	Calidad JBI	OPMER
		limitaciones críticas.	
Panda-2013	Alto	Alta calidad metodológica; bajo riesgo de sesgo global.	OPMER 16 (alto)
Safavi-2015	Alto	Alta calidad metodológica; bajo riesgo de sesgo global.	OPMER 17 (alto)
Shin-2011	Bajo	Calidad metodológica baja; alto riesgo de sesgo global o limitaciones críticas.	OPMER 9 (bajo)
Shrestha-2025	Alto	Alta calidad metodológica; bajo riesgo de sesgo global.	OPMER 18 (alto)
Shukla-2022	Moderado	Calidad metodológica moderada; riesgo de sesgo global moderado.	OPMER 13 (moderado)
Walia-2018	Moderado	Calidad metodológica moderada; riesgo	OPMER 13 (moderado)

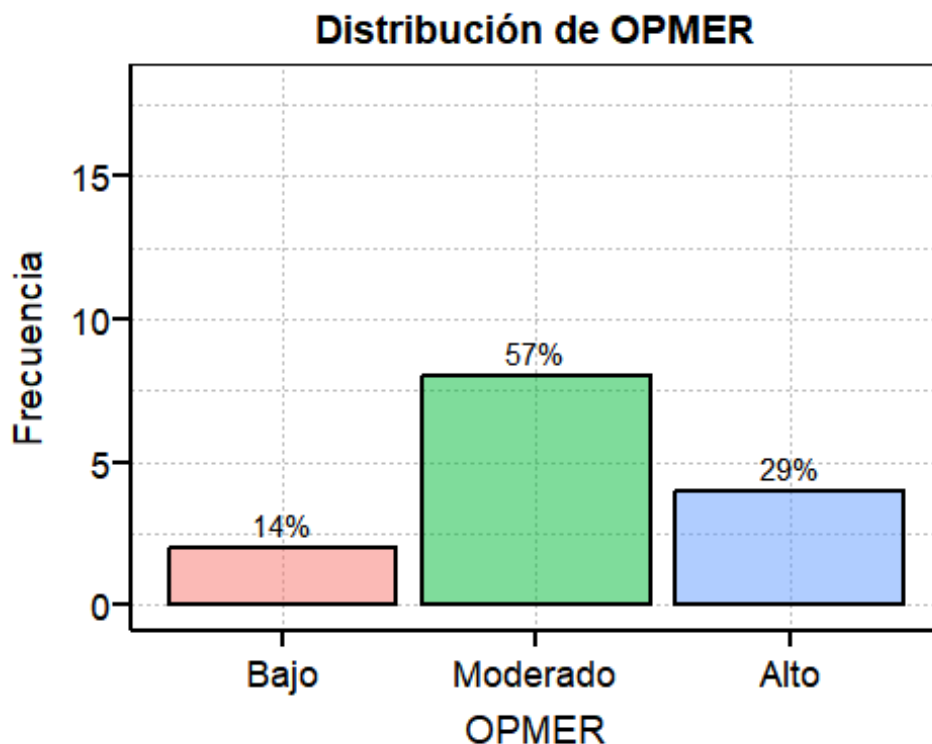
Estudio	Resultado JBI	Calidad JBI	OPMER	
		de sesgo global moderado.		
Yassin-2017	Moderado	Calidad metodológica moderada; riesgo de sesgo global moderado.	OPMER (moderado)	13
van den Berg-1997	Moderado	Calidad metodológica moderada; riesgo de sesgo global moderado.	OPMER (moderado)	13

Respecto a las evaluaciones de JBI, los estudios categorizados con alta calidad de evidencia reportaron elementos clave de validez interna; es decir, descripción explícita de la forma de aleatorización y confinamiento de esta, cegamiento, grupos comparables en el punto basal, análisis estadístico apropiado para el diseño y con pérdidas limitadas o sin pérdidas relevantes. Los estudios categorizados con calidad moderada fueron catalogados como tal debido a déficits de reporte o sesgos potenciales como falta de descripción del análisis por intención a tratar, exclusiones post-aleatorización, inconsistencias en el flujo de pacientes y reporte incompleto del desenlace estudiado. Finalmente, los estudios con calidad de la evidencia baja mostraron limitaciones metodológicas estructurales como diseño no aleatorizado, presencia de co-intervenciones asimétricas y riesgo de sesgo de selección.



*Figura 2. Evaluaciones JBI*

La evaluación para los dominios de OPMER mostró limitaciones principalmente en la metodología, la estadística y resultados; esto debido a que algunos estudios no detallaban la manera de control de confusión cuando incluían co-intervenciones en los brazos de tratamiento, además, algunos estudios no reportaron de forma consistente los estadísticos de efecto con intervalo de confianza. Finalmente, pese a que la medición del desenlace fue consistente a través de los estudios (parámetros hemodinámicos durante la intubación), el análisis estadístico en algunos casos se realizó de manera longitudinal (antes-después) y no a través de los grupos de estudio.



*Figura 3. Evaluaciones OPMER*

### **10.3 Resultados de los estudios**

En total se incluyeron 14 estudios, el estudio con menor tamaño de muestra reclutó a 33 pacientes, mientras que el estudio con mayor tamaño a 200 pacientes. El total de pacientes incluidos en la revisión sistemática fue de 1,343 pacientes.

Por la heterogeneidad de los estudios incluidos en la revisión sistemática, no fue posible realizar un metaanálisis. Sin embargo, la síntesis de la evidencia con base en los resultados de los estudios permitió identificar 5 grupos que a continuación se describen.

#### **10.3.1 Grupo 1. MgSO<sub>4</sub> vs placebo o solución salina**

El 21.4% (n=3) de los estudios compararon sulfato de magnesio (MgSO<sub>4</sub>) contra placebo o solución salina con desenlaces centrados en intubación y respuesta peri-intubación. Los participantes fueron en total 300 (rango 60 a 120 participantes). El estudio realizado por Aissaoui (2012) administró 45 mg/kg de MgSO<sub>4</sub> en infusión

preinducción; este estudio reportó mayor proporción de condiciones de intubación clínicamente aceptables con MgSO<sub>4</sub> (25/30, 83%) vs placebo (18/30, 60%), p=0.042. En el estudio realizado por Safavi-2015 se administró MgSO<sub>4</sub> de acuerdo con 3 grupos de intervención, 30/40/50 mg/kg y se incluyó un grupo control con salino, en este estudio se reportaron diferencias globales en frecuencia cardiaca y presión arterial media a favor de MgSO<sub>4</sub> (Menor PAM en comparación con el grupo salino) en mediciones tempranas postintubación (p globales significativas en los primeros minutos; 1 minuto p < 0.001, 3 minutos p < 0.001 y 5 minutos p <0.010), con atenuación menos consistente en mediciones posteriores (10 minutos). El estudio realizado por Yassin-2017 incluyó dos grupos de intervención, con dosis de 30 mg/kg y 50 mg/kg de MgSO<sub>4</sub> respectivamente y un grupo control con solución salina en infusión, tuvo como desenlace primario la presión intraocular, con valores postintubación menores en ambos grupos de MgSO<sub>4</sub> frente a placebo (p<0.001); adicionalmente, como desenlace secundario se describieron reducciones en PAM y FC en ventanas tempranas (posterior a la intubación) en los grupos con MgSO<sub>4</sub><sup>14,25,26</sup>.

### **10.3.2 Grupo 2. MgSO<sub>4</sub> vs con lidocaína**

El 35.7% (n=5) de los estudios (n total reportado = 365; rango 56 a 112) evaluaron MgSO<sub>4</sub> frente a lidocaína (comparación directa) o bien MgSO<sub>4</sub> añadido en un esquema donde la lidocaína formaba parte del manejo estándar o del diseño multibrazo. En el estudio realizado por Misganaw (2021) se incluyeron tres brazos de tratamiento: MgSO<sub>4</sub> 30 mg/kg, lidocaína 1.5 mg/kg y control; tanto MgSO<sub>4</sub> como lidocaína mostraron atenuación hemodinámica respecto a control en tiempos tempranos (0 a 7 minutos); en algunas mediciones se reportaron diferencias entre MgSO<sub>4</sub> y lidocaína (p posthoc a los 0, 2 y 5 minutos), con valores puntuales en FC y presión arterial que favorecieron a MgSO<sub>4</sub> en parte de la ventana temprana. De manera similar, el grupo conformado por Mendonça (2017) y colaboradores administró MgSO<sub>4</sub> 30 mg/kg vs lidocaína 2 mg/kg como intervención, en este estudio se describió una diferencia estadísticamente significativa en PAS y PAD

postintubación ( $p = 0.018$  y  $0.046$  respectivamente), sin diferencias significativas consistentes en FC<sup>12,27</sup>.

En cuanto a seguridad, los hallazgos fueron heterogéneos. El estudio realizado por Panda (2013) incluyó 4 brazos de tratamiento, el cual incluyó tres grupos de intervención con dosis de 30/40/50 mg/kg de MgSO<sub>4</sub> respectivamente y un grupo control al que se le administró solución salina + lidocaína 1.5mg/kg, este estudio reportó un patrón dosis-dependiente en hipotensión: 0% (30 mg/kg), 30% (40 mg/kg), 80% (50 mg/kg) vs 5% en el grupo control,  $p=0.001$ , sin arritmias ni cambios significativos del ST. Por su parte, Bhalerao (2017) reclutó a población de hipertensos controlados, este estudio reportó hipotensión en el grupo al que se le administró MgSO<sub>4</sub> 50mg/kg con necesidad de intervención, sin resultados estadísticos reportados. En el estudio realizado por Mendonça (2017), la hipotensión se reportó en 7/25 (MgSO<sub>4</sub>) vs 13/24 (lidocaína),  $p=0.062$ , con mayor incidencia en el grupo intervenido con lidocaína. Elhouty (2024) (MgSO<sub>4</sub> vs lidocaína vs solución salina) reportó diferencias hemodinámicas globales favorables a MgSO<sub>4</sub> 40 mg/kg durante 10 min y lidocaína 3mg/kg durante 15 min frente a solución salina en FC y TAM, en mediciones postinducción y postintubación ( $p < 0.01$ ); además, se describieron diferencias en dolor en recuperación (VAS) favorables a los brazos activos frente a salina. En eventos adversos de Elhouty (2024), los desenlaces de náusea y vómito no mostraron diferencias significativas entre grupos ( $p > 0.05$ )<sup>20,27-29</sup>.

### **10.3.3 Grupo 3. Comparadores activos distintos a lidocaína**

El 28.5% ( $n=4$ ) de los estudios compararon MgSO<sub>4</sub> contra otros coadyuvantes o contra múltiples comparadores. Los participantes fueron en total 445 (rango 100 a 120 participantes). En el estudio realizado por Shukla (2022) (MgSO<sub>4</sub> 30 mg/kg vs dexmedetomidina 0.6 µg/kg vs fentanilo 2 µg/kg), se reportaron diferencias entre grupos en variables hemodinámicas postintubación, con mediciones donde MgSO<sub>4</sub> presentó valores mayores de presión arterial respecto a comparadores activos en

ciertos tiempos, sugiriendo menor atenuación del componente vasopresor en parte del seguimiento inmediato<sup>16</sup>.

A su vez, Walia (2018) (dexmedetomidina vs MgSO<sub>4</sub> vs placebo) incorporó desenlaces de consumo de anestésicos; el requerimiento de propofol para inducción fue menor con dexmedetomidina (101.28 ± 16.45 mg) que con MgSO<sub>4</sub> (114.00 ± 13.33 mg) y placebo (118.00 ± 14.78 mg); la sedación postoperatoria evaluada mediante la escala Ramsay fue mayor con dexmedetomidina que con MgSO<sub>4</sub> y placebo en mediciones tempranas, mientras que para las variables hemodinámicas los grupos con intervención de dexmedetomidina y MgSO<sub>4</sub> mostraron valores de PAM menores en comparación con el grupo control entre los tiempos de medición desde 10 minutos hasta 140 minutos<sup>30</sup>.

En el estudio realizado por Ahmed (2018) se tuvieron los grupos de intervención de MgSO<sub>4</sub>, dexmedetomidina, lidocaína y placebo; para el punto de intubación se reportaron FC y PAM con valores similares entre MgSO<sub>4</sub> y dexmedetomidina (sin diferencias significativas entre ambos grupos), y mayores valores en control; en seguridad, se reportó bradicardia con mayor frecuencia en el grupo de dexmedetomidina (6/30) que en MgSO<sub>4</sub> (2/30), con p global < 0.05. En el estudio realizado por van den Berg-1997 se administró MgSO<sub>4</sub> (4gr/10ml) vs placebo (10ml de solución salina al 0.9%) y otros fármacos como esmolol (400mg/10ml), lidocaína al 1.5% (150mg/10ml), y nitroglicerina (0.75mg/10ml). En este estudio se describió que esmolol previno el incremento de FC, mientras que la nitroglicerina previno el incremento de presión arterial con taquicardia; MgSO<sub>4</sub> se reportó con un perfil intermedio, con diferencias significativas en la PAS tras intubación (p < 0.001)<sup>31,32</sup>.

#### **10.3.4 Grupo 4. Vía de administración**

El estudio realizado por Shrestha (2025) incluyó a 33 pacientes, este estudio comparó MgSO<sub>4</sub> nebulizado vs intravenoso (30 mg/kg). La PAM durante laringoscopia fue similar entre grupos (p=0.629). Como desenlace adicional, el tiempo a TOF=0 fue menor con la vía intravenosa (228.33 s) que con la nebulizada (247.09 s), p=0.035<sup>18</sup>.

### **10.3.5 Grupo 5. Otros desenlaces periinducción relacionados**

El estudio realizado por Shin (2011); n=200 evaluó MgSO<sub>4</sub> en diferentes dosis (5/10/20 mg/kg) en el contexto de dolor por inyección de rocuronio y respuesta motora. Se reportó reducción del movimiento general en grupos con MgSO<sub>4</sub> respecto a control. Respecto a la respuesta hemodinámica, se describió incremento de PAS vs basal en algunos grupos y aumento de FC vs basal en todos; la interpretación comparativa en este estudio se vio limitada por el esquema de co-intervenciones (incluyendo esmolol en un grupo)<sup>33</sup>.

## 11. Discusión

Los estudios presentados sugieren que la administración intravenosa de  $\text{MgSO}_4$  como coadyuvante durante la preinducción se asocia con dos efectos clínicamente relevantes que ocurren en periodos temporales alrededor de la laringoscopia. Por una parte, una mayor proporción de condiciones de intubación clínicamente aceptables y, por otra parte, una atenuación de la respuesta hemodinámica inmediata a la intubación, principalmente observable como menores incrementos de TAM y frecuencia cardíaca (FC) en las ventanas tempranas postintubación.

Este comportamiento es fisiológicamente congruente con el perfil simpaticolítico del magnesio, ya que se ha documentado en investigación clínica que el  $\text{MgSO}_4$  puede disminuir la liberación de catecolaminas asociada a la intubación<sup>34</sup>, y en ensayos controlados se ha observado reducción de la labilidad cardiovascular (TAM/FC) tras la laringoscopia e intubación cuando se administra  $\text{MgSO}_4$  antes del estímulo<sup>25,35,36</sup>.

De forma similar, una revisión sistemática y metaanálisis reciente sobre el uso del  $\text{MgSO}_4$  para facilitar la intubación respalda que el fármaco puede mejorar parámetros vinculados a las condiciones de intubación en comparación con controles, aunque con variabilidad entre esquemas y contextos anestésicos<sup>37</sup>.

La atenuación menos consistente en mediciones tardías (por ejemplo, a los 10 minutos) puede explicarse sin necesidad de asumir efectos “contradictorios”, sino por el propio comportamiento temporal del estímulo; es decir la respuesta presora y taquicárdica inducida por la laringoscopia y la intubación es típicamente más intensa en los primeros minutos, y tiende a amortiguarse conforme cesa el estímulo, se estabiliza el plano anestésico y se consolidan los efectos de los coadyuvantes administrados durante la inducción.

En ensayos con mediciones seriadas, el  $\text{MgSO}_4$  muestra con frecuencia una separación más clara respecto a control en los puntos más próximos a la intubación (es decir, menores valores de TAS y FC), que incrementan posteriormente<sup>25,35,36</sup>. Adicionalmente, en poblaciones de mayor riesgo cardiovascular, también se ha reportado atenuación hemodinámica con  $\text{MgSO}_4$  comparado con alternativas como

lidocaína, lo cual sugiere que el beneficio podría ser más evidente cuando el “pico” simpático tiene mayor relevancia clínica<sup>38</sup>.

En cuanto al gradiente dosis-respuesta observado en los ensayos incluidos (30 a 50 mg/kg) y la señal de mayor consistencia en la fase inmediata postintubación, los estudios publicados comparten el hecho de que las dosis en el rango de 30 a 50 mg/kg pueden modular la respuesta cardiovascular a la laringoscopia, aunque la magnitud del efecto y su persistencia dependen del esquema exacto (bolo vs infusión, tiempo previo al estímulo) y del contexto anestésico.

Un ensayo doble ciego que comparó diferentes dosis de MgSO<sub>4</sub> alrededor de la intubación reportó que dosis menores de 50 mg/kg pueden ser efectivas para reducir la inestabilidad cardiovascular relacionada con laringoscopia e intubación<sup>25</sup>. Este punto es importante porque, desde la perspectiva de seguridad, el MgSO<sub>4</sub> puede asociarse a hipotensión y bradicardia cuando se persigue un efecto vasodilatador más marcado, y se ha estudiado incluso como técnica para anestesia hipotensora controlada<sup>39</sup>; por ello, el balance de eficacia-seguridad probablemente favorece estrategias que prioricen la atenuación del pico temprano sin desencadenar en hipotensión más allá del periodo peri-intubación.

Respecto a la aplicabilidad bajo anestesia general balanceada, es necesario mencionar que parte de la evidencia sobre la mecánica y la eficacia del MgSO<sub>4</sub> proviene de entornos con variaciones en la técnica anestésica (por ejemplo, TIVA o combinaciones específicas de hipnótico-opioide-bloqueador neuromuscular). Aun así, la dirección del efecto hemodinámico parece consistente, es decir, el MgSO<sub>4</sub> se ha asociado con menor requerimiento de anestésicos y con perfiles hemodinámicos más estables en distintos escenarios intraoperatorios<sup>40-42</sup>, y también se ha vinculado con atenuación de incrementos de presión arterial en situaciones de estrés quirúrgico mediado por respuesta neuroendocrina, con mención de reducción de mediadores como catecolaminas y vasopresina<sup>43</sup>.

Respecto al hallazgo de menor presión intraocular reportado en el ensayo cuyo desenlace primario fue ocular, aunque el MgSO<sub>4</sub> no sea el fármaco más estudiado históricamente en este objetivo, es un desenlace esperado, ya que la elevación de

la presión intraocular durante inducción e intubación se relaciona con el componente simpático y hemodinámico; en esa misma línea, agentes simpaticolíticos como la dexmedetomidina han demostrado reducir la presión intraocular y atenuar la respuesta presora a la laringoscopia e intubación<sup>44-46</sup>, lo que hace plausible que un coadyuvante con capacidad de amortiguar TAM y FC en la fase inmediata postintubación también muestre señal favorable en desenlaces oculares sensibles a esa respuesta.

En el grupo comparativo con lidocaína, el patrón global de atenuación hemodinámica en ventanas tempranas tras la laringoscopia e intubación, tanto con MgSO<sub>4</sub> como con lidocaína, es clínicamente esperada, ya que el estímulo laringotraqueal induce una descarga simpático-adrenal breve y de alta magnitud, con el pico de cambios en presión arterial y frecuencia cardíaca alrededor del primer minuto y una duración típica de 5 a 10 minutos, por lo que es esperable que las diferencias entre fármacos se concentren en mediciones iniciales y disminuyan conforme progresa la fase postintubación y se estabiliza la profundidad anestésica.

En ese contexto, que los resultados muestren atenuación temprana frente a control y, en algunos puntos, ventaja numérica de MgSO<sub>4</sub> sobre lidocaína, es concordante con la literatura que describe a MgSO<sub>4</sub> como una estrategia efectiva para reducir la respuesta cardiovascular al estímulo de la intubación, incluyendo ensayos clínicos y revisiones sistemáticas centradas en condiciones de intubación y respuesta peri-intubación.<sup>37,47</sup>

Una explicación fisiológica para la posible superioridad de MgSO<sub>4</sub> frente a la lidocaína en parte de la ventana temprana es que MgSO<sub>4</sub> actúa sobre el efecto presor al disminuir la liberación de catecolaminas asociada a la intubación y, adicionalmente, modular el tono vascular mediante antagonismo funcional del calcio y vasodilatación, lo cual reduce de manera directa el componente presor (TAS/TAM) del reflejo; esto se ha documentado con mediciones de catecolaminas y parámetros hemodinámicos alrededor de la intubación, y también en ensayos donde MgSO<sub>4</sub> se asocia con menor hipertensión postintubación sin necesariamente traducirse en diferencias sostenidas de frecuencia cardíaca. En contraste, la lidocaína

intravenosa tiende a mostrar efectos más heterogéneos y, en varios ensayos comparativos, su impacto sobre la respuesta presora o taquicárdica puede ser menor o dependiente de dosis y coinducción, lo que es coherente con que las diferencias frente a  $MgSO_4$  aparezcan solo en mediciones puntuales<sup>34,35,48,49</sup>.

La atenuación menos consistente en mediciones posteriores (por ejemplo, alrededor de 10 minutos) también es interpretable desde la cinética del estímulo y la competencia farmacológica con el propio mantenimiento anestésico. Conforme se resuelve el reflejo simpático de la instrumentación de la vía aérea y se consolidan los efectos de hipnóticos, opioides y relajantes, la diferencia de cambios de presión atribuible al coadyuvante puede reducirse, incluso si existió una superioridad clara en los primeros minutos.

En paralelo, la variabilidad de resultados de seguridad entre estudios es esperable si se consideran esquemas de dosis crecientes, ya que con  $MgSO_4$  el margen entre atenuación del pico presor y caída no deseada de la presión puede estrecharse al aumentar la carga, y la literatura describe consecuencias hemodinámicas con regímenes más intensivos o con la búsqueda deliberada de hipotensión controlada; de hecho, estudios dosis-respuesta y ensayos con regímenes más altos muestran que incrementar la dosis no necesariamente añade beneficios proporcionales y puede acompañarse de efectos hemodinámicos desfavorables no deseados<sup>25,39,41,47</sup>.

Respecto a los eventos adversos, el hecho de que en algunos estudios se observe hipotensión con  $MgSO_4$  y en otros no, y que no se reporten arritmias o cambios del ST de forma relevante, es congruente con dos ideas clínicas ya descritas. Primero, que  $MgSO_4$  puede disminuir la presión arterial por reducción de la resistencia vascular sistémica y, por tanto, la probabilidad de hipotensión depende de dosis, velocidad de infusión, volemia y “carga” anestésica concomitante; y segundo, que  $MgSO_4$  tiene propiedades estabilizadoras (antiarrítmicas y de modulación simpática) que, en poblaciones de mayor riesgo cardiovascular, han sido estudiadas como estrategia para mejorar la estabilidad durante la intubación, incluso en comparaciones directas con lidocaína. Esto último es importante para hablar sobre

la aplicabilidad, ya que parte de la evidencia comparativa MgSO<sub>4</sub>-lidocaína proviene de contextos como cirugía cardíaca, donde la fisiología y el manejo anestésico pueden diferir de anestesia general balanceada estándar, pero aun así aportan plausibilidad biológica y dirección del efecto. Además, se pudo observar que la señal de menor dolor postoperatorio en brazos activos es compatible con la evidencia que apoya un efecto ahorrador de opioides y reducción de dolor con MgSO<sub>4</sub> perioperatorio, lo cual podría coexistir con la atenuación hemodinámica temprana sin ser su mecanismo principal, es decir, a menor dolor menores cambios hemodinámicos relacionados con ello<sup>36,38,42,50,51</sup>.

Respecto a los comparadores activos distintos a lidocaína, el hallazgo de una atenuación hemodinámica menos intensa con MgSO<sub>4</sub> que con algunos agentes simpaticolíticos “clásicos” es fisiológicamente plausible. El MgSO<sub>4</sub> puede modular el fenómeno al inhibir la liberación de catecolaminas durante la laringoscopia y amortiguar el componente simpático, pero su magnitud clínica tiende a ser moderada y sensible a dosis y co-inducción. Esto es consistente con evidencia clínica de que el MgSO<sub>4</sub> reduce catecolaminas asociadas a la intubación<sup>34</sup> y con la literatura que muestra que fármacos con simpaticólisis central más potente pueden lograr descensos más consistentes de FC y PA en la ventana inmediata postintubación<sup>52</sup>.

La comparación indirecta con dexmedetomidina ofrece una explicación coherente para que, en algunos puntos de medición, MgSO<sub>4</sub> muestre mayor presión arterial que dicho comparador. La dexmedetomidina, por su agonismo alfa<sub>2</sub>, reduce el tono simpático y típicamente atenúa tanto FC como PA tras la intubación; en un metaanálisis orientado a la respuesta a la intubación, se describe una disminución de la respuesta hemodinámica significativa con dicho fármaco<sup>52</sup>.

Además, se han publicado ensayos que comparan dexmedetomidina frente a estrategias alternativas los cuales confirman el “costo” hemodinámico de esa simpaticólisis; por ejemplo, al contrastarla con un esquema basado en lidocaína y propofol, se observaron más episodios de bradicardia e hipotensión con dexmedetomidina<sup>53</sup>. Dado que la anestesia general balanceada suele integrar

hipnótico, opioide y, con frecuencia, agente inhalado, la contribución de dexmedetomidina también se refleja en desenlaces secundarios de “ahorro” anestésico, esto se observó en un ECCA controlado con placebo, en el cual la dexmedetomidina redujo requerimientos de propofol y remifentanilo en inducción, y de propofol en mantenimiento<sup>54</sup>.

Respecto a opioides (p. ej., fentanilo) como comparadores, la menor consistencia de atenuación sostenida después de los primeros minutos es un patrón descrito, y puede depender de dosis, momento del bolo y del opioide específico. Un ejemplo ilustrativo es un ECCA que comparó remifentanilo vs fentanilo durante inducción, en este estudio el perfil farmacocinético ultracorto de remifentanilo se asoció a un control más predecible de la respuesta al estímulo de intubación que el observado con fentanilo<sup>55</sup>.

De forma complementaria, en una comparación directa de bolos, la dexmedetomidina mostró una atenuación más favorable que fentanilo sobre parámetros hemodinámicos en la fase peri-intubación, lo que sugiere que cuando se requiere control simultáneo de FC y PA, los simpaticolíticos centrales pueden superar a un opioide aislado<sup>56</sup>.

Los patrones “divergentes” entre esmolol y nitroglicerina también ayudan a contextualizar perfiles intermedios como el de MgSO<sub>4</sub>. En un ensayo clásico que comparó esmolol, lidocaína, nitroglicerina y control, se observó que los fármacos difieren en qué componente controlan mejor. En este estudio, el esmolol mostró tendencia a ser más eficaz para limitar la taquicardia, mientras que la nitroglicerina reduce principalmente el componente presor<sup>57</sup>. Esto se refuerza con evidencia clínica específica de que bolos IV de nitroglicerina reducen TAS, TAD y TAM en minutos inmediatos postintubación sin impacto relevante en FC<sup>58</sup>, así como evidencia derivada de un ECCA previo que mostró atenuación del componente hipertensivo con nitroglicerina IV<sup>59</sup>. Para esmolol, ensayos comparativos con lidocaína y fentanilo han documentado su utilidad para controlar la respuesta cronotrópica al estímulo de laringoscopia e intubación<sup>60</sup>.

De igual manera, se observó un efecto “menos atenuador” sobre la respuesta hemodinámica con MgSO<sub>4</sub> en comparación con dexmedetomidina o algunos comparadores activos a través de ciertos tiempos, un determinante clave probable es la dosis efectiva y el momento de administración. Un ensayo dosis-respuesta evaluó 30, 40 y 50 mg/kg y concluyó que dosis menores a 50 mg/kg pueden reducir la inestabilidad cardiovascular relacionada con laringoscopia e intubación, en especial en la ventana temprana<sup>25</sup>.

En ese contexto, cuando MgSO<sub>4</sub> se usa a dosis moderadas (p. ej., 30 mg/kg) y dentro de una anestesia general balanceada donde ya coexisten hipnóticos y opioides, es esperable un perfil hemodinámico “intermedio”, el cual puede ser suficiente para amortiguar parte del componente catecolaminérgico<sup>34</sup>, pero potencialmente inferior a una simpaticólisis alfa<sub>2</sub> franca o a un beta-bloqueo selectivo si el objetivo es maximizar la supresión de la respuesta cronotrópica o presora, respectivamente.

Asimismo, se observó que la administración de MgSO<sub>4</sub> nebulizado frente a intravenoso, no mostró diferencias en la TAM durante la laringoscopia, lo cual es coherente con la posibilidad de que la vía inhalada ejerza predominantemente efectos locales en vía aérea (modulación de irritación, inflamación y reflejos), con una traducción sistémica limitada en términos de vasodilatación o supresión catecolaminérgica, por lo que la magnitud del efecto sobre la respuesta presora inmediata puede aproximarse a la de un esquema balanceado sin una carga sistémica equivalente a la infusión intravenosa<sup>17,61–63</sup>.

En la misma línea de investigación, la evidencia contemporánea con formulaciones tópicas de magnesio aplicadas en vía aérea superior sugiere que el beneficio puede depender del balance entre efecto local y la exposición sistémica, y que, aun cuando se observe atenuación hemodinámica, no necesariamente se reproduce el perfil típico de la administración intravenosa<sup>19</sup>.

También se documentó evidencia de un menor tiempo a TOF = 0 con MgSO<sub>4</sub> intravenoso respecto al nebulizado lo cual es fisiológicamente explicable, ya que el magnesio tiene la capacidad de potenciar el bloqueo neuromuscular no

despolarizante al disminuir la liberación presináptica de acetilcolina y reducir la excitabilidad en la unión neuromuscular, lo cual puede acelerar el inicio del bloqueo con rocuronio cuando la exposición plasmática es inmediata (intravenosa) y menos consistente cuando la absorción sistémica es parcial<sup>64-67</sup>. En metaanálisis centrados en parámetros neuromusculares, la coadministración de MgSO<sub>4</sub> se ha asociado de forma consistente con modificaciones en variables de inicio y profundidad del bloqueo, lo que refuerza que las diferencias farmacodinámicas como TOF = 0 son un desenlace esperable cuando cambia la biodisponibilidad<sup>68</sup>.

Respecto al ensayo de dosis bajas (5 a 20 mg/kg) en el contexto de dolor por inyección de rocuronio, la reducción del movimiento en general concuerda con la evidencia de que el pretratamiento con MgSO<sub>4</sub> disminuye el dolor, probablemente por efectos sobre la transmisión nociceptiva y estabilización de membrana dependiente de calcio, además del componente antagonista NMDA descrito para magnesio en anestesia<sup>69-71</sup>.

Sin embargo, que en ese estudio se observara incremento de TAS o FC frente a basal (y no una atenuación consistente) también es compatible con un fenómeno dosis-dependiente, ya que en la literatura sobre atenuación hemodinámica peritubación, los esquemas más eficaces suelen emplear dosis mayores (por ejemplo 30 a 60 mg/kg) y su efecto se concentra en ventanas tempranas postestímulo; además, existe variabilidad interindividual y por coadyuvantes del esquema balanceado<sup>12,38,41,72,73</sup>.

Finalmente, la interpretación causal de la respuesta hemodinámica queda metodológicamente condicionada cuando el diseño incorpora co-intervenciones con fármacos que por sí mismos atenúan la respuesta simpática a la laringoscopia (por ejemplo, beta-bloqueadores), lo cual ya ha sido descrito en metaanálisis específicos para esmolol<sup>74</sup>.

## 12. Conclusiones

El MgSO<sub>4</sub> como coadyuvante durante la inducción mostró capacidad para atenuar la respuesta hemodinámica inmediata a la laringoscopia e intubación.

El MgSO<sub>4</sub> se asoció con una mayor proporción de condiciones de intubación clínicamente aceptables frente a placebo o solución salina.

En comparación con placebo (solución salina), tanto MgSO<sub>4</sub> como lidocaína mostraron atenuación hemodinámica frente a control en los primeros minutos.

La comparación con otros coadyuvantes activos sugirió un perfil intermedio del MgSO<sub>4</sub>, es decir, menor atenuación del componente vasopresor.

La seguridad hemodinámica del MgSO<sub>4</sub> fue heterogénea y mostró un posible patrón dosis-dependiente de hipotensión con dosis más altas.

La vía nebulizada de MgSO<sub>4</sub> mostró una respuesta hemodinámica similar a la vía intravenosa durante la laringoscopia.

En esquemas de dosis bajas orientados a fenómenos durante la inducción distintos a la intubación, el MgSO<sub>4</sub> redujo el movimiento global.

## 13. Bibliografía

1. Brown EN, Pavone KJ, Naranjo M. Multimodal General Anesthesia: Theory and Practice. *Anesth Analg*. 2018;127(5):1246-58.
2. Ariyo P, Trelles M, Helmand R, Amir Y, Hassani GH, Mftavyanka J, et al. Providing Anesthesia Care in Resource-limited Settings: A 6-Year Analysis of Anesthesia Services Provided at Médecins Sans Frontières Facilities. *Anesthesiology*. 2016;124(3):561-9.
3. Fleischut PM, Eskreis-Winkler JM, Gaber-Baylis LK, Giambrone GP, Wu X, Sun X, et al. Provider Board Certification Status and Practice Patterns in Total Knee Arthroplasty. *Acad Med*. 2016;91(1):79-86.
4. Mestra Gómez CC. Grado de satisfacción en la calidad de la atención y adecuado conocimiento de su intervención anestésica en los usuarios del servicio de anestesiología, Hospital Regional ISSSTE Puebla; 2023.
5. Bayman EO, Dexter F, Laur JJ, Wachtel RE. National Incidence of Use of Monitored Anesthesia Care. *Anesth Analg*. 2011;113(1):165-9.
6. Peterson K, Ginglen JG, Desai NM, Guzman N. Direct laryngoscopy. In: *StatPearls Treasure Island (FL): StatPearls Publishing; 2025*.
7. Zarif P, Abdelaal Ahmed Mahmoud A, Abdelhaq MM, Mikhail HMS, Farag A. Dexmedetomidine versus Magnesium Sulfate as Adjunct during Anesthesia for Laparoscopic Colectomy. *Anesthesiol Res Pract*. 2016;2016:1-7.
8. Sawant U, Sen J. A comprehensive review of magnesium sulfate infusion: unveiling the impact on hemodynamic stability during laryngoscopy and tracheal intubation in ear, nose, and throat surgeries. *Cureus*. 2024;16(3): e57002.
9. Mendonça FT, De Queiroz LMDGM, Guimarães CCR, Xavier ACD. Os efeitos da lidocaína e do sulfato de magnésio na atenuação da resposta hemodinâmica à intubação orotraqueal: estudo unicêntrico, prospectivo, duplamente encoberto e aleatorizado. *Braz J Anesthesiol*. 2017;67(1):50-6.
10. Kim MH, Oh AY, Han SH, Kim JH, Hwang JW, Jeon YT. The Effect of Magnesium Sulphate on Intubating Condition for Rapid-Sequence Intubation: A Randomized Controlled Trial. *J Clin Anesth*. 2015;27(7):595-601.

11. Paula-Garcia WN, Oliveira-Paula GH, De Boer HD, Garcia LV. Lidocaine Combined with Magnesium Sulfate Preserved Hemodynamic Stability during General Anesthesia without Prolonging Neuromuscular Blockade:A Randomized, Double-Blind, Controlled Trial. *BMC Anesthesiol.* 2021;21(1):91.
12. Misganaw A, Sitote M, Jemal S, Melese E, Hune M, Seyoum F, et al. Comparison of Intravenous Magnesium Sulphate and Lidocaine for Attenuation of Cardiovascular Response to Laryngoscopy and Endotracheal Intubation in Elective Surgical Patients at Zewditu Memorial Hospital Addis Ababa, Ethiopia. Lionetti V, editor. *PLoS One.* 2021;16(6):e0252465.
13. Murugesan N, Kamalnath A, Ranjan RV, Segaran S. Comparison of the magnesium sulphate with paracetamol combination vs the fentanyl with lignocaine combination in attenuating the hemodynamic response during laryngoscopy and intubation: a prospective, double-blinded randomized controlled study. *Cureus.* 2024;16(8):e66241.
14. Aissaoui Y, Qamous Y, Serghini I, Zoubir M, Salim JL, Boughalem M. Magnesium Sulphate:An Adjuvant to Tracheal Intubation without Muscle Relaxation - a Randomised Study. *Eur J Anaesthesiol.* 2012;29(8):391-7.
15. Zouche I, Guermazi W, Grati F, Omrane M, Ketata S, Cheikhrouhou H. Intravenous Magnesium Sulfate Improves Orotracheal Intubation Conditions:A Randomized Clinical Trial. *Trends Anaesth Crit Care.* 2024;57:101371.
16. Shukla S, Kadni RR, Chakravarthy JJ, Zachariah KV. A Comparative Study of Intravenous Low Doses of Dexmedetomidine, Fentanyl, and Magnesium Sulfate for Attenuation of Hemodynamic Response to Endotracheal Intubation. *Indian J Pharmacol.* 2022;54(5):314-20.
17. Grover N, Taneja R, Rashid Y, Shrivastava N. Nebulised Fentanyl, Dexmedetomidine and Magnesium Sulphate for Attenuation of Haemodynamic Response to Laryngoscopy and Tracheal Intubation:A Double-Blinded, Randomised Comparative Study. *Indian J Anaesth.* 2023;67(8):730-5.
18. Shrestha K, Gupta P, Dhar M. Comparison of Intravenous versus Nebulized Magnesium Sulfate on Attenuation of Hemodynamic Response to Laryngoscopy in Adult Patients Undergoing Elective Surgery:A Randomized, Double-Blind Study. *J Anaesthesiol Clin Pharmacol.* 2025;41(3):538-42.
19. Khalaji M, Babaie M, Bayat F, Rezaee M, Mashak B. Comparing the Effects of Magnesium Sulfate and Lidocaine Spray on Hemodynamic Changes Caused by

Laryngoscopy and Tracheal Intubation:A Randomized Clinical Trial. *BMC Anesthesiol.* 2025;25(1):71.

20. Panda NB, Bharti N, Prasad S. Minimal Effective Dose of Magnesium Sulfate for Attenuation of Intubation Response in Hypertensive Patients. *J Clin Anesth.* 2013;25(2):92-7.

21. Roy FJ, Ramani S, Urkavalan K, Khan S. Magnesium as an adjuvant to rocuronium to improve intubation conditions and shorten the intubation time: a randomized controlled study. *Cureus.* 2024;16(9):e68712.

22. Muhammad Rashid Hanif, Syed Asadullah Jafri, Liaquat Ali, Sana Abbas, Usman Saqib, Usman Ahmed. Efficacy of Intravenous Magnesium Sulphate in Attenuating Hemodynamic Response in Hypertensive Patients to Laryngoscopy and Endotracheal Intubation. *Pak Armed Forces Med J.* 2024;74(4):1084-7.

23. Roy I, Hembrom BPM, Das A, Choudhury A. Effects of Magnesium Sulphate, Dexmedetomidine and Lignocaine on Perioperative Haemodynamic and Postoperative Analgesia in Patients Undergoing Laparoscopic Abdominal Surgeries:A Randomised Clinical Study. *J Clin Diagn Res.* 2024;18(5):UC27-32.

24. Dahake JS, Verma N, Bawiskar D. Magnesium sulfate and its versatility in anesthesia: a comprehensive review. *Cureus.* 2024;16(3):e56348.

25. Safavi M, Badiei S, Daftari-Fard N, Honarmand A. Different Doses of Intravenous Magnesium Sulfate on Cardiovascular Changes Following the Laryngoscopy and Tracheal Intubation:A Double-Blind Randomized Controlled Trial. *J Res Pharm Pract.* 2015;4(2):79.

26. Yassin H, Abdel Moneim A, Mostafa Bayoumy A, Bayoumy H, Taher S. The Influence of Two Different Doses of Magnesium Sulfate on Intraocular Pressure Variations after Injection of Succinylcholine and Endotracheal Intubation:A Prospective, Randomized, Parallel Three-Arm, Double-Blind, Placebo-Controlled Clinical Trial. *Anesth Essays Res.* 2017;11(4):969.

27. Mendonça FT, De Queiroz LMDGM, Guimarães CCR, Xavier ACD. Effects of Lidocaine and Magnesium Sulfate in Attenuating Hemodynamic Response to Tracheal Intubation:Single-Center, Prospective, Double-Blind, Randomized Study. *Braz J Anesthesiol (English Edition).* 2017;67(1):50-6.

28. Bhalerao N, Modak A, Belekar V. Comparison between Magnesium Sulfate (50 Mg/Kg) and Lignocaine (2 Mg/Kg) for Attenuation of Intubation Response in Hypertensive Patients. *J Datta Meghe Inst Med Sci Univ.* 2017;12(2):118.

29. Elhouty MG, Elbahrawy K, Sakr A. Analgesic and Hemodynamic Effects of Intravenous Magnesium Sulfate Infusion versus Lidocaine Infusion in Patients Undergoing Thyroid Surgery for Toxic Goiter Resection:A Randomized Controlled Study. *Res Opin Anesth Intensive Care*. 2024;11(1):9-15.
30. Walia C, Gupta R, Kaur M, Mahajan L, Kaur G, Kaur B. Propofol Sparing Effect of Dexmedetomidine and Magnesium Sulfate during BIS Targeted Anesthesia:A Prospective, Randomized, Placebo Controlled Trial. *J Anaesthesiol Clin Pharmacol*. 2018;34(3):335.
31. Ahmed IsmailMA, Abdelraouf H. Magnesium Sulfate, Dexmedetomidine, and Lignocaine in Attenuating Hypertension during Laparoscopic Cholecystectomy:A Comparative Study. *Al-Azhar Assiut Med J*. 2018;16(4):327.
32. Van Den Berg AA, Savva D. Attenuation of the Haemodynamic Responses to Noxious Stimuli in Patients Undergoing Cataract Surgery. A Comparison of Magnesium Sulphate, Esmolol, Lignocaine, Nitroglycerine and Placebo given i.v. with Induction of Anaesthesia. *Eur J Anaesthesiol*. 1997;14(2):134-47.
33. Shin YH, Choi SJ, Jeong HY, Kim MH. Evaluation of Dose Effects of Magnesium Sulfate on Rocuronium Injection Pain and Hemodynamic Changes by Laryngoscopy and Endotracheal Intubation. *Korean J Anesthesiol*. 2011;60(5):329.
34. James MFM, Beer RE, Esser JD. Intravenous magnesium sulfate inhibits catecholamine release associated with tracheal intubation. *Anesth Analg*. 1989;68(6):772-6.
35. Park SJ, Cho YJ, Oh JH, Hwang JW, Do SH, Na HS. Pretreatment of Magnesium Sulphate Improves Intubating Conditions of Rapid Sequence Tracheal Intubation Using Alfentanil, Propofol, and Rocuronium - a Randomized Trial. *Korean J Anesthesiol*. 2013;65(3):221.
36. Mesbah Kiaee M, Safari S, Movaseghi GR, Mohaghegh Dolatabadi MR, Ghorbanlo M, Etemadi M, et al. The Effect of Intravenous Magnesium Sulfate and Lidocaine in Hemodynamic Responses to Endotracheal Intubation in Elective Coronary Artery Bypass Grafting:A Randomized Controlled Clinical Trial. *Anesthesiol Pain Med*. 2014;4(3).
37. Barbosa FT, Gusmão HSBLBD, Albuquerque LQTD, De Oliveira Lima N, Sousa-Rodrigues CFD, Ribeiro De Andrade R. Is Magnesium Sulfate Useful for Tracheal Intubation? A Systematic Review of Randomized Controlled Trials. *Rev Assoc Med Bras*. 2025;71(1):e20241237.

38. Puri GD, Marudhachalam KS, Chari P, Suri RK. The Effect of Magnesium Sulphate on Hemodynamics and Its Efficacy in Attenuating the Response to Endotracheal Intubation in Patients with Coronary Artery Disease. *Anesth Analg.* 1998;87(4):808-11.
39. Elsharnouby NM, Elsharnouby MM. Magnesium Sulphate as a Technique of Hypotensive Anaesthesia. *Br J Anaesth.* 2006;96(6):727-31.
40. Telci L, Esen F, Akcora D, Erden T, Canbolat AT, Akpir K. Evaluation of Effects of Magnesium Sulphate in Reducing Intraoperative Anaesthetic Requirements. *Br J Anaesth.* 2002;89(4):594-8.
41. Seyhan TO, Tugrul M, Sungur MO, Kayacan S, Telci L, Pembeci K, et al. Effects of Three Different Dose Regimens of Magnesium on Propofol Requirements, Haemodynamic Variables and Postoperative Pain Relief in Gynaecological Surgery. *Br J Anaesth.* 2006;96(2):247-52.
42. Ryu J-H, Kang M-H, Park K-S, Do S-H. Effects of Magnesium Sulphate on Intraoperative Anaesthetic Requirements and Postoperative Analgesia in Gynaecology Patients Receiving Total Intravenous Anaesthesia. *Br J Anaesth.* 2008;100(3):397-403.
43. Jee D, Lee D, Yun S, Lee C. Magnesium Sulphate Attenuates Arterial Pressure Increase during Laparoscopic Cholecystectomy. *Br J Anaesth.* 2009;103(4):484-9.
44. Jaakola M-L, Ali-Melkkilä T, Kanto J, Kallio A, Scheinin H, Scheinin M. dexmedetomidine reduces intraocular pressure, intubation responses and anaesthetic requirements in patients undergoing ophthalmic surgery. *Br J Anaesth.* 1992;68(6):570-5.
45. Mowafi HA, Aldossary N, Ismail SA, Alqahtani J. Effect of Dexmedetomidine Premedication on the Intraocular Pressure Changes after Succinylcholine and Intubation. *Br J Anaesth.* 2008;100(4):485-9.
46. Pal C, Ray M, Sen A, Hajra B, Mukherjee D, Ghanta A. Changes in Intraocular Pressure Following Administration of Suxamethonium and Endotracheal Intubation: Influence of Dexmedetomidine Premedication. *Indian J Anaesth.* 2011;55(6):573.
47. Bruder N, Ortega D, Granthil C. Conséquences et moyens de prévention des modifications hémodynamiques lors de la laryngoscopie et de l'intubation endotrachéale. *Ann Fr Anesth Reanim.* 1992;11(1):57-71.

48. Qin J, He C, Chen Z, Yan S, Ma J. Effects of Intravenous Lignocaine on Haemodynamic Responses to Laryngoscopy and Tracheal Intubation in Adults under General Anaesthesia:A Systematic Review and Meta-Analysis. *Indian J Anaesth.* 2025;69(8):748-58.
49. Kindler CH, Schumacher PG, Schneider MC, Urwyler A. Effects of Intravenous Lidocaine and/or Esmolol on Hemodynamic Responses to Laryngoscopy and Intubation:A Double-Blind, Controlled Clinical Trial. *J Clin Anesth.* 1996;8(6):491-6.
50. Albrecht E, Kirkham KR, Liu SS, Brull R. Peri-operative Intravenous Administration of Magnesium Sulphate and Postoperative Pain:A Meta-analysis. *Anaesthesia.* 2013;68(1):79-90.
51. Kaymak C, Yilmaz E, Basar H, Ozcakir S, Apan A, Batislam E. Use of the NMDA Antagonist Magnesium Sulfate During Monitored Anesthesia Care for Shockwave Lithotripsy. *J Endourol.* 2007;21(2):145-50.
52. De Cassai A, Boscolo A, Geraldini F, Zarantonello F, Pettenuzzo T, Pasin L, et al. Effect of Dexmedetomidine on Hemodynamic Responses to Tracheal Intubation:A Meta-Analysis with Meta-Regression and Trial Sequential Analysis. *J Clin Anesth.* 2021;72:110287.
53. Seangrung R, Pasutharnchat K, Injampa S, Kumdang S, Komonhirun R. Comparison of the Hemodynamic Response of Dexmedetomidine versus Additional Intravenous Lidocaine with Propofol during Tracheal Intubation:A Randomized Controlled Study. *BMC Anesthesiol.* 2021;21(1):265.
54. Le Guen M, Liu N, Tounou F, Augé M, Tuil O, Chazot T, et al. Dexmedetomidine Reduces Propofol and Remifentanil Requirements During Bispectral Index-Guided Closed-Loop Anesthesia:A Double-Blind, Placebo-Controlled Trial. *Anesth Analg.* 2014;118(5):946-55.
55. Del Río Velloso M, Gallego García J, Soliveres Ripoll J, Abengochea Cotaina A, Barberá Alacreu M. Comparación de bolus de fentanilo con perfusión de remifentanilo en el control de la respuesta hemodinámica a la laringoscopia e intubación orotraqueal:estudio prospectivo, randomizado y doble ciego. *Rev Esp Anesthesiol Reanim.* 2009;56(5):287-91.
56. Mahiswar AP, Dubey PK, Ranjan A. Comparison between Dexmedetomidine and Fentanyl Bolus in Attenuating the Stress Response to Laryngoscopy and Tracheal Intubation:A Randomized Double-Blind Trial. *Braz J Anesthesiol (English Edition).* 2022;72(1):103-9.

57. Singh H, Vichitvejpaisal P, Gaines GY, White PF. Comparative Effects of Lidocaine, Esmolol, and Nitroglycerin in Modifying the Hemodynamic Response to Laryngoscopy and Intubation. *J Clin Anesth.* 1995;7(1):5-8.
58. Hajian P, Sharifi S, Nikooseresht M, Moradi A. The Effects of Intravenous Nitroglycerin Bolus Doses in Reducing Hemodynamic Responses to Laryngoscopy and Endotracheal Intubation. Hanrahan J, editor. *Biomed Res Int.* 2021;2021(1):6694150.
59. Mikawa K, Hasegawa M, Suzuki T, Maekawa N, Kaetsu H, Goto R, et al. Attenuation of Hypertensive Response to Tracheal Intubation with Nitroglycerin. *J Clin Anesth.* 1992;4(5):367-71.
60. Helfman SM, Gold MI, DeLisser EA, Herrington CA. Which drug prevents tachycardia and hypertension associated with tracheal intubation: lidocaine, fentanyl, or esmolol? *Anesth Analg.* 1991;72(4):482-6.
61. Kamel AAF, Ibrahim Amin OA. The Effect of Preoperative Nebulized: Magnesium Sulfate versus Lidocaine on the Prevention of Post-Intubation Sore Throat. *Egypt J Anaesth.* 2020;36(1):1-6.
62. Yadav M, Chalumuru N, Gopinath R. Effect of Magnesium Sulfate Nebulization on the Incidence of Postoperative Sore Throat. *J Anaesthesiol Clin Pharmacol.* 2016;32(2):168.
63. Gupta SK, Tharwani S, Singh DK, Yadav G. Nebulized Magnesium for Prevention of Postoperative Sore Throat. *Br J Anaesth.* 2012;108(1):168-9.
64. Kim MH, Oh AY, Jeon YT, Hwang JW, Do SH. A Randomised Controlled Trial Comparing Rocuronium Priming, Magnesium Pre-treatment and a Combination of the Two Methods\*. *Anaesthesia.* 2012;67(7):748-54.
65. Czarnetzki C, Lysakowski C, Elia N, Tramèr MR. Time Course of Rocuronium-induced Neuromuscular Block after Pre-treatment with Magnesium Sulphate: A Randomised Study. *Acta Anaesthesiol Scand.* 2010;54(3):299-306.
66. Queiroz Rangel Micuci AJ, Verçosa N, Filho PAG, De Boer HD, Barbosa DD, Cavalcanti IL. Effect of Pretreatment with Magnesium Sulphate on the Duration of Intense and Deep Neuromuscular Blockade with Rocuronium: A Randomised Controlled Trial. *Eur J Anaesthesiol.* 2019;36(7):502-8.

67. Benette G, Braga A, Ribeiro C, Fernandez AP, Carvalho VH. Influence of Magnesium Sulfate on the Pharmacodynamic Characteristics of Rocuronium. A Randomized Clinical Trial. *Anaesthesiol Intensive Ther.* 2025;57(1):11-7.
68. Sun H, Jin T, Wu X, Yang L, Zuo Y, Liao R. Efficacy of Magnesium Sulfate as an Adjuvant to Rocuronium in General Anaesthesia:A Meta-Analysis. *J Int Med Res.* 2021;49(7):03000605211027736.
69. Turan A, Memis D, Karamanlioglu B, Sut N, Pamukcu Z. The Prevention of Pain from Injection of Rocuronium by Magnesium Sulphate, Lignocaine, Sodium Bicarbonate and Alfentanil. *Anaesth Intensive Care.* 2003;31(3):277-81.
70. Do SH. Magnesium:A Versatile Drug for Anesthesiologists. *Korean J Anesthesiol.* 2013;65(1):4.
71. James MFM. Magnesium:An Emerging Drug in Anaesthesia. *Br J Anaesth.* 2009;103(4):465-7.
72. Panda NB, Bharti N, Prasad S. Minimal Effective Dose of Magnesium Sulfate for Attenuation of Intubation Response in Hypertensive Patients. *J Clin Anesth.* 2013;25(2):92-7.
73. Ozkan AS, Akbas S, Erdogan MA, Kirteke R, Durmus M. Sedation with Dexmedetomidine on Klippel Feil Syndrome Infant Patient. *Braz J Anesthesiol (English Edition).* 2017;67(4):439-40.
74. Figueredo E, Garcia-Fuentes EM. Assessment of the Efficacy of Esmolol on the Haemodynamic Changes Induced by Laryngoscopy and Tracheal Intubation:A Meta-analysis. *Acta Anaesthesiol Scand.* 2001;45(8):1011-22.