


Sulfato de magnesio: un adyuvante esencial en anestesiología

Magnesium sulfate: an essential adjuvant in anesthesiology

Gilberto Duarte-Medrano^{1,*} , Natalia Nuño-Lámbarri^{2,3}, Vania Cabal-Ruiz MD.⁴, Marissa Minnuti-Palacios¹, Analucia Dominguez-Franco¹, José Guillermo Dominguez-Cherit¹

¹ Anesthesiology Department of Hospital Medica Sur. Mexico City, Mexico.

² Traslational Research Unit PhD, Medica Sur Clinic & Foundation. Mexico City, Mexico.

³ Department of Surgery, Faculty of Medicine, The National Autonomous University of Mexico (UNAM). Mexico City, Mexico.

⁴ Gynecology Department of Hospital Central Sur de Alta Especialidad. Mexico City, México.

Disclosure: None of the authors have any financial relationships relevant to this publication.

Fecha de recepción: 16 de agosto de 2023 / Fecha de aceptación: 24 de marzo de 2024

ABSTRACT

Magnesium has been described as a fundamental element that participates in basic reactions at the cellular level. Over the last decades, various studies have demonstrated its use in various clinical scenarios such as the treatment of arrhythmias or status epilepticus. Due to their analgesic properties, efficacy and safety, adjuvant drugs such as magnesium sulfate could be considered essential for therapeutic use, improvement and patient satisfaction in the preoperative period.

Key words: Magnesium sulfate, anesthesia, perioperative period, analgesia.

RESUMEN

El magnesio se ha descrito como un elemento fundamental que participa en reacciones básicas a nivel celular. A lo largo de las últimas décadas diversos estudios han demostrado su empleo en diversos escenarios clínicos como en el tratamiento de arritmias o estatus epiléptico. Debido a sus propiedades analgésicas, eficacia y seguridad, fármacos coadyuvantes como el sulfato de magnesio, podrían considerarse esenciales para uso terapéutico, mejoría y satisfacción del paciente en el preoperatorio.

Palabras clave: Sulfato de magnesio, anestesia, período perioperatorio, analgesia.

Introducción

El uso, eficacia y seguridad del sulfato de magnesio se ha descrito a lo largo de la historia en ciertas áreas clínicas; sin embargo, el reciente interés de su aplicación deriva de la tendencia de la "anestesia multimodal", donde el uso de fármacos coadyuvantes a nivel de sistema nervioso central permite la reducción en dosis de otros agentes; por consiguiente, minimiza los efectos secundarios y promueve una mejor anestesia y analgesia. El objetivo de este artículo es proporcionar las

bases, usos previos y tendencias actuales de la aplicación del sulfato de magnesio en diversos escenarios en anestesiología y el perioperatorio.

Material y Métodos

Se realizó una búsqueda bibliográfica en las bases de datos PubMed y Cochrane utilizando los siguientes términos: "Magnesium Sulfate", "Anesthesia", "Perioperative management" y

Dr. Gilberto Duarte-Medrano
gilbertguevara@me.com

*ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4929-7111>

ISSN: 0716-4076



“analgesia”. Posteriormente, se realizó un escrutinio de los resultados encontrados, se incluyeron estudios publicados entre enero de 2011 y enero de 2023 que evaluaron la aplicación del sulfato de magnesio en diversos escenarios en anestesiología. Se analizaron los datos de los estudios, incluyendo dosificación, efectos adversos y los resultados clínicos. Finalmente, se seleccionaron 40 estudios con la mejor metodología.

Magnesio (Mg)

El Mg participa en una serie de reacciones enzimáticas en diversos sistemas del organismo, sobresale su función como cofactor en las reacciones de transmisión neuroquímica y la excitabilidad muscular. También participa en los procesos de síntesis de energía, metabolismo de nutrientes, excitabilidad miocárdica y la síntesis de material genético[1]. El Mg representa uno de los principales iones a nivel sistémico, ocupando el cuarto lugar y el segundo como catión intracelular con 24 gramos en una persona adulta promedio[2]. Su concentración plasmática normal es de 1,7 a 2,4 mg/dl el cual se distribuye así: 50% en tejido óseo, muscular 27% y tejidos blandos 19%; a pesar de ello un sesgo importante a mencionar es su concentración sérica, siendo esta menor del 1%, con una composición de fracción ionizada del 60%, acoplados con aniones 7% y unido a proteínas 33%[2] (Tabla 1). El mantenimiento de la homeostasis del magnesio está regulado en gran medida por la absorción intestinal y la excreción renal. Se estima un consumo diario recomendado de 420 mg para hombres, 320 mg para mujeres y de 100 a 150 mg adicional en niños y pacientes obstétricas[3].

Los canales de transporte de magnesio se encuentran en el íleon y el colon y está regulado por proteínas transmembranales pequeñas llamadas claudinas[4]. Su excreción es principalmente renal, en la que existe una ultrafiltración previa de alrededor de 2.400 mg por los glomérulos, con la que se elimina solo 100 mg 65% de este proceso ocurre en el asa ascendente de Henle y 30% en el tubo contorneado distal. La excreción urinaria diaria es 5 mmol/L que puede variar hasta 0,5 mmol/L en casos de privación de Mg causada por patología extra renal[5]. Otros de los sistemas reguladores para la regulación del Mg son la hormona paratiroidea y la vitamina D que estimulan la reabsorción renal e intestinal de magnesio, respectivamente, mientras que la insulina puede disminuir la excreción renal de magnesio y mejorar su absorción celular[2] (Tabla 2).

Tabla 1. Farmacocinética y características químicas del Mg

Magnesio	
Peso molecular	24.312 (daltones)
Volumen de distribución	0,5 L/Kg
Vida media de eliminación	4-5 h en adulto sano
Excreción	Renal (5 mmol/día)
Biodisponibilidad	
Oral	30-40%
Intravenosa	100%

Alteraciones del Mg: Hipomagnesemia/hipermagnesemia

La hipomagnesemia es definida como una concentración plasmática menor de 0,7 mmol/L y es catalogado como severa cuando es menor a 0,5 mmol/L, lo cual puede ser derivado de un aporte diario inadecuado, alguna patología gastrointestinal o renal asociada[6]. Los síntomas clínicos incluyen náusea, vómito, debilidad, convulsiones, tetania, fasciculaciones musculares y cambios en el electrocardiograma, entre ellos intervalo PR o QT prolongado, disminución de la onda T o arritmias de mayor severidad como torsades de pointes. El régimen para restaurar el déficit moderado de Mg es con administración oral de 5 a 15 mmol/día y esta puede incrementarse a 15 - 28 mmol/día, la dosis IV es de 25 mmol/día administrado en perfusión por 24 h. En cambio, el tratamiento para la hipomagnesemia severa es en perfusión de 1 a 2 g/h durante 3-5 h[6].

Por otro lado, la hipermagnesemia que su incidencia es mucho menor que la hipomagnesemia se define como el incremento de las concentraciones séricas > 1,6 mmol/L[7]. Ocurre principalmente en pacientes con insuficiencia renal o durante la administración terapéutica de fármacos que contienen magnesio. La hipermagnesemia puede clasificarse como moderada o severa. La moderada es secundaria a la liberación de Mg por la rhabdomiólisis o posterior al uso excesivo de antiácidos o laxantes y la grave se observa principalmente en el tratamiento agudo de ciertas patologías (infusiones a dosis alta). Las principales manifestaciones clínicas son rash, náusea y/o vómito y somnolencia hasta el coma profundo[8]. Los reflejos tendinosos profundos pueden reducirse o perderse por completo y las ma-

Tabla 2. Características Farmacodinámicas del Mg

Sistema	Características
	Regulador del flujo transmembranal e intracelular sobre canales de Ca
Cardiovascular	Disminución de resistencias vasculares Efecto vasodilatador arteriolar Disminución de la presión arterial
Músculo esquelético	Efectos paradójicos dependientes de concentración Hipomagnesemia: Contracción
Neuromuscular	Bloqueador competitivo de Ca en terminación presinápticas
Sistema Nervioso Central	Analgesia; antagonista de los receptores NMDA
Otros efectos clínicos	Broncodilatador; al inhibir la contracción del músculo liso, liberación de histamina y acetilcolina

nifestaciones cardiovasculares pueden incluir hipotensión por vasodilatación periférica y trastornos de la conducción[9].

Se han descrito alteraciones en las concentraciones plasmáticas de Mg en el perioperatorio dependientes del tipo de cirugía, siendo la cirugía cardíacas, abdominales, trasplantes renales y ortopédicas las principales. Aglio et al., realizaron un estudio en pacientes llevados a cirugía cardíaca con una población de 101 pacientes, en el cual recolectaron cuatro muestras sanguíneas: posterior a la inducción, previo a entrar a *bypass*, inmediatamente al salir del *bypass* y 24 h posterior a la cirugía y encontraron que la hipomagnesemia estuvo presente en 71,0% de los pacientes posterior al *bypass*[10].

Magnesio en anestesiología

Intubación

El uso de Mg durante el manejo avanzado de la vía aérea se ha descrito en diversos escenarios; uno de ellos es como prevención primaria de la liberación de catecolaminas y alteraciones hemodinámicas secundarias al proceso de laringoscopia. Honarmand et al., publicaron en 2015 un ensayo clínico doble ciego en el que incluyeron 120 pacientes llevados a cirugías electivas y estratificados en 4 grupos: los que recibieron sulfato de magnesio ($MgSO_4$) (30 mg/kg, 40 mg/kg, 50 mg/kg) y los que recibieron solución salina en el grupo control. Describieron los parámetros hemodinámicos a los 1, 3 y 5 minutos posteriores a la laringoscopia demostrando una disminución de las presiones (sistólica, diastólica y presión arterial media) en los grupos que recibieron $MgSO_4$, sugiriendo que el uso de Mg a dosis menores a 50 mg/kg puede ser efectivo para reducir la inestabilidad cardiovascular[11].

Su aplicación como coadyuvante durante la intubación de secuencia rápida (ISR) ha sido descrita en diversos estudios, Mi-Hyun Kim et al., compararon la administración de $MgSO_4$ (50 mg/kg) 10 minutos previo al comienzo de la ISR, permitiendo ejecutar el abordaje de vía aérea de manera adecuada[12]. Algunos autores han demostrado su utilidad para la intubación sin el uso de bloqueador neuromuscular (BNM).

Odinofagia post intubación

Dentro de los principales efectos adversos posteriores a la extubación, se posiciona como la más frecuente la odinofagia post intubación (OPI), la cual tiene una incidencia estimada de 18%-65% en los procedimientos de manejo avanzado de la vía aérea. Kamel et al., en su ensayo clínico en 2020 identificaron que el uso de $MgSO_4$ nebulizado (250 mg) en 2,5 mililitros de solución salina disminuye la incidencia y severidad de la OPI durante las primeras 24 h postquirúrgicas[13].

Bloqueadores neuromusculares

Entre los principales beneficios que se han descrito en la literatura del uso de $MgSO_4$ es su utilidad como coadyuvante con bloqueadores neuromusculares y particularmente con el rocuronio, ya que el Mg actúa como un bloqueador de los canales de calcio a nivel presináptico, disminuyendo la liberación de acetilcolina en la placa terminal motora, disminuyendo de

esta manera la excitabilidad de la fibra muscular, traduciéndose en una potenciación del bloqueo neuromuscular. En un metaanálisis realizado por el equipo de Zun et al., en que evaluaron la eficacia del uso de $MgSO_4$ en conjunto con rocuronio, demostraron la prolongación clínica del bloqueo neuromuscular con el uso de magnesio a dosis de 30-60 mg/kg, lo cual logró extender su duración en aquellos estudios en la que su administración se realizó de manera continua en el perioperatorio[14].

Antihipertensivo

El Mg se ha descrito en la literatura como un fármaco antihipertensivo seguro, con una aplicación usual en el período transoperatorio. Entre los múltiples mecanismos propuestos se encuentra la modulación intracelular del tono del músculo liso vascular (MLV) y su interacción antagonista a los canales de calcio extracelular. El Mg compete con el Na^+ por sitio de unión en el MLV, aumentando los niveles de prostaglandinas E, induciendo vasodilatación dependiente de endotelio[15]. Vickovic et al., describieron los efectos en la estabilidad cardiovascular en pacientes hipertensos sometidos a anestesia general posterior a un bolo de 30 mg/kg inmediatamente después de la inducción y manteniéndolos con una perfusión de 10 mg/kg/h. Se revisó registro de parámetros cardiovasculares cada 5 minutos, identificando cambios estadísticamente significativos en los valores de la presión arterial media, sugiriendo al $MgSO_4$ como un adyuvante eficaz para disminuir los cambios hemodinámicos durante el período perioperatorio[16]. Gracias a esta propiedad, el magnesio ha sido empleado como fármaco base para establecer una hipotensión controlada en procedimientos que requieran una reducción en el sangrado transoperatorio.

Broncodilatador

El efecto broncodilatador del $MgSO_4$ se atribuye a diversos mecanismos como el bloqueo de los canales de calcio en el músculo liso de las vías respiratorias y por un efecto antiinflamatorio; así como, la supresión de la liberación de radicales libres y la estabilización de células T. En un metaanálisis para determinar la eficacia del uso del Mg en el tratamiento del asma; todos los pacientes tuvieron tratamiento con β_2 agonistas y esteroide sistémico. En pacientes adultos, la administración intravenosa de $MgSO_4$ fue asociada con una mejoría en la función respiratoria ($p = 0,002$), concluyendo que el uso de este debería considerarse como tratamiento adicional en aquellos pacientes de difícil respuesta al tratamiento base[17].

Antiarrítmico

La terapia antiarrítmica del Mg se describió en los años 30's por Zwillinger et al., durante eventos de taquicardias paroxísticas y extrasístoles ventriculares. Posterior a ello se ha establecido como un seguro antiarrítmico secundario a intoxicación por digoxina y su importante acción terapéutica para la torsade de pointes[18]. Actualmente, se conducen estudios en los que se combina el $MgSO_4$ con un antiarrítmico clase IC para pacientes con fibrilación auricular, como lo demostraron Gilardi et al., que administraron 2 g de $MgSO_4$ y flecainida 2 mg/kg en pacientes que presentaron síntomas de fibrilación auricular FA en el servicio de urgencias, concluyendo que la administración

de $MgSO_4$ puede jugar un papel vital en la cardioversión de fibrilación auricular en servicios de urgencia, por la disminución del consumo de antiarrítmicos y cardioversión eléctrica y una mejor estabilidad de perfil hemodinámico[18].

Analgesia perioperatoria

El magnesio es un antagonista del receptor de N-metil D-aspartato (NMDA) no competitivo con efectos analgésicos, mecanismo similar a otros coadyuvantes anestésicos como la ketamina. Este efecto analgésico está relacionado con la prevención de la sensibilización central causada por la lesión del tejido periférico. Los receptores de NMDA se caracterizan por funciones esenciales a nivel sináptico, regulando el flujo celular de Na^+ y Ca^{2+} y la salida de K^+ . Diversos muestran que su uso perioperatorio mejoran el dolor en diversas disciplinas quirúrgicas. El grupo del Dr. Amor fue de los primeros que lo utilizaron en cirugía general, en una serie de pacientes llevados a cirugía abdominal, utilizando una perfusión de 0,5 g/h posterior a una dosis de bolo de $MgSO_4$ de 50 mg/kg, los cuales mejoraron significativamente tanto el consumo de morfina como la escala del dolor[19]. Por otro lado, Bahía et al., en pacientes sometidos a colecistectomía abierta, realizaron como intervención magnesio en perfusión a 15 mg/kg previo a una dosis de carga de 50 mg/kg a peso ideal, describiendo una mejoría del dolor y comodidad durante la primera hora postquirúrgica; sin embargo, no disminuyó el consumo de opioides de rescate posterior a la cirugía[20]. De las últimas publicaciones en la literatura sobre el uso de magnesio en el perioperatorio, se tiene la del grupo de Choi, un metaanálisis de ensayos clínicos controlados en los que utilizaban el $MgSO_4$ durante el perioperatorio para la analgesia postquirúrgica, con resultados controversiales en los que aunque la mayoría de las revisiones sistemáticas incluidas y el metaanálisis actualizado mostraron una mejora significativa en los resultados relacionados con el dolor después de la cirugía, la evidencia revela una confianza limitada en el efecto beneficioso del magnesio perioperatorio sobre el dolor postquirúrgico[21].

Náusea y vómito

Resultaría sencillo entender el mecanismo por el cual el uso intraoperatorio del $MgSO_4$ beneficiaría en la disminución de la náusea y vómito post quirúrgico (NVPQ), siendo este derivado de su función como ahorrador de opioides. A pesar de ello, diversos estudios en múltiples escenarios no logran exponer una evidencia clara en este contexto. El grupo de Peng-fei Gao et al.[22], en 2020 realizaron un estudio de pacientes sometidas a histeroscopia en el que evaluaron la utilidad del $MgSO_4$ como coadyuvante perioperatorio. En relación con la NVPQ no encontraron diferencias estadísticas, al igual que Wang et al., en pacientes a las que se les practicó cesárea[23]. Aun cuando existe evidencia moderadamente robusta de su escasa utilidad para la NVPQ, diversos autores han puntualizado su beneficio, tal es el caso de Peng et al., quienes estudiaron en 2018 el uso de $MgSO_4$ en intervenciones ortopédicas en 535 pacientes y describieron una menor incidencia [RR(0,32)][24]. En cirugía bariátrica Fathy et al.[25], evaluaron el uso de la inyección pilórica con lidocaína simple al 2% (100 mg) más $MgSO_4$ (100 mg) demostrando una disminución de la incidencia de NVPQ significativa ($p = 0,0001$).

Anestesia regional

Entre las nuevas tendencias en anestesia regional, la que ha manifestado un mayor crecimiento son los bloqueos guiados con ultrasonido. La aplicación de anestésicos locales para dichos bloqueos se ha vinculado con una mejoría en analgesia en comparación con aquella basada únicamente en opioides. A pesar de ello existe una limitación importante que es la duración del efecto, la cual se traduce en un control del dolor postoperatorio insuficiente.

El uso de fármacos adyuvantes se refiere a la administración de agentes junto con anestésicos locales alrededor de un nervio periférico, plexo o plano fascial con el objetivo de mejorar las propiedades de analgesia y duración del bloqueo. Nuevamente el uso de $MgSO_4$ se ha posicionado como uno de los principales adyuvantes, el mecanismo propuesto tras su administración perineural es su acción sobre la carga divalente positiva en la membrana neuronal[7].

En un metaanálisis publicado por Mengzhu Li et al.[26], para determinar la eficacia y seguridad del $MgSO_4$ como adyuvante en bloqueos periféricos, se evaluaron 493 pacientes en los que demostraron una mayor duración de analgesia posoperatoria, al igual que mayor duración de bloqueo sensitivo y motor ($p = < 0,0001$) y una instauración más rápida del bloqueo motor ($p = 0,001$). A pesar de estos resultados, algunos pacientes requirieron analgesia complementaria por el tiempo de instauración del bloqueo sensitivo.

Entre los bloqueos más habituales en la práctica se encuentran: el bloqueo del plano transversal abdominal (TAP), bloqueos de plexo braquial, bloqueo de nervio femoral, ciático y poplíteo, al igual que bloqueos paravertebrales y bloqueo del cuadrado lumbar (BCL). En un estudio publicado por Peng et al., comprobaron la disminución de consumo de opioides, una mejoría en analgesia y satisfacción ($p = < 0,05$) del BCL al utilizar $MgSO_4$ (200-400 mg) en combinación con ropivacaína[27]. Para los bloqueos de miembro inferior, en especial el bloqueo femoral, Hossan et al., encontraron una disminución en el consumo de AINEs y una mejoría en la analgesia postquirúrgica al combinar bupivacaína con 500 mg de $MgSO_4$ [28]. Es mandatorio el tener que equilibrar el beneficio y posibles daños de amalgamar adyuvantes con AL, como el bloqueo motor prolongado hasta una neurotoxicidad.

Neuroprotección

Vasoespasma cerebral

El vasoespasma cerebral (VEC) posee una incidencia alrededor del 65%-70% de los pacientes con hemorragia subaracnoidea aneurismática, posicionándola como una de las etiologías principales de mortalidad en estos pacientes[29]. De los estudios realizados en la última década han demostrado el uso de $MgSO_4$ para disminuir el VEC mediante el bloqueo de receptores NMDA y antagonismo de los canales de Ca^{2+} dependientes de voltaje[30]. Para lograr dicho efecto se requiere la ingesta de dosis de 64 mmol/día[29].

Hemorragia subaracnoidea

Los pacientes con hemorragia subaracnoidea sometidos a clipaje quirúrgico u oclusión endovascular pueden desarrollar isquemia cerebral retardada siendo esta la principal causa de

muerte y déficit neurológico. Existe evidencia actual sobre la aplicación de $MgSO_4$ y la disminución del riesgo de isquemia cerebral retardada, así lo describió Golan et al.[31], en un metaanálisis que incluyeron 2.401 pacientes. En 2022 Hong-Ba et al., condujeron un estudio para actualizar los resultados de estudios previos del uso de $MgSO_4$ y realizar un análisis exploratorio de las estrategias de aplicación, incluyendo 28 estudios previos, de los cuales se demostró una disminución en el riesgo de ICR ($p = 0,01$) al igual que un decremento en la presencia de VEC ($p = 0,01$) y analizando un subgrupo en el que se aplicó $MgSO_4$ junto con hidrogeno intravenoso encontraron resultados positivos en la recuperación del paciente ($p = 0,01$)[32].

Pacientes obstétricas

La preeclampsia complica aproximadamente del 2%-8% de los embarazos e incrementa el riesgo de desarrollar eclampsia en especial en aquellas pacientes con preeclampsia con criterios de severidad[33]. El sulfato de magnesio se ha usado en la obstetricia como pilar en el tratamiento de la preeclampsia y eclampsia en la prevención y control de las convulsiones, disminuyendo 50% el riesgo de presentar eclampsia en las pacientes con preeclampsia[34], siendo imprescindible en el manejo debido a la gran morbimortalidad que presentan estas patologías.

Dentro de sus efectos adversos debido a ser relajante del musculo liso se tiene la abolición de reflejos osteotendinosos (al tener niveles de 10 mEq/L), depresión respiratoria (15 mEq/L) y el paro cardiaco (> 15 mEq/L)[33]. Debido a ello, a lo largo de la historia se han implementado diferentes esquemas para lograr el efecto terapéutico esperado con el menor riesgo de presentar eventos adversos; dentro de los más señalados tenemos el esquema Pritchard (10 g intramuscular de inicio combinados con una dosis de carga intravenosa de 4 g, con 5 g intramuscu-

lar cada 4 h como mantenimiento)[35], Zuspan (4 g de impregnación en 5 minutos intravenoso más 10 g intramusculares con una dosis de mantenimiento de 1 g/h)[36], Zuspan modificado (4 g de impregnación diluidos en 250 cc en 20 minutos intravenoso con una dosis de mantenimiento de 1 g/h) y Sibai (6 g de impregnación con una dosis de mantenimiento de 2 g/h)[37]. Hoy en día el más utilizado es el esquema de Zuspan modificado debido a que se alcanza el efecto terapéutico deseado y la seguridad que ha demostrado en cuanto a los efectos adversos[33].

En la Tabla 3, se describen las diversas dosificaciones de $MgSO_4$ en los principales escenarios clínicos.

Contraindicaciones

Existen diversos factores a considerar previo a la administración del $MgSO_4$ principalmente a nivel renal y neuromuscular; la falla renal establece una disminución en la tasa de excreción, traduciéndolo en un supuesto escenario fisiológico a uno de toxicidad. En pacientes con enfermedad neuromuscular, como miastenia gravis, el $MgSO_4$ inhibe la liberación de acetilcolina, lo que podría determinar un deterioro significativo de la función motora[38].

Efectos adversos

El espectro de los efectos adversos del $MgSO_4$ posterior a su administración se encuentran asociadas a su impacto a nivel neuromuscular y cardiovascular, de los cuales los más frecuentes que se cita en la literatura son: hipotensión, vasodilatación, disminución de los reflejos, dolor abdominal, diarrea, flatulencia y entre las reacciones críticas se describen la falla cardiovascular, depresión respiratoria, hipotermia, depresión de la función cardiaca y edema pulmonar[39].

Tabla 3. Dosificación del $MgSO_4$

Indicación	Dosis carga (mg/kg)	Perfusión mg/kg/h
Analgesia		
Perioperatoria	20-50	5-15
TIVA	30-50	10-20
Epidural analgesia	100 mg * Dosis total	
Bloqueos periféricos	200 mg* Dosis total	
Sedación		
IV	20-50	5-20
Relajante muscular		
Intubación traqueal	30	
Laringoespasma	15	40-50
Broncoespasma	50-100	
Protección a órganos		
Neuroprotección	250	
Eclampsia	4-5 g	1 g/h
Arritmias		
Torsada de Points	1-2 g	

Tabla 4. Intoxicación por magnesio

Niveles Séricos	Síntomas	Signos
4-6 mEq/L	Cefalea, Náusea-Vómito, Letargo	Reflejos tendinosos disminuidos - Hipotensión
6-10 mEq/L	Cefalea, Náusea-Vómito, Letargo	Ausencia de reflejos tendinosos - Bradicardia -Hipotensión
> 10 mEq/L		Coma, parálisis, falla respiratoria e infarto cardíaco

Toxicidad

La toxicidad derivada de la administración ó concentraciones elevadas de Mg. A concentraciones por encima de los 6 mEq/L, los cambios electrocardiográficos como la prolongación del PR, ensanchamiento del QRS y ondas T picadas son más evidentes, ocurriendo el escenario crítico de falla cardíaca con niveles séricos por encima de 10 mEq /dl[40]. En la Tabla 3, se describen la sintomatología dependiendo de la concentración plasmática de Mg. El abordaje terapeutico para la intoxicación por Mg incluye: administración de calcio, diuresis o hemodilisis para paciente con falla renal, siendo la dosis clásica de gluconato de calcio es de 1-2 g durante 5 a 10 minutos en hipermagnesemia sintomática[40]. Manteniendo una estrecha vigilancia en el soporte ventilatorio y cardiovascular en aquellos escenarios de hipermagnesemia grave. En la Tabla 4, se describen signos y síntomas según la concentración plasmática de magnesio.

Conclusiones

El MgSO₄ es una agente eficaz, seguro y con diversos roles sistémicos de gran utilidad para el anestesiólogo. Su correcta aplicación y dosificación dependerá del escenario al que se encuentre su operador y las condiciones basales del paciente. A pesar de ello investigaciones adicionales son requeridas para establecer guías o consensos adecuados en su manejo para los actuales retos del anestesiólogo.

Referencias

- Gröber U. Magnesium and Drugs. *Int J Mol Sci.* 2019 Apr;20(9):2094. <https://doi.org/10.3390/ijms20092094> PMID:31035385
- Saris NE, Mervaala E, Karppanen H, Khawaja JA, Lewenstam A. Magnesium. An update on physiological, clinical and analytical aspects. *Clin Chim Acta.* 2000 Apr;294(1-2):1–26. [https://doi.org/10.1016/S0009-8981\(99\)00258-2](https://doi.org/10.1016/S0009-8981(99)00258-2) PMID:10727669
- Dacey MJ. Hypomagnesemic disorders [viii.]. *Crit Care Clin.* 2001 Jan;17(1):155–73. [https://doi.org/10.1016/S0749-0704\(05\)70157-3](https://doi.org/10.1016/S0749-0704(05)70157-3) PMID:11219227
- Ahmed F, Mohammed A. Magnesium: The Forgotten Electrolyte-A Review on Hypomagnesemia. *Med Sci (Basel).* 2019 Apr;7(4):56. <https://doi.org/10.3390/medsci7040056> PMID:30987399
- Al Alawi AM, Majoni SW, Falhammar H. Magnesium and Human Health: Perspectives and Research Directions. *Int J Endocrinol.* 2018 Apr;2018:9041694. <https://doi.org/10.1155/2018/9041694> PMID:29849626
- Ayuk J, Gittoes NJ. Contemporary view of the clinical relevance of magnesium homeostasis. *Ann Clin Biochem.* 2014 Mar;51(Pt 2):179–88. <https://doi.org/10.1177/0004563213517628> PMID:24402002
- Touyz RM. Magnesium in clinical medicine. *Front Biosci.* 2004 May;9(1-3):1278–93. <https://doi.org/10.2741/1316> PMID:14977544
- Herroeder S, Schönherr ME, De Hert SG, Hollmann MW, Warner DS. Magnesium—essentials for anesthesiologists. *Anesthesiology.* 2011 Apr;114(4):971–93. <https://doi.org/10.1097/ALN.0b013e318210483d> PMID:21364460
- Bamgbade OA. Preoperative bowel preparation complicated by lethal hypermagnesaemia and acute nephropathy. *Niger Postgrad Med J.* 2017;24(4):254–6. https://doi.org/10.4103/npmj.npmj_145_17 PMID:29355167
- Aglio LS, Stanford GG, Maddi R, Boyd JL 3rd, Nussbaum S, Chernow B. Hypomagnesemia is common following cardiac surgery. *J Cardiothorac Vasc Anesth.* 1991 Jun;5(3):201–8. [https://doi.org/10.1016/1053-0770\(91\)90274-W](https://doi.org/10.1016/1053-0770(91)90274-W) PMID:1863738
- Honarmand A, Safavi M, Badiei S, Daftari-Fard N. 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):79–84. <https://doi.org/10.4103/2279-042X.154365> PMID:25984545
- 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 Nov;27(7):595–601. <https://doi.org/10.1016/j.jclina-ne.2015.07.002> PMID:26315876
- 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):168–71. <https://doi.org/10.4103/0970-9185.173367> PMID:27275043
- 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 Jul;49(7):3000605211027736. <https://doi.org/10.1177/03000605211027736> PMID:34311594
- Patni N, Fatima M, Lamis A, Siddiqui SW, Ashok T, Muhammad A. Magnesium and Hypertension: Decoding Novel Anti-hypertensives. *Cureus.* 2022 Jun;14(6):e25839. PMID:35836446
- Vickovic S, Pjevic M, Uvelin A, Pap D, Nikolic D, Lalic I. Magnesium Sulfate as an Adjuvant to Anesthesia in Patients with Arterial Hypertension. *Acta Clin Croat.* 2016 Sep;55(3):490–6. <https://doi.org/10.20471/acc.2016.55.03.20> PMID:29046015
- Shan Z, Rong Y, Yang W, Wang D, Yao P, Xie J, et al. Intravenous and nebulized magnesium sulfate for treating acute asthma in adults and children: a systematic review and meta-analysis. *Respir Med.* 2013 Mar;107(3):321–30. <https://doi.org/10.1016/j.rmed.2012.12.001> PMID:23290189
- Gilardi E, Pomero F, Ravera E, Piccioni A, Santoro MC, Bonadia N, et al. Intravenous Magnesium Sulfate Reduces the Need for An-

- tiarrhythmics during Acute-Onset Atrial Fibrillation in Emergency and Critical Care. *J Clin Med*. 2022 Sep;11(19):5527. <https://doi.org/10.3390/jcm11195527> PMID:36233391
19. Benhaj Amor M, Barakette M, Dhahri S, Ouezini R, Lamine K, Jebali A, et al. [Effect of intra and postoperative magnesium sulphate infusion on postoperative pain]. *Tunis Med*. 2008 Jun;86(6):550–5. PMID:19216446
 20. Bhatia A, Kashyap L, Pawar DK, Trikha A. Effect of intraoperative magnesium infusion on perioperative analgesia in open cholecystectomy. *J Clin Anesth*. 2004 Jun;16(4):262–5. <https://doi.org/10.1016/j.jclinane.2003.08.012> PMID:15261316
 21. Choi GJ, Kim YI, Koo YH, Oh HC, Kang H. Perioperative Magnesium for Postoperative Analgesia: An Umbrella Review of Systematic Reviews and Updated Meta-Analysis of Randomized Controlled Trials. *J Pers Med*. 2021 Dec;11(12):1273. <https://doi.org/10.3390/jpm11121273> PMID:34945745
 22. Gao PF, Lin JY, Wang S, Zhang YF, Wang GQ, Xu Q, et al. Antinociceptive effects of magnesium sulfate for monitored anesthesia care during hysteroscopy: a randomized controlled study. *BMC Anesthesiol*. 2020 Sep;20(1):240. <https://doi.org/10.1186/s12871-020-01158-9> PMID:32957926
 23. Wang SC, Pan PT, Chiu HY, Huang CJ. Neuraxial magnesium sulfate improves postoperative analgesia in Cesarean section delivery women: A meta-analysis of randomized controlled trials. *Asian J Anesthesiol*. 2017 Sep;55(3):56–67. <https://doi.org/10.1016/j.aja.2017.06.005> PMID:28797894
 24. Peng YN, Sung FC, Huang ML, Lin CL, Kao CH. The use of intravenous magnesium sulfate on postoperative analgesia in orthopedic surgery: A systematic review of randomized controlled trials. *Medicine (Baltimore)*. 2018 Dec;97(50):e13583. <https://doi.org/10.1097/MD.00000000000013583> PMID:30558026
 25. Fathy M, Abdel-Razik MA, Elshobaky A, Emile SH, El-Rahmawy G, Farid A, et al. Impact of Pyloric Injection of Magnesium Sulfate-Lidocaine Mixture on Postoperative Nausea and Vomiting After Laparoscopic Sleeve Gastrectomy: a Randomized-Controlled Trial. *Obes Surg*. 2019 May;29(5):1614–23. <https://doi.org/10.1007/s11695-019-03762-2> PMID:30734195
 26. Li M, Jin S, Zhao X, Xu Z, Ni X, Zhang L, et al. Does Magnesium Sulfate as an Adjuvant of Local Anesthetics Facilitate Better Effect of Perineural Nerve Blocks?: A Meta-analysis of Randomized Controlled Trials. *Clin J Pain*. 2016 Dec;32(12):1053–61. <https://doi.org/10.1097/AJP.0000000000000356> PMID:26889623
 27. Peng Q, Yang X, Li J, You Y, Zhao XC. The Effect of the Magnesium Sulfate in Ultrasound-Guided Quadratus Lumborum Block on Postoperative Analgesia: A Randomized Controlled Trial. *Pain Ther*. 2023 Feb;12(1):141–50. <https://doi.org/10.1007/s40122-022-00436-3> PMID:36227421
 28. Elshamaa HA, Ibrahim M, Eldesuky H. Magnesium sulfate in femoral nerve block, does postoperative analgesia differ? A comparative study. *Egypt J Anaesth*. 2014;30(2):169–73. <https://doi.org/10.1016/j.ejga.2013.10.005>
 29. Xue W, You J, Su Y, Wang Q. The Effect of Magnesium Deficiency on Neurological Disorders: A Narrative Review Article. *Iran J Public Health*. 2019 Mar;48(3):379–87. <https://doi.org/10.18502/ijph.v48i3.880> PMID:31223564
 30. Lozada-Martinez ID, Padilla-Durán TJ, González-Monterroza JJ, Aguilar-Espinosa DA, Molina-Perea KN, Camargo-Martinez W, et al. Basic considerations on magnesium in the management of neurocritical patients. *J Neurocrit Care*. 2021;14(2):78–87. <https://doi.org/10.18700/jnc.210018>
 31. Golan E, Vasquez DN, Ferguson ND, Adhikari NK, Scales DC. Prophylactic magnesium for improving neurologic outcome after aneurysmal subarachnoid hemorrhage: systematic review and meta-analysis. *J Crit Care*. 2013 Apr;28(2):173–81. <https://doi.org/10.1016/j.jcrc.2012.07.001> PMID:23192249
 32. Ba XH, Wang XD, Dai YY. Inhibition of Delayed Cerebral Ischemia by Magnesium Is Insufficient for Subarachnoid Hemorrhage Patients: A Network Meta-Analysis. *Evid Based Complement Alternat Med*. 2022 Aug;2022:9357726. <https://doi.org/10.1155/2022/9357726> PMID:36065271
 33. Gestational Hypertension and Preeclampsia. Gestational Hypertension and Preeclampsia: ACOG Practice Bulletin, Number 222. *Obstet Gynecol*. 2020 Jun;135(6):e237–60. <https://doi.org/10.1097/AOG.0000000000003891> PMID:32443079
 34. Duley L, Matar HE, Almerie MQ, Hall DR. Alternative magnesium sulphate regimens for women with pre-eclampsia and eclampsia. *Cochrane Database Syst Rev*. 2010 Aug;2010(8):CD007388. <https://doi.org/10.1002/14651858.CD007388.pub2> PMID:20687086
 35. Pritchard JA. The use of the magnesium ion in the management of eclamptogenic toxemias. *Surg Gynecol Obstet*. 1955 Feb;100(2):131–40. PMID:13238166
 36. Zuspan FP. Problems encountered in the treatment of pregnancy-induced hypertension. A point of view. *Am J Obstet Gynecol*. 1978 Jul;131(6):591–7. [https://doi.org/10.1016/0002-9378\(78\)90816-5](https://doi.org/10.1016/0002-9378(78)90816-5) PMID:686045
 37. Sibai BM. Magnesium sulfate is the ideal anticonvulsant in preeclampsia-eclampsia. *Am J Obstet Gynecol*. 1990 May;162(5):1141–5. [https://doi.org/10.1016/0002-9378\(90\)90002-O](https://doi.org/10.1016/0002-9378(90)90002-O) PMID:2288560
 38. Nagre AS, Kabade A, Chaudhari M. Perioperative management of myasthenia gravis patient for off pump coronary artery bypass surgery and thymectomy. *Ann Card Anaesth*. 2022;25(2):236–9. https://doi.org/10.4103/aca.aca_273_20 PMID:35417980
 39. Ray E, Mohan K, Ahmad S, Wolf MT. Physiology of a Forgotten Electrolyte-Magnesium Disorders. *Adv Kidney Dis Health*. 2023 Mar;30(2):148–63. <https://doi.org/10.1053/j.akdh.2022.12.001> PMID:36868730
 40. Angkananard T, Anothaisintawee T, Eursiriwan S, Gorelik O, McEvoy M, Attia J, et al. The association of serum magnesium and mortality outcomes in heart failure patients: A systematic review and meta-analysis. *Medicine (Baltimore)*. 2016 Dec;95(50):e5406. <https://doi.org/10.1097/MD.0000000000005406> PMID:27977579