



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO  
FACULTAD DE MEDICINA

**INSTITUTO MEXICANO DEL SEGURO SOCIAL**

DIRECCIÓN DE PRESTACIONES MÉDICAS

CENTRO MÉDICO NACIONAL SIGLO XXI

U.M.A.E. HOSPITAL DE ESPECIALIDADES "DR. BERNARDO SEPÚLVEDA  
GUTIÉRREZ"



**SERVICIO DE ANESTESIOLOGÍA**

PROTOCOLO DE INVESTIGACIÓN

**ESTABILIDAD HEMODINÁMICA CON EL USO DE SULFATO DE MAGNESIO EN  
PACIENTES SOMETIDOS A CIRUGÍA OFTALMOLÓGICA**

**TESIS PARA OBTENER EL GRADO DE:**

**MÉDICO ESPECIALISTA EN ANESTESIOLOGÍA**

**ALUMNA:**

**Dra. Fernanda Itzel Esquivel Ruiz**

H.E. C.M.N. S.XXI, 56276900 ext. 21607, feriinandae@gmail.com

**ASESORES:**

**Dr. Jorge Octavio Fernández García**

H.E. C.M.N. S.XXI, 56276900 ext. 21607, tavo\_fernandez@hotmail.com

**Dr. Antonio Castellanos Olivares**

H.E. C.M.N. S.XXI, 56276900 ext. 21607, antonio55\_0654@hotmail.com

**Dra. Petra Isidora Vásquez Márquez**

H.E. C.M.N. S.XXI, 56276900 ext. 21607, isilife\_doc@hotmail.com

**AGOSTO 2022**



Universidad Nacional  
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

**Biblioteca Central**



**UNAM – Dirección General de Bibliotecas**  
**Tesis Digitales**  
**Restricciones de uso**

**DERECHOS RESERVADOS ©**  
**PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

**ESTABILIDAD HEMODINÁMICA CON EL USO DE SULFATO DE MAGNESIO EN PACIENTES  
SOMETIDOS A CIRUGÍA OFTALMOLÓGICA**

R-2022-3601-041

**HOJA RECOLECTORA DE FIRMAS DE AUTORIZACIÓN**



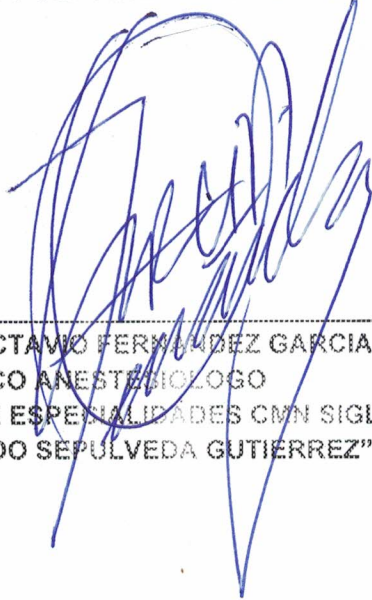
---

**DRA. VICTORIA MENDOZA ZUBIETA  
JEFE DE LA DIVISION DE EDUCACION EN SALUD  
UMAE HOSPITAL DE ESPECIALIDADES CMN SIGLO XXI  
"DR BERNARDO SEPULVEDA GUTIERREZ"**



---

**DR. ANTONIO CASTELLANOS OLIVARES  
JEFE DE SERVICIO Y PROFESOR TITULAR DE ANESTESIOLOGIA  
UMAE HOSPITAL DE ESPECIALIDADES CMN SIGLO XXI  
"DR BERNARDO SEPULVEDA GUTIERREZ"**



---

**DR. JORGE OCTAVIO FERNANDEZ GARCIA  
MEDICO ANESTESIOLOGO  
UMAE HOSPITAL DE ESPECIALIDADES CMN SIGLO XXI  
"DR BERNARDO SEPULVEDA GUTIERREZ"**



INSTITUTO MEXICANO DEL SEGURO SOCIAL  
DIRECCIÓN DE PRESTACIONES MÉDICAS



**Dictamen de Aprobado**

Comité Local de Investigación en Salud 3601.  
HOSPITAL DE ESPECIALIDADES DR. BERNARDO SEPULVEDA GUTIERREZ, CENTRO MEDICO NACIONAL SIGLO XXI

Registro COFEPRIS 17 CI 09 015 034  
Registro CURBIOTICA CONBIOETICA 09 CEI 023 2017082

FECHA Jueves, 07 de abril de 2022

**Dr. JORGE OCTAVIO FERNANDEZ GARCIA**

**PRESENTE**

Tengo el agrado de notificarle, que el protocolo de investigación con título **ESTABILIDAD HEMODINÁMICA CON EL USO DE SULFATO DE MAGNESIO EN PACIENTES SOMETIDOS A CIRUGÍA OPTALMOLÓGICA** que sometió a consideración para evaluación de este Comité, de acuerdo con las recomendaciones de sus integrantes y de los revisores, cumple con la calidad metodológica y los requerimientos de ética y de investigación, por lo que el dictamen es **APROBADO**:

Número de Registro Institucional  
P-2022-3601-041

De acuerdo a la normativa vigente, deberá presentar en junio de cada año un informe de seguimiento técnico acerca del desarrollo del protocolo a su cargo. Este dictamen tiene vigencia de un año, por lo que en caso de ser necesario, requerirá solicitar la reaprobación del Comité de Investigación, al término de la vigencia del mismo.

ATENCIÓN

**Dr. Carlos Fredy Cuevas García**  
Presidente del Comité Local de Investigación en Salud No. 3601

Impreso

**IMSS**  
SEGURIDAD Y SALUD PARA TODOS

## **AGRDECIMIENTOS Y DEDICATORIA**

A mi familia, en especial a mi hijo quien fue el motor mas grande e importante para concluir la especialidad, por esperarme y comprender mi ausencia. Gracias por siempre darme amor y motivos necesarios para continuar. Este logro es de los dos, te amo con todo mi corazón!.

A mis padres quienes siempre han sido un pilar importante en mi vida y carrera profesional, por esos consejos, apoyo y palabras de aliento que siempre tuvieron para mi en los momentos más difíciles. Gracias por siempre ir de la mano conmigo y ayudarme a hacer posible este gran sueño. Muchas gracias por creer en mi. Los amo!

A mi hermana quien siempre tuvo las palabras adecuadas para animarme y confortarme, por siempre creer en que lo lograría y darme su apoyo incondicional. Te amo!

Agradezco al Dr. Jorge Octavio Fernández García por su apoyo, tiempo y disposición para permitirme realizar este trabajo de investigación.

## ÍNDICE

<b>TEMA</b>	<b>PÁGINA</b>
RESUMEN	6
HOJA DE IDENTIFICACIÓN DE LOS INVESTIGADORES	7
ANTECEDENTES	8
JUSTIFICACIÓN	14
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	15
OBJETIVOS	15
HIPÓTESIS	15
MATERIAL Y MÉTODOS	16
TAMAÑO DE LA MUESTRA	16
CRITERIOS DE SELECCIÓN	17
DESCRIPCIÓN DE LAS VARIABLES	18
PROCEDIMIENTOS	20
ANÁLISIS ESTADÍSTICO Y RESULTADOS	20
RECURSOS	21
CONSIDERACIONES ÉTICAS	21
RESULTADOS	22
DISCUSIÓN	38
CONCLUSIÓN	41
CRONOGRAMA	42
INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN	43
CONSENTIMIENTO INFORMADO	44
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	45

## RESUMEN

**Título del protocolo:** Estabilidad hemodinámica con el uso de sulfato de magnesio en pacientes sometidos a cirugía oftalmológica.

**Antecedentes:** En la actualidad la mayoría de las cirugías oftalmológicas electivas se realizan con una técnica anestésica tópica o regional, combinada con cuidados de anestesia monitoreada. La hipertensión preexistente puede inducir una variedad de respuestas cardiovasculares que potencialmente aumentan el riesgo de cirugía. La hipotensión intraoperatoria se asocia con un mayor riesgo de mortalidad y/o infarto de miocardio.

La aplicación del sulfato de magnesio se ha ido incrementando, se ha demostrado que es importante por su efecto hipotensor, es además un medicamento de mejor control y más económico que algunos antihipertensivos orales y parenterales. Su facilidad de administración y de bajo costo puede convertirlo en una opción preferible en muchos pacientes.

**Objetivo:** Comparar la estabilidad hemodinámica con el empleo o no de sulfato de magnesio en pacientes sometidos a cirugía oftalmológica.

**Material y métodos:** por medio de un diseño retrospectivo, longitudinal y correlacional, se comparó la repercusión hemodinámica en pacientes sometidos a cirugía oftalmológica en quienes se administró o no sulfato de magnesio del Hospital de Especialidades "Dr. Bernardo Sepúlveda Gutiérrez" del Centro Médico Nacional Siglo XXI, en la población intervenida durante seis meses, siendo su muestreo no probabilístico. Otras variables además de las cifras tensionales, tomados basal, transquirúrgico y al final de la cirugía, fueron la edad, sexo, diagnóstico quirúrgico, IMC, SC, ASA, TFG, tiempo de cirugía, comorbilidad, variables hemodinámicas. Fue analizado con estadística descriptiva, mediante obtención de media y la desviación estándar para las variables cuantitativas y el cálculo de frecuencias absolutas y relativas para las variables cualitativas, e inferencial con correlación de Pearson, siendo  $p < 0.05$  para rechazo de hipótesis nula; Una vez recolectada la información, se vaciaron en una base de datos para su posterior análisis estadístico con el sistema IBM SPSS v.27.1, su interpretación, redacción y difusión de los resultados obtenidos, así como la discusión y conclusiones obtenidas del presente estudio.

**Recursos.** Se cuenta con asesores de tesis que tienen conocimiento en metodología, así como espacios asignados para la investigación dentro del Hospital de Especialidades "Dr. Bernardo Sepúlveda Gutiérrez" del Centro Médico Nacional Siglo XXI, con área de archivo clínico.

Experiencia del grupo: Los asesores metodológicos y estadísticos de esta tesis cuentan con el posgrado de investigación clínica y estadística clínica y experiencia en la elaboración de protocolos de esta línea de investigación.

**Tiempo en el que se llevó a cabo el estudio:** 6 meses retrospectivo, a partir de la fecha de emisión del "Dictamen de Autorizado".

**Resultados:** Se evaluaron 260 sujetos, en el 45.8 % se utilizó sulfato de magnesio. La población presentó una media para edad de 58.9 años, peso de 69.4 kg, talla de 1.59 m, IMC de 27.25 kg/m<sup>2</sup> y superficie corporal de 1.86 m<sup>2</sup>. El 85.4 % de los sujetos reportaron comorbilidades. El principal diagnóstico reportado fue desprendimiento de retina en el 24.2 % de los casos, mientras que el principal procedimiento quirúrgico realizado fue facovitrectomía en el 35.8 % de los casos. El principal medicamento utilizado en los sujetos fue fentanilo en el 96.6 % de los sujetos, seguido de propofol en el 79.2 % de los sujetos.

**Conclusiones:** El uso de sulfato de magnesio disminuyó las cifras de tensión arterial y frecuencia cardíaca sin alterar la estabilidad hemodinámica. El sulfato de magnesio disminuyó las cifras de dióxido de carbono al final de la espiración, incrementó la frecuencia respiratoria y mantuvo la saturación de oxígeno durante el periodo transoperatorio.





## ANTECEDENTES

En la actualidad la cirugía de cataratas es uno de los procedimientos más comunes que requieren cuidados anestésicos. Otros tipos de cirugía ocular electiva incluyen cirugía de glaucoma intraocular y cirugía vitreoretiniana. La mayoría de las cirugías oftalmológicas electivas se realizan con una técnica anestésica tópica o regional, combinada con cuidados de anestesia monitoreada.<sup>1</sup>

Aunque muchos pacientes con afectación oftalmológica son adultos mayores con comorbilidades como diabetes, hipertensión, obesidad o enfermedad pulmonar obstructiva crónica (EPOC), existen pocas condiciones que impidan la cirugía para aquellos que pueden tolerar la posición para realizar el procedimiento.<sup>2</sup>

Además de señalar los medicamentos orales administrados crónicamente al paciente, el anestesiólogo debe ser consciente de los posibles efectos sistémicos de las gotas para los ojos administradas crónicamente. Los antagonistas de los receptores beta adrenérgicos no selectivos oftálmicos, como el timolol y el carteolol, pueden provocar una disminución de la frecuencia cardíaca y un aumento de la resistencia vascular sistémica, o una disminución del volumen espiratorio forzado en un segundo (FEV<sub>1</sub>). Los efectos sistémicos relevantes de otras soluciones oftálmicas incluyen un aumento de la frecuencia cardíaca o la presión arterial con agonistas muscarínicos como la pilocarpina, aumento de la presión arterial con fenilefrina, disminución de la presión arterial con gotas que tienen efectos agonistas alfa-2 adrenérgicos.<sup>4</sup>

Los monitores estándar de la American Society of Anesthesiologists (ASA) (incluida la capnografía para sedación moderada o profunda) deben utilizarse durante la realización del bloqueo regional, así como durante la cirugía.<sup>6</sup> El anestesiólogo debe estar atento a la evidencia del reflejo oculocardíaco (que produce bradicardia o asistolia).<sup>47</sup>

El oxígeno suplementario se administra con frecuencia en el momento de la sedación inicial y durante el bloqueo. Se administran opioides y/o sedantes con una acción de corta duración inmediatamente antes del bloqueo regional para reducir o eliminar el dolor de la inserción de la aguja y la inyección del anestésico local. El objetivo de la sedación es minimizar la ansiedad al tiempo que proporciona el máximo grado de seguridad.<sup>47</sup>

Un pequeño porcentaje de pacientes adultos que se someten a cataratas u otros tipos de cirugía ocular electiva requieren anestesia general. Durante la anestesia general para cirugía ocular, se mantiene un plano profundo de anestesia para evitar laringoespasma, tos u otros movimientos que pueden causar lesión ocular directa y / o aumentar la presión intraocular.<sup>47</sup>

Durante la cirugía oftalmológica las manifestaciones del reflejo oculocardíaco ocurren comúnmente cuando se aplica presión a los músculos extraoculares. Este reflejo puede ocurrir durante la inyección de anestesia local o durante el procedimiento quirúrgico en sí. El tratamiento incluye detener el estímulo, si esto no es efectivo, se administra un medicamento anticolinérgico (Atropina o glicopirrolato), su administración modificaría la hemodinamia de nuestro paciente.<sup>47</sup>

La hipertensión preexistente es la razón médica más común para posponer la cirugía. Es bien sabido que la hipertensión es un factor de riesgo de catástrofe cardiovascular, un riesgo que lógicamente se extiende al período perioperatorio.<sup>8</sup>

### **Respuesta de la presión arterial durante la anestesia**

La activación simpática durante la inducción de la anestesia puede hacer que la presión arterial aumente de 20 a 30 mmHg y la frecuencia cardíaca de 15 a 20 latidos por minuto en individuos normotensos. Estas respuestas pueden ser más pronunciadas en pacientes con hipertensión no tratada en quienes la presión arterial sistólica puede aumentar en 90 mmHg y la frecuencia cardíaca en 40 latidos por minuto.<sup>9</sup>

La presión arterial media tiende a descender a medida que avanza el período de anestesia debido a una variedad de factores, incluidos los efectos directos del anestésico, la inhibición del sistema nervioso

simpático y la pérdida del control reflejo barorreceptor de la presión arterial. Estos cambios pueden resultar en episodios de hipotensión intraoperatoria. Los pacientes con hipertensión preexistente tienen más probabilidades de experimentar labilidad de la presión arterial intraoperatoria (ya sea hipotensión o hipertensión), que puede conducir a isquemia miocárdica.<sup>10</sup>

La presión arterial y la frecuencia cardíaca aumentan lentamente a medida que los pacientes se recuperan de los efectos de la anestesia durante el período posoperatorio inmediato. Los individuos hipertensos, en particular, pueden experimentar aumentos significativos en estos parámetros.<sup>11</sup>

### **Riesgos perioperatorios asociados a hipertensión**

La hipertensión preexistente puede inducir una variedad de respuestas cardiovasculares que potencialmente aumentan el riesgo de cirugía, incluida la disfunción diastólica por hipertrofia ventricular izquierda, disfunción sistólica que conduce a insuficiencia cardíaca congestiva, insuficiencia renal y enfermedad cerebrovascular y oclusiva coronaria. El nivel de riesgo depende de la gravedad de la hipertensión. Además, todavía no está claro si posponer la cirugía para lograr el control de la presión arterial conducirá a una reducción del riesgo cardíaco.<sup>12</sup>

Un estudio encontró que los pacientes con hipertensión severa no tratada (presiones sistólica y diastólica promedio de 211 y 105 mmHg, respectivamente) tenían respuestas hipotensivas exageradas a la inducción de la anestesia y respuestas hipertensivas marcadas a estímulos nocivos.<sup>13</sup> Los pacientes con hipertensión bien controlada respondieron de manera similar a los sujetos normotensos. Otros estudios han encontrado que una presión diastólica superior a 110 mmHg inmediatamente antes de la cirugía se asocia con una serie de complicaciones que incluyen arritmias, isquemia e infarto de miocardio, complicaciones neurológicas e insuficiencia renal.<sup>9</sup>

Los pacientes con hipertensión menos marcada (presión diastólica inferior a 110 mmHg) no parecen tener un mayor riesgo operatorio.<sup>10</sup> No es necesario retrasar la cirugía electiva en pacientes con hipertensión siempre que la presión arterial diastólica sea inferior a 110 mmHg y la presión arterial intraoperatoria y posoperatoria se controle cuidadosamente para prevenir episodios hipertensivos o hipotensivos.<sup>10</sup> Por otro lado, cuando la hipertensión ha causado una enfermedad de órganos diana, como insuficiencia cardíaca congestiva e insuficiencia renal, la probabilidad de un resultado cardíaco adverso en el período perioperatorio aumenta significativamente.<sup>14</sup>

Los medicamentos antihipertensivos orales deben continuarse hasta el momento de la cirugía. Sin embargo, normalmente mantenemos inhibidores de la enzima convertidora de angiotensina (ECA) y bloqueadores del receptor de angiotensina II (ARA) durante un período de 24 horas antes de la cirugía.<sup>14</sup>

### **Tratamiento inicial de hipertensión arterial durante el período transoperatorio**

Si no se identifica una causa reversible o tratable de aumento de la presión arterial o si un episodio hipertensivo agudo es grave o persiste durante más de varios minutos después del tratamiento inicial, se administra un medicamento antihipertensivo intravenoso. Por lo general, se prefieren los agentes de acción corta para evitar el sobretratamiento y la consiguiente hipotensión. Los ejemplos incluyen dosis en bolo de un betabloqueante (Esmolol de 10 a 50 mg, labetalol de 5 a 25 mg, metoprolol de 1 a 5 mg) y/o un agente vasodilatador como el bloqueador de los canales de calcio de acción ultracorta clevidipino administrado como una infusión continua, nicardipina administrada en dosis de bolo (100 a 500 mcg) o por infusión continua, o nitroglicerina administrada en dosis de bolo (10 a 40 mcg) o por infusión continua.<sup>15</sup>

### **Factores que modifican cifras de tensión arterial y frecuencia cardíaca en el período transoperatorio**

Las respuestas simpáticas a la laringoscopia y la intubación endotraqueal suelen aumentar la presión arterial sistémica entre 20 y 25 mmHg en pacientes normotensos. Este aumento puede ser mucho mayor en pacientes hipertensos. Para mitigar las respuestas simpáticas y prevenir un episodio hipertensivo agudo, se administra una dosis adecuada de un hipnótico de acción corta (Propofol 1 mg / kg, con bolos adicionales de 0.5 mg / kg según sea necesario), en combinación con agentes anestésicos intravenosos

suplementarios (Fentanilo 1 a 3 mcg / kg, lidocaína de 1 a 2 mg / kg) o un anestésico de inhalación potente como el sevoflurano.<sup>16</sup>

Sin embargo, en el artículo revisado de Sarita Nandal “Dose Response Study of Magnesium Sulphate for Attenuation of Haemodynamic Response to Intubation” menciona que la intubación laringotraqueal es un estímulo nocivo asociado con una marcada respuesta autonómica que se manifiesta como taquicardia e hipertensión. La respuesta es transitoria, ocurre 30 segundos después de la intubación y dura menos de 10 minutos. La respuesta presora a la intubación laringotraqueal está mediada por el sistema nervioso simpático y parasimpático. La respuesta simpática a la intubación produce taquicardia e hipertensión. Se debe al aumento de la descarga de fibras cardioaceleradoras que dan como resultado la liberación de catecolaminas de las terminaciones nerviosas adrenérgicas y la médula suprarrenal. La respuesta parasimpática es más común en niños pero puede ocurrir en algunos adultos.<sup>42</sup>

La laringoscopia y la intubación provocan un aumento promedio de la presión arterial del 40 al 50 % y un aumento del 20% de la frecuencia cardíaca. El aumento de la presión arterial se produce después de la laringoscopia con o sin intubación. Estos cambios hemodinámicos son de escasas consecuencias en pacientes sanos, pero pueden ser potencialmente deletéreos en pacientes con hipertensión, enfermedad coronaria, valvulopatía, preeclampsia y pacientes con patología intracraneal. Los pacientes hipertensos demuestran una respuesta cardiovascular aumentada a la laringoscopia y la intubación endotraqueal. Tienen una marcada respuesta de presión a la intubación traqueal, lo que puede conducir a complicaciones potencialmente mortales como isquemia miocárdica, arritmias y hemorragia intracraneal.<sup>42</sup>

El sulfato de magnesio inhibe la liberación de catecolaminas de la médula suprarrenal y las terminaciones nerviosas adrenérgicas. También se demostró que el sulfato de magnesio disminuye los niveles de epinefrina sérica y provoca disminución de la contracción auricular, bradicardia y vasodilatación. El sulfato de magnesio se ha utilizado en diferentes dosis para atenuar la respuesta hemodinámica a la laringoscopia e intubación endotraqueal.<sup>42</sup>

Por otra parte, la profundidad anestésica inadecuada durante la estimulación quirúrgica dolorosa u otras intervenciones a menudo conduce a aumentos de la presión arterial, que pueden exagerarse en un paciente con hipertensión crónica. El aumento de la presión arterial intraoperatoria puede reducirse eficazmente mediante la profundización de la anestesia. Si la respuesta hipertensiva es grave o persistente después del tratamiento del dolor y la extubación de la tráquea, se administran agentes antihipertensivos.<sup>44</sup>

Se ha informado que el magnesio produce importantes efectos analgésicos, incluida la supresión del dolor neuropático, la potenciación de la analgesia por morfina y la atenuación de la tolerancia a la morfina. Aunque el mecanismo exacto aún no se comprende por completo, se cree que las propiedades analgésicas del magnesio se derivan de la regulación de la entrada de calcio en la célula y el antagonismo de los receptores de N-metil-D-aspartato (NMDA) en el sistema nervioso central.<sup>44</sup>

La hipoxemia y / o la hipercapnia pueden causar hipertensión y taquicardia debido a la estimulación simpática. El tratamiento incluye la administración de una fracción más alta de oxígeno inspirado (FiO<sub>2</sub>) y / o proporcionar o mejorar la ventilación asistida o controlada para aumentar la ventilación por minuto y reducir el dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) arterial. Las causas menos comunes de hipertensión intraoperatoria persistente o refractaria incluyen distensión de la vejiga (debido a una sonda vesical ausente o torcida), presión intracraneal elevada (PIC), síndrome de abstinencia de alcohol o benzodiazepinas o consumo reciente de cocaína o anfetaminas. En ocasiones, la hipertensión grave persistente puede deberse al síndrome serotoninérgico, la tormenta tiroidea o la hipertermia maligna.<sup>16</sup>

La mayoría de los pacientes con hipertensión asintomática grave (presión arterial sistólica  $\geq 180$  mmHg y / o presión arterial diastólica  $\geq 120$  mmHg) no tienen lesión aguda de órganos diana. Se justifica el tratamiento inmediato de la hipertensión perioperatoria grave si hay evidencia de una emergencia cardiovascular aguda (p. Ej., Síndrome coronario agudo, insuficiencia cardíaca aguda descompensada), signos o síntomas neurológicos (p. Ej., Agitación, delirio, estupor, alteraciones visuales, convulsiones, accidente cerebrovascular).<sup>17</sup>

## **Prevención y tratamiento de la hipotensión intraoperatoria**

La hipotensión intraoperatoria (definida como presión arterial sistólica <90 mmHg) se asocia con un mayor riesgo de mortalidad y/o infarto de miocardio y cuanto mayor es la duración de la hipotensión, mayor es el riesgo.<sup>18</sup>

El tratamiento inicial de un episodio hipotensor incluye típicamente solución cristalóide intravenosa isotónica administrada en 250 a incrementos de 500 mL. Si es necesario, se administra un vasopresor/agente inotrópico intravenoso para aumentar la presión arterial. Normalmente se prefieren dosis pequeñas de agentes de acción corta para evitar el sobretratamiento y la consiguiente hipertensión. En caso de hipotensión grave o resistente al tratamiento, puede ser necesaria la infusión de un vasopresor /agente inotrópico.<sup>17</sup>

## **Causas y tratamiento de la hipotensión intraoperatoria**

La hipovolemia relativa puede provocar hipotensión grave después de la inducción de la anestesia en un paciente con hipertensión crónica, la inducción de la anestesia general después de que hayan cesado las respuestas simpáticas iniciales a la laringoscopia y la intubación endotraqueal que típicamente aumentan la presión arterial, los pacientes con hipertensión crónica a menudo desarrollan hipotensión marcada, especialmente si se administraron antihipertensivos o anestésicos suplementarios para mitigar estas respuestas simpáticas.<sup>19</sup>

La inhibición del sistema renina angiotensina durante la anestesia general, los efectos directos de los agentes anestésicos, la inhibición del sistema nervioso simpático y la pérdida del control reflejo barorreceptor de la presión arterial hacen que se dependa del sistema renina angiotensina para mantener la normotensión.<sup>20</sup>

Al igual que en los pacientes normotensos, también pueden aparecer causas menos frecuentes de hipotensión intraoperatoria grave como embolia pulmonar, anafilaxia, sepsis, infarto de miocardio o insuficiencia cardíaca aguda en pacientes con hipertensión crónica.<sup>21</sup>

## **Sulfato de magnesio**

El sulfato de magnesio es considerado un anticonvulsivo, suplemento de electrolitos, parenteral y sal de magnesio.<sup>25</sup>

Indicaciones etiquetadas: vía oral, laxante para el alivio del estreñimiento ocasional, vía parenteral como tratamiento y prevención de la hipomagnesemia, prevención y tratamiento de convulsiones en preeclampsia o eclampsia severa y tratamiento de arritmias cardíacas (taquicardia ventricular / fibrilación ventricular) causadas por hipomagnesemia.<sup>25</sup>

Usos fuera de etiqueta: Asma (exacerbaciones graves), neuroprotección fetal para el parto prematuro inminente, torsades de pointes, taquicardia ventricular polimórfica (con pulso) asociada con prolongación del intervalo QT (torsades de pointes) o fibrilación ventricular / taquicardia ventricular sin pulso asociada con torsades de pointes<sup>25</sup>

Reacciones adversas a nivel cardiovascular: sofocos (IV; relacionado con la dosis), hipotensión (IV; relacionado con la frecuencia), vasodilatación (IV; relacionado con la frecuencia). La toxicidad del magnesio puede provocar un paro cardiovascular fatal y / o parálisis respiratoria cuando se administra IV.<sup>25</sup> Interacción con otros medicamentos: Bloqueadores de los canales de calcio (dihidropiridina): el sulfato de magnesio puede aumentar el efecto adverso / tóxico de los bloqueadores de los canales de calcio (dihidropiridina). Específicamente, puede aumentar el riesgo de hipotensión o debilidad muscular.<sup>25</sup>

Parámetros de monitoreo al administrar sulfato de magnesio: Cuando se administra intravenoso requiere monitorización ECG, constantes vitales, reflejos tendinosos profundos, concentraciones de magnesio si se

requieren dosis frecuentes o prolongadas, particularmente en pacientes con disfunción renal, concentraciones de calcio y potasio, función renal.<sup>22,23</sup>

Mecanismo de acción por vía parenteral: el magnesio reduce la acetilcolina en las terminales nerviosas motoras y actúa sobre el miocardio al disminuir la velocidad de formación del impulso del nódulo SA y prolongar el tiempo de conducción. El magnesio es necesario para el movimiento de calcio, sodio y potasio dentro y fuera de las células, así como para estabilizar las membranas excitables.<sup>24</sup>

Posología: el régimen de sulfato de magnesio más común en pacientes con función renal normal es: dosis de carga de 4 a 6 g de una solución al 10% por vía intravenosa durante 15 a 20 minutos, seguida de 1 a 2 g / hora como infusión continua.<sup>29,30</sup>

La infusión rápida de sulfato de magnesio puede causar diaforesis, rubor y calor, probablemente relacionados con la vasodilatación periférica y una caída de la presión arterial. También pueden producirse náuseas, vómitos, dolor de cabeza, debilidad muscular, alteraciones visuales y palpitaciones. La disnea o el dolor en el pecho pueden ser síntomas de edema pulmonar, que es un efecto secundario poco común.<sup>29,30</sup>

En el estudio realizado por E. Albrecht y cols "Peri-operative intravenous administration of magnesium sulphate and postoperative pain: a meta-analysis" en las bases de datos electrónicas MEDLINE (hasta enero de 2012), EMBASE (hasta enero de 2012) y el Registro Cochrane Central de Ensayos Clínicos Controlados (hasta enero de 2012) los resultados de la búsqueda se limitaron a ensayos controlados aleatorios, en inglés, francés y alemán, seres humanos, adultos y sulfato de magnesio. El medicamento se administró como bolo único en seis ensayos (24%), como bolo seguido de infusión en 15 ensayos (60%), como infusión sólo en dos ensayos (8%), y combinado con tramadol en una bomba de analgesia controlada por el paciente en dos ensayos (8%). Entre los 21 ensayos que emplearon una dosis en bolo de magnesio, 19 usaron una dosis en bolo que oscilaba entre (30 y 50 mg/kg). La dosis perioperatoria total administrada osciló entre 1.03 g y 23.5 g. Se concluye que el consumo acumulado de morfina intravenosa a las 24 h del postoperatorio se redujo en todos los tipos de cirugía. En concreto, el consumo de morfina se redujo una media del 15% en cirugía digestiva, del 12.7% en cirugía ginecológica, del 37.9% en cirugía ortopédica y del 33.8% en otros tipos de cirugía.<sup>44</sup>

En un estudio clínico aleatorizado y doble ciego realizado por Sarita Nandal y cols "Dose Response Study of Magnesium Sulphate for Attenuation of Haemodynamic Response to Intubation" en 90 pacientes hipertensos controlados de ASA II, de ambos sexos, en el grupo de edad de 30 a 60 años programados para cirugías electivas bajo anestesia general que requieren intubación endotraqueal. Todos los pacientes tenían hipertensión (PA < 160/90 mmHg) y tomaban medicación desde al menos dos semanas. Los pacientes fueron distribuidos aleatoriamente en tres grupos iguales como el grupo I - recibió 30 mg/Kg de sulfato de magnesio y el grupo II - recibió 40 mg/Kg de sulfato de magnesio antes de la inducción de la anestesia, mientras que el grupo III (grupo control) recibió 1.5 mg/Kg de lidocaína en bolo 90 segundos antes de la intubación. Las respuestas hemodinámicas de los pacientes se registraron antes, durante y después de la intubación durante 10 minutos. También se observaron las medidas adoptadas para controlar la inestabilidad hemodinámica junto con los niveles séricos de magnesio.

En el grupo I no hubo cambios significativos en la presión arterial media (PAM), mientras que en los grupos II y III se notó una disminución significativa (> 20 % del valor basal). Se requirió intervención para tratar la hipotensión en un número significativo de pacientes en el grupo II (nueve pacientes) y el grupo III (tres pacientes). Por lo que llegaron a la conclusión de que en pacientes hipertensos controlados, el magnesio en una dosis de 30 mg/Kg por vía intravenosa se considera óptimo para atenuar la respuesta de estrés después de la laringoscopia y la intubación endotraqueal, ya que un aumento adicional de la dosis puede conducir a una hipotensión significativa.<sup>42</sup>

Sin embargo otro estudio prospectivo comparativo de Manish B. Kotwani y cols "A comparative study of two doses of magnesium sulphate in attenuating haemodynamic responses to laryngoscopy and intubation" con 75 pacientes sometidos a anestesia general se dividió en tres grupos de 25 pacientes cada uno, grupo

C-grupo control, grupo T (MgSO<sub>4</sub> 30 mg/kg) y grupo F (MgSO<sub>4</sub> 40 mg/kg). El fármaco del estudio se administró entre 90 y 120 segundos antes de la intubación traqueal. La frecuencia cardíaca, la presión arterial sistólica y el producto de la presión arterial se registraron en diferentes intervalos (valores iniciales, después del fármaco del estudio, después de la inducción, en la laringoscopia, después de la intubación, 2 y 3 minutos después de la intubación). Los resultados fueron que la frecuencia cardíaca media y la presión arterial sistólica fueron significativamente altas después de laringoscopia e intubación, en el grupo C (46.87 % y 40.81 % desde el inicio) que en el grupo T (22.78 % y 7.25 % desde el inicio) y el grupo F (24.55% y 5.83 desde el inicio) respectivamente. Por lo que se concluye nuevamente que el MgSO<sub>4</sub> intravenoso atenúa con éxito los cambios hemodinámicos durante la laringoscopia y la intubación y 30 mg/kg proporciona un control cardiovascular adecuado sin complicaciones. La taquicardia transitoria es mayor con dosis más altas de dicho fármaco.<sup>43</sup>

Sohair A. Megalla en su estudios "Bispectral index guided attenuation of hemodynamic and arousal response to endotracheal intubation using magnesium sulfate and fentanyl" lo diseñó para comparar los efectos atenuantes del sulfato de magnesio intravenoso con el fentanilo sobre la respuesta cardiovascular y de excitación después de la laringoscopia y la intubación mientras se asegura la profundidad anestésica con la monitorización del índice bispectral. Se evaluaron 75 pacientes de sexo femenino ASA 1 o 2, programadas para cirugía electiva bajo anestesia general, fueron aleatorizadas en tres grupos: el grupo M recibió 40 mg/kg de sulfato de magnesio, el grupo F 2 µg/kg de fentanilo y el grupo C recibió solución salina previa a la inducción de la anestesia. Se midieron la presión arterial sistólica y diastólica, la frecuencia cardíaca y el índice bispectral (BIS) en varios puntos de tiempo. Se calculó el cambio máximo en los parámetros hemodinámicos y la respuesta al despertar. Como resultado se obtuvo un aumento estadísticamente significativo de la presión arterial y la frecuencia cardíaca después de la intubación en los tres grupos en comparación con los niveles previos a la laringoscopia. El BIS también aumentó significativamente después de la intubación en comparación con los niveles previos a la laringoscopia. La hipertensión, aunque transitoria, ocurrió en el 44% del grupo de control en comparación con ninguno en los otros grupos. Concluyendo que la infusión de sulfato de magnesio antes de la inducción de la anestesia atenuó efectivamente la respuesta hemodinámica y de activación a la intubación traqueal comparable al fentanilo en pacientes normotensos.<sup>45</sup>

Un estudio aleatorizado, doble ciego, controlado con placebo fue diseñado por N. M. Elsharnouby y cols. "Magnesium sulphate as a technique of hypotensive anaesthesia" para evaluar el efecto de la administración intravenosa de sulfato de magnesio como técnica de anestesia hipotensiva. Se incluyeron 60 pacientes (25 mujeres) sometidos a cirugía funcional endoscópica de los senos paranasales, se incluyeron en dos grupos paralelos. El grupo de magnesio recibió 40 mg/kg de sulfato de magnesio intravenoso como bolo antes de la inducción de la anestesia y 15 mg/kg/h por vía intravenosa infusión continua durante la operación. Se administró el mismo volumen de solución isotónica al grupo control. Obteniendo como resultado que en el grupo de magnesio hubo una reducción del tiempo quirúrgico, reducción significativa de la pérdida de sangre y los requerimientos anestésicos (fentanilo, vecuronio y sevoflurano), la presión arterial media y la frecuencia cardíaca también se redujeron significativamente.<sup>46</sup>

## **JUSTIFICACIÓN**

En los recientes años, el estudio y aplicación del sulfato de magnesio se ha ido incrementando, debido a que se ha demostrado que es importante en la fisiopatología de las enfermedades cardiovasculares. Su administración en agudo tiene un efecto hipotensor a través de la vasodilatación, aumentando la vasorrelajación y el flujo de sangre en varios lechos vasculares. El sulfato de magnesio se ha utilizado en diferentes dosis para atenuar la respuesta hemodinámica y mejorar la analgesia postoperatoria.

Diversos estudios antes mencionados apoyan la hipótesis de una disminución considerable de la presión arterial y la frecuencia cardíaca en pacientes ante un estímulo doloroso y el estrés causado por la cirugía.

Por esta razón, este estudio pretende demostrar que la administración de sulfato de magnesio intravenoso en infusión continua a pacientes sometidos a cirugía oftalmológica tendrá efecto sobre la hemodinamia del mismo, disminuyendo la presión arterial y frecuencia cardíaca durante el período transanestésico en comparación de pacientes en quienes no se administra dicho fármaco durante el mismo período de tiempo.

## **PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA**

¿El uso de sulfato de magnesio en pacientes sometidos a cirugía oftalmológica disminuye las cifras de tensión arterial y frecuencia cardíaca en el período transoperatorio en comparación de pacientes en quienes no se administró dicho fármaco?

## **HIPÓTESIS**

### *Hipótesis de trabajo*

El uso de sulfato de magnesio disminuye las cifras de tensión arterial y frecuencia cardíaca en el período transoperatorio en pacientes sometidos a cirugía oftalmológica.

### *Hipótesis nula*

El empleo de sulfato de magnesio eleva las cifras de tensión arterial y frecuencia cardíaca durante el período transoperatorio de pacientes sometidos a cirugía oftalmológica.

### *Hipótesis alterna*

El empleo de sulfato de magnesio no modifica las cifras de tensión arterial y frecuencia cardíaca durante el período transoperatorio de pacientes sometidos a cirugía oftalmológica.

## **OBJETIVO GENERAL**

Comparar la estabilidad hemodinámica con el empleo o no de sulfato de magnesio en pacientes sometidos a cirugía oftalmológica.

## **OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- Identificar edad, sexo, peso, talla, superficie corporal, índice de masa corporal, estado físico, comorbilidades, medicamentos habituales, diagnóstico y procedimiento quirúrgico.
- Comparar los registros biométricos durante el período transoperatorio en ambos grupos de pacientes (frecuencia cardíaca, tensión arterial, frecuencia respiratoria y saturación de oxígeno).
- Identificar los medicamentos administrados previos a cirugía oftalmológica que pueden repercutir en las cifras de tensión arterial y frecuencia cardíaca.
- Identificar medicamentos utilizados en período transoperatorio en pacientes sometidos a cirugía oftalmológica.
- Evaluar los parámetros hemodinámicos (presión arterial, frecuencia cardíaca y respiratoria) basal, transquirúrgico y final de la cirugía en pacientes sometidos a cirugía oftalmológica.



## METODOLOGÍA

Diseño del estudio: retrospectivo, longitudinal y correlacional.  
Universo de trabajo: pacientes que fueron sometidos a cirugía oftalmológica del Hospital de Especialidades “Dr. Bernardo Sepúlveda Gutiérrez” del Centro Médico Nacional Siglo XXI.

Período: De 6 meses, a partir de la fecha de emisión del “Dictamen de Autorizado” por parte del Comité Local de Investigación y Ética en Investigación en Salud (3601) del Hospital de Especialidades “Dr. Bernardo Sepúlveda Gutiérrez” del Centro Médico Nacional Siglo XXI, perteneciente al Instituto Mexicano del Seguro Social.

Selección de la muestra: se captaron todos los pacientes sometidos a cirugía oftalmológica que cumplieron los criterios de inclusión.

### Cálculo del tamaño muestral:

#### Con la fórmula para poblaciones finitas:

$$n = N (Z\alpha)^2 p*q / e^2 (N-1) + (Z\alpha)^2 p*q$$

n: tamaño de muestra buscado

N: Tamaño de la población o universo

Z: Nivel de confianza

p: probabilidad de que ocurra el evento estudiado

q: 1-p probabilidad de que no ocurra el evento estudiado

e: error de estimación máximo aceptado

Sustituyendo:

N: 1092

Z $\alpha$ : 1.96

p: 50%

q: 50%

e: 5%

Desarrollo:

$$n = N (Z\alpha)^2 p*q / e^2 (N - 1) + (Z\alpha)^2 p*q$$

$$n = 1092(1.96)^2 0.5*0.5 / 0.05^2 (1092-1) + (1.96)^2 0.5*0.5$$

$$n = 1092*3.8416(0.25) / 0.0025(1091) + (3.8416)*0.25$$

$$n = 4195.0272(0.25) / 2.7275 + 0.9604$$

$$n = 1048.7568 / 3.6879$$

$$n = 284.37$$

## CRITERIOS DE SELECCIÓN

### *Inclusión:*

- Pacientes sometidos a cirugía oftalmológica electiva y de urgencia.
- Pacientes sometidos a cirugía oftalmológica con administración de sulfato de magnesio.
- Pacientes sometidos a cirugía oftalmológica sin administración de sulfato de magnesio.
- Pacientes con antecedente de hipertensión arterial sistémica sin crisis hipertensiva (sistólica <180 mmHg, diastólica <90 mmHg).
- Pacientes con antecedente de diabetes mellitus sin descontrol glucémico (glucemia > 200 mg/dl).
- Derechohabientes del Instituto Mexicano del Seguro Social.
- Edad >18 años.
- ASA I - IV.

### *Exclusión*

- Clínica de crisis hipertensiva de tipo emergencia.
- Pacientes que utilizaron amins antes, durante y/o después del procedimiento quirúrgico.
- Pacientes con descontrol glucémico.
- Pacientes que no aceptaron firmar consentimiento informado.
- Alteraciones de salud mental.
- Pacientes en quienes se haya administrado antihipertensivo en el periodo transoperatorio
- Pacientes en quienes se haya administrado atropina y/o efedrina en el periodo transoperatorio
- Pacientes con marcapasos

### *Eliminación*

- Pacientes que durante el procedimiento presentaron algún tipo de choque y/o paro cardiorrespiratorio.
- Pacientes que durante el procedimiento ameritaron reanimación cardiopulmonar.
- Expedientes incompletos.

## OPERACIONALIZACIÓN DE LAS VARIABLES

<b>Variables dependientes</b>	<b>Definición conceptual</b>	<b>Definición operacional</b>	<b>Escala de medición</b>	<b>Tipo de variable</b>
Presión arterial	Es la fuerza ejercida por la sangre contra cualquier unidad de área de la pared del vaso	Se tomará la presión arterial (PA) sistólica y diastólica cada 5 min durante el transoperatorio	PAS 90 - 140 mmHg PAD 60 - 80 mmHg  Si PAS mayor de 140 mmHg, indicación de falta de plano anestésico. Si PAD menor de 80, anestesia profunda. Porcentaje de disminución de tensión arterial basal y final	Cuantitativa de razón continua
Frecuencia cardíaca	Es el número de contracciones del corazón o pulsaciones por unidad de tiempo	Se medirá en base a lo registrado en el monitoreo de ECG	Latidos por minuto	Cuantitativa de razón continua
Frecuencia respiratoria	Es el número de respiraciones que efectúa un ser vivo en un lapso específico (suele expresarse en respiraciones por minuto). Movimiento rítmico entre inspiración y espiración, está regulado por el sistema nervioso.	Se medirá mediante registro de respiración de equipo de monitoreo anestésico	Respiraciones por minuto	Cuantitativa de razón continua
SatO2	Es el contenido de oxígeno de una muestra de sangre expresado como porcentaje de su capacidad.	Se medirá con un oxímetro de pulso. Mayor a 90% Menor a 90%	En %	Cuantitativa de razón continua
<b>Variables independientes</b>	<b>Definición conceptual</b>	<b>Definición operacional</b>	<b>Indicadores</b>	<b>Tipo de variable</b>
Sulfato de magnesio	Fármaco, suplemento de electrolitos y sal de magnesio.	Según la dosis de fármaco utilizado anotado en hoja de anestesiología	MG	Cuantitativa de razón continua
Cirugía oftalmológica	Corrección quirúrgica de patologías oculares	Según tipo de cirugía obtenida de expediente clínico	Patologías oculares que requieran de intervención quirúrgica	Cualitativa nominal policotómica

Edad	Tiempo que ha transcurrido desde el nacimiento de un ser vivo	Fecha de nacimiento	Años	Cuantitativa de razón continua
Sexo	Conjunto de las peculiaridades que caracterizan los individuos de una especie dividiéndolos en masculinos y femeninos	Caracteres sexuales secundarios	Masculino Femenino	Cualitativa nominal dicotómica
ASA	Sistema de clasificación que utiliza la Sociedad Americana de Anestesiólogos para estimar el riesgo que plantea la anestesia para el estado físico del paciente.	Escala del ASA del paciente al momento del estudio.	ASA II III	Cualitativa de razón ordinal
Tasa de filtrado glomerular	Es el volumen de fluido filtrado por unidad de tiempo desde los capilares glomerulares renales hacia el interior de la cápsula de Bowman. Normalmente se mide en mililitros por minuto.	Estimado con la fórmula Cockcroft Gault $TFG = \frac{(edad - 140) \times (peso \text{ kg})}{72 \times \text{creatinina}}$ $\times 0.85$ si es mujer	En ml/min	Cuantitativa de razón continua
Comorbilidad	Enfermedad crónica degenerativa que acompañan a la entidad principal	Obtenida de expediente clínico	Diabetes mellitus Hipertensión arterial Cardiopatías Otros	Cualitativa nominal policotómica
Tiempo de cirugía	Son las fases en las que se divide una intervención quirúrgica, éstos son 3: la diéresis, exéresis y síntesis.	Tiempo de cirugía localizada en hoja de cirugía	Tiempo en minutos	Cuantitativa de razón continua
Índice de masa corporal (IMC)	Razón matemática que asocia la masa (kg) y la talla (m <sup>2</sup> ) de un individuo	Peso en kg dividido por la talla expresada en metros y elevada al cuadrado.	Kg/m <sup>2</sup> Bajo peso <18.5 Peso normal 18.5-24.9 Sobrepeso >25-29.9 Obesidad clase I 30-34.9 Obesidad clase II 35-39.9 Obesidad clase III >40	Cuantitativa de razón continua
Superficie corporal	Es el cálculo de la superficie estimada del cuerpo. Es mejor indicador metabólico que el índice de masa corporal y está menos afectado por la masa adiposa anormal.	Estimado con la fórmula de Dubois-Dubois $SC = P^{0.425} \times T^{0.725}$ $\times 0.007184$	Normal 1.7m <sup>2</sup> Media mujeres 1.6m <sup>2</sup> Media hombres 1.8m <sup>2</sup>	Cuantitativa de razón continua

## PROCEDIMIENTO DEL ESTUDIO

1. Previa aprobación por parte de los comités locales de ética e investigación, así como la autorización del jefe de servicio de Anestesiología, Dr. Antonio Castellanos Olivares se llevó a cabo la selección de pacientes para el estudio.
2. Se acudió a las bases de datos de procedimientos anestésicos para obtener el nombre y Número de Seguridad Social de los pacientes sometidos a cirugía oftalmológica en un período de tiempo de 6 meses previos a la aprobación.
3. Se realizó una búsqueda en archivo, para captar los expedientes de dichos pacientes, así como en bases de datos preexistentes de pacientes sometidos a cirugía oftalmológica.
4. Se realizó una revisión de la valoración preanestésica, hoja de registro anestésico y nota anestésica del procedimiento de cada paciente con el fin de obtener los datos de interés sobre el procedimiento anestésico.
5. Se integraron a pacientes que cumplieron con los criterios de inclusión.
6. La información anterior se concentró en hoja estadística de Excel.
7. Se realizó el análisis estadístico con los datos obtenidos.

## ANÁLISIS ESTADÍSTICO

Se llevó a cabo un análisis de estadística descriptiva, obteniendo los resultados en frecuencias ponderadas al 100 % de acuerdo con las categorías de cada variable cualitativa del estudio; para las variables cuantitativas se evaluó su distribución mediante prueba *Kolmogorov-Smirnov* obteniendo medidas de tendencia central (media-desviación estándar [DE]) determinando una distribución no paramétrica a partir de un valor  $p < 0.05$ .

Se realizaron pruebas de asociación entre el uso de sulfato de magnesio cuantitativo y los parámetros hemodinámicos recolectados en período pre-trans-posquirúrgico mediante prueba T o *Mann-Whitney U* para muestras independientes considerando la normalidad en la distribución de los datos, y mediante prueba Chi-cuadrada para el uso de sulfato de magnesio categorizado. En todas las pruebas estadísticas se definió una significancia a partir de valor  $p < 0.05$ .

Se utilizó Microsoft® Excel® para la elaboración de base de datos inicial, posteriormente se procesaron los datos a través del paquete estadístico Statistical Package for the Social Sciences (SPSS)® v.26.

## **RECURSOS**

### **RECURSOS HUMANOS**

Investigadores y asesores médicos; así como personal médico, de enfermería y del archivo clínico que labora en el Hospital de Especialidades “Dr. Bernardo Sepúlveda Gutiérrez” del Centro Médico Nacional Siglo XXI perteneciente al Instituto Mexicano del Seguro Social.

### **RECURSOS MATERIALES**

- Expedientes clínicos de pacientes programadas a cirugía oftalmológica del Hospital de Especialidades “Dr. Bernardo Sepúlveda Gutiérrez” del Centro Médico Nacional Siglo XXI, perteneciente al Instituto Mexicano del Seguro Social a partir de la fecha de emisión del “Dictamen de Autorizado” que le otorgue número de registro al presente estudio por parte del el Comité Local de Investigación y Ética en Investigación en Salud (3601).
- Hoja impresa de captura de datos.
- Computadora con los siguientes programas: Microsoft Word, Microsoft Excel, IBM SPSS.
- Lápices.
- Bolígrafos.

### **CONSIDERACIONES ÉTICAS**

El presente protocolo está ajustado a los lineamientos de la Ley General de Salud de México, promulgada en 1986, artículo 28; capítulo IX, artículo 30,31 (incisos B, Reglamento de la Ley General de Salud en Materia de Investigación para la Salud) y a las convenciones de Helsinki y Tokio; hasta la última en su última declaración (64°), en fortaleza Brasil en 2013. Se basa en el informe Belmont principios y guías éticos para la protección de los sujetos humanos de investigación, respeto por las personas, beneficio y justicia del 18 de abril de 1979.

Apegados al Reglamento de la Ley General de Salud: de acuerdo al reglamento de la Ley General de Salud en materia de investigación para la salud, título del primero al sexto y noveno, 1987. Norma técnica n° 313 para la presentación de proyectos e informes técnicos de investigación en las instituciones de atención a la salud, el cual será presentado a la comunidad médica para su difusión.

Se cataloga como investigación nivel I, sin riesgo, de acuerdo con el Art. 17 de dicho reglamento, ya que es un estudio que emplea técnicas y métodos retrospectivos y en el que no se realiza ninguna intervención o modificación intencional de las variables fisiológicas, psicológicas y sociales de los individuos que participan en el estudio, entre los que se consideran: cuestionarios con recolección de las variables del estudio, en los que no se le identifique ni se traten aspectos sensitivos de su conducta, respetando además la confidencialidad de los datos.

Se resguardará la confidencialidad de los datos de los pacientes, de conformidad a lo establecido a la Ley Federal de Protección de Datos Personales, en posesión de los particulares, capítulo 2, la Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública Gubernamental, capítulo 4.

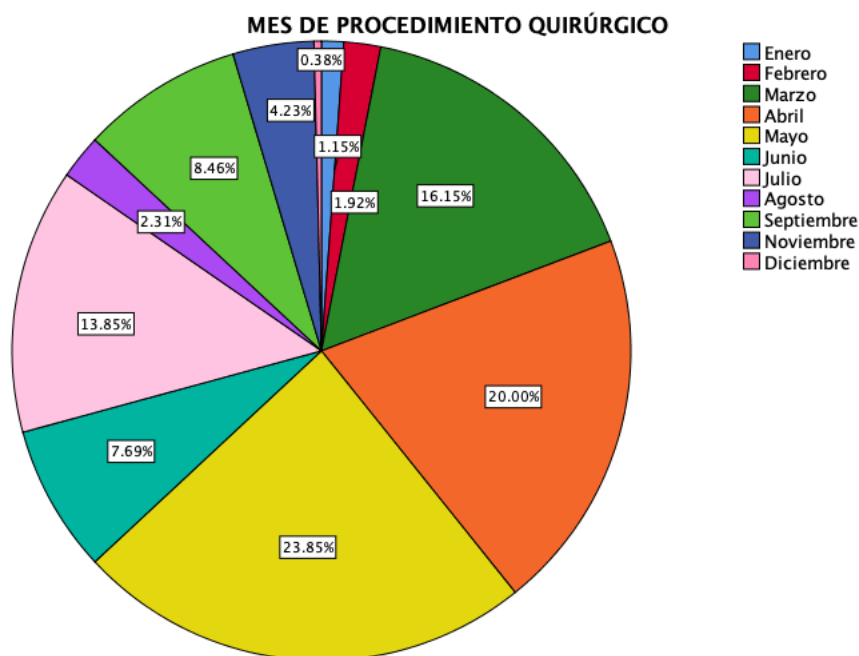
Los sujetos de investigación no obtienen beneficio directo ya que se trata de un estudio retrospectivo y con revision de expedientes sin intervención en su tratamiento, sin embargo, los datos recabados serán de utilidad para mejorar y optimizar la anestesia de pacientes sometidos a cirugía oftalmológica.

## RESULTADOS

### Análisis descriptivo

Se evaluó un total de 260 pacientes sometidos a cirugía oftalmológica en el Hospital de Especialidades “Dr. Bernardo Sepúlveda Gutiérrez” del Centro Médico Nacional Siglo XXI durante el año 2022. El mes en el que se realizó un mayor número de cirugías oftalmológicas fue mayo, con el 23.80 % (n= 62) de los procedimientos, seguido de abril con el 20.00 % (n= 52) y marzo con el 16.20 % (n= 42) (**ver Gráfico 1**). 51.50% (n= 134) de la población de estudio total son de sexo masculino y 48.50% (n= 126), femenino. 45.80% (n= 119) fueron sometidos a anestesia con sulfato de magnesio; en esta población, el 54.60 % (n= 65) correspondió a sexo masculino y 45.40 % (n= 54) a sexo femenino. Se analizó la relación entre el sexo y el uso de sulfato de magnesio, sin una diferencia estadísticamente significativa ( $p= 0.361$ ) (**ver tabla 1**).

**Gráfico 1. Distribución de procedimientos quirúrgicos oftalmológicos mensuales en el Hospital de Especialidades “Dr. Bernardo Sepúlveda Gutiérrez” del Centro Médico Nacional Siglo XXI durante el año 2021.**



Fuente: elaboración propia.

En la tabla 1 se presentan los detalles para edad, peso, talla, índice de masa y superficie corporal en población general y por uso de sulfato de magnesio (**ver Tabla 1**). No se encontró diferencia estadísticamente significativa para las variables edad, peso, talla, índice de masa o superficies corporales entre los sujetos con y sin exposición a sulfato de magnesio.

**Tabla 1. Distribución de características demográficas por medias en población estudiada y por exposición a sulfato de magnesio.**

CARACTERÍSTICA DEMOGRÁFICA	POBLACIÓN GENERAL (N= 260) ( $\bar{X}$ - [DE])	SULFATO DE MANGNESIO		<i>p</i> *
		SÍ (N= 119) ( $\bar{X}$ - [DE])	NO (N= 141) ( $\bar{X}$ - [DE])	
Edad (Años)	58.97 (15.103)	59.26 (15.125)	58.73 (15.133)	0.899 <sup>‡</sup>
Peso (kg)	69.40 (14.454)	69.24 (13.353)	69.54 (15.367)	0.807 <sup>‡</sup>
Talla (m)	1.59 (0.097)	1.60 (0.098)	1.59 (0.097)	0.503 <sup>‡</sup>
Índice de Masa Corporal (kg/m <sup>2</sup> )	27.25 (4.849)	27.19 (5.011)	27.30 (4.726)	0.860 <sup>‡</sup>
Superficie Corporal (m <sup>2</sup> )	1.76 (0.196)	1.77 (0.188)	1.74 (0.202)	0.348 <sup>‡</sup>

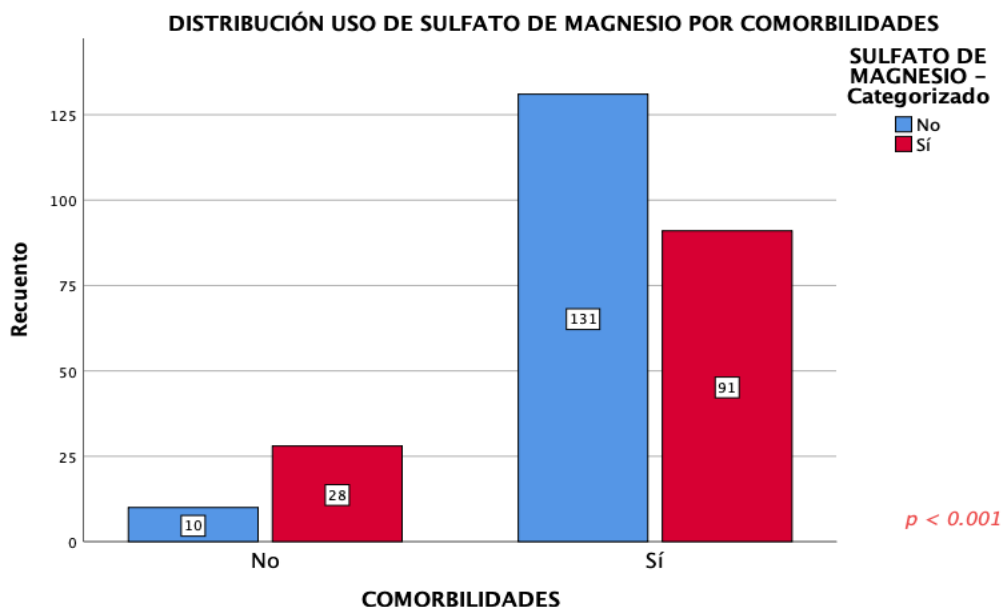
Resultados descritos como media (Desviación estándar). \*Comparación entre sujetos expuestos o no a sulfato de magnesio, <sup>‡</sup>Prueba Mann-Whitney U para muestras independientes, <sup>‡</sup>Prueba T para muestras independientes.  $\bar{X}$ : Media, DE: Desviación estándar. Fuente: elaboración propia.

De la población total, el 58.80% (n= 153) de los sujetos presentaron una clasificación ASA III, 39.20% (n= 102) ASA II, 1.50% (n= 4) ASA I y el 0.40% (n= 1) ASA IV. En la población expuesta al sulfato de magnesio, el 63.90% (n= 76) de los sujetos tuvo clasificación ASA III; 35.30% (n= 42), ASA II y el 0.80% (n= 1) ASA I. Se analizó la relación entre la clasificación ASA y el uso de sulfato de magnesio, sin hallar una diferencia estadísticamente significativa ( $p= 0.341$ ).

El 85.40% (n= 222) de los sujetos reportaron algún tipo de comorbilidad (**ver Tabla 2**). De ellos, 76.50% (n= 91) fueron expuestos a sulfato de magnesio (**ver Gráfico 2**). En esta relación se halló una asociación estadísticamente significativa para el uso de sulfato de magnesio y pacientes con comorbilidades ( $p < 0.001$ ).



**Gráfico 2. Uso de sulfato de magnesio en población sin y con comorbilidades presentes.**



\*Prueba Chi-cuadrada. Elaboración propia.

**Tabla 2. Distribución del tipo de comorbilidades presentes en población de estudio.**

TIPO COMORBILIDAD	POBLACIÓN GENERAL (N= 260) (n [%])
Hábito Tabáquico	140 (31.7)
Diabetes Mellitus Tipo 2	109 (24.7)
Hipertensión Arterial	108 (24.5)
Obesidad	40 (9.1)
Enfermedad Renal Crónica	30 (6.8)
Cáncer	3 (0.7)
Hipotiroidismo	2 (0.5)
Bloqueo De Rama Derecha	2 (0.5)
Artritis Reumatoide	1 (0.2)
Síndrome De Apnea Obstructiva Del Sueño	1 (0.2)
Fibromialgia	1 (0.2)
Depresión	1 (0.2)
Síndrome De Colon Irritable	1 (0.2)
Rinitis Alérgica	1 (0.2)
Litiasis Renal	1 (0.2)

Resultados descritos como conteo absoluto y porcentaje ponderado a 100.00%. Fuente: elaboración propia.

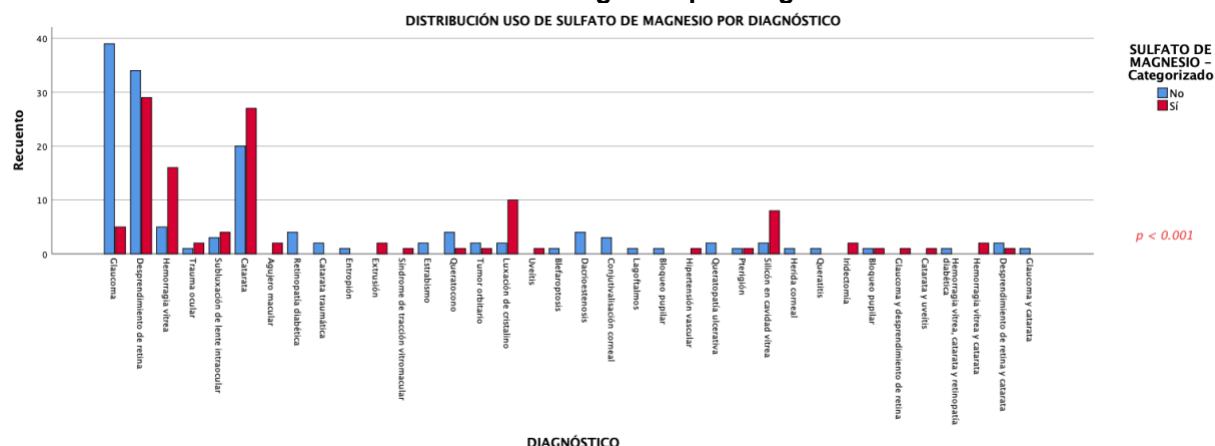
Los diagnósticos más frecuentes que ameritaron intervención quirúrgica fueron desprendimiento de retina, catarata y glaucoma (**Ver Tabla 3**). Se encontraron asociaciones estadísticamente significativas entre los diagnósticos de hemorragia vítrea, luxación de cristalino y silicón en cavidad vítrea y el uso de sulfato de magnesio ( $p < 0.001$ ) (**Ver gráfico 3**).

**Tabla 3. Distribución de diagnósticos preoperatorios en población de estudio.**

DIAGNÓSTICO	POBLACIÓN GENERAL (N= 260) (n [%])	DIAGNÓSTICO	POBLACIÓN GENERAL (N= 260) (n [%])
Desprendimiento de retina	63 (24.2)	Queratopatía ulcerativa	2 (0.8)
Catarata	47 (18.1)	Pterigión	2 (0.8)
Glaucoma	44 (16.9)	Iridectomía	2 (0.8)
Hemorragia vítrea	21 (8.1)	Bloqueo pupilar	2 (0.8)
Luxación de cristalino	12 (4.6)	Hemorragia vítrea y catarata	2 (0.8)
Silicón en cavidad vítrea	10 (3.8)	Entropión	1 (0.4)
Subluxación de lente intraocular	7 (2.7)	Síndrome de tracción vitromacular	1 (0.4)
Queratocono	5 (1.9)	Uveítis	1 (0.4)
Retinopatía diabética	4 (1.5)	Blefaroptosis	1 (0.4)
Dacriostenosis	4 (1.5)	Lagoftalmos	1 (0.4)
Trauma ocular	3 (1.2)	Bloqueo pupilar	1 (0.4)
Tumor orbitario	3 (1.2)	Hipertensión vascular	1 (0.4)
Conjuntivalización corneal	3 (1.2)	Herida corneal	1 (0.4)
Desprendimiento de retina y catarata	3 (1.2)	Queratitis	1 (0.4)
Agujero macular	2 (0.8)	Glaucoma y desprendimiento de retina	1 (0.4)
Catarata traumática	2 (0.8)	Catarata y uveítis	1 (0.4)
Extrusión	2 (0.8)	Hemorragia vítrea, catarata y retinopatía diabética	1 (0.4)
Estrabismo	2 (0.8)	Glaucoma y catarata	1 (0.4)

Resultados descritos como conteo absoluto y porcentaje ponderado a 100.00 %. Fuente: elaboración propia.

**Gráfico 3. Distribución de uso de sulfato de magnesio por diagnóstico.**



\*Prueba Chi-cuadrada. Fuente: elaboración propia.

Los procedimientos más realizados fueron facovitrectomía, facovitrectomía y colocación de lente intraocular e implante de válvula Ahmed (**ver Tabla 4 y gráfico 4**). Se encontraron asociaciones estadísticamente significativas ( $p < 0.001$ ) entre el uso de sulfato de magnesio y los procedimientos de retiro de silicón, vitrectomía, colocación de lente intraocular y facovitrectomía con colocación de lente intraocular.

**Tabla 4. Cirugías realizadas en población de estudio.**

CIRUGÍA REALIZADA	POBLACIÓN GENERAL (N= 260) (n [%])	CIRUGÍA REALIZADA	POBLACIÓN GENERAL (N= 260) (n [%])
Facovitrectomía	93 (35.8)	Retunelización	1 (0.4)
Facovitrectomía y colocación de lente intraocular	50 (19.2)	Exploración orbitaria	1 (0.4)
Implante de válvula Ahmed	24 (9.2)	Tira tarsal bilateral	1 (0.4)
Vitrectomía	18 (6.9)	Trabectulectomía	1 (0.4)
Retiro de silicón	14 (5.4)	Biopsia incisional	1 (0.4)
Trasplante corneal	8 (3.1)	Resección de lesión	1 (0.4)
Facoemulsificación	6 (2.3)	Dacriointubación	1 (0.4)
Lavado de cavidad	5 (1.9)	Cierre de herida corneal	1 (0.4)
Colocación de lente intraocular	4 (1.5)	Extracción extracapsular	1 (0.4)
Queratectomía superficial	4 (1.5)	Retiro de lente intraocular	1 (0.4)
Retinopexia	3 (1.2)	Evisceración	1 (0.4)
Reforzamiento de rectos	3 (1.2)	Retiro de inserción	1 (0.4)
Dacriotumorectomía	2 (0.8)	Iridectomía	1 (0.4)
Colocación de membrana	2 (0.8)	Resección de pterigión	1 (0.4)
Facovitrectomía y retinopexia	2 (0.8)	Implante de válvula Ahmed y retiro de silicón	1 (0.4)
Colocación de lente intraocular y facoemulsificación	2 (0.8)	Implante de válvula Ahmed y vitrectomía	1 (0.4)
Reinserción de tracto	1 (0.4)	Colocación de lente intraocular y vitrectomía	1 (0.4)

Retiro de banda

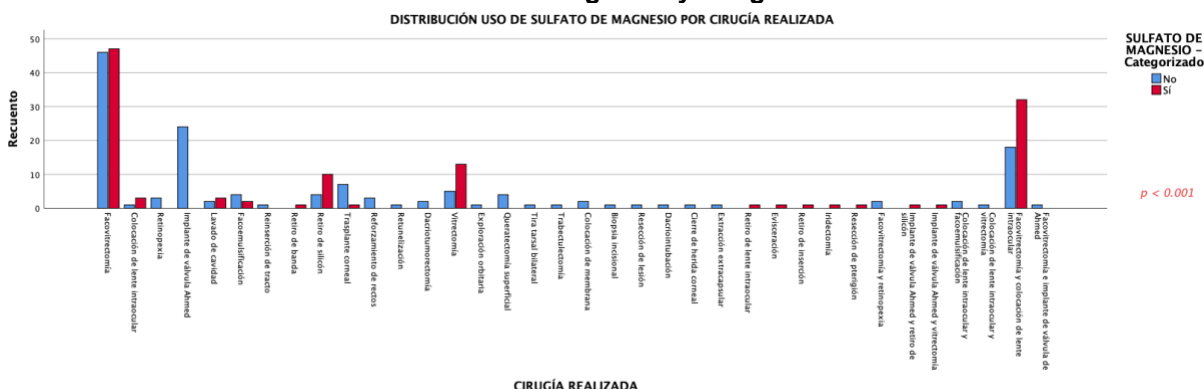
1 (0.4)

Facovitrectomía e implante de válvula de Ahmed

1 (0.4)

Resultados descritos como conteo absoluto y porcentaje ponderado a 100.00%. Fuente: elaboración propia.

Gráfico 4. Distribución de uso de sulfato de magnesio y cirugía realizada.



\*Prueba Chi-cuadrada. Fuente: elaboración propia.

Se analizaron los resultados de laboratorio preoperatorios y su relación con la exposición a sulfato de magnesio (ver **Tabla 5 y gráfico 5**), encontrando diferencias estadísticamente significativas entre un menor conteo de plaquetas en sujetos expuestos a sulfato de magnesio ( $p= 0.027$ ), así como un mayor tiempo de protrombina en dichos sujetos ( $p= 0.049$ ).

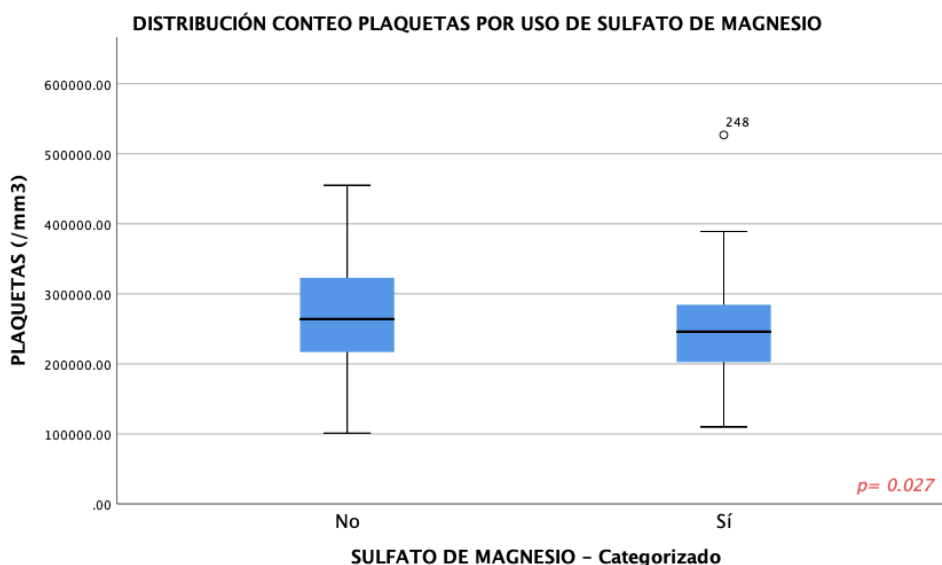
Tabla 5. Resultados de laboratorio preoperatorios en población de estudio y exposición a sulfato de magnesio.

LABORATORIO	POBLACIÓN GENERAL (X̄ - [DE])	SULFATO DE MANGNESIO		p*
		SÍ (X̄ - [DE])	NO (X̄ - [DE])	
Hemoglobina (g/l)	14.09 (2.333)	13.89 (2.329)	14.26 (2.331)	0.335 <sup>‡</sup>
Hematocrito (%)	41.63 (7.038)	41.35 (7.077)	41.86 (7.021)	0.666 <sup>‡</sup>
Plaquetas (/mm <sup>3</sup> )	258130.77 (71123.568)	247563.03 (65953.584)	267049.65 (74276.349)	0.027 <sup>‡</sup>
Tiempo Protrombina (seg)	13.31 (1.509)	13.52 (1.631)	13.13 (1.378)	0.049 <sup>‡</sup>
Tiempo Parcial De Tromboplastina (seg)	29.71 (4.919)	29.62 (4.505)	29.79 (5.258)	0.658 <sup>‡</sup>

<b>INR</b>	0.97 (0.118)	0.97 (0.126)	0.97 (0.112)	0.778 <sup>‡</sup>
<b>Glucosa (mg/dl)</b>	111.76 (37.448)	107.25 (31.879)	115.56 (41.304)	0.153 <sup>‡</sup>
<b>Urea (mg/dl)</b>	49.63 (34.682)	54.02 (39.714)	45.93 (29.424)	0.143 <sup>‡</sup>
<b>Creatinina (mg/dl)</b>	1.8 (2.604)	2.1 (3.029)	1.54 (2.16)	0.247 <sup>‡</sup>
<b>Tasa Filtrado Glomerular (ml/min)</b>	68.45 (36.116)	65.05 (39.509)	71.31 (32.853)	0.164 <sup>‡</sup>

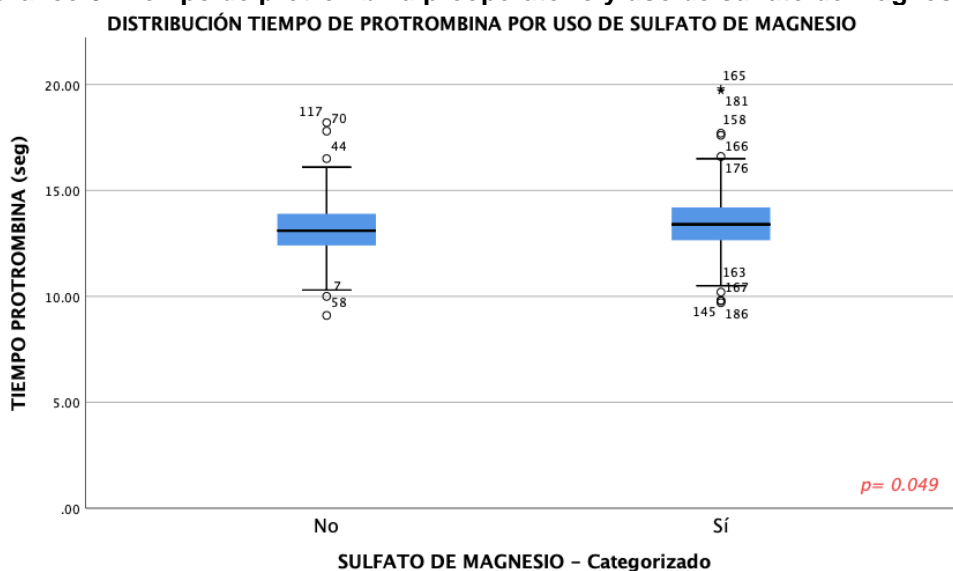
Resultados descritos como media (desviación estándar) <sup>‡</sup>Comparación entre sujetos expuestos o no a sulfato de magnesio, <sup>#</sup>Prueba Mann-Whitney U para muestras independientes, <sup>‡</sup>Prueba T para muestras independientes.  $\bar{X}$ : Media, DE: Desviación estándar, INR: Ratio Internacional Normalizado. Fuente: elaboración propia.

**Gráfico 5. Conteo de plaquetas preoperatorio y uso de sulfato de magnesio.**



Prueba T para muestras independientes. Fuente: elaboración propia.

**Gráfico 6. Tiempo de protrombina preoperatorio y uso de sulfato de magnesio.**



\*Prueba *Mann-Whitney U* para muestras independientes. Fuente: elaboración propia.

En la tabla 6 se detallan los medicamentos anestésicos y las dosis medias utilizadas en la población de estudio (**Ver Tabla 6**). En el análisis cuantitativo por dosis de anestésico, los sujetos expuestos a sulfato de magnesio requirieron dosis mayores de lidocaína simple al 2 % ( $p = 0.006$ ), dexametasona ( $p = 0.008$ ) y ondansetrón ( $p < 0.001$ ), mientras que los sujetos que no utilizaron sulfato de magnesio requirieron dosis mayores de propofol ( $p < 0.001$ ).

Se encontraron asociaciones estadísticamente significativas en el análisis cualitativo de dosis mayores de propofol ( $p < 0.001$ ), lidocaína simple al 2 % ( $p < 0.001$ ), dexametasona ( $p < 0.001$ ), ondansetrón ( $p < 0.001$ ) y lisina ( $p < 0.001$ ) en sujetos expuestos a sulfato de magnesio; mientras que el uso de midazolam ( $p < 0.001$ ), dexmedetomidina ( $p = 0.038$ ), cisatracurio ( $p = 0.010$ ), metamizol ( $p < 0.001$ ) y ketorolaco ( $p = 0.005$ ) fue significativamente mayor en sujetos no expuestos a sulfato de magnesio.

**Tabla 6. Dosis de medicamentos usados en la población de estudio y exposición a sulfato de magnesio.**

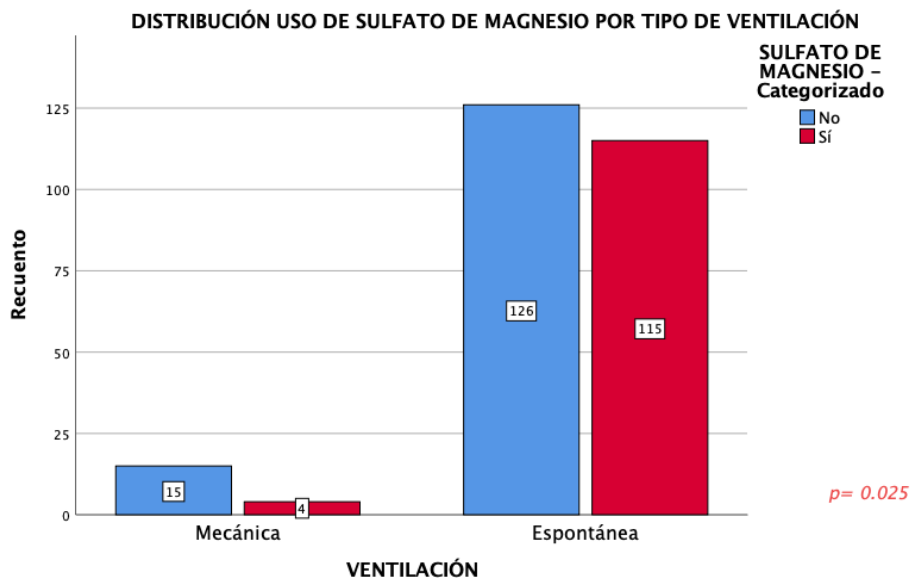
MEDICAMENTO UTILIZADO	POBLACIÓN GENERAL		SULFATO DE MANGNESIO*				$p^*$	$p^\dagger$
	SUJETOS (N= 260) (n [%])	DOSIS ( $\bar{X}$ - [DE])	SÍ		NO			
			SUJETOS (N= 119) (n [%])	DOSIS ( $\bar{X}$ - [DE])	SUJETOS (N= 141) (n [%])	DOSIS ( $\bar{X}$ - [DE])		
<b>Fentanilo</b> (mcg)	259 (99.61)	111.78 (70.529)	119 (100)	105.71 (66.703)	140 (99.29)	116.93 (73.469)	0.357	0.285
<b>Propofol</b> (mg)	206 (79.23)	39.68 (30.628)	119 (100)	21.34 (9.106)	87 (61.72)	64.77 (31.942)	< 0.001	< 0.001
<b>Midazolam</b> (mg)	25 (9.61)	0.71 (0.247)	0 (0)	NA	25 (17.73)	0.71 (0.247)	< 0.001	NA
<b>Dexmedetomidina</b> (mcg)	5 (1.92)	20.2 (14.325)	0 (0)	NA	5 (3.54)	20.2 (14.325)	0.038	NA
<b>Lidocaína simple 2 %</b>	158 (60.76)	70.13 (28.775)	118 (99.15)	72.2 (29.472)	40 (28.36)	64 (25.998)	< 0.001	0.006
<b>Cisatracurio</b> (mg)	18 (6.92)	6.44 (1.423)	3 (2.52)	7 (2.646)	15 (10.63)	6.33 (1.175)	0.010	1.000

<b>Dexametasona (mg)</b>	239 (91.92)	7.88 (0.676)	119 (100)	8 (0)	120 (85.1)	7.77 (0.941)	< 0.001	0.008
<b>Ondansetrón (mg)</b>	249 (95.76)	7.21 (1.573)	119 (100)	8 (0)	130 (92.19)	6.49 (1.914)	0.002	< 0.001
<b>Metamizol (mg)</b>	102 (39.23)	1.26 (0.443)	1 (0.84)	NA	101 (71.63)	1.27 (0.445)	< 0.001	0.745
<b>Ketorolaco (mg)</b>	9 (3.46)	36.67 (13.229)	0 (0)	NA	9 (6.38)	36.67 (13.229)	0.005	NA
<b>Lisina (mg)</b>	155 (59.61)	100 (0)	119 (100)	100 (0)	36 (25.53)	100 (0)	< 0.001	1.000

Resultados descritos en columnas "SUJETOS" como conteo absoluto y porcentaje ponderado a 100.00%, mientras que en columnas "DOSIS" se describen como media (Desviación estándar). <sup>†</sup>Comparación entre sujetos expuestos o no a sulfato de magnesio con prueba Chi-cuadrada. <sup>#</sup>Comparación entre dosis de anestésico por exposición a sulfato de magnesio mediante prueba *Mann-Whitney U* para muestras independientes.  $\bar{X}$ : Media, DE: Desviación estándar. Fuente: elaboración propia.

El 92.70 % (n= 241) de la población total tuvo ventilación espontánea y el 7.30 % (n= 19) requirió ventilación mecánica. Entre la población expuesta a sulfato de magnesio, el 96.60 % (n= 115) tuvo ventilación espontánea y 3.40 % (n= 4) requirió ventilación mecánica. Se estimó un riesgo relativo de 3.423 para ventilación mecánica en sujetos no expuestos a sulfato de magnesio, en comparación con los expuestos, con una asociación estadísticamente significativa ( $p=0.025$ ) (Ver Gráfico 7).

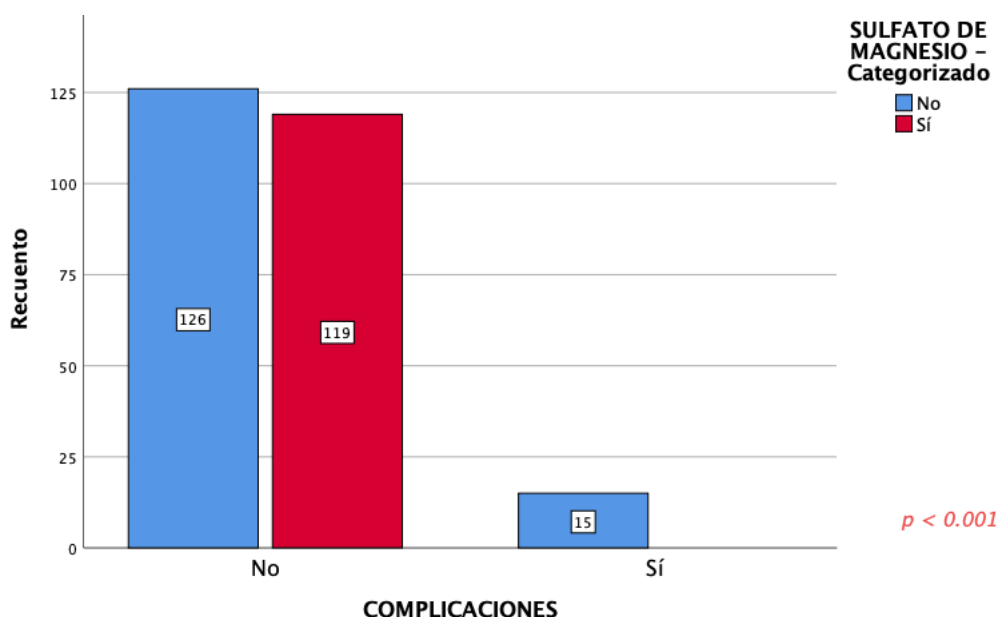
**Gráfico 7. Tipo de ventilación requerida en población de estudio y exposición a sulfato de magnesio.**



\*Prueba Chi-cuadrada.

El 5.80 % (n= 15) de la población total presentó algún tipo de complicación postoperatoria, ninguno de ellos expuesto a sulfato de magnesio. Se usó la prueba de Chi cuadrada, hallando una asociación estadísticamente significativa entre la aparición de complicaciones postoperatorias y la no exposición a sulfato de magnesio ( $p < 0.001$ ) (Ver Gráfico 8).

**Gráfico 8. Uso de sulfato de magnesio y aparición de complicaciones postoperatorias.**



\*Prueba Chi-cuadrada. Fuente: elaboración propia.

El tiempo de cirugía media fue de 70.83 min (DE: 29.589); los sujetos expuestos a sulfato de magnesio presentaron un tiempo de cirugía medio de 70.72 min (DE: 32.267) mientras que los no expuestos presentaron una media de 70.93 min (DE: 27.241). No se halló una asociación estadísticamente significativa ( $p= 0.583$ ).

En la tabla 6 se describen los parámetros hemodinámicos basales, transquirúrgicos y postquirúrgicos registrados en la población de estudio (**Ver Tabla 7**).

**Tabla 6. Parámetros hemodinámicos basales, transquirúrgicos y postquirúrgicos registrados en la población de estudio.**

PARÁMETRO HEMODINÁMICO	POBLACIÓN TOTAL		
	BASAL ( $\bar{X}$ - [DE])	TRANSQUIRÚRGICO ( $\bar{X}$ - [DE])	FINAL CIRUGÍA ( $\bar{X}$ - [DE])
Frecuencia cardiaca (lpm)	73.92 (13.949)	68.19 (11.362)	71.35 (11.482)
Presión arterial sistólica (mmHg)	149.95 (24.474)	130.37 (18.716)	134.51 (19.224)
Presión arterial diastólica (mmHg)	83.06 (12.868)	74.53 (11.04)	76.95 (11.165)
Presión arterial media (mmHg)	105.27 (14.768)	93.07 (12.269)	95.69 (13.615)
Frecuencia respiratoria (rpm)	17.48 (4.447)	17.18 (4.277)	17.9 (4.277)
Saturación oxígeno (%)	94.65 (3.462)	98.25 (1.936)	98.42 (1.687)
ETCO <sub>2</sub> (mmHg)	30.83 (5.433)	31.47 (3.013)	31.52 (3.442)

Resultados descritos como media (Desviación estándar).  $\bar{X}$ : Media, DE: Desviación estándar, ETCO<sub>2</sub>: Dióxido de carbono espiratorio final, lpm: latidos por minuto, rpm: respiraciones por minuto. Fuente: elaboración propia.

Se realizó el análisis cuantitativo de los parámetros basales, transquirúrgicos y postoperatorios medios entre sujetos con exposición y sin exposición a sulfato de magnesio (**ver Tabla 8**) con prueba de Mann-



Whitney U para muestras independientes, hallando una asociación estadísticamente significativa para frecuencia respiratoria y la no exposición a sulfato de magnesio en los tres tiempos quirúrgicos ( $p < 0.001$ ), la saturación de oxígeno basal y postquirúrgica ( $p = 0.006$  y  $0.003$ , respectivamente) y el dióxido de carbono espiratorio final transquirúrgico y postquirúrgico ( $p = 0.005$  y  $0.007$ , respectivamente) (**ver Tabla 7**).

**Tabla 7. Valores  $p$  en prueba de Mann-Whitney U para comparación de niveles hemodinámicos entre sujetos expuestos o no a sulfato de magnesio en los distintos tiempos quirúrgicos.**

PARÁMETRO HEMODINÁMICO	BASAL	TRANSQUIRÚRGICO	FINAL CIRUGÍA
Frecuencia cardíaca (lpm)	0.318 <sup>‡</sup>	0.388 <sup>‡</sup>	0.493 <sup>‡</sup>
Presión arterial sistólica (mmHg)	0.498 <sup>‡</sup>	0.737 <sup>‡</sup>	0.405 <sup>‡</sup>
Presión arterial diastólica (mmHg)	0.852 <sup>‡</sup>	0.774 <sup>‡</sup>	0.532 <sup>‡</sup>
Presión arterial media (mmHg)	0.695 <sup>‡</sup>	0.947 <sup>‡</sup>	0.874 <sup>‡</sup>
Frecuencia respiratoria (rpm)	< 0.001 <sup>‡</sup>	< 0.001 <sup>‡</sup>	< 0.001 <sup>‡</sup>
Saturación oxígeno (%)	0.006 <sup>‡</sup>	0.488 <sup>‡</sup>	0.003 <sup>‡</sup>
ETCO <sub>2</sub> (mmHg)	0.184 <sup>‡</sup>	0.005 <sup>‡</sup>	0.007 <sup>‡</sup>

ETCO<sub>2</sub>: Dióxido de carbono espiratorio final, lpm: latidos por minuto, rpm: respiraciones por minuto.  
<sup>‡</sup>Prueba *Mann-Whitney U* para muestras independientes, <sup>‡</sup>Prueba T para muestras independientes.  
 Fuente: elaboración propia.

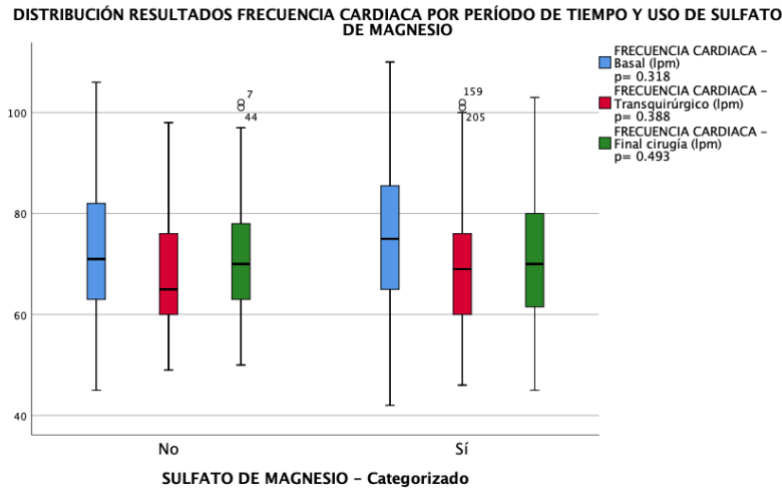
**Tabla 8. Distribución de medias de parámetros hemodinámicos registrados en la investigación por exposición a sulfato de magnesio, de acuerdo al tiempo quirúrgico.**

PARÁMETRO HEMODINÁMICO	SULFATO DE MAGNESIO – Sí			SULFATO DE MAGNESIO - No		
	BASAL ( $\bar{X}$ - [DE])	TRANSQUIRÚRGICO ( $\bar{X}$ - [DE])	FINAL CIRUGÍA ( $\bar{X}$ - [DE])	BASAL ( $\bar{X}$ - [DE])	TRANSQUIRÚRGICO ( $\bar{X}$ - [DE])	FINAL CIRUGÍA ( $\bar{X}$ - [DE])
Frecuencia cardíaca (lpm)	74.89 (14.607)	68.76 (11.533)	71.88 (12.183)	73.09 (13.365)	67.72 (11.235)	70.9 (10.878)
Presión arterial sistólica (mmHg)	148.82 (26.26)	130.8 (19.326)	133.43 (18.703)	150.89 (22.91)	130.01 (18.247)	135.43 (19.673)
Presión arterial diastólica (mmHg)	82.9 (12.814)	74.29 (11.149)	76.6 (10.355)	83.2 (12.957)	74.74 (10.982)	77.25 (11.834)
Presión arterial media (mmHg)	104.87 (15.435)	93.12 (12.56)	95.54 (12.166)	105.6 (14.228)	93.02 (12.064)	95.81 (14.77)
Frecuencia respiratoria (rpm)	18.42 (6.124)	18.24 (5.815)	18.79 (5.842)	16.7 (1.897)	16.29 (1.899)	17.16 (1.961)
Saturación oxígeno (%)	95.35 (3.033)	98.22 (2.187)	98.74 (1.458)	94.05 (3.692)	98.28 (1.704)	98.14 (1.819)
ETCO <sub>2</sub> (mmHg)	30.92 (7.045)	30.87 (2.363)	31.19 (2.444)	30.77 (3.573)	31.97 (3.395)	31.79 (4.089)

Resultados descritos como media (Desviación estándar).  $\bar{X}$ : Media, DE: Desviación estándar, ETCO<sub>2</sub>: Dióxido de carbono espiratorio final, lpm: latidos por minuto, rpm: respiraciones por minuto. Fuente: elaboración propia.

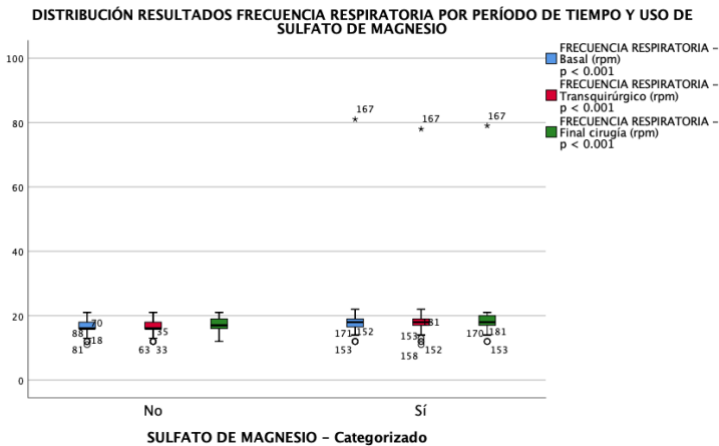
Se analizaron con Prueba Mann-Whitney U para muestras independientes los valores de frecuencia cardiaca (**ver Gráfico 9**), frecuencia respiratoria (**ver Gráfico 10**), saturación de oxígeno (**ver Gráfico 11**) y dióxido de carbono espiratorio final (**ver Gráfico 12**). Se hallaron diferencias estadísticamente significativas en la frecuencia respiratoria durante los tres tiempos quirúrgicos entre ambos grupos de tratamiento, debido a que un sujeto expuesto a sulfato de magnesio presentó los valores más altos registrados para esta variable hemodinámica. Se halló una asociación estadísticamente significativa entre una mejor saturación de oxígeno postquirúrgica y el uso de sulfato de magnesio ( $p=0.003$ ). Se hallaron diferencias estadísticamente significativas entre el dióxido de carbono espiratorio final durante el periodo trans y postquirúrgico y el uso de sulfato de magnesio ( $p=0.005$  y  $0.007$ , respectivamente).

**Gráfico 9. Distribución de valores de frecuencia cardiaca por tiempo quirúrgico y exposición a sulfato de magnesio.**



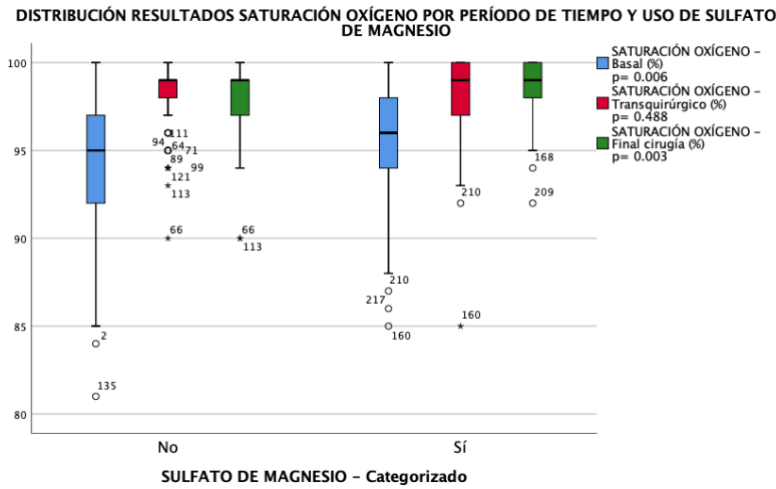
\*Prueba *Mann-Whitney U* para muestras independientes. Fuente: elaboración propia.

**Gráfico 10. Distribución de valores de frecuencia respiratoria por tiempo quirúrgico y exposición a sulfato de magnesio.**



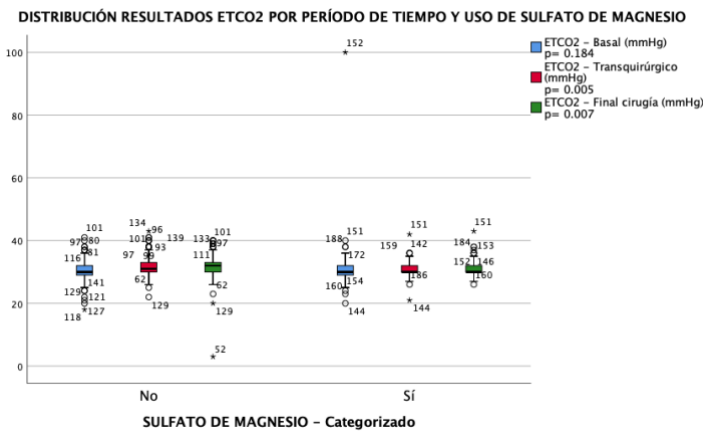
\*Prueba *Mann-Whitney U* para muestras independientes. Fuente: elaboración propia.

**Gráfico 11. Distribución de valores de saturación de oxígeno por tiempo quirúrgico y uso de sulfato de magnesio.**



\*Prueba *Mann-Whitney U* para muestras independientes. Fuente: elaboración propia.

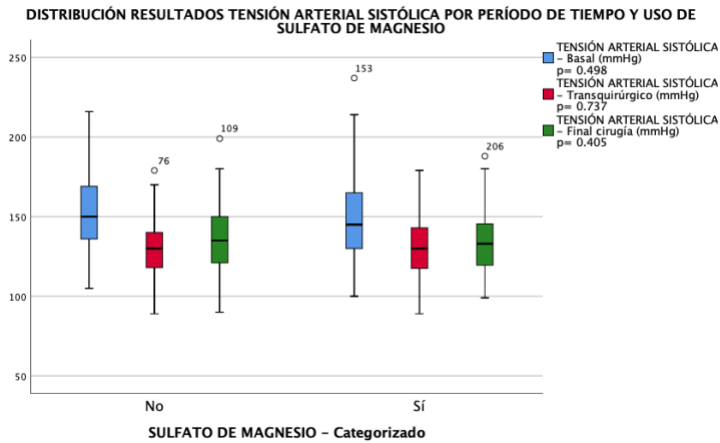
**Gráfico 12. Distribución de valores de ETCO<sub>2</sub> por tiempo quirúrgico y uso de sulfato de magnesio.**



ETCO<sub>2</sub>: dióxido de carbono espiratorio final. \*Prueba *Mann-Whitney U* para muestras independientes. Fuente: elaboración propia.

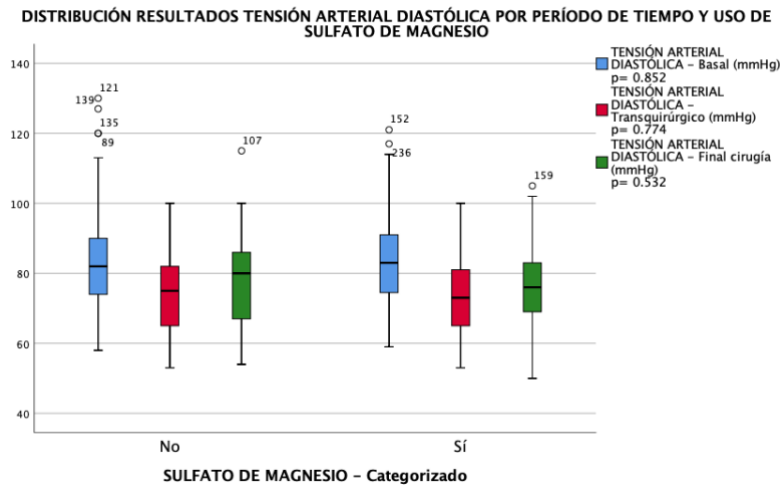
Se analizaron los valores de presión arterial sistólica (**ver Gráfico 13**), diastólica (**ver Gráfico 14**) y media (**ver Gráfico 15**) por tiempo quirúrgico en ambos grupos de estudio con Prueba T de Student para variables independientes y Prueba de Mann-Whitney U para variables independientes. En ninguno de los tres parámetros se halló una diferencia estadísticamente significativa entre los sujetos expuestos y no expuestos a sulfato de magnesio.

**Gráfico 13. Distribución de valores de presión arterial sistólica por tiempo quirúrgico y uso de sulfato de magnesio.**



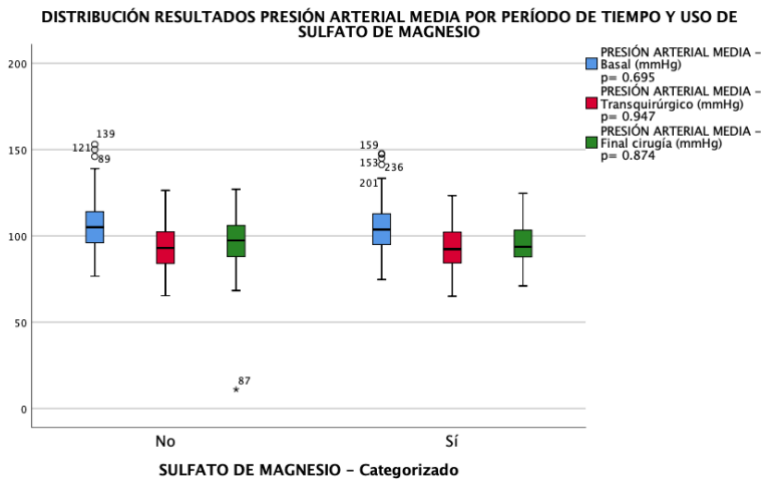
\*Prueba T para muestras independientes. Fuente: elaboración propia.

**Gráfico 14. Distribución de valores de presión arterial diastólica por tiempo quirúrgico y uso de sulfato de magnesio.**



\*Prueba T para muestras independientes en evaluación basal, prueba *Mann-Whitney U* para muestras independientes en evaluación transquirúrgica y final de cirugía. Fuente: elaboración propia.

**Gráfico 15. Distribución de valores de presión arterial media por tiempo quirúrgico y uso de sulfato de magnesio.**



\*Prueba T para muestras independientes. Fuente: elaboración propia.

## DISCUSIÓN DE RESULTADOS

La hipertensión preexistente es la razón médica más común para posponer la cirugía. Es bien sabido que la hipertensión es un factor de riesgo de catástrofe cardiovascular, un riesgo que lógicamente se extiende al período perioperatorio.<sup>8</sup>

La hipertensión preexistente puede inducir una variedad de respuestas cardiovasculares que potencialmente aumentan el riesgo de cirugía.<sup>12</sup> Los pacientes con hipertensión controlada responden de manera similar a los sujetos normotensos durante la cirugía.<sup>9</sup>

En un estudio clínico aleatorizado y doble ciego realizado por Sarita Nandal y cols "Dose Response Study of Magnesium Sulphate for Attenuation of Haemodynamic Response to Intubation" en 90 pacientes hipertensos controlados de ASA II, de ambos sexos, en el grupo de edad de 30 a 60 años programados para cirugías electivas bajo anestesia general que requieren intubación endotraqueal. Todos los pacientes tenían hipertensión (PA < 160/90 mmHg) y tomaban medicación desde al menos dos semanas. Los pacientes fueron distribuidos aleatoriamente en tres grupos iguales como el grupo I - recibió 30 mg/Kg de sulfato de magnesio y el grupo II - recibió 40 mg/Kg de sulfato de magnesio antes de la inducción de la anestesia, mientras que el grupo III (grupo control) recibió 1.5 mg/Kg de lidocaína en bolo 90 segundos antes de la intubación. Las respuestas hemodinámicas de los pacientes se registraron antes, durante y después de la intubación durante 10 minutos. También se observaron las medidas adoptadas para controlar la inestabilidad hemodinámica junto con los niveles séricos de magnesio.

En el grupo I no hubo cambios significativos en la presión arterial media (PAM), mientras que en los grupos II y III se notó una disminución significativa (>20 % del valor basal). Se requirió intervención para tratar la hipotensión en un número significativo de pacientes en el grupo II (nueve pacientes) y el grupo III (tres pacientes). Por lo que llegaron a la conclusión de que en pacientes hipertensos controlados, el magnesio en una dosis de 30 mg/Kg por vía intravenosa se considera óptimo para atenuar la respuesta de estrés después de la laringoscopia y la intubación endotraqueal, ya que un aumento adicional de la dosis puede conducir a una hipotensión significativa.<sup>42</sup>

Otro estudio prospectivo comparativo de Manish B. Kotwani y cols. "A comparative study of two doses of magnesium sulphate in attenuating haemodynamic responses to laryngoscopy and intubation" con 75 pacientes, sometidos a anestesia general se dividió en tres grupos de 25 pacientes cada uno, grupo C-grupo control, grupo T (MgSO<sub>4</sub> 30 mg/kg) y grupo F (MgSO<sub>4</sub> 40 mg/kg). El fármaco del estudio se administró entre 90 y 120 segundos antes de la intubación traqueal. La frecuencia cardíaca, la presión arterial sistólica y el producto de la presión arterial se registraron en diferentes intervalos (valores iniciales, después del fármaco del estudio, después de la inducción, en la laringoscopia, después de la intubación, 2 y 3 minutos después de la intubación).

Los resultados fueron que la frecuencia cardíaca media y la presión arterial sistólica fueron significativamente altas después de laringoscopia e intubación, en el grupo C (46.87 % y 40.81 % desde el inicio) que en el grupo T (22.78 % y 7.25 % desde el inicio) y el grupo F (24.55% y 5.83 desde el inicio) respectivamente. Por lo que se concluye nuevamente que el MgSO<sub>4</sub> intravenoso atenúa con éxito los cambios hemodinámicos durante la laringoscopia y la intubación y 30 mg/kg proporciona un control cardiovascular adecuado sin complicaciones. La taquicardia transitoria es mayor con dosis más altas de dicho fármaco.<sup>43</sup>

Un estudio aleatorizado, doble ciego, controlado con placebo fue diseñado por N. M. Elsharnouby y cols. "Magnesium sulphate as a technique of hypotensive anaesthesia" para evaluar el efecto de la administración intravenosa de sulfato de magnesio como técnica de anestesia hipotensiva. Se incluyeron 60 pacientes (25 mujeres) sometidos a cirugía funcional endoscópica de los senos paranasales, se incluyeron en dos grupos paralelos. El grupo de magnesio recibió 40 mg/kg de sulfato de magnesio intravenoso como bolo antes de la inducción de la anestesia y 15 mg/kg/h por vía intravenosa infusión continua durante la operación. Se administró el mismo volumen de solución isotónica al grupo control. Obteniendo como resultado que en el grupo de magnesio hubo una

reducción del tiempo quirúrgico, reducción significativa de la pérdida de sangre y los requerimientos anestésicos (fentanilo, vercuronio y sevoflurano), la presión arterial media y la frecuencia cardíaca también se redujeron significativamente. <sup>46</sup>

Sohair A. Megalla en su estudio "Bispectral index guided attenuation of hemodynamic and arousal response to endotracheal intubation using magnesium sulfate and fentanyl" lo diseñó para comparar los efectos atenuantes del sulfato de magnesio intravenoso con el fentanilo sobre la respuesta cardiovascular y de excitación después de la laringoscopia y la intubación mientras se asegura la profundidad anestésica con la monitorización del índice bispectral. Se evaluaron 75 pacientes de sexo femenino ASA 1 o 2, programadas para cirugía electiva bajo anestesia general, fueron aleatorizadas en tres grupos: el grupo M recibió 40 mg/kg de sulfato de magnesio, el grupo F 2 µg/kg de fentanilo y el grupo C recibió solución salina previa a la inducción de la anestesia. Se midieron la presión arterial sistólica y diastólica, la frecuencia cardíaca y el índice bispectral (BIS) en varios puntos de tiempo. Se calculó el cambio máximo en los parámetros hemodinámicos y la respuesta al despertar. Como resultado se obtuvo un aumento estadísticamente significativo de la presión arterial y la frecuencia cardíaca después de la intubación en los tres grupos en comparación con los niveles previos a la laringoscopia. El BIS también aumentó significativamente después de la intubación en comparación con los niveles previos a la laringoscopia. La hipertensión, aunque transitoria, ocurrió en el 44% del grupo de control en comparación con ninguno en los otros grupos. Concluyendo que la infusión de sulfato de magnesio antes de la inducción de la anestesia atenuó efectivamente la respuesta hemodinámica y de activación a la intubación traqueal comparable al fentanilo en pacientes normotensos. <sup>45</sup>

En un estudio realizado por E. Albrecht, "Peri-operative intravenous administration of magnesium sulphate and postoperative pain: a meta-analysis", muestran resultados que sugieren que el magnesio perioperatorio puede proporcionar una reducción clínicamente importante del consumo de opiáceos y, en menor medida, de las puntuaciones de dolor, en las primeras 24 h del postoperatorio, en todos los tipos de cirugía estudiados. No se pudo detectar ninguna ventaja de un modo de administración (bolo, bolo e infusión o infusión) sobre otro para los criterios de valoración relacionados con el dolor agudo. Además, no se pudo demostrar ninguna correlación entre la dosis total administrada y la reducción en el consumo de morfina a las 24 horas del postoperatorio, pero esto puede deberse al pequeño tamaño del efecto cuando el magnesio se administra como una infusión durante 24 horas en lugar de una sola dosis.

Los datos sugieren que la administración de un bolo único de entre 40 y 50 mg/kg, reduce el consumo de morfina posoperatoria, sigue sin estar claro si una dosis de bolo diferente puede resultar o no en un mayor efecto.

De los ensayos que evaluaron los efectos adversos relacionados con el magnesio, no hubo diferencias entre los grupos en la incidencia de sedación o hipotensión. Aunque la bradicardia fue más común después de la administración de magnesio, no hubo informes de inestabilidad hemodinámica persistente o bradicardia que no respondiera a la terapia farmacológica de primera línea. Cabe señalar que solo seis ensayos evaluaron la incidencia de hipotensión o bradicardia. Por lo tanto, la incidencia de efectos adversos puede estar subestimada. Sin embargo, tres estudios administraron dosis tan altas como 16.3 g, 18.2 g o 23.5 g durante un período de 24 h, y ninguno de estos informó efectos adversos importantes del magnesio.

En un artículo de medicina de urgencia de México de Chacón Romero "Comparación de la eficacia terapéutica de la aplicación del sulfato de magnesio *versus* captopril en el descontrol hipertensivo en el Área de Urgencias" Se incluyeron pacientes con criterios previamente determinados, con una tensión arterial media inicial igual o mayor a 110 mmHg, colocados al azar en dos grupos: el grupo A con administración de 50 mg de captopril, y el grupo B con administración de 1.5 g de sulfato de magnesio en presentación parenteral. Ambos grupos, con mediciones de la tensión arterial de forma seriada. La media de los resultados fue analizada según técnica de t de Student y ANOVA, resultando que las mediciones no presentaron diferencias significativas en cualquier punto del tiempo, demostrándose que la administración del MgSO<sub>4</sub> es igual de eficaz que el captopril para la



reducción de la presión arterial, llegando a la conclusión de que el sulfato de magnesio es una alternativa para el manejo de descontrol hipertensivo.

El presente estudio pretende demostrar que la administración de sulfato de magnesio en pacientes sometidos a cirugía oftalmológica reduce las cifras de tensión arterial y frecuencia cardiaca durante el periodo transanestésico. En el estudio se evaluaron 260 pacientes sometidos a cirugía oftalmológica durante el 2022. La población de estudio presentó una media de edad de 58.9 años, peso de 69.4 kg, talla 1.59 m, IMC de 27.25 kg/m<sup>2</sup> y superficie corporal de 1.86 m<sup>2</sup>. No se hallaron asociaciones estadísticas significativas para ninguna de las medidas antropométricas.

El 45.8% de la población fue expuesta a sulfato de magnesio. En esta población, se presentó una disminución de las cifras de presión arterial sistólica, diastólica y media, y ETCO<sub>2</sub> durante el periodo transoperatorio; así como el incremento de la frecuencia respiratoria y saturación de oxígeno. De acuerdo con la hipótesis de trabajo planteada, las diferencias de presión arterial y frecuencia cardiaca no fueron estadísticamente significativas, sin embargo puede ser una terapia efectiva que pueda administrarse durante el periodo transoperatorio para mantener la estabilidad hemodinámica en cirugías oftalmológicas al disminuir de manera importante las cifras de tensión arterial, frecuencia cardiaca y ETCO<sub>2</sub>.

Los procedimientos más realizados fueron facovitrectomía, facovitrectomía y colocación de lente intraocular e implante de válvula Ahmed. Se encontraron asociaciones estadísticamente significativas ( $p < 0.001$ ) entre el uso de sulfato de magnesio y los procedimientos de retiro de silicón, vitrectomía, colocación de lente intraocular y facovitrectomía con colocación de lente intraocular.

El 85.40% (n= 222) de los sujetos reportaron algún tipo de comorbilidad, de ellos, 76.50% (n= 91) fueron expuestos a sulfato de magnesio. En esta relación se halló una asociación estadísticamente significativa para el uso de sulfato de magnesio y pacientes con comorbilidades ( $p < 0.001$ ).

Es necesario realizar mas estudios de investigación para confirmar que el uso de sulfato de magnesio en procedimientos quirúrgicos de diferentes especialidades tiene la misma eficacia que para la cirugía oftalmológica.

## **CONCLUSIÓN**

El sulfato de magnesio es un medicamento que puede ser utilizado con seguridad en cualquier grupo etario, ya que mostró estabilidad hemodinámica en los distintos grupos de edad en los que fue empleado.

El sulfato de magnesio es un coadyuvante seguro en pacientes geriátricos con múltiples comorbilidades sometidos a cirugía oftalmológica.

El uso de sulfato de magnesio disminuyó las cifras de tensión arterial y frecuencia cardiaca sin alterar la estabilidad hemodinámica. El sulfato de magnesio disminuyó las cifras de dióxido de carbono al final de la espiración, incrementó la frecuencia respiratoria y mantuvo la saturación de oxígeno durante el periodo transoperatorio.

La administración de sulfato de magnesio en combinación con propofol y lidocaína disminuye de manera significativa el consumo de opioide (fentanilo).

El presente estudio abre paso a nuevas líneas de investigación con el objetivo de ampliar el conocimiento acerca del empleo del sulfato de magnesio en el contexto de la cirugía oftalmológica.

## CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES

**Título. Estabilidad hemodinámica con el uso de sulfato de magnesio en pacientes sometidos a cirugía oftalmológica.**

	2021		2022				
	AGO - OCT	NOV - DIC	ENE - FEB	MAR - ABR	MAY - JUN	JUL - AGO	SEP - OCT
Búsqueda de bibliografía	XXX						
Elaboración de protocolo		XXX					
Registro de protocolo			XXX				
Autorización del protocolo por el SIRELCIS				XXX			
Recolección de datos			XXX				
Análisis estadístico						XXX	
Redacción						XXX	
Difusión						XXX	
Publicación							XXX

**FORMATO DE RECOLECCIÓN DE INFORMACIÓN**

**Título. Estabilidad hemodinámica con el uso de sulfato de magnesio en pacientes sometidos a cirugía oftalmológica.**

<b>Nombre del paciente:</b>			
<b>Sexo:</b>	F	M	<b>Edad:</b>
			<b>IMC:</b>
			<b>SC:</b>
<b>Tipo de cirugía:</b> _____		<b>Diagnóstico:</b> _____	
<b>ASA:</b> II ____, III ____		<b>Tiempo de cirugía:</b> ____ min	
<b>TFG:</b> _____ml/min		<b>Índice tabáquico:</b> No ____, Si ____	
<b>Comorbilidad:</b> No ____, Si ____ ¿Cuál? _____			
<b>Monitoreo transoperatorio</b>	<b>Basal</b>	<b>Transquirúrgico</b>	<b>Final cirugía</b>
Frecuencia cardíaca x min			
Tensión Arterial en mmHg			
Frecuencia respiratoria x min			
Saturación de oxígeno en %			
ETCO <sub>2</sub> por capnografía en mmHg			



**INSTITUTO MEXICANO DEL SEGURO SOCIAL  
UNIDAD DE EDUCACIÓN, INVESTIGACIÓN Y POLÍTICAS DE SALUD  
COORDINACIÓN DE INVESTIGACIÓN EN SALUD  
CARTA DE CONSENTIMIENTO INFORMADO (ADULTOS)**

**CAF CONSENTIMIENTO INFORMADO PARA PARTICIPACIÓN EN PROTOCOLOS DE INVESTIGACIÓN**

Nombre del estudio:	Estabilidad hemodinámica con el uso de sulfato de magnesio en pacientes sometidos a cirugía oftalmológica.
Patrocinador externo (si aplica):	No Aplica.
Lugar y fecha:	U.M.A.E. HOSPITAL DE ESPECIALIDADES "DR. BERNARDO SEPÚLVEDA GUTIÉRREZ" CENTRO MÉDICO SIGLO XXI. Ciudad de México, 2022.
Número de registro:	
Justificación y objetivo del estudio:	Este estudio nos proporcionará información suficiente sobre los beneficios y/o alteraciones en las cifras tensionales y frecuencia cardíaca durante el período transoperatorio de pacientes sometidos a cirugía oftalmológica en quienes se administró sulfato de magnesio en comparación con pacientes quienes no recibieron dicho fármaco.
Procedimientos:	Previa identificación de pacientes que cumplan con criterios correspondientes, se analizarán las cifras tensionales y frecuencia cardíaca en el período transanestésico, así como otras variables de estudio.
Posibles riesgos y molestias:	No se considera riesgo ya que solo se analizarán las cifras tensionales y frecuencia cardíaca durante el transanestésico de los pacientes sometidos a cirugía oftalmológica.
Posibles beneficios que recibirá al participar en el estudio:	Detectar pacientes con hipertensión no diagnosticada en algunos casos.
Información sobre resultados y alternativas de tratamiento:	Se informará a los familiares de los pacientes el resultado obtenido posterior a la evaluación y se informará sobre los posibles tratamientos según sea el caso.
Participación o retiro:	Usted puede retirarse del estudio en cualquier momento sin ninguna repercusión en su atención y tratamiento.
Privacidad y confidencialidad:	Se manejará la información de forma confidencial y no se proveerá a terceros para uso inadecuado.
En caso de colección de material biológico (si aplica):	<input type="checkbox"/> No autoriza la aplicación del medicamento <input type="checkbox"/> Sí autorizo a aplicación del medicamento
Disponibilidad de tratamiento médico en derechohabientes (sí aplica):	No aplica.
Beneficios al término del estudio:	Ninguno.
En caso de dudas o aclaraciones relacionadas con el estudio podrá dirigirse a:	
Investigador Responsable:	Dr. Jorge Octavio Fernández García, Médico Adscrito del Servicio de Anestesiología del Hospital de Especialidades "Dr. Bernardo Sepúlveda Gutiérrez" del Centro Médico Nacional Siglo XXI, perteneciente al Instituto Mexicano del Seguro Social. Teléfono: (55) 56276900, extensión 21607.

En caso de dudas o aclaraciones sobre sus derechos como participante podrá dirigirse a: Comisión de Ética de Investigación de la CNIC del IMSS: Avenida Cuauhtémoc 330, 4° piso Bloque "B" de la Unidad de Congresos, Colonia Doctores. México, CDMX, CP 06720. Teléfono (55) 56 27 69 00 extensión 21230, Correo electrónico: [comision.etica@imss.gob.mx](mailto:comision.etica@imss.gob.mx)

Testigo 1	Nombre y firma del sujeto	Nombre y firma de quien obtiene el consentimiento Testigo 2
	Nombre, dirección, relación y firma	Nombre, dirección, relación y firma

Este formato constituye una guía que deberá completarse de acuerdo con las características propias de cada protocolo de investigación, sin omitir información relevante del estudio.

**Clave:**

**2810-009-013**

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. The Anesthesia Quality Institute. Anesthesia in the US 2014. [consultado 10 noviembre 2021]. Disponible en: <https://ecommerce.asahq.org/p-556-anesthesia-in-the-united-states-2014.aspx?>
2. Sweitzer B, Rajan N, Schell D, Gayer S, Eckert S, Joshi GP. Preoperative Care for Cataract Surgery: The Society for Ambulatory Anesthesia Position Statement. *Anesth Analg.* 2021;133(6):1431. [consultado 10 noviembre 2021]. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/34784329/>
3. Conner-Spady B, Sanmartin C, Sanmugasunderam S, De Coster C, Lorenzetti D, McLaren L, McGurran J, Noseworthy T A systematic literature review of the evidence on benchmarks for cataract surgery waiting time. *Can J Ophthalmol.* 2007;42(4):543. [consultado 10 noviembre 2021]. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/17641695/>
4. Bello C, van Rensburg A, Meineri M, Luedi MM. Eye Drops: Must-Knows for Anesthesiology and Perioperative Care. *A A Pract.* 2019;13(4):155. [consultado 10 noviembre 2021]. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/31206385/>
5. American Society of Anesthesiologists (ASA). Continuum of depth of sedation: Definition of general anesthesia and levels of sedation/analgesia. Last updated October 21, 2009. [consultado 10 noviembre 2021]. Disponible en: <https://www.asahq.org/~media/For%20Members/Standards%20and%20Guidelines/2012/CONTINUUM%20OF%20DEPTH%20OF%20SEDATION%20442012.pdf>
6. Standards for basic anesthetic monitoring. Committee of Origin:Standards and Practice Parameters October 21, 1986. [consultado 10 noviembre 2021]. Disponible en: <https://www.asahq.org/For-Members/Standards-Guidelines-and-Statements.aspx> (Accessed on January 05, 2015)
7. Kelly DJ, Farrell SM. Physiology and Role of Intraocular Pressure in Contemporary Anesthesia. *Anesth Analg.* 2018;126(5):1551. [consultado 10 noviembre 2021]. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/29049074/>
8. Dix P, Howell S. Survey of cancellation rate of hypertensive patients undergoing anaesthesia and elective surgery. 2001;86(6):789. [consultado 10 noviembre 2021]. Disponible en: [https://www.bjanaesthesia.org/article/S0007-0912\(17\)36363-8/fulltext](https://www.bjanaesthesia.org/article/S0007-0912(17)36363-8/fulltext)
9. Wolfsthal SD, Is blood pressure control necessary before surgery?, *Med Clin North Am.* 1993;77(2):349. [consultado 10 noviembre 2021]. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/8441300/>
10. Goldman L, Caldera DL. Risks of general anesthesia and elective operation in the hypertensive patient. *Anesthesiology.* 1979;50(4):285. [consultado 10 noviembre 2021]. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/434530/>
11. Prys-Roberts C, Meloche R. Management of anesthesia in patients with hypertension or ischemic heart disease. *Int Anesthesiol Clin.* [consultado 10 noviembre 2021]. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/7005117/>
12. Casadei B, Abuzeid H. Is there a strong rationale for deferring elective surgery in patients with poorly controlled hypertension? [consultado 10 noviembre 2021]. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/15643117/>
13. Foëx P, Meloche R, Prys-Roberts C. Studies of anaesthesia in relation to hypertension. Pulmonary gas exchange during spontaneous ventilation. *Br J Anaesth.* [consultado 10 noviembre 2021]. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/5550843/>
14. Goldman L, Caldera DL, Nussbaum SR, Southwick FS, Krogstad D, Murray B, Multifactorial index of cardiac risk in noncardiac surgical procedures. *N Engl J Med.* [consultado 10 noviembre 2021]. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/904659/>
15. Whelton PK, Carey RM, Aronow WS, Casey DE Jr, Collins KJ, Dennison Himmelfarb C, DePalma SM, Gidding S. Guideline for the Prevention, Detection, Evaluation, and Management of High Blood Pressure in Adults: A Report of the American College of Cardiology/American Heart Association Task Force on Clinical Practice Guidelines. *J Am Coll Cardiol.* 2018;71(19):e127. Epub 2017 Nov 13. [consultado 10 noviembre 2021]. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/29133354/>
16. Travieso-Gonzalez A, Núñez-Gil IJ, Riha H, Donaire JAG, Ramakrishna H. Management of Arterial Hypertension: 2018 ACC/AHA Versus ESC Guidelines and Perioperative

- Implications. *J Cardiothorac Vasc Anesth.* Epub 2019 Apr 3. [consultado 10 noviembre 2021]. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/31078374/>
17. Robert B Schonberger, MD, MHS. Anesthesia for patients with hypertension Apr 22, 2020. [consultado 10 noviembre 2021]. Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC7359723/>
  18. Sessler DI, Meyhoff CS, Zimmerman NM, Mao G, Leslie K, Vásquez SM, Balaji P. Period-dependent Associations between Hypotension during and for Four Days after Noncardiac Surgery and a Composite of Myocardial Infarction and Death. [consultado 10 noviembre 2021]. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/29189290/>
  19. Jor O, Maca J, Koutna J, Gemrotova M, Vymazal T, Litschmannova M, Sevcik P, Reimer P, Mikulova V, Trlicova M, Cerny V. Hypotension after induction of general anesthesia: occurrence, risk factors, and therapy. A prospective multicentre observational study. *J Anesth.* Epub 2018 Jul 19. [consultado 10 noviembre 2021]. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/30027443/>
  20. London MJ . Preoperative Administration of Angiotensin-converting Enzyme Inhibitors or Angiotensin II Receptor Blockers: Do We Have Enough "VISION" to Stop It? *Anesthesiology.* 2017 Jan. [consultado 10 noviembre 2021]. Disponible en: <https://pubs.asahq.org/anesthesiology/article/126/1/16/646/Withholding-versus-Continuing-Angiotensin>
  21. Howell SJ, Sear YM, Yeates D, Goldacre M, Sear JW, Foëx P. Hypertension, admission blood pressure and perioperative cardiovascular risk. *Anaesthesia.* 1996;51. [consultado 10 noviembre 2021]. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/8943587/>
  22. Altman D, Carroli G, Duley L, et al; Magpie Trial Collaboration Group. Do women with pre-eclampsia, and their babies, benefit from magnesium sulphate? The Magpie trial: a randomised placebo-controlled trial. *Lancet.* [consultado 10 noviembre 2021]. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/12057549/>
  23. American College of Obstetricians and Gynecologists (ACOG) Committee on Practice Bulletins—Obstetrics. Committee Opinion No. 455: Magnesium Sulfate Before Anticipated Preterm Birth for Neuroprotection. *Obstet Gynecol.* [consultado 18 noviembre 2021]. Disponible en: <https://www.acog.org/clinical/clinical-guidance/committee-opinion/articles/2010/03/magnesium-sulfate-before-anticipated-preterm-birth-for-neuroprotection>
  24. Becker SM, Job KM, Lima K, et al. Prospective study of serum and ionized magnesium pharmacokinetics in the treatment of children with severe acute asthma. *Eur J Clin Pharmacol.* 2019. [consultado 18 noviembre 2021]. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/30259065/>
  25. Magnesium sulfate: Drug information. Consultado [05 diciembre 2021]. Disponible en: [https://www.uptodate-com.pbidi.unam.mx:2443/contents/magnesium-sulfate-drug-information?search=Magnesium%20formulations%20drug%20information&selectedTitle=1~123&usage\\_type=panel&display\\_rank=1&kp\\_tab=drug\\_general&source=panel\\_search\\_result#F191054](https://www.uptodate-com.pbidi.unam.mx:2443/contents/magnesium-sulfate-drug-information?search=Magnesium%20formulations%20drug%20information&selectedTitle=1~123&usage_type=panel&display_rank=1&kp_tab=drug_general&source=panel_search_result#F191054).
  26. Hallak M. Effect of parenteral magnesium sulfate administration on excitatory amino acid receptors in the rat brain. *Magnes Res.* 1998. [consultado 18 noviembre 2021]. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/9675756/>
  27. Cotton DB, Hallak M, Janusz C, Irtenkauf SM, Berman RF . Central anticonvulsant effects of magnesium sulfate on N-methyl-D-aspartate-induced seizures. *Am J Obstet Gynecol.* 1993 [consultado 18 noviembre 2021]. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/8456911/>
  28. Duley L, Matar HE, Almerie MQ, Hall DR. Alternative magnesium sulphate regimens for women with pre-eclampsia and eclampsia. *Cochrane Database Syst Rev.* 2010. [consultado 25 noviembre 2021]. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/20687086/>
  29. Witlin AG, Sibai BM . Magnesium sulfate therapy in preeclampsia and eclampsia. *Obstet Gynecol.* 1998. [consultado 25 noviembre 2021]. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/9794688/>

30. Sibai BM. Magnesium sulfate prophylaxis in preeclampsia: Lessons learned from recent trials. *Am J Obstet Gynecol.* 2004. [consultado 09 diciembre 2021]. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/15284724/>
31. Okusanya BO, Oladapo OT, Long Q, Lumbiganon P, Carroli G, Qureshi Z, Duley L, Souza JP, Gülmezoglu AM. Clinical pharmacokinetic properties of magnesium sulphate in women with pre-eclampsia and eclampsia. *BJOG.* 2016 [consultado 09 diciembre 2021]. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/26599617/>
32. Pascoal ACF, Katz L, Pinto MH, Santos CA, Braga LCO, Maia SB, Amorim MMR. Serum magnesium levels during magnesium sulfate infusion at 1 gram/hour versus 2grams/hour as a maintenance dose to prevent eclampsia in women with severe preeclampsia: A randomized clinical trial. *Medicine (Baltimore).* 2019 [consultado 09 diciembre 2021]. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/31393402/>
33. Smith JM, Lowe RF, Fullerton J, Currie SM, Harris L, Felker-Kantor E. An integrative review of the side effects related to the use of magnesium sulfate for pre-eclampsia and eclampsia management. *BMC Pregnancy Childbirth.* 2013. [consultado 09 diciembre 2021]. Disponible en: <https://bmcpregnancychildbirth.biomedcentral.com/articles/10.1186/1471-2393-13-34>
34. Lu JF, Nightingale CH. Magnesium sulfate in eclampsia and pre-eclampsia: pharmacokinetic principles. *Clin Pharmacokinet.* 2000. [consultado 09 diciembre 2021]. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/10803454/>
35. Web-based integrated 2010 & 2015 American Heart Association guidelines for cardiopulmonary resuscitation and emergency cardiovascular care. Part 10: Special circumstances of resuscitation. [consultado 09 diciembre 2021]. Disponible en: <https://eccguidelines.heart.org/index.php/circulation/cpr-ecc-guidelines-2/part-10-special-circumstances-of-resuscitation>.
36. Ayşegül B, Hasan K, Ahmet A, Başar C, Fatih K. Magnesium sulphate in Emergency Department patients with hypertension. *Biol Trace Elem Res* 2009. [consultado 09 diciembre 2021]. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/18953498/>
37. Sontia B, Touyz RM. Role of magnesium in hypertension. *Arch Biochem Biophys* 2007. [consultado 09 diciembre 2021]. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/16762312/>
38. Sanders GM, Sim KM. Is it feasible to use magnesium sulphate as a hypotensive agent in oral and maxillofacial surgery? *Ann Acad Med Singapore* 1998. [consultado 09 diciembre 2021]. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/10101549/>
39. Khuder, H., Isosorbide dinitrate in treatment of episodic resistance and urgency hypertension (2019). *Journal Of Pharmacy.* [consultado 18 diciembre 2021]. Disponible en: [https://www.semg.es/images/documentos/grupos/Guia\\_2018\\_manejo\\_HTA\\_SEH.pdf](https://www.semg.es/images/documentos/grupos/Guia_2018_manejo_HTA_SEH.pdf)
40. Reina, D. Utilidad del tratamiento con dinitrato de Isosorbide en pacientes con urgencias hipertensivas (2008). *Revista Electrónica de Portales Médicos.* [consultado 18 diciembre 2021]. Disponible en: <https://www.portalesmedicos.com/publicaciones/articulos/1060/7/Utilidad-del-tratamiento-con-Dinitrato-de-Isosorbide-en-pacientes-con-urgencias-hipertensivas>
41. Trisán, A., Menéndez, H., Trisán, A., Soto, D., Suárez, H. Retinopatía hipertensiva (2000). *Medicina General.* [consultado 18 diciembre 2021]. Disponible en: <http://semg.info/mgyf/medicinageneral/junio2000/554-564.pdf>
42. Sarita Nandal, Veena Chatrath, Dose Response Study of Magnesium Sulphate for Attenuation of Haemodynamic Response to Intubation. Department of Anaesthesia and Critical Care, Government Medical College, Amritsar, Punjab, India. Published 29-03-2021. [consultado 18 diciembre 2021]. Disponible en: [https://jemds.com/data\\_pdf/1\\_Sarita..%20Issue%2013,%20March%2029,%202021.pdf](https://jemds.com/data_pdf/1_Sarita..%20Issue%2013,%20March%2029,%202021.pdf)
43. Manish B. Kotwani, Deepti M. Kotwani` A comparative study of two doses of magnesium sulphate in attenuating haemodynamic responses to laryngoscopy and intubation. *International Journal of Research in Medical Sciences* Kotwani MB et al. *Int J Res Med Sci.* 2016. [consultado 18 diciembre 2021]. Disponible en: <https://www.msjonline.org/index.php/ijrms/article/view/964>
44. E. Albrecht, K. R. Kirkham, Peri-operative intravenous administration of magnesium sulphate and postoperative pain: a meta-analysis. *Anaesthesia* 2013. [consultado 18 diciembre 2021]. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/23121612/>



45. Sohair A. Megalla. Bispectral index guided attenuation of hemodynamic and arousal response to endotracheal intubation using magnesium sulfate and fentanyl. Randomized, controlled trial. *EGYPTIAN JOURNAL OF ANAESTHESIA* 2019, VOL. 35, NO. 1, 43–48. [consultado 18 diciembre 2021]. Disponible en: <https://www.tandfonline.com/doi/full/10.1080/11101849.2019.1595346>
46. N. M. Elsharnouby' and M. M. Elsharnouby. Magnesium sulphate as a technique of hypotensive anaesthesia. *British Journal of Anaesthesia* 96 (6): 727–31 (2006). [consultado 18 diciembre 2021]. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/16670112/>
47. Álvaro Macías, Anesthesia for elective eye surgery. upToDate Nov 29, 2021. [consultado 18 diciembre 2021]. Disponible en: <https://www.uptodate.com/contents/anesthesia-for-elective-eye-surgery>