



FACULTAD DE MEDICINA HUMANA  
SECCIÓN DE POSGRADO

**SULFATO DE MAGNESIO Y RESPUESTA HEMODINÁMICA EN  
LARINGOSCOPIA E INTUBACIÓN ENDOTRAQUEAL  
HOSPITAL MILITAR CENTRAL**

**2015**

PRESENTADA POR  
**GISSELA ROXANA ROJAS FARFÁN**

TESIS PARA OPTAR GRADO DE MAESTRA EN MEDICINA CON  
MENCION EN ANESTESIOLOGÍA

LIMA – PERÚ

2015



**Reconocimiento - No comercial - Compartir igual  
CC BY-NC-SA**

El autor permite entremezclar, ajustar y construir a partir de esta obra con fines no comerciales, siempre y cuando se reconozca la autoría y las nuevas creaciones estén bajo una licencia con los mismos términos.

<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>



**FACULTAD DE MEDICINA HUMANA  
SECCIÓN DE POSGRADO**

**SULFATO DE MAGNESIO Y RESPUESTA HEMODINÁMICA EN  
LARINGOSCOPIA E INTUBACIÓN ENDOTRAQUEAL.  
HOSPITAL MILITAR CENTRAL. 2015.**

**TESIS**

**PARA OPTAR AL GRADO DE MAESTRA EN MEDICINA CON MENCIÓN EN  
ANESTESIOLOGÍA**

**PRESENTADA POR**

**GISSELA ROXANA ROJAS FARFÁN**

**LIMA-PERÚ**

**2015**

## **ASESOR DE ESPECIALIDAD**

RÓMULO NAVARRETE CEVASCO

Médico Anestesiólogo Jefe del Servicio de Anestesiología del Hospital Militar Central del Perú.

Maestría en Gestión Pública.

## **ASESOR TEMÁTICO**

GUSTAVO RIVARA DÁVILA

Médico Neonatólogo Pediatra del Hospital Nacional Arzobispo Loayza.

Docente de Posgrado de la Facultad de Medicina de la Universidad San Martín de Porres.

## **MIEMBROS DE JURADO**

Dr. PEDRO JAVIER NAVARRETE MEJÍA

Presidente de Jurado

DR. JUAN CARLOS VELASCO GUERRERO

Miembro de Jurado

DR. LUIS FLORIAN TUTAYA

Miembro de Jurado

## DEDICATORIA

A mis amados padres

A mis hermanos

A mis maestros



## ÍNDICE GENERAL

	Página
Carátula	i
Asesores y jurado	ii
Dedicatoria	iii
Índice general	iv
Índice de tablas	vi
Resumen	vii
Abstract	viii
INTRODUCCIÓN	1
CAPITULO I. MARCO TEÓRICO	
1.1 Antecedentes de la investigación	3
1.2 Bases teóricas	6
1.3 Definición de términos	15
1.4 Hipótesis	17
CAPITULO II. METODOLOGÍA	
2.1 Tipo de investigación	18
2.2 Diseño de investigación	18
2.3 Población y muestra	18
2.4 Métodos de recolección de datos. Instrumento	19
2.5 Procesamiento de datos	19
2.6 Aspectos éticos	20
CAPITULO III. RESULTADOS	21
CAPITULO IV. DISCUSIÓN	24

CONCLUSIONES	26
RECOMENDACIONES	27
FUENTES DE INFORMACIÓN	28
ANEXOS	



## ÍNDICE DE TABLAS

	Página
Tabla 1. Características de los pacientes sometidos a anestesia general en el Hospital Militar Central del Perú durante el periodo setiembre – octubre del 2015.	21
Tabla 2. Efectos del sulfato de magnesio en la presión arterial media en pacientes sometidos a anestesia general en el Hospital Militar Central del Perú durante el periodo setiembre – octubre del 2015	22
Tabla 3. Efectos del sulfato de magnesio en la frecuencia cardiaca en pacientes sometidos a anestesia general en el Hospital Militar Central del Perú durante el periodo setiembre – octubre del 2015.	23
Tabla 4. Efectos del sulfato de magnesio en el ritmo cardiaco en pacientes sometidos a anestesia general en el Hospital Militar Central del Perú durante el periodo setiembre – octubre del 2015.	23



## RESUMEN

**Objetivos:** Identificar los efectos del sulfato de magnesio en la respuesta hemodinámica durante la laringoscopia e intubación endotraqueal en pacientes sometidos a anestesia general en el Hospital Militar Central del Perú durante el periodo setiembre - octubre del 2015. **Material y Métodos:** Estudio de cohortes, retrospectivo, analítico, cuantitativo y no experimental en 60 pacientes sometidos a cirugía electiva bajo anestesia general; divididos en dos grupos: un grupo recibió 10 mg/kg de sulfato de magnesio durante la inducción anestésica, y el otro grupo no. Se recolectó y comparó variables clínicas, demográficas y hemodinámicas del paciente 5 minutos antes de la inducción y durante la laringoscopia e intubación. **Resultados:** Del total de participantes 30 correspondieron a cada grupo de tratamiento sin diferencias en características sociodemográfica. En las mediciones basales no hubo diferencias significativas en ambos grupos; luego de la laringoscopia e intubación el grupo de sulfato de magnesio presentó de manera significativa 6,7 mmHg menos de presión arterial media y 4,8 latidos por minuto menos que el control sin ningún caso de arritmia. **Conclusiones:** El sulfato de magnesio atenúa los efectos en la respuesta hemodinámica durante la laringoscopia e intubación endotraqueal en relación a la presión arterial y frecuencia cardiaca sin cambios en el ritmo cardiaco en comparación con el control. **Palabras claves:** sulfato de magnesio, laringoscopia, intubación endotraqueal, respuesta hemodinámica.

## ABSTRACT

**Objectives:** To determine the effects of magnesium sulfate in the hemodynamic response during laryngoscopy and endotracheal intubation in patients undergoing general anesthesia in the Central Military Hospital of Peru during the period September - October 2015. **Material and Methods:** A cohorts retrospective, analytic, quantitative, not experimental study in 60 patients undergoing elective surgery under general anesthesia; divided into two groups: one with anesthetic induction with 10 mg / kg of magnesium sulfate and another did not. In whom it was collected and compared clinical, demographic variables and hemodynamic patient 5 minutes before induction and during laryngoscopy and intubation. **Results:** A total of 30 participants were for each treatment group with no differences in sociodemographic characteristics. In baseline measurements no significant difference between groups was found; after laryngoscopy and intubation the magnesium sulfate group presented significantly less than 6.7 mmHg mean arterial pressure and 4.8 beats per minute less than the control without any cases of arrhythmia. **Conclusions:** Magnesium sulphate attenuates effects on the hemodynamic response during laryngoscopy and endotracheal intubation about blood pressure and heart rate without changes in heart rhythm. **Keywords:** magnesium sulfate, laryngoscopy, intubation, hemodynamic response.

## INTRODUCCIÓN

La laringoscopia e intubación endotraqueal trasgreden los reflejos protectores de la vía aérea del paciente y conducen a cambios fisiológicos en diferentes sistemas del organismo. Los cambios reflejos en el sistema cardiovascular son los más marcados, pudiendo éstos llegar a ser deletéreos en el paciente. Es así que la laringoscopia e intubación endotraqueal pueden ocasionar un aumento del 40-50% de la presión arterial, de un 20% de la frecuencia cardiaca, y el desencadenamiento de arritmias cardiacas. Esta respuesta está asociada con una importante liberación de catecolaminas, las cuales son responsables de dichos cambios hemodinámicos, que si no son controladas pueden complicar el tratamiento anestésico y conllevar a eventos nefastos en el paciente, constituyendo un problema que incrementa la morbimortalidad, la estancia hospitalaria y los costos, tanto para la institución, para el paciente y para la sociedad.

Se han utilizado numerosas técnicas para intentar atenuar dichas alteraciones cardiovasculares teniendo éstas, como mecanismos de acción, una reducción de la conducción o modulación del estímulo nocivo, el bloqueo de receptores adrenérgicos o la disminución del tono simpático a nivel central. Todas estas técnicas tienen desventajas relacionadas a sus efectos depresores cardiovasculares o respiratorios y ninguna inhibe directamente la liberación de catecolaminas a nivel de la fibra nerviosa.

El sulfato de magnesio ( $MgSO_4$ ) bloquea la liberación de catecolaminas a nivel del terminal nervioso adrenérgico y la glándula suprarrenal a través de un mecanismo competitivo con el calcio en los canales presinápticos voltaje dependientes, disminuye la sensibilidad de los receptores alfa-1 adrenérgicos a las catecolaminas, ejerce una moderada acción vasodilatadora directa y tiene acción cardioprotectora y antiarrítmica a nivel metabólico. Se ha demostrado que el sulfato de magnesio reduce la respuesta presora a la laringoscopia e intubación traqueal en mujeres con hipertensión arterial inducida por el

embarazo; y ha sido eficaz en atenuar estas alteraciones hemodinámicas en pacientes no obstétricas.

Actualmente existen diferencias entre las diversas publicaciones consultadas, respecto al uso del sulfato de magnesio y su efecto sobre la atenuación de los efectos hemodinámicos durante la laringoscopia e intubación endotraqueal. La controversia se atribuye a que no se encontraron resultados concluyentes y, esto a su vez, puede deberse en parte a la disparidad de las dosis empleadas en estudios realizados anteriormente, pues éstas van desde 10 a 60 mg/kg de sulfato de magnesio.

Lo que conduce a la formulación del problema principal: ¿Cuáles son los efectos del sulfato de magnesio en la respuesta hemodinámica durante la laringoscopia e intubación endotraqueal en pacientes sometidos a anestesia general en el Hospital Militar Central del Perú durante el periodo setiembre – octubre del 2015?.

Planteando como objetivo general: Identificar los efectos del sulfato de magnesio en la respuesta hemodinámica durante la laringoscopia e intubación endotraqueal.

Y como objetivos específicos: determinar los efectos en la presión arterial, en la frecuencia cardíaca y en el ritmo cardíaco durante la laringoscopia e intubación endotraqueal tras la administración de sulfato de magnesio.

## CAPITULO I. MARCO TEÓRICO

### 1.1 Antecedentes de la investigación

Hasta no hace mucho tiempo, la función del magnesio en los procesos biológicos fue largamente ignorada. Sin embargo, en los últimos años se ha dado un enorme interés en las propiedades tanto fisiológicas como farmacológicas del magnesio.

Puri *et al.* realizaron un estudio sobre el efecto y la eficacia del sulfato de magnesio en atenuar la respuesta hemodinámica a la intubación endotraqueal en pacientes con enfermedad coronaria. Ellos demostraron que la administración de sulfato de magnesio antes de la intubación puede atenuar la respuesta hemodinámica incluso mejor que la lidocaína. <sup>1</sup>

Asimismo, Ramírez *et al.*, investigaron los efectos hemodinámicos del sulfato de magnesio durante la inducción anestésica con tiopental sódico y succinilcolina. Concluyeron que el sulfato de magnesio a 60 mg/kg es una alternativa segura y eficaz en atenuar tanto la respuesta taquicardizante como hipertensiva a la laringoscopia e intubación endotraqueal y provee un perfil hemodinámico estable en pacientes ASA I. <sup>2</sup>

Para utilizar sus propiedades vasodilatadoras, James *et al.* sugirieron una dosis de 40-60 mg/kg como bolo endovenoso seguido de infusión de 80 mg/kg/hora en casos de feocromocitoma. Ellos mostraron una reducción dosis dependiente en la resistencia vascular sistémica con el sulfato de magnesio. Pero el inconveniente del empleo de esta dosis fueron los efectos secundarios que se presentaron. En un estudio posterior el mismo grupo encontró los mismos beneficios sin efectos secundarios significativos con el empleo de 30 mg/kg de sulfato de magnesio. El mecanismo propuesto por James *et al.* para explicar este efecto es que el magnesio disminuye la liberación de catecolaminas en la glándula suprarrenal. <sup>3</sup>

Es así que Dubé et al. realizaron una revisión sistemática de las propiedades del sulfato de magnesio y concluyeron que puede ser utilizado durante la inducción anestésica de cirugía para feocromocitoma con el objeto de controlar la respuesta adrenérgica, que puede reducir la incidencia de arritmias en el posoperatorio de cirugía cardíaca y prevenir el desencadenamiento o recurrencia de convulsiones en pacientes con preeclampsia y eclampsia. Asimismo, establecieron que puede ser empleado como terapia de segunda línea en varias situaciones clínicas, particularmente en crisis hipertensivas por sus propiedades vasodilatadoras, en la corrección de hipokalemia, y en situaciones que implican resistencia a la insulina.<sup>4</sup>

Por otro lado, Kies *et al.* describieron al sulfato de magnesio como una opción terapéutica efectiva para la prevención de arritmias en el perioperatorio, sobre todo en pacientes con síndrome de QT largo. Según el estudio, el sulfato de magnesio puede ser usado para el tratamiento de este tipo de arritmias mediante la administración de un bolo endovenoso de 30 mg/kg, seguido de una infusión continua de 2-4 mg/min.<sup>5</sup>

Elsharnouby *et al.* trataron de desarrollar una técnica anestésica basada en el mantenimiento de hipotensión controlada, para lo cual emplearon el sulfato de magnesio a una dosis de 40 mg/Kg como bolo endovenoso antes de la inducción anestésica y 15 mg/kg/hora en infusión continua durante la cirugía. Ellos hallaron que el sulfato de magnesio conlleva a una reducción de la presión arterial, frecuencia cardíaca y pérdida sanguínea. Por otro lado, hallaron que la infusión de magnesio disminuye los requerimientos de las dosis de los anestésicos.<sup>6</sup>

En ese sentido, Gupta *et al.* estudiaron la interacción entre el sulfato de magnesio y los agentes anestésicos administrando 30mg/kg de sulfato de magnesio antes de la inducción anestésica y 10 mg/kg en infusión continua hasta el final de la cirugía, logrando reducir significativamente los requerimientos de propofol, fentanilo y rocuronio durante la cirugía. Es así que plantearon que el sulfato de magnesio posee propiedades anestésicas, analgésicas y de bloqueo neuromuscular.<sup>7</sup>

Por su parte, Jee *et al.*, investigaron si el sulfato de magnesio atenúa la respuesta hemodinámica que desencadena el neumoperitoneo al modificar la respuesta neurohumoral durante la colecistectomía laparoscópica, para lo cual administraron 50 mg/kg de sulfato de magnesio inmediatamente antes de la insuflación del neumoperitoneo. Se midió la presión arterial, la frecuencia cardiaca, además de la concentración sérica de magnesio, catecolaminas, cortisol y de vasopresina. Sus resultados concluyeron que la administración de sulfato de magnesio inmediatamente antes del neumoperitoneo atenúa el incremento de la presión arterial, y que esta reducción está relacionada a la disminución de la liberación de catecolaminas, vasopresina, o de ambos.<sup>8</sup>

En todos los trabajos antes mencionados se emplearon diferentes dosis de sulfato de magnesio, es así que Montazeri *et al.* trataron de identificar la dosis óptima de sulfato de magnesio para lograr disminuir la respuesta cardiovascular a la laringoscopia e intubación endotraqueal a través de la administración de diferentes dosis desde 10 a 60 mg/kg. Ellos concluyeron de que las diferentes dosis administradas tienen un efecto seguro en la atenuación de esta respuesta cardiovascular siendo más efectivas que la lidocaína, y que la dosis más óptima fue de 30 mg/kg.<sup>9</sup>

Seyhan *et al.* realizaron un estudio en el que compararon los efectos de tres diferentes regímenes de dosis de sulfato de magnesio en los requerimientos de propofol, atracurio y de morfina en pacientes sometidos a cirugía ginecológica. Ellos demostraron que un bolo de sulfato de magnesio de 40 mg/kg seguido de una infusión a 10 mg/kg/hora logra una reducción significativa del consumo de propofol, atracurio y morfina, y por el contrario, el empleo de dosis mayores de magnesio no ofreció mayores ventajas.<sup>10</sup>

Sin embargo, Pascarella *et al.* a diferencia de estudios anteriores, no hallaron mayor eficacia del sulfato de magnesio para atenuar la respuesta hemodinámica mediante la administración de una dosis de 60 mg/kg de peso y recomendaron el uso de otras drogas para tal fin.<sup>11</sup>

En todos los estudios revisados, diferentes dosis (10 -60 mg/kg) de sulfato de magnesio fueron administrados a los pacientes. Ninguno de ellos reportó algún efecto adverso relacionado al magnesio.

## 1.2 Bases teóricas

El magnesio es el segundo catión intracelular más abundante en el organismo después del potasio y el cuarto teniendo en cuenta el medio intra y extracelular. A pesar de su importancia, pocas veces es tenido en cuenta y por ello la incidencia de trastornos de Magnesio, principalmente hipomagnesemia, es elevada; sobre todo en las unidades de reanimación y cuidados críticos donde puede llegar al 70% según algunos trabajos.<sup>12</sup>

Por otra parte el magnesio es un catión con muchas aplicaciones terapéuticas. Sus beneficios en la eclampsia o como antiarrítmico son evidentes. Sin embargo, existen otras indicaciones interesantes, muchas de ellas relacionadas con el campo de la anestesiología y la reanimación.

El organismo contiene entre 21 y 28 gramos de magnesio. Del total, un 53% se encuentra en el hueso, un 27% en el músculo y un 19% en grasa y tejidos blandos. Pero lo más importante es conocer que el plasma contiene tan sólo un 0,3%. De esta pequeña proporción la mayor parte (63%) se encuentra en forma ionizada, un 19% unido a proteínas y el resto formando compuestos generalmente en forma de sales (citrato, bicarbonato o fosfato magnésico).<sup>13</sup> La concentración en suero debe oscilar entre 1,7 y 2,3 mg dL<sup>-1</sup> (1,4-2,0 mEq L<sup>-1</sup>).

El peso molecular del magnesio es 24, pero además se debe tener en cuenta que es un catión divalente (1 mol = 2 mEq) a la hora de convertir las unidades de mg a moles o mEq.

Las funciones del magnesio pueden dividirse en tres categorías. La primera es la de participar en el metabolismo energético. Es cofactor de enzimas del metabolismo glucídico, de la síntesis y degradación de ácidos nucleicos,



proteínas y ácidos grasos. Además interviene en la oxidación mitocondrial y se encuentra unido al ATP dentro de la célula.<sup>14</sup>

La segunda es como regulador del paso de iones transmembrana. Modula los canales de calcio ( $\text{Ca}^{2+}$ ATPasa y voltaje dependientes tipo L) en la membrana celular y en sitios específicos intracelulares como la membrana mitocondrial. Además inhibe la activación calcio dependiente de los canales del retículo sarcoplásmico y bloquea los canales de calcio, lo que explica el aumento intracelular de calcio durante la hipomagnesemia. Es el antagonista natural del calcio. También regula la ATPasa  $\text{Na}^{+}/\text{K}^{+}$  a la que estimula a baja concentración y viceversa. Una baja concentración intracelular de magnesio permite la salida de potasio alterando la conductancia de la membrana y el metabolismo celular. Por todo esto parece comportarse como estabilizador de membrana.<sup>15,16</sup>

En tercer lugar, interviene en la activación de numerosas enzimas. En general para todas aquellas dependientes de ATP. La fosforilación del ADP reduce la concentración intracelular de magnesio ya que lo utiliza como cofactor; de esta manera una baja concentración de Magnesio va a implicar un mal funcionamiento enzimático. Por ello interviene en la transducción de señales al ser esencial para el funcionamiento de la adenilato ciclasa.<sup>17</sup>

El magnesio llega al organismo por la absorción intestinal que se produce en yeyuno e íleon. A este nivel existe un mecanismo regulador desconocido que permite que la absorción varíe entre un 11 y un 65%. La eliminación es renal. Se filtra el 77% del magnesio plasmático ( $\text{Mg}^{2+}$  no unido a proteínas) del cual entre un 20 y un 30% se reabsorbe en el túbulo proximal y más de un 60% en asa ascendente delgada de Henle.<sup>18</sup>

La eliminación renal en condiciones normales es aproximadamente de un 5%. El riñón es el principal regulador de los niveles corporales de Magnesio, de tal forma que es capaz de eliminar casi el 100% del Magnesio filtrado en caso de sobrecarga y hasta un 0,5% en caso de déficit.<sup>19</sup>

La reabsorción se va a ver estimulada por: hormona paratiroidea (PTH), hipotiroidismo, depleción de volumen intravascular, hipocalcemia, etc. Por el contrario se inhibe en presencia de hipercalcemia, volumen intravascular expandido, acidosis metabólica, depleción de fosfatos, diuréticos osmóticos y de ASA, digoxina, etc. Sin embargo el principal factor regulador es la propia concentración intracelular de Magnesio ionizado.<sup>20</sup>

Las propiedades terapéuticas del Magnesio se conocen desde hace cientos de años. En la actualidad su uso más extendido es como laxante y como antiácido. Aunque la mayor evidencia científica se encuentra en el campo de la obstetricia y en el de la cardiología tiene otros usos muchos de ellos relacionados con la anestesiología.

#### Farmacocinética y farmacodinamia:

En el ámbito hospitalario la vía de administración más utilizada es la parenteral. Por vía intravenosa el magnesio hace efecto inmediato, alcanza su efecto máximo a los diez minutos y desaparece a los 30 minutos. La sensación de calor con la administración endovenosas de sulfato de magnesio es dependiente de la cantidad de fármaco administrado por unidad de tiempo. Este efecto indeseado puede ser atenuado con la administración lenta y diluida del mismo.<sup>21</sup>

La vía intramuscular, más errática, retrasa su efecto aproximadamente una hora pero permanece hasta cuatro horas. Otra vía de administración es la nebulizada que resulta interesante para el tratamiento del asma cuyo papel está en estudio, permite uso de dosis más bajas con menor incidencia de efectos secundarios. Más reciente aún es la utilización por vía intratecal, su uso aislado no mostró efectos significativos pero sí como coadyuvante a dosis bajas.<sup>22</sup>

El magnesio actúa a varios niveles: inhibe la entrada de calcio por antagonismo competitivo con canales de calcio tanto en la membrana celular como en receptores específicos intracelulares. También actúa sobre la ATPasa  $\text{Na}^+/\text{K}^+$

a la que inhibe a altas concentraciones plasmáticas. Por último es antagonista del receptor del N-Metil-D-Aspartato (NMDA).<sup>23</sup>

#### Efectos del Magnesio en el organismo:

Sobre el corazón el Magnesio puede tener efectos antagónicos. A dosis altas en bolo produce bloqueo en el nodo sinusal (NS) y en el sistema aurículo-ventricular (A-V) y puede llegar a producir parada cardíaca. Sobre la contracción ventricular no produce efectos significativos. In vitro produce bradicardia sobre el sistema de conducción y tiene efecto inotrópico negativo por inhibir la entrada de calcio en el miocito pero in vivo produce taquicardia y un moderado efecto inotrópico positivo.<sup>24,25</sup> Esto se debe probablemente a la respuesta del ventrículo para conservar la presión arterial frente a la vasodilatación periférica que induce. También es vasodilatador coronario y pulmonar. Sobre el sistema de conducción produce un alargamiento dosis dependiente del PR y RR y de la amplitud del QRS sin afectar al intervalo QT.<sup>26</sup>

En el sistema nervioso central (SNC) se discute su efecto anticonvulsivante por su eficacia clínica en la eclampsia. Es antagonista del receptor NMDA del glutamato, principal neurotransmisor excitador, lo que explica sus efectos sedantes. En la médula bloquea las vías del dolor dependientes de este transmisor. También es vasodilatador cerebral. Su relación con el sistema nervioso autónomo se debe a su capacidad para inhibir la liberación de catecolaminas en la glándula suprarrenal.<sup>27</sup>

En la musculatura lisa vascular es, como se ha dicho, vasodilatador debido a sus efectos como antagonista del calcio. También relaja la musculatura lisa uterina y su uso como tocolítico está en estudio y discusión. Sobre la musculatura lisa bronquial es broncodilatador y a nivel intestinal inhibe la contractilidad, de ahí su uso, el más antiguo, como catártico. En el músculo estriado actúa a dos niveles: bloquea la liberación de acetilcolina (Ach) en la membrana presináptica e inhibe la entrada de calcio por lo que actúa como relajante muscular. En las plaquetas tiene efecto antiagregante a dosis muy altas y favorece la destrucción del trombo.<sup>26,27</sup>

### Interacciones y efectos adversos:

Los rangos terapéuticos son considerados normales entre 4-6 mEq/l, es así que los síntomas y los cambios electrocardiográficos de la hipermagnesemia están relacionados directamente con los niveles séricos. Bloqueos de la conducción, ensanchamiento del complejo QRS, prolongación del intervalo P-Q, y náuseas aparecen entre los 5 a 10 mg/dl; sedación, hipoventilación, pérdida de los reflejos osteotendinosos y debilidad muscular aparecen a niveles entre 20 a 34mg/dl; hipotensión, bradicardia y gran vasodilatación aparecen a niveles de 24 a 48 mg/dl; arreflexia, coma, y paro respiratorio ocurre a 48 a 72 mg/dl.<sup>30,31,32</sup>

La interacción más clásica y mejor conocida del sulfato de Magnesio es con los relajantes musculares no despolarizantes. El Magnesio inhibe la liberación de Ach en la placa, compite con el calcio en el miocito y disminuye la excitabilidad de la fibra muscular. Es por tanto un relajante muscular y va a interactuar con los relajantes musculares.

Por ejemplo, se conoce que 40 mg/kg de sulfato de Magnesio disminuye en un 25% la ED50 del vecuronio y a la mitad el tiempo de instauración. Además prolonga la duración del efecto al doble. Esta interacción se observa con otros relajantes musculares no despolarizantes como el pancuronio pero no, por ejemplo, con el rocuronio o cisatracurio con el que sólo se ha observado una prolongación de la duración de acción. Las interacciones con los relajantes despolarizantes están en discusión y no hay datos ni a favor de un antagonismo ni de un sinergismo. Estas interacciones deben tenerse en cuenta a la hora de enfrentarse a un despertar prolongado. Se han descrito casos de recurarización tras su uso pocos minutos después de la administración de neostigmina.<sup>33</sup>

Estos autores recomiendan no usarlo antes de 30 minutos tras la reversión del bloqueo neuromuscular. Además, al ser antagonista del NMDA potencia el efecto de otros antagonistas como la ketamina y los anestésicos halogenados. Potencialmente disminuye la CAM de los anestésicos volátiles y así se ha

observado con el halotano en ratas donde además la reducción de la CAM no dependía de manera lineal con los niveles plasmáticos de Mg<sup>2+</sup>. Junto a la ketamina este efecto es supraadictivo, es decir la suma de sus efectos por separado es menor que el efecto que producen juntos y además sus propiedades analgésicas se ven potenciadas también en presencia de anestésicos halogenados.<sup>34</sup>

#### Laringoscopia e intubación endotraqueal:

Para el manejo de la vía aérea el anesthesiólogo puede elegir entre usar máscara laríngea, tubo endotraqueal, tubo laríngeo, entre otros. De todas ellas la intubación endotraqueal continúa siendo un procedimiento frecuente para el manejo de la vía aérea durante una anestesia general, dada la disponibilidad que por su costo es un insumo presente en la gran mayoría de Hospitales del país.

La intubación endotraqueal, en el caso de los adultos, requiere de la administración de una serie de agentes, ya sea por vía endovenosa o inhalatoria, que permitan una intubación adecuada en términos de evitar los potentes reflejos desencadenados por la misma intubación sobre la laringe.

La intubación endotraqueal se realiza como parte de la inducción de la anestesia general, que en el caso de los pacientes adultos, se realiza generalmente luego de la colocación de una vía endovenosa; por lo que en la inducción de la anestesia pueden utilizarse la vía aérea, la vía endovenosa o ambas para conseguir el plano adecuado que permita una intubación adecuada.

Una intubación exitosa será el resultado de combinar adecuadamente los fármacos anestésicos para evitar o producir un mínimo de respuesta hemodinámica refleja.

El aparato respiratorio, en el ser humano, es muy eficiente producto de una larga evolución; poniendo en riesgo la vida del individuo la suspensión súbita

de la función del aparato respiratorio. La vía respiratoria superior, se define como un conducto que está integrado por las cavidades nasal bucal, faringe, laringe, tráquea y bronquios principales. El abordaje de la vía respiratoria se puede realizar a través de mascarilla facial, laringoscopia directa para intubación y broncoscopia, para lo cual es necesario el conocimiento de la estructura anatómica y fisiológica de la vía respiratoria.

En el ser humano la vía respiratoria es una vía de conducción, entrecruzándose la vía oro-esofágica y la nasotraqueal, requiriendo elementos anatómicos y funcionales complejos para proteger la vía respiratoria sublaríngea de la aspiración del alimento que pasan por la faringe.

La laringe, se localiza al nivel de la tercera y sexta vértebras cervicales, en el extremo superior de la tráquea y en la proximidad de la base de la lengua; es la parte más compleja de la vía respiratoria superior; el esqueleto de la laringe lo constituyen cartílagos como son: tiroideos, cricoides, aritenoides, corniculados y epiglotis; este último, un cartílago fibroso recubierto por una membrana mucosa que se refleja como repliegue glosopigótico sobre la superficie faríngea de la lengua. A cada lado de este repliegue existen unas depresiones llamadas valléculas, región donde se sitúa el borde distal de la pala curvada del laringoscopio.<sup>30</sup>

La inervación de la laringe está a cargo de dos ramas del nervio vago de forma bilateral: el nervio laríngeo superior y el recurrente. Además, el laríngeo recurrente inerva a los músculos intrínsecos, con excepción del cricotiroideo, por lo que la lesión traumática o quirúrgica bilateral del mismo podría ocasionar disfunción de las cuerdas vocales, y daño de la función protectora de la laringe hasta cuadros de obstrucción completa de la vía respiratoria. La principal función de la laringe es la de un esfínter, que previene la inundación de la vía respiratoria por sólidos y líquidos.<sup>31,32</sup>

La protección de la vía aérea ante la posible aspiración de cuerpos extraños o secreciones está dada principalmente por el reflejo de cierre de la glotis, que provoca el cierre de la laringe como medida de protección durante la

deglución<sup>33</sup>. La exageración de este reflejo se denomina laringoespasma, que es contraproducente para la respiración, el mismo que consiste en el cierre intenso y prolongado de la glotis como respuesta a la estimulación glótica o supraglótica directa por agentes inhalatorios, secreciones o cuerpos extraños. La estimulación del periostio, el plexo celiaco o la dilatación del recto pueden también precipitar este proceso mediante mecanismos reflejos.

Los diferentes grados de laringoespasma producen sonidos que varían desde el tono agudo hasta el silencio total. Este último indica el cierre completo de las cuerdas vocales y debe diagnosticarse y tratarse de forma inmediata, pudiendo recurrirse a la utilización de relajantes musculares en caso de laringoespasma intenso, o medidas como desplazamiento de la mandíbula junto con la administración de oxígeno a presión con mascarilla, en casos menos graves.

La intubación endotraqueal es un procedimiento frecuente en los quirófanos, sobre todo si el paciente debe estar anestesiado y relajado. Para intubar a un paciente adulto se procede clásicamente a administrar un agente de inducción de acción rápida, como tiopental o propofol, un agente opioide, y un agente bloqueador neuromuscular que facilite la laringoscopia.<sup>32</sup> En los niños, se utiliza con frecuencia la inducción con anestesia inhalatoria mediante mascarilla, sin la administración de un relajante muscular, pero con un nivel de anestesia profundo para evitar el laringoespasma.

La laringoscopia e intubación endotraqueal constituyen estímulos nocivos que producen una marcada respuesta simpática manifestada como hipertensión, taquicardia y arritmias. Dicha respuesta puede en individuos susceptibles (pacientes con coronariopatía, hipertensos, aneurisma, compliance intracraneana disminuida) poner en peligro la vida. La hipertensión y taquicardia a su vez es exagerada en pacientes hipertensos crónicos y se asocia a un marcado incremento en la concentración de noradrenalina plasmática.<sup>34</sup>

Cuando se pretende inducir con agentes inhalatorios el CAM de anestésico inhalatorio para la intubación es aproximadamente 30% más elevado que para

la incisión quirúrgica, debiendo alcanzarse un nivel de anestesia relativamente profundo.

Varios opioides se han utilizado para suprimir la respuesta hemodinámica relacionada a la liberación de catecolaminas secundaria a la intubación endotraqueal. La administración de fentanilo 2 mcg/kg antes de la inducción con propofol atenúa la prolongación del intervalo QT asociados con la laringoscopia e intubación. Enflurano, isoflurano y sevoflurano, cuando se administran como único agente para la inducción y mantenimiento, todos prolongan el intervalo QT en personas sanas no premedicadas, y también pueden prolongar el QT hasta más allá del límite superior del rango normal.<sup>5</sup>

Algunos autores afirman que el fentanilo se debe administrar a dosis de 3-4 ug/kg para que sea eficaz; aunque algunos sostienen que la dosis de fentanilo para prevenir alteraciones durante la intubación no deberá ser menor de 7 ug/kg y 7 minutos antes de la misma, concluyendo que dosis menores no influyen en la respuesta hemodinámica; ésta dosis, muchas veces, puede llegar a producir depresión respiratoria y apnea antes de la intubación y por lo que debe ser monitorizada la función ventilatoria. Otros estudios sostienen que la dosis de 2 ug/kg de fentanilo intravenoso es suficiente para disminuir la respuesta hemodinámica a la intubación orotraqueal.<sup>36</sup>

Existen numerosas situaciones en las que el riesgo de hipertensión posinducción e intubación anestésica puede comprometer gravemente la salud del paciente tales como cirugía de aorta aneurismática, de vasos cerebrales, feocromocitoma, y en la embarazada hipertensa. Esta última es en la que más se ha estudiado el uso del Magnesio como coadyuvante en la inducción probablemente por imposibilidad de utilizar otras estrategias como dosis altas de opiáceos.<sup>5,6</sup>

En los últimos años, el uso del sulfato de magnesio para fines terapéuticos ha tomado considerable auge y pareciera representar una panacea en el área clínica.



### 1.3 Definiciones conceptuales

- **Laringoscopia:** Consiste en la visualización de la laringe y de las cuerdas vocales mediante el empleo de un laringoscopio. El laringoscopio es un instrumento formado por un sistema óptico (un espejo o una fibra óptica) y una fuente de luz (externa o por fibra óptica).
- **Intubación endotraqueal:** Colocación de un tubo a través de la cavidad oral o nasal cuyo extremo distal se sitúa en el interior de la tráquea. Las indicaciones más frecuentes incluyen protección y mantenimiento de la vía aérea permeable, así como permitir el empleo de ventilación mecánica.
- **Respuesta hemodinámica.-** Son las manifestaciones del sistema cardiovascular que se desencadenan ante un estímulo interno o externo, y que se expresa a través de cambios a en la presión arterial, frecuencia cardiaca y ritmo cardiaco.
- **Presión arterial:** Es la presión que ejerce la sangre contra la pared de las arterias. Los valores de la presión sanguínea se expresan en kilopascales (kPa) o en milímetros del mercurio (mmHg), a pesar de que muchos dispositivos de presión vascular modernos ya no usan esta sustancia.
- **Presión arterial sistólica (PAS):** Corresponde al valor máximo de la presión arterial cuando el corazón se contrae (sístole).
- **Presión arterial diastólica (PAD):** Corresponde al valor mínimo de la presión arterial entre latidos cardíacos (diástole). Se refiere al efecto de distensibilidad de la pared de las arterias, es decir el efecto de presión que ejerce la sangre sobre la pared del vaso.
- **Presión arterial media (PAM):** Es la presión de perfusión de los órganos corporales. Se considera normal un valor entre 70 y 110 mmHg. Se calcula mediante la siguiente fórmula:  $PAM = [(2 \times PAD) + PAS] / 3$ .

- **Frecuencia cardiaca (FC):** Es el número de contracciones del corazón por unidad de tiempo, y se expresa en latidos por minuto.
- **Ritmo cardiaco:** Es la sucesión armónica de sístoles y diástoles del corazón, a intervalos regulares.
- **ASA.-** Es la clasificación del estado físico del paciente de la Sociedad Americana de Anestesiología (ASA). Es un instrumento utilizado mundialmente por los anestesiólogos para categorizar la condición física del paciente antes de la cirugía.
  - ASA I: Paciente sin ninguna patología asociada.
  - ASA II: Paciente con enfermedad sistémica leve bien controlada, como por ejemplo la hipertensión bien tratada.
  - ASA III: Paciente con enfermedad sistémica grave que limita su actividad física pero que no le incapacita para la vida ordinaria, como por ejemplo, una angina de pecho estable.
  - ASA IV: Paciente con enfermedad sistémica grave e incapacitante, como por ejemplo, una insuficiencia cardiaca descompensada, que supone una amenaza vital.
  - ASA V: Paciente moribundo, cuya esperanza de vida es en principio menos de 24 horas con o sin tratamiento quirúrgico.
  - ASA VI: Paciente en estado de muerte cerebral.
- **Índice de Masa Corporal (IMC):** Es la relación entre el peso y la altura de un individuo utilizado por la Organización Mundial de la Salud (OMS) para evaluar el estado nutricional de las personas, considerándose normal valores entre 18.5 y 24.9. Se calcula mediante la siguiente fórmula:  $\text{peso} / \text{estatura}^2$  donde el peso se expresa en kilogramos y la estatura en metros.

## 1.4 Hipótesis

### Hipótesis principal

El sulfato de magnesio atenúa la respuesta hemodinámica durante la laringoscopia e intubación endotraqueal en pacientes sometidos a anestesia general en el Hospital Militar Central del Perú durante el periodo setiembre - octubre del 2015.



## CAPITULO II. METODOLOGÍA

### 2.1 Tipo de investigación

El presente estudio es de tipo analítico, cuantitativo, retrospectivo y no experimental.

### 2.2 Diseño

Estudio de cohortes.

### 2.3 Población y muestra

La población está conformada por todos los pacientes sometidos a cirugía electiva bajo anestesia general en el Centro Quirúrgico del Hospital Militar Central durante el periodo de setiembre - octubre del 2015, para lo cual se tomarán los siguientes criterios de inclusión y exclusión:

#### **Criterios de Inclusión:**

- Pacientes mayores de 18 años y menores de 65 años.
- Pacientes ASA I o ASA II.
- Pacientes programados para cirugía electiva bajo anestesia general.

#### **Criterios de Exclusión:**

- Pacientes con enfermedad renal o hepática.
- Pacientes con algún trastorno previo del magnesio o con tratamiento habitual con sulfato de magnesio.
- Pacientes sometidos a cirugía de emergencia.
- Pacientes con predictores de intubación difícil.
- Historias clínicas ininteligibles o incompletas.

Para determinar el tamaño mínimo de la muestra se utilizó nomogramas a un nivel de confianza de 95% y un margen de error de 5% y se consideró por esto un mínimo de 30 pacientes por grupo.

#### **2.4 Métodos de recolección de datos. Instrumentos**

Se procedió a la revisión de los archivos de historias clínicas de pacientes sometidos a cirugía bajo anestesia general durante el periodo setiembre – octubre del 2015 y se verificó que los datos de la historia clínica y del récord de anestesia estén completos para incluirlos en el estudio.

Se formaron dos grupos de pacientes: el grupo A conformado por aquellos pacientes en los que se administró en la inducción anestésica 10 mg/kg de sulfato de magnesio en bolo endovenoso, seguido de dosis estándar de fentanilo 2 ug/kg, propofol 2mg/kg y rocuronio 0.6 mg/kg; y el grupo B conformado por aquellos pacientes que no recibieron sulfato de magnesio en la inducción anestésica.

Luego se procedió al llenado de las fichas de recolección tomando los datos de interés del estudio (Anexo 2).

#### **2.5 Procesamiento de datos**

Luego de recolectados los datos fueron procesados en el programa estadístico SPSS versión 21 y realizar los siguientes análisis estadísticos:

- a. Obtención de medias y desviación estándar de las variables numéricas.
- b. Obtención de frecuencias y porcentajes de las variables cualitativas.
- c. Comparación de medias con la prueba T de Student para grupos independientes con corrección de Welch, a un nivel de confianza de 95%.
- d. Comparación de variables cualitativas con la prueba chi cuadrado de independencia, a un nivel de confianza de 95%.
- e. Presentación de resultados en tablas y gráficos según modelo de Vancouver.

## 2.6 Aspectos éticos

Siendo esta propuesta, un estudio descriptivo, los aspectos éticos estarán relacionados con mantener absoluta discreción del paciente y de la información de su historia clínica. Asimismo, se tuvo en cuenta los principios de la bioética: respeto, justicia, beneficencia y no maleficencia, durante todo el desarrollo de la investigación.



### CAPITULO III. RESULTADOS

En total fueron enrolados 60 participantes, 30 al grupo sulfato de magnesio y 30 al grupo control. La tabla 1 muestra las características sociodemográficas de los participantes según grupo de tratamiento. A excepción de la talla, no hubo diferencias estadísticamente significativas en las demás variables al inicio del estudio.

Tabla 1. Características de los pacientes sometidos a anestesia general en el Hospital Militar Central del Perú durante el periodo setiembre – octubre del 2015.

Variables	Total (n=60, 100%)	Con sulfato de magnesio (n=30, 50%)	Sin sulfato de magnesio (n=30, 50%)	Valor p*
Sexo				0.605**
Femenino	29 (48.3)	13 (43.3)	16 (53.3)	
Masculino	31 (51.7)	17 (56.7)	14 (46.7)	
Edad, años	43.1 ± 11.6	43.9 ± 10.6	42.4 ± 12.6	0.613
Peso, Kg	69.3 ± 8.7	70.2 ± 7.0	68.4 ± 10.1	0.427
Talla, m	1.65 ± 0.10	1.68 ± 0.10	1.62 ± 0.09	0.014
IMC, kg/m <sup>2</sup>	25.61 ± 3.14	24.97 ± 2.39	26.24 ± 3.67	0.119
ASA				0.604**
I	27 (45.0)	12 (40.0)	15 (50.0)	
II	33 (55.0)	18 (60.0)	15 (50.0)	

\*Prueba t de Student para grupos independientes (corrección de Welch) a no ser que se especifique lo contrario. \*\*Prueba Chi cuadrado de independencia. Abreviaturas: IMC, Índice de Masa Corporal.

Fuente: Historias clínicas del Hospital Militar Central del Perú.

Al inicio del estudio no hubo diferencias estadísticamente significativas en la presión arterial media (PAM) entre ambos grupos. Luego de la laringoscopia e intubación, el grupo que recibió sulfato de magnesio presentó en promedio 6,7 mmHg menos PAM que el grupo que no recibió, y esta diferencia fue estadísticamente significativa (IC 95% -10,91 a -2,42 mmHg,  $p=0,003$ ). Además, la disminución promedio de ésta en el grupo que recibió sulfato de magnesio fue de -8,74 (IC 95% -12,34 a -5,13). La tabla 2 resume los resultados.

Tabla 2. Efectos del sulfato de magnesio en la presión arterial media en pacientes sometidos a anestesia general en el Hospital Militar Central del Perú durante el periodo setiembre – octubre del 2015.

Variabes	Con sulfato de magnesio	Sin sulfato de magnesio	Valor p*
PAM basal, mmHg	85.6 ± 7.3	83.5 ± 8.8	0.324
PAM post laringoscopia/intubación	83.8 ± 6.8	90.5 ± 9.4	0.003
Cambio de la PAM, mmHg	-1.77 ± 3.87	6.97 ± 9.0	<0.001

Fuente: Historias clínicas del Hospital Militar Central del Perú.

Con respecto a la frecuencia cardíaca, luego de la laringoscopia e intubación endotraqueal, el grupo que recibió sulfato de magnesio presentó en promedio 4,8 latidos por minuto (lpm) menos que el grupo que no recibió. Esta diferencia fue estadísticamente significativa (IC 95% -9,34 a -0,32 lpm,  $p = 0,036$ ). Además, la disminución promedio de frecuencia cardíaca del grupo que recibió sulfato de magnesio fue de -9,96 (IC 95% -12,65 a -7,28 lpm). La tabla 3 resume los resultados.



Tabla 3. Efectos del sulfato de magnesio en la frecuencia cardiaca en pacientes sometidos a anestesia general en el Hospital Militar Central del Perú durante el periodo setiembre – octubre del 2015.

Variables	Con sulfato de magnesio	Sin sulfato de magnesio	Valor p*
FC basal, mmHg	70.6 ± 7.4	65.5 ± 8.7	0.017
FC post laringoscopia/intubación	72.1 ± 8.1	76.9 ± 9.3	0.036
Cambio de la FC, lpm	-1.47 ± 3.35	11.43 ± 6.49	<0.001

Fuente: Historias clínicas del Hospital Militar Central del Perú.

Al inicio del estudio todos los pacientes presentaron un ritmo cardíaco rítmico. Luego de la laringoscopia e intubación sólo 5 pacientes del grupo que no recibió sulfato de magnesio presentaron arritmia. Por otro lado, no se presentó ningún caso de arritmia en el otro grupo. La tabla 4 resume los resultados.

Tabla 4. Efectos del sulfato de magnesio en el ritmo cardiaco en pacientes sometidos a anestesia general en el Hospital Militar Central del Perú durante el periodo setiembre – octubre del 2015.

Variables*	Con sulfato de magnesio	Sin sulfato de magnesio	Valor p**
ECG post laringoscopia/intubación no rítmico	0 (100%)	5 (16.7%)	0.052

\* Sólo se muestra la categoría “no rítmico”, la categoría “rítmico se calcula por complemento. \*\*Prueba chi cuadrado de independencia. Abreviaturas: ECG, electrocardiografía.

Fuente: Historias clínicas del Hospital Militar Central del Perú.

## CAPITULO IV. DISCUSIÓN

La inducción de anestesia general e intubación endotraqueal para proteger la vía aérea y prevenir la aspiración es frecuente en la rutina diaria del anesthesiólogo.

Los cambios hemodinámicos que se suelen presentar durante la intubación endotraqueal (como el aumento de la frecuencia cardiaca, presión arterial y aparición de arritmias) puede aumentar la morbilidad y mortalidad perioperatoria de los pacientes; por lo que en múltiples revisiones anteriores se ha estudiado diversos fármacos capaces de mantener estables estas variables hemodinámicas.<sup>36, 37, 38</sup>

En los últimos años se ha venido estudiando y descubriendo nuevas propiedades y aplicaciones del sulfato de magnesio en la práctica médica, es así, que puede servir de coadyuvante en el manejo de la presión arterial, ya que estabiliza las membranas y organelas citoplasmáticas celulares al mediar la activación de las enzimas, además de inhibir la liberación de noradrenalina al bloquear los canales de calcio en terminaciones nerviosas.<sup>36, 38</sup> Al analizar ambos grupos en estudio se observó una disminución de la presión arterial media, que es el marcador más importante hemodinámico, en los sujetos intervenidos con este agente.

Además se ha reportado que el magnesio puede suprimir la taquicardia posintubación mediante la reducción de secreción de catecolaminas de la medula adrenal y los terminales nerviosos adrenérgicos,<sup>39,40</sup> lo que explicaría los resultados de este signo vital durante el presente análisis.

El uso de diferentes dosis de magnesio para inducir a la hipotensión controlada ha sido tema de varios trabajos. Así algunos estudios concluyen que el sulfato de magnesio a 60 mg/kg es una alternativa segura y eficaz en atenuar tanto la respuesta taquicardizante como hipertensiva a la laringoscopia e intubación endotraqueal y provee un perfil hemodinámico estable.<sup>41</sup> Incluso se propone el

mantenimiento de hipotensión controlada, con sulfato de magnesio a una dosis de 40 mg/Kg como bolo endovenoso antes de la inducción anestésica y 15 mg/kg/hora en infusión continua durante la cirugía con reducción de la presión arterial y frecuencia cardíaca.<sup>38,42</sup> Con una dosis notablemente menor en la inducción anestésica, 10 mg/kg de sulfato de magnesio en bolo endovenoso, se encontró estos mismos resultados atenuando las dos variables previamente descritas: frecuencia cardíaca y presión arterial.

La laringoscopia y la intubación traqueal durante la inducción de anestesia general pueden llevar a aumentar la vía simpática y liberar catecolaminas, como se ha mencionado previamente, pudiendo ocasionar cambios en la actividad eléctrica cardíaca y detectarse éstos en electrocardiograma. Los síntomas y los cambios electrocardiográficos están relacionados directamente con los niveles séricos del magnesio y puede ocasionar bloqueos de la conducción, hipotensión, bradicardia y gran vasodilatación hasta coma y paro respiratorio, ésto ocurre a medida que aumenta su concentración en sangre.<sup>25, 26, 27,43</sup>

Por otro lado, se describe al sulfato de magnesio como una opción terapéutica efectiva para la prevención de arritmias en el perioperatorio mediante la administración de un bolo endovenoso de 30 mg/kg, seguido de una infusión continua de 2-4 mg/min,<sup>28, 41</sup> ya que prolonga la recuperación del nodo sinusal mediante acción inhibitoria indirecta y directa en el nodo sinoatrial,<sup>44,45</sup> una vez más los presentes hallazgos coincide con esto, aunque a una dosis notoriamente menor a las de referencia.

## CONCLUSIONES

- El sulfato de magnesio produce cambios en la respuesta hemodinámica durante la laringoscopia e intubación endotraqueal.
- El cambio en la presión arterial media (PAM) durante la laringoscopia e intubación endotraqueal es atenuada con la administración de sulfato de magnesio, presentando una PAM menor (83.8 mmHg) a diferencia del otro grupo (90.5 mmHg).
- El cambio en la frecuencia cardíaca es atenuada durante la laringoscopia e intubación endotraqueal tras la administración de sulfato de magnesio, presentando cifras menores (72.1 lpm) a diferencia del otro grupo cuyas cifras fueron más elevadas (76.9 lpm).
- El ritmo cardíaco no se alteró durante la laringoscopia e intubación endotraqueal tras la administración de sulfato de magnesio.

## RECOMENDACIONES

- Evaluar el dosaje sérico de magnesio en los grupos de pacientes y evaluar su relación con la respuesta hemodinámica durante la laringoscopia e intubación endotraqueal y evaluarla a través del tiempo durante el perioperatorio.
- Considerar relaciones del sulfato de magnesio a diferentes dosis y otros anestésicos con la respuesta hemodinámica durante la laringoscopia e intubación endotraqueal.
- Investigar el efecto en la respuesta hemodinámica durante la laringoscopia e intubación endotraqueal del sulfato de magnesio en comorbilidades específicas de pacientes sometidos a cirugía.
- Elaborar protocolos de manejo de sulfato de magnesio a 10 mg/kg durante la inducción anestésica en los servicios de anestesiología.

## FUENTES DE INFORMACIÓN

1. Puri G, Marudhachalam K, Chari P, Suri R. The effect of magnesium sulphate on hemodynamics and its efficacy in attenuating the response to endotracheal intubation in patients with coronary artery disease. *Anesthesia and Analgesia* 1998; 87(4): 808-811.
2. Ramírez C, González O, Rodríguez B. Uso del Sulfato de Magnesio para atenuar la respuesta cardiovascular refleja. *Revista Venezolana de Anesthesiología* 1998; 3(2): 72-77.
3. James M. Use of magnesium sulphate in the anaesthetic management of pheochromocytoma: a review of 17 anaesthetics. *British Journal of Anaesthesia* 1989; 62(6): 616-623.
4. Dubé L, Granry J. The therapeutic use of magnesium in anesthesiology, intensive care and emergency medicine: a review. *Canadian Journal of Anesthesia* 2003; 50 (7): 732–746.
5. Kies S, Pabelick C, Hurley H, White R, Ackerman M. Anesthesia for Patients with Congenital Long QT Syndrome. *Anesthesiology* 2005; 102: 204–210.
6. Elsharnouby N, Elsharnouby M. Magnesium sulphate as a technique of hypotensive anaesthesia. *British Journal of Anaesthesia* 2006; 96 (6): 727-731.
7. Gupta K, Vohra V, Sood J. The role of magnesium as an adjuvant during general anaesthesia. *Anaesthesia* 2006; 61: 1058–1063.
8. Jee D, Lee D, Yun, Lee C. Magnesium sulphate attenuates arterial pressure increase during laparoscopic cholecystectomy. *British Journal of Anaesthesia* 2009; 103 (4): 484–489.
9. Montazeri K, Fallah M. A Dose – Response Study of Magnesium Sulfate in Suppressing Cardiovascular Responses to Laryngoscopy and Endotracheal Intubation. *Journal of Research in Medical Sciences* 2005; 10(2): 82-86.
10. Seyhan T, Tugrul M, Sungur M, Kayacan S, Telci L, Pembeci K, Akpir K. Effects of three different dose regimens of magnesium on propofol requirements, hemodynamic variables and postoperative pain relief in gynecological surgery. *British Journal of Anaesthesia* 2006; 96 (2): 247–252.

11. Pascarella P, Pineda M. Efectos del sulfato de magnesio en la respuesta hemodinámica durante la laringoscopia e intubación traqueal. *Revista Venezolana Anestesiología* 1998; 3(1): 8-12.
12. E. Alday Muñoz, R. Uña Orejón, F. Redondo Calvo, A. Criado Jiménez. Magnesio en Anestesia y Reanimación. *Rev. Esp. Anestesiol. Reanim* 2005; 52: 222-234.
13. Elin RJ. Magnesium: the fifth but forgotten electrolyte. *Am J Clin Pathol* 1994; 102 (5): 616-622.
14. Vernon WB. The role of magnesium in nucleic acid and protein metabolism. *Magnesium* 1988; 7(5-6):234-248.
15. Bara M, Guet-Bara A, Durlach J. Regulation of sodium and potassium pathways by magnesium in cell membranes. *Magnes Res* 1993; 6(2):167-77.
16. Dacey MJ. Hypomagnesemia disorders. *Crit Care Clin* 2001;17(1):155-173.
17. Volpe P, Vezu L. Intracellular magnesium and inositol 1,4,5-triphosphate receptor: molecular mechanism of interaction, physiology and pharmacology. *Magnes Res* 1993; 6(3): 267-274.
18. Quamme GA. Laboratory evaluation of magnesium status. Renal function and free intercellular magnesium concentration. *Clin Lab Med* 1993; 13(1):209-223.
19. Evaluating the frequency rate of hypomagnesemia in critically ill pediatric patients by using multiple regression analysis and a computer-based neural network. *Crit Care Med* 2000; 28: 3534-3539.
20. Buvanendran A, McCarthy RJ, Kroin JS, Leong W, Perry P, Tuman KJ. Intrathecal magnesium prolongs fentanyl analgesia: a prospective, randomized, controlled trial. *Anesth Analg* 2002;95(3):661-666.
21. Kafiluddi R, Kenedy RH, Seifen E. Effects of buffer magnesium on positive inotropic agents in guinea pig cardiac muscle. *Eur J Pharmacol* 1989;165(2-3):181-189.
22. Rasmussen HS, Videback R, Melchior T, Aurup P, Cinton C, Pedersen NT. Myocardial contractility and performance capacity after magnesium infusions in young healthy persons: a double blind, placebo-controlled, cross-over study. *Clin Cardiol* 1988; 11: 541-545.

23. Reinhart RA. Clinical correlates of the molecular and cellular actions of magnesium on the cardiovascular system. *Am Heart J* 1991; 121(5):1513-1521.
24. Nadler J, Hwang D, Yen C, Rude R. Magnesium plays a key role in inhibiting platelet aggregation and release reaction. *Circulation* 1991; 84:246.
25. Fuchs-Buder T, Wider Smith OH, Borgeat A, Tassony E. Interaction of magnesium sulphate with vecuronium-induced neuromuscular block. *Br J Anaesth* 1995; 74(4):405-409.
26. Kussman B, Shorten G, Uppington J, Comunale ME. Administration of magnesium sulphate before rocuronium: effects on speed of onset and duration of neuromuscular block. *Br J Anaesth* 1997;79(1):122-
27. Pinard AM, Donati F, Martineau R, Denault AY, Taillefer J, Carrier M. Magnesium potentiates neuromuscular blockade with cisatracurium during cardiac surgery. *Can J Anaesth* 2003;50(2):172-178.
28. Fawcett WJ, Stone JP. Recurarization in the recovery room following the use of magnesium sulphate. *Br J Anaesth* 2003;91(3):435-438.
29. Liu HT, Hollmann MW, Liu WH, Hoeneman CW, Durieux ME. Modulation of NMDA receptor functions by ketamine and magnesium. Part I *Anesth Analg* 2001; 92(5):1173-1181.
30. Hollmann MW, Liu HT, Hoenemann CW, Liu WH, Durieux ME. Modulation of NMDA receptor functions by ketamine and magnesium. Part II: interactions with volatile anesthetics. *Anesth Analg* 2001;92(5):1182-1191.
31. David J. Stone y Thomas J. Gal. *Airway Anatomy*. En Miller RD (ed), 5th ed., New York: Churchill-Livingstone, 2000, pp. 1414-1451.
32. Andranik Ovassapian. *Anatomy of the airway*. En Andranik Ovassapian (ed), 2nd ed., Philadelphia: Lippincott-Raven Publishers, 1996, pp17-26.
33. Joseph R Brimabombe. *Anatomy*. En Joseph R Brimabombe (ed), 2<sup>nd</sup> ed, Philadelphia: Elsevier Limited, 2005, pp73-104.
34. Shawn T. Simmons. M.D. and Arno R. Schleich. M.D. Airway regional Anesthesia for Awake Fiberoptic Intubation. *Regional Anesthesia and Pain Medicine*, vol 27, No 2, 2002: pp 180 – 192.
35. Abbady A. Ahmed. Treatment of stress response to laryngoscopy and intubation with magnesium sulphate. *EL-MINIA MED BULL.* 2009;20(2): 191-196.



36. Bayrama A, Ülgeya A, Igünes I. Comparación entre el sulfato de magnesio y la dexmedetomidina en hipotensión controlada durante cirugía funcional endoscópica de los senos paranasales. *Rev Bras Anesthesiol.* 2015;65(1):61-67.
37. Kiran KN, Shrinivas TR. Analytical study of effects of Magnesium sulphate on pressor response during laryngoscopy and intubation. *Int J Adv Med.* 2015; 2(2):124-127.
38. Mesbah M; Safari S; Reza G. The effect of intravenous magnesium sulfate and lidocaine in hemodynamic responses to endotracheal intubation in elective coronary artery bypass grafting: A randomized controlled clinical trial. *Anesth Pain Med.* 2014 August; 4(3): e15905.
39. Nooraei N, Ebrahimi M, Radpay B. Effects of intravenous magnesium sulfate and lidocaine on hemodynamic variables following direct laryngoscopy and intubation in elective surgery patients. *Tanaffos* 2013; 12(1): 57-63.
40. Kumar S, Mishra MN, Bathla S. Comparative study of the efficacy of i.v. esmolol, diltiazem and magnesium sulphate in attenuating haemodynamic response to laryngoscopy and tracheal intubation. *Indian j. anaesth.* 2003; 47 (1) : 41-44.
41. Ryu JH, Sohn IS, Do SH. Controlled hypotension for middle ear surgery: a comparison between remifentanil and magnesium sulfate. *Br J Anaesth.* 2009;103:490---5. 8.
42. Shimosawa T, Takano K, Ando K, et al. Magnesium inhibits norepinephrine release by blocking N-type calcium channels at peripheral sympathetic nerve endings. *Hypertension.* 2004;44:897---902.
43. Kiraci G, Demirhan A, Tekelioglu UY. A comparison of the effects of lidocaine or magnesium sulfate on hemodynamic response and QT dispersion related with intubation in patients with hypertension. *Acta Anaesth. Belg.*, 2014, 65, 81-86.
44. Sunil R, Vijay S, Jerry P. The role of intravenous magnesium sulphate in attenuating pressor response to laryngoscopy and intubation in patients undergoing major head and neck surgeries. *ASJA.* 2014; 7 (3): 451-455.
45. Honarmand A, Safavi M, Badiei S. Different doses of intravenous Magnesium sulfate on cardiovascular changes following the laryngoscopy

and tracheal intubation: A double-blind randomized controlled trial. Journal of research in pharmacy practice. 2015; 4 (2): 79-84.





**ANEXOS**



## ANEXO 1: MATRIZ DE CONSISTENCIA

	<b>Problema</b>	<b>Objetivo</b>	<b>Hipótesis</b>
<b>General</b>	¿Cuáles son los efectos del sulfato de magnesio en la respuesta hemodinámica durante la laringoscopia e intubación endotraqueal en pacientes sometidos a anestesia general en el Hospital Militar Central del Perú durante el periodo setiembre - octubre del 2015?	Identificar los efectos del sulfato de magnesio en la respuesta hemodinámica durante la laringoscopia e intubación endotraqueal.	El sulfato de magnesio a 10 mg/kg atenúa la respuesta hemodinámica durante la laringoscopia e intubación endotraqueal.
<b>Específicos</b>	¿Cuáles son los efectos que se producen en la presión arterial durante la laringoscopia e intubación endotraqueal tras la administración de sulfato de magnesio?	Determinar los efectos en la presión arterial durante la laringoscopia e intubación endotraqueal tras la administración de sulfato de magnesio.	El sulfato de magnesio produce disminución de la presión arterial durante la laringoscopia e intubación endotraqueal.
	¿Cuáles son los efectos en la frecuencia cardíaca durante la laringoscopia e intubación endotraqueal tras la administración de sulfato de magnesio?	Determinar los efectos en la frecuencia cardíaca durante la laringoscopia e intubación endotraqueal tras la administración de sulfato de magnesio.	El sulfato de magnesio mantiene la frecuencia cardíaca durante la laringoscopia e intubación endotraqueal.
	¿Cuáles son los efectos que se producen en el ritmo cardíaco durante la laringoscopia e intubación endotraqueal tras la administración de sulfato de magnesio?	Determinar los efectos en el ritmo cardíaco durante la laringoscopia e intubación endotraqueal tras la administración de sulfato de magnesio.	El sulfato de magnesio mantiene el ritmo cardíaco durante la laringoscopia e intubación endotraqueal.

**ANEXO N° 2**  
**FICHA DE RECOLECCIÓN DE DATOS**  
**SULFATO DE MAGNESIO Y RESPUESTA HEMODINÁMICA EN**  
**LARINGOSCOPIA E INTUBACIÓN ENDOTRAQUEAL.**  
**HOSPITAL MILITAR CENTRAL. 2015.**

1. Edad : .....
2. Sexo : Femenino ( )                      Masculino ( )
3. Peso : .....
4. Talla : .....
5. IMC : .....
6. ASA : I ( )                      II ( )
7. Diagnóstico : .....
8. Cirugía : .....
9. Datos hemodinámicos del paciente:

Variable	5' antes de la inducción	Laringoscopia e intubación
PAM		
FC		
ECG		

10. Observaciones:  
.....  
.....  
.....

Abreviaturas:

IMC: Índice de Masa Corporal

PAM: Presión Arterial media

FC: Frecuencia Cardíaca

ECG: Electrocardiografía