



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO**

**FACULTAD DE MEDICINA  
DIVISIÓN DE ESTUDIOS DE POSGRADO E INVESTIGACIÓN  
HOSPITAL GENERAL DEL ESTADO DE SONORA  
DR ERNESTO RAMOS BOURS**

**T E S I S**

**EFICACIA DE LA INFUSIÓN DE SULTAFO DE MAGNESIO INTRAVENOSO  
DURANTE LA ANESTESIA ESPINAL PARA MANEJO DE DOLOR  
POSTOPERATORIO EN PACIENTES SOMETIDOS A CIRUGÍA ORTOPÉDICA**

**QUE PARA OBTENER LA ESPECIALIDAD DE ANESTESIOLOGÍA**

**PRESENTA:**

**Leticia Elizabeth Velázquez Fregoso**

**TUTOR PRINCIPAL DE TESIS: Gloria Nohemí Martínez Flores**

Hospital Infantil del Estado de Sonora

**CODIRECTOR DE TESIS: Juan Pablo Contreras Félix**

Hospital General Dr. Ernesto Ramos Bours

**COMITÉ TUTOR: Sandra Sarhai Montero López**

IMSS Guaymas Sonora

**Nohelia G. Pacheco Hoyos**

Hospital General Dr. Ernesto Ramos Bours

**Hermosillo Sonora; julio de 2019**



Universidad Nacional  
Autónoma de México



**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.

## FIRMAS DE AUTORIZACIÓN DEL COMITÉ DIRECTIVO DE TESIS

Los presentes hemos revisado el trabajo del médico residente de tercer año **Leticia Elizabeth Velázquez Fregoso** y lo encuentran adecuado para continuar con su proceso de titulación para obtener su grado de médico especialista en anestesiología.



---

**Gloria Nohemí Martínez Flores**  
Hospital Infantil del Estado de Sonora



---

**Juan Pablo Contreras Félix**  
Hospital General Dr. Ernesto Ramos Bours

---

**Sandra Sarhai Montero López**  
IMSS Guaymas Sonora



---

**Nohelia G. Pacheco Hoyos**  
Hospital General Dr. Ernesto Ramos Bours

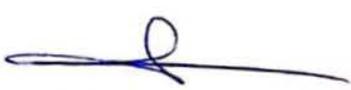
### LIBERACIÓN DE TESIS

La División de Enseñanza e Investigación del Hospital General del Estado de Sonora Dr. Ernesto Ramos Bours, hace constar que realizó la revisión del trabajo de tesis del médico residente: **LETICIA ELIZABETH VELÁZQUEZ FREGOSO**; cuyo título es: **"EFICACIA DE LA INFUSION DE SULTAFO DE MAGNESIO INTRAVENOSO DURANTE LA ANESTESIA ESPINAL PARA MANEJO DE DOLOR POSTOPERATORIO EN PACIENTES SOMETIDOS A CIRUGIA ORTOPEDICA"**. Con base en los lineamientos metodológicos establecidos por el Hospital General del Estado "Dr. Ernesto Ramos Bours," se considera que la tesis reúne los requisitos necesarios para un trabajo de investigación científica y cumple con los requerimientos solicitados por la Universidad Nacional Autónoma de México. Por lo tanto, la División de Enseñanza e Investigación acepta el trabajo de tesis para ser sustentado en el examen de grado de especialidad médica; aclarando que el contenido e información presentados en dicho documento son responsabilidad del autor de la tesis.

### ATENTAMENTE



**DR. MAURICIO BELTRÁN RASCÓN**  
JEFE DE LA DIVISIÓN DE ENSEÑANZA E  
INVESTIGACIÓN  
HOSPITAL GENERAL DEL ESTADO



**M en C. NOHELIA G. PACHECO**  
COORDINADOR DE INVESTIGACIÓN CIENTÍFICA  
DIVISIÓN DE ENSEÑANZA E INVESTIGACIÓN  
HOSPITAL GENERAL DEL ESTADO

C.c.p. Archivo  
NGPH

## **AGRADECIMIENTOS**

Agradezco a la Facultad de Medicina de la UNAM por haberme aceptado en su plan de estudio y apoyarme en todo momento con la terminación de mi residencia en anestesiología

A la Secretaría de Salud del Estado de Sonora por brindarme durante estos tres años el apoyo económico para la realización de mi residencia

Al Hospital General del Estado de Sonora por haberme abierto las puertas de su hospital y por haberme brindado la enseñanza, los recursos, y las instalaciones para llevar a cabo en armonía mi residencia, por ser mi segundo hogar durante estos tres años, así como a los pacientes que aceptaron mi manejo como médico residente de anestesiología

Agradezco a la Dra. Gloria Nohemi Martínez Flores por su paciencia y apoyo constante para la elaboración de este trabajo, por siempre dar las palabras de ánimo y enseñanza durante los años de mi residencia

Al Dr. Juan Pablo Contreras Félix por cada consejo, apoyo emocional, conocimientos brindados durante estos últimos años

A la Dra. Sandra Montero por su esfuerzo y dedicación, quien con sus conocimientos me ayudo para que este trabajo pudiera ser terminada con éxito

A la M en C. Nohelia Pacheco por su enorme paciencia para apoyarme, corregirme y por el tiempo dedicado para la revisión de este trabajo

Agradezco de todo corazón a mis compañeros de la residencia que más que compañeros se convirtieron en familia para mí, en especial a Mónica y Magda por siempre brindarme el apoyo para continuar con la residencia, a no rendirme en el camino y por enseñarme que cada día es un nuevo día para comenzar y salir adelante.

A mis padres y mi hermano por siempre creer en mí, y hacerme ver que todo en esta vida es posible si lo puedes soñar, por su amor, cariño y paciencia, sin ustedes no sería ni la mitad de la persona que soy.

Por último y no el menos importante a Dios, por siempre estar a mi lado, por todas las puertas que abriste pero aún más por todas las puertas que cerraste para protegerme, por ponerme a las personas adecuadas para continuar con mi desarrollo profesional, por tu amor y por utilizar mis manos como tu instrumento para dar manejos anestésicos a todos los pacientes que cruzaron durante mi residencia.

## **DEDICATORIA**

A mis padres Vera y Armando por haberme forjado como la persona que soy en la actualidad, muchos de mis logros se los debo a ustedes entre los que se incluye este, por su apoyo incondicional durante todos estos años, sobre todo por su amor incondicional y cariño; Por esos brazos que me reconfortaron y me hacen sentir que son lo mejor que Dios puso en mi vida, por nunca de dudar de mi capacidad de llegar hasta donde he llegado, pero sobretodo por ser mi motor y mi ejemplo a seguir.

A mi hermano Carlos Armando que a pesar de la distancia siempre estuviste pendiente de mí, por sacarme una sonrisa en los peores momentos y sobre todo por tu apoyo incondicional.

A mis dos mejores amigas de la residencia Mónica y Magda por haberme acompañado en este largo camino y apoyarme en los momentos que más necesite de un abrazo, por las risas compartidas, por siempre mostrarme que por más que llueva el sol siempre saldrá, definitivamente sin ustedes dos el camino hubiera sido más difícil.

Para mi familia adoptiva Carpio Rentería por siempre apoyarme y estar presente en mis postguardias, dando ánimos para que no me rindiera en el camino, por siempre brindarme un hogar y una sonrisa.

A ti mi Dios el que me acompaña y me levanta de mi continuo tropiezo, por tu infinita bondad, y por todo el amor brindado día con día, y por mostrarme que con fe todo es posible.

De corazón GRACIAS!

“Never let the fear of striking out keep you from playing the game”

## ÍNDICE

<b>Contenido</b>	<b>Página</b>
<b>I. Resumen</b>	<b>6</b>
<b>II. Introducción</b>	<b>7</b>
<b>III. Planteamiento del problema</b>	<b>9</b>
<b>IV. Justificación</b>	<b>10</b>
<b>V. Objetivos</b>	<b>12</b>
<b>VI. Hipótesis</b>	<b>13</b>
<b>VII. Marco teórico</b>	<b>14</b>
<b>VIII. Materiales y métodos</b>	<b>33</b>
<b>IX. Aspectos éticos y de bioseguridad</b>	<b>40</b>
<b>X. Resultados</b>	<b>44</b>
<b>XI. Discusión</b>	<b>53</b>
<b>XII. Conclusiones</b>	<b>56</b>
<b>XIII. Literatura citada</b>	<b>57</b>
<b>XIV. Anexos</b>	<b>60</b>

## RESUMEN

Se ha informado que el sulfato de magnesio produce efectos analgésicos importantes, aunque el mecanismo exacto aún no se comprende completamente, se cree que las propiedades analgésicas del magnesio se derivan de la regulación de la entrada de calcio en la célula y del antagonismo de los receptores N-metil-D-aspartato (NMDA) en el sistema nervioso central. Es importante que el anestesiólogo cuente con herramientas seguras y eficaces que disminuyan el dolor postoperatorio en los pacientes operados de cirugía de miembro inferior. A pesar de los avances en el desarrollo de técnicas efectivas para el control del dolor postoperatorio, muchos pacientes experimentan una apreciable disconformidad en cuanto a este tema se refiere. Los estudios relacionados con la administración de sulfato de magnesio revelan que la calidad del anestésico y la analgesia postoperatoria pueden mejorar sin embargo la evidencia es inconsistente. En el presente estudio se utilizó el sulfato de magnesio a 50mg/kg durante 15 minutos en el transoperatorio, comparándolo con un grupo placebo al que se le administro solución salina 0.9%. Durante el transoperatorio se reportó el estado de conciencia de los pacientes mediante la escala de RASS (Richmond Agitation Sedation Scale). En el postoperatorio se evaluó la analgesia mediante la escala visual análoga (EVA), así como también se reportaron las posibles complicaciones respecto al uso de sulfato de magnesio y si se ocupó de dosis de rescate para analgesia. Se evaluaron 30 pacientes, 15 de ellos se les administro sulfato de magnesio a las dosis antes mencionadas. Se encontraron resultados estadísticamente significativos, ya que se observó mejor analgesia postoperatoria en los pacientes que se utilizó el fármaco. La administración de sulfato de magnesio reduce significativamente el dolor postoperatorio en pacientes sometidos a cirugía ortopédica de

miembros inferiores, lo que llevo a reducir la dosis de analgésicos utilizados en el postoperatorio.

## INTRODUCCIÓN

El tratamiento satisfactorio del dolor postoperatorio (DPO) es uno de los retos más importantes que permanecen en el ámbito quirúrgico. Es una evidencia innegable que la mayoría de los pacientes que se someten a una intervención quirúrgica lo padecen en un grado variable. La importancia de su tratamiento se fundamenta en la posibilidad potencial de producir complicaciones dadas por los cambios rápidos en las respuestas de los pacientes que se traducen en manifestaciones sistémicas. <sup>(1)</sup>

A pesar de los avances en el conocimiento de la fisiopatología, la farmacología de los analgésicos y el desarrollo de técnicas efectivas para el control del dolor postoperatorio muchos pacientes experimentan una apreciable disconformidad en cuanto a este tema se refiere. <sup>(1)</sup>

El dolor postoperatorio debe de tratarse de manera efectiva porque representa un componente importante de la recuperación postoperatoria. El tratamiento eficaz sirve para mitigar los reflejos autonómicos, somáticos, y endocrinos, con una disminución potencial resultante de la perturbación perinervativa. <sup>(3)</sup>

Las técnicas de anestesia regional son las más utilizadas para la cirugía ortopédica, ya que son seguras, efectivas, y pueden proporcionar analgesia postoperatoria prolongada. <sup>(2)</sup>

Las cirugías de ortopedia generalmente están acompañadas de un dolor postoperatorio de moderado a severo, y un manejo adecuado del mismo es importante para la pronta rehabilitación y recuperación funcional.

El sulfato de magnesio es un antagonista del receptor N-metil-d-aspartato (NMDA), y tiene efectos antinociceptivos que se han estimado en modelos de dolor en animales y humanos. Algunos estudios evaluaron el efecto analgésico del sulfato de magnesio con anestesia general y demostró ser eficaz para reducir los requisitos anestésicos y analgésicos intraoperatorios, así como los requisitos postoperatorios de los analgésicos opioides. Pocos estudios han evaluado el efecto de la infusión de sulfato de magnesio durante la anestesia regional. <sup>(2)</sup>

## **PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA**

Las cirugías de ortopedia como lo es la osteosíntesis de fémur, cadera, tibia o rodilla, son de las cirugías más frecuentemente realizadas en nuestro medio. En la mayoría de los casos se lleva un tiempo quirúrgico prolongado por lo que es importante brindar una adecuada analgesia postoperatoria que permita evaluar los efectos fisiológicos producidos por el dolor. Además de esto también es indispensable que beneficien al paciente para su pronta recuperación e incorporación a su vida cotidiana; siendo así uno de los papeles más cruciales del anestesiólogo que es el manejo del dolor postoperatorio.

Es importante que el anestesiólogo cuente con herramientas seguras y eficaces que disminuyan el dolor postoperatorio de estos pacientes. A pesar de los avances en el conocimiento de la fisiopatología de los analgésicos y el desarrollo de técnicas efectivas para el control de dolor postoperatorio, muchos pacientes experimentan una apreciable disconformidad en cuanto a este tema se refiere. <sup>(1)</sup>

Los estudios relacionados con la administración de sulfato de magnesio revelan que la calidad del anestésico y la analgesia pueden mejorar. El verdadero lugar de acción del magnesio es probablemente en los receptores NMDA de la médula espinal. Por lo tanto, se ha utilizado como un complemento de los analgésicos y agentes anestésicos para la analgesia intraoperatoria y postoperatoria. Varios informes recientes han descrito la eficacia de las infusiones de magnesio en dosis moderadas tanto durante la cirugía como en el postoperatorio para disminuir los requisitos analgésicos postoperatorios. <sup>(3)</sup>

Por lo anterior, esta investigación tratará de dar respuesta a los siguiente:

¿Es eficaz la infusión intravenosa de sulfato de magnesio durante la anestesia espinal para mejorar la analgesia postoperatoria en pacientes sometidos a cirugía ortopédica?

## JUSTIFICACIÓN

El control adecuado del dolor es una preocupación importante para cualquier persona que somete a una cirugía. El pilar del control del dolor perioperatorio ha sido la administración de anestesia y analgesia para minimizar la experiencia psicológica y física del dolor. El dolor postoperatorio no aliviado se asocia con consecuencias tanto físicas como psicológicas, como el aumento de la actividad del sistema nervioso simpático, el miedo y la ansiedad que pueden complicar y retrasar la recuperación.<sup>(4)</sup>

La analgesia inadecuada afecta negativamente a la satisfacción del paciente y puede contribuir a la readmisión hospitalaria.<sup>(4)</sup>

El dolor postoperatorio en cirugía ortopédica generalmente es de tipo somático resultado de lesión tisular, «herida quirúrgica»; Está bien localizado, iniciado por la activación de nociceptores cutáneos y tejidos profundo, como en el caso de dolor postoperatorio agudo y fracturas óseas. En combinación con dolor de tipo neuropático. (dado por una lesión del sistema nervioso periférico y central, «que es responsable también de la transmisión del dolor agudo»). Dando en ocasiones alodinia.<sup>(5)</sup>

Según los registros del 2017, el Hospital General del Estado de Sonora, reportó un total de 220 cirugías ortopédicas de miembros pélvicos, entre las que destacan la osteosíntesis de cadera, fémur y prótesis total de cadera, con un promedio de 18 de cirugías mensuales. Durante 2018 la tendencia continúa ya que se reportan 213 cirugías de miembro pélvico. Cabe mencionar que las fracturas de cadera, fémur y tibia son de los diagnósticos más frecuentes de hospitalización en el servicio de traumatología y ortopedia, y la cirugía para llevar a cabo su corrección es muy agresiva.

En la actualidad existe la necesidad de contar con medicamentos que proporcionen una adecuada analgesia postoperatoria para promover una movilidad temprana; Esto se traducirá en una menor estancia intrahospitalaria y menores gastos para la institución.

El manejo de dolor postoperatorio con sulfato de magnesio es algo poco estudiado , el llevar a cabo este estudio nos proporcionaría una muestra que contribuirá a mejores resultados, disminuyendo a vez costos, recuperación del paciente y mejorando la morbimortalidad transoperatoria de estos pacientes, además de establecer un nuevo manejo en el servicio de anestesiología para el manejo de dolor postoperatorio en el Hospital General del Estado, ya que la mayoría de las veces estos pacientes son manejados con dosis de rescate por catéter peridural, home pump o analgésicos vía intravenosa como el paracetamol, ketorolaco, tramadol, estos últimos frecuentemente utilizados por el servicio de traumatología y ortopedia, lo cual le ocasiona al paciente un gasto adicional.

Además, que el sulfato de magnesio parece ser una buena opción analgésica, con pocos efectos adversos para el paciente, brindándole seguridad y promoviendo un egreso temprano.

## **OBJETIVOS**

### **OBJETIVO GENERAL:**

Evaluar la eficacia de sulfato de magnesio como nueva alternativa en el manejo de dolor postoperatorio en pacientes que recibieron anestesia espinal en cirugía ortopédica de miembro pélvicos

### **OBJETIVOS PARTICULARES:**

- Determinar el grado de dolor postoperatorio según la escala visual análoga al salir del quirófano.
- Valorar los efectos de sedación durante el transoperatorio del sulfato de magnesio mediante la escala de agitación y sedación de Richmond.
- Evaluar las posibles complicaciones por el uso de sulfato de magnesio.
- Evaluar el uso de medicamentos de rescate en el postoperatorio.

## **HIPÓTESIS**

Se espera encontrar que con el uso de sulfato de magnesio como adyuvante en la anestesia espinal en cirugía ortopédica proporcionará un mejor manejo del dolor postoperatorio, así como una rehabilitación pronta de los pacientes sometidos a cirugía ortopédica.

## MARCO TEÓRICO

### 1.1 Generalidades del dolor postoperatorio

El dolor es definido por la IASP (International Association for the Study of Pain) como una experiencia sensorial y emocional no placentera, asociada con daño tisular real o potencial, o descrita en términos de ese daño. Por su parte, el dolor agudo es definido como dolor de reciente aparición y probablemente de limitada duración. <sup>(1)</sup>

Cada vez se impone con más fuerza la doctrina que avala que la elección del método de alivio del dolor postoperatorio debe ser balanceada, combinándose diferentes vías de administración y diferentes fármacos analgésicos o anestésicos. Cuando dichos elementos se combinan, es posible emplear dosis más pequeñas y, así minimizar los efectos colaterales. En esto se basa la llamada analgesia balanceada o multimodal, con ventajas superiores al empleo de una sola droga, sobre todo cuando se imbrican diferentes sitios y mecanismos de acción. <sup>(1)</sup>

El concepto, de analgesia preventiva, sugiere que la administración de opioides y/o anestésicos locales antes de la cirugía podría reducir la descarga inducida por las fibras C asociadas a la incisión, y de esta manera, la intensidad del dolor postoperatorio. El término de analgesia preventiva fue inducido para enfatizar el hecho de que la sensibilización central es inducida por aferencia nociva perioperatoria. <sup>(1)</sup>

El alivio del dolor postoperatorio constituye un reto para los profesionales que componen el ámbito quirúrgico y no ha sido hasta unas décadas atrás cuando se ha logrado desterrar actitudes pasivas, para abordar el problema en toda su magnitud. <sup>(9)</sup>

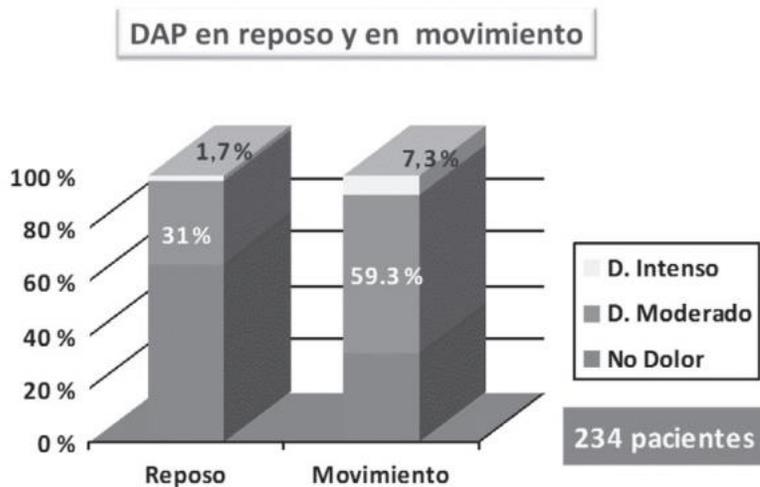
El término de "control de dolor" en un sentido general se aplica a toda la anestesiología, pero en su acepción moderna se refiere al manejo del dolor fuera del quirófano. Sin duda, el abordaje más efectivo es multidisciplinario, donde el paciente es evaluado por un médico quien efectúa la valoración inicial y formula el plan de tratamiento, y donde los servicios y recursos de otros especialistas están frecuentemente disponibles. Para tratar el dolor agudo postoperatorio adecuadamente es necesario, tener conocimiento de su neurofisiología. <sup>(9)</sup>

### **Prevalencia del dolor postoperatorio agudo por procedimiento quirúrgico**

A pesar de los avances farmacológicos, organizativos y de protocolización de los tratamientos, los datos muestran que la prevalencia del DAP (Dolor postoperatorio agudo) apenas se ha modificado en los últimos 20 años. La prevalencia del dolor moderado se mantiene entre un 45-49%, y la de dolor intenso máximo entre un 21-23% y un 8-18% respectivamente. <sup>(7)</sup>

Por otro lado, la mayoría de los registros del DAP se refieren al dolor en reposo, y existen pocos datos sobre el control del dolor dinámico, que el que permitirá a los pacientes deambular, iniciar la rehabilitación o la fisioterapia respiratoria, acelerando la recuperación postoperatoria. <sup>(7)</sup>

Un estudio observacional transversal mediante entrevista y revisión de historia clínica de 234 pacientes postoperados mostró una prevalencia de dolor en reposo del 33% y en movimiento del 66%. El porcentaje de dolor intenso (EN >6) en reposo fue de 1.7% y en movimiento de 7.3%. Dos de los factores que se relacionaron con una mayor intensidad de dolor fueron el tipo de abordaje y el procedimiento quirúrgico. ( $p < 0.0004$ ). <sup>(7)</sup>



Esteve N. et al. Rev. Exp Anestesia<sup>1</sup> Reanim, 2011.

**Fig. 2.** Prevalencia del DAP en reposo y en movimiento.

Coincidiendo con otros estudios, los procedimientos más dolorosos al movimiento fueron la cirugía ortopédica (prótesis de rodilla y cadera), la columna vertebral y la cirugía abierta de traumatología. <sup>(7)</sup>

Otros factores que se han asociado a elevada incidencia de DAP son la edad inferior a 60 años, el dolor crónico preoperatorio y el sexo femenino. <sup>(7)</sup>

### **Fisiopatología del dolor**

El dolor se produce cuando un estímulo nocivo efectuado por la herida quirúrgica que daña alguna parte del organismo, por ello es bien localizado, y presenta una relación causa efecto, la reacción es fisiológica propia del sistema nervioso autónomo como cambios en la presión arterial, frecuencia cardiaca, respiratoria, y además el dolor agudo es producido por la acción de las fibras mielínicas delgadas, están relacionadas con la activación de diversos nociceptores; estos receptores o sus nervios aferentes son

estimulados , causa de sensibilización periférica y central que provoca hiperalgesia y alodinia generando el dolor postoperatorio, es compleja la fisiología del dolor por ello analizar los cuatro procesos fisiológicos principales: a. Transducción (nociceptores), b. Transmisión (Fibras aferentes primarias, asta posterior y vías ascendentes), c. Interpretación (Procesamiento cortical y procesamiento límbico) y d. Modulación (Control descendente y mediadores neurohumorales). Nociceptores: dan la información sobre las sensaciones que pueden producir las lesiones de los tejidos, se transmite al sistema nervioso central (SNC) a través de las terminaciones nerviosas libres localizadas en la piel y otros tejidos, la información es enviada al asta posterior de la médula espinal a través de las fibras C amielínicas de conducción rápida de pequeño diámetro, y también por fibras A-delta mielinizadas de pequeño tamaño. Posterior a la lesión se liberan mediadores químicos que son responsables del edema, estos receptores reaccionan a cambios bioquímicos cuando el aporte de  $O^2$  es inadecuado provocando acumulación de metabolitos tales como, ácido láctico,  $CO^2$  y disminución del pH, originando un estado de hipersensibilidad de los nociceptores, lo cual se denomina hiperalgesia primaria, con frecuencia la zona que rodea el área de lesión también se encuentra sensible, a esto se le denomina hiperalgesia secundaria. Los nociceptores localizados en el tejido lesionado muestran un aumento en la respuesta de estímulos normales, umbrales y supra-umbrales, así como descargas espontáneas de las fibras en condiciones basales, los efectos pueden estar mediados por la presencia de sustancias algógenas, las cuales son desarrolladas en los tejidos y modulan la excitabilidad de los nociceptores como lo pueden ser las prostaglandinas, sustancia P, bradicinina, citoquinas, catecolaminas, glutamato, aspartato, leucotrienos, histamina, potasio e hidrógeno. Las prostaglandinas efectúan papel importante en la hipersensibilidad de los nociceptores debido al daño que es producido en los tejidos y durante el proceso de

inflamación, (las prostaglandinas en bajas concentraciones no activan nociceptores, en cambio el aumento en la sensibilidad de estos provoca que un estímulo no nocivo se perciba como doloroso «alodinia»). En este mecanismo intervienen los receptores N-Metil-D-A-Aspartato (NMDA), la sensibilidad aumentada de los nociceptores producido por las prostaglandinas es de suma importancia, ya que el efecto de las bradicininas facilita la síntesis de prostaglandinas, y el empleo de salicilatos e indometacina inhibe sus síntesis. Los estímulos aferentes nociceptivos entran a la médula espinal y terminan en las neuronas del asta posterior, la sustancia gris del asta posterior se divide en diez capas que se denominan láminas de Rexed. Las fibras C terminan principalmente en la lámina II (sustancia gelatinosa), las fibras A delta terminan en las láminas I y V. Estas fibras hacen sinapsis con interneuronas y neuronas de segundo orden formando las vías ascendentes. La más clásica de las vías ascendentes del dolor es el tracto espinotalámico, hay otros como el tracto espinohipotalámico, el reticular y el espinopontoamigdalino. <sup>(5)</sup>

La transmisión posterior está determinada por influencias moduladoras complejas en la médula espinal. Algunos impulsos pasan a las astas anteriores y antero-externa para desencadenar respuestas reflejas segmentarias. Otros son transmitidos a los centros superiores a través de los tractos espinotálamicos y espinoreticulares, donde se producen respuestas espinotalámicas y corticales, la inhibición de la transmisión de los impulsos está controlada en parte por sistema inhibitorio descendente, dependiente de múltiples sustancias como: opioides, agonistas 2 adrenérgicos y otros. <sup>(5)</sup>

## **Clasificación del dolor**

### Dolor postoperatorio agudo

El dolor agudo responde a daño tisular, una patología determinada o la función anormal de un músculo o víscera. Es protector, adaptativo y autolimitado, tiene como función evolutiva restringir comportamientos que aumente el riesgo de inadecuada recuperación del tejido. <sup>(6)</sup>

La complejidad del dolor agudo es menor al compararlo con el dolor crónico, pero no debe de ser infravalorado. Diferentes factores contribuyen la experiencia:

- Edad y sexo: la evidencia sugiere que el dolor en paciente femenina y jóvenes es más intenso inicialmente, pero tiene una resolución más rápida, mientras que se presenta lo contrario en hombres y pacientes de edad avanzada
- Previa exposición a opioides: El manejo de paciente en tratamiento con opioides crónicos o tolerancia presenta un reto para el profesional de salud; se debe de valorar el tratamiento previo, la dosis efectiva con la cual alcanza alivio sintomático, realizar titulación con frecuencia y tener cuidado con las equivalencias a otros medicamentos. Es imprescindible realizar tamizaje de factores de riesgo para abuso de opioides.
- Expectativas y percepción del dolor: la comunicación entre médico y paciente debe ser efectiva, el paciente con frecuencia tiene expectativas poco realistas que ameritan educación oportuna.

- Trastornos psiquiátricos: trastornos del estado de ánimo como depresión y ansiedad son los más asociados a tener una peor experiencia de dolor agudo. Estos trastornos se asocian con catastrofización, hipervigilancia e inflexibilidad por parte del paciente a su enfermedad
- Comorbilidades: obesidad, apnea obstructiva del sueño, asma, diabetes, trastorno de estrés post-traumático son las más asociadas <sup>(6)</sup>

### Dolor crónico

El dolor crónico no tiene una función específica, se relaciona con adaptación inadecuada y aberrante. El dolor postoperatorio es la principal etiología de dolor crónico, causa incapacidad, disminuye la calidad de vida y tiene implicaciones económicas. <sup>(6)</sup>

Se define con base a los siguientes criterios:

- El dolor se desarrolla luego de un procedimiento quirúrgico o aumenta de intensidad luego de la cirugía.
- El dolor debe durar al menos tres a seis meses y afectar de manera significativa la calidad de vida.
- El dolor es una continuación de dolor agudo postoperatorio o se desarrolla luego de un periodo asintomático.
- El dolor está localizado en el sitio quirúrgico, proyectado al territorio de un nervio cercano al campo quirúrgico o referido a un dermatoma.
- Otras causas de dolor deben ser excluidas. <sup>(6)</sup>

## **Evaluación del dolor**

La cuantificación confiable del dolor ayuda a determinar la terapéutica y evaluar la eficacia del tratamiento. Sin embargo, esto es un reto porque el dolor es una experiencia subjetiva influida por variables psicológicas, culturales y de otro tipo. La escala visual análoga (EAV) y el cuestionario de dolor McGill son los más utilizados. <sup>(9)</sup>

La escala visual análoga consta de una línea horizontal de 10 cms, marcada con "sin dolor" en un extremo y el "peor dolor imaginable" en el otro. Al paciente se le pide que marque sobre esta línea donde se encuentra la intensidad de su dolor. La distancia de "sin dolor" a la marca numérica del paciente cuantifica el dolor. La EAV es un método simple, eficiente y muy poco intrusivo, que se correlaciona bien con otros métodos confiables. <sup>(9)</sup>

El cuestionario de dolor de McGill es una lista de palabras que describe síntomas. Este cuestionario intenta definir el dolor en tres dimensiones principales: 1) sensitivo – discriminativo (vías nociceptivas), 2) motivacional-afectivo (estructuras reticular y límbica) y 3) evaluación cognoscitiva (corteza cerebral). Contiene 20 grupos de palabras descriptivas que a su vez están integrados en cuatro grandes grupos: 1) 10 sensitivas, 2) 5 afectivas, 3) una evaluativa y 4) diversas. El paciente selecciona los grupos que se aplican a su dolor y circula las palabras de cada grupo que mejor describen su dolor. Las palabras de cada clase tienen un valor dependiendo de la intensidad del dolor. Así, se construye un índice del grado de dolor derivado de las palabras escogidas y la puntuación también puede analizarse en cada dimensión (sensitiva, afectiva, evaluativa y diversas). El MPQ es confiable y puede realizarse en 5 a 15 minutos. <sup>(9)</sup>

## **Efectos del dolor postoperatorio**

La respuesta al dolor agudo puede incluir alteraciones cardiovasculares, puesto que el dolor estimula al simpático y con esto provoca taquicardia, aumento del volumen sistólico del gasto cardiaco dando como consumo de oxígeno lo que incrementa el riesgo de infarto, así como el riesgo de presentarse trombosis venosa profunda al inhibirse la actividad física temprana, por estasis venosa y la agregación plaquetaria, la analgesia peridural previene y disminuye este riesgo de TVP. <sup>(5)</sup>

Las respuestas al dolor dan un aumento como mencionamos al simpático, estimulación hipotalámica, aumento de la secreción de catecolaminas y hormonas catabólicas, y disminución de las anabolizantes, con lo que se aumenta el metabolismo y consumo de oxígeno llegando a producir un estado catabólico y balance nitrogenado negativo. El tratamiento adecuado del dolor puede modular la respuesta inmune. <sup>(5)</sup>

Genitourinario, el aumento de la actividad simpática por reacción al dolor da inhibición refleja en el tono muscular liso visceral dando retención de orina. <sup>(5)</sup>

Inmunitaria, la reacción al estrés relacionada con el dolor suprime tanto la función inmunitaria celular como la humoral y ocasiona linfopenia, leucocitosis y depresión del sistema reticuloendotelial. <sup>(5)</sup>

Coagulación, las alteraciones asociadas con el estrés en la viscosidad sanguínea, función plaquetaria, fibrinólisis y vías de la coagulación incluyen incremento de la agregación plaquetaria, disminución de la fibrinólisis y promoción de un estado hipercoagulable, que sumados a la liberación de catecolaminas, alteraciones en la

microcirculación e inmovilización del postoperatorio pueden favorecer episodios tromboembólicos.<sup>(5)</sup>

### **Vías de administración**

Hay diferentes vías de administración de analgésicos para control de dolor indicadas en el perioperatorio, la mayor parte es intravenosa, intramuscular, epidural, subcutánea, transdérmica, sublingual, oral y rectal. Dependiendo de las condiciones del paciente. .<sup>(5)</sup>

### **Opciones terapéuticas**

Podemos dividirlas en no farmacológicas, farmacológicas e intervencionismo. Pueden usarse de manera aislada o en conjunto dependiendo de cada caso, pero se sugiere en principio un manejo multimodal y siempre teniendo en cuenta el balance entre riesgo y beneficio.<sup>(8)</sup>

La fisioterapia/ rehabilitación es fundamental en el manejo del dolor crónico musculoesquelético. Nosotros podemos apoyar al paciente con medidas farmacológicas o intervencionistas, pero si el paciente no se rehabilita, seguramente el alivio tendrá corta duración. Medidas físicas como calor o frío local, la estimulación nerviosa eléctrica transcutánea y los masajes son terapias que se emplean en fisioterapia y que se pueden aplicar en casa con facilidad.<sup>(8)</sup>

También están bien sustentadas técnicas psicológicas de relajación; y principalmente la terapia cognitiva conductual y el *biofeedback*. Son altamente recomendables en aquellos pacientes en quienes detectamos algún trasfondo emocional.<sup>(8)</sup>

### Analgésicos no esteroideos

De las herramientas farmacológicas, con mucho las más utilizadas son los antiinflamatorios no esteroideos (AINE) y el paracetamol. <sup>(8)</sup>

El principal mecanismo de acción de los AINE es la inhibición de las ciclooxigenasas (COX) y por tanto la producción de prostaglandinas, por lo que son de gran importancia en el manejo de dolor agudo. <sup>(8)</sup>

La toxicidad más reportada es la gastrointestinal, estimándose entre el 10% y el 60% de quienes los toman. Entre un 2% y un 40% está reportado que presentan sangrado de tubo digestivo alto (STDA) o úlceras o perforaciones. <sup>(8)</sup>

### Analgésicos opioides

Los analgésicos opioides son adicionados a los AINE/Paracetamol cuando no se obtiene suficiente alivio con estos. Su utilización en dolor agudo postoperatorio y en dolor por cáncer está bien fundamentada. Su uso en dolor crónico no oncológico está también aceptada. Su mecanismo de acción es interactuando con receptores endógenos, principalmente *mu*, *kappa*, *delta*, que son todos ellos receptores ligados a proteínas Gi/o los cuales inhiben la *adenilatociclasa* y disminuyen la producción de *AMPc*, además promueven la apertura de canales de potasio y el cierre de canales presinápticos, todas estas acciones en conjunto disminuyen la excitabilidad neuronal. <sup>(8)</sup>

Clínicamente se han clasificado en opioides débiles y fuertes. Esto con respecto a su potencia relativa sobre los receptores. El opioide prototipo es la morfina, derivada natural del opio. Los opioides débiles con los que contamos en México son tramadol, codeína y

dextropropoxifeno; aunque el tramadol se considera un opioide atípico por inhibir además la recaptura de serotonina <sup>(8)</sup>

Entre los opioides fuertes podemos contar con morfina, oxycodona, tapentadol, hidromorfona, hidrocodona, fentanil, buprenorfina y metadona. Actualmente no hay en México hidrocodona y ya descontinuaron la hidromorfona. Existen en el mercado parches para aplicación transdérmica de buprenorfina y de fentanilo, que son de mucha utilidad cuando el tramadol no es suficiente además de que resulta cómodo aplicarlos cada 3 a 7 días dependiendo del caso con lo que mejora el apego a tratamiento.<sup>(8)</sup>

Lo que modula mucho el uso de los opioides en dolor crónico son dos cosas: sus efectos adversos y el estigma que tiene sobre mal uso y adicción. Los efectos adversos más frecuentes son náusea y vómito, mareo, sedación, constipación, hipogonadismo y depresión respiratoria.<sup>(8)</sup>

### Neuromoduladores

El uso de neuromoduladores, como algunos antidepresivos y algunos anticonvulsivos, ha demostrado ser muy útil en algunas patologías de dolor crónico, particularmente cuando presentan dolor neuropático. <sup>(8)</sup>

Desde los años 60 se describió la eficacia de la imipramina en dolor neuropático, así como de otros antidepresivos tricíclicos (ADT) cuyo prototipo es la amitriptilina. Su mecanismo de acción es inhibir la recaptura de noradrenalina y serotonina, potenciando por tanto la inhibición descendente del dolor. El problema es que, al ser poco selectivos, se acompañan de muchos efectos indeseables principalmente antimuscarínicos, por lo que no

son bien tolerados. Cuando surgieron los inhibidores selectivos de recaptura de serotonina (ISRS), se pensó que iban a ser efectivos y mejor tolerados, pero no fue así. <sup>(8)</sup>

De los anticonvulsivantes, son los gabapentinoides los más utilizados en tratamiento del dolor. Tanto la gabapentina como la pregabalina modulan la subunidad  $\alpha 2\delta$  de los canales de calcio, inhibiendo por tanto las vías pronociceptivas. Se utilizan prácticamente en todos los casos de dolor neuropático y su principal efecto adverso es la somnolencia. <sup>(8)</sup>

### Intervencionismo

Se estima que el 10% de los pacientes con dolor crónico se pudiera ver beneficiado por algún tipo de intervencionismo. Se hacen bloqueos antiinflamatorios intraarticulares, epidurales, de nervio periférico, de ganglio de gasser. Se hace neurólisis con radiofrecuencia, con fenol, con alcohol, o crioablación a nivel facetario. Este tipo de tratamientos suelen reservarse para cuando ya se intentó terapia farmacológica sin buenos resultados. <sup>(8)</sup>

### Fármacos intratecales

Finalmente, desde hace varias décadas en pacientes que no han progresado con todo lo anterior, se pueden implantar bombas para administración de drogas intratecales, (principalmente morfina, bupivacaína y clonidina) o estimuladores de cordones posteriores de médula espinal. La aplicación de morfina intratecal nos permite reducir sustancialmente la dosis, y por tanto los efectos adversos. Por ejemplo, 30 mg de morfina oral equivalen a 0.1mg de morfina intratecal. <sup>(8)</sup>

## 1.2 Generalidades sulfato de magnesio

El magnesio fue aislado por primera vez en 1808 por el químico inglés Sir Humprey Davy. Es el cuarto catión más común en el cuerpo y el segundo ion intracelular más común. Es un componente esencial de más de 300 sistemas enzimáticos, involucrados en la generación de energía, la síntesis de ácidos nucleicos, la unión a receptores y el flujo de iones. Dadas sus diversas acciones dentro del cuerpo, las sales de magnesio se han utilizado para tratar una variedad de afecciones clínicas durante más de 100 años<sup>(10)</sup>

### Fisiología del magnesio

El  $Mg^{2+}$  tiene una amplia gama de acciones celulares, como la modulación de la actividad del canal iónico y como componente esencial de la producción de ATP y la hidrólisis. Se trata principalmente de un anión intracelular, aunque la mayoría está secuestrado dentro de orgánulos, unido a fosfolípidos, proteínas y ácidos nucleicos. Los niveles de  $Mg^{2+}$  ionizado libre dentro del citoplasma y del LEC son, por tanto, bajos (0,8-1,2 mM), y los gradientes de concentración química son mucho menores que en otros aniones. Del  $Mg^{2+}$  corporal total, el 50% se encuentra dentro de los huesos, el 20% dentro del músculo, y el resto en el hígado, el corazón y otros tejidos. Solo el 1% está dentro del LEC, y los niveles plasmáticos normales se pueden mantener frente a la reducción de  $Mg^{2+}$  corporal total. En el plasma, la concentración total de  $Mg^{2+}$  es de 1,5-2,1 mEq/l, de los cuales aproximadamente el 25% está unido a proteínas (principalmente albúmina), el 65% está en la forma ionizada biológicamente activa, y el resto en complejos con fosfatos,

citratos y otros aniones. Se puede realizar la medición del  $Mg^{2+}$  ionizado, aunque es necesaria una corrección por interferencia de los iones de  $Ca^{2+}$ .<sup>(11)</sup>

### Farmacocinética del magnesio

El  $Mg^{2+}$  se absorbe desde el tubo digestivo (TD) mediante un sistema de transporte saturable y mediante difusión pasiva, en cantidades inversamente proporcionales a la cantidad ingerida. La excreción se realiza a través del tubo digestivo (~ 60% de la cantidad ingerida) y de los riñones. El 75% se filtra libremente en el glomérulo, y la reabsorción tubular proximal es mínima; el 60-70% se reabsorbe en el asa de Henle ascendente gruesa y el 10% se reabsorbe de forma regulada en el túbulo distal.<sup>(11)</sup>

### Funciones fisiológicas del magnesio

- Reducción de la transmisión del dolor
- Reduce la transmisión neuromuscular
- Simpaticólisis
- Anticonvulsivo
- Vasodilatación
- Efectos antiarrítmicos
- Mejora la relación de oferta-demanda de  $O_2$  miocárdico
- Broncodilatación
- Vasodilatación renal y diuresis
- Antiinflamatorio
- Tocólisis

### Mecanismo de acción

Aunque el mecanismo de acción aún no se comprende completamente, el magnesio se considera un antagonista no competitivo del receptor NMDA en la médula espinal. También tiene efectos antiinflamatorios reduciendo los niveles plasmáticos de IL-6 y factor de necrosis tumoral en el entorno postoperatorio, y hay evidencia de estudios en animales de efectos antineuropáticos. Además, el magnesio tiene efectos antagónicos adrenérgicos e inhibe la secreción neuroendocrina mediada por calcio, ambos efectos pueden impactar en el procesamiento nociceptivo. La hipomagnesemia puede activar vías neuroendocrinas inflamatorias y algunos efectos antiinflamatorios pueden deberse al tratamiento de la hipomagnesemia subclínica, que puede ser prevalente en pacientes después de una cirugía colorrectal. <sup>(10)</sup>

### Evidencia clínica de magnesio IV en el dolor agudo

El magnesio IV como complemento de la analgesia con morfina tiene un efecto ahorrador de opioides con mejores puntuaciones de dolor en reposo y en movimiento a las 4 y 24 horas. El magnesio IV ha prolongado la duración del bloqueo sensorial de la anestesia espinal para histerectomía abdominal y ha reducido puntajes de dolor en el postoperatorio en las primeras cuatro horas después de la cirugía. Para la reparación de la hernia umbilical y la artroplastia de cadera con anestesia espinal, el magnesio IV prolongó el tiempo hasta la primera analgesia de rescate y se ahorró opioides en las primeras 24 y 48 horas respectivamente, después de la cirugía. Después de la mastectomía los pacientes que recibieron magnesio por vía intravenosa tuvieron mejores puntuaciones de recuperación a las 24 horas y redujeron los requisitos de opioides. El sulfato de magnesio por vía

intravenosa (4g) reduce la tolerancia a los opioides agudos y la hiperalgesia. La mayoría de los ensayos han empleado una dosis en bolo que oscila entre 30 y 50 mg/kg y las dosis perioperatorias varían de 1.03 g a 23.5 g. <sup>(10)</sup>

El efecto adyuvante analgésico del magnesio después de la cirugía se ha descrito en varios informes. En un estudio llevado a cabo en artroplastia de rodilla bilateral con infusión de sulfato de magnesio se encontró que mostraron tener menos dolor postoperatorio durante la primera y segunda cirugía comparada con los pacientes que no recibieron sulfato de magnesio. Estos hallazgos están en línea con los informes anteriores sobre el efecto analgésico del magnesio. <sup>(12)</sup>

El magnesio podría desempeñar un papel importante en el manejo del dolor postoperatorio, no solo después de una única operación, sino también después de múltiples cirugías en intervalos cortos, en los que puede aumentar el riesgo de una mayor sensibilidad al dolor. Por ejemplo, los pacientes que sufren traumas múltiples necesitan un control efectivo del dolor postoperatorio a lo largo de sus cirugías secuenciales. En este contexto, el uso de sulfato de magnesio puede contribuir sustancialmente al control del aumento de dolor causado por múltiples lesiones quirúrgicas. En segundo lugar, nuestros resultados pueden aplicarse a la prevención del dolor crónico. Debido a que el dolor crónico post artroplastia tiene una prevalencia reportada de hasta el 47% y estos pacientes tienen mayores requerimientos de analgésicos, existe una necesidad urgente de controlar el dolor postoperatorio agudo, para evitar el desarrollo de dolor crónico. La administración de magnesio resultó eficaz para controlar el dolor postoperatorio post artroplastia de rodilla.

(12)

J-y Hwanget.col (2010) demostró que la infusión IV de sulfato de magnesio durante la cirugía bajo anestesia espinal redujo el dolor postoperatorio y el consumo de analgésicos sin complicaciones notables. La artroplastia total de cadera suele asociarse con dolor postoperatorio moderado a intenso, que altera la rehabilitación temprana y la recuperación funcional. En consecuencia, se han introducido varias estrategias para el manejo del dolor durante el periodo postoperatorio. Se prefiere la anestesia regional en lugar de la anestesia general durante el periodo perioperatorio y también se han utilizado analgesia epidural controlada o bloqueos nerviosos en algunos pacientes. Las mejoras en la comprensión del mecanismo del dolor han dado como resultado la administración de analgésicos antes de la exposición a los estímulos del dolor para prevenir la sensibilización central y la amplificación del dolor postoperatorio. Inmediatamente después del bloqueo espinal, los pacientes recibieron un bolo de 5 mg/kg de sulfato de magnesio seguido de una infusión de 500mg/hora o solución salina en los mismos volúmenes durante 24 horas, y el consumo de analgésico postoperatorio fue significativamente menor en el grupo de Mg. <sup>(13)</sup>

### Riesgos potenciales del magnesio

La hipermagnesemia clínicamente significativa ocurre con más frecuencia en la insuficiencia renal o después de una infusión intravenosa prolongada y excesiva. Los efectos secundarios menores incluyen enrojecimiento, náuseas, dolor de cabeza, y mareos. Los efectos secundarios relacionados con la dosis incluyen somnolencia, arreflexia, debilidad muscular, anomalías de la conducción cardíaca y paro cardíaco. Hay estudios de casos de sobredosis parenteral de magnesio en pacientes sometidos a tratamiento para

preeclampsia/eclampsia. Aunque ha habido muertes, la mayoría de los casos se han resucitado con éxito de un paro cardíaco con buenos resultados. Los niveles tóxicos son poco probables si los regímenes estándar se usan con el monitoreo continuo por hora de los reflejos tendinosos profundos, la frecuencia respiratoria, las saturaciones de oxígeno y la producción de orina. Los efectos tóxicos que no se revierten al interrumpir la perfusión se pueden tratar de manera confiable con calcio o diálisis en caso de insuficiencia renal. <sup>(10)</sup>

Las características de la toxicidad por magnesio y las concentraciones de magnesio en suero se muestran en la siguiente tabla:

<b>Niveles séricos de magnesio</b>	<b>Sintomatología</b>
2-3 mmol/l	Náuseas, vómitos, enrojecimiento, cefalea, letargia, disminución de los reflejos tendinosos
3-5 mmol/l	Somnolencia, hipocalcemia, ausencia de reflejos tendinosos profundos, hipotensión, bradicardia, cambios en el ECG
> 5 mmol/l	Parálisis muscular, depresión respiratoria, bloqueo cardíaco completo, coma, parada cardíaca

## **MATERIALES Y MÉTODOS**

### **Descripción del estudio**

Se realizó un ensayo clínico, prospectivo, observacional, comparativo y doble ciego en una muestra tomada de forma no probabilística de 30 pacientes sometidos a cirugía ortopédica de miembros pélvicos en el Hospital General del Estado Dr. Ernesto Ramos Bours, para el estudio se incluyeron las siguientes cirugías: osteosíntesis de fémur, tibia y cadera, prótesis de cadera y rodilla por ser los procedimientos más comunes según el departamento de informática y estadística del Hospital General del estado, durante el periodo comprendido entre abril y mayo de 2019.

### **Criterios de selección**

#### *Criterios de inclusión*

Pacientes sometidos a cirugía ortopédica de miembros pélvicos

Edad: 18 a 60 años

Paciente con riesgo anestésico- quirúrgico ASA I-II

Manejo anestésico con anestesia espinal

No alérgicos a sulfato de magnesio

Pacientes que firmen hoja de consentimiento informado de protocolo

### *Criterios de exclusión*

Pacientes con riesgo anestésico -quirúrgico ASA III-IV

Edad menor de 18 años o mayores de 60 años

Cirugía de miembro pélvico de urgencia

Pacientes con enfermedades crónico-degenerativas descompensada o descontrolada

Pacientes con coagulopatías

Antecedentes de reacción alérgica al fármaco

### *Criterios de eliminación*

Disfunción del catéter peridural

Fallo de la técnica anestésica

Punción de duramadre

Uso de analgésicos en el preoperatorio

Choque hipovolémico, cardiogénico

### **Lugar del estudio**

Servicio de traumatología y ortopedia y quirófanos del Hospital General del Estado de Sonora Dr. Ernesto Ramos Bours.

## Descripción metodológica del estudio

De manera aleatoria se les proporcionaba a los pacientes un papelito con la letra "A" o "B", esta información se mantuvo en secreto y solo era conocida por el médico que aplico el medicamento para después colocar la información en la hoja de recolección de datos. En el grupo A se les administró sulfato de magnesio 50 mg/kg y en el grupo B solución fisiológica 9% 250 ml. Se evaluó el dolor postoperatorio del paciente utilizando la Escala Visual Análoga (EVA) y también se evaluó el grado de sedación según la escala de RASS.

Grupo A: Previa monitorización tipo I del paciente, se colocó en decúbito lateral izquierdo o derecho según el tipo de procedimiento quirúrgico. Se realizó asepsia y antisepsia de región lumbar con isodine solución, se retiró con alcohol al 70% y se secó con gasa estéril, se colocó campo estéril y se procedió a colocar un bloqueo subaracnoideo en región lumbar (L2-L3 o L3-L4) con aguja tuohy#17 y whitacre#27, previa infiltración de piel con lidocaína al 2%, al obtener LCR se administró bupivacaína hiperbárica con dosis de 7.5 a 10 mg en todos los pacientes del estudio, posteriormente se colocó catéter peridural cefálico e inerte y se coloca a los pacientes en decúbito dorsal. Se deja pasar 15 minutos después del bloqueo subaracnoideo para administrar sulfato de magnesio 50mg/kg de peso corregido en una solución de 250 ml de solución fisiológica para 15 minutos. Durante el transoperatorio se evaluó la escala de RASS siendo clasificado como sedación leve, moderada, profunda y se anotó en la hoja de recolección de datos, una vez terminado el procedimiento quirúrgico se evaluó el dolor postoperatorio inmediato en recuperación, a los 30 minutos, y se dio seguimiento en piso de traumatología y ortopedia a los 60 y 90 min

utilizando la Escala Visual Análoga para posteriormente clasificarlo como leve, moderado o severo.

Grupo B: Previa monitorización tipo I del paciente, se colocó al paciente en decúbito lateral izquierdo o derecho según el tipo de procedimiento quirúrgico, se realizó asepsia y antisepsia de región lumbar con isodine solución, se retiró con alcohol al 70% y se secó con gasa estéril, se colocó campo estéril y se procedió a colocar un bloqueo subaracnoideo en región lumbar (L2-L3 o L3-L4) con aguja tuohy#17 y whitacre#27, previa infiltración de piel con lidocaína al 2%, al obtener LCR se administró bupivacaína hiperbárica con dosis de 7.5 a 10 mg en todos los pacientes del estudio, posteriormente se colocó catéter peridural cefálico e inerte y se coloca a los pacientes en decúbito dorsal. Se deja pasar 15 minutos después del bloqueo subaracnoideo para administrar solución fisiológica 250 ml para 15 minutos Durante el transoperatorio se evaluó la escala de RASS siendo clasificado como sedación leve, moderada, profunda y se anotó en la hoja de recolección de datos, una vez terminado el procedimiento quirúrgico se evaluó el dolor postoperatorio inmediato en recuperación, a los 30 minutos, y se dio seguimiento en piso de traumatología y ortopedia a los 60 y 90 minutos utilizando la Escala Visual Análoga para posteriormente clasificarlo como leve, moderado o severo.

Todos los pacientes fueron premedicados con midazolam a 0.02 mg/kg y/o fentanilo 1 mcg/kg para manejo de ansiedad y mayor cooperación en la movilización y colocación del bloqueo neuroaxial. Se les colocó puntas nasales con O<sub>2</sub> de 2-3 l/min y se realizó monitorización continua con EKG de 5 derivaciones, pulsioximetría y tomas de presión arterial cada cinco minutos.

Ningún analgésico fue administrado durante el perioperatorio ni transoperatorio, si el paciente presentaba dolor en recuperación se administró dosis de rescate por catéter peridural con ropivacaína al 2% 20 mg o paracetamol 1 gramo IV.

### Categorización de las variables según la metodología

Variable	Definición	Tipo de variable	Escala de medición	Unidad de medida
EVA	Escala visual analógica. Es un indicador del grado de dolor expresado por un paciente que toma valores de 0 a 10	Dependiente	Cualitativa Ordinal	Sin dolor Leve Moderado Severo
RASS	Evaluación del grado de sedación o agitación de los pacientes que toma los valores que oscilan en - 5 a +4	Dependiente	Cualitativa Ordinal	Alerta Adormilado Sedación ligera
EDAD	Tiempo que ha vivido una persona a partir de su nacimiento	Independiente Sociodemográfica	Cuantitativa continua	Años
ASA	Instrumento utilizado a nivel mundial por anestesiología para categorizar la condición física de los pacientes previo a cirugía	Independiente	Cualitativa Ordinal	I -VI
Complicaciones	Cualquier respuesta nociva al fármaco utilizado, sulfato de magnesio	Dependiente	Cualitativa	Sí (Náusea, vómito, bradicardia, hipotensión). No
Dosis Rescate	Uso de algún AINE o dosis peridural en caso de	Dependiente	Cualitativa	Sí No

	presentar dolor en recuperación			
--	---------------------------------	--	--	--

### **Análisis de datos**

Todas las variables se colocaron en una hoja de cálculo de Excel donde se establecieron valores de código a las variables cualitativas y/o nominales y se ordenaron los datos con la finalidad de categorizarlos. Las variables categóricas, discretas y/o continuas fueron analizadas por medio del paquete estadístico IBM SPSS V.1.0.0.1275 para MAC. Se obtuvieron las medidas de tendencia central y de dispersión para las variables y se expresaron de manera gráfica. Además, se utilizó la prueba de  $X^2$  para analizar la correlación entre dos variables cuyos valores son nominales. Cada uno de los objetivos presentó el siguiente plan de análisis, el cual dependió del tamaño de muestra y distribución de las variables. (Según prueba de normalidad de kolmogorov o Shapiro-Wilk dependiendo de N.)

<b>Objetivo</b>	<b>Método propuesto</b>
Evaluar la analgesia postoperatoria con sulfato de magnesio a los 30, 60, 90 minutos.	Prueba $X^2$ Correlación de Pearson Correlación de Spearman
Evaluar sedación mediante la escala de RASS.	Prueba $X^2$ Correlación de Pearson Correlación de Spearman
Comparar los requerimientos de analgésicos de rescate.	Prueba de $X^2$ Prueba F de Fisher
Evaluar la existencia de complicaciones por el uso de sulfato de magnesio.	Prueba de $X^2$

### **Recursos empleados**

*Recursos humanos:* Grupo de pacientes los cuales fueron intervenidos de cirugía ortopédica de miembro pélvico, personal médico (Personal adscrito y residentes del servicio de anestesiología) y personal de enfermería del Hospital General del Estado de Sonora

*Recursos físicos:* Equipo de cómputo, equipo de venoclisis, soluciones cristaloides, puntas nasales, baumanometro, oxímetro de pulso, electrocardiograma de cinco derivaciones, gasas estériles y tela adhesiva, jeringas 20ml y 3ml, equipo de bloqueo Raquimix III ( Tuohy 17G, jeringa perdida resistencia, whitacre 27 G, catéter peridural). Sulfato de Magnesio 1 gramo por ampula, midazolam 15 mg/3ml, fentanilo 50mcg/ml, ropivacaina 2% 20 mg/10ml, paracetamol 1 gr IV.

*Recursos financieros:* Los insumos fueron proporcionados según la disponibilidad por el Hospital General del Estado y la empresa proveedora de servicio de anestesia "Inova-medica".

## **ASPECTOS ÉTICOS Y DE BIOSEGURIDAD**

El procedimiento de investigación está de acuerdo con las normas contempladas en la ley general de salud en materia de investigación para la salud con la declaración de Helsinki de 1975 enmendada en 2000, con versión actual del 2004.

En cumplimiento con los aspectos mencionados en este estudio se desarrolló conforme a los siguientes criterios:

### **I. Principios básicos**

Párrafo 3. La investigación biomédica que implica a seres humanos debe ser realizada únicamente por personas científicamente cualificadas y bajo la supervisión de un facultativo clínicamente competente.

Párrafo 5. Todo proyecto de investigación biomédica que implique a personas debe basarse en una evaluación minuciosa de los riesgos y beneficios previsibles tanto para las personas como terceros. La salvaguardia de los intereses de las personas deberá prevalecer siempre sobre los intereses de la ciencia y la sociedad.

Párrafo 6. Debe respetarse siempre el derecho de las personas a salvaguardar su integridad. Deben de adoptarse todas las precauciones necesarias para respetar la intimidad de las personas.

Párrafo 7. Los médicos deben abstenerse de comprometerse en la realización de proyectos de la investigación que impliquen a personas a menos que crean que los riesgos involucrados son previsibles. Deben suspender toda investigación en la que se compruebe que los riesgos superan los posibles beneficios.

Párrafo 9. En toda investigación en personas, cada posible participante debe ser informado por los objetivos, métodos, beneficios y posibles riesgos previstos y las molestias que el estudio podría acarrear. Deben de ser informadas de que son libres de no participar en el estudio y de revocar en todo momento su consentimiento a la participación. Seguidamente, el médico debe obtener el consentimiento informado otorgado libremente por las personas, preferiblemente por escrito.

Párrafo 10. En el momento de obtener el consentimiento informado para participar en el proyecto de investigación, el médico debe obrar con especial cautela si las personas mantienen con él una relación de dependencia; debe ser obtenido por un médico no comprometido en la investigación y completamente independiente con respecto a esta relación oficial.

Párrafo 12. El protocolo experimental debe incluir siempre una declaración de las consideraciones éticas implicadas y debe indicar que se cumplen los principios enunciados en la presente declaración.

## II. Investigación médica combinada con asistencia profesional

Párrafo 4. La negativa del paciente a participar en un estudio jamás debe perturbar la relación con su médico.

Ley General de la Salud:

Capítulo IV: Usuarios de los servicios y participación de la comunidad:

ARTÍCULO 51. Los usuarios tendrán derecho a obtener prestaciones de salud oportunas y de calidad idónea y a recibir atención profesional y éticamente responsable, así como trato respetuoso y digno de los profesionales.

Capítulo IX: Derechos y obligaciones de los beneficiarios:

ARTÍCULO 77 BIS 37. Los beneficiarios del Sistema de Protección Social en Salud tendrán los siguientes derechos:

III. Trato digno, respetuoso y atención de calidad

V. Recibir información suficiente, clara, oportuna y veraz, así como la orientación que sea necesaria respecto a la atención de su salud y sobre los riesgos y alternativas de los procedimientos diagnósticos terapéuticos y quirúrgicos que se le indiquen o apliquen.

VIII. Decidir libremente sobre su atención.

IX. Otorgar o no su consentimiento válidamente informado y a rechazar tratamientos o procedimientos.

X. Ser tratado con confidencialidad.

XI. Contar con facilidades para obtener una segunda opinión.

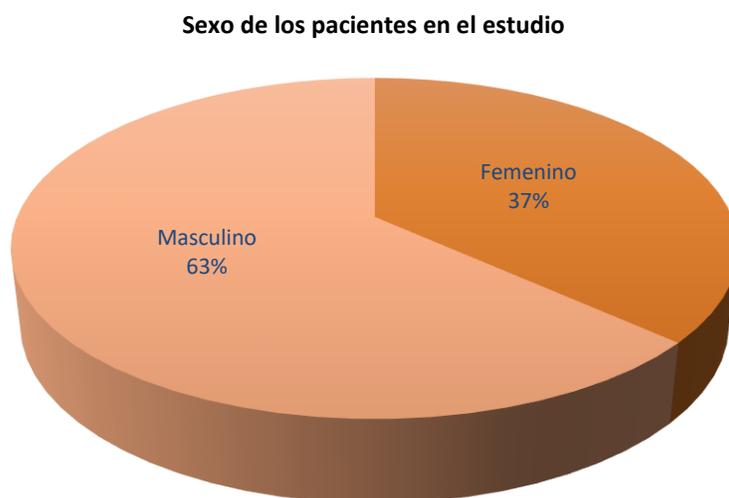
Título Quinto: Investigación para la salud. Capítulo único.

ARTICULO 100. La investigación en seres humanos se desarrollará conforme a las siguientes bases:

- I. Deberá adaptarse a los principios científicos y éticos que justifican la investigación médica.
- II. Podrá realizarse sólo cuando el conocimiento que se pretenda producir no pueda obtenerse por otro método idóneo.
- III. Podrá efectuarse sólo cuando exista una razonable seguridad de que no se expone a riesgos ni daños innecesarios al sujeto en experimentación.
- IV. Se deberá contar con el consentimiento por escrito del sujeto en quien se realizará la investigación una vez enterado de los objetivos de la experimentación y de las posibles consecuencias positivas o negativas para la salud.
- V. Solo podrá realizarse por profesionales de la salud en instituciones médicas que actúen bajo la vigilancia de las autoridades sanitarias competentes.
- VI. El profesional responsable suspenderá la investigación en cualquier momento, si sobreviene el riesgo de lesiones graves, invalidez o muerte del sujeto en quien se realice la investigación.

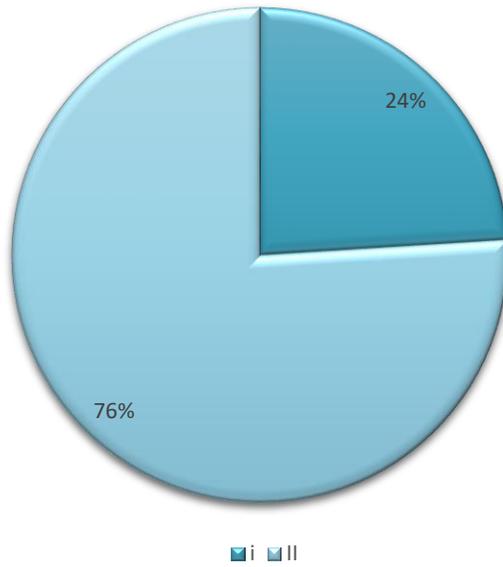
## RESULTADOS

Se incluyeron en el estudio 30 pacientes, 15 pacientes en el grupo 1 (no sulfato de magnesio) y 15 en el grupo 2 (sulfato de magnesio), todos sometidos a cirugía ortopédica de miembro pélvico, de los cuales en el grupo 1 participaron 7 mujeres y 8 hombres y en el grupo 2 participaron 4 mujeres y 11 hombres, la edad promedio fue 38 años con un total de 19 hombres y 11 mujeres, encontrando con estos resultados el predominio del sexo masculino (Gráfica 1). Dentro de la clasificación de ASA (Asociación Americana de Anestesiología) 23 pacientes fueron ASA II, y 7 pacientes fueron ASA I (Gráfica 2). La presión arterial media (PAM) inicial vario desde 70 mmHg hasta 126 mmHg teniendo una media de 98 mmHg. Dentro de las cirugías de miembro pélvico se encontró que 38.7% correspondieron a osteosíntesis de tibia, 22.6% osteosíntesis de cadera, 16.1% osteosíntesis de fémur, 9.7% osteosíntesis de tobillo y osteosíntesis de rodilla. (Gráfica 3)



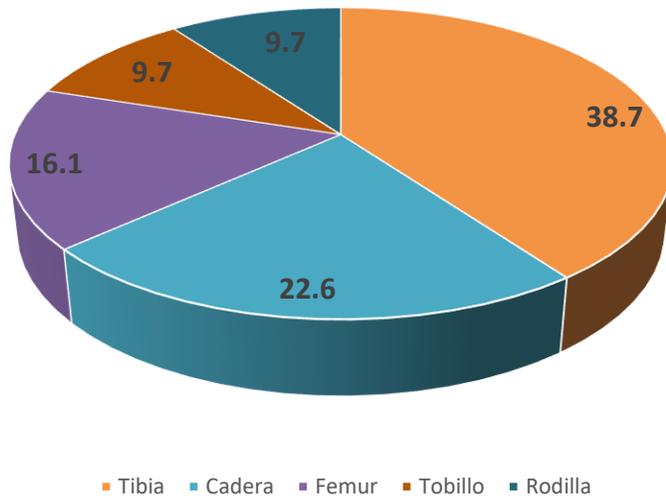
Gráfica 1. Sexo de los pacientes en el estudio

**Riesgo anestésico quirúrgico (ASA)**



Gráfica 2. ASA de los pacientes en el estudio

**Tipo de cirugía realizada en el Hospital General del Estado "Dr. Ernesto Ramos Bours"**



Gráfica 3. Tipo de cirugía realizada en el estudio

Para evaluar los niveles de dolor se categorizaron los datos para ser medidos como leve, moderado, severo (Ver tabla de categorización de variables en la sección de materiales y métodos).

Dentro de los estudios comparativos entre ambos grupos para evaluación visual análoga (EVA) se utilizó la prueba de Chi cuadrada la cual indica que existen diferencias significativas en el dolor referido por los pacientes en ambos grupos (Tabla 1), para el EVA a los treinta minutos en el grupo 1 (no sulfato de magnesio) 8 pacientes no tuvieron dolor y en el grupo 2 (sulfato de magnesio) 15 pacientes no presentaron dolor a los 30 minutos en el postoperatorio en la unidad de recuperación (Tabla 2).

<b>Pruebas de Chi-Cuadrado</b>			
	<b>Valor</b>	<b>df</b>	<b>Significación asintótica (bilateral)</b>
<b>Chi-Cuadrado de Pearson</b>	9.130 <sup>a</sup>	3	.028
<b>Razón de verosimilitud</b>	11.869	3	.008
<b>Asociación lineal por lineal</b>	6.566	1	.010
<b>N de casos válidos</b>	30		

Tabla 1. Prueba Chi cuadrada para analizar la relación del sulfato de magnesio para el dolor postoperatorio a los 30 minutos

#### **EVA TREINTA**

		<b>Sin dolor</b>	<b>Leve</b>	<b>Moderado</b>	<b>Severo</b>	<b>Total</b>
<b>Grupo</b>	No Sulfato Mg	8	4	1	2	15
	Sulfato Mg	15	0	0	0	15
<b>Total</b>		23	4	1	2	30

Tabla 2. Tabla comparativa EVA a los 30 minutos en el postoperatorio

A los sesenta minutos con la evaluación del EVA se encontró que en el grupo 1 (sin sulfato de magnesio) 10 pacientes presentaron dolor severo a diferencia que en el grupo 2 (sulfato de magnesio) solo 1 paciente presentó dolor severo (Tabla 3). La prueba de Chi cuadrada muestra que si existe diferencia significativa entre los grupos. (Tabla 4).

#### EVA SESENTA

		Sin dolor	Leve	Moderado	Severo	Total
<b>Grupo</b>	No Sulfato Mg	1	1	3	10	15
	Sulfato Mg	11	3	0	1	15
<b>Total</b>		12	4	3	11	30

Tabla 3. Tabla comparativa EVA a los 60 minutos en el postoperatorio

#### Pruebas de Chi-Cuadrado

	Valor	df	Significación asintótica (bilateral)
<b>Chi-Cuadrado de Pearson</b>	19.697 <sup>a</sup>	3	.000
<b>Razón de verosimilitud</b>	23.504	3	.000
<b>Asociación lineal por lineal</b>	17.407	1	.000
<b>N de casos válidos</b>	30		

Tabla 4. Prueba Chi cuadrada para analizar la relación del sulfato de magnesio para el dolor postoperatorio a los 30 minutos

A los noventa minutos de evaluación del EVA en el postoperatorio, se observa que en el grupo 2 (sulfato de magnesio) ya hay pacientes que presentan dolor leve sin llegar a ser severo, en este caso fueron solamente 2 pacientes y 11 se continúan presentando sin referir dolor, a diferencia del grupo 1 (no sulfato de magnesio) en el que 7 pacientes se presentan con dolor severo y solamente 3 pacientes sin dolor. (Tabla 5). La prueba de Chi cuadrada sigue mostrando que hay diferencias significativas entre ambos grupos a los noventa minutos. (Tabla 6).

#### EVA NOVENTA

		Sin dolor	Leve	Moderado	Severo	Total
<b>Grupo</b>	No Sulfato Mg	3	4	1	7	15
	Sulfato Mg	11	4	0	0	15
<b>Total</b>		14	8	1	7	30

Tabla 5. Tabla comparativa EVA a los 90 minutos en el postoperatorio

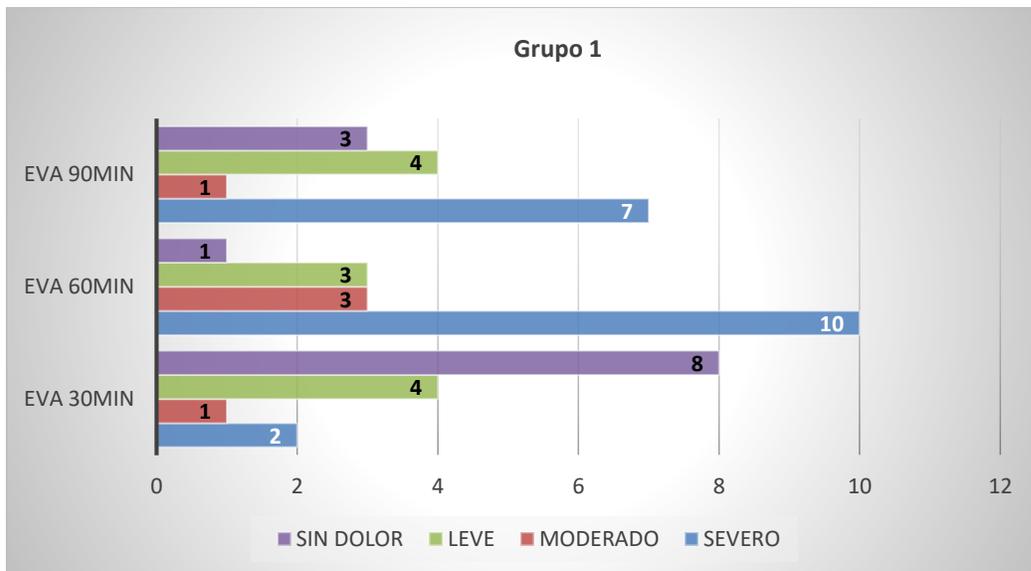
#### Pruebas de Chi-Cuadrado

	Valor	df	Significación asintótica (bilateral)
<b>Chi-Cuadrado de Pearson</b>	12.571 <sup>a</sup>	3	.006
<b>Razón de verosimilitud</b>	15.950	3	.001
<b>Asociación lineal por lineal</b>	11.901	1	.001
<b>N de casos válidos</b>	30		

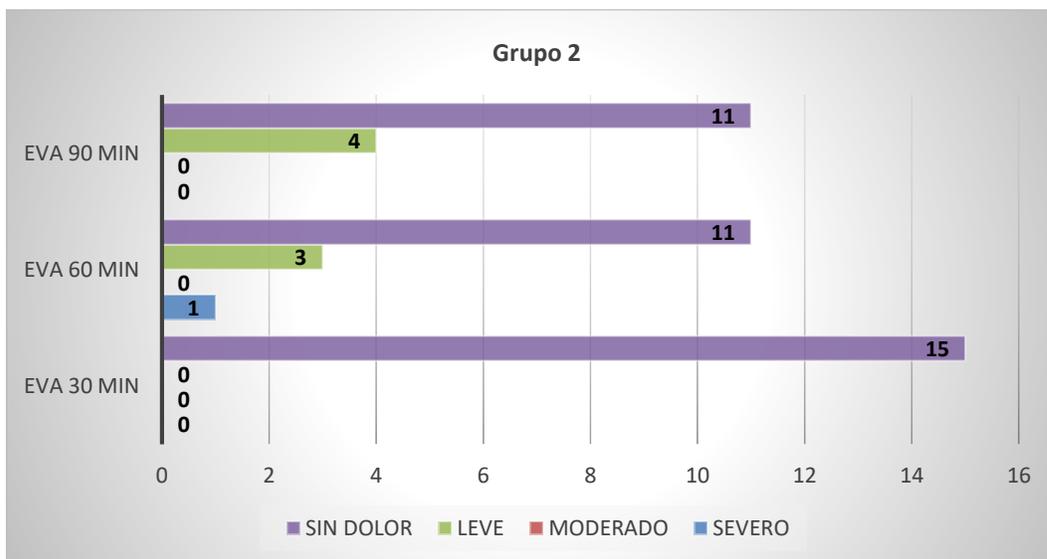
Tabla 6. Prueba Chi cuadrada para analizar la relación del Sulfato de Magnesio para el dolor postoperatorio a los 30 minutos

Los resultados para la evaluación del EVA a los treinta, sesenta y noventa minutos muestran que existen diferencias significativas entre ambos grupos, por lo que existen

cambios en el dolor cuando se utiliza sulfato de magnesio en dosis única de forma intravenosa durante el transoperatorio. (Gráfica 4 y 5)



Gráfica 4. Evaluación EVA en el postoperatorio grupo 1 (Sin sulfato)



Gráfica 5. Evaluación EVA en el postoperatorio grupo 2 (Sulfato de magnesio)

Para evaluar si el sulfato de magnesio tiene efectos sedantes se utilizó la escala de RASS (Richmond Agitation Sedation Scale) en donde se evaluó tres parámetros, que fueron alerta, adormilado, y sedación ligera, se encontró que en el grupo que se utilizó

sulfato de magnesio 10 pacientes presentaron sedación ligera, 4 estuvieron adormilados durante el transoperatorio, disminuyendo el uso de benzodiazepinas y solo 1 no presentó efectos sedantes con el sulfato de magnesio. (Tabla 7). Se utilizó la prueba de Chi cuadrada en la cual se encontró que si existe una asociación entre el sulfato de magnesio y su efecto sedante a diferencia del grupo que no se utilizó. (Tabla 8).

<b>ESCALA RASS</b>		<b>Alerta</b>	<b>Adormilado</b>	<b>Sedación ligera</b>	<b>Total</b>
<b>Grupo</b>	No Sulfato Mg	14	0	1	15
	Sulfato Mg	1	4	10	15
<b>Total</b>		15	4	11	30

Tabla 7. Evaluación escala RASS en ambos grupos de estudio

<b>Pruebas de Chi-Cuadrado</b>			
	<b>Valor</b>	<b>df</b>	<b>Significación asintótica (bilateral)</b>
<b>Chi-Cuadrado de Pearson</b>	22.630 <sup>a</sup>	2	.000
<b>Razón de verosimilitud</b>	27.539	2	.000
<b>Asociación lineal por lineal</b>	18.372	1	.000
<b>N de casos válidos</b>	30		

Tabla 8. Prueba Chi cuadrada para evaluación de RASS en ambos grupos

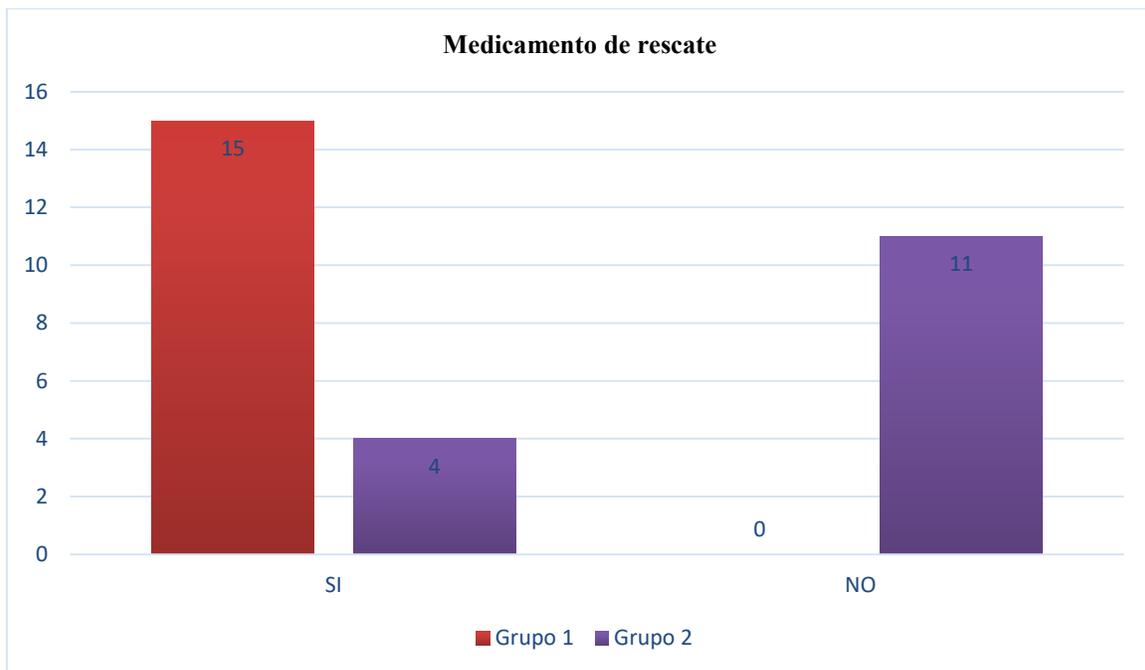
Respecto a las complicaciones que pudieron haberse presentado por el uso del sulfato de magnesio en este presente estudio no se encontró presencia de estas, ya que ningún paciente presentó alguna complicación respecto al uso del fármaco estudiado. (Tabla 9).

**COMPLICACIONES**

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje Válido	Porcentaje acumulativo
<b>Válido</b>	NO	30	96.8%	100	100
<b>Sistema faltante</b>		1	3.2		
<b>Total</b>		31	100		

Tabla 9. Complicaciones por uso de Sulfato de Magnesio

Se evaluó el uso de medicamento de rescate para analgesia durante el postoperatorio en ambos grupos, encontrándose que los 15 pacientes en el grupo 1 (no sulfato magnesio) ocuparon medicamento de rescate a diferencia del grupo 2 (sulfato de magnesio) que solo 4 pacientes requirieron de analgesia de rescate. (Gráfica 6) (Tabla 10).



Gráfica 6. Uso de medicamento de rescate en ambos grupos de estudio

### Pruebas de Chi-Cuadrado

	Valor	df	Significación asintótica (bilateral)	Significación Exacta (Bilateral)	Significación Exacta (Unilateral)
<b>Chi-Cuadrado de Pearson</b>	17.368 <sup>a</sup>	1	.000		
<b>Corrección de continuidad<sup>b</sup></b>	14.354	1	.000		
<b>Razón de verosimilitud</b>	22.032	1	.000		
<b>Prueba exacta de Fisher</b>				.000	.000
<b>Asociación lineal por lineal</b>	16.789	1	.000		
<b>N de casos válidos</b>	30				

Tabla 10. Prueba de Chi cuadrada para evaluación de medicamento de rescate en ambos grupos de estudio

## DISCUSIÓN

La eficacia analgésica del sulfato de magnesio intravenoso como dosis única a razón de 50mg/kg fue estadísticamente significativa en comparación con el grupo control en el cual se utilizó solución fisiológica 0.9%, estos resultados fueron similares a los resultados presentados por Hwang et al (2015) en donde dos grupos de pacientes, grupo M (sulfato de magnesio) recibieron 50 mg/kg durante 15 minutos después de la anestesia espinal y luego 15/mg/kg/h intravenoso hasta el final de la cirugía, grupo S (Solución salina) recibieron el mismo volumen pero de solución salina isotónicas en el mismo periodo. En esta investigación se demuestra que el uso de sulfato de magnesio en pacientes con bloqueo espinal reduce el dolor postoperatorio y el consumo de analgésicos sin complicaciones notables, ya que sus puntuaciones de EVA postoperatorio fueron marcadamente más bajas en el grupo M (sulfato de magnesio) a las 4, 24, y 48 horas después de la cirugía, y menos pacientes requirieron analgesia de rescate adicional durante el postoperatorio (2 vs 6 pacientes) sin ser esto estadísticamente significativo.

Prerana N. Shah et al. (2016) en este estudio prospectivo, aleatorizado, doble ciego, se estudiaron 108 pacientes los cuales fueron sometidos a cirugía de abdomen inferior y extremidades inferiores bajo anestesia espinal, se administró sulfato de magnesio 250 mg seguido de una infusión de 500 mg de sulfato de magnesio o se administró el mismo volumen de solución salina en el grupo control. El hallazgo principal de su estudio sugiere que el sulfato de magnesio intravenoso administrado en forma de bolo de 250 mg seguido de una infusión de 500mg/hr mejoro la analgesia postoperatoria al retrasar y disminuir la necesidad de analgésicos postoperatorios. Las puntuaciones EVA en el periodo postoperatorio inmediato fueron significativamente menores en el grupo de magnesio. Las

propiedades analgésicas se deben a la acción de bloqueo del receptor de glutamato NMDA, que dificulta la entrada de calcio en la célula y en el proceso de sensibilización central.

Levaux Ch et al (2003), Seyhan TO et al (2006), también informaron que los bolos de sulfato de magnesio fueron efectivos para el alivio del dolor postoperatorios después de cirugía ortopédicas y ginecológicas, sin embargo, es sus estudios utilizaron infusión continua o bolos repetidos además del bolo inicial de sulfato de magnesio. A diferencia de este estudio en el que solo fue bolo único de sulfato de magnesio. Se ha sugerido que los bloqueadores de NMDA deben de administrarse antes del inicio del estímulo nociceptivo para inhibir el proceso de sensibilización central.

Sin embargo, Ko et al. (2010), incluyeron 60 pacientes para histerectomía abdominal bajo anestesia general con epidural y analgesia controlada por el paciente, donde incluyeron dos grupos, unos recibieron sulfato de magnesio 50 mg/kg como una dosis de bolo seguida de una infusión continua de 15 mg/kg/hra durante 6 horas, y el otro grupo el mismo volumen, pero de solución salina. Al final de la cirugía, la concentración de magnesio en suero y líquido cefalorraquídeo se midió en ambos grupos. Encontraron que el uso perioperatorio de magnesio intravenoso no tuvo ningún efecto sobre el dolor postoperatorio, atribuyendo este hallazgo a la falta de aumento de los niveles de magnesio en el líquido cefalorraquídeo después de la administración intravenosa.

Kiran et al (2011), encontraron que los pacientes que recibían sulfato de magnesio estaban más sedados en el postoperatorio inmediato en comparación con el grupo control, aunque eran fáciles de despertar. Esto se espera ya que el magnesio se considera depresor del sistema nervioso central. Muchos estudios que evaluaron el efecto de sulfato de magnesio en la analgesia postoperatorio no mencionan haber medido las puntuaciones de sedación, son pocos los estudios que incluyen esta parte del sulfato de magnesio. En el presente estudio se evaluó la sedación en el transoperatorio mediante la escala de RASS y se encontró que efectivamente el sulfato de magnesio presentó un efecto sedante en algunos de los pacientes.

Es bien sabido que el sulfato de magnesio puede inducir hipotensión directamente por vasodilatación, así como indirectamente por bloqueo simpático e inhibición de la liberación de catecolamina. Sin embargo, en este estudio no se observó ninguno episodio hipotensor en los pacientes tratados con sulfato de magnesio.

Zarauza et al (2000) han reportado bradicardia significativa con el uso de sulfato de magnesio, sin embargo, otros autores que evaluaron el papel del sulfato de magnesio en el alivio del dolor postoperatorio no reportan cambios en la frecuencia cardiaca con sulfato de magnesio. Ninguno de los pacientes en el presente estudio presentó bradicardia.

## CONCLUSIONES

La administración de sulfato de magnesio por vía intravenosa 50mg/kg en un lapso de quince minutos después del bloqueo espinal reduce significativamente el dolor postoperatorio en pacientes sometidos a cirugía ortopédica de miembros inferiores comparado con el grupo placebo, esto nos llevó a reducir la dosis de analgésicos utilizados en el postoperatorio.

Respecto a los efectos sedantes del sulfato de magnesio, considero que se deben de realizar más estudios para establecer una relación dosis- respuesta para los posibles efectos antinociceptivos del sulfato de magnesio, ya que la mayoría de los estudios encontrados para esta investigación solo estudian el efecto analgésico postoperatorio. En el presente estudio se encontró que efectivamente el sulfato de magnesio a razón de 50mg/kg si produjo en la mayoría de los pacientes un efecto sedante lo cual puede ayudar para reducir el uso de benzodiazepinas en el transoperatorio.

No se encontró evidencia de efectos adversos debido a la administración de sulfato de magnesio. Sin embargo, se deben de realizar estudios adicionales con respecto a las diferentes dosis de magnesio y la comparación con los fármacos analgésicos establecidos, además de otras vías de administración del sulfato de magnesio como lo serian intratecal, epidural. Por lo tanto, se puede concluir que el sulfato de magnesio a las dosis empleadas 50 mg/kg y en los pacientes seleccionados ASA I y II es un fármaco seguro.

## LITERATURA CITADA

1. Rosa Díaz Jorge, Navarrete Zuazo Victor, Díaz Mendiando Miosotis. (2014). Aspectos básicos del dolor postoperatorio y la analgesia multimodal preventiva. *Revista mexicana de anestesiología*, 37:18-26.
2. Sahar M. El Shal, Emad Lofty. (2017). Evaluation of effect of intravenous magnesium sulfate infusion on tourniquet induced hypertension and pain in arthroscopic knee surgery patients under epidural anesthesia. *Egyptian Journal of Anaesthesia*, 33:73-82.
3. Prerana N. Shah, Yamini Dhengle. (2016). Magnesium sulfate for postoperative analgesia after surgery under spinal anesthesia. *Acta anaesthesiologica taiwanica*, 54:62-64.
4. Jessica Castro, Maureen F.Cooney. (2017). Intravenous magnesium in the management of postoperative pain. *Journal of perianesthesia nursing*. 32:72-76.
5. Eduardo Nuche Cabrera. (2009). Control del dolor agudo postoperatorio en cirugía ortopédica. *Revista mexicana de anestesiología*, 32: S100-S103.
6. Paola Quinde Cobos. (2017). Dolor postoperatorio: Factores de riesgo y abordaje. *Asociación Costarricense de Medicina legal y disciplinas afines*, 34:1409-0015.
7. N. Esteve Pérez, C. Sansaloni Perello, M. Verd Rodríguez, H. RiberaLeclerc, C. Mora Fernández. (2017). Nuevos enfoques en el tratamiento de dolor agudo postoperatorio. *Revista de la Sociedad Española del Dolor*; .24:132-139.
8. Jorge García Andreu. (2017). Manejo básico del dolor agudo y crónico. *Anestesia en México*, 29:77-85.

9. SmailiNasser, SmailiBilal, Baez Douglas, Somaza Paulo, Hurtado Francisco, SmailNagida. (2004). Manejo de dolor agudo en el postoperatorio, *Revista de medicina interna y medicina crítica. 1:118-125.*
10. Ross J Vanstone, Mark Rockett. (2016). Use of atypical analgesics by intravenous infusion (IV) for acute pain: evidence base for lidocaine, ketamine and magnesium. *Anaesthesia and intensive care medicine, 17:460-463*
11. Miller, R, Eriksson, Miller Anestesia, Octava edición, Capítulo 59 Tratamiento perioperatorio con líquidos y electrolitos, 1176-1777
12. H.-J.Shin, E-Y Kim, H-S. Na, T.K.Kim, M-H Kim, S-H.D. (2016). Magnesium sulphate attenuates acute postoperative pain and increased pain intensity after surgical injury in staged bilateral total knee arthroplasty: a randomized, double-blinded, placebo- controlled trial. *British Journal of Anaesthesia, 117:497-503*
13. J.-Y.Hwang, H-S Na, Y.-T.Jeon, Y.-J Ro, C.-S.Kim, S.-H.Do. (2010). I.V infusion of magnesium sulphate during spinal anesthesia improves postoperative analgesia, *British Journal of Anaesthesia, 104:89-93.*
14. KoS-H,LimH-R,KimD-C,HanY-J,ChoeH,SongH-S. (2001).Magnesiumsulfatedoesnot reduce postoperative analgesic requirements. *Anaesthesiology 95:640-6.*
15. Levaux Ch, Bonhomme V, Dewandre PY, Brichant JF, Hans P. (2003). Effect of intra-operative magnesium sulphate on pain relief and patient comfort after major lumbar orthopaedic surgery. *Anaesthesia.58:131-5*
16. Seyhan TO, Tugrul M, Sungur MO, Kayacan S, Telci L, Pembeci K, *et al.* (2006). Effects of three different dose regimens of magnesium on propofol requirements,

haemodynamic variables and postoperative pain relief in gynaecological surgery. *Br J Anaesth* .96:247-52.

17. Zarauza R, Sáez-Fernández AN, Iribarren MJ, Carrascosa F, Adame M, Fidalgo I, *et al.* (2000). A comparative study with oral nifedipine, intravenous nimodipine, and magnesium sulfate in postoperative analgesia. *AnesthAnalg*. 91:938-43.

## ANEXOS

### CARTA DE CONSENTIMIENTO INFORMADO

Yo \_\_\_\_\_ paciente que será sometido a intervención quirúrgica del tipo \_\_\_\_\_ en pleno derecho de mi salud y de conformidad autorizo que se me sea administrado el fármaco sulfato de magnesio.

No he sido obligado, sino que he decidido participar en forma voluntaria en el estudio denominado “eficacia de la infusión de sulfato de magnesio intravenoso durante la anestesia espinal para manejo de dolor postoperatorio en pacientes sometidos a cirugía ortopédica en el Hospital General del Estado Dr. Ernesto Ramos Bours”. He sido informado de lo que se trata y de los efectos colaterales que pudiesen existir, y manifiesto que en el momento que así lo desee saldré del protocolo, además se de antemano que se respetara la confidencialidad de mis datos.

\_\_\_\_\_

Firma Paciente

Testigo

\_\_\_\_\_

Médico tratante

## HOJA DE RECOLECCION DE DATOS

Nombre: \_\_\_\_\_ Edad: \_\_\_\_ Sexo: \_\_ ASA: \_\_\_\_

Tipo de cirugía: \_\_\_\_\_ Exp: \_\_\_\_\_ Fecha: \_\_\_\_\_

Peso: \_\_\_\_ Talla: \_\_\_\_

Premedicación: \_\_\_\_\_

Sulfato de Magnesio: Si \_\_\_\_ No \_\_\_\_ RASS: \_\_\_\_\_

Reacciones adversas: \_\_\_\_\_

Dosis analgésica de rescate: Si \_\_\_\_ No \_\_\_\_ Tiempo de cirugía: \_\_\_\_\_

<b>EVALUACION DEL EVA (ESCALA VISUAL ANALOGA)</b>											
<b>Tiempo</b>	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
<b>30 min</b>											
<b>60 min</b>											
<b>90 min</b>											

Observaciones: \_\_\_\_\_