



**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**

**Tesis.**

Infusión intravenosa de sulfato de magnesio como adyuvante para disminuir el dolor postoperatorio en pacientes sometidos a apendicectomía abierta bajo anestesia espinal.

Que para obtener la especialidad de Anestesiología

Presenta:

Rodolfo Juárez León

Dr Ramón Humberto Navarro Yañez

Director médico de tesis.

Biol. Nohelia G. Pacheco Hoyos

Director metodológico de tesis.

Hermosillo, Sonora. Julio 2015



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

### **DR. FRANCISCO RENÉ PESQUEIRA FONTES**

DIRECTOR GENERAL

Hospital General del Estado de Sonora

Tel (662) 259-25-00

[rpesqui@gmail.com](mailto:rpesqui@gmail.com)

### **DR JORGE ISAAC CARDOZA AMADOR**

DIRECTOR MÉDICO

Hospital General del Estado de Sonora

Tel. (662) 259-25-00

[jicardozaa@hotmail.com](mailto:jicardozaa@hotmail.com)

### **DRA CARMEN A. ZAMUDIO REYES**

JEFA DE LA DIVISIÓN DE ENSEÑANZA E  
INVESTIGACIÓN

Hospital General del Estado de Sonora

Cel. (662) 259-25-00

[ensenanzahge@hotmail.com](mailto:ensenanzahge@hotmail.com)

### **DR RAMÓN HUMBERTO NAVARRO**

JEFE DEL SERVICIO DE ANESTESIOLOGIA

Hospital General del Estado de Sonora

Tel. (662) 259-25-00

[ramonhnavarro@hotmail.com](mailto:ramonhnavarro@hotmail.com)

### **DR. RAMON HUMBERTO NAVARRO YAÑEZ**

JEFE DEL SERVICIO DE ANESTESIOLOGIA  
DIRECTOR MÉDICO DE TESIS

HOSPITAL GENERAL DEL ESTADO DE SONORA

Cel. (662) 259-25-00

[ramonhnavarro@hotmail.com](mailto:ramonhnavarro@hotmail.com)

### **BIO. NOHELIA G. PACHECO HOYOS**

DIRECTOR METODOLÓGICO DE TESIS DE LA  
DIVISIÓN DE ENSEÑANZA E INVESTIGACIÓN

Hospital General del Estado de Sonora

[noeliapachecoh@gmail.com](mailto:noeliapachecoh@gmail.com).

DR RODOLFO JUÁREZ LEÓN  
RESIDENTE DE TERCER AÑO DE ANESTESIOLOGIA  
Hospital General del Estado de Sonora  
Tel. (662) 2449426  
[rojuleon@hotmail.com](mailto:rojuleon@hotmail.com)

"INFUSION INTRAVENOSA DE SULFATO DE MAGNESIO COMO ADYUVANTE PARA DISMINUIR EL DOLOR POSTOPERATORIO EN PACIENTES SOMETIDOS A

APENDICECTOMIA ABIERTA BAJO ANESTESIA ESPINAL"

**Infusión intravenosa de sulfato de magnesio como adyuvante para disminuir el dolor postoperatorio en pacientes sometidos a apendicetomía abierta bajo anestesia espinal.**

## Agradecimientos

A Dios porque creo firmemente que sin el yo no estaría hoy aquí dando este paso.

A mi esposa, con todo mi amor y cariño, por su sacrificio y esfuerzo, por todo el apoyo que día con día me da, por creer en mi capacidad, aunque hemos pasado momentos difíciles siempre ha estado brindándome su amor, cariño y comprensión, volviéndose mi razón de ser y mi principal motivo para salir adelante. por decidir unir su vida a la mia, por luchar juntos conmigo cada momento en esta etapa de mi de nuestras vidas brindándome todo su amor incondicional. Te amo.

A mis padres, que me dieron la vida y que desde el inicio han sabido formarme, con buenos sentimientos, hábitos y valores, por todo ese apoyo incondicional que me han brindado en todas las buenas y malas decisiones que he tomado, agradecerles el esfuerzo inagotable que a diario realizan para brindarnos lo mejor a sus hijos. La distancia que nos ha separado en estos años no ha sido inconveniente para sentir sus ánimos, apoyo y cariño que me han permitido seguir con mi sueño. A mi padre, que con su ejemplo me empuja a ser una persona responsable y trabajadora, que siempre me ha dado todo el apoyo moral, económico y emocional desde que inicie esta carrera, gracias papa por hacerme a tu semejanza. A mi madre, por su amor incondicional, por esos días que me escucha y me alienta a seguir adelante, por llorar conmigo cuando mas necesito de sus palabras. A mis hermanos, con los que he crecido y vivido los mejores años de mi vida y me llenan de energía para seguir adelante. Los amo con todo mi corazón y este logro es por ustedes.

De manera consecutiva a mi asesor medico Jimmy Gabriel Rivas Alpuche. Por su admirable esfuerzo y dedicación, porque sin darse cuenta no solo me compartió de sus conocimientos si no me ha confirmado que la persistencia, la paciencia, el esfuerzo de un profesional siempre tendrá como resultado un ser humano con mayor sentido de responsabilidad. Me con una gran admiración por su compromiso sin retribución, sin duda espero tener la oportunidad de que un día usted vea mi profesionalismo.

A ti compañera y amiga Mónica Xitlally Ruiz González, que me ayudaste tanto en este trabajo, honestamente lo digo, no sé qué habría hecho sin tu apoyo, abiertamente puedo reconocer que tu labor es admirable, que tu interés desinteresado hace de ti una profesionalista intachable.

**El arte de la vida es el arte de aliviar el dolor.**

**Thomas Jefferson.**

# ÍNDICE

Resumen.....	09
Introducción.....	11
Capítulo No. 1: Marco Teórico .....	14
1.1.Generalidades.....	14
1.2.Mecanismos periféricos de la nocicepción.....	16
1.3.Función del asta dorsal.....	17
1.4.Sensibilización central y periférica.....	19
1.5.Receptor N-metil-D aspartato.....	23
1.6.Antagonistas de los receptores NMDA.....	23
1.7.Justificación.....	25
1.8.Objetivos.....	25
1.9.Hipótesis.....	26
Capítulo No. 2: Materiales y Método.....	26
2.1 Planteamiento del Problema.....	26
2.2 Pregunta de Investigación.....	26
2.3 Diseño de Estudio.....	26
2.4 Población.....	26
2.5 Periodo de Estudio.....	26
2.6 Tamaño de Muestra.....	26
2.7 Criterios de Inclusión.....	27
2.8 Criterios de Exclusión.....	27
2.9 Criterios de Eliminación.....	27
2.10 Aspectos Éticos.....	28



2.11 Recursos Empleados.....	28
2.12 Análisis de Debilidades y Fortalezas.....	28
2.13 Descripción de Variables.....	29
2.14 Descripción General del Estudio.....	30
2.15 Análisis Estadístico.....	30
Capítulo No. 3: Resultados, Discusión y Conclusiones .....	31
3.1 Resultados.....	31
3.2 Discusión.....	40
3.3 Conclusión.....	41
Referencias.....	42
Anexos.....	45
Anexo 1 Carta de consentimiento informado.....	45
Anexo 2 Hoja de Recolección de datos.....	46

## RESUMEN

Título: infusión de sulfato de magnesio como adyuvante para disminuir el dolor postoperatorio en pacientes sometidos a apendicetomía abierta bajo anestesia espinal. Introducción: el sulfato de magnesio es un fármaco de reciente interés en la práctica de la anestesiología, por su acción a nivel de los neurotransmisores (receptores NMDA), es utilizado para el manejo del dolor agudo y crónico. En la neuromodulación del dolor. Objetivo: evaluar la eficacia del sulfato de magnesio para disminuir el dolor postoperatorio en pacientes que recibieron anestesia espinal sometidos a apendicetomía abierta. Tipo de estudio: ensayo clínico, aleatorizado y prospectivo. Materiales y método: se incluyeron 39 pacientes para apendicetomía abierta bajo anestesia espinal que ingresaron a cirugía electiva, ASA I y II, de 18 a 59 años que cumplieran con los criterios de inclusión. Se dividieron en dos grupos, 19 pacientes en el grupo "control" se les administro placebo 500 ml sol NaCl 0.9% y al grupo "SO<sub>4</sub>Mg" se le administraron previa a la anestesia regional 50 mg/kg peso real para 20 minutos y se continuó con 20 mg/kg/hr. Se recabo intensidad del dolor postoperatorio con escala visual análoga a los 30, 60 y 90 minutos en sala de recuperación postanestésica. Análisis estadístico: T de student, pruebas de normalidad de Mann-Whitney. Resultados: se observó una disminución del dolor postoperatorio en el grupo "SO<sub>4</sub>Mg" medido a través de la escala visual analógica (P< 0.05). Conclusiones: con base a los resultados obtenidos se demostró que el uso de sulfato de magnesio como adyuvante para analgesia postoperatoria presento diferencias significativas en la disminución del dolor postoperatorio en los primeros 90 minutos comparados con placebo. Palabras clave: sulfato de magnesio, dolor postoperatorio, neuromodulación del dolor, receptores NMDA, mecanismos fisiopatológicos del dolor.

## ABSTRACT.

Title: infusión of magnesium sulfate as an adjuvant to diminish postoperative pain in patients undergoing open appendectomy under spinal anesthesia. Introduction: magnesium sulfate is a drug of interest suffers in the practice of anesthesiology, by its action at the efficacy of magnesium sulfate to reduce postoperative pain in patients receiving spinal anesthesia undergoing open appendectomy. Type of study: clinical, randomized, prospective trial. Materials and methods: 39 patients under spinal anesthesia open appendectomy admitted to elective surgery, ASA I and II, aged 18 to 59 who met the inclusion criteria were included. Were divided into two groups. 19 patients in the "control" group was given placebo 500 ml solution NaCl 0.9% and group "SO<sub>4</sub>Mg" was administered prior to regional anesthesia 50 mg/kg actual weight for 20 minutes and continued with 20 mg/kg/hr. Postoperative pain intensity was collected with visual analog scale at 30,60 and 90 minutes recovery room. Statistical analysis: t student test, normality tests of Mann-Whitney. Results: postoperative pain decreased in the "SO<sub>4</sub>Mg" group measured by visual analogue scale ( $p < 0.05$ ) was observed. Conclusions: based on the results obtained demonstrated that the use of magnesium sulfate as an adjuvant for postoperative analgesia significant differences in reducing postoperative pain in the first 90 minutes compared to placebo. Keywords: magnesium sulfate, postoperative pain, neuromodulation of pain, NMDA receptors, pathophysiological mechanisms of pain.

## INTRODUCCIÓN

El dolor es el síntoma más frecuente de cualquier enfermedad, según la asociación internacional para el estudio del dolor. (1) El dolor postoperatorio es la principal causa de aumento en la morbimortalidad en los pacientes pos operados, y es el principal motivo para prolongar la estancia intrahospitalaria como los gastos en servicios de salud. Existen diversos reportes en la literatura científica que demuestran el papel del sulfato de magnesio como coadyuvante para reducir el dolor postoperatorio. (1).

El dolor es la causa más frecuente de consulta médica. La analgesia es un derecho fundamental del paciente. El control óptimo del dolor demanda la incorporación de todo el conocimiento que se tenga sobre él, en un abordaje clínico que beneficie a los pacientes que lo sufren, lo cual resulta en mejora del sistema de salud. El manejo apropiado del dolor reduce significativamente la morbilidad, la estancia hospitalaria y los costos, especialmente en pacientes de alto riesgo. (2)

La apendicetomía es una de las cirugías abdominales más comunes en nuestro medio. En la mayoría de los casos son procedimientos de tiempo quirúrgico relativamente cortos y el paciente es egresado en tiempo breve. Lo anterior favorece a una pronta recuperación e incorporación a su vida cotidiana, siendo el papel del Anestesiólogo crucial en el manejo del dolor postoperatorio y fundamental en la pronta recuperación y evolución favorable en todo paciente sometido a este tipo de intervención quirúrgica.

Según el sistema nacional de salud, en 2010 está registrado que se realizaron un total de 3, 601,090 cirugías, en donde se encontró que la incidencia del dolor postoperatorio era del 62%, del cual 72% fue un dolor categorizado de acuerdo a intensidad de moderado a severo, el 19% dolor leve y el 5% dolor insoportable. (3).

En el Hospital General siglo XXI se realizó un estudio observacional donde se evaluaron 154 pacientes sometidos a cirugía, de los cuales se describió la prevalencia del dolor postoperatorio, el 47% refirieron dolor de moderado a severo, a las 19 horas de postoperatorio se reveló que 72% presentó dolor con la actividad y 63% en reposo, al día siguiente el porcentaje era de 42% en reposo y 63% con actividad. El 79% de

los pacientes se manifestó nada o moderada satisfacción con el tratamiento analgésico empleado. (4)

El dolor no sólo es una manifestación sensitiva, sino también una experiencia personal y emocional. Según la Organización Mundial de la Salud: El *dolor* es una experiencia sensitiva y emocional desagradable y que se asocia a una lesión tisular real o posible, o que se describe como tal. En todas las culturas y en todas las épocas el dolor ha sido una preocupación dominante, representa la preocupación más importante del hombre desde el principio de los tiempos. Sus descripciones abarcan una amplia bibliografía, desde la literatura antigua, las artes como la pintura, la música, la poesía, hasta las grandes ciencias como la filosofía, la psicología y más ampliamente la medicina. (4)

El dolor postoperatorio (PO) es uno de los tipos de dolor más frecuentes y constituyen un gran reto para los anestesiólogos. Algunos documentos estadísticos muestran que más del 50% de los pacientes pos operado sufren de alguna experiencia dolorosa no controlada. (4). Lo anterior al uso de analgésicos de nueva generación y el uso de técnicas analgésicas cuyo propósito es el de minimizar el malestar del paciente, facilitar la recuperación postoperatoria, y el de evitar las complicaciones relacionadas con el dolor, con el tratamiento así como evitar la cronicidad del dolor. (1)

El dolor postoperatorio (PO) se presenta como consecuencia de una lesión tisular a la que los tejidos están expuestos, de esta manera se desencadena la liberación de mediadores inflamatorios, componentes fisiológicos con un papel fundamental en la transducción, transmisión y modulación del dolor. A su vez, esta liberación de mediadores desencadena una cascada como reacción en cadena de sustancias pro inflamatorias no solo en el sitio de la lesión, sino también en el espacio adyacente a dicha agresión. (2)

Cuando la lesión tisular es inevitable se produce una cascada de cambios en el sistema nervioso central y periférico responsable de la percepción del dolor. El dolor agudo, aparece habitualmente en respuesta a una agresión identificable con estimulación del sistema nociceptivo (desde la periferia, pasando por la médula espinal, tronco del encéfalo y tálamo, hasta la corteza cerebral, donde se percibe la

\*INFUSION INTRAVENOSA DE SULFATO DE MAGNESIO COMO ADYUVANTE PARA DISMINUIR EL DOLOR POSTOPERATORIO EN PACIENTES SOMETIDOS A

sensibilidad) tiene una evolución limitada en el tiempo durante el cual, el tratamiento pretende corregir el proceso patológico. (2)

El dolor agudo es útil y adaptativo, se trata de sensación fisiológica vital, además induce un estado de hipersensibilidad localizada alrededor de la zona lesionada, que lleva a limitar el uso. El dolor patológico no ofrece ventaja alguna biológica, porque no está acoplado a un estímulo nocivo. (1). Es la expresión de una plasticidad o capacidad de modificación del sistema nervioso y suele ser persistente o recurrente. Actualmente el dolor continúa siendo un síntoma que refieren con mayor frecuencia los pacientes cuando solicitan atención médica. Sin embargo, el dolor es infravalorado y tratado de forma insuficiente en el ambiente hospitalario. (5,7)

Esta actitud también se observa durante el periodo postoperatorio, donde una correcta analgesia debería permitir la movilización e inicio precoz de la rehabilitación funcional y contribuir de esa forma a reducir la morbilidad de patologías asociadas. Existen fármacos y técnicas analgésicas que si bien no son ideales, sirven para controlar de manera aceptable el dolor postoperatorio, independientemente del arsenal terapéutico, el alivio del dolor puede resultar inadecuado. (6,7).

Conscientes del crecimiento de la actividad quirúrgica y de la existencia de dolor postoperatorio constituyó el objetivo principal de esta investigación, valorar la eficacia de la infusión endovenosa de sulfato de magnesio como coadyuvante para disminuir el dolor postoperatorio en pacientes sometidos a apendicetomía abierta bajo anestesia espinal.

## CAPÍTULO 1. MARCO TEÓRICO

### 1.1 GENERALIDADES

En los últimos años ha avanzado el conocimiento de los mecanismos etiológicos del dolor, han aparecido nuevos fármacos analgésicos y se aboga por un abordaje integral del mismo bajo un enfoque único, a pesar de los recientes avances sigue existiendo una alta prevalencia de dolor postoperatorio (10,12)

Está ampliamente demostrado que el dolor postoperatorio disminuye la satisfacción del paciente y las personas que les rodea, retrasa la recuperación y el alta hospitalaria y además puede ocasionar elevada morbi-mortalidad perioperatoria (13,14). Dentro de las complicaciones ocasionadas por el dolor se encuentran las alteraciones respiratorias, alteraciones cardiovasculares, alteraciones digestivas, alteraciones metabólicas, depresión del sistema inmunitario y alteraciones psicológicas.(6)

Actualmente, podemos considerar que en el periodo intraoperatorio se consigue un adecuado control del dolor originado por la agresión quirúrgica, mientras que aun el control del dolor postoperatorio no se realiza con la misma eficacia. Así, las estrategias analgésicas deben basarse tanto en el tipo de paciente y de cirugía, como en las posibilidades técnicas de los anestesiólogos (14,15)

Para controlar el dolor en un paciente postoperatorio, se puede recurrir a varias estrategias analgésicas, entre las cuales hay que elegir siempre la técnica más conveniente para el paciente y el procedimiento, tomando en cuenta que el dolor postoperatorio puede ser somático, visceral o mixto, la mayor parte de la veces es mixto, sobre todo en caso de cirugías de tórax y abdomen. (16)

Fases del dolor postoperatorio.

Primer estadio algico: Entre las primeras cuatro horas. Fase de mayor intensidad algica. No ingestión oral y aumento de líquidos parenterales. Relacionado en recuperación, piso, UCI.

Segundo estadio álgico: Oscila entre las siguientes ocho horas y varios días. Ingesta oral presente. Intensidad álgica es menor (EVA <5). Relacionado con Paciente en piso. (23).

El factor principal que genera dolor en el postoperatorio es el daño tisular, las repercusiones abarcan a los sistemas cardiovascular, y respiratorio principalmente, el umbral del dolor es un aspecto importante a considerar en estos pacientes ya que varía según la edad, siendo diferente en los niños y en los adultos (16,17,18). La analgesia puede administrarse por varias vías, siendo la endovenosa la más utilizada.

La definición de dolor postoperatorio resulta complicada debido a la gran cantidad de factores que participan en su producción, se podría considerar de carácter agudo secundario a una agresión directa o indirecta durante el acto quirúrgico, de modo que incluiríamos no solo el dolor debido a la técnica quirúrgica, si no también, el originado por la técnica anestésica, las posturas inadecuadas, contracturas musculares, distensión vesical o intestinal, etc (18,19)

La búsqueda de una óptima estrategia analgésica ayuda al Anestesiólogo a encauzar un problema que en determinadas ocasiones puede ser acusante y de desastrosas consecuencias (19), ya que modifica desde el estado hemodinámico, hasta el estado psicológico- emocional, y puede repercutir también en el estado económico y laboral de muchas familias, hasta la vulnerabilidad de la evolución del paciente. Por definición, el dolor postoperatorio está programado, por lo que la analgesia postoperatoria puede y debe ser programada también. (19)

La analgesia postoperatoria ocupa un lugar importante en la evaluación de las prácticas profesionales de la anestesiología y desempeña un papel esencial en la mejoría del resultado funcional de la cirugía y en la reducción de la morbilidad y la mortalidad postoperatoria (19,20).



## 1.2 MECANISMOS PERIFÉRICOS DE LA NOCICEPCIÓN

Una de las funciones vitales del sistema nervioso es informar sobre la existencia o la amenaza de una lesión. La sensación de dolor, por su naturaleza, aversiva e inherente contribuye a esta función. El sistema nervioso periférico responde a estímulos nocivos y, por tanto, transmite una señal para alertar al organismo de una lesión potencial. Los nociceptores son una clase especializada de adherentes primarios que responden a estímulos nocivos. (23)

Los nociceptores amielínicos transmiten el dolor urente por estímulos calóricos intensos aplicados sobre la piel y también el dolor por presión sostenida. Los nociceptores mielínicos transmiten los estímulos mecánicos intensos. Ambos nociceptores transmiten el dolor por estímulos químicos. Después de una lesión cutánea, aumenta el dolor en respuesta de estímulos cutáneos, denominado hiperalgesia, en el lugar de la lesión (hiperalgesia primaria) y en la piel lesionada circundante (hiperalgesia secundaria). La lesión tisular aumenta la respuesta de los nociceptores, denominada sensibilización, que representa la hiperalgesia primaria. (24).

Esta sensibilización se debe a la liberación local de mediadores inflamatorios, la hiperalgesia secundaria se debe a la sensibilización de las neuronas del sistema nervioso central. Cuando los nervios son seccionados, los nociceptores lesionados desarrollan una actividad espontánea y una sensibilización mecánica, calórica y química ectópica. También cambian las propiedades de los nociceptores próximos, no afectados. Tanto los receptores lesionados como los no lesionados pueden desarrollar una respuesta a agentes adrenérgicos, que pueden explicar la afectación del sistema nervioso simpático en ciertas formas de dolor neuropático. (24).

La información sensitiva procedente de la piel se transmite al sistema nervioso central (hasta dorsal de la médula espinal) por tres tipos de neuronas sensitivas (nociceptores). A Beta, A Delta y C. Éstas neuronas aferentes primarias son responsables de la transducción de la información mecánica, bioquímica y térmica en

la actividad eléctrica. Las tres pueden transmitir información nociceptiva desde la periferia hasta el asta dorsal de la médula espinal. Por lo tanto las fibras A Beta sólo son sensibles a estímulos mecánicos no nocivos, tacto y presión. La información nociceptiva de las vísceras alcanza el sistema nervioso central a lo largo de las cadenas simpáticas y de la cadena parasimpática pélvica.(24)

Sin embargo la densidad de las fibras aferentes viscerales es baja en comparación a la piel, lo que podría explicar su localización deficiente de los estímulos nocivos en las vísceras. (24).

### 1.3 FUNCIÓN DEL ASTA DORSAL

Los nociceptores terminan de manera muy ordenada en el asta dorsal de la médula espinal de modo que las fibras A Delta escasamente mielínicas finalizan en las láminas I y V, mientras que las fibras C amielínicas lo hacen en la lámina II. Estas fibras sensitivas de umbral alto activan un número elevado de Interneuronas de segundo orden y neuronas de proyección de la médula espinal. La actividad generada se transmite, tras un procesamiento activo y complejo en el asta dorsal, directamente o a través de núcleos intermedio del tronco del encéfalo, el tálamo y de ahí a la corteza donde se genera la sensación de dolor. (24)

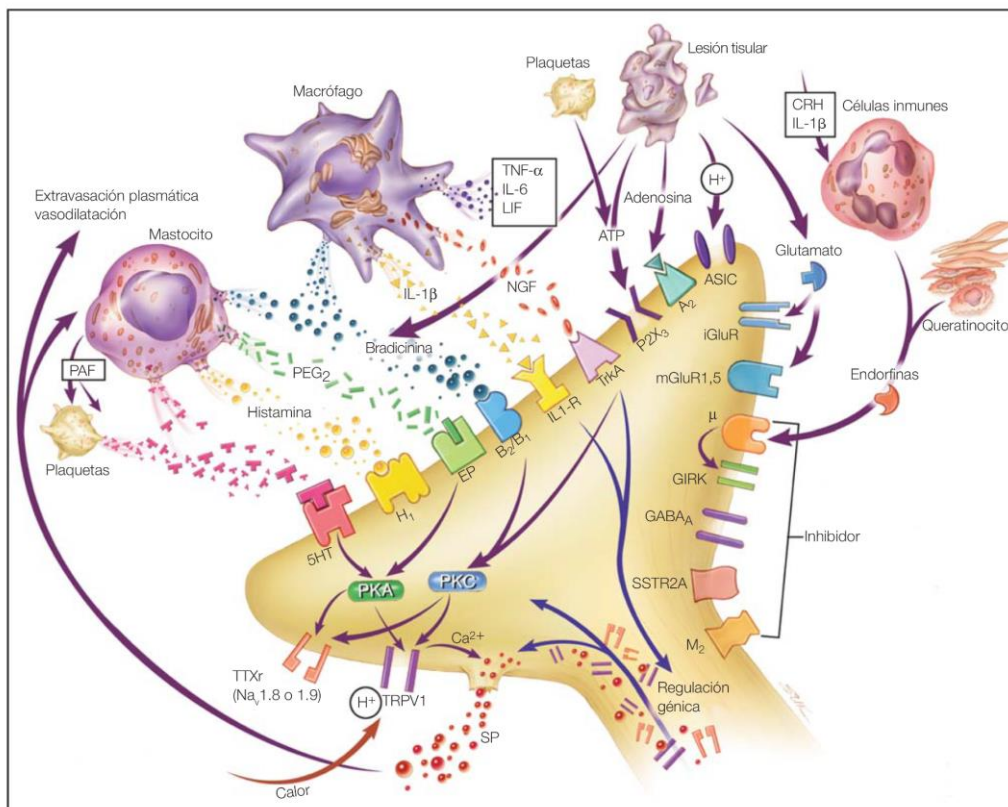
Tras su integración en el asta dorsal, la señal del dolor se conduce por vías ascendentes hacia el Tálamo que en interacción con los circuitos límbicos, desempeña una función crucial en la recepción y el procesamiento de la información nociceptiva en la ruta hacia la corteza.(24)

Existen dos mecanismos implicados en la producción del dolor postoperatorio, primero por una lesión directa sobre las fibras nerviosas de las diferentes estructuras afectadas por la técnica quirúrgica, y la segunda, por la liberación de sustancias alógenas capaces de activar y sensibilizar nociceptores. (24)

Estos últimos son de dos tipos principalmente: los mecanoreceptores A $\beta$  (mielínicos) y los receptores C (amielínicos); pero también la inflamación producida por el procedimiento quirúrgico producirá una sensibilización periférica de estos nociceptores. (24)

En este fenómeno participan diversas sustancias como las prostaglandinas, potasio, calcio, sodio, bradicininas, sustancia P, péptico relacionado al gen de la calcitonina, histamina, serotonina, histamina, norepinefrina, ATP, neurotrofinas, citocinas, . las cuales aumentan la sensibilidad de nociceptores permitiendo la permeabilidad de canales iónicos por acción de segundos mensajeros, y así afectar a las propiedades del nociceptores y su habilidad para transmitir la señal dolorosa. (24) (figura 1)

Figura 1. Sopa aldogena. Sensibilización periférica. (Tratado del dolor. Wall y Melzack 5ta edición. Pag 28)



## 1.4 SENSIBILIZACIÓN CENTRAL Y PERIFÉRICA

Existen también la sensibilización central y es a lo que denomina fenómeno de Wind-up, producido por la estimulación nociceptiva mantenida sobre las neuronas del asta posterior de la médula espinal, dando lugar a la liberación, en la sinapsis del asta posterior, de neurotransmisores, fundamentalmente sustancia P y glutamato, que actuarían respectivamente sobre receptores lentos NK1 y rápidos AMPA, dando lugar a una despolarización de la neurona, y por el flujo mantenido de neurotransmisores, el receptor NMDA, que se encontraba bloqueado por una molécula de magnesio, se desbloquea permitiendo que el glutamato se pueda unir a él. (24). Esta unión hace que la membrana neuronal disminuya de manera importante su umbral de excitación, de forma que mínimos estímulos producen grandes descargas en las neuronas del asta posterior. (24)

El control de estos dos fenómenos fisiológicos, sensibilización periférica y central, son el objetivo que se busca en la clínica para lograr un adecuado control del dolor postoperatorio ya que constituye una de las piedras angulares para conseguir una recuperación quirúrgica postoperatoria acelerada, disminución de la morbimortalidad, estancia hospitalaria y, por lo tanto, de costos (22)

La analgesia postoperatoria es uno de los componentes básicos en la recuperación funcional tras una intervención quirúrgica, no obstante, es difícil aislar los efectos de la analgesia postoperatoria de otros aspectos relacionados con la técnica quirúrgica, la práctica clínica, el tipo de seguimiento analgésico o los factores organizativos del equipo quirúrgico (18,19).

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 tiene un rol fundamental como cofactor de más de 300 reacciones enzimáticas, entre ellas, receptor de hormonas, en los canales de calcio, flujo de iones transmembrana, regulación del ADP, por lo que interviene en la actividad cardíaca, neuronal, muscular y es el antagonista natural del calcio. Media en la activación ATPasa de Ca y ATPasa Na y K Durante la fase de despolarización y repolarización de la membrana. (21).

El organismo contiene entre 21 y 28 gramos de magnesio, el 90% es intracelular, unido a célula. Un 53% se encuentra en el hueso, un 27% en el músculo y un 19% en grasa y tejidos, 1% en el plasma y células rojas. De esta pequeña proporción la mayor parte (63%) se encuentra ionizado, un 19% unido a proteínas y el resto formando compuestos generalmente en forma de sales ( citrato, bicarbonato o fosfato magnesio), la concentración en suero debe oscilar entre 1.7 y 2.3 mg/dL -1.

La hipermagnasemia, se divide en leve (2.4 - 4 mg/dl), moderada (4.1 - 4.9 mg/dl), severa > 5mg/dl. Existen manifestaciones clínicas cuando las cifras plasmáticas se encuentran en relación de 4.8 a 7.2 mg/dl (4-6meq) se observan náuseas, vomito, exánemas, cefalea, hipo reflexiva y letárgica. De 7.2-12mg/dl (6-10 mEq) hipotensión, bradicardia, ensanchamiento del complejo QRS, y prolongación del intervalo PR y QT. Mayores a 12 mg/dl (>10 mEq) parálisis muscular, insuficiencia ventilatoria, depresión respiratoria, apnea. Y mayores a 18 mg/dl (>15 mEq) bloqueo AV completo y asistolia. (25)

El magnesio llega al cuerpo por absorción intestinal entre 10 y 65%, y tiene una eliminación renal. El riñones el regulador principal del magnesio y elimina casi el 100% del magnesio filtrado, de tal manera que en caso de sobrecarga, puede eliminarlo. Y hasta 0.5% en caso de déficit. La equivalencia de 1gr de sulfato de magnesio es de 4 mmol que a su vez equivale a 8 mEq tenidos de 98 mg de magnesio elemental.

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 mítico dril y se encuentra unido a ATP dentro de la célula.

La segunda es como regulador del paso de iones transmembrana. Modula los canales de calcio en la membrana celular y en sitios específicos intracelular, es como la membrana mitocondrial. Inhibe la activación calcio dependiente de los canales del retículo sarcoplasmático y bloquea los canales de calcio, lo que explica el aumento intracelular de calcio durante la hipomagnasemia.

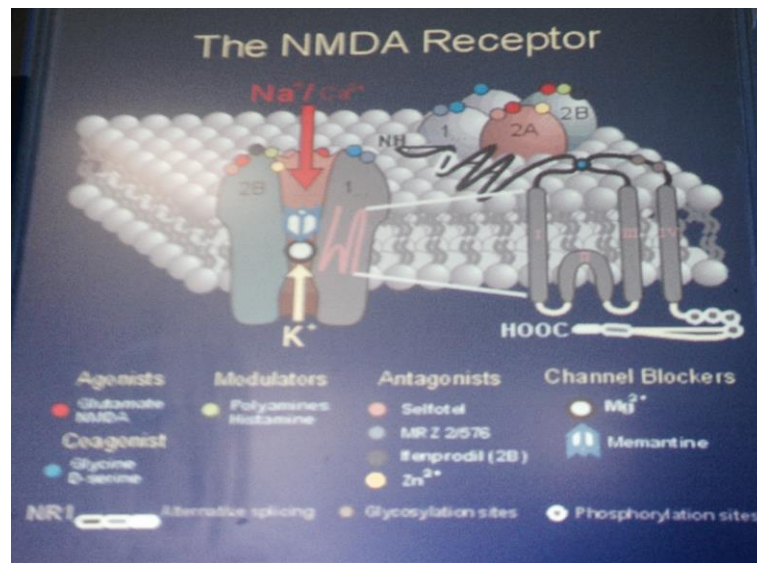
Es el antagonista natural del calcio. También regula la ATPasa Na<sup>+</sup>/K<sup>+</sup> a la que estimula a baja concentración y viceversa. Una baja concentración intracelular de magnesio permite la salida de potasio alterando la conductancia de la membrana y el metabolismo celular. Por todo esto parece comportarse como estabilizador de membrana (22,23)

En tercer lugar, interviene en la activación de numerosas enzimas. En general para todas aquellas dependientes de ATP. La fósforilación del ADP reduce la concentración intracelular de magnesio ya que lo utiliza como cofactor. Por ello, interviene en la transducción de señales en el SNC, (21,22).

El magnesio actúa a varios niveles: inhibe la entrada de calcio por el antagonismo competitivo con canales de calcio tanto en la membrana celular como en los receptores específicos intracelular es ( membrana mitocondrial). También actúa sobre la ATPasa Na/K a la que inhibe a altas concentraciones. Puede bloquear la entrada de calcio y antagonizar los receptores NMDA. Estos efectos han llevado a la investigación de magnesio como agente coadyuvante para manejo intra y postoperatorio de la analgesia, concentraciones clínicamente relevantes de Mg inhibe los canales N- metil-D-aspartato. (22,23,24)

Esta inhibición es reversible, dependiente de la concentración y sensibilidad, además estos efectos pueden potenciarse de manera significativa por combinación ketamina, por integración a nivel de NMDA. El magnesio bloquea los receptores NMDA y sus canales iónicos asociados (Na, K, Ca). El resultado es que impide la sensibilización central causada por la estimulación nociceptiva periférica y abolir la hipersensibilidad. (24).(figura 2).

(Figura 2). Receptor NMDA. Ponencia magistral del Dr Guillermo Arechiga Ornelas. Jefe del Departamento de Medicina Paliativa y del Dolor. "Hospital General de Occidente"



Los receptores NMDA, están asociados con los procesos de aprendizaje, memoria, desarrollo y plasticidad neural, así como en los estados de dolor agudo y crónico. Intervienen en el inicio y mantenimiento de la sensibilidad central asociada a daño o inflamación de los tejidos periféricos. (2)

El glutamato es el principal aminoácido excitatorio del SNC. Puede participar en los procesos de transmisión nociceptiva a nivel espinal, siendo el principal responsable de la transmisión sináptica rápida. La acción del glutamato en las vías del dolor está mediada en su mayor parte a través de los receptores ionotrópicos (AMPA, NMDA, kainicos). (23)

La activación de los receptores NMDA juega un papel importante en la neurotransmisión excitatoria y la plasticidad sináptica del SNC. El glutamato o sus antagonistas (NMDA, AMPA y kainicos) están involucrados en los procesos de generación y mantenimiento de los estados de hiperalgesia y alodinia. Es por eso que estos receptores abren un nuevo horizonte en el tratamiento del dolor, son fármacos que normalmente se usan como coadyuvantes y que se encuentran a la mano casi todos los servicios de salud pública. (24)

El tratamiento del dolor ha pasado de ser una necesidad a una exigencia del paciente y del propio médico. (1)

### 1.5 RECEPTOR N-METIL-D-ASPARTATO

Los receptores NMDA se localizan en las células del asta posterior de la médula espinal, después de la sinapsis, son los encargados de mediar la reacción generada por la descarga polisináptica de fibras aferentes primarias nociceptivas. La activación de los receptores NMDA se relaciona con la transmisión de fibras aferentes nociceptivas, posiblemente fibras A delta y C. La estimulación repetitiva de fibras C, origina un aumento de tamaño de los campos receptivos y de la respuesta de las neuronas nociceptivas espinales a los estímulos adecuados. (24)

Este fenómeno, denominado "wind up", está mediado por la liberación de glutamato y sustancia P, por adherencias primarias de tipo C, que actúan sobre receptores NMDA y neurocinina 1 (NK1). La vía final común de la activación del receptor NK1 y NMDA es el incremento de calcio intracelular libre ionizado, que puede explicar la hiperexcitabilidad neuronal persistente. La activación de estos receptores puede activar la proteína-quinasa C por la vía de la cascada de los inosítoles. (24).

### 1.6 ANTAGONISTAS DE LOS RECEPTORES NMDA.

El efecto analgésico de los antagonistas de los receptores NMDA, ha sido puesto de manifiesto por numerosos trabajos, principalmente en modelos animales de conducta. Así por ejemplo, MK-801 antagonista específico de los receptores NMDA previene la hiperalgesia táctil cutánea y muscular inducida por la lesión de las fibras C. La activación de los receptores NMDA influye en la expresión de determinados genes (c-fos) y la síntesis de proteínas específicas, consideradas como terceros mensajeros. Estas proteínas participan en la regulación de la expresión de diversos genes, entre los que se encuentran el de la proencefálica y el de la prodinorfina. (2).

Normalmente la presencia de un ion magnesio en el canal bloquea el receptor NMDA. Tras un estímulo nocivo intenso o repetitivo, la despolarización de la neurona abre el canal iónico y se produce la entrada masiva de calcio al interior de la célula,



lo que acelera la despolarización. La acción del glutamato sobre los receptores AMPA despolariza a las neuronas, desaparece el bloqueo del magnesio y la actividad del glutamato sobre los receptores NMDA se hace eficaz. Esto permite la entrada de calcio al interior de la neurona postsináptica, lo que activa a su vez diversos sistemas de segundos mensajeros que dan lugar a cambios bioquímicos y moleculares en dichas neuronas a largo plazo. (14).

Estos cambios fisiológicos originan modificaciones importantes, dando lugar a fenómenos de hiperexcitabilidad de la neurona del asta posterior, manifestando por un aumento del tamaño del campo receptor de las neuronas y una disminución del umbral. Las neuronas adquieren actividad espontánea. Es posible que la alodinia y la hiperalgesia, relacionadas con lesiones de los nervios, reflejen cambios mediados por los receptores NMDA a largo plazo, en la modulación neuronal del asta posterior. (14).

Los receptores del glutamato tipo AMPA se han involucrado en el establecimiento de los niveles basales de disociación, transmitiendo de forma precisa la intensidad y duración del estímulo periférico, sin que éste sea considerado nocivo. Esta transmisión nasal se ejerce a través de fibras nerviosas finas con umbrales de excitación bajos. Los canales asociados con el receptor NMDA se encuentran habitualmente bloqueados por magnesio, de tal forma, que los estímulos son transmitidos al SNC a través de los receptores AMPA, estableciéndose una vía de transmisión basal de la información dolorosa.

Si el estímulo nocivo persiste, el acúmulo de pépticos produce despolarizaciones que eliminan el bloqueo de magnesio del canal ligado al receptor NMDA. Esta activación del complejo NMDA conlleva una despolarización masiva neuronal que se añade a la activación basal ya existente. Se cree que este mecanismo desempeña un papel primordial en los estados de alegría prolongada. La amplia distribución de receptores AMPA a lo largo del SNC ha limitado la utilización de los antagonistas de este receptor como arma terapéutica. (23).

## 1.7 JUSTIFICACIÓN

El Sulfato de Magnesio es un medicamento accesible, económico, y que su administración endovenosa a concentraciones usadas en el presente estudio no tiene efectos deletéreos y que por otra parte se ha reconocido su eficacia en el manejo del dolor.

El dolor mundialmente es tratado de manera ineficaz

Los beneficios tras la administración de Sulfato de Magnesio, es disminuir la morbi-mortalidad, tener una rápida recuperación reduciendo de esta manera costos y estancia intrahospitalaria.

La apendicectomía es un procedimiento quirúrgico muy común en nuestro medio, se realizan entre 300 cirugías de este tipo por año en el Hospital General del Estado de Sonora.

## 1.8 OBJETIVOS

Evaluar la eficacia del sulfato de magnesio para disminuir el dolor postoperatorio en pacientes que recibieron anestesia espinal sometidos a apendicectomía abierta.

Objetivos Particulares:

Comparar la incidencia de dolor entre ambos grupos de este estudio.

Analizar la incidencia de dolor postoperatorio a los 30, 60 y 90 minutos.

Comparar si existen diferencias estadísticamente significativas en la disminución del dolor entre ambos sexos.

Evaluar la prevalencia de rescates analgésicos en ambos grupos.

## 1.9 HIPÓTESIS

La infusión endovenosa de sulfato de magnesio es eficaz para disminuir del dolor postoperatorio en pacientes bajo anestesia espinal sometidos a apendicectomía abierta.

## CAPÍTULO NO. 2: MATERIALES Y MÉTODO

### 2.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

### 2.2 PREGUNTA DE INVESTIGACIÓN

¿Existe un efecto estadísticamente significativo en la disminución del dolor postoperatorio tras la administración endovenosa de sulfato de magnesio?

### 2.3 DISEÑO DE ESTUDIO

Es un ensayo clínico, aleatorio y prospectivo, el cual se llevará a cabo en las instalaciones del Hospital General del Estado de Sonora, en el transcurso de los meses de marzo a julio del 2015.

Tipo de muestreo no probabilístico, aleatorio.

### 2.4 POBLACIÓN

Pacientes operados de apendicectomía abierta bajo anestesia espinal que cumplan con los criterios de inclusión.

### 2.5 PERIODO DE ESTUDIO

De Marzo al mes de Junio del año 2015.

### 2.6 TAMAÑO DE MUESTRA

El total de número de la muestra del presente estudio fue de 39 Pacientes.

## 2.7 CRITERIOS DE INCLUSIÓN.

Pacientes con ASA I y II.

Pacientes de sexo indistinto.

Pacientes de 18 a 59 años de edad.

Pacientes que hayan firmado el consentimiento informado.

Pacientes sometidos a apendicectomía abierta.

Pacientes manejados con Anestesia Espinal.

Pacientes con expediente clínico.

## 2.8 CRITERIOS DE EXCLUSIÓN

Pacientes con ASA III y IV.

Pacientes que no acepten técnica anestésica.

Pacientes con edad <18 o >59 años.

Pacientes sin consentimiento informado.

Pacientes sometidos a cirugía de urgencia.

Pacientes con alguna enfermedad crónica descompensada.

Pacientes sin expediente clínico.

Pacientes con contraindicaciones de anestesia espinal.

## 2.9 CRITERIOS DE ELIMINACIÓN

Que el/la paciente presente alguna reacción alérgica al medicamento.

Conversión a anestesia general.

Pacientes con diagnóstico fallido.

Paciente con alguna complicación grave en el periodo transoperatorio.

## 2.10 ASPECTOS ÉTICOS

El presente estudio fue realizado con fines médicos y de diagnóstico.

Durante el estudio no se hace inferencia de la identidad de los pacientes, y se cuidaron todos los aspectos éticos que se demanda en una investigación médica con seres humanos y que se encuentra presentes en la declaración de Helsinki.

Todos los pacientes cuentan con consentimiento informado de anestesia y bajo lo declarado en la Ley General de Salud título quinto, capítulo único en relación a Investigación para la salud en sus artículos 99, 100 y 102 se inició la selección de pacientes

## 2.11 RECURSOS EMPLEADOS

Recursos Humanos: Médicos especialistas en anestesiología, personal de enfermería, médicos residentes de la especialidad de anestesiología, asesor médico y estadístico.

Recursos Físicos: equipo general de consultorio para valoración preanestésica, soluciones parentales, grupo de medicamentos específicos para anestesia, máquina de anestesia y monitoreo no invasivo, equipos de venoclísis, equipo para procesamiento de datos, material de papelería para registro de datos, medicamento para el protocolo (Sulfato de Magnesio).

Recursos Financieros: Proporcionados por la institución: "Hospital General del Estado de Sonora. Ernesto Ramos Burns"

## 2.12 ANÁLISIS DE DEBILIDADES Y FORTALEZAS

Previo a la elaboración del protocolo de investigación se realizó un análisis FODA para identificar los puntos fuertes y debilidades del proyecto. En el análisis se

"INFUSION INTRAVENOSA DE SULFATO DE MAGNESIO COMO ADYUVANTE PARA DISMINUIR EL DOLOR POSTOPERATORIO EN PACIENTES SOMETIDOS A

APENDICECTOMIA ABIERTA BAJO ANESTESIA ESPINAL"

encontró que la realización el proyecto se ajusta a las necesidades y objetivos del investigador. Lo anterior indica que la cantidad de oportunidades y fortalezas del proyecto es superior a la cantidad de debilidades. La evaluación género la siguiente matriz FODA:

<i>Fortalezas.</i>	<i>Oportunidades.</i>	<i>Debilidades.</i>	<i>Amenazas.</i>
<i>Libre acceso a las bibliotecas de información científica.</i>	<i>Establecer nuevas pautas en el manejo del dolor en los pacientes.</i>	<i>Trabajo con una muestra baja de pacientes.</i>	<i>Aumento de la morbimortalidad en los pacientes durante el estudio.</i>
<i>Infraestructura funcional.</i>	<i>Evaluar y manejar de manera más asertiva del dolor de forma perioperatoria.</i>	<i>Tiempo quirúrgico no estandarizado.</i>	
<i>Servicio de búsqueda de datos libres.</i>	<i>Hacer conciencia de toma de quinto signo vital</i>		
<i>Experiencia del medico asesor en el diagnóstico y manejo.</i>	<i>Difundir en nuestra institución el concepto de "Hospital Libre de Dolor"</i>		

## 2.13 DESCRIPCIÓN DE VARIABLES

<i>Variable.</i>	<i>Tipo de variable.</i>	<i>Definición operacional.</i>	<i>Escala de medicion.</i>	<i>Indicador.</i>
<i>Edad</i>	<i>Independiente</i>	<i>Edad actual del paciente</i>	<i>Cuantitativa continua</i>	<i>Años</i>
<i>Sexo</i>	<i>Independiente</i>	<i>Sexo masculino o femenino</i>	<i>Cuantitativa nominal</i>	<i>Genero</i>
<i>EVA</i>	<i>Dependiente</i>	<i>Escala visual análoga del Dolor.</i>	<i>Grado de EVA</i>	<i>0 a 10</i>
<i>ASA</i>	<i>Independiente.</i>	<i>Escala de riesgo quirúrgico.</i>	<i>Clasificación ASA</i>	<i>1 a 5</i>

## 2.14 DESCRIPCIÓN GENERAL DEL ESTUDIO

Se valorará al paciente y se firmó el consentimiento de anestesia

Al grupo experimental se le explicó el estudio y se le entregó un consentimiento informado para la aplicación del medicamento.

Una vez ingresado paciente a la sala de quirófano y verificados los criterios de inclusión y exclusión se asignó de manera aleatoria en dos diferentes grupos  $\text{SO}_4\text{Mg}$  y en un grupo Control.

Se realizó una monitorización no invasiva.

Se realizó un bloqueo neuroaxial espinal.

Se administró sulfato de magnesio en el grupo  $\text{SO}_4\text{Mg}$  y agua destilada a grupo control..

Se llevó el transanestésico de manera habitual

Se evaluó EVA en UCPA a los 30, 60 y 90 minutos.

## 2.15 ANÁLISIS ESTADÍSTICO

Las variables categóricas fueron analizadas por medio del paquete estadístico IBM SPSS V.22 para Windows.

Todas las variables se depositarán en una hoja de cálculo de Excel donde se establecerán valores de código a las variables cualitativas y se ordenarán los datos.

Se usaron pruebas estadísticas de normalidad de Mann-Whitney, t de Student con intervalos de confianza y un nivel de alfa al 0.05%.

## CAPÍTULO NO. 3: RESULTADOS, DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

### 3.1 RESULTADOS

Se incluyeron en este estudio 39 pacientes divididos en dos grupos, de 20 y 19 pacientes, grupo “SO<sub>4</sub>Mg” al que se administró sulfato de magnesio y grupo “control” al que se administró el placebo.

Con respecto a los resultados estadísticos descriptivos, donde se observó que en la variable edad de los 39 pacientes, la edad mínima en el estudio fue de 18 años, la máxima 59, teniendo una media de 32.59 con una desviación estándar de 11.955. Para la variable Peso, tenemos un peso mínimo de 50 kilos, un máximo de 105 kilos, una media de 76.44 con una desviación estándar de 10.361. Para la variable talla tenemos una mínima de 158 cm, una máxima de 185 cm y una media 171.05 cm con una desviación estándar de 7.487. Para la variable tiempo, tenemos un mínimo de 60 minutos, un máximo de 225 minutos y una media de 109.10 con una desviación estándar de 39.707. (Cuadro 1)

Cuadro 1. Estadísticos descriptivos.

	N	Minimo	Máximo	Media	Desviación estándar
Edad	39	18	59	32.59	11.955
Peso	39	50	105	76.44	10.361
Talla	39	158	185	171.05	7.487
Tiempo	39	60	225	109.10	39.707
N valido	39				



## Frecuencias

Con respecto al género en donde la frecuencia que se presentó para el sexo masculino (0) es de 26 casos con un porcentaje de 66.7 % y las del sexo femenino (1) fueron 13 con un promedio de 33.3 % en relación al número de casos en el presente estudio. El cuanto a la variable ASA, hubo una frecuencia en pacientes con ASA I de 23 con un porcentaje de 59% y frecuencia de ASA II de 16 con un porcentaje de 41%. Variable reacciones adversas, hubo una frecuencia de 39 con un 100% en pacientes que no presentaron reacción a severas durante el estudio. Variable complicaciones, se tuvo una frecuencia de 39 con un 100% en los pacientes que no presentaron complicaciones. Variable rescates, hubo una frecuencia de 23 con un porcentaje de 59 en pacientes que no necesitaron rescate analgésico, una frecuencia de 16 con un 41% en pacientes que si necesitaron administración de rescate analgésico. (Cuadro 2).

(Cuadro 2). Cuadro de frecuencias.

		GENERO			
Valido		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje valido	Porcentaje acumulado
	0	26	66.7	66.7	66.7
	1	13	33.3	33.3	100
	Total	39	100	100	
ASA					
Valido	1	23			
	2	16			
	Total	39	59.0	59.0	59.0
			41.0	41.0	100
			100	100	
REACCIONES					
Valido	no	39	100	100	100
COMPLICACIONES.					
Valido	no	39	100	100	100
RESCATES					
Valido	no	23	59.0	59.0	59.0
	Si	16	41.0	41.0	100
	Total	39	100	100	

## Descriptivos

Con relación a los valores obtenidos en la escala visual análoga (EVA) en el periodo postoperatorio, se obtuvieron los siguientes resultados: al ingreso todos los pacientes refirieron ausencia de dolor, a los 30 min en el grupo de "SO<sub>4</sub>Mg" no se refirió dolor. En el grupo control se obtuvo una media de 1.74 con un mínimo de 0 y un máximo de 7. A los 60 minutos en el grupo "SO<sub>4</sub>Mg" la media fue de 0.10 con mínimo de 0 y máximo de 2. En el grupo "control" una media de 3.32 con mínimo de 0 y máximo de 9. A los 90 minutos en el grupo de "SO<sub>4</sub>Mg" una media de .50 con mínimo de 0 y máximo de 2. En el grupo "control" una media de 3.63 con un mínimo de 0 y máximo de 9. (Cuadro 3).

Cuadro 3. Descriptivos.

	Grupo	Estadístico	Error estándar
EVA 30 minutos Control	Media	1.74	.566
	Valor mínimo	0	
	Valor máximo	7	
EVA 60 minutos SO <sub>4</sub> Mg	Media	.10	.100
	Valor mínimo	0	
	Valor máximo	2	
EVA 60 minutos Control	Media	3.32	.573
	Valor mínimo	0	
	Valor máximo	9	
EVA 90 minutos SO <sub>4</sub> Mg	Media	.50	.199
	Valor mínimo	0	
	Valor máximo	2	
EVA 90 minutos Control	Media	3.63	.622
	Valor mínimo	0	
	Valor máximo	9	

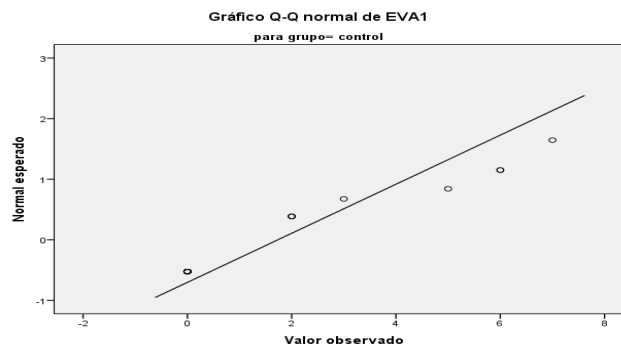
Pruebas de normalidad. Shapiro-Wilk.

Con relación a los valores obtenidos en la escala de EVA se realizó una prueba de normalidad de Shapiro-Wilk, en donde se obtuvo a los 30 min que en el grupo "SO<sub>4</sub>Mg" p: 0.000, grupo control p: 0.000 (anormal). A los 60 minutos grupo "SO<sub>4</sub>Mg" p:0.000 y control p: 0.275 ( normal) a los 90 minutos el grupo "SO<sub>4</sub>Mg" p: 0.000 y control p: 0.145 (normal).(cuadro 4). Siendo necesaria una prueba de T de Student. (cuadro 5). Y pruebas de muestras independientes (Cuadro 6). En la grafica de normalidad para EVA 30 minutos (grafica 1) vemos una distribución normal esperado en relación con el valor observado para el grupo control. En la grafica por grupos observamos una diferencia en la incidencia de dolor postoperatorio entre los grupos, teniendo la media de EVA a los 30 minutos de 2.20 para el grupo control y de 0 para el grupo SO<sub>4</sub>Mg.(grafica 2). En la grafica de normalidad para EVA 60 minutos vemos una distribución normal esperado en relación con el valor observado. (Grafica 3). En la grafica por grupos para EVA 60 minutos, observamos una diferencia en la incidencia de dolor entre ambos, teniendo una media de 3.03 para el grupo control y la media de 0.10 para el grupo SO<sub>4</sub>Mg. (Grafica 4). En la grafica de EVA 90 minutos vemos una distribución normalesperado en relación al valor observado para el grupo SO<sub>4</sub>Mg. (Grafica 5). En la grafica por grupos para EVA 90 minutos, observamos una diferencia en la incidencia del dolor entre ambos grupos, teniendo una media de 3.63 para el grupo control y una media de 0.60 para el grupo de SO<sub>4</sub>Mg. (Grafica 6).

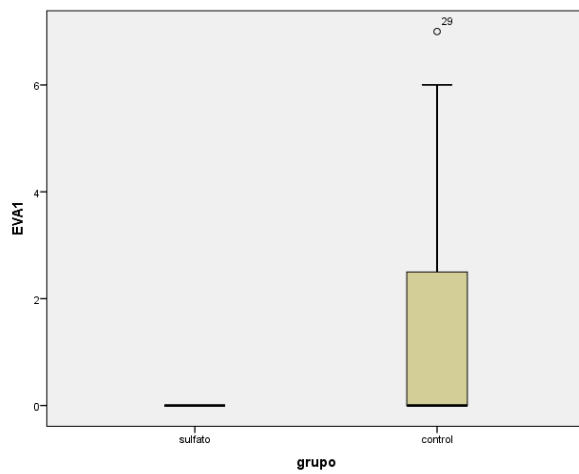
Cuadro 4. Pruebas de normalidad. Shapiro-Wilk

GRUPO	ESTADÍSTICO	gl	Sig.
EVA 30 minutos "CONTROL"	.726	19	.000
EVA 60 minutos "SO <sub>4</sub> Mg"	.236	20	.000
EVA 60 minutos "CONTROL"	.941	19	.275
EVA 90 minutos "SO <sub>4</sub> Mg"	.544	20	.000
EVA 90 minutos "CONTROL"	.926	19	.145

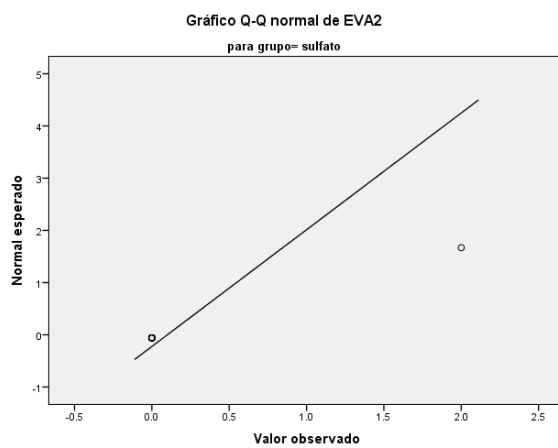
Grafica de normalidad para EVA 30 minutos para grupo control.



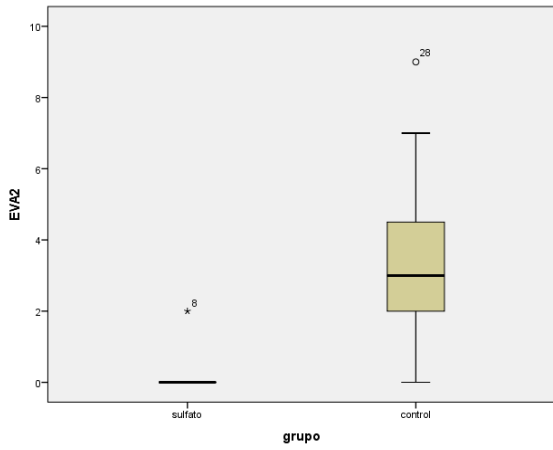
Grafica 2. EVA 30 minutos entre ambos grupos.



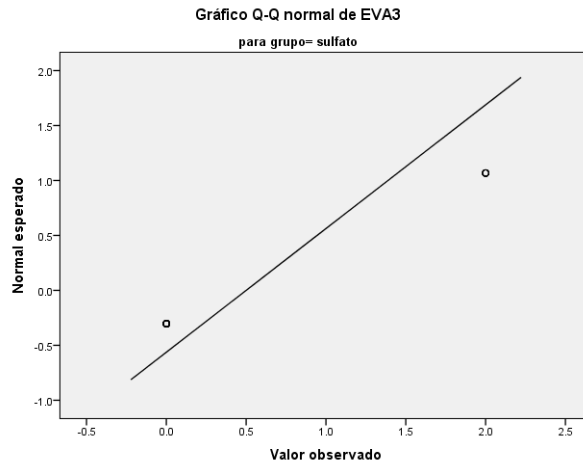
Grafica 3 de normalidad para EVA 60 minutos para grupo sulfato de magnesio.



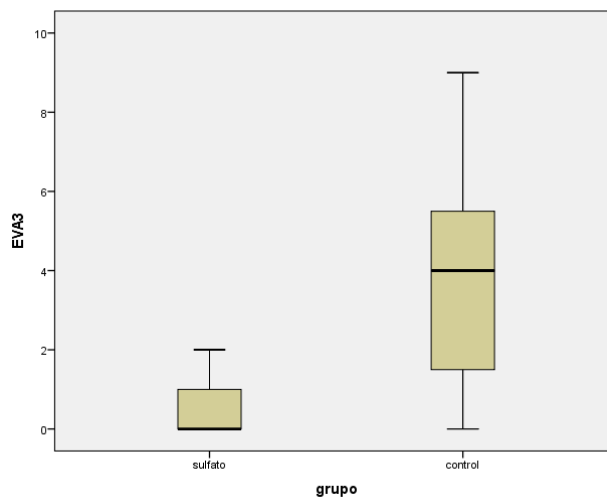
Grafica 4 EVA 60 minutos para ambos grupos.



Grafica 5 EVA 90 minutos. Para grupo sulfato.



Grafica 6. EVA 90 minutos para ambos grupos.



Prueba T de Student.

Cuadro 5. Prueba de muestras independientes. Se concluye que las medias entre los dos grupos no son iguales. Hay diferencia significativa entre los dos. Con el sulfato de magnesio disminuye el dolor postoperatorio de forma muy significativa.

		prueba t para la igualdad de medias			
		Sig. (bilateral)	Diferencia de medias	Diferencia de error estándar	95% de intervalo de confianza de la diferencia
					Inferior
EVA 30 minutos	Se asumen varianzas iguales	.003	-1.737	.552	-2.854
	No se asumen varianzas iguales	.007	-1.737	.566	-2.927
EVA 60 minutos	Se asumen varianzas iguales	.000	-3.216	.567	-4.365
	No se asumen varianzas iguales	.000	-3.216	.581	-4.432
EVA 90 minutos	Se asumen varianzas iguales	.000	-3.132	.639	-4.427
	No se asumen varianzas iguales	.000	-3.132	.653	-4.488

Cuadro 6. Prueba de muestras independientes. T de Student.

		prueba t para la igualdad de medias
		95% de intervalo de confianza de la diferencia
		Superior
EVA 30 minutos	Se asumen varianzas iguales	- .619
	No se asumen varianzas iguales	- .547
EVA 60 minutos	Se asumen varianzas iguales	-2.067
	No se asumen varianzas iguales	-2.000
EVA 90 minutos	Se asumen varianzas iguales	-1.836
	No se asumen varianzas iguales	-1.776

Análisis de varianza. (ANOVA). El análisis de varianza es un método para comparar dos o mas medias, base del análisis multivariable. (Cuadro 7)

Cuadro 7. ANOVA

Hay mas variacion entre grupos que dentro de los grupos. Esto significa que hay diferencias entre los dos por que el dolor postoperatorio disminuye con el sulfato de magnesio.

		Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
EVA30 minutos	Entre grupos	29.393	1	29.393	9.915	.003
	Dentro de grupos	109.684	37	2.964		
	Total	139.077	38			
EVA60 minutos	Entre grupos	100.761	1	100.761	32.166	.000
	Dentro de grupos	115.905	37	3.133		
	Total	216.667	38			
EVA 90 minutos	Entre grupos	95.553	1	95.553	23.982	.000
	Dentro de grupos	147.421	37	3.984		
	Total	242.974	38			



## 3.2 DISCUSIÓN

El magnesio inhibe la entrada de calcio intracelular por un bloqueo no competitivo de los receptores NMDA. Tanto el magnesio como el receptor NMDA se encuentran involucrados en la regulación del dolor. El magnesio es el antagonista natural del calcio, lo que también confiere importancia en los mecanismos antinociceptivos.

Debido al importante rol que desempeña en receptor NMDA en la fisiopatología del dolor, en los procesos neuromoduladores, se ha incrementado el uso del sulfato de magnesio de gran valor como adyuvante para control y manejo del dolor, lo cual se considera la base de una amplia gama de posibilidades para su uso como neuroprotector, neuromodulador en las vías tanto ascendentes como descendentes del dolor.

En este estudio se observó que el sulfato de magnesio a dosis requeridas para brindar analgesia (50mg/kg como premedicación y mantenimiento de 20 mg/kg/hr) puede ser utilizado con un amplio margen de seguridad para los pacientes. Con respecto al objetivo principal de el presente estudio se encontró que la intensidad del dolor postoperatorio medido a través del EVA a los 30, 60 y 90 minutos si bien en todas las mediciones se encontró una tendencia a presentar valores en la escala (EVA) más bajos para el grupo al que se le administró sulfato con una significancia estadística de  $p= 0.000$ .

En la literatura se han documentado estos mismos resultados en el ámbito de la cirugía abdominal como lo menciona en el artículo “ An evaluation of a single dose of magnesium to supplement analgesia after ambulatory surgery”, demostrando la eficacia del sulfato de magnesio sobre la disminución de el dolor postoperatorio en cirugía ambulatoria.

### 3.3 CONCLUSIÓN

Con base en los resultados obtenidos se concluyó que en la presente investigación se demostró que el uso de sulfato de magnesio como adyuvante para analgesia postoperatoria presentó diferencias significativas en la disminución del dolor postoperatorio en los primeros 90 minutos comparados con placebo.

No se observaron efectos adversos adversos en el grupo de sulfato de magnesio.

El uso de sulfato de magnesio es una buena alternativa para tratamiento programado para disminuir el dolor postoperatorio.

## Referencias

1. Grande F, 1996. El dolor en la Historia. Rev Soc Esp Dolor, 6:261-264.
2. Guillermo A. 2005. Nuevos conceptos en la certificación del dolor. Anestesia en México, 7: 1-10.
3. INEGI. 2010. Estadísticas del sector salud y seguridad social, 20: 24-30.
4. Castellanos A, Delgado A, . 2012. Prevalencia de dolor postoperatorio en cirugía electiva en pacientes del Hospital Centro de especialidades centro médico nacional siglo XXI IMSS. Rev. Soc. Esp. Dol. 18:91-97.
5. Muñoz E, Orejon R, Redondo C. 2005. Magnesio y reanimación. Rev. Eso. Anesthesiology, 52: 222-234.
6. Aglio L.S, Maddi R, Boyd J.L 3rd. 2009. Hypomagnasemia is common following cardiac surgery. J cardiothorac Vasc Anesth, 5: 201-208.
7. Bassols A, Boseh F, Cañellas M. 2007. Prevalencia del dolor en pacientes hospitalizados. Medicin clinic, 101:51-54.
8. Allyn R, Rafael N. 2001. Postoperative pain an unnecessary suffering. A model of emergency pain relief implement in Orebro. Lakartindningen, 98: 1848-1954.
9. Hollman M.V, Hoenenmann C.W, Liu W.H. 2008. Modulation of NMDA receptor funtion by ketamine and magnesium. Part II: interactions with volatile anesthetic. Anesth. Analg,92: 1182-1191.
10. Glynn C.J, Traer M.P. 2007. An evaluation of a single dose of magnesium to supplement analgesia after ambulatory surgery. Randomized controlled trial. Anesth. Analg. 104: 1374-1379.

11. Aydogdu T, Kara H, Sahin N, Uluhan V. 2002. Magnesium infusion reduces perioperative pain. *Eur J. Anesthesiol.* 19: 19-52.
12. Andel H, Koing H, Wallner T, Marhofer P. 1998. Magnesium sulfate reduce intra and postoperative analgesic requirements. *Anesthetic. Analgesic*, 87:206-210.
13. Komunale E, Kussman B, Shorten G, Uppington J. 1997. Administration of magnesium sulphate before rocuronium effects no speed of onset and duration of neuromuscular block. *Br J Anesthes.* 79: 122-124.
14. Hollman M, Liu H.T, Liu W.H. 2001. Modulation of NMDA receptor function by ketamine and magnesium part I. *Anesth. Analges.* 92: 1173-1181.
15. Brill S, Di Vadi P, Sedgwick PM, Hamann W. 2002. Efficacy of intravenous magnesium in neuropathic pain. *Br. J Anaesth*, 89: 711-14.
16. Bretzlaff J.A, Bourdon G, Bota G.W, Camargo C, Rowe B. 2000. Magnesium sulfate for treating exacerbations of acute asthma in the emergency department. *Cochrane database sist Rev*, 19-39.
17. Camm J. Millane T, Ward D. 2002. Is hypomagnasemia arrhythmogenic? *Clin Cardiol*, 15: 103-108
18. Leadbeater M, Mills R, Ravalia A. 2000. Intravenous magnesium sulfate in the management of refractory bronchoesasm in a ventilated asmathic. *Anesthesiol*, 24: 11-20
19. Anthony J, Coetzee E, Dominisse J. 1998. Randomized controlled trial of intravenous magnesium sulfate versus placebo in the management of women with severe preeclampsia. *Br J Obstet Gynaecol*, 105:300-303.
20. Caparros T, Castrillo J, Pérez F, Lopez J, Raspado A. 2001. Hipomagnasemia en el fracaso renal agudo no oligurico tratado con nutrición parenteral. *Estudio de sus mecanismos Rev clin esp*, 183:289-295.

21. Uña R. 2003. Trastornos en el metabolismo del potasio, magnesio y calcio, fundación de enseñanza de la anestesia, fundación europea de enseñanza continua. Madrid 105: 302-320..

22. Fita G, Gomar C, Marín L, Parra L, Rivira I. 2001. Plasma magnesium in patients submitted to cardiac surgery and its influence on perioperative morbidity. Journal Cardiovascular Surgery, 42:37-44

23. Rey R, 2001. Velocity and conducción of nervous impulses. The historia of pain. Massachusetts Harvard university press, 101: 200-230.

24. Neira F, Ortega J.L. 2004. NMDA glutamatergic receptor antagonists for the managment of chronic pain. Revista Sociedad Española de Dolor, 11:210-222.

25. Ceballos M, Muñoz M. 2012. Alteraciones de los electrolitos en urgencias, 3: 31-38.

26. Chad G, Shuderland F, Kirkpatrick A. 2010. Dramatic innovations in modern surgical subspecialties. Canadiense Journal Surgery, 355:341-455.

# Anexos.

## Anexo 1. Carta de Consentimiento Informado

Hermosillo, Sonora a \_\_\_\_\_ de / \_\_\_\_\_ /de \_\_\_\_\_

El que abajo suscribe \_\_\_\_\_ hago saber que se me ha informado del proyecto de investigación titulado: **“Infusión endovenosa de sulfato de magnesio como adyuvante para disminuir el dolor postoperatorio en pacientes sometidos a apendicectomía abierta bajo anestesia espinal.”** registrado ante el Comité de Ética e Investigación del Hospital General del Estado de Sonora, "Ernesto Ramos Bours" departamento de Enseñanza y de Investigación bajo el folio \_\_\_\_\_ y cuyo objetivo es demostrar si existen ventajas clínicas para el paciente que recibe sulfato de magnesio (o no lo recibe) para el control del dolor de la cirugía. Declaro que se me ha informado ampliamente sobre los posibles riesgos, inconvenientes, molestias y beneficios derivados de mi participación en el estudio. Así mismo, el investigador principal se ha comprometido a responder cualquier pregunta y aclarar cualquier duda que le plantee acerca de los procedimientos que se llevarán a cabo, los riesgos, beneficios o cualquier otro asunto relacionado con la investigación o con mi tratamiento. Se me ha informado también que conservo el derecho de no participar en el estudio, decisión que eso afectará la atención médica que recibo de la institución.

De aceptar, el investigador principal me ha dado la seguridad de que no se me identificará en las presentaciones o publicaciones que deriven de este estudio y de que los datos relacionados con mi privacidad serán manejados en forma confidencial. También se ha comprometido a proporcionarme la información actualizada que se obtenga durante el estudio, aunque esta pudiera cambiar de parecer respecto a mi permanencia en el mismo.

\_\_\_\_\_  
Nombre y firma del paciente \_\_\_\_\_

## Anexo 2. Hoja de recolección de datos

Fecha: \_\_\_\_\_ No. Expediente: \_\_\_\_\_

Nombre del Paciente: \_\_\_\_\_ Edad: \_\_\_\_\_

Género: \_\_\_\_\_ ASA: \_\_\_\_\_

Tipo de cirugía: \_\_\_\_\_

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

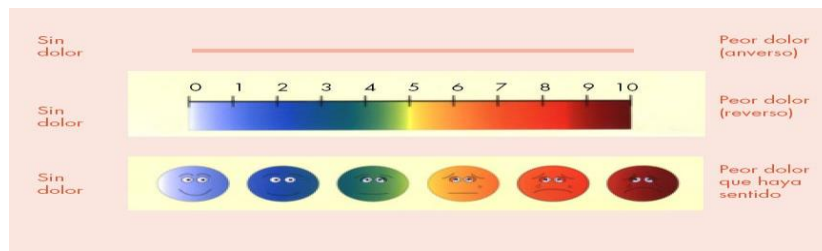
Premedicación: SÍ \_\_\_\_\_ NO \_\_\_\_\_ Medicamento: \_\_\_\_\_

¿Se administró Infusión con Sulfato de Magnesio? SÍ \_\_\_\_\_ NO \_\_\_\_\_

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

Tiempo de Cirugía: \_\_\_\_\_

### EVALUACIÓN DEL EVA (Escala Visual Análoga)



Tiempo:

30 min. \_\_\_\_\_ 60 min. \_\_\_\_\_ 90 min. \_\_\_\_\_

Complicaciones: \_\_\_\_\_

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