



BUAP

BENEMÉRITA UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE PUEBLA

FACULTAD DE MEDICINA

**HOSPITAL GENERAL DE PUEBLA.
"DR. EDUARDO VÁZQUEZ NAVARRO"**

**"SULFATO DE MAGNESIO, COADYUVANTE PARA
EL CONTROL DEL DOLOR POSTQUIRÚRGICO Y
DISMINUCIÓN DE ANALGESICOS EN
COLECISTECTOMIA LAPAROSCOPICA"**



**TESIS PARA OBTENER EL DIPLOMA DE
ESPECIALIDAD EN:
ANESTESIOLOGÍA**

**PRESENTA:
DR. FRANCISCO JAVIER HERNÁNDEZ FLORES**



**DIRECTOR:
DR. RAÚL ROMERO PÉREZ
ASESOR:
DR. FRANCISCO ZAMORA ROSALES**

CVU 2174704 liberacion.bibliotecas@correo.buap.mx
Con atención a Lic. Nora Álvarez

H. PUEBLA DE ZARAGOZA, FEBRERO 2025



BUAP

BENEMÉRITA UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE PUEBLA

FACULTAD DE MEDICINA

**HOSPITAL GENERAL DE PUEBLA.
"DR. EDUARDO VÁZQUEZ NAVARRO"**

**"SULFATO DE MAGNESIO, COADYUVANTE PARA
EL CONTROL DEL DOLOR POSTQUIRÚRGICO Y
DISMINUCIÓN DE ANALGESICOS EN
COLECISTECTOMIA LAPAROSCOPICA"**



IMSS-BIENESTAR
SERVICIOS PÚBLICOS DE SALUD

**TESIS PARA OBTENER EL DIPLOMA DE
ESPECIALIDAD EN:
ANESTESIOLOGÍA**

**PRESENTA:
DR. FRANCISCO JAVIER HERNÁNDEZ FLORES**



**DIRECTOR:
DR. RAÚL ROMERO PÉREZ
ASESOR:
DR. FRANCISCO ZAMORA ROSALES**

H. PUEBLA DE ZARAGOZA, FEBRERO 2025

**FORMATO DE AUTORIZACIÓN DE TESIS**

INSTRUCTIVO Este formato será elaborado en original y copia, permaneciendo el original en la Jefatura de Enseñanza y la copia en poder del autor. De faltar algunas firmas no podrá imprimirse la investigación.

Por medio de la presente me dirijo al Comité de Investigación del Hospital General Dr. Eduardo Vázquez N, para informar que autorizo la impresión de Tesis del Protocolo denominado **"SULFATO DE MAGNESIO, COADYUVANTE PARA EL CONTROL DEL DOLOR POSTQUIRÚRGICO Y DISMINUCIÓN DE ANALGESICOS EN COLECISTECTOMIA LAPAROSCOPICA"**.

Con número de registro: **HGSP-043-2024**

Del Dr. **FRANCISCO JAVIER HERNÁNDEZ FLORES**

Para la obtención del título de la Especialidad de: **ANESTESIOLOGÍA**

Fecha 08-01-2025

Director de Tesis

DR. RAÚL ROMERO PÉREZ

Nombre

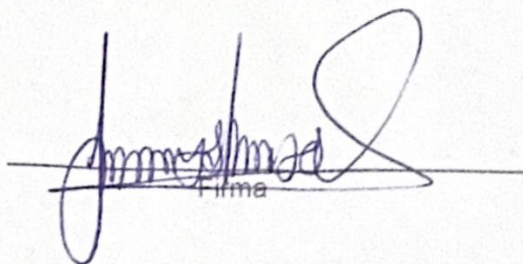


Firma

Asesor Metodológico

DR. FRANCISCO ZAMORA ROSALES

Nombre



Firma

Se autoriza impresión de Tesis



Dr. J. Emilio G. Rodríguez Aguila
JEFATURA DE ENSEÑANZA
E INVESTIGACIÓN
Ced. Prof. 8387532

DR. JOSE EMILIO GERARDO RODRIGUEZ AGUILA
JEFE DE ENSEÑANZA E INVESTIGACION

FECHA: 08-01-2025

DEDICATORIA

Dedico de todo corazón mi tesis a Dios, por haberme dado el don de la perseverancia, ya que gracias a él he logrado concluir mi carrera, a mi amada esposa Azalia Zamora e hijos Santiago y Javier, por todo su esfuerzo y sacrificio, por sus palabras y confianza en mí, por su gran amor incondicional y brindarme su apoyo y el tiempo necesario para realizarme profesionalmente, a mi mamá Rosa Flores por brindarme su amor, comprensión y confianza en cada momento de mi vida y quien me enseñó el valor del esfuerzo y la perseverancia al igual que ser una mejor persona para mis seres queridos, y a mis ángeles, mis abuelitos Enrique y Rosaura que siempre estarán en mi corazón y que cuidan mi camino y la de mi querida Familia.

También agradezco a mis profesores por su guía, comprensión y paciencia en el camino de esta sensible, bella y tan emocionante carrera que es la Anestesiología. Agradezco a mis asesores de Tesis, por su paciencia durante la realización de este manuscrito.

INDICE

I. RESUMEN	1
II. ANTECEDENTES GENERALES	3
III. ANTECEDENTES ESPECÍFICOS	27
IV. JUSTIFICACIÓN	33
V. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	34
VI. HIPÓTESIS	36
A. HIPÓTESIS ALTERNATIVA	36
B. HIPÓTESIS NULA	36
VII. OBJETIVOS	37
A. OBJETIVO GENERAL	37
B. OBJETIVOS ESPECÍFICOS	37
VIII. MATERIAL Y MÉTODOS	38
A. DEFINICIÓN DE UNIDADES DE OBSERVACIÓN Y DEL GRUPO CONTROL	39
1. CRITERIOS DE INCLUSIÓN	39
2. CRITERIOS DE EXCLUSIÓN	39
3. CRITERIOS DE ELIMINACIÓN	39
B. ESTRATEGIA DE TRABAJO	40
IX. RESULTADOS	42
A. MEDICACIÓN DE RESCATE	47
X. DISCUSIÓN	48
XI. CONCLUSIONES	49
XII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	50
XIII. ANEXOS	57
ABREVIATURAS, SIGLAS Y ACRÓNIMOS	58
LISTA DE TABLAS	59
LISTA DE FIGURAS	60
LISTA DE GRAFICOS	61

I. RESUMEN

SULFATO DE MAGNESIO, COADYUVANTE PARA EL CONTROL DEL DOLOR POSTQUIRÚRGICO Y DISMINUCIÓN DE ANALGESICOS EN COLECISTECTOMIA LAPAROSCOPICA

Hospital General de Puebla “Dr. Eduardo Vázquez Navarro”

Autores: Dr. Francisco Javier Hernández Flores, Asesor experto Dr. Raúl Romero Pérez, Asesor Metodológico Dr. Francisco Zamora Rosales.

Correo electrónico: jevier0185@gmail.com

Introducción: El dolor postquirúrgico agudo ocurre como consecuencia de la inflamación por traumatismo tisular o lesión nerviosa directa y puede clasificarse como nociceptivo o neuropático. El traumatismo tisular libera mediadores inflamatorios locales, que pueden producir hiperalgesia (aumento de la sensibilidad a los estímulos en el área que rodea una lesión) o alodinia (percepción errónea del dolor ante estímulos no nocivos).

Objetivo: Determinar la efectividad del Sulfato de Magnesio en el control de dolor postquirúrgico y disminución del uso de analgésicos en pacientes sometidos a colecistectomía laparoscópica.

Material y métodos: Se realizará un estudio de tipo observacional, comparativo, prospectivo de tipo cohorte, longitudinal, unicéntrico en pacientes que se sometieron a procedimientos electivos de Colecistectomía Laparoscópica, en el que se administró Sulfato de Magnesio en el perioperatorio.

Resultados: El estudio incluyó a 60 pacientes sometidos a colecistectomía laparoscópica de forma electiva en el Hospital General de Puebla “Dr. Eduardo Vázquez Navarro” durante el periodo Enero a Agosto de 2024. A 32 pacientes (53%) se administró MgSO_4 , a los 30 minutos de la administración de MgSO_4 no parece influir significativamente en el control del dolor medido por la escala de EVA. A los 60, 90 y 120 minutos se observa que el 67.4%, 77.8% y 69.4 respectivamente tuvo un control significativo del dolor, y es estadísticamente significativo, con un valor de $p < 0.001$, 0.001 y 0.002 respectivamente.

Conclusiones: en el presente estudio se confirma que la administración durante el perioperatorio de Sulfato de Magnesio un antagonista de los receptores de glutamato NMDA responsable de la sensibilización central y con propiedades analgésicas, en combinación con analgésicos ha demostrado un mejor control del dolor postquirúrgico por Colecistectomía Laparoscópica.

Palabras clave: Sulfato de Magnesio, dolor postquirúrgico, colecistectomía laparoscópica, EVA.

II. ANTECEDENTES GENERALES

Durante siglos se ha fracasado a la hora de englobar en una sola definición al dolor, por la enorme complejidad y multitud de aspectos y variantes que presenta. El dolor ha sido definido por la Asociación Internacional para el Estudio del Dolor (IASP) como "Una experiencia sensorial y emocional desagradable asociada con una lesión real o potencial de algún tejido, o descrita en términos de dicho daño" (1).

MECANISMOS BÁSICOS DEL DOLOR

Fundamentalmente, el mecanismo básico del dolor sufre cuatro eventos: transducción, transmisión, modulación y percepción cuando hay presencia de estímulos nocivos. Por ejemplo, la transducción ocurre a lo largo de la vía nociceptiva siguiendo el siguiente orden: (a) los eventos de estímulo se convierten en eventos químicos del tejido; (b) los eventos químicos del tejido y de la hendidura sináptica se transforman luego en eventos eléctricos en las neuronas; y (c) los eventos eléctricos en las neuronas se transducen como eventos químicos en las sinapsis. Una vez completada la transducción, el siguiente mecanismo sería la transmisión. Se lleva a cabo transmitiendo eventos eléctricos a lo largo de las vías neuronales, mientras que los neurotransmisores en la hendidura sináptica transmiten información desde una terminal postsináptica de una célula a una terminal presináptica de otra. Mientras tanto, el evento de modulación tiene lugar en todos los niveles de las vías nociceptivas a través de la neurona aferente primaria, cuerno dorsal y el centro cerebral superior mediante regulación positiva o negativa. Todo esto conduce a un resultado final: el camino del dolor se ha iniciado y completado, permitiendo sentir la sensación dolorosa provocada por el estímulo: la percepción (2).

Nociceptores: Transductores del Dolor

El cuerpo humano está equipado con diferentes tipos de neuronas sensoriales y los nociceptores son el subconjunto que funciona como la unidad principal del dolor, al estar equipados con receptores y canales iónicos que permiten la detección de estímulos que tienen potencial para causar daño. Cuando un estímulo nocivo activa

un canal iónico en un nociceptor, por ejemplo, la activación de protones de los canales iónicos sensibles al ácido (CISA), la entrada de cationes despolariza el nociceptor produciendo un potencial de receptor. Si el potencial del receptor es de magnitud suficiente para alcanzar el umbral de activación de los canales de Na⁺ dependientes de voltaje (NaV), desencadenará la generación de un potencial de acción y la transmisión de una señal de dolor a la médula espinal (3).

Mecanismos Periféricos

En general, la somatosensación comienza con la activación de las neuronas aferentes primarias. Estas neuronas forman parte del sistema nervioso periférico, con cuerpos celulares ubicados en los ganglios de la raíz dorsal, desde donde las neuronas se proyectan con un axón periférico hacia el tejido diana (piel, músculos, articulaciones) y un axón central hacia la médula espinal. Las fibras aferentes primarias se clasifican según su velocidad de conducción y los estímulos mediante los cuales se activan. Gran parte de nuestro conocimiento sobre la fisiología de las aferencias primarias, incluidos los nociceptores, se origina a partir de estudios sobre las aferencias cutáneas (es decir, aquellas que inervan la piel). Muchos de los principales hallazgos realizados sobre las aferencias cutáneas se extienden a las aferencias primarias que inervan otros tejidos periféricos. En la clasificación de Erlanger y Gasser describen 3 grupos de fibras: el primer grupo, fibras tipo A, mielinizadas y de rápida conducción (α , β , γ y δ); el segundo grupo, fibras tipo B poco mielinizadas y de conducción intermedia y el tercer grupo, fibras tipo C, no mielinizadas y de conducción lenta. Entre las aferentes cutáneas, se pueden diferenciar tres clases de fibras aferentes primarias. Las fibras de conducción rápida (>30 m/s) son las fibras mielinizadas A beta ($A\beta$) de gran diámetro. Estas aferencias se activan mediante estímulos nociceptivos que evocan la sensación de tacto ligero, presión o movimiento del cabello. Los axones de las neuronas nociceptivas son generalmente fibras A delta ($A\delta$) finamente mielinizadas o fibras C amielínicas, que conducen entre 2 y 20 m/s y menos de 2 m/s, respectivamente. Muchos nociceptores tienen la capacidad de responder a estímulos intensos de calor, frío, mecánicos y químicos (es decir, responden a diferentes modalidades de estímulo y,

por lo tanto, son "polimodales"). El papel funcional de los nociceptores de las fibras A δ y C puede ser diferente. Las fibras C son el tipo predominante (75%) de fibra aferente en los nervios periféricos. Los registros de las fibras C en humanos sugieren que la actividad de las fibras C está asociada con una sensación de ardor prolongada. Por el contrario, la activación de las fibras A δ de conducción más rápida evoca una sensación de hormigueo intensa y aguda (4).

Vías y mecanismos del dolor: de la nocicepción al procesamiento central

Las vías del dolor representan un sistema sensorial complejo, con elementos cognitivos, emocionales y conductuales que han evolucionado para detectar e integrar una respuesta protectora a estímulos nocivos. En los seres humanos, este sistema implica tanto reflejos espinales primitivos como respuestas supraespinales conscientes y subconscientes complejas. La intensidad y los patrones espaciales y temporales de los estímulos nocivos se transducen en una señal a través de nociceptores y son transportados por fibras nerviosas poco mielinizadas o amielínicas (fibras A δ y C, respectivamente), que luego son transportadas al SNC y, en última instancia, a los centros superiores del SNC. Junto con otras neuronas sensoriales del tacto, los cuerpos celulares de las fibras aferentes primarias A δ y C se encuentran en el ganglio de la raíz dorsal y hacen sinapsis con varios tipos de células en la médula espinal, liberando neurotransmisores excitadores que incluyen glutamato, sustancia P, péptido relacionado con el gen de la calcitonina (PRGC) y otros péptidos. Además de hacer sinapsis con interneuronas implicadas en los reflejos locales, las aferencias primarias hacen sinapsis con neuronas nociceptivas específicas implicadas en la señalización de la presencia y ubicación del dolor y con interneuronas inhibitoras y excitadoras en la lámina de Rexed I y II (sustancia gelatinosa), las neuronas aferentes primarias también hacen sinapsis con las neuronas de proyección ubicadas más profundamente en el asta dorsal, denominadas neuronas de "amplio rango dinámico", que señalan la intensidad del dolor y sus características de respuesta pueden modificarse mediante entradas (5).

Modulación del dolor

La modulación del dolor es un proceso endógeno que se cree que proporciona una ventaja para la supervivencia. La evidencia de esto fue presentada en un estudio realizado por Beecher, un anestesiólogo en la Segunda Guerra Mundial, en el que identificaron soldados que sufrían graves heridas de batalla y descubrieron que a menudo experimentaban poco o ningún dolor. Esto significó que el cuerpo posee un mecanismo endógeno que disocia y modula (potencia o disminuye) la transmisión del dolor. Los mecanismos responsables de este fenómeno incluyen la inhibición segmentaria, el sistema opioide endógeno y el sistema nervioso inhibitor descendente. Además, las estrategias cognitivas y de afrontamiento también desempeñan un papel en la alteración de la percepción del dolor. La inhibición segmentaria más comúnmente conocida y descrita originalmente por Melzack y Wall como la “teoría de la puerta” infiere que las sinapsis entre las neuronas aferentes que transmiten estímulos nocivos (fibras Aδ y C) y las neuronas en el asta dorsal de la médula espinal pueden bloquearse. Esto ocurre cuando las grandes fibras nerviosas mielinizadas (Aδ) que detectan el tacto (estímulos no nocivos) estimulan el nervio inhibitor en la médula espinal, que a su vez inhibe la transmisión de la señal de dolor al suprimir la transmisión en pequeñas fibras aferentes amielínicas. Esto explica por qué frotar una lesión reduce la sensación de dolor. El mecanismo detrás de la estimulación nerviosa eléctrica transcutánea para el control del dolor se basa en esta teoría. El sistema opioide endógeno surgió cuando se encontraron receptores derivados del opio en el sistema nervioso central (sustancia gris periacueductal, médula ventral) y la médula espinal (láminas I y II). Posteriormente se identificaron tres grupos de compuestos endógenos: encefalinas, endorfinas y dinorfinas. Estos compuestos endógenos se unen a los receptores opioides en la vía del dolor y modulan la señal del dolor. Finalmente, el sistema nervioso inhibitor descendente controla la transmisión de señales nocivas mediante el uso de los neurotransmisores serotonina y norepinefrina. El sistema límbico se proyecta hacia la sustancia gris periacueductal y la médula antes de hacer sinapsis en el asta dorsal de la médula espinal. La serotonina, sintetizada a partir del núcleo rafe magno, y la norepinefrina, sintetizada a partir del locus coeruleus, se liberan para amortiguar la

señal de dolor en el asta dorsal. Estos neurotransmisores actúan para disminuir la transmisión del dolor mediante (a) la inhibición directa de las células del asta dorsal que transmiten el dolor, (b) la inhibición de las neuronas excitadoras del asta dorsal que actúan para mejorar/exacerbar la transmisión del dolor, o (c) excitación de neuronas inhibitoras en el asta dorsal. En conjunto, trabajan para inhibir la transmisión del dolor a través de las vías del dolor (6).

DOLOR POSTOPERATORIO

Cada intervención quirúrgica conduce a un traumatismo tisular específico del procedimiento, que se acompaña de la activación de células inmunocompetentes residentes en la piel, pérdida de axones y liberación de mediadores inflamatorios a través de múltiples vías de señalización, y la inducción de una condición de tipo isquémico alrededor de la lesión. En estas condiciones, el tipo/gravedad del daño tisular, el tiempo de retracción y la sensibilización asociada de los nociceptores determinan cuáles de estos procesos se activan y qué modalidades de dolor emergen (7). El dolor posquirúrgico agudo ocurre como consecuencia de la inflamación por traumatismo tisular o lesión nerviosa directa y puede clasificarse como nociceptivo o neuropático. El traumatismo tisular libera mediadores inflamatorios locales, que pueden producir hiperalgesia (aumento de la sensibilidad a los estímulos en el área que rodea una lesión) o alodinia (percepción errónea del dolor ante estímulos no nocivos). Otros mecanismos que contribuyen a la hiperalgesia y la alodinia incluyen la sensibilización de los receptores periféricos del dolor (hiperalgesia primaria) y el aumento de la excitabilidad de las neuronas del sistema nervioso central (hiperalgesia secundaria) (8).

Después de una incisión, existe una gran cantidad de evidencia que ha revelado los mecanismos detrás de la sensibilización periférica. Las fibras periféricas A δ y C se activan más rápidamente, lo que provoca hiperalgesia mecánica. Si bien una incisión a través de la piel parece ser en gran medida responsable de la hiperalgesia antes mencionada, el daño del tejido muscular resulta de la actividad espontánea de las fibras C sensibilizadas y el desarrollo de una conducta protectora, incluso sin un evento provocador. La disminución del pH del tejido y el aumento de la

concentración de lactato generan un entorno de tipo isquémico que conduce tanto a sensibilización periférica como a dolor no provocado. Después de la alteración del tejido, hay una migración de células inflamatorias y mediadores hacia la periferia, los neutrófilos que contienen β -endorfinas y mediadores proinflamatorios como C5a e interleucina 1β alcanzan el área rápidamente después del trauma tisular y alcanzan su concentración máxima alrededor de las 24 h. Estos mediadores desempeñan un papel presumible en la hiperalgesia (9).

Complicaciones del dolor postoperatorio

El dolor postoperatorio agudo manejado de manera inadecuada se asocia con efectos relacionados con aspectos de la función fisiológica y psicológica. Pueden ocurrir cambios en diversos sistemas de órganos, incluido el cardiovascular (isquemia coronaria, infarto de miocardio), pulmonar (hiperventilación con posterior hipoventilación, disminución de la capacidad vital, infección), gastrointestinal (motilidad reducida, íleo, náuseas, vómitos) y renal (aumento de la retención urinaria y del tono de los esfínteres, oliguria) (10). También, los períodos prolongados de dolor intenso que no se alivia pueden provocar cambios fisiológicos que incluyen la activación pituitaria-suprarrenal que, a su vez, puede producir una respuesta inmune disminuida. El dolor posoperatorio agudo que no se controla, también puede tener importantes secuelas psicológicas, como estrés, ansiedad, desmoralización y depresión (11).

El dolor agudo postoperatorio no controlado puede tener un impacto significativo en el sueño, ya que se ha descrito una asociación significativa entre la alteración del sueño la noche siguiente a la cirugía y la somnolencia al día siguiente. Por lo tanto, el nivel de actividad muestra una fuerte correlación negativa con la somnolencia durante el período postoperatorio inmediato. Además, el sueño se ve más afectado en pacientes con dolor intenso (puntuación numérica de 6 a 10) en comparación con aquellos con dolor leve (puntuación de 1 a 3) o dolor moderado (puntuación de 4 a 5) al tercer día después de la cirugía (12).

En la tabla 1 se presenta un resumen de las complicaciones sistémicas asociadas al control inadecuado del dolor postoperatorio. (13)

Tabla 1: Consecuencias del dolor postoperatorio no aliviado

Sistemas involucrados	Respuestas fisiológicas
Cardiovascular	Aumento de frecuencia cardíaca, resistencia vascular periférica, presión arterial y contractilidad del miocardio, lo que resulta en un aumento del trabajo cardíaco, isquemia de miocardio e infarto.
Pulmonar	Espasmo de los músculos respiratorios y abdominales (ferulización), disfunción diafragmática, disminución de la capacidad vital, alteración de la ventilación y de la capacidad de toser, atelectasia, aumento del desajuste entre ventilación y perfusión, hipoventilación, hipoxemia, hipercapnia, aumento de la infección pulmonar postoperatoria.
Gastrointestinal	Aumento de las secreciones gastrointestinales y del tono del esfínter del músculo liso, reducción de la motilidad intestinal, íleo, náuseas y vómitos.
Renal	Oliguria, aumento del tono del esfínter urinario, retención urinaria.
Coagulación	Aumento de la agregación plaquetaria, estasis venosa, aumento de la trombosis venosa profunda, tromboembolismo.
Inmunológico	Función inmune deteriorada, mayor riesgo de infección, diseminación o recurrencia del tumor
Muscular	Debilidad muscular, limitación de movimiento, atrofia muscular, fatiga.
Psicológico	Ansiedad, miedo, ira, depresión, reducción de la satisfacción del paciente
Recuperación general	Retraso en la recuperación, mayor necesidad de hospitalización, retraso en el regreso a la vida diaria normal, mayor utilización de recursos sanitarios, aumento de los costes sanitarios

Tomado de: Baratta JL, Schwenk ES, Viscusi ER. Clinical Consequences of Inadequate Pain Relief: Barriers to Optimal Pain Management. Plast Reconstr Surg 2014; 134:15S

A estas complicaciones se asocian implicaciones económicas y médicas, como estancias hospitalarias prolongadas, reingresos e insatisfacción del paciente con la atención médica. Se estima que la carga económica del tratamiento del dolor crónico que se desarrolla a partir de un dolor agudo postoperatorio en una persona de 30 años a lo largo de su vida podría ascender a 1 millón de dólares. La prevención y el control eficaz del dolor agudo pueden mejorar los resultados clínicos, evitar complicaciones clínicas, ahorrar recursos sanitarios y mejorar la calidad de vida (14).

Epidemiología del dolor postoperatorio

Se ha reportado que más del 80 % de los pacientes sufren dolor posoperatorio y menos del 50 % recibe un alivio adecuado del dolor. De acuerdo a encuestas estadounidenses de 1993, 2003 y 2012 se ha demostrado que el dolor posoperatorio es común y permanece infratratado, y que la distribución y la calidad del dolor percibido se han mantenido prácticamente sin cambios (15).

Es así que Sommer et al. en una población de 1490 pacientes donde se incluyeron los siguientes departamentos de cirugía: cirugía general, plástica, otorrinolaringológica, facio-maxilar, neurocirugía y cirugía torácica, ortopedia, oftalmología, ginecología y urología. Se reportó que el 41% de los pacientes informó dolor moderado o intenso el día 0, el 30% el día 1 y el 19%, el 16% y el 14% los días 2, 3 y 4. La prevalencia de dolor moderado o intenso en el grupo de cirugía abdominal fue alto en los días postoperatorios 0-1 (30-55%). Se encontró una alta prevalencia de dolor moderado o severo durante todos los días 1 a 4 en el grupo de cirugía de extremidades (20 a 71%) y en el grupo de cirugía de espalda/columna (30 a 64%) (16).

EVALUACIÓN DEL DOLOR

Para la evaluación del dolor se han desarrollado diversos instrumentos, de los cuales, se listan a continuación los más utilizados en la práctica clínica contemporánea. (17)

Escala visual analógica

La escala visual analógica (EVA) es una escala de calificación del dolor utilizada por primera vez por Hayes y Patterson en 1921. Las puntuaciones se basan en medidas de síntomas autoinformadas que se registran con una sola marca escrita a mano colocada en un punto a lo largo de una línea de 10 cm que representa un continuo entre los dos extremos de la escala: “sin dolor” en el extremo izquierdo (0 cm) de la escala y el “peor dolor” en el extremo derecho de la escala (10 cm). Las mediciones desde el punto inicial (extremo izquierdo) de la escala hasta las marcas de los pacientes se registran en centímetros y se interpretan como su dolor. Los valores

se pueden utilizar para realizar un seguimiento de la progresión del dolor de un paciente o para comparar el dolor entre pacientes con afecciones similares (17).



Figura 1. Escala de EVA.

Escala de calificación numérica (NRS)

La NRS es una herramienta de uso común que requiere que el paciente califique su dolor en una escala de 0 a 10, donde 0 indica que no hay dolor y 10 refleja el peor dolor posible. Las NRS a menudo se realizan en una escala del 1 al 10 que no le da al paciente una solución para indicar que no hay ningún dolor. Se puede utilizar con niños que puedan entender los números (18). La NRS es una escala numérica ampliamente validada en innumerables tipos de pacientes. Los datos obtenidos a través de NRS se documentan fácilmente, se interpretan intuitivamente y cumplen con los requisitos reglamentarios para la evaluación y documentación del dolor. Al igual que la EVA del dolor, las dificultades mínimas de traducción del idioma respaldan el uso de la NRS en todas las culturas e idiomas. Los puntos fuertes de esta medida sobre la EVA del dolor son la capacidad de administrarse tanto verbalmente (por lo tanto, por teléfono) como por escrito, así como su simplicidad de puntuación. Sin embargo, al igual que la EVA del dolor, la NRS del dolor evalúa solo un componente de la experiencia del dolor, la intensidad del dolor, y por lo tanto no captura la complejidad y la naturaleza idiosincrásica de la experiencia del dolor ni las mejoras debidas a las fluctuaciones de los síntomas (19).

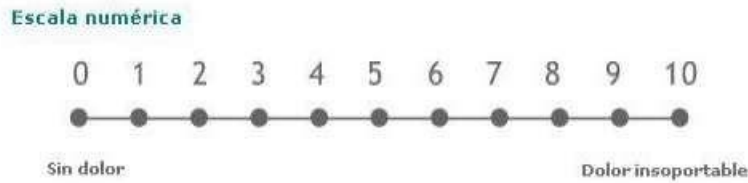


Figura 2. Escala de Calificación numérica.

Escala de dolor de rostros revisada (FPS-R)

La FPS-R es una escala pictórica autoinformada que consta de 6 caras que muestran niveles crecientes de dolor. Se pide a los encuestados que seleccionen la cara que mejor represente su nivel de dolor en el momento de la evaluación. El administrador califica las caras de izquierda a derecha con 0, 2, 4, 6, 8 y 10. Aunque la FPS-R fue diseñada originalmente para su uso en niños, también se usa comúnmente en poblaciones adultos, especialmente en personas mayores y aquellos con bajo nivel de alfabetización (20).



Figura 3. Escala de dolor de rostros revisada.

Cuestionario de dolor de McGill

El Cuestionario de Dolor de McGill (MPQ) y su breve análogo, el MPQ abreviado, se encuentran entre las medidas de dolor más utilizadas. En general, el MPQ se considera una medida multidimensional de la calidad del dolor; sin embargo, también produce índices numéricos de varias dimensiones de la experiencia del dolor. Se han propuesto tres dimensiones de la experiencia del dolor: sensorial-discriminativa, afectivo-motivacional y cognitivo-evaluativa. El MPQ fue creado para evaluar estos múltiples aspectos del dolor. Consta de 20 conjuntos de descriptores verbales, ordenados en intensidad de menor a mayor. Estos conjuntos de

descriptores se dividen en aquellos que evalúan las dimensiones del dolor sensorial (10 series), afectiva (5 series), evaluativa (1 serie) y miscelánea (4 series). Los pacientes seleccionan las palabras que describen su dolor, y sus selecciones de palabras se convierten en un índice de calificación del dolor, basado en la suma de todas las palabras después de que se les asigna un valor de clasificación, así como el número total de palabras elegidas (21). Además, el MPQ contiene una escala de evaluación verbal de intensidad actual del dolor (es decir, la intensidad actual del dolor), ordenada de “leve” a “insuportable”. La forma corta del MPQ que se utiliza con más frecuencia consta de 15 palabras representativas que forman las categorías sensorial (11 ítems) y afectiva (4 ítems) del MPQ original. Cada descriptor se clasifica en una escala de intensidad de 0 (“ninguno”) a 3 (“severo”). También se incluyen la escala de evaluación verbal de intensidad actual del dolor, junto con una escala visual análoga. La forma corta se correlaciona altamente con la escala original, puede discriminar entre diferentes condiciones de dolor y puede ser más fácil de usar que la escala original para los pacientes geriátricos (22).

Tabla 2: Resumen de escalas para la evaluación del dolor

Instrumento	Conformación	Ventajas	Desventajas
Escala visual analógica	Línea de 10 cm	Simplicidad de uso Los valores se pueden utilizar para realizar un seguimiento de la progresión del dolor de un paciente o para comparar el dolor entre pacientes con afecciones similares	Requiere cierto grado educativo
Escala de calificación numérica	Escala de 0 a 10	Simplicidad de uso Se puede utilizar con niños que puedan entender los números.	Requiere cierto grado educativo

Escala de dolor de rostros revisada	6 caras	Útil en personas mayores y aquellos con bajo nivel de alfabetización	Requiere un estado cognitivo adecuado
Cuestionario de dolor de McGill	66 ítems	Es una medida multidimensional de la calidad del dolor	Demora mucho tiempo su aplicación Requiere cierto grado educativo

Fuente: Elaboración propia

COLECISTITIS

Se informa que la prevalencia de cálculos biliares oscila entre el 10% y el 15% entre los adultos, lo que la convierte en una de las afecciones gastroenterológicas más comunes. En las sociedades occidentales, los cálculos biliares de colesterol representan entre el 80% y el 90% de los cálculos analizados después de la colecistectomía. Aproximadamente el 80% de los cálculos biliares permanecen asintomáticos. Los cálculos biliares pueden obstruir el conducto cístico, lo que puede causar distensión de la vesícula biliar y cólico biliar. La obstrucción prolongada provoca inflamación, infección e incluso isquemia, una afección común conocida como colecistitis aguda. Aproximadamente entre el 1% y el 2% de las personas con cálculos biliares se vuelven sintomáticos cada año. De aquellos con cálculos biliares sintomáticos, el 10% desarrollará colecistitis aguda. En personas menores de 50 años, las mujeres tienen tres veces más probabilidades que los hombres de desarrollar colecistitis aguda. Los episodios repetidos de colecistitis aguda pueden provocar colecistitis crónica, una afección caracterizada por engrosamiento de la pared de la vesícula biliar, atrofia de la mucosa y cicatrización (23).

Colecistectomía abierta

La colecistectomía abierta se realiza creando una incisión de 4 a 6 pulgadas en el abdomen en el cuadrante superior derecho y extirpando la vesícula biliar a través de la incisión (24). La colecistectomía abierta es la cirugía que se suele utilizar para

tratar la colelitiasis sintomática, particularmente en países en desarrollo debido a la ausencia de equipo tecnológico adecuado o experiencia laparoscópica por parte del cirujano. En determinadas circunstancias, todavía se recomienda la colecistectomía abierta de inmediato sin someterse primero a una prueba laparoscópica. La probabilidad de una disección de los ganglios linfáticos portales, además del riesgo de resección accidental de una parte del conducto biliar, son algunas de las razones para realizar un procedimiento abierto cuando se sospecha o se demuestra malignidad de la vesícula biliar. Sin embargo, las contradicciones que se aplican a cualquier procedimiento quirúrgico en general también se aplican a la colecistectomía abierta. Las contraindicaciones relativas para la laparotomía incluyen trastornos comórbidos importantes como shock, enfermedades cardíacas y respiratorias graves, anticoagulación, cualquier episodio neurológico actual y otras afecciones potencialmente mortales. Además, la resección no debe comenzar si existe sospecha de malignidad de la vesícula biliar hasta que se haya realizado un examen completo, incluida la posible profundidad de la invasión y las metástasis (25).

Colecistectomía Laparoscópica

Carl Langenbuch de Alemania realizó la primera colecistectomía abierta en 1882. Contrariamente a la creencia de que la colecistostomía era el tratamiento de elección en ese momento, teorizó que la vesícula biliar era la fuente de formación de cálculos. Esta operación recientemente introducida encontró una oposición vehemente al principio, pero finalmente fue aceptada como el estándar de atención para el tratamiento de la colelitiasis sintomática. En 1985, Erich Muhe realizó la primera colecistectomía laparoscópica, también en Alemania; sin embargo, Muhe recibió duras críticas por parte de sus contemporáneos alemanes. Finalmente, el procedimiento fue adoptado por el ginecólogo francés Philippe Mouret y modificado por los cirujanos franceses F. Dubois y J. Perissat. J. Barry McKernan y William B. Saye realizaron la primera colecistectomía laparoscópica en Estados Unidos en 1988; sin embargo, la difusión y adopción generalizada de la colecistectomía laparoscópica se puede atribuir en gran medida a Eddie J. Reddick y Douglas O.

Olsen, quienes fueron los principales profesores de la técnica de colecistectomía laparoscópica en los Estados Unidos en ese momento (26).

Aunque no todos los pacientes con cálculos biliares manifiestan síntomas o requieren intervención, la colecistectomía laparoscópica, que representa el 90% de todas las colecistectomías, sigue siendo uno de los procedimientos realizados con más frecuencia: de manera conservadora, asciende a 750,000 por año. Desde su introducción en la década de 1980 y su posterior adopción, la colecistectomía laparoscópica se ha convertido en el estándar de atención debido a sus ventajas de reducción de costos y duración de la estadía hospitalaria, y mayor satisfacción del paciente. En general, la colecistectomía laparoscópica se considera un procedimiento seguro, aunque puede ocurrir morbilidad en aproximadamente el 6-8% de los pacientes, incluyendo sangrado, absceso, fuga de bilis, lesión intestinal/vascular, complicación de la herida y lesión del conducto biliar (27).

CAUSAS DEL DOLOR POSTOPERATORIO

La fisiopatología divide el dolor en dolor somático, visceral y desaferentación (también llamado neuropático). Estos subgrupos se centran en el sitio de la nocicepción o evento potencial que daña el tejido. El dolor somático suele ser periférico, el visceral suele ser intraabdominal y el dolor por desaferentación suele afectar a las vías neurales aferentes. El dolor que resulta de procesos somáticos es de carácter bien localizado, constante, doloroso o punzante. Por el contrario, el dolor visceral está mal localizado pero es constante y de carácter doloroso y se refiere a sitios cutáneos. El dolor por desaferentación se caracteriza por hormigueo, sensaciones paroxísticas agudas o disestesia ardiente y tradicionalmente se trata con medicamentos adyuvantes, incluidos antidepresivos y anticonvulsivos, en lugar de los agentes analgésicos opioides utilizados para los dolores viscerales y somáticos (28).

A diferencia del dolor posoperatorio después de una cirugía abierta, que es principalmente de origen somático, el dolor posoperatorio después de una cirugía laparoscópica consta de elementos tanto somáticos como viscerales. El dolor somático tras procedimientos laparoscópicos es un dolor agudo que suele

localizarse en el abdomen. Los mecanismos detrás de este dolor son la perforación de la pared abdominal y la inserción de trócares y suturas. El dolor visceral es de naturaleza remitente y causa un dolor sordo de moderado a intenso en el hombro, la escápula y el abdomen. El dolor visceral después de la cirugía laparoscópica puede ser desencadenado por la tracción del peritoneo o por la irritación del diafragma después de la manipulación quirúrgica, la insuflación de gas intraoperatoria y la retención de gas posoperatoria (29).

DOLOR EN COLECISTECTOMÍA LAPAROSCÓPICA

El dolor perioperatorio se inicia por un proceso inflamatorio inducido por un traumatismo tisular o por una lesión nerviosa directa por sección, estiramiento o compresión del nervio. El trauma tisular no sólo inicia el dolor en el sitio del trauma sino también en el área circundante a través de mediadores inflamatorios locales que aumentan la sensibilidad a los estímulos (hiperalgesia) o incluso la percepción errónea del dolor ante estímulos no nocivos (alodinia). Otros mecanismos que contribuyen a la hiperalgesia y la alodinia incluyen la sensibilización de los receptores periféricos del dolor (hiperalgesia primaria) y el aumento de la excitabilidad de las neuronas del sistema nervioso central (hiperalgesia secundaria) (30).

Es bien sabido que el peritoneo es ligeramente sensible y no produce dolor en heridas cortantes o punzantes. Además, es muy sensible a la distensión, al desgarro y a la separación. Al inicio de la cirugía, se produce un dolor más fuerte debido a la distensión del peritoneo parietal, y después de la cirugía el dolor en el hombro derecho y el omóplato es evidente debido a la irritación del nervio frénico (31).

El dolor posoperatorio después de la colecistectomía laparoscópica tiene un curso variable con efectos potencialmente dañinos. El dolor más intenso se observa el día de la cirugía y posteriormente el dolor disminuye en 3-4 días. Los opioides forman la base del tratamiento del dolor perioperatorio. Sin embargo, tienen varios efectos secundarios no deseados. Así, la noción de analgesia multimodal fue propuesta para la colecistectomía laparoscópica hace más de dos décadas con el fin de facilitar una recuperación rápida y una salida temprana del hospital. La combinación

de los analgésicos opioides con los no opioides en la analgesia multimodal proporciona una acción analgésica aditiva o sinérgica junto con menos efectos secundarios relacionados con los opioides (32).

TRATAMIENTO DEL DOLOR POSTOPERATORIO

La analgesia preventiva ha ganado popularidad y su papel en el control del dolor se ha estudiado ampliamente en este contexto. Implica la administración de un régimen analgésico antes de la aparición de un estímulo nocivo, con el objetivo de prevenir la sensibilización del SNC a estímulos posteriores que amplifican el dolor (33).

Los opioides se han utilizado como componentes analgésicos de la anestesia, especialmente después del desarrollo del fentanilo en 1959. Posteriormente, con la expansión del grupo, se lanzaron otros opioides sintéticos, como el alfentanilo, el sufentanilo y el remifentanilo. Con el tiempo, varios efectos secundarios relacionados se han agregado a los opioides, como la hiperalgesia y el retraso en el retorno de la motilidad intestinal, además de la sospecha de facilitar el crecimiento y la diseminación de las células tumorales. Estos inconvenientes estimularon la investigación de nuevas opciones de analgésicos perioperatorios (34).

El concepto de técnicas analgésicas multimodales “ahorradoras de opioides” (la llamada analgesia equilibrada) se introdujo hace más de 15 años, con el objetivo de mejorar la analgesia combinando analgésicos con efectos aditivos o sinérgicos. En teoría, el uso de una combinación de analgésicos de diferentes clases de fármacos para el tratamiento del dolor perioperatorio debería mejorar la seguridad y eficacia del tratamiento del dolor debido a los diferentes mecanismos de acción y los perfiles de efectos secundarios de los fármacos individuales (35).

Opioides

Tradicionalmente, los opioides han sido el pilar del tratamiento del dolor postoperatorio, pero la epidemia de opioides y los avances en los protocolos multimodales y de recuperación mejorada después de la cirugía (ERAS) han avanzado hacia modalidades adyuvantes para el tratamiento del dolor posoperatorio. Los opioides tienen un lugar importante en el tratamiento del dolor

posoperatorio, pero están limitados por los efectos adversos y otras consecuencias cuando se utilizan como único agente para el tratamiento del dolor posoperatorio. Los protocolos ERAS actuales están dirigidos a técnicas de administración de “uso mínimo” o “ahorro de opioides” (36).

Paracetamol y AINEs

El paracetamol se clasifica como analgésico suave y no como AINE porque su actividad antiinflamatoria es débil. Se ha descubierto que el paracetamol en pacientes con analgesia epidural torácica puede disminuir el dolor del hombro ipsilateral postoracotomía cuando se administra de forma preventiva y regular durante las primeras 48 horas del posoperatorio. El alivio del dolor con los AINE se debe a la inhibición de la ciclooxigenasa, una enzima que interviene en la producción de prostaglandinas, prostaciclina y tromboxanos, todos ellos implicados en la generación del dolor. Los AINEs que se utilizan habitualmente para el tratamiento del dolor posoperatorio son diclofenaco, ketorolaco, acetilsalicilato de lisina, indometacina, piroxicam y tenoxicam. Los AINEs afectan negativamente a la coagulación porque provocan disfunción plaquetaria, haciendo más posible el sangrado sistémico. Este efecto es independiente de la vía de administración. Entre otros posibles efectos adversos, la disfunción renal y el sangrado gastrointestinal son los más importantes. Los pacientes con enfermedad renal preexistente, hipovolemia o tratamiento con diuréticos de asa son más vulnerables a sufrir insuficiencia renal aguda (37).

Los inhibidores de la COX no selectivos tradicionales, así como los inhibidores selectivos de la COX-2, se caracterizan por su importante efecto analgésico en el tratamiento del dolor posoperatorio. Sin embargo, el uso de AINE y coxibs tradicionales es limitado debido a su espectro de efectos secundarios. Estos incluyen especialmente efectos cardiovasculares, renales y gastrointestinales. Básicamente, el riesgo de sufrir episodios gastrointestinales es notablemente mayor durante la ingesta prolongada de casi todos los AINE y coxibs. Estos últimos descartan el uso de AINE o coxibs en casi todos los pacientes con factores de riesgo cardiovascular relevantes (enfermedad cardíaca congestiva, insuficiencia cardíaca

NYHA II-IV, enfermedad arterial periférica oclusiva, enfermedad cerebrovascular). Las mismas consideraciones se aplican al riesgo de hemorragia gastrointestinal. Las sustancias con un perfil de riesgo gastrointestinal también se asocian con un mayor riesgo de eventos cardiovasculares. Dado que estas sustancias tienen efectos sobre la función renal, su uso postoperatorio está contraindicado, especialmente en pacientes con limitación preexistente de la función renal o hipovolemia. Esto último nunca puede descartarse después de operaciones importantes (38).

Lidocaína intravenosa

Se cree que la administración de lidocaína intravenosa tiene efectos analgésicos prolongados con reducción de la inflamación, dolor neuropático e hiperalgesia, y puede afectar positivamente la cicatrización de heridas y la función cognitiva. Hasta el 40 % de los pacientes sufren un retraso en el retorno de la función gastrointestinal después de la cirugía colorrectal, provocando náuseas, vómitos y malestar abdominal, lo que provoca una estancia hospitalaria más prolongada. La recuperación de la función gastrointestinal puede acelerarse debido a las propiedades antiinflamatorias y ahorradoras de opioides de la lidocaína. Los protocolos de administración de lidocaína perioperatoria varían ampliamente y siguen siendo controvertidos, lo que requiere la debida consideración de las estrategias de dosificación para garantizar la seguridad del paciente. Las estrategias de dosificación deben considerar el peso del paciente, el impacto de la anestesia en el flujo sanguíneo hepático, las variaciones en la unión de proteínas y la farmacocinética no lineal asociada. con infusiones y exposición a medicamentos que interactúan, especialmente aquellos pacientes que toman inhibidores moderados-fuertes de las vías metabólicas CYP1A2 y CYP3A4 dentro de las 72 h previas a la cirugía, antifúngicos, antirretrovirales, antidepresivos, bloqueadores de los canales de calcio, anticuerpos monoclonales y otros inhibidores potentes del citocromo P4503A4 (39).

Gabapentinoides

La gabapentina y la pregabalina (denominadas colectivamente "gabapentinoides") son fármacos antiepilépticos que tradicionalmente se han utilizado como terapias para el dolor crónico y neuropático; sin embargo, su uso en el ámbito del dolor agudo ha aumentado recientemente a medida que los datos han demostrado beneficios para el control del dolor perioperatorio y náuseas. Si bien los gabapentinoides tienen similitud estructural con el receptor inhibitor del ácido gamma-aminobutírico (GABA), su mecanismo de acción no se comprende bien (40).

Analgesia regional

Las recientes directrices sobre el manejo del dolor posoperatorio creadas conjuntamente por múltiples sociedades abogan por el uso de técnicas anestésicas regionales específicas del sitio como parte de un régimen analgésico multimodal, que es eficaz en varios procedimientos quirúrgicos incluyendo toracotomía, cirugía de reemplazo de articulaciones y cesáreas. De manera similar, el panel también recomendó técnicas de infusión continua de anestésico local perineural para aquellos pacientes que probablemente tengan dolor prolongado en el período postoperatorio. Ha habido un cambio reciente en la anestesia regional alejándose de las técnicas neuroaxiales continuas, al menos en parte debido a los protocolos ERAS. Aunque la analgesia epidural todavía tiene un papel en los procedimientos torácicos y abdominales importantes, ha habido una tendencia hacia el uso de técnicas anestésicas regionales periféricas. Esto ha ocurrido junto con un aumento simultáneo de procedimientos quirúrgicos menos invasivos (también respaldados por los protocolos ERAS) y ofrece las ventajas de una mayor estabilidad hemodinámica y un menor deterioro motor (41).

Analgesia de rescate

Los opioides comúnmente administrados en el postoperatorio incluyen morfina, hidromorfona, oxicodona, fentanilo y sus derivados (sufentanilo, alfentanilo, remifentanilo). Como grupo, los opioides actúan sobre tres receptores principales (receptores opioides δ , κ y μ) como agonistas, antagonistas o agonistas parciales.

La mayoría de los agonistas opioides clínicamente relevantes se unen a los receptores opioides μ acoplados a proteína G, lo que promueve la hiperpolarización neuronal en el sistema nervioso central y periférico, inhibiendo así la transmisión de señales de dolor. Por lo general, la morfina se administra por vía intravenosa, 1 a 3 mg cada 5 minutos en el período posoperatorio agudo para el dolor irruptivo, y luego de 3 a 4 horas, según sea necesario, después de que se ha logrado el control inicial del dolor. Cuando se administra por vía intravenosa, la morfina alcanza su efecto máximo en 20 minutos, con una duración analgésica de 4 a 5 horas, a pesar de una vida media de eliminación de 2 a 3 horas. La hidromorfona, al igual que la morfina, es otra opción comprobada en el período posoperatorio agudo, con las diferencias de un inicio más rápido (en 10 minutos cuando se administra por vía intravenosa), una vida media más corta (2 a 3 horas) y una duración analgésica de 3 a 4 horas. Una modalidad común para administrar opioides por vía intravenosa en el período posoperatorio es mediante analgesia controlada por el paciente (PCA) (42).

SULFATO DE MAGNESIO

El magnesio es el segundo catión intracelular más común en el cuerpo humano y se sugiere que tiene un papel en casi todas las funciones fisiológicas, incluida la transmisión de señales del nervio al músculo. Del contenido total de magnesio, sólo el 1% es extracelular mientras que el 0.3% se puede encontrar en el plasma. La concentración sérica fisiológica oscila entre 0.7 y 1.0 mmol l⁻¹ de los cuales el 60% está ionizado, el 33% está unido a proteínas y el 7% forma complejos. Tiene un papel extremadamente importante en el ciclo del ATP, en el ADN, el ARN y el metabolismo de las proteínas y es cofactor de más de 300 reacciones enzimáticas. El Mg se une a las proteínas plasmáticas en un porcentaje que varía del 30% al 50%. Curiosamente, la única parte biológicamente activa es la ionizada (43).

Farmacocinética y farmacodinamia

El término Sulfato de Magnesio ha sido utilizado en el campo de la medicina de manera popular, sin embargo, cabe señalar que el verdadero nombre químico es sulfato de magnesio heptahidratado ($\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$). El $\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ está

disponible en formato de 10 ml y contiene 1.5 g de MgSO_4 y 150 mg de Mg^{++} (6 mmol o 12 mEq) y en otras presentaciones. El Mg^{++} se absorbe en el intestino delgado, cuando se administra por vía oral. Cuando se administra por vía intravenosa (IV), tiene un inicio de acción inmediato, con un efecto máximo en 10 minutos y una duración de acción de 30 minutos; la vía intramuscular (IM) es más lenta y alcanza un pico de acción a los 60 minutos con una vida media de 4 horas. Otra vía de administración es mediante nebulización como coadyuvante en crisis de asma y más recientemente a nivel epidural (44).

Distribución: 99% es intracelular (53% a 60% se encuentra en tejido óseo, 20% a 27% en tejido muscular y 19% en tejido blando) y 1% es extracelular (60% ionizado, 30% unido a proteínas y 10% aniones complejos). A nivel intracelular se encuentra principalmente en forma ionizada en ATP, citoesqueleto, nucleótidos o complejos enzimáticos, quedando una porción muy pequeña en forma no ionizada. Las células musculares, especialmente las cardíacas, tienen una mayor concentración de Mg^{++} intracelular (11-17 mmol/L). Los depósitos tisulares de sulfato de magnesio son estables y se alcanzará un equilibrio entre los días 41 y 181 en caso de reposición. Eliminación: principalmente renal (80%), de la cual se reabsorbe el 95% (10-15% en el tubo contorneado distal y el resto en el asa de Henle, eliminándose sólo un 3-5% por orina. Puede aumentar o disminuir dependiendo de las concentraciones plasmáticas de Mg^{++} o de determinadas condiciones médicas como la preeclampsia, donde se observa una disminución de la claridad antes del parto en comparación con el posparto (45).

El MgSO_4 presenta diversas interacciones farmacológicas que deben ser tomadas en cuenta por el anestesiólogo, entre ellas: a) interacciones con otros fármacos anestésicos al reducir el consumo de hipnóticos como el Sevoflurano y el Propofol (sus propiedades hipnóticas podrían resultar en una reducción del consumo de cualquier hipnótico utilizado en el transanestésico, sin embargo no existe literatura sobre otros), además de demostrar un efecto sinérgico con relajantes musculares no despolarizantes (esto se explica por una menor liberación de calcio); b) el calcio es antagonista del MgSO_4 e incluso se utiliza como tratamiento en caso de

intoxicaciones; c) con los fármacos antiarrítmicos se ha registrado una sinergia con los bloqueadores de los canales de calcio, lo que se traduce en una reducción de la presión arterial sistémica, así mismo reduce los niveles séricos de digoxina y aumenta los niveles séricos de quinidina; d) el uso de diuréticos como las tiazidas favorecen la eliminación de MgSO_4 ; e) algunos antibióticos son capaces de aumentar su aclaramiento; f) algunos corticoides son capaces de reducir los niveles séricos de Mg^{++} (46).

Efectos farmacológicos

El magnesio se absorbe en yeyuno e íleon en una proporción del 11% al 65% de la cantidad ingerida. El riñón es el principal regulador de los niveles de magnesio en el organismo, siendo capaz de eliminar casi el 100% del magnesio filtrado en caso de sobrecarga. La medicina no ha dilucidado completamente el mecanismo de acción del sulfato de magnesio utilizado terapéuticamente. Algunas de las siguientes propuestas se han desarrollado a lo largo de los años (47):

- a) Inhibición de la liberación de acetilcolina en la unión neuromuscular que conduce a la relajación muscular, conocida desde la década de 1950. La hipermagnesemia disminuye la sensibilidad de la placa motora a la acetilcolina y la amplitud del potencial terminal de la placa terminal.
- b) Es antagonista de los receptores de glutamato NMDA; este receptor es responsable de la sensibilización central. La unión de este receptor tiene propiedades analgésicas, anticonvulsivas y sedantes.
- c) Puede aumentar la síntesis de prostaciclina e inhibir la enzima convertidora de angiotensina, provocando vasodilatación.
- d) Disminuye la liberación de catecolaminas tras estímulo simpático. Se ha utilizado en el tratamiento de episodios hipertensivos relacionados con feocromocitoma durante cirugías o fuera del ambiente quirúrgico (48).

Sulfato de magnesio en anestesiología

Algunos estudios han demostrado que el uso de sulfato de magnesio como complemento de la anestesia reduce el consumo intraoperatorio de anestésicos.

También proporciona una mejor analgesia y reduce la cantidad de morfina utilizada en el postoperatorio. Los estudios en la práctica clínica han demostrado los efectos inhibidores del magnesio sobre la liberación de catecolaminas a través de un mejor control hemodinámico durante la laringoscopia y la insuflación de neumoperitoneo para videolaparoscopia. El sulfato de magnesio también reduce los niveles de noradrenalina y vasopresina durante la anestesia (49).

Durante las últimas tres décadas, el magnesio se ha convertido en un adyuvante de uso frecuente de la anestesia general, principalmente porque puede ayudar a garantizar una hemodinámica estable, eliminar arritmias potencialmente peligrosas y mejorar la homeostasis de los electrolitos en pacientes sometidos a cirugía. Aunque la infusión sistémica perioperatoria de sulfato de magnesio (MgSO_4) permite reducir la cantidad de anestésicos y relajantes musculares necesarios, también mejora la calidad de la analgesia postoperatoria y ejerce un efecto ahorrador de morfina significativo y clínicamente relevante. Debido a este último efecto, más recientemente se ha propuesto el MgSO_4 como un componente en diferentes conceptos analgésicos multimodales en el contexto de la anestesia libre de opioides (50). Además, el magnesio interactúa con agentes bloqueadores neuromusculares no despolarizantes (BNMND). De hecho, mejora el efecto de los BNMND y, por lo tanto, puede causar un bloqueo neuromuscular prolongado o recurrente y afectar el resultado posoperatorio de los pacientes (51).

La reducción del Ca^{++} intracelular retrasa el transporte vesicular, de tal forma que la liberación presináptica de acetilcolina es menor, aumentando así el umbral de despolarización postsináptica, lo que se traduce en relajación muscular. Cuando se utiliza en anestesia, esta característica reduce el tiempo de inicio, las dosis de intubación, el requerimiento de relajantes musculares no despolarizantes y aumenta la duración del bloqueo subaracnoideo (52).

El sulfato de magnesio heptahidrato ($\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$) funciona como un inotrópico negativo en la musculatura cardíaca, prolongando el tiempo de conducción asociado con sus propiedades antagonistas del calcio, evitando que se una a la troponina C de los miocitos. Su efecto antiarrítmico puede explicarse por la

depresión del nódulo sinusal (SN) al prolongar la conducción y el tiempo de refractariedad auriculoventricular, sin alterar la función ventricular. Se ha demostrado que la terapia en bolo de magnesio después de una cirugía cardíaca produce un aumento significativo pero breve del Ca^{++} sérico. En el músculo liso, la inhibición del Ca^{++} conduce principalmente a vasodilatación arteriolar, aunque también se ha asociado con una reducción de la enzima convertidora de angiotensina (ECA). El uso de $\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ en la fase intraoperatoria de cirugía abdominal, ortopédica y urológica en pacientes diagnosticados con hipertensión arterial grados 1 y 2 registró mayor estabilidad hemodinámica después de 60 minutos de anestesia (52).

III. ANTECEDENTES ESPECÍFICOS

ANTECEDENTES HISTÓRICOS

La relación entre el magnesio y la salud se reconoció hace unos 400 años y mucho antes de que se identificara el magnesio como un elemento. El verano de 1618 fue excepcionalmente caluroso y seco. Un granjero llamado Henry Wicker en Epsom, Surrey, cavó algunos pozos en su granja para conseguir agua para su rebaño de vacas. Se dio cuenta de que sus animales sedientos se negaban a beber esta agua porque tenía un sabor agrio y amargo. Sin embargo, señaló que esta agua tiene la capacidad de curar rápidamente rasguños, llagas y erupciones tanto en animales como en humanos. Probada por otros, la fama de esta agua se difundió de boca en boca. Los Londinenses acudieron en masa a Epsom que se convirtió en una ciudad balneario, superando a otras más de moda en la época como Tunbridge Wells en Kent por su agua y sal. Un médico (también botánico) con amplia práctica en Londres llamado Nehemiah Grew observó que la sal de esta agua tenía un efecto laxante. Este descubrimiento “alucinante” fue patentado como sal purgante y se estableció una fábrica en Londres para su comercialización en todo el mundo. En Inglaterra esta sal se conocía (y todavía se conoce) como “sal de Epsom” y en Europa continental como “sal anglicum” (53).

A finales del siglo XVII y en adelante, la sal de Epsom era una de las drogas medicinales más populares. Las personas que lo utilizaban no sabían exactamente por qué era tan beneficioso, pero sí entendían que de alguna manera era bueno para la salud y promovía la longevidad. Incluso ahora, sorprende saber que existe un “Consejo de la Sal de Epsom” en el Reino Unido cuyos miembros están entusiasmados con las bondades de la “sal de Epsom”. Actualmente, este consejo ha descrito 13 formas maravillosas para el uso de la “sal de Epsom”. (54)

La sal de Epsom es sulfato de magnesio hidratado ($\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$). En 1755, el químico escocés Joseph Black en Edimburgo identificó el magnesio como un elemento, y el químico inglés Sir Humphry Davy fue el primero en aislar el magnesio por electrólisis en 1808 y sugirió el nombre “magnium” (usando el sufijo sustantivo “ium” como en sodio, potasio, etc.). Posteriormente se utilizó el nombre magnesio,

derivado del distrito griego de “Magnesio” en Tesalia, en el que abundaba el carbonato de magnesio (magnesio alba). La permutación de ese nombre se utiliza en todo el mundo, excepto en los países eslavos, donde el magnesio en cirílico se conoce como “horcik”. El siglo XIX fue la era de la química del magnesio; su biología, sin embargo, se volvió más clara durante el siglo XX (54).

Históricamente, el sulfato de magnesio se ha propuesto como anestésico general, debido a su efecto depresor sobre el sistema nervioso central; sin embargo, se ha demostrado que su efecto anestésico resulta de la hipoxia cerebral después de una depresión respiratoria y cardíaca progresiva. De hecho, el mantenimiento de la asistencia respiratoria evita la depresión del sistema nervioso central incluso con concentraciones séricas muy altas de magnesio (55).

ESTUDIOS PREVIOS

Zahra et al. en el año 2021 realizó un estudio prospectivo en el que se administró a nivel intraperitoneal algunos fármacos, en sesenta pacientes con estado físico ASA I o II. Sus edades oscilaban entre los 18 y los 60 años, programados para una colecistectomía laparoscópica bajo anestesia general. Los pacientes se dividieron aleatoriamente en tres grupos, de 20 pacientes cada uno. Pacientes del grupo B (grupo de bupivacaína): recibieron 25 ml de bupivacaína al 0.25%. El grupo M (grupo sulfato de magnesio) recibió 20 ml de bupivacaína al 0.25% y 5 ml (500 mg) de sulfato de magnesio. El grupo D (grupo dexametasona) recibió 20 ml de bupivacaína al 0.25% y 2 ml (8 mg) de dexametasona completada a 25 ml con 3 ml de solución salina normal. La primera vez que se realizó analgesia fue significativamente más larga en el grupo de magnesio que en el grupo de dexametasona y en el grupo de bupivacaína ($p < 0.05$). El consumo de nalbufina en 24 horas fue mayor en el grupo de bupivacaína, seguido por el grupo de dexametasona y luego en el grupo de magnesio ($p < 0.05$). Además, la puntuación de la EVA fue significativamente mayor en el grupo de bupivacaína a las 4 horas que en otros grupos y, a las 6 horas, fue mayor en el grupo de dexametasona y en el grupo de bupivacaína, sin diferencias significativas, pero significativamente más

que en el magnesio. En el grupo de magnesio, la puntuación de la EVA fue baja durante 24 horas (56).

Bhat et al. en el año 2022 realizó un estudio clínico aleatorizado, doble ciego. Se dividieron en total 80 pacientes en dos grupos con grado I y II de la Sociedad Estadounidense de Anestesiólogos (ASA). Los pacientes del grupo A (n=40) recibieron ropivacaína con sulfato de magnesio y los pacientes del grupo B (n=40) recibieron ropivacaína únicamente. El dolor se midió mediante la Escala Visual Analógica (EVA). Se registró el consumo total de analgesia de rescate durante 24 horas, el tiempo transcurrido hasta la primera solicitud de analgesia de rescate, las náuseas, vómitos posoperatorios, la puntuación de sedación y la puntuación de satisfacción del paciente. El grupo A mostró un mejor perfil analgésico en forma de EVA media más baja, que fue estadísticamente significativa (valor de $p < 0.05$). Sin embargo, el tiempo transcurrido hasta la primera solicitud de analgesia de rescate (743.5 ± 58.214 minutos en el grupo A frente a 668.50 ± 214.375 minutos en el grupo B; valor de $p = 0.162$) y la dosis total de consumo de analgesia de rescate fueron comparables en ambos grupos (valor de $p > 0.05$). También la puntuación de sedación (2.325 ± 0.2529 en el grupo A vs 2.295 ± 0.2562 en el grupo B; valor $p = 0.600$) y la puntuación de satisfacción del paciente entre los dos grupos (81.05 ± 8.638 en el grupo A vs 80.53 ± 7.517 en el grupo B; valor $p = 0.665$) no fueron estadísticamente significativos. La incidencia de náuseas y vómitos posoperatorios fue comparable en ambos grupos (valor de $p = 0.924$) (57).

Jijo et al. en el año 2022 realizó un estudio, fue un estudio de cohorte prospectivo que incluyó a 60 pacientes adultos programados para colecistectomía laparoscópica electiva bajo anestesia general, se seleccionaron y se dividieron en dos grupos, grupo M y grupo N. Los pacientes del grupo M recibieron 30 mg/kg de $MgSO_4$ que el cirujano instiló en el lecho de la vesícula biliar por vía intraperitoneal después de la resección de la vesícula biliar y los pacientes que no recibieron $MgSO_4$ se incluyeron en el grupo N. El dolor postoperatorio se evaluó mediante la Escala Visual Analógica (EVA) y la puntuación EVA > 3 se manejó con paracetamol IV 15 mg/kg. Si esto no alivia el dolor, se complementó con tramadol IV 50 mg. Se

registraron el tiempo transcurrido hasta el primer analgésico de rescate, el requerimiento total de analgésico y la incidencia de dolor de hombro en 24 horas. Las puntuaciones medias de dolor (EVA) fueron significativamente más bajas en el grupo M y el tiempo hasta el primer requerimiento analgésico fue mayor en el grupo M (4.23 ± 2.31 horas) en comparación con el grupo N (1.07 ± 0.67 horas), las náuseas y vómitos posoperatorios fueron significativamente mayores en el grupo N. Las puntuaciones de sedación fueron significativamente altas en el grupo M y no hubo diferencias significativas en el perfil hemodinámico y de recuperación ni en la incidencia de dolor de hombro en ambos grupos (58).

Shakya et al. en el año 2022 realizó un estudio clínico aleatorizado, en el que se seleccionaron aleatoriamente 90 pacientes de 18 a 60 años, pertenecientes a la Sociedad Americana de Anestesiólogos (ASA) grado I o II, divididos en tres grupos. El grupo M recibió sulfato de magnesio 50 mg/kg con bupivacaína al 0.25% 30 mL, el grupo D recibió dexmedetomidina 1 µg/kg con bupivacaína al 0.25% 30 mL, y el grupo B recibió 0.25% de bupivacaína simple 30 mL. El dolor se evaluó mediante la puntuación de la Escala Visual Analógica (EVA) como resultado primario, registrado a las 0, 2, 4, 6, 8, 10, 12 y 24 horas después de la cirugía. El tiempo de analgesia de rescate ($EVA \geq 4$ o a demanda) y la puntuación de satisfacción de los pacientes fueron los resultados secundarios. La puntuación media de la EVA fue de 2.40 ± 0.84 , 2.57 ± 0.78 y 2.88 ± 0.92 en los grupos M, D y B, respectivamente ($p < 0.05$). El requerimiento total de analgésico (Paracetamol) en las primeras 24 horas postoperatorias fue menor en el grupo M (1.73 ± 0.58 mg) y en el grupo D (2.17 ± 0.53 mg), que en el grupo B (2.70 ± 0.47 mg). Los pacientes altamente satisfechos en el grupo M fueron 10, el grupo D fueron 3 y ninguno en el grupo B. En el grupo B había 14 pacientes muy insatisfechos. La diferencia en la puntuación de satisfacción de los pacientes entre los grupos fue estadísticamente significativa ($p = 0.0002$). El tiempo hasta la primera analgesia de rescate fue mayor en el grupo M y luego en el grupo D (59).

Akhondi et al. en el año 2023 realizó un ensayo clínico. El tamaño de la muestra se calculó en 64 personas que fueron seleccionadas entre los pacientes candidatos a

cirugía laparoscópica por muestreo por conveniencia. Fueron asignados aleatoriamente a los grupos de intervención y control. El grupo de intervención recibió sulfato de magnesio (50 mg/kg) en solución salina normal (100 mL) en 1 h. El grupo control solo recibió solución salina normal (100 mL). Se midieron la presión arterial sistólica y diastólica, el nivel de CO₂ exhalado (ETCO₂), la frecuencia cardíaca, la saturación arterial de oxígeno, el nivel de dolor y los analgésicos narcóticos en recuperación 2, 6, 12 y 24 h después de la cirugía. La media de presión arterial sistólica y ETCO₂ durante la recuperación en el grupo de intervención fue menor que en el grupo control ($P = 0.029$ y $P = 0.015$). En el grupo intervención, el consumo de analgésicos en recuperación y 6 h después de la cirugía fue menor que en el grupo control ($p < 0.001$). La puntuación media de dolor en el grupo de intervención en recuperación, 2 horas ($P < 0.001$), 6 horas ($P < 0.001$) y 12 h ($P = 0.038$) después de la cirugía fue significativamente menor que en el grupo control (60).

Sravanthi et al. realizó un ensayo prospectivo, doble ciego, controlado con placebo y aleatorizado que incluyó a 64 pacientes que se sometieron a colecistectomía laparoscópica. Los pacientes fueron igualmente aleatorizados en los Grupos A y B. El MgSO₄ y la solución salina normal se instilaron en el espacio subdiafragmático en los Grupos A y B, respectivamente, después de crear el neumoperitoneo y antes de iniciar la disección. Se utilizó la Escala Visual Analógica (EVA) para determinar el dolor postoperatorio. Los pacientes que recibieron MgSO₄ intraperitoneal tuvieron puntuaciones medias de EVA más bajas durante las primeras 6 h postoperatorias, y además, el tiempo para el requerimiento de primer analgésico fue mayor (3.6 ± 0.4 vs. 2.3 ± 1.0 h). La incidencia de vómitos y la necesidad de antiemético de rescate también fue menor en el Grupo A (61).

Finalmente, ElHoshy et al. reclutó a sesenta pacientes, de ambos sexos, de ASA I o II planeados para colecistectomía laparoscópica ambulatoria bajo anestesia general se dividieron en dos grupos. Al grupo de esmolol se le administró una dosis de carga (1 mg/kg) durante un período de 10 minutos seguido de (30 µg/kg/min) durante toda la cirugía, mientras que al grupo de sulfato de magnesio (MgSO₄) se

le administró una dosis de carga (40 mg/kg) durante 10 minutos y luego dosis de mantenimiento (15 mg/kg/h) hasta el final de la cirugía. La anestesia general y la analgesia postoperatoria fueron estandarizadas para todos los pacientes. Se registraron las variables que denotan recuperación inmediata de la anestesia, puntuación del dolor y tiempo hasta la primera llamada a la analgesia. En comparación con el grupo de MgSO_4 , el grupo de esmolol mostró tiempos más cortos estadísticamente significativos para la apertura espontánea de los ojos, la extensión de la lengua, la extubación y la capacidad de los pacientes para recordar sus nombres. La incidencia de vómitos, así como la cantidad total de ondansetrón consumida en la unidad de cuidados post anestésicos, fueron evidentemente menores entre el grupo de esmolol, mientras que las puntuaciones de dolor y el tiempo de llamada para la primera analgesia de rescate no variaron significativamente entre los dos grupos estudiados (62).

IV. JUSTIFICACIÓN

La colecistectomía laparoscópica es el tratamiento de elección para la colelitiasis sintomática, debido a sus ventajas en la reducción de la estancia hospitalaria y del dolor postoperatorio. A pesar de esta técnica, el dolor postquirúrgico sigue siendo una de las quejas más frecuentes en este tipo de procedimientos, este dolor se clasifica en tres grandes grupos según la localización: dolor incisional (dolor somático), dolor visceral (dolor intraabdominal profundo), y dolor de hombro.

Para su tratamiento preventivo, se postula que debe realizarse una intervención antes de que se desarrolle la sensibilización central por estímulos nocivos, con el objetivo de atenuar la hipersensibilidad, disminuir el dolor agudo y disminuir el consumo de analgésicos. En este contexto, se evalúa el efecto del sulfato de magnesio intravenoso administrado durante el perioperatorio como coadyuvante en el control del dolor postoperatorio inmediato tras la colecistectomía laparoscópica. Se espera que su uso contribuya a reducir las alteraciones hemodinámicas, respiratorias y gastrointestinales, mejorando el confort del paciente y favoreciendo una pronta recuperación con menor consumo de recursos.

V. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

La tasa de prevalencia de la litiasis biliar oscila entre el 3 % y el 12 % en las poblaciones. La colecistectomía laparoscópica se ha convertido en el procedimiento estándar para la enfermedad de cálculos biliares. Sin embargo, el dolor es la queja más frecuente después de la colecistectomía laparoscópica en el 17-41% de los pacientes y es la principal razón para pernoctar en el hospital el día de la operación. El dolor postoperatorio inmediato después de la colecistectomía laparoscópica presenta una variabilidad dependiente de factores, como del paciente, historia de la enfermedad biliar, quirúrgicos, presión creada por el neumoperitoneo, temperatura del gas insuflado y experiencia en el manejo del dolor por el área médica.

El dolor posquirúrgico es una complicación frecuente que no solo afecta el confort del paciente, sino que también tiene un impacto significativo en su estado hemodinámico. El dolor agudo puede desencadenar respuestas fisiológicas de estrés, como aumento de la frecuencia cardíaca, presión arterial y liberación de catecolaminas, lo que puede comprometer la estabilidad hemodinámica, especialmente en pacientes con comorbilidades cardiovasculares. Por lo tanto, el control adecuado del dolor no solo es esencial para el bienestar del paciente, sino también para prevenir complicaciones hemodinámicas que puedan afectar su recuperación postoperatoria.

Se ha demostrado que los antagonistas de NMDA son útiles en la reducción del dolor postoperatorio agudo, consumo de analgésicos, o ambos cuando se añaden a medios más convencionales de analgesia en el período perioperatorio. El magnesio es el cuarto catión más abundante en el cuerpo. Tiene efectos antinociceptivos en modelos animales y humanos. Estos efectos se basan principalmente en la regulación de la entrada de calcio en la célula y ese es el antagonismo fisiológico natural del receptor NMDA. Estos efectos han motivado la investigación del magnesio como coadyuvante para la analgesia postoperatoria.

Por ello se hace necesario resumir el planteamiento del problema en la siguiente pregunta de investigación:

¿Es el Sulfato de Magnesio un coadyuvante adecuado para el control del dolor post quirúrgico y disminución del uso de analgésicos en pacientes sometidos a colecistectomía laparoscópica en el Hospital General de Puebla “Dr. Eduardo Vázquez Navarro” durante el periodo Enero a Agosto de 2024?.

VI. HIPÓTESIS

A. HIPÓTESIS ALTERNATIVA

El Sulfato de Magnesio proporciona mejor control de dolor postquirúrgico y disminución del uso de analgésicos en pacientes sometidos a colecistectomía laparoscópica en el Hospital General de Puebla “Dr. Eduardo Vázquez Navarro” durante el periodo Enero a Agosto de 2024 que el manejo anestésico convencional.

B. HIPÓTESIS NULA

El Sulfato de Magnesio **no** proporciona mejor control de dolor postquirúrgico y disminución del uso de analgésicos en pacientes sometidos a colecistectomía laparoscópica en el Hospital General de Puebla “Dr. Eduardo Vázquez Navarro” durante el periodo Enero a Agosto de 2024.

VII. OBJETIVOS

A. OBJETIVO GENERAL

Determinar la efectividad del Sulfato de Magnesio en el control de dolor postquirúrgico y disminución del uso de analgésicos en pacientes sometidos a colecistectomía laparoscópica en el Hospital General de Puebla “Dr. Eduardo Vázquez Navarro” durante el periodo Enero a Agosto de 2024.

B. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

1. Evaluar el dolor postoperatorio a los 30, 60, 90 y 120 minutos de pacientes con colecistectomía laparoscópica en el área de la Unidad de Cuidados post anestésicos, con la escala EVA de los pacientes en estudio.
2. Determinar el requerimiento de analgésicos de los pacientes en estudio.
3. Contrastar el puntaje EVA y el requerimiento de analgésicos entre grupos de estudio.

VIII. MATERIAL Y MÉTODOS

En la presente investigación se realizó en pacientes sometidos de forma electiva a Colectomía Laparoscópica en el Hospital General de Puebla “Dr. Eduardo Vázquez Navarro” durante el periodo Enero a Agosto de 2024.

El tipo de estudio que se realizó es observacional, comparativo, prospectivo de tipo cohorte, unicéntrico, en pacientes sometidos a Colectomía Laparoscópica de forma electiva. Se seleccionó la muestra de forma dinámica, probabilístico, ya que los pacientes serán incluidos en el estudio sin sequedad y de manera consecutiva durante el periodo de tiempo ya establecido, y se incluyeron paciente de ambos sexos, con edad entre 18 a 65 años, procedimiento electivo y con un estado físico ASA de I a III que fueron atendidos en el área de quirófano del Hospital General de Puebla. Aquellos pacientes que presentan antecedente de ser alérgicos al Sulfato de Magnesio, cualquier tipo de dolor crónico o más de 3 meses, dolor con escala de EVA mayor a 7 previo a procedimiento, procedimiento de urgencia y antecedente de Coledocolitiasis fue excluido del presente estudio. Se establecieron los criterios de eliminación y son los pacientes que pudieran presentar sangrado mayor a 500ml, necesidad de unidad de cuidados intensivos, conversión de cirugía abierta, algún otro procedimiento extra durante la cirugía laparoscópica o fallecimiento.

Posterior a establecer los criterios de inclusión, se identificaron a los pacientes que se aplicó sulfato de magnesio y el grupo control, el cual se evaluó el control del dolor postquirúrgico mediante la escala de EVA a los 30, 60, 90 y 120 minutos en la unidad de cuidados post-anestésicos. Los datos obtenidos se registraron en la hoja de recolección de datos, se elabora la base de datos en sistema electrónico, se analizan los resultados y se procede a realizar las conclusiones,

A. DEFINICIÓN DE UNIDADES DE OBSERVACIÓN Y DEL GRUPO CONTROL

1. CRITERIOS DE INCLUSIÓN

- Pacientes de ambos sexos
- Pacientes con edad entre 18 hasta los 65 años
- Pacientes sometidos a procedimientos electivos
- Pacientes con estado físico ASA de I a III.

2. CRITERIOS DE EXCLUSIÓN

- Pacientes alérgicos a Sulfato de Magnesio.
- Pacientes con programación quirúrgica urgente
- Pacientes con antecedente de algún tipo de dolor crónico o dolor por más de 3 meses.
- Pacientes que presentan o que han presentado coledocolitiasis
- Pacientes que presentan dolor intenso verificado con EVA mayor a 7.

3. CRITERIOS DE ELIMINACIÓN

- Pacientes fallecidos.
- Pacientes que sean ingresados a la UCI.
- Pacientes que se convirtió la técnica quirúrgica de laparoscópica a abierta.
- Pacientes con sangrado de más de 500cc.
- Pacientes a quienes se les realizaron procedimientos extras a la colecistectomía laparoscópica.

B. ESTRATEGIA DE TRABAJO

Posterior a la aprobación del presente trabajo por parte del comité de investigación, se procederá a la conformación de la población de estudio mediante la invitación de los pacientes durante las consultas pre anestésicas; en dicha consulta se explicará la participación del paciente y se le dará a firmar el consentimiento informado, además, se le aplicará una entrevista para captar los datos clínicos y demográficos. Los pacientes seleccionados serán asignados aleatoriamente mediante un sorteo a uno de 2 grupos: un grupo de sulfato de magnesio y el grupo de control. Al grupo de sulfato de magnesio se le aplicó una dosis de impregnación de Sulfato de Magnesio de 40mg/kg dosis 30 minutos previos al ingreso a sala de quirófano, posteriormente ingresa paciente a sala de quirófano se coloca en mesa quirúrgica en posición decúbito dorsal, se realiza Monitoreo tipo I con Electrocardiograma continuo digital, presión arterial no invasiva programada a cada 5 minutos, oximetría de pulso, se inicia preoxigenación con fracción de oxígeno inspirado al 100% por 5 minutos y con mascarilla facial, se inicia inducción anestésica con opioide, Fentanilo a dosis de 5 mcg/kg, a los 5 minutos se aplica Propofol a dosis de 1.5mg/kg y Bloqueador neuromuscular no despolarizante (BNMND), Vecuronio, Cisatracurio o Rocuronio a dosis convencionales, posterior a latencia farmacológica de BNMND con una media de 4 minutos se realiza Laringoscopia directa, con colocación de tubo endotraqueal, se verifica su adecuada localización y se conecta a circuito de máquina de anestesia y se inicia con sevoflurano a un CAM de 1 como anestésico inhalatorio, se inicia infusión de Sulfato de Magnesio a dosis de 15mg/Kg/hr o placebo, con la suspensión de la misma al momento de extracción de pieza quirúrgica, además se aplicara Paracetamol 1gr dosis en el transquirurgico como analgésico; mientras que el grupo de control se aplicara solución salina al 0.9% 250cc 30 minutos previos al ingreso a quirófano. Posteriormente al egreso de sala de quirófano se evaluarán el puntaje EVA a los 30, 60, 90 y 120 minutos de permanencia en la unidad de cuidados post anestésicos (UCPA) y la necesidad de administración de algún AINE en cualquier momento de la estancia en UCPA en caso de presentar dolor moderado con una puntuación de la escala de EVA por arriba de 4. Los datos serán registrados en la hoja de recolección de datos y

posteriormente serán capturados al programa estadístico SPSS para realizar los cálculos estadísticos que consistirán en el cálculo de medidas de tendencia central y dispersión (media y desviación estándar) para las variables cuantitativas, y para las variables cualitativas se calcularán frecuencia y porcentajes. Para hacer la comparación entre los grupos de estudio se utilizará la prueba chi cuadrada para las variables cualitativas y para las variables cuantitativas la prueba t de student.

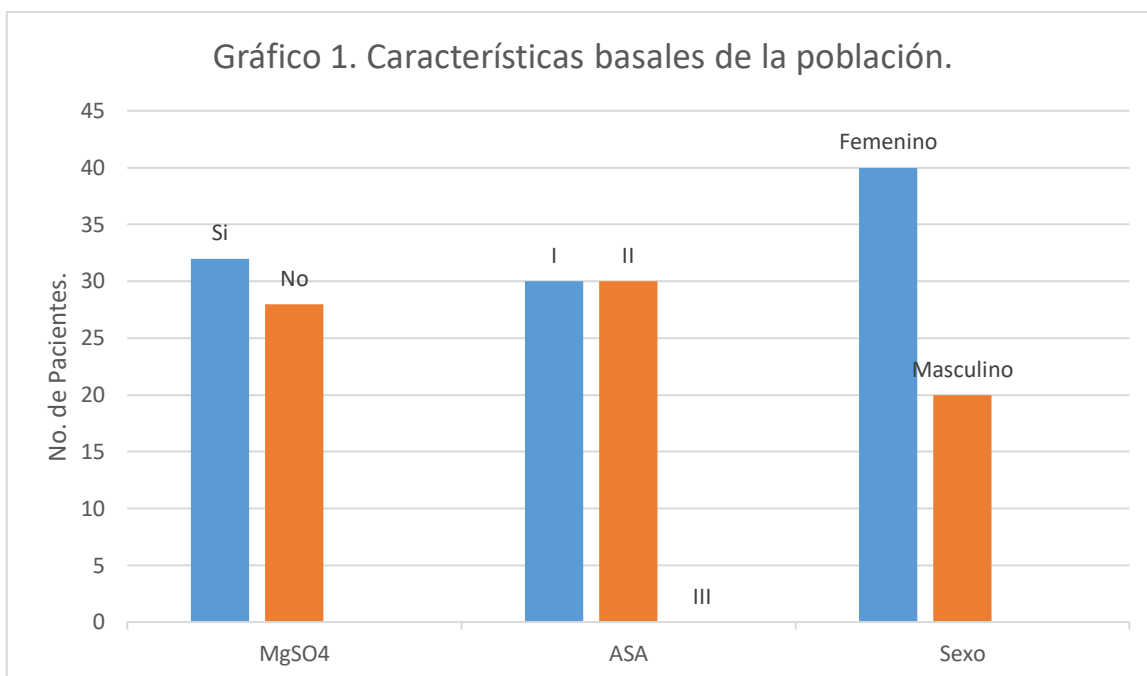
IX. RESULTADOS

El estudio incluyó a 60 pacientes sometidos a colecistectomía laparoscópica de forma electiva. Las características generales de la población se presentan en la Tabla 3, que refleja que los participantes son predominantemente adultos jóvenes, con una ligera predominancia por el sexo femenino. Tanto el peso como la estatura se encuentran dentro del rango promedio para nuestra población, sin presentar valores extremos, lo que indica una homogeneidad en la muestra analizada.

En cuanto a la administración de MgSO₄, el 53% de los pacientes recibió este medicamento, lo que sugiere una distribución equilibrada en el uso de la intervención. En el Grafico 1 esquematizamos la proporción de los pacientes con respecto a la cantidad que recibió MgSO₄ y quien no lo recibió, al igual la proporción de ASA y con respecto al sexo.

Tabla 3. Características basales de la población		
Variable	N=60	
Edad	38	±12
Peso	72	±9
Talla	158	±8
MgSO ₄ (sí)	32	53%
ASA		
I	30	50%
II	30	50%
III	0	0%
Sexo		
Mujeres	40	66.7%
Hombres	20	33.3%

a: resultados expresados en media y desviación estándar.



Los resultados de la tabla 4 indican que no existe una relación significativa entre la administración de MgSO₄ y el control del dolor evaluado mediante EVA a los 30 minutos postintervención. Tanto el grupo que recibió MgSO₄ como el que no lo recibió muestran una percepción del dolor similar, con un 53.4% de los pacientes en el grupo de MgSO₄ y un 45.8% en el grupo sin MgSO₄ presentando puntuaciones de EVA menores a 3. Estos resultados sugieren que, a los 30 minutos, la administración de MgSO₄ no parece influir significativamente en el control del dolor en comparación con aquellos que no lo recibieron.

Tabla 4. Análisis comparativo entre administración de MgSO ₄ y escala de EVA a los 30 minutos					N= 60
MgSO ₄	EVA >4		EVA <3		p*
	n	%	N	%	
Sí	1	50	31	53.4	0.924
No	1	50	27	45.8	

*Análisis estadístico: Chí cuadrada. Fuente: Autor

La tabla 5 muestra los resultados de la administración de MgSO_4 y su relación con el control y reducción del dolor, evaluada mediante EVA a los 60 minutos postquirúrgicos. En este análisis, se observa que el 67.4% de los pacientes que recibieron MgSO_4 experimentaron un control significativo del dolor, en comparación con solo el 31.8% en el grupo que no recibió este tratamiento. Esta diferencia es estadísticamente significativa, con un valor de $p < 0.001$, lo que indica que no es atribuible al azar, de acuerdo con la prueba de hipótesis utilizada (Chi cuadrada).

Además, al analizar a los pacientes que experimentaron un dolor más intenso EVA >4 , solo el 17.6% de los que recibieron MgSO_4 mantuvieron una puntuación elevada de dolor a los 60 minutos. Que en contraste con el grupo que no recibió MgSO_4 , el 82.4% seguía experimentando mayor dolor. Esto sugiere la eficacia del MgSO_4 en el manejo y control del dolor postoperatorio.

Tabla 5. Análisis comparativo entre administración de MgSO_4 y escala de EVA a los 60 minutos					N= 60
Variable	EVA >4		EVA <3		p^*
MgSO_4	n	%	N	%	
Sí	3	17.6	29	67.4	0.001
No	14	82.4	14	31.8	

*Análisis estadístico: Chí cuadrada.

Fuente: Autor

La tabla 6 muestra una comparación entre la administración de MgSO_4 y el control del dolor, medida con la escala EVA a los 90 minutos. Se observa que en el grupo que recibió MgSO_4 , el 77.8% de los pacientes logró un control significativo del dolor EVA <3 , mientras que solo el 22.2% de los pacientes que no recibieron MgSO_4 tuvo una mejora similar. Observando un valor de $p < 0.001$, que indica un efecto atribuible a la maniobra y no al azar por lo que sugiere el beneficio del MgSO_4 en el control de dolor postquirúrgico. Además, solo el 16.7% de los pacientes tratados con

MgSO₄ reportó un dolor elevado EVA >4, en comparación con el 83.3% de los que no recibieron el tratamiento.

Tabla 6. Análisis comparativo entre administración de MgSO ₄ y escala de EVA a los 90 minutos					N= 60
Variable	EVA >4		EVA <3		p*
MgSO ₄	N	%	N	%	
Sí	4	16.7	28	77.8	0.001
No	20	83.3	8	22.2	

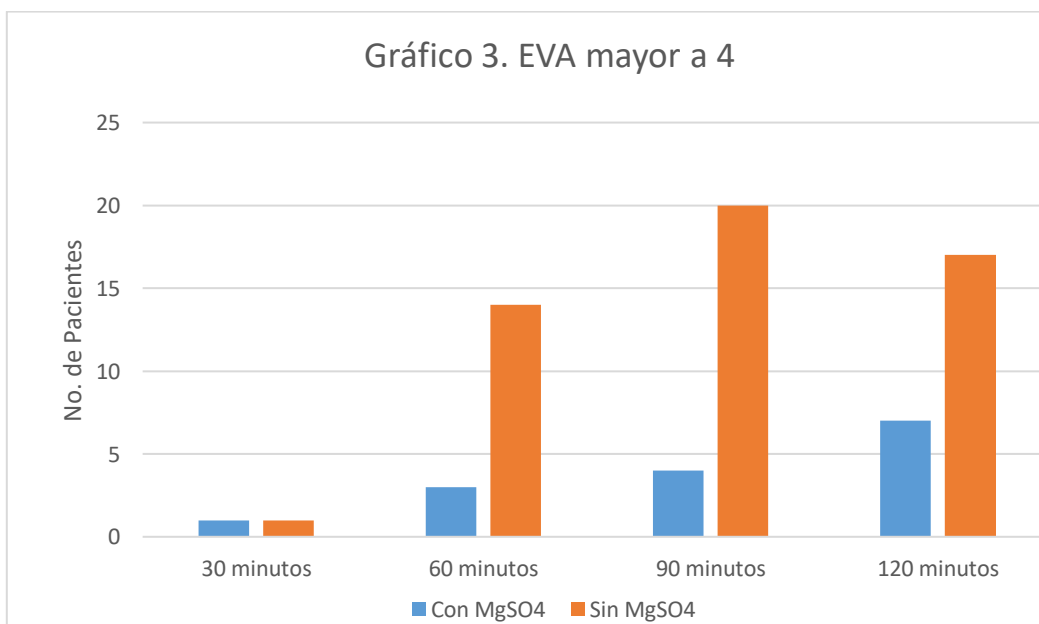
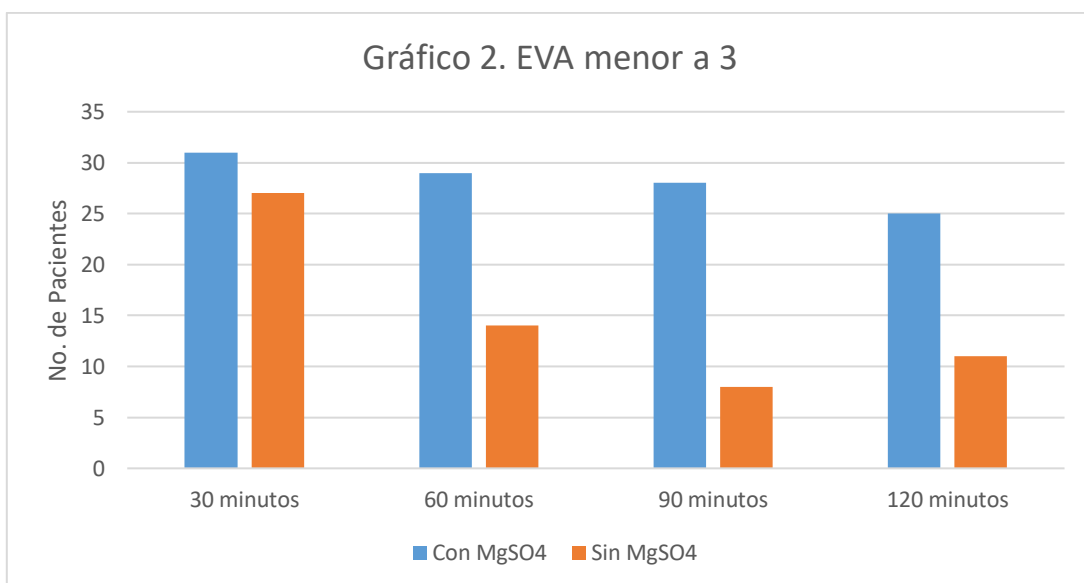
*Análisis estadístico: Chí cuadrada.
Fuente: Autor

La Tabla 7 muestra una comparación entre la administración de MgSO₄ y el control del dolor, evaluada mediante EVA a los 120 minutos. En el grupo que recibió MgSO₄, el 69.4% de los pacientes experimentó un control significativo del dolor EVA <3, en contraste con solo el 30.6% en el grupo que no recibió MgSO₄. Estos resultados evidencian que, a pesar del tiempo transcurrido, el efecto coadyuvante del MgSO₄ en el control del dolor es notable y persistente, con un valor de p que sigue siendo estadísticamente significativo. Además, solo el 29.2% de los pacientes tratados con MgSO₄ reportaron un dolor elevado (EVA >4), mientras que en el grupo sin tratamiento, el 70.8% de los pacientes experimentaron dolor en ese rango.

Tabla 7. Análisis comparativo entre administración de MgSO ₄ y escala de EVA a los 120 minutos					N: 60
Variable	EVA >4		EVA <3		p*
MgSO ₄	N	%	N	%	
Sí	7	29.2	25	69.4	0.002
No	17	70.8	11	30.6	

*Análisis estadístico: Chí cuadrada.
Fuente: Autor

De acuerdo al estudio actual se observa que la aplicación de MgSO_4 con el esquema ya establecido sirve como coadyuvante para el control del dolor con respecto al grupo control, y se establece con una calificación con respecto a la escala de EVA menor a 3 y el mejor control del dolor se ve evidenciado a partir de los 60, 90 y 120 minutos como se demuestra en el gráfico 2. En comparación con el grupo que no se aplicó MgSO_4 , el control del dolor fue menor y se evidencio con una calificación mayor a 4 con respecto a la escala de EVA a partir de los 60 minutos, representado en el gráfico 3.



A. MEDICACIÓN DE RESCATE.

En cuanto al manejo del dolor en pacientes de ambos grupos que presentaron dolor moderado o con una calificación mayor a 4 con respecto a la escala de EVA, se administró como rescate un AINEs, Ketorolaco a una dosis de 30mg intravenoso. En comparación entre ambos grupos de estudio, el grupo en el que se utilizó MgSO₄ tuvo menor número de paciente que requirió la aplicación de Ketorolaco como analgésico rescate, para el control del dolor.

X. DISCUSIÓN

El dolor es el síntoma que con mayor frecuencia refieren los pacientes en el periodo postquirúrgico inmediato, hasta en el 80% de los casos, por lo que el control o el alivio de éste representan una de las metas principales para el médico Anestesiólogo.

Se ha evidenciado que la administración de sulfato de magnesio a diferentes niveles tiene un adecuado control del dolor además de disminuir la intensidad en el que este se presenta como se evidencia en el estudio prospectivo de Zahra et al. en el año 2021, administró a nivel peritoneal sulfato de magnesio en combinación con bupivacaína, al igual que Jijo et al., en el año 2022 que administro $MgSO_4$ en el lecho de la vesícula biliar por vía intraperitoneal posterior a su resección, y el nivel del dolor referido por los pacientes fue menor en comparación con los estudios de control. También el efecto beneficioso del sulfato de magnesio para control del dolor se demuestra en el estudio de Bhat et al., en el año 2022 en el que aplico sulfato de magnesio más ropivacaína a nivel intratecal. En el estudio de Shakya et al., en el año 2022, se aplicó $MgSO_4$ con bupivacaína al 0.25% en el que el dolor es menor en el grupo de estudio y mejor satisfacción.

La administración de sulfato de magnesio a nivel intravenoso presenta un control adecuado del dolor postquirúrgico, como también lo comenta Akhondi et al. en el año 2023 realizó un ensayo clínico, en el que utilizo Sulfato de Magnesio para el control del dolor, y el cual la puntuación media de dolor en el grupo de intervención en recuperación, después de la cirugía fue significativamente menor que en el grupo control, al igual que menor uso de analgésicos.

El uso de sulfato de magnesio como coadyuvante ha comprobado que tiene una mejora en el dolor, por lo que su administración junto con analgésicos locales, AINEs y otros anestésicos hacen en la práctica un mejor control del dolor.

XI. CONCLUSIONES.

El Sulfato de Magnesio (MgSO_4) al actuar como antagonista de los receptores de glutamato NMDA responsable de la sensibilización central, ha demostrado propiedades analgésicas significativas. En el presente estudio, su administración a dosis establecida como coadyuvante junto a un solo analgésico (Paracetamol) para el control del dolor postquirúrgico inmediato, mostro una mejoría significativa en el manejo del dolor en comparación con el grupo que no recibió MgSO_4 .

Estos resultados indican un control más efectivo y una reducción notable del dolor postoperatorio, lo que refuerza el potencial del MgSO_4 como complemento en el tratamiento analgésico.

XII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- 1.- Cohen M, Quintner J, van Rysewyk S. Reconsidering the International Association for the Study of Pain definition of pain. *Pain Rep* 2018; 3(2):e634
- 2.- Yam MF, Loh YC, Tan CS, et al. General Pathways of Pain Sensation and the Major Neurotransmitters Involved in Pain Regulation. *Int J Mol Sci* 2018; 19(8):2164
- 3.- Smith ESJ. Advances in understanding nociception and neuropathic pain. *J Neurol* 2018; 265(2):231–238
- 4.- Ringkamp M, Dougherty PM, Raja SN. Anatomy and Physiology of the Pain Signaling Process. En: *Essentials of Pain Medicine*, 2018 Elsevier Inc.
- 5.- McCarberg B, Peppin J. Pain Pathways and Nervous System Plasticity: Learning and Memory in Pain. *Pain Medicine* 2019; 20(12):2421–2437
- 6.- Lee GI, Neumeister MW. Pain: Pathways and Physiology. *Clin Plast Surg* 2020; 47(2):173-180.
- 7.- Segelcke D, Pradier B, Pogatzki E. Advances in assessment of pain behaviors and mechanisms of post-operative pain models. *Current Opinion in Physiology* 2019; 11:85–92
- 8.- Lovich J, Smith CE, Brandt CP. Postoperative Pain Control. *Surg Clin North Am* 2015; 95(2):301-318
- 9.- Coppes OJM, Yong RJ, Kaye AD, et al. Patient and Surgery-Related Predictors of Acute Postoperative Pain. *Curr Pain Headache Rep* 2020; 24(4):12
- 10.- Gan TJ. Poorly controlled postoperative pain: prevalence, consequences, and prevention. *J Pain Res* 2017; 10:2287-2298
- 11.- Hutchison RW. Challenges in acute post-operative pain management. *Am J Health-Syst Pharm* 2007; 64(Suppl 4):S2-S5

- 12.- Sinatra R. Causes and Consequences of Inadequate Management of Acute Pain. *Pain Med* 2010; 11(12):1859-1871
- 13.- Baratta JL, Schwenk ES, Viscusi ER. Clinical Consequences of Inadequate Pain Relief: Barriers to Optimal Pain Management. *Plast Reconstr Surg* 2014; 134:15S
- 14.- Apfelbaum JL, Chen C, Mehta SS, et al. Postoperative Pain Experience: Results from a National Survey Suggest Postoperative Pain Continues to Be Undermanaged. *Anesth Analg* 2003; 97:534–540.
- 15.- Rawal N. Current issues in postoperative pain management. *Eur J Anaesthesiol* 2016; 33(3):160-171
- 16.- Sommer M, De Rijke JM, Van Kleef M, et al. The prevalence of postoperative pain in a sample of 1490 surgical inpatients. *Eur J Anaesthesiol* 2008; 25(4):267-274
- 17.- Delgado DA, Lambert BS, BoutrisN, et al. Validation of Digital Visual Analog Scale Pain Scoring With a Traditional Paper-based Visual Analog Scale in Adults. *J Am Acad Orthop Surg Glob Res Rev* 2018; 2(3):e088
- 18.- Karcioğlu O, Topacoglu H, Dikme O, et al. A systematic review of the pain scales in adults: Which to use? *Am J Emerg Med* 2018; 36(4):707-714
- 19.- Hawker GA, Mian S, Kendzerska T, et al. Measures of Adult Pain. *Arthritis Care & Research* 2011; 63(S11):S240-S252
- 20.- Pathak A, Sharma S, Jensen MP. The utility and validity of pain intensity rating scales for use in developing countries. *Pain Rep* 2018; 3(5):e672.
- 21.- Chou LB, Niu EL, Williams AA, et al. Postoperative Pain After Surgical Treatment of Ankle Fractures: A Prospective Study. *J Am Acad Orthop Surg Glob Res Rev* 2018; 2(9):e021

- 22.- Lazaridou A, Elbaridi N, Edwards RR, et al. Pain Assessment. En: Essentials of Pain Medicine (Fourth Edition). Elsevier Inc. 2018; pp 39-46.e1
- 23.- Mou D, Tesfasilassie T, Hirji S, et al. Advances in the management of acute cholecystitis. *Ann Gastroenterol Surg* 2019; 3:247–253
- 24.- Putri D, Santoso, Prasetyo AA, et al. The difference of length of stay, surgical site infection, post surgical pain, and bile leak in laparoscopic cholecystectomy and open cholecystectomy. *Diponegoro Medical Journal* 2021; 10(2):112-117
- 25.- Hafeez I, Siddiqui MA, Ali I, et al. Post-Operative Outcome of Open Cholecystectomy in Patients Receiving Spinal Versus General Anesthesia. *PJMHS* 2022; 16(7):582-584
- 26.- Sanford DE. An Update on Technical Aspects of Cholecystectomy. *Surg Clin North Am* 2019; 99(2):245-258
- 27.- Majumder A, Altieri MS, Brunt LM. How do I do it: laparoscopic cholecystectomy. *Ann Laparosc Endosc Surg* 2020; 5(1)
- 28.- Cole BE. Pain management: classifying, understanding, and treating pain. *Hospital physician* 2002; 23:1-8
- 29.- Golzari SEJ, Nader ND, Mahmoodpoor A. Underlying Mechanisms of Postoperative Pain After Laparoscopic Surgery. *JAMA Surgery* 2016; 151(3):295
- 30.- Kamel WY, Shoukry AA. Magnesium sulphate within multimodal analgesia, pre-emptive, or preventive analgesia. *Ain-Shams J Anesthesiol* 2022; 14:7
- 31.- Saad MA, El-Kawaly H, El-FeqyES, et al. Comparative study of intravenous versus intraperitoneal magnesium sulphate in post operative pain management after laparoscopic cholecystectomy. *Al-Azhar Med J* 2023; 52(1):289-302
- 32.- Kansal A, Kataria D, Garg S, et al. Comparison of Analgesic Effects of Intravenous and Intraperitoneal Magnesium Sulphate in Laparoscopic

Cholecystectomy: A Prospective Randomized Controlled Study. Archives of Anesthesiology and Critical Care 2022; 8(4):310-317

33.- Elfiky MAM, Stohy AM, et al. Comparative Study between Intravenous and Intraperitoneal Magnesium Sulphate as Adjuvant to General Anesthesia for Pain Management in Laparoscopic Cholecystectomy. The Egyptian Journal of Hospital Medicine 2018; 72(11):5695-5704

34.- Filho SES, Sandes CS, Vieira JE, et al. Analgesic effect of magnesium sulfate during total intravenous anesthesia: randomized clinical study. Brazilian Journal of Anesthesiology 2021; 71(5):550-557

35.- White PF, Kehlet H. Improving Postoperative Pain Management. Anesthesiology 2010; 112:220–225

36.- Mitra S, Carlyle D, Kodumudi G, et al. New advances in acute postoperative pain management. Curr Pain Headache Rep 2018; 22(5):35

37.- Kolettas A, Lazaridis G, Baka S, et al. Postoperative pain management. J Thorac Dis 2015; 7(Suppl 1):S62-S72

38.- Ohnesorge H, Günther V, Grünewald M, et al. Postoperative pain management in obstetrics and gynecology. J Turk Ger Gynecol Assoc; 21(4):287-297

39.- Pirie K, Traer E, Finniss D, et al. Current approaches to acute postoperative pain management after major abdominal surgery: a narrative review and future directions. British Journal of Anaesthesia 2022; 29(3):378-393

40.- Simpson JC, Bao X, Agarwala A. Pain management in enhanced recovery after surgery (ERAS) protocols. Clin Colon Rectal Surg 2019; 32(2):121-128

41.- Chitnis SS, Tang R, Mariano ER. The role of regional analgesia in personalized postoperative pain management. Korean J Anesthesiol. 2020; 73(5):363-371

- 42.- Jin Z, Lee C, Zhang K, et al. Safety of treatment options available for postoperative pain. *Expert Opin Drug Saf* 2021; 20(5):549-559
- 43.- Gilardi E, Marsiliani D, Nicolò R, et al. Magnesium sulphate in the Emergency Department: an old, new friend. *European Review for Medical and Pharmacological Sciences* 2019; 23:4052-4063
- 44.- Rebollar RE, García MV, Morales J, et al. Magnesium sulfate in pediatric anesthesia: the Super Adjuvant. *Paediatr Anaesth* 2017; 27(5):480-489
- 45.- Lu JF, Nightingale CH. Magnesium Sulfate in Eclampsia and Pre-Eclampsia Pharmacokinetic Principles. *Clin Pharmacokinet* 2000; 38(4):305-314
- 46.- Gutiérrez CI, Carrillo O, Pérez ES. Uses of magnesium sulfate in anesthesiology. *Rev Med Hosp Gen Mex*. 2022; 85(1):25-33
- 47.- Barbosa FT, Barbosa LT, Jucá MJ, et al. Applications of Magnesium Sulfate in Obstetrics and Anesthesia. *Rev Bras Anesthesiol* 2010; 60(1):104-110
- 48.- Soave PM, Conti G, Costa R, et al. Magnesium and Anaesthesia. *Current Drug Targets* 2009; 10:734-743
- 49.- Cavalcanti IL, de Lima FLT, da Silva MJS, et al. Use Profile of Magnesium Sulfate in Anesthesia in Brazil. *Front Pharmacol* 2019; 10:429
- 50.- Fuchs T, Czarnetzki C, Tassonyi E. Peri-operative administration of magnesium and its neuromuscular consequences. *Eur J Anaesthesiol* 2021; 38:333–334
- 51.- Módolo NSP, de Barros GAM. Magnesium: the underestimated ion. *Brazilian Journal of Anesthesiology* 2021; 71(5):477-479
- 52.- Gutiérrez CI, Carrillo O, Pérez ES. Uses of magnesium sulfate in anesthesiology. *Rev Med Hosp Gen Mex* 2022; 85(1):25-33

- 53.- Abad C, Piñero S, Proverbio T, et al. Sulfato de magnesio: ¿una panacea? INCI 2005; 30(9)
- 54.- Ismail AAA, Ismail Y, Ismail AA. Clinical Assessment of Magnesium Status in the Adult: An Overview. En: Magnesium in Human Health and Disease, Nutrition and Health. Springer Science+Business Media New York 2013
- 55.- Soave PM, Conti G, Costa R, et al. Magnesium and Anaesthesia. Current Drug Targets 2009; 10:734-743
- 56.- Zahra AA, Abo-Elenin KM, El-Fiky EM, et al. Intra Peritoneal Instillation of Bupivacaine or Bupivacaine plus Magnesium Sulphate or Bupivacaine plus Dexamethasone on Post-Operative Pain after Laparoscopic Cholecystectomy: A Randomized Controlled Study. The Egyptian Journal of Hospital Medicine 2021; 84:2655-2662
- 57.- Bhat WM, Jan M, Islam MU, et al. Magnesium Sulphate as an Adjuvant to Ropivacaine in Bilateral Transversus Abdominis Plane Block for Laparoscopic Cholecystectomy: A Randomised Double-blind Clinical Study. Journal of Clinical and Diagnostic Research 2022; 16(12):UC15-UC19
- 58.- Jijo J, Rashmi R, Fijul K. Postoperative Analgesia in Laparoscopic Cholecystectomy following Intraperitoneal Magnesium Sulphate: A Prospective Cohort Study. Journal of Clinical and Diagnostic Research 2022; 16(9):UC24-UC27
- 59.- Shakya MJ, Patidar DK, Baghel H. Intraperitoneal Instillation of Magnesium Sulphate and Dexmedetomidine for Postoperative Analgesia after Laparoscopic CholecystectomyA Randomised Clinical Study. Journal of Clinical and Diagnostic Research 2022; 16(1):UC18-UC21
- 60.- Akhondi M, Sarkoohi A. Effect of Intravenous Injection of Magnesium Sulphate on Intraoperative End-Tidal CO₂ Level and Postoperative Pain in Laparoscopic Cholecystectomy. Anesth Pain Med 2023; 13(6):e135189

61.- Sravanthi GC, Abuji K, Soni SL, et al. Effect of intraperitoneal magnesium sulfate in the prevention of postoperative pain in daycare laparoscopic cholecystectomy – A prospective randomized controlled trial. Indian J Pharmacol 2023; 55:174-178

62.- ElHoshy HS, Yacout AGE. Efficacy of esmolol versus magnesium sulphate on quality of recovery in patients undergoing laparoscopic cholecystectomy: Randomized controlled study. Egyptian Journal of Anaesthesia 2023; 39(1):665-672.

XIII. ANEXOS

HOJA DE RECOLECCIÓN DE DATOS

Folio interno: _____

Edad: _____

Sexo: _____

Peso: _____

Talla: _____

MgSO₄: Si _____. No _____

Estado físico ASA: _____

Puntaje EVA en el postquirúrgico inmediato.

30 minutos _____

60 minutos _____

90 minutos _____

120 minutos _____

Requerimientos de uno o más analgésicos _____

Complicaciones: _____

ABREVIATURAS, SIGLAS Y ACRÓNIMOS

A β : Fibras A Beta.

A δ : Fibras A Delta.

AINE: Anti-inflamatorio no esteroideo.

BNMND: Bloqueador neuromuscular no despolarizante.

CISA: Canales iónicos sensibles al ácido.

COX: Ciclooxygenasa.

ERAS: Recuperación mejorada después de la cirugía.

EVA: Escala visual analógica.

FPS-R: Escala de dolor de rostros revisada.

GABA: Ácido gamma-aminobutírico

IASP: Asociación Internacional para el estudio del dolor.

MG: Magnesio.

MgSO₄-7H₂O: Sulfato de Magnesio Heptahidratado.

MgSO₄: Sulfato de Magnesio

NaV: Canales de sodio dependientes de voltaje.

NMDA: Ácido N-Metil-D-aspartato.

NRS: Escala de calificación numérica.

NYHA: Asociación del corazón de Nueva York.

PRGC: Péptido relacionado con el gen de la calcitonina.

SNC: Sistema Nervioso central.

LISTA DE TABLAS

Tabla 1: Consecuencias del dolor postoperatorio no aliviado.

Tabla 2: Resumen de escalas para evaluación del dolor.

Tabla 3: Características basales de la población.

Tabla 4: Análisis comparativo entre administración de Sulfato de Magnesio y escala de EVA a los 30 minutos.

Tabla 5: Análisis comparativo entre administración de Sulfato de Magnesio y escala de EVA a los 60 minutos.

Tabla 6: Análisis comparativo entre administración de Sulfato de Magnesio y escala de EVA a los 90 minutos.

Tabla 7: Análisis comparativo entre administración de Sulfato de Magnesio y escala de EVA a los 120 minutos.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Escala de EVA.

Figura 2: Escala de calificación numérica.

Figura 3: Escala de dolor de rostros revisada.

LISTA DE GRAFICOS

Gráfico 1: Características basales de la población.

Gráfico 2: EVA menor a 3.

Gráfico 3: EVA mayor a 4.

