



UNIVERSIDAD CENTRAL DE VENEZUELA
FACULTAD DE MEDICINA
COORDINACIÓN DE ESTUDIOS DE POSTGRADO
PROGRAMA DE ESPECIALIZACIÓN EN ANESTESIOLOGÍA
HOSPITAL DEL ESTE “DR. DOMINGO LUCIANI”

**CIRUGÍA ABDOMINAL Y GINECOLÓGICA ELECTIVA: DEMOSTRAR LA
INCIDENCIA DE RELAJACIÓN RESIDUAL ASOCIADA A SULFATO DE
MAGNESIO A DOSIS ANALGÉSICA**

**Trabajo Especial de Grado que se presenta para optar al título de Especialista en
Anestesiología**

Laura Carolina Colmenarez Medina
Katherine Marian Mendoza Soto

Tutor: Luis Miguel Novoa Zuloaga

Caracas, diciembre de 2016



UNIVERSIDAD CENTRAL DE VENEZUELA
FACULTAD DE MEDICINA
COORDINACIÓN DE ESTUDIOS DE POSTGRADO



VEREDICTO

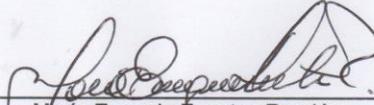
Quienes suscriben, miembros del jurado designado por el Consejo de la Facultad Medicina de la Universidad Central de Venezuela, para examinar el **Trabajo Especial de Grado** presentado por: **KATHERINE MARIAN MENDOZA SOTO**, portadora de C.I V- 18.266.140, bajo el título "CIRUGÍA ABDOMINAL Y GINECOLÓGICA ELECTIVA: DEMOSTRAR LA INCIDENCIA DE RELAJACIÓN RESIDUAL ASOCIADA A SULFATO DE MAGNESIO A DOSIS ANALGÉSICA", a fin de cumplir con el requisito legal para optar al grado académico de **ESPECIALISTA EN ANESTESIOLOGIA - HDL**, dejan constancia de lo siguiente:

1.- Leído como fue dicho trabajo por cada uno de los miembros del jurado, se fijó el día 07 de diciembre de 2016 a las 08:00 am, para que la autora lo defendiera en forma pública, lo que ésta hizo en el Auditorio del Hospital General del Este Dr. Domingo Luciani, mediante un resumen oral de su contenido, luego de lo cual respondió satisfactoriamente a las preguntas que le fueron formuladas por el jurado, todo ello conforme con lo dispuesto en el Reglamento de Estudios de Postgrado.

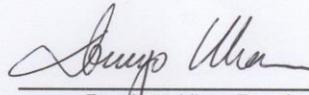
2.- Finalizada la defensa del trabajo, el jurado decidió **aprobarlo**, por considerar, sin hacerse solidario con las ideas expuestas por la autora, que se ajusta a lo dispuesto y exigido en el Reglamento de Estudios de Postgrado.

3.- El jurado por unanimidad decidió otorgar la calificación de **EXCELENTE** al presente trabajo por considerarlo de excepcional calidad.

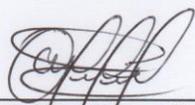
En fe de lo cual se levanta la presente ACTA, a los 07 días del mes de diciembre del año 2016, conforme a lo dispuesto en el Reglamento de Estudios de Postgrado, actuó como Coordinador del jurado Luis Miguel Novoa Zuloaga.



Maria Eugenia Fuentes Rondón
C.I. 8.684.240
Hospital General del Este Dr. Domingo
Luciani



Domingo Khan Fernández
C.I. 5.613.985
Hospital Clínico Universitario de Caracas



Luis Miguel Novoa Zuloaga
Hospital General del Este Dr. Domingo Luciani
C.I 18.868.379
Tutor





UNIVERSIDAD CENTRAL DE VENEZUELA
FACULTAD DE MEDICINA
COORDINACIÓN DE ESTUDIOS DE POSTGRADO



VEREDICTO

Quienes suscriben, miembros del jurado designado por el Consejo de la Facultad Medicina de la Universidad Central de Venezuela, para examinar el **Trabajo Especial de Grado** presentado por: **LAURA CAROLINA COLMENAREZ MEDINA** portador de C.I V.- 17.255.666, bajo el título "CIRUGÍA ABDOMINAL Y GINECOLÓGICA ELECTIVA: DEMOSTRAR LA INCIDENCIA DE RELAJACIÓN RESIDUAL ASOCIADA A SULFATO DE MAGNESIO A DOSIS ANALGÉSICA", a fin de cumplir con el requisito legal para optar al grado académico de **ESPECIALISTA EN ANESTESIOLOGIA - HDL**, dejan constancia de lo siguiente:

1.- Leído como fue dicho trabajo por cada uno de los miembros del jurado, se fijó el día 07 de diciembre de 2016 a las 08:00 am, para que el autor lo defendiera en forma pública, lo que éste hizo en el Auditorio del Hospital General del Este Dr. Domingo Luciani, mediante un resumen oral de su contenido, luego de lo cual respondió satisfactoriamente a las preguntas que le fueron formuladas por el jurado, todo ello conforme con lo dispuesto en el Reglamento de Estudios de Postgrado.

2.- Finalizada la defensa del trabajo, el jurado decidió **aprobarlo**, por considerar, sin hacerse solidario con las ideas expuestas por el autor, que se ajusta a lo dispuesto y exigido en el Reglamento de Estudios de Postgrado.

3.- El jurado por unanimidad decidió otorgar la calificación de **EXCELENTE** al presente trabajo por considerarlo de excepcional calidad.

En fe de lo cual se levanta la presente ACTA, a los 07 días del mes de diciembre del año 2016, conforme a lo dispuesto en el Reglamento de Estudios de Postgrado, actuó como Coordinador del jurado Luis Miguel Novoa Zuloaga.

María Eugenia Fuentes Rondón
C.I 8.684.240

Hospital General del Este "Dr. Domingo Luciani"

Domingo Khan Fernández
C.I. 5.613.985

Hospital Clínico Universitario de Caracas

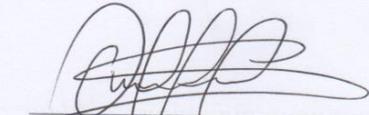
Luis Miguel Novoa Zuloaga
C.I 18.868.379

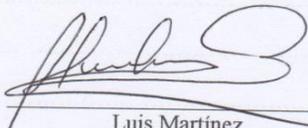
Hospital General del Este "Dr. Domingo Luciani"
Tutor

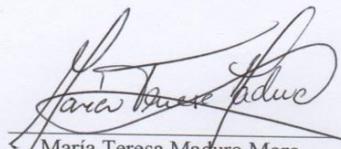


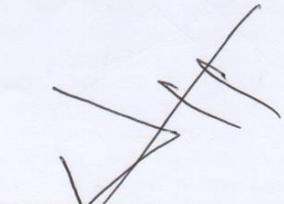
INDICE DE CONTENIDO

RESUMEN	1
INTRODUCCIÓN	3
MÉTODOS	19
RESULTADOS	24
DISCUSIÓN	24
RECOMENDACIONES	26
REFERENCIAS	28
ANEXOS	30


Luis Miguel Novoa Zuloaga
Tutor


Luis Martínez
Director del Programa de Anestesiología


María Teresa Mauro Moro
Coordinador del Programa de Anestesiología


Douglas Angulo
Asesor Estadístico

INDICE DE CONTENIDO

RESUMEN.....	01
INTRODUCCIÓN.....	03
MÉTODOS.....	20
RESULTADOS.....	24
DISCUSIÓN.....	25
RECOMENDACIONES.....	27
REFERENCIAS.....	28
ANEXOS.....	30

***CIRUGÍA ABDOMINAL Y GINECOLÓGICA ELECTIVA: DEMOSTRAR LA
INCIDENCIA DE RELAJACIÓN RESIDUAL ASOCIADA A SULFATO DE
MAGNESIO A DOSIS ANALGÉSICA***

Laura Carolina Colmenarez Medina C.I: 17.255.666. Sexo: Femenino. E-mail: colmenarezlaura1986@gmail.com. Telf: 0424-4266040. Dirección: Avenida Lisboa, urbanización california norte, quinta Amalia Petare Edo. Miranda. Programa de Especialización en Anestesiología.

Katherine Marian Mendoza Soto. C.I: 18.266.140. Sexo: Femenino. E-mail: katherinemendoza@hotmail.com. Telf: 0426-5336071. Dirección: Calle Arichuna, quinta Chiromay. El llanito, Petare Edo. Miranda. Programa de Especialización en Anestesiología.

Tutor: **Luis Miguel Novoa Zuloaga** C.I: 18.868.379. Sexo: Masculino. E-mail: luisnovoa1986@gmail.com. Telf: 0424-4263894. Dirección: Fuerte Tiuna Conjunto Residencial Socialista Ciudad Tiuna, calle 3, torre A-04, piso 1, apto H Caracas. Médico Especialista en Anestesiología.

RESUMEN

Objetivo: Determinar la incidencia de relajación residual con la administración de sulfato de magnesio a dosis analgésica en pacientes sometidos a cirugía electiva. **Método:** Estudio prospectivo de diseño cuasiexperimental en el cual se administró sulfato de magnesio a dosis de 40 mg/kg en pacientes sometidos a cirugía electiva. **Población:** Todos los pacientes sometidos a cirugía abdominal y ginecológica electiva en el Hospital General del Este “Dr. Domingo Luciani” que requirieron anestesia general durante un período continuo de 6 meses. **Muestra:** Se realizó el trabajo en base a una muestra intencional no probabilística constituida por 60 pacientes. **Resultados:** Se observó que de la muestra, solo 14 individuos presentaron entre los 60 y 90 minutos de la administración del relajante neuromuscular cifras de TOF entre 1 y 2, de los cuales sólo 2 pacientes presentaron signos clínicos característicos de relajación neuromuscular residual posterior a la administración endovenosa de atropina y neostigmina. **Conclusiones:** La administración de sulfato de magnesio a dosis analgésica produce baja incidencia de relajación neuromuscular residual.

PALABRAS CLAVE: relajación residual, tren de cuatro (TOF), sulfato de magnesio, analgesia multimodal.

*ABDOMINAL SURGERY AND ELECTIVE GYNECOLOGY: DEMONSTRATE THE
INCIDENCE OF RESIDUAL RELAXATION ASSOCIATED WITH MAGNESIUM SULFATE
TO ANALGESIC DOSE.*

ABSTRACT

Objective: Determine the incidence of residual relaxation through the administration of magnesium sulfate at analgesic dose in patients who underwent elective surgery. **Method:** A prospective, quasi-experimental design in which magnesium sulfate is administered at a dose of 40 mg / kg in patients that underwent elective surgery. **Population:** All patients that received elective abdominal and gynecologic surgery at the General Hospital of the East "Dr. Domingo Luciani" requiring general anesthesia during a period of 6 months. **Sample:** The study was performed based on an intentional non-probabilistic sample consisting of 60 patients. **Results:** Out of the sample, 14 individuals presented TOF scores between 1 and 2 after 60 to 90 minutes of the muscle relaxant administration. Of these patients, only 2 presented clinical signs of residual neuromuscular relaxation after the administration of atropine and neostigmine. **Conclusions:** Administration of magnesium sulfate at analgesic doses produces low incidence of residual neuromuscular relaxation.

KEYWORDS: residual relaxation, train of four (TOF), magnesium sulfate, multimodal analgesia

INTRODUCCIÓN

El magnesio (Mg) es un antagonista no competitivo del receptor de N-metil-D-aspartato (NMDA) que ha sido investigado previamente como un posible adyuvante para la analgesia tanto intraoperatoria como postoperatoria. Algunos estudios sugieren que el sulfato de magnesio perioperatorio reduce los requerimientos de anestésicos, relajantes neuromusculares y mejora la analgesia postoperatoria, se le han atribuido muchas propiedades, constituyendo una interrogante el conjunto de propiedades anestésicas que podría brindar y otorgando un campo para la investigación de las mismas.⁽¹⁾

Además el magnesio posee interacción con los relajantes neuromusculares mediante varios mecanismos; inhibe la liberación de acetilcolina en la placa motora, disminuye la excitabilidad de la fibra muscular y compite con el calcio en el miocito, este mecanismo se hace más evidente con los relajantes musculares no despolarizantes.⁽¹⁾

Los fármacos bloqueadores neuromusculares son utilizados para la relajación del músculo esquelético, para proporcionar condiciones óptimas al momento de la intubación endotraqueal, la ventilación mecánica y proporcionar las mejores condiciones para el acto quirúrgico. Como el procedimiento anestésico y la recuperación conforman un período en el cual el paciente recibe medicamentos específicos, los cuales se suman a los que el paciente recibe con anterioridad o posteriormente, resultan de gran importancia las interacciones medicamentosas, especialmente al considerar la cantidad de relajante neuromuscular que permanece residual durante el postoperatorio.⁽¹⁾

Se necesita que un 75% de receptores esté ocupado por el fármaco para que el bloqueo sea aparente y la relajación neuromuscular se evidencie. El bloqueo es completo cuando están ocupados el 92% de los receptores por el relajante neuromuscular. Los primeros efectos del bloqueo neuromuscular se pueden ver en los músculos oculares, luego en las vías respiratorias y en los músculos de la deglución. Para monitorear la fuerza muscular idealmente se debe tener un estimulador de nervio; esto se debe a que con el método visual o manual, no es posible evaluar objetivamente y medir un bloqueo real. La posibilidad de aplicar el estimulador se debe combinar con el examen clínico, dirigido a establecer la habilidad del

paciente para levantar la cabeza por 5 segundos, manifestar recuperación de los reflejos protectores de la vía aérea como sacar la lengua o deglutir. Se considera que un fármaco al cumplir el tiempo equivalente a tres vidas medias de eliminación, ha sido eliminado casi por completo del organismo.⁽²⁾

Planteamiento y delimitación del problema

El tratamiento eficaz del dolor es uno de los retos más importantes que permanecen en el ámbito quirúrgico. El dolor postoperatorio se asocia a un estímulo nocivo que desencadena la activación de los nociceptores; se deben emplear fármacos que intervengan en los procesos neuromediadores y neuromoduladores del dolor a fin de evitar la cronicidad del mismo.⁽¹⁾ La combinación de técnicas analgésicas y fármacos, poseen un efecto sinérgico, a pesar de utilizar diferentes vías de administración, hay aumento de la potencia analgésica, disminución de la dosis los mismos y por consiguiente reducción de la aparición de efectos adversos, que además reduce los casos de morbimortalidad y también influye en la disminución de la estancia hospitalaria.⁽²⁾

Tomando en cuenta la evidencia clínica y la fisiopatología del dolor, en la actualidad la administración de una terapia unimodal para el manejo del dolor postoperatorio se encuentra en desuso, por lo que surge la aplicación de una terapia preventiva y multimodal que incluye además del uso habitual de antiinflamatorios no esteroideos (AINES), la administración de fármacos que bloqueen la actividad nerviosa aferente y que controlen los procesos del dolor a nivel central.^(2,3)

Uno de los fármacos que se aplica en estas terapias de enfoque analgésico multimodal es el Sulfato de Magnesio ($MgSO_4$). El magnesio es el segundo catión intracelular más abundante en el organismo después del potasio, entre sus funciones se encuentran: participa en el metabolismo energético, regula el paso de iones transmembrana, así actúa como modulador de los canales de calcio voltaje dependientes. Además regula la bomba sodio-potasio ATPasa comportándose como un estabilizador de membrana y también interviene en la activación de numerosas enzimas dependientes de adenosín trifosfato (ATP).⁽⁴⁾

Se ha demostrado que el sulfato de magnesio posee un efecto antinociceptivo en modelos animales y humanos impidiendo la entrada de calcio intracelular y bloqueando de forma no competitiva el receptor NMDA, previniendo la sensibilización central causada por la estimulación periférica nociceptiva. Posee diversas propiedades interesantes entre las cuales cabe mencionar la inhibición de liberación de acetilcolina en la placa, compitiendo en el miocito con el calcio y reduciendo el nivel de excitación de la fibra muscular; lo que ocasiona su interacción con los relajantes neuromusculares.^(4,5)

El Sulfato de Magnesio también interviene en el nivel de concentración alveolar mínima (CAM) de los halogenados y actúa en la disminución de la aparición del temblor postoperatorio.⁽⁵⁾

Por lo anteriormente expuesto, se planteó el siguiente problema: ¿Presentarán relajación residual los pacientes sometidos a cirugía electiva abdominal y ginecológica bajo anestesia general asociado al uso de Sulfato de Magnesio a dosis analgésica en el Hospital General del Este “Dr. Domingo Luciani”?

Justificación e Importancia

El dolor postoperatorio es una variante del dolor agudo; es considerado uno de los peor tratados, pudiendo durar horas o días, ocasionando principalmente ansiedad y angustia en el paciente, es por ello que resulta ser un desafío en el ámbito quirúrgico. De manera habitual existen ciertas limitaciones al respecto ya que en muchas ocasiones esta situación es considerada como normal por parte de integrantes del personal de salud. El trauma quirúrgico ocasiona una respuesta endocrina refleja que principalmente causa aumento de la secreción de cortisol, catecolaminas y otras hormonas del estrés trayendo como consecuencia cambios a nivel cardiovascular como taquicardia, hipertensión, disminución del flujo sanguíneo regional, entre otros.⁽⁶⁾

Con la finalidad de mejorar el estado postoperatorio del paciente se han implementado diversos esquemas de analgesia multimodal que incluyen la combinación de dos más fármacos o métodos analgésicos para así potenciar el efecto analgésico, disminuir las dosis y por lo

tanto los efectos secundarios; lo que va a resultar en reducción de la estancia hospitalaria y de los costos tanto para el paciente como para la Institución.^(6,7)

Cada día cobra más vigencia el concepto de analgesia multimodal, la escalera analgésica es la mejor demostración de ello; donde se incluye el manejo progresivo de los diferentes tipos de analgésicos comparado con los diferentes niveles de dolor.^(7,8)

El control del dolor postoperatorio debe estar dirigido en primera instancia a brindar una mejor calidad de atención hospitalaria, lo que implica un adecuado tratamiento, el cual debe ser precoz y eficaz, debiendo mantenerse los días que sean necesarios, de acuerdo al tipo de cirugía y al umbral doloroso de cada paciente. A pesar de los grandes avances tecnológicos en muchos casos no se realiza un adecuado control del dolor postoperatorio, lo que conlleva a diversas complicaciones.⁽⁸⁾

Mediante el uso de dos o más fármacos se persigue que ocurra el sinergismo por medio de diferentes mecanismos de acción. Por ejemplo, la sinergia entre los sistemas alfa-adrenérgicos y opioides que ya ha sido demostrada. Del mismo modo, la combinación de fármacos como acetaminofen y anti-inflamatorios no esteroideos (AINES) que ofrece un efecto analgésico aditivo en el dolor agudo de leve a moderada intensidad. Además la administración de AINES que reduce la necesidad de opioides en 20-30% disminuyendo así los efectos secundarios de los mismos.⁽³⁾

Es importante mencionar que la cirugía general abdominal, es un procedimiento quirúrgico con una elevada incidencia de dolor agudo postoperatorio, en este tipo de cirugía el origen del dolor es múltiple: corte quirúrgico, manipulación visceral y movimiento. Las guías internacionales en tratamiento del dolor agudo postoperatorio enfatizan este grupo de procedimientos quirúrgicos, recomendando profilaxis analgésica y tratamiento agresivo del dolor inmediato a la recuperación anestésica.⁽⁸⁾

De acuerdo al departamento de archivos del Hospital General del Este “Dr. Domingo Luciani” anualmente se realizan alrededor de 400 cirugías abdominales en donde se incluyen: cura de hernias inguinales, cura de eventración y cirugía ginecológica; las cuales son intervenciones que ocasionan diversos grados de dolor. Muchos centros hospitalarios no

siguen protocolos de analgesia multimodal y tal es el caso de esta Institución. Se debe tomar en cuenta al emplear este tipo de terapia la interacción de cada uno de los fármacos a utilizar; tal es el caso del Sulfato de Magnesio que posee diversas propiedades y resulta eficaz en reanimación cardiopulmonar, obstetricia, cardiología, cirugía cardíaca, tratamiento del dolor, neumonología, así como también en el campo de la anestesiología.

Diferentes autores han estudiado el Sulfato de Magnesio y la interacción con otros fármacos de uso anestésico entre los cuales cabe mencionar: los relajantes neuromusculares no despolarizantes, los agentes halogenados y también lo vinculan con disminución de la incidencia de temblor postoperatorio.^(5,9)

El objetivo de este estudio es determinar la incidencia de relajación residual con la administración de sulfato de magnesio a dosis analgésica en pacientes sometidos a cirugía electiva general y ginecológica en el Hospital General del Este “Dr. Domingo Luciani” con la finalidad de determinar la influencia asociada al uso de relajantes musculares no despolarizantes y la aparición de otras manifestaciones clínicas en el postoperatorio, tales como dolor y temblor; de manera que, como anestesiólogos tener la capacidad de ofrecer mejores alternativas para el manejo postoperatorio de los pacientes, disminuir los gastos y costos relacionados con la estancia hospitalaria, proporcionar la temprana recuperación y retorno a la práctica diaria.

Antecedentes

Tramer y *et al.* en el año 1996 realizan un estudio aleatorizado, doble ciego conformado por 42 pacientes sometidas a histerectomía abdominal electiva con anestesia general, a un grupo se le administró sulfato de magnesio y al grupo control solución salina 15 ml por vía intravenosa antes del inicio de la cirugía y 2,5 ml / h para las siguientes 20 horas. Se evaluaron los requerimientos de morfina durante 48 h utilizando la analgesia controlada por el paciente, el flujo máximo espiratorio, dolor en reposo y durante el flujo máximo hasta las 48 horas del postoperatorio, 1 semana y 1 mes posterior a la cirugía; el insomnio se evaluó después de la primera y segunda noche del postoperatorio. Como resultados obtuvieron que los pacientes tratados con sulfato de magnesio requirieron menos morfina durante las primeras

48 horas en comparación con los sujetos del grupo control ($P < 0,03$), que fue más pronunciado durante las primeras 6 horas ($P < 0,004$), y experimentaron menos molestias durante el primer y segundo día postoperatorio ($P < 0,05$ a $0,005$). El grupo tratado con sulfato de magnesio no reveló ningún cambio en los patrones de sueño postoperatorio en comparación con los patrones preoperatorios. Los pacientes del grupo control presentaron más insomnio durante la primera y segunda noche del postoperatorio ($p < 0,002$ y $P < 0,005$, respectivamente) en comparación con los valores preoperatorios. Concluyendo con estos resultados que la administración perioperatoria de sulfato de magnesio se asocia con disminución de los requerimientos analgésicos y una mejor calidad del sueño en el período postoperatorio pero sin efectos adversos. ⁽¹⁰⁾

Karol Jaramillo en 2010 realiza un estudio prospectivo, observacional denominado reversión del atracurium con dosis residuales de neostigmine monitoreada con TOF WATCH que estuvo constituido por 82 pacientes con edades comprendidas entre 12 a 65 años, pertenecientes a cualquier tipo de ASA, sometidos a anestesia general, con tiempo quirúrgico menor a 150 minutos. Luego de obtener un plano anestésico profundo posterior a la inducción el 72% de los casos fueron ASA I, ninguno de estos pacientes presentaron problemas al administrar la reversión; mientras que algunos pacientes ASA II y III presentaron recuperación tardía por encima de los veinte minutos, donde el 9% se trató de toxemias grávidas manejadas con sulfato de magnesio, coincidiendo con la literatura mundial que este medicamento prolonga los efectos del bloqueo neuromuscular al ocasionar sinergismo de potencia con el atracurium. ⁽¹¹⁾

Huarachi J. y *et al.* en el año 2011 realizaron un estudio experimental, doble ciego y aleatorizado; estudiaron los efectos del sulfato de magnesio en el mantenimiento y postoperatorio inmediato de anestesia general inhalatoria para cirugía abdominal, seleccionaron dos grupos, uno experimental y un grupo control, de 42 pacientes programados para cirugía abdominal. Los pacientes luego de una inducción estándar, continuaron el mantenimiento de la anestesia con sevofluorane. El Grupo experimental recibió sulfato de magnesio (50 mg/kg) y el Grupo control agua destilada (20 ml). Se registró en todos los pacientes la concentración alveolar mínima (CAM), el tiempo de relajación con dos y tres respuestas del tren de cuatro, el dolor postoperatorio mediante la escala visual análoga (EVA)

y la incidencia de temblor postoperatorio. Concluyeron que la administración de sulfato de magnesio prolongó la relajación muscular y mejoró el control del dolor postoperatorio. También produjo una discreta disminución de la CAM de sevoflurane, sin una clara influencia en la incidencia de temblor postoperatorio.⁽⁵⁾

Donati F; en 2013 realiza un trabajo al cual tituló: Parálisis residual: ¿un problema real o reinventamos una nueva enfermedad?. Establece que la decisión de suministrar neostigmina o sugammadex debe basarse en el grado de recuperación motriz espontánea del músculo aductor del pulgar, y del músculo superciliar (ceja). El inconveniente más importante de la neostigmina es su capacidad limitada para revertir un bloqueo neuromuscular (BNM) profundo, que es una consecuencia de su efecto techo. Cuando la recuperación motriz espontánea alcanza el punto del cociente del TOF >0.4 o cuatro respuestas de igual contracción, se pueden suministrar dosis bajas de neostigmina. La dosis de sugammadex requerida depende de la intensidad del BNM y concluye una monitorización cuidadosa de la relajación neuromuscular (RNM) y posponer la administración de neostigmina hasta que se observen cuatro contracciones del aductor del pulgar, disminuyen la incidencia de bloqueo neuromuscular residual (BRNM) postanestésico.⁽¹²⁾

Albrecht y *et al.* en el año 2013 realizan un meta análisis para evaluar si la administración perioperatoria de magnesio endovenoso puede reducir el dolor postoperatorio. Se identificaron veinticinco ensayos que compararon magnesio con placebo. Independientemente de la forma de administración (bolo o infusión continua), la administración de magnesio perioperatorio redujo el consumo de morfina intravenosa en un 24,4% (diferencia media: 7,6 mg, 95% IC -9,5 a -5,8 mg; $p < 0,00001$) 24 horas posterior a la intervención. Las puntuaciones para el dolor en reposo y en movimiento a las 24 horas después de la operación se redujeron en un 4,2 % (95% IC -6,3 a -2,1; $p < 0,0001$) y 9.2 % (95% IC -16,1 a -2,3; $p = 0,009$), respectivamente. Concluye que la administración de magnesio endovenoso en el perioperatorio reduce el consumo de opiáceos, y en menor medida, las puntuaciones de dolor, en las primeras 24 horas posterior a la cirugía, sin reportar efectos adversos graves.⁽¹³⁾

Marco teórico

El magnesio es el segundo catión intracelular más abundante en el organismo después del potasio y el cuarto teniendo en cuenta el medio intra y extracelular. El organismo contiene entre 21 y 28 gramos de magnesio. Del total un 53% se encuentra en el hueso, un 27% en el músculo y un 19% en grasa y tejidos blandos. Pero lo más importante es conocer que el plasma contiene tan sólo un 0,3%. De esta pequeña proporción la mayor parte (63%) se encuentra ionizado, un 19% unido a proteínas y el resto formando compuestos generalmente en forma de sales (citrato, bicarbonato o fosfato magnésico). La concentración en suero debe oscilar entre 1,7 y 2,3 mg dL⁻¹ (1,4-2,0 mEq L⁻¹).^(1,4,14)

Entre las diversas funciones del magnesio cabe mencionar, su intervención en el metabolismo energético, es cofactor de enzimas del metabolismo glucídico, de la síntesis y degradación de ácidos nucleicos, proteínas y ácidos grasos. Además actúa en la oxidación mitocondrial y se encuentra unido al ATP dentro de la célula. Adicionalmente, regula el paso de iones transmembrana. Modula los canales de calcio en la membrana celular y en sitios específicos intracelulares como la membrana mitocondrial e inhibe la activación calcio dependiente de los canales del retículo sarcoplásmico, bloqueando los canales de calcio.⁽⁴⁾

El magnesio se encuentra disponible para la administración intravenosa como sulfato de magnesio; el cual actúa en varios niveles celulares, inhibiendo la entrada de calcio por antagonismo competitivo con canales de calcio tanto en la membrana celular como en receptores específicos intracelulares (membrana mitocondrial); también inhibe a altas concentraciones plasmáticas la bomba ATPasa Na⁺/K⁺ y por último es antagonista del receptor NMDA.⁽⁴⁾

Se han estudiado diversos efectos del sulfato de magnesio en el organismo; a nivel cardiovascular puede tener efectos antagónicos; administrado a altas dosis en bolo, produce bloqueo en el nodo sinusal (NS) y sistema aurículo-ventricular (A-V), llegando a producir parada cardíaca. Sobre la contracción ventricular no produce efectos significativos, sin embargo in vitro produce bradicardia sobre el sistema de conducción y tiene efecto inotrópico negativo, por inhibir la entrada de calcio en el miocito; además produce taquicardia y tiene un

moderado efecto inotrópico positivo. Probablemente debido a la respuesta del ventrículo para conservar la presión arterial frente a la vasodilatación periférica que induce. También es vasodilatador coronario y pulmonar, mientras que sobre el sistema de conducción produce un alargamiento del PR y RR dosis dependiente y afecta la amplitud del QRS pero no el intervalo QTc.^(4,14)

En el sistema nervioso central (SNC) tiene efecto anticonvulsivante demostrado por su eficacia clínica en la eclampsia. Es antagonista del receptor NMDA del glutamato, principal neurotransmisor excitador, explicando así sus efectos sedantes; en la médula bloquea las vías del dolor dependientes de este transmisor; es vasodilatador cerebral. Su relación con el sistema nervioso autónomo se debe a su capacidad para inhibir la liberación de catecolaminas en la glándula suprarrenal.^(4,14)

En el músculo liso vascular, es vasodilatador debido a sus efectos como antagonista del calcio. También relaja la musculatura lisa uterina, causa dilatación de la musculatura lisa bronquial y a nivel intestinal inhibe la contractilidad. En cuanto al músculo estriado actúa en dos niveles: bloquea la liberación de acetilcolina (Ach) en la membrana presináptica e inhibe la entrada de calcio por lo que actúa como relajante muscular.^(4,14)

La interacción más conocida del sulfato del magnesio es con los relajantes neuromusculares no despolarizantes (RMND), debido a que este inhibe la liberación de Ach en la placa, compite con el calcio en el miocito y disminuye la excitabilidad de la fibra muscular. Es por tanto considerado como un relajante muscular y va a interactuar con los fármacos relajantes neuromusculares.^(4,14)

Analgesia Multimodal

Es la combinación de diversos fármacos intravenosos y técnicas con efecto analgésico, con la finalidad de generar bloqueo de las vías de transmisión del dolor, debido a sus diversos mecanismos de acción, potenciando la analgesia y disminuyendo efectos secundarios de los fármacos.⁽¹⁵⁾

El dolor es definido como sensación desagradable asociada a una lesión, el cual se genera debido a la hiperestimulación de las vías nociceptivas con liberación de neuropéptidos, neurotransmisores y prostaglandinas, capaces de mantener la estimulación de nociceptores periféricos y centrales.⁽¹⁵⁾

La sensibilización periférica se produce debido a la agresión tisular que genera una reacción inflamatoria, provocando estimulación del sistema simpático con liberación de sustancias inflamatorias (la histamina, serotonina, prostaglandinas y bradiquinina, el aumento del potasio extracelular y de iones hidrógeno) que provocan descenso en el umbral nociceptivo, ligado directamente a la cascada del ácido araquidónico. La sustancia P, un cotransmisor que se sintetiza en el soma de la neurona periférica y es de gran importancia a nivel medular, puede ser liberado también a nivel periférico, facilitando la transmisión nerviosa o incluso provocando vasodilatación, aumento de la permeabilidad capilar y edema. Mientras que la sensibilización central depende del aumento de la excitabilidad de neuronas del asta posterior de la médula, capaces de desencadenar una actividad simpática refleja, estimulación de centros medulares de control respiratorio, circulatorio e hipotalámicos; los cuales van a generar respuestas neuroendocrinas capaces de mantener y aumentar la respuesta de estrés quirúrgico.^(15,16)

Los objetivos de la analgesia preventiva son bloquear la sensibilización periférica y central generada por la estimulación quirúrgica, así como disminuir la hiperactividad y amplificación de transmisión del mensaje de los nociceptores que este genera.⁽¹⁶⁾

El dolor puede ser evaluado a través de varias escalas, entre ellas se encuentra la escala visual análoga (EVA), utilizada para medir la intensidad. Esta escala se encuentra representada en una línea de 10 centímetros (cm) del 0 al 10. Siendo 0 igual a no dolor y 10 al peor dolor imaginable. La distancia desde el 0 a la indicada por el paciente representa el grado del dolor; establecido como, del 1 al 3 dolor leve a moderado, de 4 a 6 dolor moderado a grave y mayor a 6 dolor intenso.⁽¹⁶⁾

Relajantes Neuromusculares No Despolarizantes

Generalmente son sales de amonio cuaternario y raramente aminas secundarias o terciarias, sus efectos clínicos van a variar dependiendo de la acción y la intensidad del bloqueo. Actúan compitiendo con la Ach, por los sitios de unión ubicados en las dos subunidad alfa del receptor nicotínico colinérgico, que se encuentran principalmente a nivel postsináptico y en menor grado presináptico. La Ach liberada en la placa neuromuscular se une a dos subunidades alfa, generando la apertura de los canales iónicos. La función de los relajantes neuromusculares no despolarizantes es disminuir la frecuencia de apertura de los canales; la molécula se une y se separa del receptor ejerciendo su efecto en solo milisegundos posterior a la unión, se disocia rápida y espontáneamente del receptor, para volver a unirse ya sea con ese mismo u otro. Cuando dos subunidades alfa son ocupadas por una molécula de relajante neuromuscular el receptor es bloqueado. Al bloquear los receptores de la placa motora destinados a la Ach, se evita la despolarización fisiológica, se produce una parálisis flácida; para que se pueda observar bloqueo clínico deben estar ocupados más del 75% de los receptores.⁽¹⁷⁾

Se clasifican según al grupo que pertenecen; aminoesteroideos (pancuronio, vecuronio, piperacuronio y rocuronio) y benzilquinolinas (tubocurarina, metocurarina, mivecuronio, doxacurio, atracurio y cisatracurio). Así como por la duración de su efecto en: acción corta (succinicolina), intermedia (vecuronio, rocuronio, atracurio, cisatracurio y mivacurio) y larga (tubocurarina, metocurarina, pancuronio, pipecuronio y doxacurio).

Rocuronio

Es una amina monocuaternaria de inicio de acción rápido. Es de 6 a 8 veces menos potente que el Vecuronio, pero tiene aproximadamente casi el mismo peso molecular, por lo que un mayor número de moléculas pueden alcanzar los receptores postunionales en los primeros segundos permitiendo un desarrollo más rápido del bloqueo. A una dosis de 0.6 mg/kg usualmente se logran buenas o excelentes condiciones de intubación en 60 a 90 segundos, y la duración clínica es de 30 a 45 minutos.⁽¹⁸⁾

Relajación Residual Postoperatoria

Se define como la parálisis o debilidad muscular debido al antagonismo incompleto o ausente de los relajantes neuromusculares no despolarizantes al finalizar el procedimiento anestésico. La relajación residual se evalúa con el TOF y a través de criterios clínicos, esta es responsable de una alta morbi-mortalidad en el postoperatorio inmediato.⁽¹⁹⁾

El tren de cuatro (TOF) es una herramienta muy sensible y que se correlaciona con los signos clínicos de recuperación de bloqueo neuromuscular; es considerado el método estándar para la monitorización de la relajación neuromuscular. Para la monitorización de la relajación neuromuscular; se disponen de dos mecanismos, el primero son los criterios clínicos que están basados en la detección visual de los movimientos de los músculos y del esfuerzo inspiratorio y el segundo se basa en la estimulación eléctrica de un nervio motor periférico, en la detección subjetiva ya sea visual o táctil, u objetiva de la respuesta contráctil del músculo inervado.⁽¹⁹⁾

Para la correcta interpretación de las respuestas del músculo es imprescindible estimular sólo el nervio explorado, evitando la estimulación directa del propio músculo. Siendo necesario aplicar una corriente eléctrica de forma rectangular y monofásica, es decir, constante durante el estímulo y de 0,1 a 0,3 ms, que es un tiempo inferior al período refractario de la unión neuromuscular. El electrodo negativo se debe colocar sobre la parte más superficial del nervio estimulado y el positivo a lo largo del nervio. Si la distancia entre ambos electrodos es menor o igual a 3 cm, esta polaridad deja de ser importante.

Se necesita aplicar una intensidad que sea capaz de estimular todas las unidades motoras del músculo (estimulación supramáxima). La piel donde se colocan los electrodos, debe de estar a una temperatura superior a los 32° C y se debe limpiar con alcohol para disminuir al máximo la resistencia al paso de la corriente; en ocasiones es necesaria la utilización de gel conductor. Se recomienda el uso de electrodos con pequeña superficie de contacto.⁽¹⁹⁾

El sitio ideal de estimulación es aquel que sea más accesible durante la cirugía y cuya respuesta muscular pueda ser identificada de forma clara y sin errores. El músculo mejor

estudiado es el adductor pollicis (AP), es una buena herramienta como marcador de los aspectos más importantes de la función neuromuscular, sobre todo de la recuperación de la misma. El grado de parálisis puede ser bien cuantificado por la valoración de la respuesta del AP. Si se quiere monitorizar el AP, se debe estimular el nervio cubital, los electrodos se colocan en el lado palmar de la muñeca en la superficie de la piel a lo largo del trayecto del nervio cubital; el área de contacto de los electrodos de estimulación no debe exceder un diámetro de 7-11mm. Cuando no se obtiene acceso a los miembros superiores, se puede monitorizar la respuesta muscular al estimular el nervio facial.⁽¹⁹⁾

Tren de Cuatro

Consiste en la aplicación en 2 segundos (s) de 4 estímulos eléctricos supramáximos (2 Hz) con un intervalo entre ellos de 0,5 s. En ausencia de bloqueo neuromuscular se obtienen 4 contracciones iguales en el músculo dependiente del nervio estimulado. Durante el bloqueo neuromuscular con un relajante neuromuscular no despolarizante se produce un debilitamiento de la contracción con respuestas musculares decrecientes y posteriormente, con la desaparición progresiva de cada una de ellas. La intensidad y el número de respuestas obtenidas son inversamente proporcionales a la profundidad del bloqueo neuromuscular. La relación entre la cuarta y la primera respuesta se denomina relación del tren de cuatro (TOF-Ratio). La cuarta respuesta desaparece cuando la ocupación de los receptores nicotínicos es cercana al 75%, la segunda aproximadamente al 80-85%, la tercera al 85-90% y no se obtiene ninguna respuesta cuando están ocupados entre el 90 y el 100% de los receptores. Esta estimulación se puede repetir periódicamente siempre y cuando se respete un pequeño intervalo entre estímulos, estimado en 10-20 segundos.^(20,21)

Tipos de Bloqueo

Bloqueo intenso: es el bloqueo neuromuscular inducido inmediatamente después de la administración de un relajante neuromuscular no despolarizante (dosis de intubación), no existe respuesta a estímulos simples evocados tras un estímulo tetánico.

Bloqueo profundo: fase que sigue después de un bloqueo intenso. No existe respuesta al TOF. Empieza con respuestas a estímulos simples sucesivos a un estímulo tetánico (llamada cuenta postetánica) y termina con la aparición de la primera respuesta al TOF.

Bloqueo moderado: aquel período desde la aparición de la primera respuesta hasta la cuarta respuesta del TOF.

Fase de recuperación: periodo de aparición de la cuarta respuesta del TOF y establecimiento del TOFR.^(20,21)

Neostigmina

Es un fármaco anticolinesterásico, es decir que inhibe la enzima colinesterasa, su uso en el área de anestesiología está ligado a revertir la relajación neuromuscular producida por agentes bloqueantes neuromusculares no despolarizantes. Contiene moléculas de amonio cuaternario, produce inhibición de la acetilcolinesterasa mediante la formación reversible de un complejo éster carbamil (carbamilación de la molécula de acetilcolinesterasa) en la porción activa de la colinesterasa y forma un enlace covalente en sitios tanto aniónicos como esterásicos. Aumenta los niveles de acetilcolina (Ach) y favorece la interacción entre Ach y el receptor por lo que revierte el bloqueo neuromuscular. Actuando como un inhibidor competitivo de la acetilcolinesterasa mediante un mecanismo de unión similar al de la Ach.⁽²²⁾

La acetilcolinesterasa es una enzima que hidroliza la Ach en colina y ácido acético. En la unión neuromuscular esta enzima actúa fisiológicamente disminuyendo la cantidad de Ach presente en la cercanía de dicha unión. Durante el bloqueo neuromuscular, compete con los bloqueantes neuromusculares para ocupar el receptor nicotínico.⁽²²⁾

Sugammadex

Es una alfa-ciclodextrina modificada, que se fija en el interior del rocuronio con el que forma un complejo, por un proceso denominado quelación. La interacción entre el rocuronio y el sugammadex es particularmente compacta y de larga duración. Este mecanismo de unión es específico para los bloqueantes neuromusculares no despolarizantes de tipo esteroideo y no es

efectivo para los bencilisoquinolínicos debido a su elevado peso molecular, que hace imposible su inclusión en la cavidad de la ciclodextrina.

Los niveles de rocuronio libre en plasma disminuyen inmediatamente después de la administración de sugammadex, originando la difusión pasiva desde la biofase (unión neuromuscular) hacia el plasma, hasta valores por debajo del umbral necesario para conseguir su efecto, restaurando completamente la función neuromuscular.⁽²²⁾

Temblor postoperatorio

Es un movimiento involuntario oscilatorio de gran actividad muscular que aumenta la producción metabólica de calor hasta 600% sobre el valor basal. El temblor se produce cuando la región preóptica del hipotálamo se enfría. Las vías eferentes del temblor se originan y descienden desde el hipotálamo posterior.²³ El incremento en el tono muscular se relaciona con los cambios de temperatura en la actividad neuronal en la formación mesencefálica reticular en la región pontina dorsolateral y la formación medular reticular. Los procesos que llevan a la hipotermia central son similares en la anestesia regional y general; esto es debido a la redistribución del calor desde el compartimiento central hacia la periferia. El temblor postanestésico ocurre aproximadamente en el 40% de los pacientes en el área de cuidados postanestésicos, 50% en los pacientes con temperatura central menor o igual a 35.5 °C y en un 90% de los pacientes con temperatura central menor de 34.5 °C, lo cual desencadena una respuesta simpática acompañada de incomodidad.²³

Para evaluar el temblor postoperatorio se utiliza la escala propuesta por Crossley y Mahajan donde: 0 es sin temblores; 1 es cuando presenta uno o más de los siguientes aspectos: pilo erección, vasoconstricción periférica, cianosis periférica sin otra causa, pero sin actividad muscular; 2 es la presencia de actividad muscular visible restringida a un grupo muscular; 3 hay actividad muscular visible en más de un grupo muscular; 4 la actividad muscular es intensa que envuelve todo el cuerpo.²⁴

Objetivos

Generales

Demostrar la incidencia de relajación residual con la administración de sulfato de magnesio a dosis analgésica en pacientes sometidos a cirugía electiva: abdominal y ginecológica.

Específicos

- Registrar parámetros demográficos (peso, talla, IMC, edad).
- Medir parámetros hemodinámicos de los pacientes en estudio.
- Determinar la incidencia de la relajación residual.
- Evaluar dolor postoperatorio en los pacientes según la escala visual análoga en la unidad de recuperación.
- Estimar la incidencia de temblor postoperatorio.

Hipótesis

La administración de Sulfato de Magnesio a dosis analgésica prolongará el efecto de los relajantes neuromusculares no despolarizantes.

Aspectos Éticos

De acuerdo con los principios establecidos en la Declaración de Helsinki de la Asamblea Médica Mundial, Principios éticos para las investigaciones médicas en seres humanos, Helsinki, Finlandia, junio 1964 y enmendada por la 64^a Asamblea General, Fortaleza, Brasil, octubre 2013, y, con lo establecido en la Ley de Ejercicio de la Medicina y con el Código de Deontología Médica vigente de la Federación Médica Venezolana (Artículo 103 de la Ley y Artículos 91 y 161 del Código) y, debido a que esta investigación se consideró como bajo riesgo para pacientes humanos y, en cumplimiento con los aspectos mencionados en el código, este estudio se desarrollará conforme a los siguientes criterios:

- Ajustar y explicar brevemente los principios éticos que justifican la investigación de acuerdo a una normatividad a nivel internacional y a nivel nacional.

- Fundamentar si la experimentación se realizó previamente en animales, en laboratorios o en otros hechos científicos.
- Explicar si el conocimiento que se pretende producir no puede obtenerse por otro medio idóneo (fórmulas matemáticas, investigación en animales).
- Expresar claramente los riesgos y las garantías de seguridad que se brindan a los participantes.
- Contar con el Consentimiento Informado y por escrito del sujeto de investigación o su representante legal.
- Relacionar la experiencia de los investigadores y la responsabilidad de una entidad de salud.
- Establecer que la investigación se llevará a cabo cuando se obtenga la autorización: del representante legal de la institución investigadora y de la institución donde se realice la investigación, el Consentimiento Informado de los participantes y la aprobación del proyecto por parte del Comité de Ética en Investigación de la institución.

MÉTODOS

Tipo de estudio

Previa aprobación del Comité de Investigación, Ética y con el consentimiento informado de los pacientes, se llevó a cabo un estudio de tipo prospectivo de diseño cuasiexperimental, de intervención y observacional; en el cual se administró sulfato de magnesio a los pacientes sometidos a cirugía electiva.

Población y muestra

La población estuvo conformada por pacientes en edades comprendidas entre 18 y 60 años, ASA I o ASA II, que fueron sometidos a cirugía abdominal y ginecológica electiva en el Hospital General del Este “Dr. Domingo Luciani” que ameritaban anestesia general por un período de 6 meses.

Muestra

Se realizó un muestreo de tipo intencional no probabilístico constituido por 60 pacientes.

Criterios de inclusión

- Pacientes ASA: I – II.
- Pacientes entre 18-60 años.
- Firma del consentimiento informado.

Criterios de exclusión

- Edad: menores de 18 años y mayores de 60 años.
- ASA mayor de II.
- Cirugías de emergencia.
- Tiempo quirúrgico menor de 40 minutos y mayor a 90 minutos.
- Alergias conocidas a fármacos utilizados.

- Pacientes con patologías neuromusculares.
- Pacientes que ameriten administración de refuerzo de la dosis de relajante neuromuscular.
- Embarazo.
- IMC > 32 kg/mts².
- Trastornos del ritmo.
- Cardiopatías.
- Valvulopatías.
- Alteraciones neuroconductuales.
- Enfermedad renal.
- Rechazo para conceder el consentimiento informado.

Procedimiento

Una vez obtenida la aprobación del comité de ética, se procedió a la selección de los 60 pacientes que fueron objeto de estudio, de acuerdo con los criterios de inclusión.

Se evaluaron en el área de preanestesia y se les informó sobre el estudio y se les solicitó la firma para el consentimiento informado.

Todos los pacientes fueron premedicados vía endovenosa con midazolam 0,05mg/kg, ranitidina 1mg/kg, metoclopramida 0,2mg/kg, dexametasona 0,2 mg/kg, metamizol 20 mg/kg y ketoprofeno 2mg/kg.

El paciente se trasladó a sala operatoria, se monitorizó ASA II estándar con monitor Datex-OhmedaCardiocap/5, que incluyó presión arterial no invasiva (PANI), frecuencia cardíaca (FC), electrocardiograma (EKG), saturación de oxígeno (SatO₂), capnometría y temperatura periférica (axilar); adicionalmente se monitorizó la función neuromuscular por aceleromiografía con monitor TOF-Watch– SX, colocado en la mano izquierda del paciente previa limpieza de la piel con alcohol y se colocaron los electrodos sobre el nervio ulnar en el lado ventral de la muñeca. El brazo fue fijado en la misma posición con un brazaletes.

Una vez que el paciente se encontraba en la mesa operatoria y monitorizado se preoxigenó en posición indiferente, con máscara facial con oxígeno al 100% 5 a 6 lts/min, durante aproximadamente 3 a 5 minutos, y la inducción anestésica se realizó con fentanilo 2 mcg/kg, lidocaína 1mg/kg, propofol a 2 mg/kg.

Se calibró el monitor TOF-Watch, se obtuvo el estímulo supramáximo (200 mcseg de duración, 4 estímulos a 2 Hz con un intervalo de 15 segs). Al obtenerse los valores basales se administró Bromuro de Rocuronio a 0.6 mg/kg por vía endovenosa; cuando el valor del TOF fue 0, se procedió a realizar intubación orotraqueal con tubo endotraqueal con manguito inflable convencional acorde al paciente, previa laringoscopia directa; se comprobó intubación simétrica y se conectó a máquina de anestesia programando volumen corriente (VC) de 5 -7 cc/kg, frecuencia respiratoria de 12 respiraciones por minuto, relación inspiración- expiración (I:E) 1:2.

Los pacientes recibieron una dosis de sulfato de magnesio posterior a la inducción de 40mg/kg de peso diluidos en 100cc solución fisiológica administrados en 15 minutos.

El mantenimiento se realizó con O₂ + Aire a un volumen total de 2 litros con FiO₂ de 0.6%, sevoflurano (a concentración variable, de acuerdo a la variación de la presión arterial y frecuencia cardiaca), más una infusión de remifentanilo con una dilución de 20µg/cc administrado mediante bomba de infusión que se ajustó para mantener una tasa de 0,2mcg/Kg de peso/minuto.

Al culminar el acto quirúrgico, una vez obtenidas las respuestas del TOF Watch y cerradas las infusiones de mantenimiento; todos los pacientes fueron revertidos con atropina 0,02mg/kg y neostigmina 0,04 mg/kg por vía intravenosa. Se evaluó respuesta del TOF una vez alcanzado los cuatro estímulos y que el valor de este sea mayor o igual al 90 % en un tiempo no mayor a 10 minutos posterior a la administración de la reversión, se procedió a realizar aspiración y extubación en primer plano anestésico. En el caso de los pacientes que presentaron relajación residual postoperatoria; es decir que transcurrido el tiempo de la reversión con atropina y neostigmina, se evidenciaron niveles de TOF menores al 90%, se les administró sugammadex vía endovenosa de 2 mg/kg, la cual debía repetirse en caso de ser

necesario previo a la extubación. Se trasladó al paciente al área de cuidados postanestésicos (UCPA) y el anestesiólogo del área, evaluó nivel de dolor mediante escala visual análoga (EVA) y presencia de temblor postoperatorio a los 5, 15, 30, 60 y 90 min. A los pacientes que presentaron EVA mayor o igual a 4 se les administró el rescate analgésico con morfina a 0,05mg/kg, en dosis única. También se evaluó la presencia de temblor postoperatorio desde la llegada del paciente a UCPA hasta 5,15, 30, 60 y 90 minutos; los pacientes que presentaron temblor postoperatorio mayor a grado 2 según la escala Crossley y Mahajan recibieron una dosis de clonidina de 1 mcg/kg vía endovenosa.

Tratamiento estadístico adecuado

Se calculó el promedio y la desviación estándar de las variables continuas; en el caso de las variables nominales, se calcularon sus frecuencias y porcentajes. Las diferencias de las variables continuas respecto al basal, se realizaron con la prueba T de Student para muestra pareada; en el caso en las variables nominales, las diferencias respecto al basal, se basaron en la prueba de homogeneidad marginal. Se consideró un valor estadísticamente significativo si $p < 0,05$. Los datos fueron analizados con SPSS versión 24.

RESULTADOS

Se incluyeron un total de 60 pacientes en el estudio, que fueron programados para cirugía abdominal y ginecológica electiva; la edad de los pacientes de la muestra fué de 46 años con una desviación estándar de 11 años. Respecto al sexo, fueron mayormente femeninas (88,3%); y según su índice masa corporal 51,7% de los pacientes presentaron sobrepeso, además 60 % resultaron ASA II. (Tabla 1)

En las variables hemodinámicas (Tablas 2,3,4,5) se observó disminución de la frecuencia cardiaca, presión arterial sistólica, presión arterial media y la presión arterial diastólica al compararlas con las basales, lo cual resultó estadísticamente significativo.

En la tabla 6 se observó que de los 60 pacientes, 14 presentaron entre los 60 y 90 minutos de la administración del relajante neuromuscular cifras de TOF entre 1 y 2, de los cuales sólo 2 pacientes presentaron signos clínicos característicos de relajación neuromuscular residual posterior a la administración endovenosa de atropina y neostigmina. Sólo 1 paciente presentó TOF 4 a los 90 minutos no resultando estadísticamente significativo.

En la tabla 7 se evidencia que 25 de los 60 pacientes presentaron dolor postoperatorio de leve intensidad posterior a los 30 minutos y 5 pacientes presentaron dolor moderado, requiriendo administración de morfina.

Se evidenció que sólo 5 pacientes presentaron temblor postoperatorio (Tabla 8) en grados 1 y 2; y 55 no reportaron ningún grado de shivering.

Según el análisis de las constantes hemodinámicas (Tablas 2,3,4,5) en el cual se evidenció una disminución estadísticamente significativa de acuerdo al análisis, tomando en cuenta los parámetros basales, dicha modificación en los valores hemodinámicos no pueden ser atribuidas únicamente al empleo de Sulfato de Magnesio debido a la administración de otros fármacos para el mantenimiento anestésico.

DISCUSIÓN

Entre los diversos efectos del sulfato de magnesio en el organismo; a nivel cardiovascular administrado a altas dosis en bolo, produce bloqueo en el nodo sinusal y sistema aurículo-ventricular; con un efecto inotrópico negativo por inhibir la entrada de calcio en el miocito induciendo una vasodilatación periférica⁽⁴⁾ Según Czarnetzki, Lysakowski, *et al.* otra de las propiedades de este fármaco es su capacidad para atenuar la respuesta catecolaminérgica desencadenada por la laringoscopia e intubación^(25,26). En este estudio se evidenció disminución de los parámetros hemodinámicos del intraoperatorio con respecto a los basales, tanto de PAS, PAD, PAM y FC, pero dicha modificación en los valores hemodinámicos no puede ser atribuida únicamente al empleo de Sulfato de Magnesio debido a la administración de otros fármacos que se utilizaron durante el mantenimiento que pueden potenciar este efecto.

Durante varios años se han presentado estudios que demuestran las bondades del Sulfato de Magnesio, sobre todo su uso como coadyuvante de la analgesia postoperatoria, como lo evidencia Tramer y *et al.* en el año 1996, estableciendo que la administración perioperatoria de MgSO₄ se asocia con disminución de los requerimientos de fármacos analgésicos y del uso de opioides.⁽¹⁰⁾ A su vez, Huarachi J. y *et al.* en el año 2011 realizaron una investigación experimental donde observaron que la administración de sulfato de magnesio con dosis recomendadas entre 30-50 mg/kg de peso prolongó la relajación muscular y mejoró el control del dolor postoperatorio⁽⁵⁾. Por otra parte, Albrecht y *et al.* en el año 2013 realizan un meta análisis para evaluar si la administración perioperatoria de magnesio endovenoso puede reducir el dolor postoperatorio, concluyendo que la administración del mismo en el perioperatorio reduce el consumo de opiáceos, y en menor medida, las puntuaciones de dolor, en las primeras 24 horas posterior a la cirugía, sin efectos adversos graves⁽¹³⁾, lo cual coincide con el presente estudio donde la dosis administrada fue de 40 mg/kg evidenciándose menor requerimiento de morfina durante la estadía del paciente en el postoperatorio.

Czarnetzki, Lysakowski, *et al.* administraron sulfato de magnesio 15 minutos antes de la anestesia con propofol y se observaron que hubo una reducción en el tiempo de inicio de

acción del bromuro de rocuronio en un 35% y prolongación del tiempo total de recuperación en un 25% aproximadamente.⁽²⁵⁾

En el año 2014 Song S, Hoon Yoo B, Lee S concluyen que el magnesio puede contribuir a reducir los requerimientos de la anestesia. Además reduce los requerimientos analgésicos y de relajantes musculares, reduciendo a su vez los costos. También corroboran en su estudio los beneficios con respecto al bloqueo neuromuscular, proporcionando así una mejor calidad de la anestesia.⁽²⁷⁾ Todas estas bondades otorgadas al fármaco se evidencian en este estudio donde los pacientes presentaron prolongación del efecto del relajante muscular no despolarizante tomando en cuenta la vida media establecida por las literaturas sin influir de manera significativa sobre la relajación muscular residual, lo cual fue comprobado mediante la monitorización de TOF y los signos clínicos visualizados en los pacientes del estudio.

La exposición del paciente a las bajas temperaturas del quirófano hace que las concentraciones de magnesio en el plasma se incrementen, además se aumentan las concentraciones de adrenalina y el consumo de oxígeno; el sulfato de magnesio fisiológicamente compite como antagonista de los receptores NMDA y detiene el temblor postanestésico el cual es otro de sus efectos reportado en la investigación de Huarachi⁽⁵⁾ y que coincide con este estudio; observando la notoria disminución de la incidencia de temblor en el área de cuidados postanestésicos.

Tomando en cuenta las consideraciones anteriores podemos concluir:

En este estudio la administración de Sulfato de Magnesio a dosis analgésica 40 mg/kg prolonga el tiempo de efecto de los relajantes neuromusculares no despolarizantes, sin relacionarse con una incidencia representativa de relajación neuromuscular residual (3,33%). Así mismo, disminuye los requerimientos de opioides durante la estancia en el posoperatorio, evidenciándose bajas puntuaciones de EVA. Con respecto al temblor postoperatorio resultó ser eficaz para la reducción de la incidencia del mismo. El Sulfato de Magnesio es una droga rentable, ampliamente utilizada en el campo de la anestesia con aplicaciones

multidisciplinarias. La mayoría de sus efectos fisiológicos están atribuidos a las propiedades de bloqueo del canal de calcio.

Recomendaciones

Se recomienda la dosis de Sulfato de Magnesio de 40 mg/kg para el manejo del dolor y temblor postoperatorio ya que demostró ser eficaz, con baja incidencia de relajación residual. Así como también el uso del TOF para monitorización de relajación neuromuscular siempre que se utilice Sulfato de Magnesio asociado a relajantes neuromusculares no despolarizantes para mantener control estricto durante el intraoperatorio; así mismo, ampliar el campo de investigación con Sulfato de Magnesio ya que a pesar de que no formó parte de este estudio, se evidenció una disminución de la concentración de anestésicos volátiles y del requerimiento de opioides para el mantenimiento de la anestesia general. Adicionalmente contar con sugammadex como medida de seguridad siempre que se utilice sulfato de magnesio.

REFERENCIAS

1. Rosa J, Navarrete V. Aspectos básicos del dolor postoperatorio y la analgesia multimodal preventiva. *Revista Mexicana de Anestesiología*. 2014;37(1):18-26.
2. Aréchiga G, Mille J. Analgesia multimodal para el manejo del dolor agudo. *Revista Mexicana de Anestesiología*. 2010; 33(1):18-21.
3. Gan T. Effective management of pain, postoperative nausea and vomiting and opioid related side effects in ambulatory surgical patients. *American Society of Anesthesiologists*. 2013; 324- 331.
4. Alday E, Uña F, Redondo A, Criado J. Magnesio en Anestesia y Reanimación Servicio de Anestesia y Reanimación. Hospital Universitario La Paz. Madrid. *Rev. Esp. Anesthesiol. Reanim*. 2005; 52: 222-234.
5. Huarachi J, Gonzalez N, Caballero R. Efectos del sulfato de magnesio en el mantenimiento y postoperatorio inmediato de anestesia general inhalatoria para cirugía abdominal. *Actas Perú. Anesthesiol*. 2011;19:56-61.
6. Gallego J, Rodríguez de la Torre M, Vázquez J, Gil M. Estimation of the prevalence and severity of postoperative pain and relation with patient satisfaction. *RevSocEsp Dolor*. 2004; 11: 197-202.
7. Martínez J, Torres L. Prevalencia del dolor postoperatorio. Alteraciones fisiopatológicas y sus repercusiones. *RevSocEsp Dolor*. 2000; 7: 465-476.
8. Estrada M, Pichardo M, Balbina M, Ramírez M, Contreras N. Calidad de atención del dolor postoperatorio en cirugía ginecológica. *Rev Invest Med Sur Mex*. 2012; 19(3): 144-148.
9. Trámer M, Glynn C. An evaluation of single dose of magnesium to supplement analgesia after ambulatory surgery: randomized controlled trial. *AnesthAnalg*. 2007;104:1374-1379.
10. Tramer M, Schneider J, Marti R, Rifat K. Role of magnesium sulfate in postoperative analgesia. *Anesthesiology*. 1996;84:340-347.
11. Karol J. Reversión del atracurium con dosis residuales de neostigmine monitoreada con tof watch. Universidad Católica de Santiago de Guayaquil. *Revista médica*. 2011; 17(1): 55- 65.
12. Donati F. Residual paralysis: a real problem or did we invent a new disease? *Canadian Journal of Anesthesia*. 2013; 60: 714 -719.
13. Albrecht E, Kirkham K, Liu S, Brull R. Perioperative intravenous administration of magnesium sulphate and postoperative pain: a meta-analysis. *Anaesthesia*. 2013;68: 79 - 90.
14. Abad C, Piñero S, Provervio T, et al. Sulfato de magnesio: ¿Una panacea?. *INCI Caracas* 2005; 30: 9

15. Aréchiga G, et al. Abordaje multimodal para el manejo del dolor agudo. *Revista Mexicana de Anestesiología*. Departamento de Anestesiología, Hospital General de Occidente Guadalajara, México. 2010; 33(1): 25-27.
16. González N. Postoperative multimodal analgesia. *RevSocEsp Dolor*. 2005; 12: 112-118.
17. Bozzo R. Farmacología de la unión neuromuscular. Hospital de urgencia asistencias públicas. 2005; 45: 10-30.
18. Aitkenhead A, Rowbotham D, Smith G. Muscle function and neuromuscular blockade. In: Aitkenhead A, Rowbotham D, Smith G, editors. *Textbook of Anaesthesia*. 4a ed. Reino Unido: Churchill Livingstone Elsevier; 2001. p. 223-235.
19. Barajas R, Camarena J, Castellanos A. Determinación de la incidencia de la parálisis residual postanestésica con el uso de agentes bloqueadores neuromusculares en México. *Revista Mexicana de Anestesiología* 2011; 34(3): 181-188.
20. Chamorroa C, Silvab J. Monitorización del bloqueo neuromuscular y grupo de trabajo de analgesia y sedación de la SEMICYUC. Hospital Puerta de Hierro. Madrid. Hospital General de Ciudad Real. Ciudad Real. España. 2008; 32(1): 53-58.
21. Fabregat J, Candia C, Greta C. La monitorización neuromuscular y su importancia en el uso de los bloqueantes neuromusculares. *Rev. Colomb. Anesthesiol*. 2012; 40(4): 293-303.
22. Cordero I. Actualidad del uso de la neostigmina. *Rev cuba anesthesiol reanim*. 2013;12(1): 1-3.
23. Quintero M, Ortega J, Rionda E, Jiménez A, Berroca M, et al. Temblor postanestésico: Prevención y manejo. *An Med (Mex)* 2008; 53 (4): 195-201.
24. Figueredo G. Incidencia de temblores después de cesáreas bajo raquianestesia con o sin sufentanilo intratecal: estudio randomizado. *Rev.Bras.Anesthesiol*. 2012; 62(5) 112-114.
25. Czarnetzki C, Lysakowski C, Elia N. Time course of rocuronium induced neuromuscular block after pre-treatment with magnesium sulphate: a randomised study. *Acta Anaesthesiol Scand*. 2010; 54: 299–306.
26. Naguib M, Lien C. Pharmacology of muscle relaxants and their antagonists. En: Miller, R. *Miller's Anesthesia*. 7^a ed. Estados Unidos de América: Churchill Livingstone Elsevier; 2010. p. 859-911.
27. Song S, Hoon Yoo B, Lee S. Reversal of rocuronium induced neuromuscular blockade using sugammadex in a patient with eclampsia treated by magnesium intraoperatively. *Korean J Anesthesiol*. 2014; 67: S102–S103.

