



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO
FACULTAD DE MEDICINA
DIVISIÓN DE ESTUDIOS DE POSTGRADO**

Instituto **Mexicano del Seguro Social**
Unidad **Medica de Alta Especialidad**
Hospital de **Especialidades “Dr. Antonio Fraga Mouret”**
Centro **Médico Nacional “La Raza”**

Efecto del sulfato de magnesio en la latencia del rocuronio y respuesta simpática tras laringoscopia en pacientes con hipertensión intracraneal

**TESIS
PARA OBTENER EL GRADO DE MEDICO ESPECIALISTA EN
ANESTESIOLOGÍA**

PRESENTA

Dr. Rojas Avila Israel Abraham

ASESORES DE TESIS

Dr. Guzmán Chávez Benjamín
Dra. Gómez Ramírez Martha Itzhel
Dra. Morales Soto Bertha Leticia



Ciudad de México 2017



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.



AUTORIZACIÓN DE TESIS



Instituto Mexicano del Seguro Social
Unidad Médica de Alta Especialidad
Hospital de Especialidades “Dr. Antonio Fraga Mouret”
Centro Médico Nacional “La Raza”

Dr. Arenas Osuna Jesús
Jefe de división en educación
Centro Médico Nacional “La Raza”
UMAE “Dr. Antonio Fraga Mouret”

Dr. Guzmán Chávez Benjamín
Titular del curso de Anestesiología
Centro Médico Nacional “La Raza”
UMAE “Dr. Antonio Fraga Mouret”

Dr. Rojas Avila Israel Abraham
Médico residente de la especialidad en Anestesiología

PROTOCOLO NÚMERO
R-2016-3501-108,

CONTENIDO

Resumen	4
Introducción.....	6
Material y métodos.....	11
Resultados	13
Discusión.....	23
Conclusiones.....	27
Bibliografía.....	28

EFFECTO DEL SULFATO DE MAGNESIO EN LA LATENCIA DEL ROCURONIO Y RESPUESTA SIMPÁTICA TRAS LARINGOSCOPIA EN PACIENTES CON HIPERTENSIÓN INTRACRANEAL

RESUMEN

La gastroparesia (GP) y el aumento de la presión intracraneal (PIC) requieren manejo especial en la inducción anestésica del paciente neuroquirúrgico, considerando la broncoaspiración al dar presión positiva y los cambios hemodinámicos que aumentan la PIC, la isquemia y el edema durante la laringoscopia; está descrito el uso de diversos fármacos como el esmolol, lidocaína y opioides con la finalidad de evitar dichos efectos, sin embargo están asociados a hipotensión y bradiarritmias con mayor uso de aminas. Se requiere un fármaco que reduzca el tiempo para alcanzar una relajación óptima para la intubación y evitar la descarga simpática aumentando la PIC. Se busca evaluar la administración de Sulfato de Magnesio (MgSO₄) previos a la inducción para disminuir el tiempo de latencia del rocuronio y de la respuesta simpática posterior a la laringoscopia en pacientes neuroquirúrgicos con hipertensión intracraneal (HIC).

Diseño del estudio: Transverso, comparativo, prospectivo, experimental, aleatorizado.

Material y métodos: Se formaron 2 grupos de 10 pacientes; al experimental se le administró MgSO₄ 10 minutos antes, inducción habitual y rocuronio como relajante, al control sólo la inducción habitual y rocuronio, se registraron los signos vitales basales y posteriores a la laringoscopia, así como el tiempo en el que el paciente tuvo relajación óptima para ser intubado.

Resultados: La frecuencia cardiaca (FC) en el grupo experimental aumentó 2.3% vs control .3%, la presión arterial media (PAM) en el grupo experimental se redujo 14.5% vs el grupo control 4.4% antes y después de la laringoscopia, la presión venosa central (PVC) aumentó 14.2% en el grupo experimental vs grupo control aumentó 40.6% (p=.036), el tiempo de latencia del rocuronio del grupo experimental en promedio tardó 114 segundos vs 219 segundos del grupo control (47.9% en comparación) (p=.000).

Conclusiones: El MgSO₄ es un excelente adyuvante con acción dual para los pacientes neuroquirúrgicos, evita la broncoaspiración al reducir el tiempo de latencia del rocuronio y redujo la respuesta simpática posterior a la laringoscopia además de evitar el aumento de la PIC.

Palabras Clave: *Presión intracraneal, sulfato de magnesio, tiempo de latencia, rocuronio, broncoaspiración.*

SUMMARY

Gastroparesis (GP) and increased intracranial pressure (ICP) require special cares in the anesthetic induction of the neurosurgical patient; considering bronchoaspiration when positive pressure is giving and hemodynamic changes that increase ICP, ischemia and edema during laryngoscopy, the use of several drugs such as esmolol, lidocaine and opioids has been described for avoiding these effects; however, they are associated with hypotension and bradyarrhythmias with greater amines use. A time-consuming drug is required to achieve optimum relaxation for intubation and to prevent a sympathetic discharge that might increasing ICP. The purpose of this study was to evaluate the administration of magnesium sulphate (MgSO₄) prior to induction to reduce rocuronium latency time and post-laryngoscopy sympathetic response in neurosurgical patients with intracranial hypertension (ICH).

Study design: Cross-sectional, comparative, prospective, experimental, randomized.

Material and methods: Two groups of 10 patients were formed; the test group was administered MgSO₄ 10 minutes before, habitual induction and rocuronium as a relaxant, the control group only the usual induction and rocuronium, the vital signs were recorded basal and posterior to the Laryngoscopy, as well as the time in which the patient had optimal relaxation to be intubated.

Results: Heart rate (HR) in the test group increased 2.3% vs. control .3%, mean arterial pressure (MPA) in the test group was reduced by 14.5% vs the control group decreased 4.4% before and after laryngoscopy, Central venous pressure increased by 14.2% in the test group vs control group increased by 40.6% ($p = .036$), the rocuronium latency time of the test group averaged 114 seconds vs. 219 seconds in the control group (47.9% In comparison) ($p = .000$).

Conclusions: MgSO₄ is an excellent dual-acting adjuvant for neurosurgical patients, prevents bronchoaspiration by reducing rocuronium latency time and reduces the sympathetic response following laryngoscopy in addition to avoiding an increase in ICP.

Key Words: *Intracranial pressure, magnesium sulfate, latency time, rocuronium, bronchoaspiration.*

INTRODUCCION

En 1946 Mendelson describió las consecuencias clínicas de la broncoaspiración de contenido gástrico en pacientes obstétricas, con una mortalidad del 4.5 al 12% y empeoramiento del pronóstico¹. El paciente neuroquirúrgico es un paciente complejo con múltiples riesgos en toda la etapa perioperatoria, cursa con gastroparecia (GP) e hipertensión intracraneal (HIC) en el contexto de masas ocupativas y hemorragias intracraneales^{1,2,3}. La GP definida como un retraso en el vaciamiento gástrico tanto a líquidos como a sólidos en ausencia de obstrucción mecánica, de etiología variada; en las que destacan: lesión medular, lesiones intracraneales, tumores cerebrales, enfermedad de Parkinson, estrés, trastornos psicóticos, diabetes mellitus 2, entre otras, el estrés es un factor que aumenta la síntesis de jugo gástrico⁴; estas condiciones los clasifican como pacientes con estómago lleno independientemente del carácter de urgencia del procedimiento; en 1974 en un artículo publicado por Roberts y Shirley consideraron un volumen de .4ml/kg y un pH de 2.5 para producir lesión pulmonar^{5,6}.

El contenido gástrico es el resultado del balance entre los ingresos de comida, saliva y secreción gástrica con una producción promedio de .6 a 1ml/kg/h y los egresos hacia el duodeno el cual esta retrasado en estos pacientes; el esfínter esofágico inferior es el encargado de prevenir que el contenido gástrico sea regurgitado a la faringe pero esto puede ser ineficiente cuando se incrementa la presión intragástrica normalmente de 5 a 10mmHg y rebasa los 25mmHg como es el caso de la ventilación con presión positiva^{7,8}. Aunado a esto, la presión intracraneal está aumentada por la presencia de lesiones ocupativas o hemorragias, cuya presencia condiciona su ingreso a quirófano como tratamiento definitivo, la presión intracraneal es el resultado de la relación dinámica entre el cráneo y su contenido; el cráneo es una cavidad cerrada, no expandible, con volumen 1500ml^{9,10}, ocupada en un 80% por encéfalo, el 20% restante por LCR, sangre y líquido intersticial; cuando uno de los contenidos se expande en el continente compromete las dimensiones de los otros contenidos y aumentará su presión interna (teoría de Monro-Kellie)^{11,12,13}; dado que las principales

indicaciones neuroquirúrgicas son tumoraciones, aneurismas y oclusión del drenaje del LCR de forma electiva y sintomatología compatible con hipertensión intracraneal de carácter urgente se infiere que los pacientes ya tienen elevada la presión intracraneal, por lo que un aumento incluso transitorio puede condicionar complicaciones catastróficas como rotura de aneurisma, hemorragias, hipoxia cerebral e isquemia, con impacto directo en la mortalidad del paciente^{13,14}.

La GP y el aumento de la PIC requieren manejo especial en la inducción anestésica, por una parte considerar la broncoaspiración si se da presión positiva y por otra evitar cambios hemodinámicos que aumenten la PIC¹⁵, isquemia y mayor edema. En el caso de la prevención del aumento de la PIC está descrito el uso de diversos fármacos como el esmolol, lidocaína, opioides, mayor dosis de inductor sin embargo han demostrado una menor respuesta simpática, con el inconveniente de ser sostenida, asociada hipotensión y bradiarritmias con mayor uso de aminas vasopresoras y atropina¹⁶. Los fármacos que han mostrado mayor efectividad en este contexto es la lidocaína simple y el sulfato de magnesio¹⁷.

Para evitar dar presión positiva y disminuir el riesgo de broncoaspiración se prefiere una intubación en secuencia rápida¹⁸, desde hace varias décadas el relajante neuromuscular despolarizante de elección por su inicio de acción corto con un rango entre 45 y 60^{18,19} segundos fue la succinilcolina sin embargo sus efectos adversos lo colocan como un fármaco con contraindicación relativa en pacientes neuroquirúrgicos con hipertensión intracraneal, presentando elevación de K⁺, fasciculaciones aumentando el consumo metabólico y de oxígeno tanto corporal como cerebral, aumento las presiones intracraneal, intraocular e intraabdominal, bradicardia, hipotensión, arritmias así como rigidez y dolor postoperatorio; actualmente el rocuronio se considera el relajante neuromuscular de elección, sin embargo su inicio de acción reportado es de hasta 120 segundos lo cual representa una desventaja en pacientes con compromiso pulmonar, baja reserva y estómago lleno^{20,21,22}.

Estos puntos han hecho que el anestesiólogo busque otros fármacos para optimizar el manejo de estos pacientes, echando mano de adyuvantes para evitar dar presión positiva aminorando el tiempo necesario para tener las condiciones óptimas de intubación y evitar la descarga simpática y el aumento de la PIC por la laringoscopia, se han descrito fármacos adyuvantes como la efedrina, lidocaína en combinación con otros relajantes²³, la administración de sulfato de magnesio, así como regímenes modificando la dosis y el tiempo de administración del rocuronio, dosis superiores a 1.2mg/kg no ofrecen acortamiento del inicio de acción y sí un efecto más prolongado no siempre deseable²². De los fármacos mencionados los que cuentan con mayor evidencia de éxito con este propósito son la efedrina y el sulfato de magnesio que logran reducir el inicio de acción del rocuronio hasta 20-30%, sin embargo su administración no es inocua y tienen efectos adversos para el paciente con hipertensión intracraneal como es el caso de la efedrina que eleva la tensión arterial, la frecuencia cardíaca representando efectos totalmente deletéreos ante un cerebro cuya autorregulación está deteriorada¹⁹.

El Magnesio es el cuarto ion predominante del cuerpo que participa en múltiples funciones celulares de almacenamiento, metabolismo y utilización de energía, así como cofactor en procesos biológicos como la síntesis proteica, función neuromuscular y la estabilidad de los ácidos nucleicos, modulación iónica sobre todo de Na⁺ y K⁺, influenciando el potencial de membrana, antagonista de NMDA, inhibidor de liberación de catecolaminas, lo que representa un ion con un perfil protector en el paciente con hipertensión intracraneal²¹. La administración de sulfato de magnesio si bien no es inocua puede administrarse con seguridad a dosis de entre 30 y 50mg/kg, sus efectos son múltiples y se manifiestan en los diferentes sistemas y funciones del cuerpo; disminución de dolor postoperatorio, broncodilatación, inhibe la transmisión neuromuscular colinérgica, tiene actividad antiinflamatoria, relajamiento de musculatura lisa, además de su efecto sedativo disminuye la ansiedad, como neuroprotector al inhibir NMDA mejora las condiciones de las zonas de penumbra, brinda protección glial bajo numerosos mecanismos de acción, inhibiendo la isquemia inducida por la liberación de

glutamato, enzimas calcio dependientes, previene la apoptosis del hipocampo, en estudios animales se ha demostrado su importancia en la hemorragia subaracnoidea al ser vasodilatador y aumentar el flujo sanguíneo, en modelos animales se ha demostrado igualmente una reducción del 21 al 61% del infarto cerebral dentro de las primeras 6 horas posterior al evento, puede usarse como adyuvante de nimodipino para reducir la isquemia hasta en un 34%; es un fármaco con mínimos efectos adversos, siendo los más comunes la sensación de quemadura a la perfusión, agitación, náusea, debilidad, hipotensión, bradicardia, sus interacciones son mínimas^{21,22}.

El monitoreo de la PIC puede ser invasivo o no invasivo, directo o indirecto, la presión venosa central (PVC) puede correlacionarse directamente con la presión intracraneal, ya que el cerebro tiene 3 sistemas de drenaje venoso: el drenaje cortical, anterior o profundo que se da a través de los senos cavernosos, y el sistema talámico central, que drenan en pequeñas venas de Rosenthal, el aumento en estas presiones de forma inevitable se ve reflejada en la presión venosa central, Bedford et al y Ferris en 2014 correlacionaron el aumento en la PIC con aumento en la PVC con mayor aplicación y éxito en pacientes en los que está deteriorada la autorregulación como es el caso de las lesiones cerebrales ocupativas, igualando la PVC con la PIC por lo que el estado hemodinámico resultado del monitoreo de la presión arterial media (PAM), frecuencia cardiaca (FC) y PVC resultan parámetros fidedignos para estimar la PIC^{1,5,23}.

En el Hospital de Especialidades Antonio Fraga Mouret, Centro Médico Nacional La Raza al año se realizan cerca de 1460 procedimientos neuroquirúrgicos de los cuales 1241 (85%) son pacientes que ingresan a quirófano para resección de masas ocupativas intracraneales y por tanto hipertensión intracraneal y estomago lleno, además de comorbilidades que aumentan el riesgo de broncoaspiración como es la diabetes mellitus 2 en 1090 pacientes (75%), obesidad presente en 730 pacientes (50%), con dificultad a la ventilación desconocida, pero siendo un factor importante para este rubro y el carácter urgente presente en 511 pacientes

(34%), hasta el mes de agosto se llevan contados 612 procedimientos neuroanestésicos, de los cuales 516 fueron cirugías intracraneales (84%), de los cuales se tiene reporte de 2 casos de broncoaspiración en lo que va del año, presentando una mortalidad del 100% en los siguientes 15 días y 2 roturas de aneurisma durante la laringoscopia sin reporte concreto del impacto en el pronóstico, la intubación en secuencia rápida de rutina no se realiza, sin embargo se reportan 200 segundos como máximo y 90 segundos como mínimo de latencia del rocuronio a través de la medición con TOF, correlacionado con saturación de oxígeno por pulsioximetría por debajo del 80% en 219 pacientes obesos (30%), todos estos aspectos engloban una situación grave de riesgo de broncoaspiración y rotura de malformaciones arteriales, lo cual propone un reto para el anestesiólogo que debe utilizar maniobras que aminoren este riesgo, marcando como prioridad la seguridad de la vía aérea y la protección cerebral aminorando la respuesta simpática causada por la laringoscopia al cumplir con dicha tarea; hoy día se cuenta con adyuvantes como lo es el sulfato de magnesio que podría mejorar la calidad de la misma y acortar el tiempo de espera.

MATERIALES Y MÉTODOS

Objetivo general: Evaluar el efecto de la administración de sulfato de magnesio 10 minutos previos a la inducción de pacientes neuroquirúrgicos con la finalidad de disminuir el tiempo de latencia del rocuronio y de la respuesta simpática posterior a la laringoscopia.

Transverso, comparativo, prospectivo, experimental, aleatorizado. Se seleccionaron 20 pacientes que ingresan a quirófano de forma electiva o urgente para procedimiento neuroquirúrgico con hipertensión intracraneal bajo anestesia general balanceada atendidos en el hospital Dr. Antonio Fraga Mouret” del Centro Médico Nacional “La Raza”, se incluyeron derechohabientes IMSS, sometidos a procedimientos neuroquirúrgicos, urgente o electivo, de entre 18 y 85 años, ASA 2-3, con sospecha o diagnóstico de hipertensión intracraneal, se excluyeron aquellos pacientes con enfermedad renal, enfermedades neuromusculares, bradiarritmias, insuficiencia hepática, alérgicos conocidos al sulfato de magnesio, hipermagnesemia conocida y se eliminaron a los pacientes que rechazaron participar. Se formaron 2 grupos, de forma aleatorizada, uno control y otro experimental, previa firma de consentimiento informado por el paciente o en su defecto de la persona responsable, se entregó al médico de sala un sobre para hacerle saber a qué grupo pertenecería el paciente. A su ingreso a sala se realizó monitoreo no invasivo (saturación de O₂ por pulsioximetría, toma de presión arterial no invasiva, PVC en caso de contar con catéter venoso central, ECG continuo en derivación DII - V5, PVC y TOF watch)

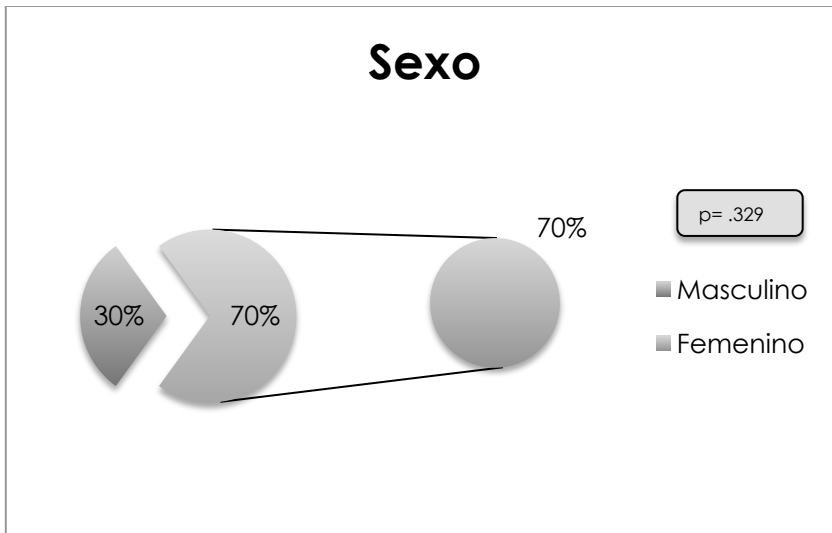
- I. Se inició apoyo con mascarilla facial y oxígeno a 5 litros por minuto, se pidió al paciente ciclos ventilatorios espontáneos a inspiraciones forzadas durante 3-5 minutos.
- II. En el caso del grupo experimental se medicó con sulfato de magnesio a 30mg/kg en 100ml de solución salina al .9% a pasar en 10 minutos.
- III. Se vigiló y reportó sintomatología experimentada por el paciente durante la perfusión.
- IV. En el grupo control no se administró sulfato de magnesio únicamente 100ml de solución salina al .9%.

- V. Se medicó con fentanil a dosis de 2mcg/kg lento.
- VI. Se calibró el TOF watch en modalidad single twitch cada 20 segundos una vez finalizada la administración de sulfato de magnesio y fentanil.
- VII. Se complementó la dosis de fentanil a 4mcg/kg de forma lenta manteniendo al paciente con ventilación espontánea y oxigenado con mascarilla facial.
- VIII. Se administró rocuronio a dosis de 600mcg/kg (.6MG/ML).
- IX. Se midió el tiempo desde la administración de rocuronio hasta la desaparición de la barra, dato indicativo que el paciente se encontraba en condiciones de ser intubado. Los signos vitales SpO₂, frecuencia cardiaca, PVC, frecuencia respiratoria, tensión arterial y ritmo en el electrocardiograma fueron vigilados en todo momento y escritos en la hoja de recolección de datos al ingreso del paciente; T0. Antes de iniciar el sulfato de magnesio, T1. A los 5 minutos de haber iniciado el sulfato de magnesio, T2. A los 10 minutos de haber iniciado el sulfato de magnesio, T3. Justo antes de la laringoscopia, T4. Justo después de la laringoscopia, T5 posterior a la extubación (si fue posible).

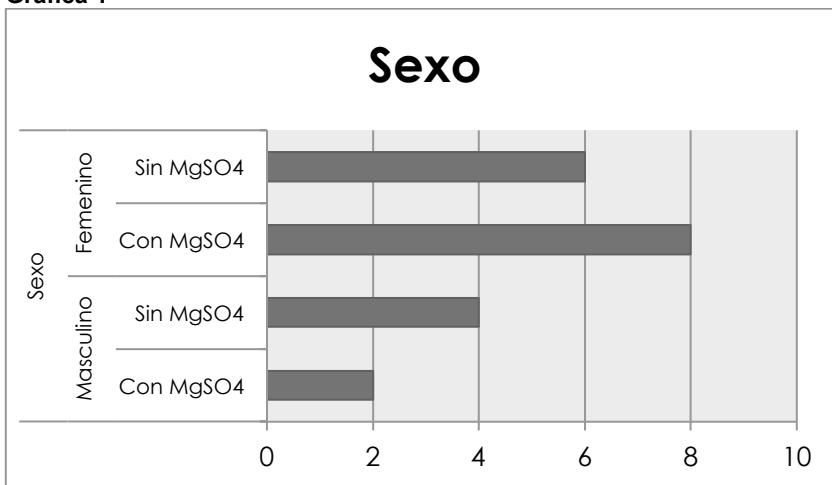
Análisis estadístico: Las variables dimensionales se muestran como promedio \pm desviaciones estándar (DE), según la distribución sea paramétrica o no paramétrica, respectivamente. Las variables nominales se muestran como números o porcentajes. En las comparaciones entre los grupos, las variables cuantitativas serán comparadas mediante T de Student; en el caso de las variables nominales este análisis se hará mediante la prueba Chi². Se considera significativo un valor $p < 0.05$. La información se procesará con el software SPPSS, versión 23.0, IBM, Illinois. El valor de $P \leq 0.05$ será estadísticamente significativo.

RESULTADOS

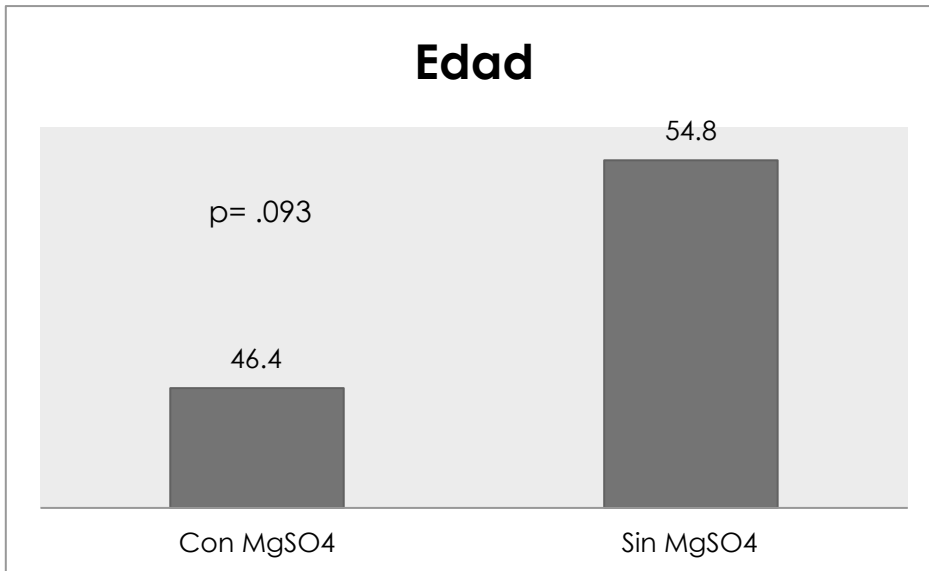
Se formaron 2 grupo de 10 pacientes cada uno, un grupo control al cual no se le administró sulfato de magnesio y uno experimental al cual además de la inducción se le administró sulfato de magnesio, el 30% fue conformado por pacientes del sexo masculino, que además conformaron el 10% del grupo experimental y el 20% del grupo control, y 70% por pacientes del sexo femenino conformando el 40% del grupo experimental y 30% del grupo control (Gráfica 1 y 2), con p obtenida por Chi-cuadrada de .329, la edad promedio fue de 50.6 años, 46.60 años en el grupo experimental y 54.80 años en el grupo control con una desviación estándar (DE) de 8.78 y 12.11 respectivamente, con una p obtenida por Chi-cuadrada de .093 (Gráfica 3).



Gráfica 1

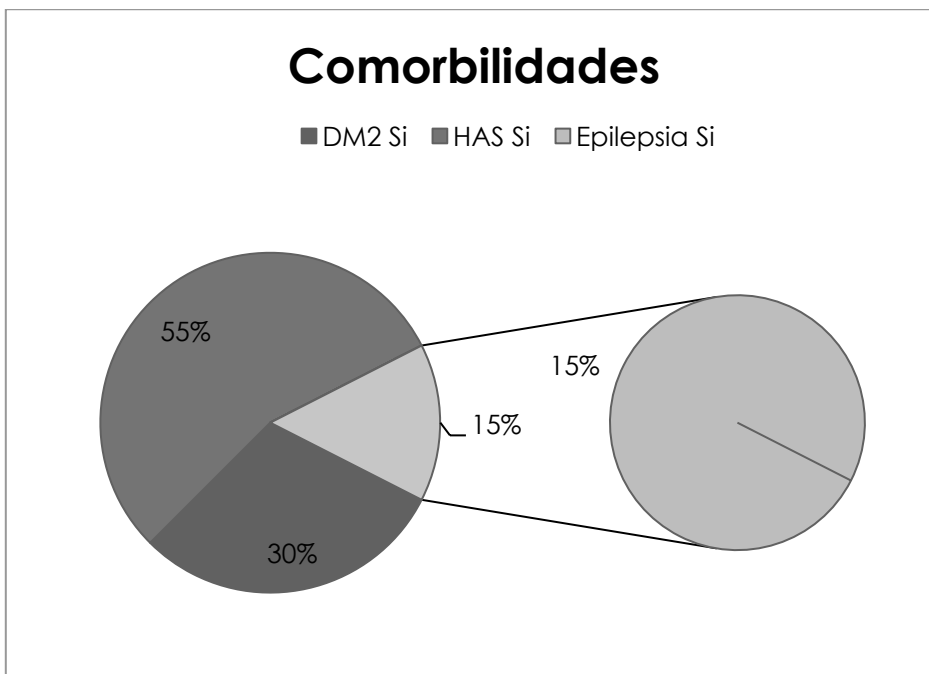


Gráfico



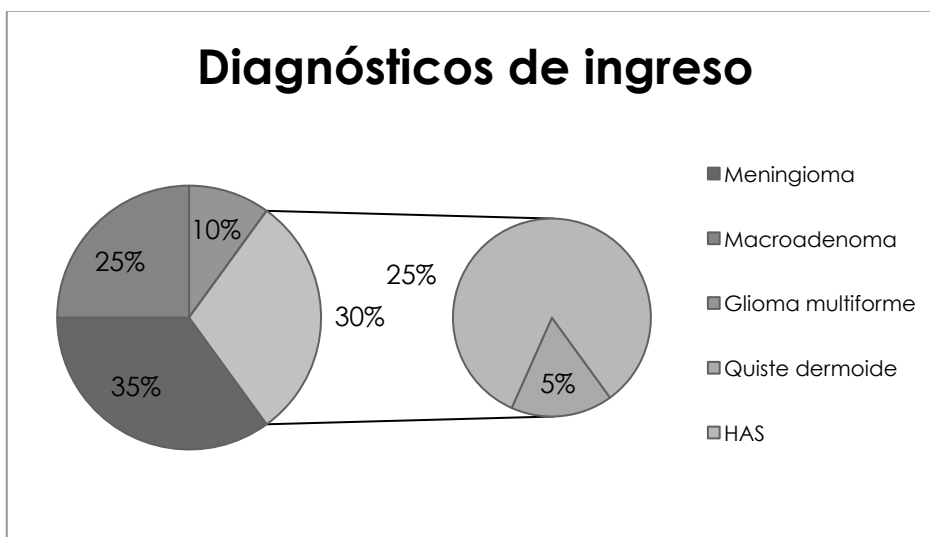
Gráfica 3

Las comorbilidades presentes en la población fueron diabetes mellitus 2 (DM2) presente en el 30% de la población, 15% en el grupo control y 15% en el grupo experimental, hipertensión arterial sistémica (HAS) presente en un 55% de los pacientes 20% en el grupo control y 35% en el grupo experimental, epilepsia en un 15%, 5% en el grupo experimental y 10% en el grupo control (Gráfica 4).



Gráfica 4

Los diagnósticos de ingreso a quirófano fueron para craneotomías en su mayoría y abordaje endonasal; meningioma en un 35%, macroadenoma en un 25%, glioma multiforme en un 10%, quiste dermoide en un 5% y hemorragia subaracnoidea en un 25% (Gráfica 5). (Tabla 1)



Gráfica 5

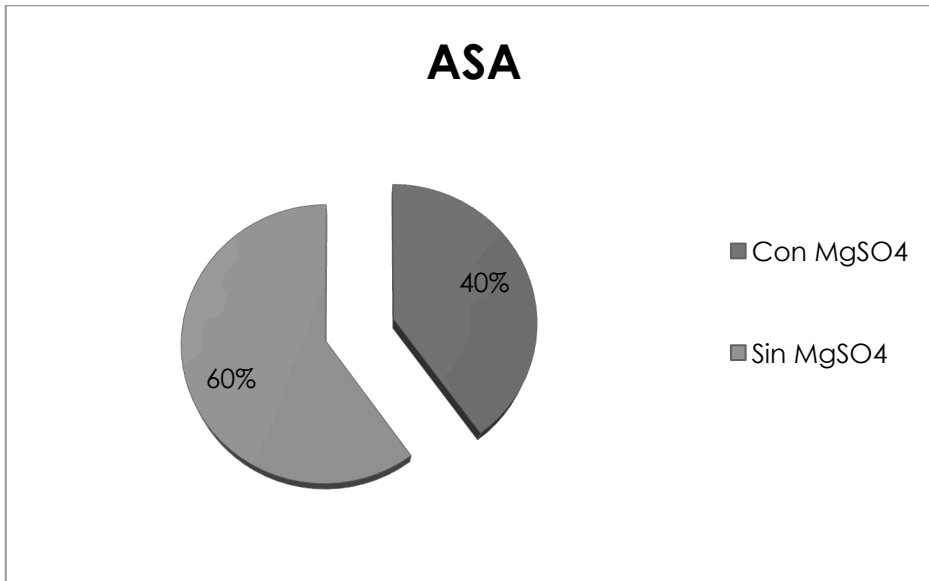
Tabla 1

			N	Media	DE	%	P Chi-cuadrada	T	
Sexo	Masculino	Con MgSO4	2	-	-	10%	.329	6	
		Sin MgSO4	4	-	-	20%			
	Femenino	Con MgSO4	8	-	-	40%		14	
		Sin MgSO4	6	-	-	30%			
Edad			Con MgSO4	-	46.40	8.78	-	.093	10
			Sin MgSO4	-	54.80	12.11	-		
IMC			Con MgSO4	-	26.40	4.20	-	.657	10
			Sin MgSO4	-	25.69	3.02	-		
DM2	Si	Con MgSO4	3	-	-	15%	1	6	
		Sin MgSO4	3	-	-	15%			
	No	Con MgSO4	7	-	-	35%		14	
		Sin MgSO4	7	-	-	35%			
HAS	Si	Con MgSO4	7	-	-	35%	.178	11	
		Sin MgSO4	4	-	-	20%			
	No	Con MgSO4	3	-	-	15%		9	
		Sin MgSO4	6	-	-	30%			
Epilepsia	Si	Con MgSO4	1	-	-	5%	.531	3	
	No	Sin MgSO4	2	-	-	10%			
Diagnóstico	Meningioma	Con MgSO4	3	-	-	15%	.041	7	
		Sin MgSO4	4	-	-	20%			
	Macroadenoma	Con MgSO4	4	-	-	20%		5	
		Sin MgSO4	1	-	-	5%			
	Glioma multiforme	Con MgSO4	2	-	-	10%		2	
		Sin MgSO4	0	-	-	0%			
	Quiste dermoide	Con MgSO4	1	-	-	5%		1	
		Sin MgSO4	0	-	-	0%			
	HAS	Con MgSO4	0	-	-	0%		5	
		Sin MgSO4	5	-	-	25%			

El ASA de los pacientes fue 2 y 3, representando el 60% (N=12) los pacientes de la población en general y el 80% (N=8) de los pacientes del grupo experimental ASA 2 y 40%(N=8) y 60% (N=6) del grupo control ASA 3. (Ver tabla 2 y Gráfica 6)

Tabla 2

	ASA 2	%	ASA 3	%	Mediana
Con MgSO4	8	80%	2	20%	2
Sin MgSO4	4	40%	6	60%	3
Total	12	60%	8	40%	2



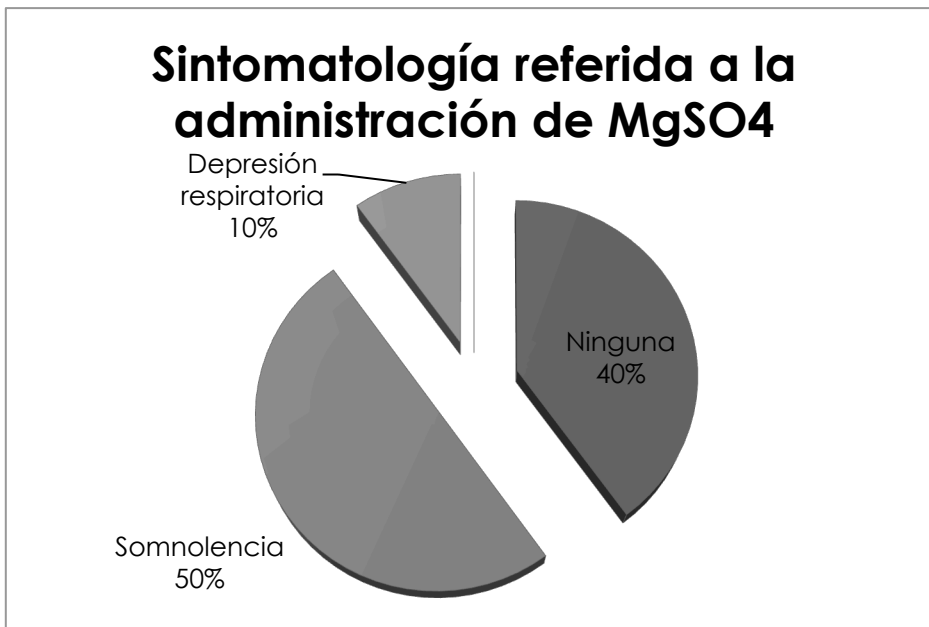
Gráfica 6

Al momento del ingreso a sala de los pacientes se inició monitoreo invasivo tomando como principales parámetros la frecuencia cardiaca basal (FCb), presión arterial media basal (PAMb), presión venosa central basal (PVCb) además de ritmo electrocardiográfico y saturación de oxígeno (SpO2), a ambos grupos se le realizó la misma inducción y monitoreo de la relajación muscular con TOF watch, al grupo experimental se le administró MgSO4 a dosis de 30mg/kg, media de 1.2g (ver tabla 7) en una infusión de 100ml de solución salina al .9%, mientras que al grupo control solo se le administraron los 100ml de solución salina al .9%, se registró la sintomatología referida por el paciente o los signos de depresión respiratoria manifestados por el anestesiólogo de la sala, el 40% no reportó sintomatología alguna en el grupo experimental mientras que el 50% se observó con depresión respiratoria (Tabla 3 y gráfica 7), se procedió a realizar la laringoscopia tras la administración de 600mcg de rocuronio y una vez desaparecida la barra del single twitch (ST) del TOF watch indicador que el paciente esta en condiciones óptimas para ser intubado, en el grupo experimental se obtuvo media de 114 segundos, DE 44.5, mientras que en el grupo control 219 segundos, DE 43.0, ambos con p de .000, observándose una reducción del 52% del tiempo en el grupo experimental (Tabla 4 y gráfico 8), se registraron los

mismos signos vitales inmediatamente después de la laringoscopia (FCI, PAMI y PVCI) (Tabla 5 y gráfico 9).

Tabla 3

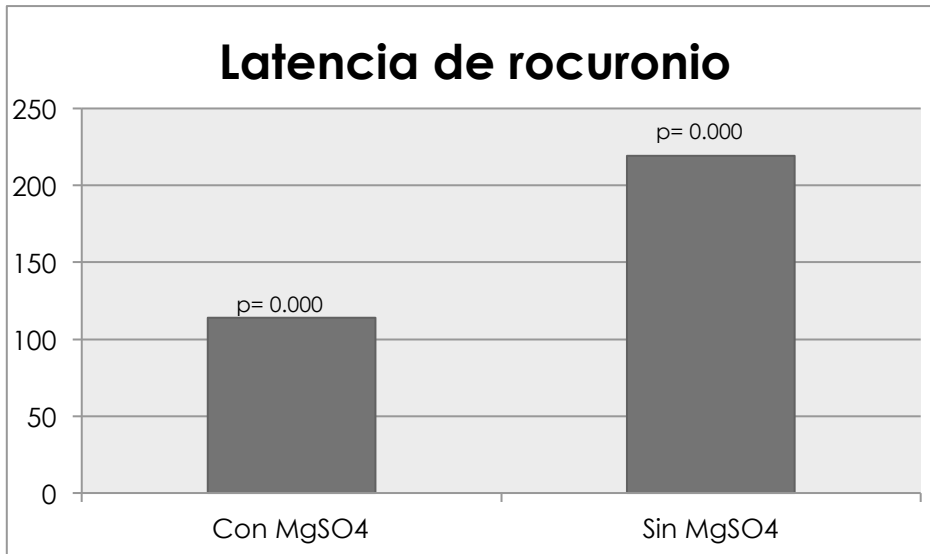
	N	%
Ninguna	4	40%
Somnolencia	5	50%
Depresión respiratoria	1	10%
Ardor	0	0%
Total	10	100%



Gráfica 7

Tabla 4

		N	Media	DE	P T-student
Latencia de rocuronio (Segundos)	Con MgSO4	10	114.0	44.52	.000
	Sin MgSO4	10	219.0	43.063	.000

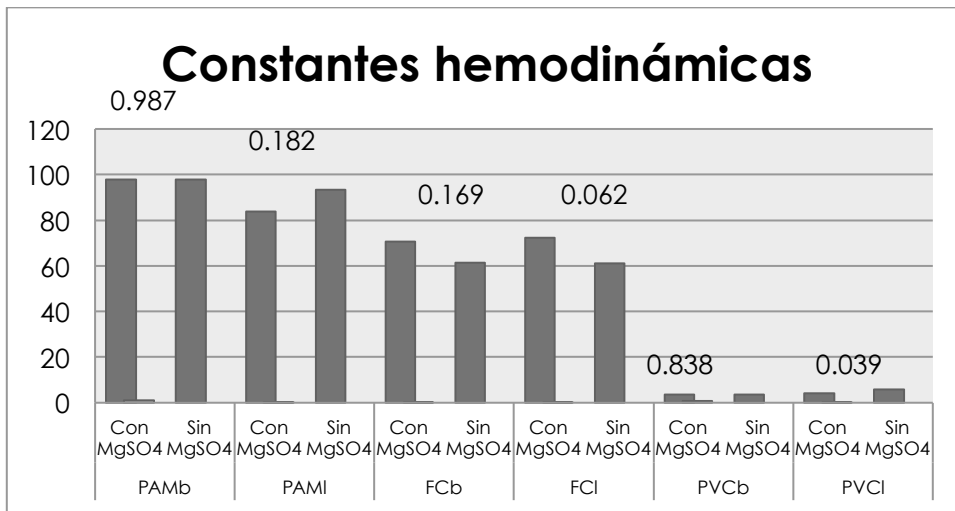


Gráfica 8

De las constantes hemodinámicas basales la PAM presentó una media de 97.9mmHg en el grupo experimental y 97.80mmHg en el grupo control (p T-student .987), la FC presentó como media 70 lpm en el grupo experimental y 61 lpm en el grupo control (p T-student .169), PVC media de 3.6cmH2O en el grupo experimental vs 3.5cmH2O en el grupo control (p T-student .838). Por su parte posterior a la laringoscopia los signos vitales registrados fueron los siguientes PAM media de 83.7mmHg en el grupo experimental vs 93.4mmHg en el grupo control (p T-student .182), FC 72lpm en el grupo experimental vs 61.2lpm en el grupo control (p T-student .062), PVC 4cmH2O en el grupo experimental vs 5cmH2O en el grupo control (p T-student .039). Si bien constantes como la PAM y la FC no variaron entre ambos grupos e incluso aumentaron la p no fue significativa, la PVC es la variable hemodinámica que con mayor exactitud se relaciona con la PIC, posterior a la laringoscopia la PVC se vio incluso reducida 1cmH2O entre un grupo y otro con una p estadísticamente significativa (Tabla 4 y gráfica 8).

Tabla 5

		Media	DE	P T-student
PAM basal	Con MgSO4	97.90	11.19	.987
	Sin MgSO4	97.80	15.60	
PAM Laringoscopia	Con MgSO4	83.70	12.73	.182
	Sin MgSO4	93.40	18.06	
Frecuencia cardiaca basal	Con MgSO4	70.70	14.85	.169
	Sin MgSO4	61.40	14.16	
Frecuencia cardiaca Laringoscopia	Con MgSO4	72.40	12.75	.062
	Sin MgSO4	61.20	12.40	
PVC basal	Con MgSO4	3.60	1.07	.838
	Sin MgSO4	3.50	1.08	
PVC Laringoscopia	Con MgSO4	4.20	1.22	.039
	Sin MgSO4	5.90	2.07	

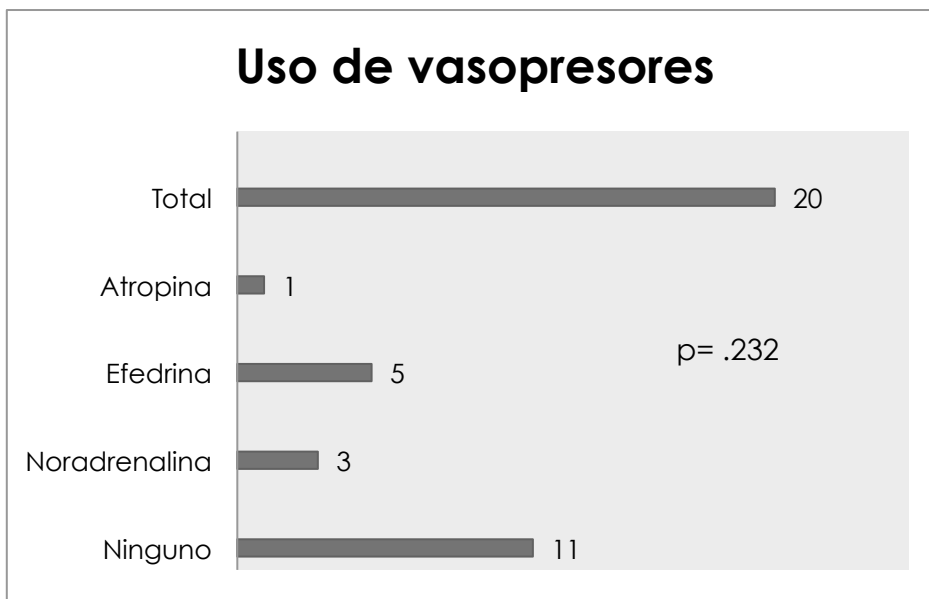


Gráfica 9

Durante la cirugía se registró el uso de vasopresores para ver si se tuvo asociación con la administración de MgSO₄, en general no se utilizaron vasopresores en el 55% de las cirugías, se utilizó más la efedrina en un 25%, 15% en el grupo experimental, la noradrenalina se utilizó en un 15% de los pacientes del grupo control, solamente se atropinizó 1 paciente del grupo experimental (p Chi-cuadrada .232), por lo que no se encontró asociación entre el uso de MgSO₄ y el uso de vasopresores (Tabla 6, gráfica 10).

Tabla 6

		N	%	P Chi- cuadrada	Total
Ninguno	Con MgSO4	6	30%	-	11
	Sin MgSO4	5	25%	-	
Noradrenalina	Con MgSO4	0	0%	-	3
	Sin MgSO4	3	15%	-	
Efedrina	Con MgSO4	3	15%	-	5
	Sin MgSO4	2	10%	-	
Atropina	Con MgSO4	1	5%	-	1
	Sin MgSO4	0	0%	-	
Total	Con MgSO4	10	50%	-	20
	Sin MgSO4	10	50%	.232	



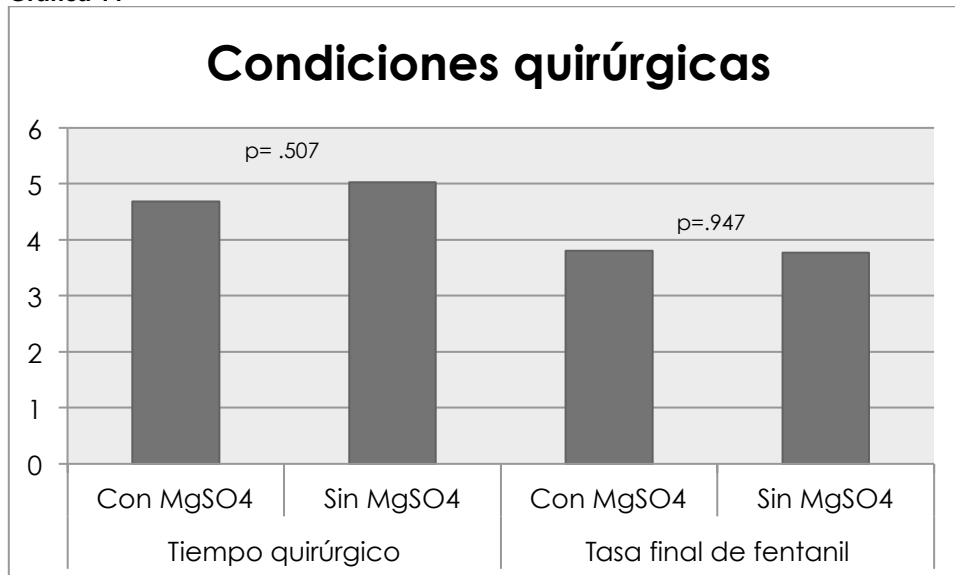
Gráfica 10

En cuanto a las condiciones quirúrgicas el tiempo en horas promedio de las cirugías fue de 4.68 en el grupo experimental vs 5.03 del grupo control (p T-student .507), la tasa de fentanil final en el grupo experimental fue de 3.81mcg/kg/h y de 3.77mcg/kg/h en el grupo control (p T-student .947), no se encontró relación entre el uso de MgSO4 y el consumo de opioide o reducción de tiempo quirúrgico (Tabla 7, gráfica 11).

Tabla 7

		Media	DE	p T-student
Tiempo quirúrgico (Horas)	Con MgSO4	4.68	1.16	.507
	Sin MgSO4	5.03	1.15	
Tasa final de fentanil (mcg/kg/h)	Con MgSO4	3.81	1.43	.947
	Sin MgSO4	3.77	1.22	
Dosis total de MgSO4 (Gramos)		1.2	.485	-

Gráfica 11



Discusión

La inducción de anestesia general e intubación endotraqueal para proteger la vía aérea y prevenir la aspiración es frecuente en la rutina diaria del anesthesiólogo, siendo los pacientes con mayor riesgo como los neuroquirúrgicos en quienes se debe enfocar más las medidas preventivas^{18,20}. Los cambios hemodinámicos que se suelen presentar durante la intubación endotraqueal (como el aumento de la frecuencia cardiaca, presión arterial, aparición de arritmias, aumento de PVC y PIC) puede aumentar la morbilidad y mortalidad perioperatoria de los pacientes. En los últimos años se han estudiado nuevas propiedades y aplicaciones del sulfato de magnesio en la práctica médica, como adyuvante en el manejo de la presión arterial, ya que entre sus múltiples mecanismos de acción actúa en los canales de Na⁺, K⁺, directamente sobre el sistema colinérgico bloqueándolo, relajando el músculo liso, además de inhibir la liberación de noradrenalina al bloquear los canales de calcio en terminaciones nerviosas²¹.

Se han hecho diversos estudios buscando el relajante ideal que desplace el uso de succinilcolina por los efectos secundarios que presenta no siempre benéficos para todos los pacientes, Moustafá en 2014 realizó un estudio comparando succinilcolina con rocuronio utilizando sulfato de magnesio como adyuvante con la finalidad de alcanzar las condiciones óptimas para la intubación, del mismo modo Kim et Al. En 2012 comparó el tiempo de latencia de rocuronio a dosis de 1.2mg/kg vs .6mg/kg adicionando sulfato de magnesio a 50mg/kg, observando una disminución del tiempo de latencia; basado en estos y otros trabajos de investigación en este estudio se utilizó rocuronio a .6mg/kg y sulfato de magnesio a 15mg/kg de peso, Williamson en 2011 menciona bradiarritmias y mayor uso de vasopresores posterior a administración de MgSO₄ a 50mg/kg.

En cuanto a las características demográficas el promedio de edad nuestra población es de 50.6 años mientras que en otros estudios similares van de un rango de 20 a 65 años de edad, en este estudio el 70% esta compuesto por mujeres, con ASA entre 2 y 3, Moustafá 2015 en su estudio comprende 60% de

mujeres con asa 1 y 2, en nuestro estudio la mayoría de los procedimientos fueron resecciones de tumores endocraneos en concreto meningiomas para el grupo control y abordaje endonasal para resección de macroadenomas hipofisarios en el grupo experimental, ambos grupos con deterioro neurológico variable.

Czatkemki en 2010 reporta que el 40% de su población refirió ardor a la administración, sin embargo en nuestro estudio hasta el 40% se reportó asintomático y 50% somnolencia, nadie refirió ardor, las bradiarritmias de igual manera son referidas en este estudio en este estudio únicamente un paciente requirió atropina por presentar bradicardia tras la administración de MgSO₄, Czatkemki reporta que llegó a ameritar soporte con vasopresor posterior a la inducción, Sunil en 2014 propone la lidocaína en bolo de 2mg/kg con la misma finalidad sin embargo la bradicardia y la hipotensión sostenida así como un despertar mas prolongado desalientan su uso actual, en este estudio únicamente se requirió de efedrina en el 15% de los pacientes experimentales y 10% en el grupo control con una p de .232 lo cual declina correlación alguna, el uso de noradrenalina en neurocirugía resulta común sin embargo tampoco se observó una correlación directa con el aumento de demanda de esta amina con el uso de MgSO₄.

Rojas G en 2015 realizó un estudio en pacientes no neurológicos con la finalidad de demostrar las propiedades supresoras del sistema simpático ante la laringoscopia, reportando una disminución de la tensión arterial y de la frecuencia cardiaca posterior a la laringoscopia, si bien es un hecho que suprime la secreción de catecolaminas el MgSO₄ en el presente estudio la frecuencia cardiaca en el grupo experimental se vio un aumento de 2.3% en la FC basal con respecto a la posterior a la laringoscopia, mientras que en el grupo control solo se observó un aumento del .3%, por otra parte la PAM en el grupo experimental se observó una reducción del 14.5% antes y después de la laringoscopia, mientras que en el grupo control solo disminuyó en un 4.4% al momento de la laringoscopia, la PVC que es el parámetro que mas se relaciona con la PIC en el contexto de pérdida de

autorregulación aumentó en un 14.2% en el grupo experimental, mientras que el grupo control aumento en un 40.6% con una $p=.036$, lo que apoya a Warner en su artículo de revisión del 2012 en las bases fisiológicas de la atenuación de la respuesta simpática ante un estímulo doloroso, Rojas G en 2015 tomó como Bash en el 2002 varios trabajos, concluimos que hay menos aumento en la PIC con su único parámetro ante la respuesta simpática la FC en la que solo se observó un aumento de 7.2%, en nuestro caso se observa un aumento aún menor y si retomamos de la primicia de que la PVC se correlaciona con la PIC concluimos que hay menos aumento en la PIC con $MgSO_4$ lo cual se traduce en un mejor pronóstico en estos pacientes.

El uso de diferentes dosis de magnesio para inducir a la hipotensión controlada ha sido tema de varios trabajos, como es el caso de Bash en el 2002 que utilizó $MgSO_4$ a 60 mg/kg concluyó que era una alternativa segura y eficaz en atenuar tanto la taquicardia y la hipertensión a la laringoscopia e intubación endotraqueal y provee un perfil hemodinámico estable; desde entonces los trabajos han seguido una tendencia de encontrar el mismo efecto con una dosis menor como Kim 2012 y Moustafá en 2015 que lo usaron a 50 y 20mg/kg respectivamente, en nuestro estudio a dosis de 15 mg/kg/hora en infusión 10 minutos antes de la inducción se observan comportamientos hemodinámicos igual e incluso más efectivos.

Finalmente la esencia de la investigación que es evaluar el $MgSO_4$ como adyuvante para disminuir el tiempo de latencia de rocuronio a dosis de .6mg/kg, se encontró una disminución clara, en el grupo experimental 114 vs 219 del grupo control que se traduce en un 47.9% de diferencia entre uno y otro, los resultados varían con respecto a otros estudios Kim en 2012 encontró una reducción del 62.6% entre un grupo y otro, mientras que Moustafá reporta 53.67% en la reducción del tiempo de latencia, Park SJ en 2013 reporta una reducción del 80.3% del tiempo de latencia, la disminución en este estudio es clara, sin embargo las condiciones de almacenamiento de rocuronio en nuestro medio no son las adecuadas por falta de refrigerador en nuestra unidad, lo que podría ser una

limitante para igualar los tiempos de latencia con respecto a otros estudios en los que se almacenan los fármacos como es indicado, sin embargo el beneficio del MgSO₄ es clara.

Conclusiones

El MgSO₄ es un excelente adyuvante con acción dual para los pacientes neuroquirúrgicos, por una parte evita la broncoaspiración al reducir el tiempo de latencia del rocuronio en un 47.9% para este estudio, con un promedio de 119 segundos, existieron pacientes con compromiso pulmonar quienes de forma obligada fue necesario asistir con presión positiva, sin embargo no fue la mayoría, si las condiciones de almacenamiento del rocuronio fueran óptimas el tiempo sería aún menor reduciendo la latencia al mínimo.

Por otra parte fue demostrada la reducción de la respuesta simpática provocada por la laringoscopia en las variables hemodinámicas, si bien no redujo las cifras de TAM ni de FC no permitió un aumento mayor del 20% del valor basal, reduciendo aun más la probabilidad de rotura de aneurismas, en el caso de la PVC que esta directamente relacionada con la PIC se evitó que esta misma se incrementara lo que se traduce en una laringoscopia segura de no aumentar la PIC, el edema y por tanto mejorar el pronóstico y disminuir la estancia intrahospitalaria.

Bibliografía

1. Mesbah Kiaee, M., Safari, S., Movaseghi, G. R., Mohaghegh Dolatabadi, M. R., Ghorbanlo, M., Etemadi, M., Zamani, M. M. The effect of intravenous magnesium sulfate and lidocaine in hemodynamic responses to endotracheal intubation in elective coronary artery bypass grafting: a randomized controlled clinical trial. *Anesthesiology and Pain Medicine*. 2014;4(3).
2. Moustafa, M., Deifallah, A., El-Kobbia, N., & Doghaim, M. Comparative study between succinylcholine, rocuronium and magnesium sulphate with rocuronium in rapid sequence induction. *Research and Opinion in Anesthesia and Intensive Care*. 2015;1(1), 57.
3. Patricia Pérez Perilla , Atilio Moreno Carrillo, F. E. G. R. Guía para la secuencia de inducción e intubación rápida en el servicio de emergencias. *Universidad Medica*. 2013;54(2), 175–198.
4. Park, S. J., Cho, Y. J., Oh, J. H., Hwang, J. W., Do, S. H., & Na, H. S. Pretreatment of magnesium sulphate improves intubating conditions of rapid sequence tracheal intubation using alfentanil, propofol, and rocuronium - A randomized trial. *Korean Journal of Anesthesiology*. 2013;65(3), 221–227.
5. Shardlow, E., Registrar, S., Albert, R., & Infirmary, E. Magnesium & Anaesthesia. 2008;1–8.
6. Shin, Y. H., Choi, S. J., Jeong, H. Y., & Kim, M. H. Evaluation of dose effects of magnesium sulfate on rocuronium injection pain and hemodynamic changes by laryngoscopy and endotracheal intubation. *Korean Journal of Anesthesiology*. 2011;60(5), 329–333.
7. Wilson, M. H. Monro-Kellie 2.0: The dynamic vascular and venous pathophysiological components of intracranial pressure. *Journal of Cerebral Blood Flow & Metabolism*. 2016; 60(5).
8. Borazan, H., Kececioğlu, A., Okesli, S., & Otelcioglu, S. Oral Magnesium Lozenge Reduces Postoperative Sore Throat. *Anesthesiology*. 2012;117(3), 512–518.
9. Burkle, C. M., Zepeda, F. A., Bacon, D. R., & Rose, S. H. A Historical Perspective on Use of the Laryngoscope as a Tool in Anesthesiology. 2004;(4), 1003–1006.
10. Marrón-peña, M., & Moreno-alatorre, C. Antecedentes históricos del Colegio Mexicano y trascendencia (1934-1995). 2014;36(2), 136–154.
11. Rodri, G. intracranial Hipertensio Intracranial hypertension. 2012;139(6), 268–272.
12. Sunil, R., Vijay, S., & Jerry, P. The role of intravenous magnesium sulphate in attenuating pressor response to laryngoscopy and intubation in patients undergoing major head and neck surgeries. 2014;451–455.
13. Nooraei, N., Ebrahimi Dehkordi, M., Radpay, B., Teimoorian, H., & Amir Mohajerani, S. Effects of intravenous magnesium sulfate and lidocaine on hemodynamic variables following direct laryngoscopy and intubation in elective surgery patients. *Tanaffos*. 2013;12(1), 57–63.
14. Virrey, P., & Mendoza, D. A. Antecedentes históricos del Colegio

- Mexicano y trascendencia (1934-1995).1984; 45–46.
15. Warner, D. S., Herroeder, S., & Scho, M. E. Magnesium — Essentials for Anesthesiologists. 2016;(4).
 16. Honarmand, A., Safavi, M., Badiei, S., & Fard, N. D. Different doses of intravenous Magnesium sulfate on cardiovascular changes following the laryngoscopy and tracheal intubation: A double - blind randomized controlled trial. 2015;4(2), 79–84.
 17. Manaa, E. M., & Alhabib, A. F. Effect of Magnesium Sulfate on the Total Anesthetic and Analgesic Requirements in Neurosurgery. *Neurology & Neurophysiology*. 2012;1–5.
 18. Gelb, A. W. El neuroanestesiólogo ocasional -siete preguntas. 2012;35, 283–291.
 19. Johnston, R. A., Young, H. S. A., & McBride, R. J. Prevention of intracranial hypertension during laryngoscopy and endotracheal intubation Use of a second dose of thiopentone. 1984.
 20. Mesbah Kiaee, M., Safari, S., Movaseghi, G. R., Mohaghegh Dolatabadi, M. R., Ghorbanlo, M., Etemadi, M. Zamani, M. M. The effect of intravenous magnesium sulfate and lidocaine in hemodynamic responses to endotracheal intubation in elective coronary artery bypass grafting: a randomized controlled clinical trial. *Anesthesiology and Pain Medicine*. 2014;4(3).
 21. Sugiura S, Seki S, Hidaka K, Masuoka M, Tsuchida H. The hemodynamic effects of landiolol, an ultra-short-acting beta1-selective blocker, on endotracheal intubation in patients with and without hypertension. *Anesth Analg* 2007;104:124-9.
 22. Nidhi B. Minimal effective dose of magnesium sulfate for attenuation of intubation response in hypertensive patient. *Journal of Clinical anaesthesia*. 2013;25; 92-97.
 23. Kim, M. H., Oh, A. Y., Jeon, Y. T., Hwang, J. W., & Do, S. H. A randomised controlled trial comparing rocuronium priming, magnesium pre-treatment and a combination of the two methods. *Anaesthesia*. 2012;67(7), 748–754.
 24. Manaa, E. M., & Alhabib, A. F. Effect of Magnesium Sulfate on the Total Anesthetic and Analgesic Requirements in Neurosurgery. *Neurology & Neurophysiology*. 2012;1–5.