

**INSTITUTO NACIONAL DE NEUROLOGIA Y NEUROCIRUGIA  
MANUEL VELASCO SUAREZ**

**DEPARTAMENTO QUE PROPONE:  
ANESTESIOLOGIA**

**TITULO:  
“COMPORTAMIENTO DEL MAGNESIO, CON EL USO DE  
MANITOL DURANTE PROCEDIMIENTOS NEUROQUIRURGICOS”**

**INVESTIGADOR PRINCIPAL:  
LORENA CORTES MARTINEZ**

**SERVICIO AL QUE PERTENECE:  
ANESTESIOLOGIA**

**TUTOR:  
DR. NESTOR ARMANDO SOSA JAIME  
MEDICO ADSCRITO DE ANESTESIOLOGIA**

**TITULAR DEL CURSO:  
DR. LUIS M. IGARTUA GARCIA  
JEFE DEL DPTO. DE ANESTESIOLOGIA**



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.

**INSTITUTO NACIONAL DE NEUROLOGIA Y NEUROCIRUGIA  
“MANUEL VELASCO SUAREZ”**

**FIRMAS:**

**DRA. TERESITA CORONA VAZQUEZ  
SUBDIRECCION GENERAL DE ENSEÑANZA.**

**TITULAR DEL CURSO:**

**DR. LUIS M. IGARTUA GARCIA  
JEFE DEL DEPARTAMENTO DE ANESTESIOLOGIA.**

**ASESOR DE TESIS:**

**DR. NESTOR ARMANDO SOSA JAIME  
MEDICO ADSCRITO DE ANESTESIOLOGIA**

## **AGRADECIMIENTO:**

**A mi esposo Jesús, por el apoyo brindado durante mi formación como profesional.**

**A mi hija Selene Berenice., quien sufrió mis ausencias, pero es la chispa que enciende mi mundo de ilusiones.**

**A mis padres y hermanos quienes con sus consejos acertados han contribuido en mi formación.**

**Al Dr. Nestor Armando Armando Sosa Jaime, por su apoyo desinteresado durante la realización de esta tesis.**

**A mis profesores ...**

**A mis amigos ...**

## ÍNDICE

Antecedentes

Hipótesis

Objetivos

Criterios de Inclusión

Criterios de Exclusión

Material y Métodos

Resultados

Discusión

Conclusiones

Bibliografía

## ANTECEDENTES

El magnesio, ocupa el segundo lugar en abundancia entre los cationes de los líquidos intracelulares. Es indispensable para la actividad de muchos sistemas enzimáticos y tiene papel importante respecto a la transmisión y la excitabilidad neuromuscular. Los déficit se acompañan de diversos trastornos estructuras y funcionales. (1)

Los riñones mantienen el equilibrio electrolítico por resorción y secreción selectivas, ciertos electrolitos aparecen en la orina: éstos son sodio, potasio, cloro, calcio, fosfatos y magnesio. Para analizar las cantidades de estos componentes se requiere una muestra de orina de 24 horas. No obstante las concentraciones urinarias de electrolitos son menos importantes que las séricas (2).

El magnesio es un elemento de gran importancia biológica y clínica por su participación en múltiples reacciones bioquímicas sobre diversos sistemas enzimáticos y por sus efectos en prácticamente todos los aparatos y sistemas corporales.

El magnesio es de importancia para el anestesiólogo por varias razones. Su deficiencia o exceso puede producir consecuencias clínicas de importancia durante la anestesia o en la Unidad de Cuidados Intensivos (18)

El magnesio es un catión divalente, con peso atómico de 24.31 D. es el cuarto catión más abundante del cuerpo humano y el segundo más importante a nivel intracelular. La mayor cantidad de magnesio orgánico se encuentra en el sistema musculo-esquelético, con un 50-60% en los huesos aproximadamente 500 mMol, y el 20% en el músculo estriado. El resto se encuentra principalmente en hígado, cerebro y riñón. En el músculo se encuentra unido a la Hidroxiapatita, y solo de un 20 a 30% del magnesio del sistema musculo-esquelético es intercambiable (1,3,19). Aproximadamente; el 1% de magnesio (cerca de 15 mMol) se encuentra en el compartimiento del líquido extracelular. Su concentración sérica normal es de  $1.74 \pm 0.4$  mEq/Lt ( $0.7$  a  $1.05$  mMol/ Lt ó  $1.3$  mg/100 ml). (3,4); de esta concentración el 65% se encuentra en estado iónico, el 35% está unido a proteínas (principalmente a la

albúmina), y una pequeña cantidad ultrafiltrable, se encuentra no disociado (citratos, lactatos). (3)

La paratohormona juega un papel en la regulación del magnesio, por medio de un mecanismo de retroalimentación negativa; la hipomagnesemia aumenta la producción de la paratohormona y ésta a su vez incrementa la absorción tubular renal e intestinal del magnesio (4)

El magnesio juega un rol vital en la excitabilidad cardíaca. La evidencia de investigación continua ha demostrado que la deficiencia de magnesio contribuye a desencadenar actividad ectópica ventricular y muerte súbita. Por lo que ha surgido como el principal catión cardiovascular. Es también esencial para la producción y el funcionamiento de adenosina trifosfato, que es completamente funcional sólo cuando está unida al magnesio. Se realiza este estudio con el fin de conocer el comportamiento sérico de éste ión, con el uso de manitol durante procedimientos neuroquirúrgicos.

Se sabe que la hipomagnesemia es un problema común, que a menudo pasa inadvertida, en especial en pacientes críticamente enfermos, que han recibido terapia con diuréticos por largo tiempo. Suele coexistir tanto con hipocalcemia (deterioro de la secreción de hormona paratiroidea), como con hipopotasemia (debido a desgaste renal de potasio). A menudo predominan los efectos concomitantes de la hipocalcemia.(5,6,15)

Los diuréticos osmóticos, filtran fácilmente el glomérulo y son en pequeño grado resorbibles por el tubulo renal. Para los procedimientos neuroquirúrgicos, el manitol es óptimo para disminuir la presión intracraneal y el volumen encefálico durante la cirugía (1). Gran parte del mecanismo mediante el cual el manitol disminuye la presión intracraneana (PIC) es la creación de un gradiente osmótico entre el tejido cerebral y la sangre. La administración de manitol tiene efectos tanto en el tejido cerebral como en el resto del organismo. En una fase inicial, a nivel cerebral se observa clínicamente una disminución en la turgencia del tejido cerebral, que permite el abordaje quirúrgico. Se observa un

aumento en el volumen circulante manifestado por un aumento en la presión venosa central (PVC) y una disminución en el microhematocrito (hemodilución hipervolemica). También se observa una hiponatremia relativa, como consecuencia de la salida de agua libre intracelular, al espacio intravascular por el efecto osmótico del manitol. En una segunda fase se observa disminución del volumen circulante y hemoconcentración.(7,8,9)

Los diuréticos osmóticos pueden causar cambios en el potasio, sodio y magnesio sérico, y estos cambios pueden producir arritmias.(3,7)

Con niveles de magnesio mayores de aproximadamente 2.5 mmol/L, se inhibe la producción atrio-ventricular e intra-ventricular. Si se alcanzan concentraciones de 12.5 mmol/L se puede producir paro cardíaco en diástole, que responde a tratamiento con marcapasos. Los cambios electrocardiográficos de la hipomagnesemia son inespecíficos y similares a los de la hipokalemia. En etapas tempranas se observa ondas P de bajo voltaje, complejos QRS normales y ondas T picudas. Si la deficiencia progresa, aparecen intervalos PR y QT prolongados, complejos QRS anchos, depresión del segmento ST y de la onda T, y aparición de la onda U.(4,13)

Loeb Et al., describió dos pacientes con fibrilación ventricular paroxística asociada con severa hipomagnesemia ( 0.5 y 0.7 mEq/L) debido a alcoholismo y malnutrición en el primer paciente y ha diuréticos en el segundo. (16)

La hipomagnesemia esta involucrada en la aparición de disrritmias inducidas por los digitálicos y que la absorción de la digital hacia la célula miocárdica se ve favorecida en los estados de depleción de magnesio, y ambos factores alteran el mecanismo de la bomba sodio - potasio, afectándose la capacidad de la célula de conservar su potasio intracélular. El potencial de membrana de reposo se torna menos negativo, alcanzando más fácilmente el potencial umbral, induciendo a irritabilidad de la célula miocárdica.

La hipomagnesemia es más común, que la hipocalcemia durante la toxicidad digitálica, siendo insuficiente el reemplazo de potasio en pacientes que es acompañado de la administración de magnesio.

Los niveles de magnesio podrían determinarse rutinariamente en pacientes que recibieron terapia con diuréticos y digitálicos., y el magnesio intravenoso forma parte del tratamiento de rutina en pacientes con toxicidad digitálica que presentaron arritmias ventriculares.( 10)

En 1990, Gottlieb y Cols., elaboraron un estudio que demostró la importancia de las concentraciones de magnesio en los pacientes con Insuficiencia Cardíaca Congestiva ICC donde estudiaron a 199 pacientes con ICC, de los cuales 19 presentaron hipomagnesemia (-1.6 mEq/L) y 14 hipermagnesemia ( 2.1 mEq/L). Aquellos con hipomagnesemia presentaron a largo plazo mayor frecuencia de complejos ventriculares prematuros y episodios de taquicardia ventricular. (17)

El tratamiento para las arritmias supraventriculares y ventriculares puede hacerse con el uso de magnesio intravenoso. La administración de Sulfato de magnesio causa un aumento en el potasio intracélular disminuyendo la frecuencia de arritmias, por lo tanto al parecer la capacidad de mantener el gradiente de potasio es dependiente de la presencia de magnesio. (10,11)

Los efectos hemodinámicos de la inyección intravenosa de Sulfato de magnesio consiste en vasodilatación periférica moderada, con disminución de la presión sistólica, aumento del índice cardíaco y disminución de la resistencia vascular periférica. (12)

Existen estudios en caninos, que sugieren el uso de Sulfato de magnesio dosis de 30, 60, 90, mg x kg, como indicación para arritmias cardíacas e hipertensión durante la anestesia con sevoflorano.(14)

## **HIPOTESIS**

H1 En los pacientes neuroquirúrgicos donde se usa manitol, el magnesio sérico va a disminuir.

H2 Los pacientes con hipomagnesemia por el uso de manitol, tendrán alteraciones electrocardiográficas.

H0 En los pacientes neuroquirúrgicos donde se usa manitol, tendrán alteraciones electrocardiográficas.

## **OBJETIVOS**

- Conocer el comportamiento del magnesio sérico con el uso de diuréticos osmóticos.
- En los pacientes que presentan hipomagnesemia, observar la frecuencia de trastornos electrocardiográficos.

## **CRITERIOS DE INCLUSION**

Paciente con estado físico I-II-III

Edad entre 20-90 años

Peso entre 45-90 kg

Sin alteraciones electrolíticas

Cirugías electivas

Sin antecedentes de alcoholismo crónico

Sin la administración de diuréticos

## **CRITERIOS DE EXCLUSION**

Pacientes con estado físico ASA IV-V

Menores de 20 años y mayores de 90 años

Con administración de diuréticos

Con sangrados importantes previos

Con antecedentes de alcoholismo crónico

## **MATERIAL Y METODOS**

El estudio se realizó en el Instituto Nacional de Neurología y Neurocirugía. Se cuantificaron los niveles plasmáticos de magnesio en el laboratorio central del Instituto.

Se eligieron 43 pacientes de los cuales se dividieron en 2 grupos conformados: el grupo 1 por 23 y el grupo 2 por 20 pacientes, programados para diversos procedimientos neuroquirúrgicos.

A todos los pacientes se les administro medicación preanestésica con diacepam .15 mg x kg.

Todos los pacientes con exámenes de laboratorio de rutina, biometría hemática, química sanguínea, electrólitos séricos, tiempos de coagulación y previo electrocardiograma.

Todos los pacientes fueron monitorizados al ingresar a sala de operaciones con electrocardiograma en derivación DII, ó V5 modificada, presión arterial invasiva, mediante la canulación de la arteria radial, con un catéter número 20, previa prueba de Allen. Se registro la PVC por medio de un catéter número 16, colocado por venopunción en el antebrazo, monitorizandose su presencia en el tercio medio de la aurícula, con un trazo electrocardiográfico.

La inducción anestésica en ambos grupos consistió en: fentanil de 1-3 mcg x kg., tiopental de 4-6 mg x kg, bromuro de pancuronio a 100 mcg x kg, más lidocaína a 1-1.5 mg x kg. Una vez completada la inducción se mantuvo la anestesia con Isoflorano a dosis variables no mayores de 1.5 Vol. % , más fentanil de 2-4 mcg x kg x hr.

Posterior a la intubación los pacientes fueron conectados a ventilación mecánica controlada, con un volumen minuto adecuado para mantener PaCO<sub>2</sub> entre 25 a 30 mmHg.

Al primer grupo se le administro una sola dosis de manitol al 20% a .5 mg x kg en infusión continua en el transoperatorio durante 20 minutos.

Al segundo grupo sin la administración de manitol.

Se recolectaron muestras de sangre arterial que se enviaron para mediciones de niveles séricos de magnesio al laboratorio central del Instituto, de acuerdo a las siguientes fases:

Muestra 0 (basal): previo a la administración de manitol.

Muestra 1: una hora después de la administración de manitol.

Muestra 2: dos horas después de la administración de manitol.

Muestra 3: en el servicio de recuperación.

Las muestras del grupo 2 se recolectaron de acuerdo a las siguientes fases:

Muestra 0: al final de la inducción anestésica.

Muestra 1: al inicio de la cirugía.

Muestra 2: una hora después del inicio de la cirugía.

Muestra 3: en el servicio de recuperación.

Los resultados se analizaron mediante la prueba “T” de Students.

## RESULTADOS:

En el grupo I se estudiaron 23 pacientes de los cuales 3 se excluyeron por sangrado profuso, (mayor de 1500 ml) que alteraban los resultados séricos del magnesio.

Los grupos estudiados fueron comparados en cuanto a sus características demográficas (Tabla 1), tomando en cuenta para el Grupo I , 11 pacientes femeninos (55 %) y 9 masculinos (45 %), con la edad promedio de:  $49.5 \pm 9.92$ , y peso  $62 \pm 8.65$ , y para el Grupo II , 10 pacientes femeninos (50 %), y 10 masculinos (50 %), con edad promedio de:  $48.5 \pm 9.76$ , y peso de  $68 \pm 10.24$ . ( Tabla 1), y en cuanto a su patología de base (Tabla 2,3)

GRUPO	EDAD	PESO	FEMENINO	MASCULINO
I	$49.5 \pm 9.92$	$62 \pm 8.65$	11(55%)	9(45%)
II	$48.5 \pm 9.76$	$68 \pm 10.24$	10(50%)	10(50%)

Tabla 1. Características demográficas.

<b>PATOLOGIA</b>	<b>GRUPO I</b>
<b>GBM Frontal</b>	1
<b>Neuralgia V PC derecho</b>	2
<b>Glioma FT</b>	3
<b>Aneurisma ACoP</b>	1
<b>Craniofaringioma</b>	1
<b>Mets</b>	1
<b>Meningioma</b>	1
<b>Glioma Frontal</b>	3
<b>Aneurisma ACMD</b>	1
<b>ADH</b>	1
<b>Aneurisma ACI</b>	1
<b>Glioma temporal izquierdo</b>	1
<b>Neoplasia parietal</b>	1
<b>Cavernoma</b>	1
<b>TOTAL</b>	20

Tabla 2. Patología de base del grupo I

<b>PATOLOGIA</b>	<b>GRUPO II</b>
<b>Inestabilidad occipital</b>	1
<b>Neuralgia V PC derecho</b>	1
<b>Lesión fosa posterior</b>	1
<b>Meningioma</b>	1
<b>ADH</b>	6
<b>Cavernoma</b>	5
<b>Hernia de disco lumbar</b>	1
<b>Aneurisma ACoA</b>	1
<b>Meningioma torácico medular</b>	1
<b>Neurinoma del VIII PC</b>	1
<b>Fístula de LCR</b>	1
<b>TOTAL</b>	20

Tabla 3. Patología de base del grupo II.

No hubo diferencias en cuanto a la edad, peso, sexo y duración del tiempo anestésico quirúrgico en ambos grupos, por lo tanto son comparables para evaluar el efecto del manitol.

Se observó que en el primer grupo, la muestra basal fue de  $1.9 \pm 0.15$  mEq/L. Durante la muestra 1 correspondiente a una hora después de la administración de manitol, existió disminución en la concentración sérica del magnesio, con promedio de  $1.2 \pm 0.19$  mEq/L., regresando a niveles basales ( $P= 0.01$ ), en la muestra 2 y 3, correspondiente a dos horas después de administrado el manitol y en el servicio de recuperación. (No se presentaron cambios electrocardiográficos).

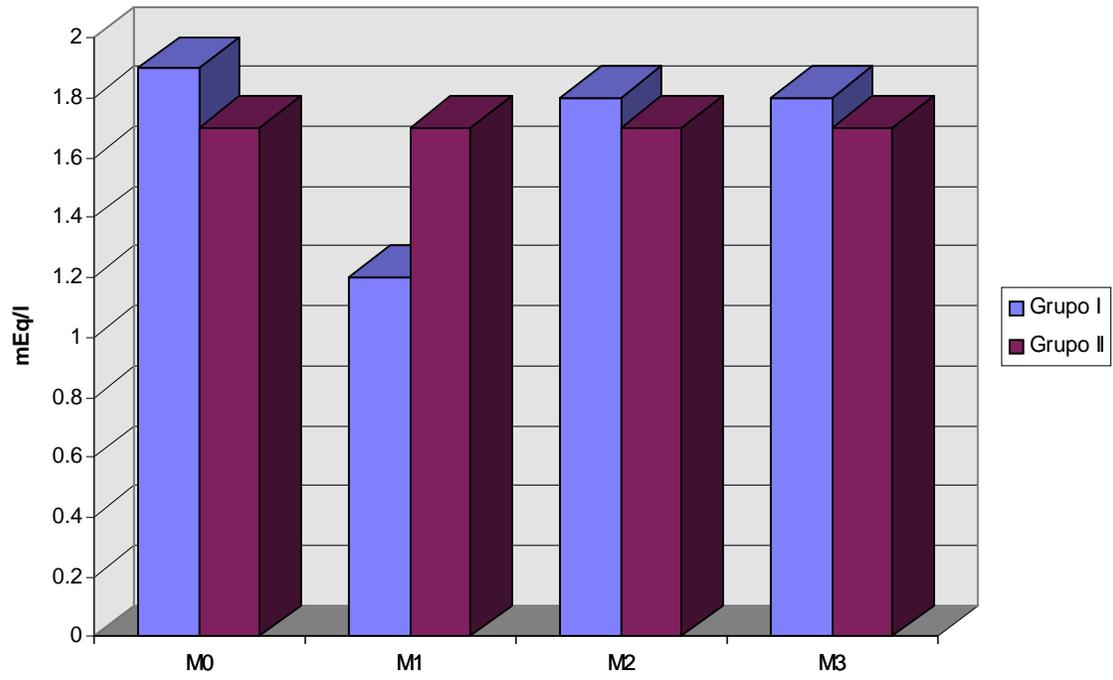
Se observan las diferencias en cuanto a la concentración de magnesio en ambos grupos. Gráfica No. 1. A todos los pacientes del grupo I se les administro dosis única de manitol al 20% en infusión continua durante 20 minutos.

El segundo grupo se mantuvo sin cambios en la concentración de magnesio sérico durante la toma de muestras (Tabla 4), con promedio de  $1.7$  mEq / L.

<b>MUESTRAS</b>	<b>GRUPO I</b>	<b>GRUPO II</b>
<b>0</b>	$1.9 \pm 0.15$	$1.7 \pm 0.12$
<b>1</b>	$1.2 \pm 0.19$	$1.7 \pm 0.10$
<b>2</b>	$1.8 \pm 0.13$	$1.7 \pm 0.10$
<b>3</b>	$1.8 \pm 0.14$	$1.7 \pm 0.10$

Tabla 4. Concentración de niveles séricos de magnesio.

### NIVELES SERICOS DEL MAGNESIO



Gráfica 1. Comportamiento del Magnesio transoperatorio.

## **DISCUSION:**

Para la mayoría de los médicos, es suficiente el tomar medidas de diagnóstico y tratamiento para el déficit de potasio y calcio, siendo ellos depletados principalmente por diuréticos que con frecuencia son utilizados en los procedimientos anestésicos de neurocirugía aunque el dilema se complica aún más con el magnesio que con el potasio y calcio, ya que el magnesio circulante solo representa el 1% que se encuentra en el compartimiento del líquido extracélular, siendo así que puede existir déficit de los depósitos de magnesio con niveles séricos normales. (20)

El magnesio es un elemento de gran importancia biológica y clínica por su participación en múltiples reacciones bioquímicas sobre diversos sistemas enzimáticos y por sus efectos en prácticamente en todos los aparatos y sistemas corporales.

Se realizó este estudio, para conocer el comportamiento sérico de este ión, con el uso de diuréticos de más amplio uso en la práctica de neuroanestesia, como lo es el manitol, el cual disminuye la presión intracraneana creando un gradiente osmótico entre el tejido cerebral y la sangre, disminuye el volumen encefálico durante la cirugía (1) para permitir el abordaje quirúrgico.

Loeb y cols., describieron dos pacientes con fibrilación ventricular paroxística asociada con severa hipomagnesemia (0.5 y 0.7 mEq/L), debido a alcoholismo y malnutrición en el primer paciente y ha diuréticos en el segundo. (16)

En este estudio dentro del grupo 1 en quienes se empleo manitol, durante la cirugía, las concentraciones plasmáticas de magnesio, una hora después de administrado disminuyó al.2mEq/L, regresando a niveles normales dos horas después de administrado el manitol, permaneciendo en límites normales en las siguientes muestras.

En 1990, Gottlieb y Cols., realizaron un estudio en 199 pacientes con Insuficiencia Cardíaca Congestiva, de los cuales 19% presentaron hipomagnesemia (<1.2 mEq/L) y a largo plazo mayor frecuencia de complejos ventriculares. (17)

En este estudio, el grupo 1 a quienes se les administró manitol y presentaron hipomagnesemia en promedio de 1.2 mEq/L, una hora después de administrado, lo cual se considera como una hipomagnesemia relativa, que quizá sea producida por hemodilución hipervoluminica, como consecuencia de la salida de agua libre intracélular, al espacio intravascular, por el efecto osmótico del manitol (7,8,9). Estos pacientes no presentaron alteraciones electrocardiográficas, lo cual podría ser debido a que los pacientes estudiados fueron sometidos a cirugía electiva sin enfermedad cardiovascular preexistente.

En el grupo II en quienes no se administró manitol, los niveles séricos de magnesio permanecieron durante el transoperatorio y en el servicio de recuperación dentro de límites normales ( $1.7 \pm 0.10$  mEq/L).

De los tres pacientes que se excluyeron por sangrado mayor de 1500 ml., en uno de ellos los niveles de magnesio disminuyeron a 0.5 mEq/L., en otro disminuyo a 0.8 mEq/L y en el tercero los niveles de magnesio fueron de 1.0 mEq/l. (ASA I). Únicamente el segundo paciente presento alteraciones electrocardiográficas, como extrasistoles supraventriculares.

## CONCLUSIONES

En el grupo I, el magnesio sérico disminuyó en la muestra recolectada una hora después de la administración del manitol (1.2 mEq/L), manteniéndose posteriormente con niveles plasmáticos de magnesio dentro de límites normales en las siguientes muestras recolectadas.

Esta hipomagnesemia de 1.2 mEq/l., no llevo a cambios electrocardiográficos en ninguno de los pacientes.

La disminución del magnesio, quizá no tuvo repercusiones electrocardiográficas, debido a que la consideramos como relativa y quizá pueda tener consecuencias en un paciente que previamente presente hipomagnesemia.

Se le debe de dar importancia durante procedimientos anestésicos a los pacientes que ya vienen tratados con diuréticos osmóticos o procedentes de la Unidad de Cuidados Intensivos, sobre todo en pacientes con cardiopatías que también han recibido terapia con diuréticos.(4,13)

Hay que determinar los niveles de magnesio y que este forme parte del tratamiento de rutina, así como también cuantificarlo antes de la administración de diuréticos en pacientes con cardiopatías sometidos a procedimientos quirúrgicos y de la Unidad de Cuidados Intensivos, debido a que en este estudio; se presentó hipomagnesemia durante la primera hora después de administrado el manitol, lo cual podría desencadenar actividad ectopica ventricular, fibrilación ventricular paróxistica (16),arritmias ventriculares y supraventriculares (10,11), complejos ventriculares prematuros, episodios de taquicardia

ventricular (17) y muerte súbita (3,7), que se han demostrado como complicaciones en las deficiencias del magnesio.

## **Fe de erratas**

Por un error en la transcripción en esta tesis aparecen tres errores graves que motivan la inclusión de esta fe de erratas.

**Página 5**, tercer párrafo dice:

HO En los pacientes neuroquirúrgicos donde se usa manitol tendrán alteraciones electrocardiográficas.

**Debe decir:** HO En los pacientes neuroquirúrgicos donde se usa manitol, no disminuirá el magnesio sérico.

**Página 18:** séptimo párrafo dice:

Anesthesiology. 1977, 47, 2830.

**Debe decir:** Anesthesiology. 1977, 47: 28-30

**Octavo párrafo** dice:

Revista Mexicana de Anestesiología. 1998, 11:7-14.

**Debe decir:** Revista Mexicana de Anestesiología. 1988, 11:7-14.

## **BIBLIOGRAFIA:**

- 1.- ALFRED GOODMAN GILMAN. Water, salt, and ions the pharmacological basis of therapeutics. 1990, 704-706.
- 2.- HELEN KLUSEK HAMILTON. Electrolitos, enfermedades reales y urológicos. 1986, 47-50.
- 3.- LILIANA AN A COSTABLE. ROSARIO CASTAÑEDA HERNANDEZ. El magnesio y el anestesio. Revista Mexicana de Anestesiología. 1990, 13: 224-230.
- 4.- MUÑOZ R. Magnesio. Electrólitos en pediatría. 1988, cap. 9:219-230.
- 5.- G. EDWARD MORGAN. Anestesiología clínica. Tratamiento del pacientes con alteración de líquidos y electrolitos. 1995, 580-583.
- 6.- SCHWARTS, SHIRES, SPENCER. Tiroides y paratiroides. Principios de cirugía. 1986, 1573-1575.
- 7.- JAMES E. COTTRELL, M.D. ANDREW ROBUSTELLI. KALMON POST. HERMAN TURNDORT. Furosemide and manitol, induced changes in intracranial pressure and serum osmolality and alectrolytes. Anesthesiology. 1997, 47,2830.
- 8.- JOSE DE JESUS JARAMILLO MAGAÑA. LUIS M. IGARTUA GARCIA. GUILLERMO BRITO G. SERGIO GOMEZ LLATA. Efectos de la hemodilución hipervolemica en la cirugía de aneurismas intracraneales. Revista Mexicana de Anestesiología. 1998, 11:7-14.
- 9.- JUAN JORGE ALVAREZ RIOS. Aneurisma intracraneal, hemorragia subaracnoidea y el anestesio. Anestesia en México. Vol. IX. supl, 1997:52-54.
- 10.- TZIVONI D, KEREN A. Supresion of ventricular arritmias by magnesium. American Journal cardiology. 1990,1:1397-1399.
- 11.- BELLER G. HOOD W. SMITH T, ABELMANN W. WACKER W. Correlation of serum magnesium leveles and cardiac digitalis intoxication. American Journal Cardiology, 1994, 33:225-229.

- 12.- MROCZER W. J. LEE. W. R. DAVIDOW ME. Effect of magnesium sulfate on cardiovascular hemodynamics. *Angiology*. 1997, 28:720-724.
- 13.- ISERI L. FREED J. BURES. A. Magnesium deficiency and cardiac disorders. *American Journal Medicine*. 1975. 58:837-846.
- 14.- S.AKZAWA Y COLS. Effects of magnesium sulphate on atrio-ventricular conduction times and surface electrocardiogram in dose anesthetized with sevoflurane. *British Journal of Anesthesia*. 1997, 78, 75-80.
- 15.- KEVIN G. Y COLS. Protamine and acute depletion of magnesium limit bone response to parathyroid hormone. *Anesthesia Anal*. 1996, 82:29-32.
- 16.- LOEB H. S. PETRAS RJ, GUNNAR RM, TOBIN JR. Paroxysmal ventricular fibrillation in two patients. with hypomagnesemia. *Circulation*, 37:210. 1968.
- 17.- GOTTLIEB SS, BARAUCH L, KUKIN ML. ET AL. Prognostic importance of the serum magnesium concentration in patients with congestive heart failure. *J. Am. Coll. Cardiology*, 1990, 16:827-831.
- 18.- RUDEHIL A. GORDON E, OHMAN G. ET AL. Pharmacokinetics and effects of mannitol and hemodynamics, blood and cerebrospinal fluid electrolytes and osmolality during intracranial surgery. *J. Neurosurg Anesthesiol* 1993,5:4-12.
- 19.- MICHEL F. M. JAMES. Clinical use of magnesium infusions in anesthesia. *Anesth Analg* 1992, 74:129-36.
- 20.- DAVID P. LAULER, MD. Introducción: Magnesium-Coming of age. *The American Journal of cardiology*, April 18, 1989. 1G-3G.