

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE CHIHUAHUA
FACULTAD DE MEDICINA Y CIENCIAS BIOMÉDICAS
SECRETARÍA DE INVESTIGACIÓN Y POSGRADO



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE
CHIHUAHUA

**“NIVELES SÉRICOS TERAPÉUTICOS DE SULFATO DE MAGNESIO EN
PACIENTES CON PREECLAMPSIA/ECLAMPSIAS TRATADAS CON EL ESQUEMA
DE ZUSPAN EN EL HOSPITAL GENERAL DR. SALVADOR ZUBIRÁN ANCHONDO”**

POR:

Dra. Corina Aidee Cruz Chacón

TESIS PRESENTADA COMO REQUISITO PARA OBTENER EL GRADO DE:

ESPECIALIDAD EN GINECOLOGIA Y OBSTETRICIA

CHIHUAHUA, CHIH., MÉXICO

NOVIEMBRE DE 2025

Universidad Autónoma de Chihuahua
Facultad de Medicina y Ciencias Biomédicas
Secretaría de Investigación y Posgrado

Secretaría de Investigación y Posgrado

La tesis "Niveles séricos terapéuticos de sulfato de magnesio en pacientes con preeclampsia/eclampsias tratadas con el esquema de Zuspan en el Hospital General Dr. Salvador Zubirán Anchondo" que presenta Dra. Corina Aidee Cruz Chacón, como requisito parcial para obtener el grado de: Especialidad en Ginecología y Obstetricia ha sido revisada y aprobada por la Facultad de Medicina y Ciencias Biomédicas

DR. RENÉ NÚÑEZ BAUTISTA

Director

Facultad de Medicina y Ciencias Biomédicas
Universidad Autónoma de Chihuahua

DRA. ROSA EMMA MARTINEZ SANDOVAL

Subdirectora de Enseñanza e Investigación

Hospital General de Chihuahua Dr. Salvador Zubirán Anchondo

DR. ANGEL GABRIEL GARCIA URUETA

Profesor Titular de la Especialidad

Hospital General de Chihuahua Dr. Salvador Zubirán Anchondo

DR. ANGEL GABRIEL GARCIA URUETA

Director de Tesis

Hospital General de Chihuahua Dr. Salvador Zubirán Anchondo

DR. RICARDO REZA VILLALOBOS

Asesor de Tesis

Medico Materno Fetal

DRA. MARIA ELENA MARTINEZ TAPIA

Asesora de Tesis

Especialista en Epidemiología

Se certifica, bajo protesta de decir verdad, que las firmas consignadas al pie del presente documento son de carácter original y auténtico, correspondiendo de manera inequívoca a los responsables de las labores de dirección, seguimiento, asesoría y evaluación, en estricta conformidad con lo dispuesto en la normativa vigente de esta institución universitaria.



“Niveles séricos terapéuticos del sulfato de magnesio en pacientes con preeclampsia/eclampsias tratadas con el esquema Zuspan en el Hospital General Dr. Salvador Zubirán”

Resumen

El estudio se realizó en el Hospital General de Chihuahua Dr. Salvador Zubirán, se valoraron pacientes en periodo de septiembre del 2024 a febrero del 2025. La morbimortalidad materna ha aumentado debido preeclampsia y eclampsia. El tratamiento con sulfato de magnesio, conocido como el esquema de Zuspan, es el de elección para prevenir complicaciones, sin embargo, se ha visto su efectividad varía dependiendo de las características y generalidades de cada paciente. El objetivo principal es determinar si el esquema Zuspan permite lograr niveles terapéuticos de sulfato de magnesio en pacientes con preeclampsia/eclampsia. Se realiza un estudio observacional, prospectivo y longitudinal con 49 pacientes, midiendo niveles séricos de magnesio durante su ingreso y a las 4 horas durante la fase de mantenimiento, analizando resultados con pruebas estadísticas como T student y ANOVA. Los resultados muestran que el 88% de las pacientes no alcanza los niveles terapéuticos obteniendo una media de 3.48 mg/dl. Siento importante el estado nutricional de las pacientes, no se hallaron diferencias significativas. Se observó una amplia variedad interindividual asociada a otras características. Por lo que se concluye con este estudio que el esquema de Zuspan no garantiza niveles terapéuticos en la mayoría de las pacientes por lo que se sugiere individualizar cada paciente para ajustar dosis o monitorizar magnesemia y así optimizar la eficacia del tratamiento.

Palabras clave: Hipertensión, estado nutricional, mortalidad, estados hipertensivos, magnesio

“Therapeutic Serum Levels of Magnesium Sulfate in Patients with Preeclampsia/Eclampsia Treated with the Zuspan Regimen at the General Hospital Dr. Salvador Zubirán.”

Abstract

The study was conducted at the General Hospital of Chihuahua “Dr. Salvador Zubirán” from September 2024 to February 2025. Maternal morbidity and mortality increased due to conditions such as preeclampsia and eclampsia. Treatment with magnesium sulfate, the Zuspan regimen, is the therapy of choice to prevent severe complications; its effectiveness appears to vary depending on each patient’s characteristics and general condition. The main objective was to determine whether the Zuspan regimen achieves therapeutic magnesium sulfate levels in patients with pre-eclampsia or eclampsia. An observational, prospective, and longitudinal study was conducted with 49 patients, measuring serum magnesium levels upon admission and four hours after the start of maintenance infusion. Data analyzed using statistical tests such as the student’s t-test and ANOVA. The results show that 88% of patients did not reach therapeutic levels, with a mean serum magnesium concentration of 3.48 mg/dL. Although patients’ nutritional status was considered important, no significant differences were found. A wide interindividual variability was observed. The study concludes that the Zuspan regimen does not guarantee therapeutic magnesium levels in most patients; therefore, individualized dosing and magnesium level monitoring are recommended to optimize treatment effectiveness.

Keywords: “Hypertension, nutritional status, mortality, hypertensive states, magnesium.”



GOBIERNO
DEL ESTADO
DE CHIHUAHUA

SECRETARÍA
DE SALUD

MediChihuahua

HOSPITAL GENERAL "DR. SALVADOR ZUBIRÁN ANCHONDO"

DIRECCIÓN

COMITÉ DE ÉTICA EN INVESTIGACIÓN

CONBIOETICA-08-CEI-001-20170517

Chihuahua, Chih. a 12 AGO 2025

Oficio No. CEI-AR-0040-2025

APROBACIÓN DE RESULTADOS DE INVESTIGACIÓN

REUNIÓN ORDINARIA

EN LA CIUDAD DE CHIHUAHUA, CHIH., SIENDO LAS 12:00 HORAS DEL DÍA MARTES 12 DE AGOSTO DEL 2025 EN EL LUGAR QUE OCUPA LA SALA DE JUNTAS DE LA SUBDIRECCIÓN DE ENSEÑANZA E INVESTIGACIÓN DE ESTE HOSPITAL GENERAL DR. SALVADOR ZUBIRÁN ANCHONDO, UBICADO EN AVE. CRISTOBAL COLÓN #510 COL. BARRIO EL BAJO, SE REUNIERON LOS INTEGRANTES DEL COMITÉ DE ÉTICA EN INVESTIGACIÓN CON EL FIN DE DAR RESPUESTA A LA PRESENTACIÓN DE RESULTADOS DE LA TESIS CON NÚMERO DE REGISTRO 0375 Y FECHA DE APROBACIÓN 12 DE NOVIEMBRE DEL 2024: *NIVELES SÉRICOS TERAPÉUTICOS DE SULFATO DE MAGNESIO EN PACIENTES CON PREECLAMPSIA/ECLAMPSIAS TRATADAS CON EL ESQUEMA DE ZUSPAN EN EL HOSPITAL GENERAL "DR. SALVADOR ZUBIRÁN ANCHONDO" QUE PRESENTA EL C.*

DRA. CORINA AIDEE CRUZ CHACON

MÉDICO RESIDENTE DE LA ESPECIALIDAD DE GINECOLOGÍA Y OBSTETRICIA

OBSERVACIONES

- QUEDA ACEPTADO PARA LOS TRÁMITES DE TITULACIÓN
- SE LE SUGIERE PUBLICAR LOS RESULTADOS DE SU INVESTIGACIÓN EN PLAZO MÁXIMO DE 6 MESES A PARTIR DE LA FECHA DE PRESENTACIÓN.

NO HABIENDO OTRO ASUNTO MAS QUE TRATAR SE DA POR TERMINADA LA PRESENTE, FIRMANDO AL CALCE EL PRESIDENTE DEL COMITÉ DE ÉTICA EN INVESTIGACIÓN DEL HOSPITAL GENERAL "DR. SALVADOR ZUBIRÁN ANCHONDO".


DR. CARLOS-ROBERTO CERVANTES SÁNCHEZ

PRESIDENTE DEL COMITÉ DE ÉTICA EN INVESTIGACIÓN

Ave. Cristóbal Colón No. 510,
Col. Barrio El Bajo, Chihuahua, Chih.
Teléfono (614) 429-3300 Ext.17421

[www.chihuahua.gob.mx/
secretariadesalud](http://www.chihuahua.gob.mx/secretariadesalud)



INDICE

1. INTRODUCCION.....	1
2. MARCO TEORICO	2
3. ANTECEDENTES	8
4. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	11
5. HIPÓTESIS.....	11
6. JUSTIFICACIÓN.....	11
7. OBJETIVOS.....	13
8. MATERIAL Y MÉTODOS.....	13
9. ANÁLISIS ESTADÍSTICO	17
10. CONSIDERACIONES ÉTICAS	17
11. RESULTADOS.....	18
12. DISCUSIÓN	28
13. CONCLUSIONES	30
14. BIBLIOGRAFIA	32
15. ANEXOS.....	34



1. INTRODUCCION

La mortalidad materna es un tema crítico sobre la salud en México. Se han realizado protocolos para el establecimiento de normativas intrahospitalarias y evitar el incremento de este problema. Según el INEGI la razón de mortalidad materna calculada en el año 2023 fue de 23.8 defunciones por cada 100 mil nacimientos. El informe semanal de notificación inmediata de muerte materna según la semana epidemiología número 52 da una razón de mortalidad materna calculada de 26.5 defunciones por cada 100 mil nacimientos. Representando las principales causas de defunción como hemorragia obstétrica (19.4%), enfermedad hipertensiva (16.2%) aborto (8.3%). Las entidades federativas que con más defunciones maternas son: Estado de México, Veracruz, Guerrero, Chiapas, Jalisco juntando en conjunto el 39% de las defunciones registradas. El estado de Chihuahua representa el 29% a nivel nacional siendo el promedio de 26.5 como razón de muerte materna.

La Razón de Mortalidad Materna se calcula por 100 mil nacimientos estimados. (1) Representando el grupo de edad de mayor riesgo entre los 35-39 años (2). El Instituto Nacional de Perinatología "Isidro Espinosa de los Reyes" dio a conocer el año 2023 la incidencia de preeclampsia representada por 47.3 por cada mil nacimientos. Identificando la necesidad en la prevención e identificación de factores de riesgo, así como la detección y manejo oportuno (3).

La hipertensión diagnosticada durante el embarazo es la segunda causa de morbilidad materna en México y eso se ha ido incrementando por factores de riesgo asociados tales como la obesidad, sedentarismo, tabaquismo, edad materna, raza, historia familiar, técnicas de reproducción asistida, índice de masa corporal entre otros (4) . Los tratamientos se han ido modificando para poder entablar un manejo sistemático y proteger los principales órganos funcionales evitando las complicaciones.



La preeclampsia con criterios de severidad se define como trastorno multisistémico progresivo caracterizado por la hipertensión grave con síntomas o signos que sugieren disfunción significativa de órgano diana después de la semana 20 de gestación (5).

La eclampsia se define como la aparición de convulsiones tónico-clónicas generalizadas o coma en una paciente con preeclampsia o hipertensión gestacional (6).

El tratamiento farmacológico se logra establecer de primera línea los antihipertensivos, tales como labetalol, metildopa, hidralazina, nifedipina.

Por otro lado, el esquema neuro protector con sulfato de magnesio debido a su efecto bloqueando el daño neuronal asociado a isquemia, generando vasodilatación cerebral con reducción de isquemia cerebral, su acción antagonista del calcio y relajante de musculo liso (7). Existen varias formas de aplicación el más conocido esquema Zuspan se basa en la aplicación de 4 gramos de sulfato de magnesio IV para 30 min como dosis de impregnación, seguido de 1 gr por hora hasta lograr 24 horas en pacientes con preeclampsia con criterios de severidad evita la progresión a eclampsia en 1 de cada 50 pacientes (8). Este esquema es el más recomendado hasta la actualidad como preventivo para la eclampsia en pacientes con preeclampsia con criterios de severidad.

2. MARCO TEORICO

La hipertensión una de las enfermedades más comunes durante el embarazo y se asocia a múltiples efectos perjudiciales en el binomio. Representa alrededor de 50,000 muertes maternas y 900 000 perinatales de forma anual. Se diagnostica cuando las cifras tensionales se encuentran por encima de 140/90 mmHg, después de la semana 20 de gestación (9).



2.1 Clasificación

La preeclampsia es un trastorno progresivo multisistémico que se caracteriza por la aparición de hipertensión y proteinuria o la aparición de hipertensión más disfunción significativa de órganos terminales con o sin proteinuria, que generalmente se presenta después de las 20 semanas de gestación o después del parto (10). Se divide en dos subgrupos.

La preeclampsia con criterios de severidad es el subgrupo que presenta hipertensión grave o signos o síntomas específicos de disfunción de órganos diana.

La preeclampsia superpuesta a hipertensión crónica: La preeclampsia que se presenta en paciente con hipertensión crónica preexistente. Se caracteriza por el empeoramiento de las cifras tensionales o la aparición de proteinuria o un aumento repentino de la proteinuria y/o una disfunción significativa de órganos diana nueva después de las 20 semanas de gestación o después del parto en una paciente con hipertensión crónica.

La hipertensión gestacional se refiere a la hipertensión sin proteinuria u otros signos/síntomas de disfunción de órganos terminales relacionada con la preeclampsia que se desarrolla después de las 20 semanas de gestación en una paciente con una presión arterial previamente normal.

El síndrome HELLP definido por la presencia de hemólisis, enzimas hepáticas elevadas y plaquetopenia parece ser un subtipo de preeclampsia grave.

Los trastornos hipertensivos se conocen como una de las afectaciones más comunes durante el embarazo. Se ha demostrado que complican 1 de cada 10 embarazos y general alrededor del 18% de todas las muertes maternas en el mundo (11).

2.2 Fisiopatología

El principal mecanismo asociado a la patogenia de la preeclampsia es la insuficiencia placentaria por la presencia de una deficiente vasculatura materna en el espacio intervelloso. Se



asocia a defectos en el proceso de transformación vascular aun no definidos con exactitud lo que conllevan a un inadecuado llenado de sangre a la unidad uteroplacentaria en desarrollo y con aumento en grado de hipoxemia, así como la generación de estrés oxidativo y del retículo endoplasmático.

Aún no está bien descrito los mecanismos exactos que son responsables de la invasión trofoblástica y remodelación vascular defectuosa, sin embargo, se han descrito varias teorías como la señalización NOTCH, proteína responsable transmembrana que funciona como receptor de señales extracelulares siendo indispensable para la invasión del trofoblasto y su remodelación vascular.

También se ha descrito otra teoría sobre la importancia de la variabilidad de los genes en el sistema inmune que se encargan de codificar las moléculas en el complejo de histocompatibilidad y los receptores que afectan la placentación.

El endotelio vascular obtiene también una función importante generando el control del tono en la capa de musculo liso encontrando alteración en la circulación de marcadores a nivel de la disfunción endotelial.

El óxido nítrico es un regulador importante encargado de la presión arterial. Esta se encuentra incrementada en el embarazo normal y se asocia a vasodilatación fisiológica en el embarazo. Una deficiencia de óxido nítrico predispone la presencia de preeclampsia durante el embarazo.

En la paciente con preeclampsia también se ha visto una concentración aumentada de marcadores de estrés oxidativo tales como los peroxinitritos. Encontrando exceso estrés del retículo endoplásmico y con fallo en la homeostasis activando vías apoptóticas que alteran la función placentaria.



Como bien se ha descrito múltiples teorías y mecanismos moleculares y celulares que se ven afectados en la preeclampsia, sin embargo, aún no se logra definir con entendimiento la etiología definitiva de esta patología (12).

Cabe recalcar los niveles de magnesio sérico ideal en pacientes embarazadas es de $2,01 \pm 0,49$ mEq/L. posteriormente al inicio del esquema de neuro protección con sulfato de magnesio se consideran rangos terapéuticos a partir de 4.8-8.4 mg/dl. (13)

2.3 Tratamiento

La terapia antihipertensiva en la preeclampsia está indicada para mantener cifras tensionales sistólicas de 130-155 mmHg y diastólicas de 80-105 mmHg. Los fármacos más recomendados son: Labetalol, Metildopa, Hidralazina, Antagonista de calcio como el Nifedipino (13).

El sulfato de magnesio esta recomendado como de elección para prevenir la eclampsia en preeclampsia con criterios de severidad.

Se conocen múltiples usos del sulfato de magnesio como en efectos neuronales, cardiovasculares, musculares y principalmente en el área obstétrica se hace el efecto sobre el manejo de preeclampsia, prevención de parálisis cerebral prematuro y sobre mecanismo preventivo de eclampsia (14).

El magnesio es el cuarto mineral ionizado y el segundo catión más abundante dentro de las células humanas. Su localización principalmente se encuentra en hueso (50-60%), músculo (30-40%) y sistema circulatorio (<1%). Fisiológicamente los niveles de sulfato durante el embarazo descienden hasta 3.2-4.4 mEq/l y logran mantenerse estables hasta por 12 horas. Calculándose por vida media aproximadamente de 5 horas. (14).

El principal mecanismo de acción es antagonista del calcio, efectuando la contracción del musculo liso, modificando la polaridad de membrana celular, bloqueo de canales iónicos y vías



de señalización celular que involucran el calcio, degradando inositol trifosfato e inhibiendo la liberación de calcio que se encuentra en el retículo sarcoplásmico, compitiendo con el calcio intracelular. Y por último cuando se activa la bomba $\text{Ca}^{2+}/\text{ATPasa}$ del retículo sarcoplásmico manteniendo el calcio atrapado y modificando las cadenas ligeras de miosina, generando las contracciones uterinas. (7)

Como se mencionó previamente, los niveles séricos basales del magnesio son de 1.48-1.70 mEq/L. Cuando se administra una carga intravenosa de 4-6 g se duplica a los 30 minutos y durante su infusión de 1 g cada hora se mantienen constantes durante su periodo de administración. (15) El rango terapéutico es fluctuante en los niveles de sangre demostrando ser de 4-7 meq/L (4.8- 8.4 mg/dl). (16)

Esquema de neuro protección

Existen esquemas conocidos para la administración del sulfato de magnesio denominados Zuspan el cual es por técnica intravenosa y Pritchard siendo intramuscular.

Esquema de Pritchard: solución al 20% se aplica 4 grs IV (un gramo por minuto) inmediatamente después por vía IM 5 grs al 50% en cada región glútea. El nivel alcanzado es de 8 mEq/L y posteriormente a 30 minutos mediante la aplicación de dosis de refuerzo se logra nivel mantenido alrededor de 6 meq/L.

Esquema de Zuspan: por vía intravenosa se aplican 4 gr sulfato de magnesio al 20% a una velocidad de un gramo por minuto y posteriormente se deja pasando por misma vía un gramo por hora de una solución que contenga sulfato de magnesio 1 al 2.4%. nivel inmediato alcanzado es de 9 meq/L y posterior a una hora con infusión de refuerzo se logran niveles alrededor de 4 meq/L (17).



Es de suma importancia la vigilancia cuidadosamente de diuresis por el efecto de excreción renal asociado a intoxicación de sulfato indicando un rango mínimo de 30 ml/hr. Los datos descritos sobre la intoxicación asociados dichos niveles son:

- Hiporreflexia o arreflexia con niveles de 7-10 mEq/L
- Depresión respiratoria 10-13 mEq/L
- Anormalidades cardíacas > 15 mEq/L
- Paro cardiorrespiratorio > 25 mEq/L

Además, se describen otros efectos menos graves tales como cefalea, náuseas, diaforesis, vómitos, rubor facial. Como se mencionó antes es necesario valorar la excreción urinaria, así como el manejo inadecuado de líquidos, que por su falla indicación podría generar edema pulmonar, hemorragia postparto o incluso hipocalcemia (18).

El estado nutricional en el embarazo es sumamente importante para el desarrollo fetal, así como su constante crecimiento según las semanas de gestación, evitando complicaciones graves en el binomio. El aporte nutricional que se tiene que obtener durante la etapa gestacional y el periodo lactario son indispensables para cubrir las necesidades nutricionales durante el desarrollo y crecimiento. Al contrario de un déficit nutricional, el sobrepeso al inicio del embarazo es necesario llevar el control de peso ya que se estima que una mujer embarazada llega a aumentar de 5-9 kg en la gestación, haciendo referencia por el incremento del peso fetal, placenta y líquido amniótico. Los dos extremos de estado nutricional tanto bajo o alto peso generan altas condiciones de factores agravantes durante el embarazo. Es por eso por lo que el mantenimiento de una adecuada nutrición y alimentación ayuda a la prevención de patologías. (19)



3. ANTECEDENTES

El sulfato de magnesio se reporta por primera vez en 1926 donde se describió efecto depresor del sistema nervioso central en la administración intraespinal como tratamiento del tétanos. (20)

A su vez, se describe el uso de manera importante para la preeclampsia por Dorsett en 1926, sobre todo su efecto importante en la preeclampsia administrado de manera intramuscular.

En 1995, Scardo describe la efectividad como terapia y profilaxis contra las convulsiones eclámpicas y su uso como tratamiento durante más de 30 años logrando una disminución en la morbilidad materna y neonatal asociada a complicaciones hipertensivas, tales como la eclampsia.

En el año 1965, se reporta el uso del sulfato de magnesio produce quiescencia uterina y se usa por primera vez en el manejo del parto pretérmino. A pesar de reportes de casos con beneficios potenciales del sulfato fue hasta después de los años 90's cuando empiezan a comparar su efecto con los tradicionales anticonvulsivantes usados en la eclampsia. (21)

También describen su eficacia como anticonvulsivante en 1990, por Sibai debido a sus múltiples efectos sistémicos tales como aumento del flujo sanguíneo cerebral, incremento del flujo sanguíneo renal, incremento de la liberación de prostaciclina asociado a las células endoteliales, disminución de la actividad renina plasmática, disminución de los niveles de enzima convertidora de angiotensina y reducción de la agregación plaquetaria.

También se demuestra desventajas sobre la disminución de la actividad uterina y prolongación del tiempo de parto, pérdida excesiva de sangre después del parto vaginal y disminución de la frecuencia cardíaca fetal. (22)



En el 2003, se reportan estudios por Greene el uso de sulfato de magnesio para la prevención de convulsiones eclámpticas en un Hospital de Chicago llamado Lying-In. Disminuyendo la incidencia de un 36% a un 7%. (23)

Entre 1998-2001 se publica ensayo llamado MAGPIE reportando ser un estudio aleatorio multicéntrico incluyendo una población total de 10 141 pacientes con preeclampsia comparando el sulfato de magnesio con placebo encontrando mayor beneficio y menos complicaciones en pacientes con uso de sulfato de magnesio, concluyendo que la terapia con sulfato reduce el riesgo de eclampsia y probablemente el riesgo de muerte materna. (24)

En el 2002, Taber et al. Reportan el uso de sulfato de magnesio como agente tocolítico, con el fin de disminuir las contracciones uterinas en pacientes con trabajo de parto pretérmino. Su efecto se realiza al inhibir la producción de IP3 estimulada por la oxitocina a través de efecto directo sobre la fosfolipasa C, logrando inhibir las contracciones estimuladas por oxitocina. (25)

En el 2011, se realiza estudio en el Hospital Docente “Ana Betancourt de Mora” donde se unen a 98 pacientes con diagnóstico de preeclampsia y las cuales se les incluye en esquema Zuspan. se administra sulfato de magnesio con dosis de 6 gr en una hora diluida en dextrosa al 5% y se continua por 24 horas a razón de 1 gr /hr. Se reportan resultados donde se demuestra reducir la mitad el riesgo de complicaciones como el de muerte materna, además se logra demostrar la seguridad de la aplicación mientras exista las medidas necesarias en a la vigilancia del uso del medicamento. (26)

En abril del 2012, se realiza estudio transversal retrospectivo en Etiopia durante dos años y tres meses donde se revisa historial de 217 pacientes tratadas con sulfato de magnesio y 140 con diazepam. Observando mejoría clínica en pacientes con sulfato de magnesio con menos de 4 días intrahospitalario, así como disminución significativa con la aparición de convulsiones y resultado de parto. (27)



En el Hospital Regional Materno Infantil de Nuevo León, durante el 2019 y 2020, se realiza estudio de serie de casos, retrospectivo, transversal y comparativo con un total de 379 pacientes comparando el uso acortado de sulfato de magnesio menor a 8 horas y esquema de más de 8 horas. Logrando reportar que la administración de sulfato de magnesio durante el puerperio es igual de efectivo que un tratamiento mayor de 8 horas para la prevención de eclampsia. (28)

En el Hospital General de Teziutlán, Puebla, durante el periodo del 2017 al 2019 se realiza estudio de tipo observacional, retrospectivo y descriptivo se incluyen pacientes con enfermedad hipertensiva y con indicación para administración del sulfato de magnesio, midiendo niveles séricos de magnesio dentro de las primeras 24 horas para definir la efectividad alcanzada de niveles terapéuticos tras la administración de 4 gr de sulfato IV y 1 gr/ hr como mantenimiento. Se incluyó un total de los 710 pacientes, y se reportan variables como IMC. Reportan como conclusión dosis recomendada es de 4.5 gr de impregnación y el 1.8 gr produce niveles de magnesio aceptables, sin embargo, en pacientes con IMC > 30 esta dosis puede llegar a ser insuficiente por lo que se recomienda infusión de 2-2.5 g/hr. Solo se logra los niveles terapéuticos en el 15.2% de los casos, siendo dosis insuficiente para el 84.8% de los casos. (29)

En el 2013, se realiza una búsqueda de estudios relevantes en MEDLINE, Embase y Cochrane, donde se incluyen 54 estudios de forma aleatorizada y no aleatorizada, abiertos y ciegos, y la mayoría de forma controlados aleatorizados comparando el régimen de sulfato de magnesio con otros regímenes farmacológicos. Se concluye que la terapia con sulfato de magnesio donde se demuestra que existe un respaldo sólido basado en evidencias sobre la eficacia del sulfato de magnesio como tratamiento de elección y la seguridad de este medicamento debería verse mitigado por los hallazgos en esta revisión sobre la baja incidencia de efectos secundarios graves. (30)



4. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

En la actualidad la enfermedad hipertensiva del embarazo es una de las principales causantes de morbilidad y mortalidad que se presentan en el embarazo. Desde hace muchos años, el sulfato de magnesio es parte del tratamiento para prevenir complicaciones. Existen diferentes esquemas de tratamiento para manejo con sulfato de magnesio, entre ellos se describe el esquema de Zuspan, que a pesar del éxito obtenido desde hace varios años aún quedan en duda la eficacia para erradicar la patología en el resto de la población. Las características de las mujeres han cambiado a través de los años , una de ellas es el incremento de la obesidad , antes y durante el embarazo, lo que genera dudas sobre las dosis terapéuticas requeridas en el esquema Zuspan para tener un efecto adecuado dependiendo de ciertas características como las pacientes con índices de masa corporal elevado o al contrario , en aquellas pacientes con índice de masa corporal por debajo de lo normal , sospechando en estarse administrando dosis tóxicas que nos lleven a complicaciones. Por lo que se plantea la siguiente pregunta de investigación: ¿Qué niveles serológicos de sulfato de magnesio se alcanzan con las dosis estandarizadas del Esquema de Zuspan en mujeres con preeclampsia con criterios de severidad?

5. HIPÓTESIS

Los niveles terapéuticos de sulfato de magnesio no siempre se alcanzan al aplicar el esquema Zuspan en mujeres con preeclampsia con criterios de severidad.

6. JUSTIFICACIÓN

El Hospital General de Chihuahua logra atender cientos de mujeres al año brindando atención materna y perinatal del estado. Una población muy grande que es atendida en esta unidad son las mujeres embarazadas tanto en su control prenatal como la atención obstétrica durante el trabajo de parto. A su vez, se logran identificar complicaciones obtenidas por esta causa, una de ellas son los trastornos hipertensivos. Se tiene una alta incidencia de población



debido a que la mayoría de las pacientes atendidas en esta institución son pacientes que no cuentan con seguridad social y que en muchas ocasiones no llevan un control prenatal adecuado, debido a la dificultad de acceso a los servicios de salud o la falta de educación sobre la importancia de este.

Por su parte, se identifica una población mucho más vulnerable debido a que la mayoría se encuentra con bajos recursos que condicionan bajo control prenatal, ignorancia y en muchas ocasiones desnutrición. Es por eso la importancia de buscar estrategias o tratamientos que permitan una mejor calidad de atención para estas pacientes y disminuyan el riesgo de morbilidad o mortalidad.

La mortalidad materna es uno de los problemas de salud pública con mayor impacto debido a que al ocasionar la falta de una madre, se pierde un gran pilar fundamental a nivel familiar ocasionando deficiencia en todo el entorno, dejando a esposo e hijos sin el apoyo y amor de una madre. Al poder diagnosticar tempranamente las complicaciones asociadas a trastornos hipertensivos, nos permite poder realizar el tratamiento y manejo adecuado para evitar mortalidad asociado a esta patología.

A nivel hospitalario, resulta costoso el uso de la infraestructura necesaria para la atención de complicaciones tales como el uso del área de terapia intensiva, así como el manejo necesario para la estabilización y control del trastorno hipertensivo.

Resulta ser más eficiente y menos costoso el control preventivo dando su manejo desde inicio del embarazo con seguimiento de consultas, manejo de toma de presión arterial, laboratorios de control, control de peso adecuado y manejo multivitamínico.



7. OBJETIVOS

7. 1 OBJETIVO GENERAL

Determinar si con el Esquema de Zuspan se logra alcanzar los niveles serológicos terapéuticos sulfato de magnesio en las mujeres con preeclampsia con criterios de severidad atendidas en el Hospital General de Chihuahua “Dr. Salvador Zubirán Anchondo”.

7. 2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Identificar a las mujeres con diagnóstico de preeclampsia con criterios de severidad atendidas en el Hospital General de Chihuahua “Dr. Salvador Zubirán Anchondo”.

Conocer los niveles de magnesio sérico al ingreso, de las pacientes con diagnóstico de preeclampsia con criterios de severidad atendidas en el Hospital General de Chihuahua “Dr. Salvador Zubirán Anchondo”.

Conocer los niveles de magnesio sérico posterior a la administración del Esquema Zuspan, de las pacientes con diagnóstico de preeclampsia con criterios de severidad atendidas en el Hospital General de Chihuahua “Dr. Salvador Zubirán Anchondo”.

7. 3 OBJETIVOS SECUNDARIOS

Comparar los niveles de magnesio sérico posterior a la administración del Esquema Zuspan, de las pacientes con diagnóstico de preeclampsia con criterios de severidad de acuerdo con el estado nutricional.

8. MATERIAL Y MÉTODOS

8.1 TIPO DE ESTUDIO

Se realizará un estudio observacional, longitudinal, prospectivo.

8.2 POBLACIÓN DE ESTUDIO

Servicio de ginecología y obstétrica del Hospital General de Chihuahua “Dr. Salvador Zubirán Anchondo”



8.3 UNIDAD DE ESTUDIO

Pacientes que presenten preeclampsia con criterios de severidad y se les administre el esquema Zuspan.

8.4 LÍMITE DE TIEMPO

Septiembre 2024 a febrero 2025.

8.5 TAMAÑO DE MUESTRA

Utilizando el software estadístico EPIDAt ver 3.5, calculando el tamaño de muestra para proporción, considerando una N: 250 (casos de preeclampsia con criterios de severidad reportados en la plataforma de Morbilidad materna extremadamente grave del SINAVE, 2023). Proporción esperada de pacientes que alcancen los niveles terapéuticos de sulfato de magnesio con el esquema Zuspan: 80%. Con un Nivel de confianza: 95.0% y una precisión del 10%, se calculó un tamaño de muestra de 50 pacientes.

Las pacientes serán seleccionadas por muestreo consecutivo, durante el periodo de estudio, hasta alcanzar el tamaño de muestra.

8.6 CRITERIOS DE SELECCIÓN

8.6.1 CRITERIOS DE INCLUSIÓN

Pacientes de cualquier edad

Que acepte participar en el estudio

8.6.2 CRITERIOS DE EXCLUSIÓN

Pacientes que presenten desequilibrio hidroelectrolítico con alteraciones en el magnesio sérico

8.6.3 CRITERIOS DE ELIMINACIÓN

Pacientes con alta voluntaria



8.7 OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES

8.7.1 VARIABLE DEPENDIENTE

VARIABLE	DEFINICIÓN OPERACIONAL	INDICADOR	TIPO DE VARIABLE Y ESCALA DE MEDICIÓN
Magnesio sérico	Niveles de magnesio sérico medidos al ingreso y posterior a la dosis de mantenimiento.	Mg/dl	Cuantitativa continua

8.7.2 VARIABLES DE CONTROL

VARIABLE	DEFINICIÓN OPERACIONAL	INDICADOR	TIPO DE VARIABLE Y ESCALA DE MEDICIÓN
Edad	Años vividos por el individuo al momento de la evaluación	Años	Cualitativa Nominal
Gestas	Número de embarazos que ha experimentado la paciente	Número	Cuantitativa discontinua
Comorbilidad	Patología que potencializa la indicación de inducción	Morbilidad	Cualitativa Nominal
Estado Nutricional	Cálculo del estado nutricional de acuerdo con el IMC (Peso entre talla al cuadrado) y las	1. Bajo Peso 2. Normal 3. Sobrepeso	Cuantitativa continua



	semanas de gestación (ANEXO	4. Obesidad	
SDG	Semanas de gestación al momento del ingreso para atención médica.	Semanas	Cuantitativa continua

8.8 TÉCNICA O PROCEDIMIENTO

El presente proyecto fue enviado para su valoración por el comité de ética. Se aprobó y se procedió a la selección de las pacientes de estudio.

A su llegada a urgencias en el departamento de Ginecología y Obstetricia del área del Hospital General “Dr. Salvador Zubirán Anchondo”, con diagnóstico de preeclampsia con criterios de severidad bajo los siguientes puntos:

-Tensión arterial >160/110 en dos tomas

-Síntomas clínicos tales como: cefalea, acufenos, fosfenos, epigastralgia, edema de miembros pélvicos.

-Trombocitopenia: recuento de plaquetas inferior a 100.000 U/L.

-Elevación de enzimas hepáticas al doble o dolor severo persistente en cuadrante superior derecho que no responde a medicamentos.

-Concentración de creatinina sérica superior a 1,1 mg/dl.

-Edema pulmonar.



Se indicó la terapia de neuro protección a base de esquema de Zuspan principalmente, se canalizó con doble vía, se colocó sonda Foley e inició curva de tensión arterial cada 15 minutos.

Se aplicó sulfato de magnesio por vía intravenosa, se aplicaron 4 gr sulfato de magnesio al 20% a una velocidad de un gramo por minuto durante 10-20 minutos como dosis de impregnación en una solución fisiológica al .9% o Hartmann dependiendo de disponibilidad intrahospitalaria y posteriormente se dejó pasando por misma vía un gramo por hora con 10 gramos de mantenimiento durante 24 horas. Se tomó los niveles séricos de magnesio a su ingreso y posterior a las 4 horas al encontrarse cumpliendo la dosis de mantenimiento. Se aplicó el consentimiento a su llegada, así como la recolección de datos personales presentados en los anexos 6.2 de este documento.

9. ANÁLISIS ESTADÍSTICO

La información se capturo en formato Excel, la base de datos se analizó en el programa estadístico EPIINFO ver 7.2.5.0 Y MINITAB ver 21.

Se realizó un análisis descriptivo, para las variables cualitativas se utilizó medidas de frecuencia absoluta y relativas, para las variables cuantitativas se utilizó medias de tendencia central y de dispersión.

Para la comparación de los niveles de magnesio antes y después se utilizó la T de Student Pareada, con valor de $p < 0.05$ para establecer significancia estadística. Para la comparación del estado nutricional y los niveles de magnesio se utilizó X^2 . Los datos se presentaron en tablas y gráficas.

10. CONSIDERACIONES ÉTICAS

El estudio se realizó en base a los siguientes lineamientos:

Declaración de Helsinki adaptada por la 18 asamblea médica mundial en 1964 y revisada en la 75ª Asamblea General, Helsinki, Finlandia, octubre 2024.



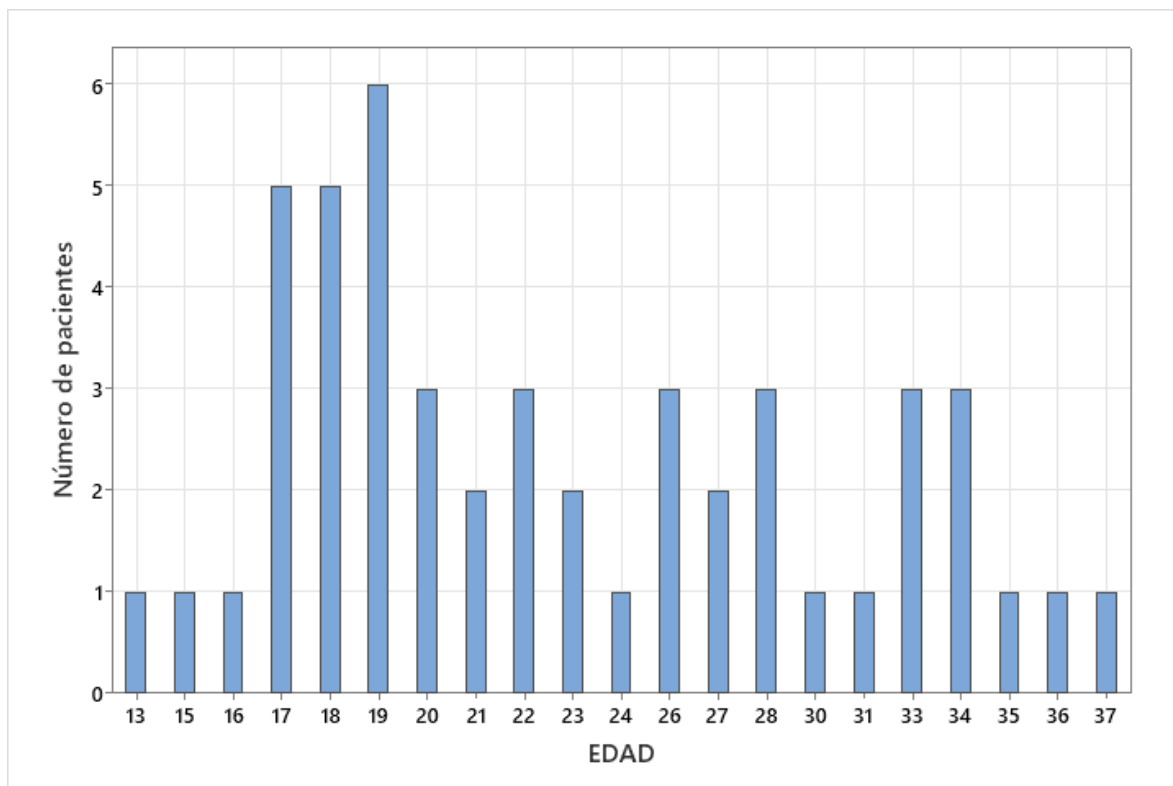
Apegado a la reglamentación dictaminada según la Norma Técnica número 313 para la presentación de proyectos e informes técnicos de investigaciones en las instituciones de atención a la salud.

Ley General de Salud artículo 2, fracción VII; artículo 35, fracción IX título V. Capítulo único, artículo del 96 al 103.

11. RESULTADOS

Durante el periodo de estudio se incluyeron 49 con preeclampsia, la edad promedio fue de 23.6 años, con una desviación estándar de 6.54. La edad mínima observada fue de 13 años y la máxima de 37 años, reflejando un amplio rango etario entre las pacientes. Gráfica 1.

Gráfica 1. Distribución de pacientes de acuerdo con la edad



La mayoría de las pacientes con preeclampsia eran primigestas, es decir, cursaban su primer embarazo (53.06%), lo que coincide con el hecho de que esta condición es más frecuente en



mujeres primerizas. En cuanto al antecedente de partos, el 63.27% no había tenido ninguno, lo que refuerza el hallazgo anterior sobre la primigesta. En relación con las cesáreas, el 73.47% de las pacientes había tenido una cesárea previa, lo que sugiere una alta proporción de antecedentes de cirugía obstétrica en esta población. Finalmente, el 81.63% de las pacientes no tenía antecedentes de aborto, lo que indica que la mayoría había mantenido embarazos previos o actuales hasta etapas avanzadas. En conjunto, estos datos reflejan un perfil predominante de mujeres jóvenes, primigestas y con antecedentes de cesárea, lo cual puede estar relacionado con factores de riesgo para el desarrollo de preeclampsia. Tabla 1.

Tabla 1. Distribución de pacientes de acuerdo con los antecedentes obstétricos

GESTAS	Frecuencia	Porcentaje
1	26	53.06%
2	12	24.49%
3	7	14.29%
4	2	4.08%
5	2	4.08%
PARTO		
0	31	63.27%
1	14	28.57%
2	2	4.08%
3	2	4.08%
CESAREA		



0	6	12.24%
1	36	73.47%
2	5	10.20%
3	2	4.08%
ABORTO		
0	40	81.63%
1	7	14.29%
2	1	2.04%
3	1	2.04%

Por otro lado, observamos que la preeclampsia en ocasiones se acompaña de múltiples comorbilidades asociadas, sin embargo, se presenta que la mayor parte de las ocasiones no presentaban ninguna comorbilidad asociada representando el 52.02% del total de las pacientes. Una de las comorbilidades mayormente asociadas es el antecedente de haber tenido hipertensión arterial y obesidad como previo o durante el embarazo con un 12.24% mayor de riesgo a desarrollar preeclampsia con criterios de severidad.

COMORBILIDAD	Frecuencia	Porcentaje
DIABETES	1	2.04%
DIABETES / HIPOTIROIDISMO	1	2.04%
DIABETES / OBESIDAD	1	2.04%
DIABETES / OBESIDAD / HIPERTENSION	1	2.04%

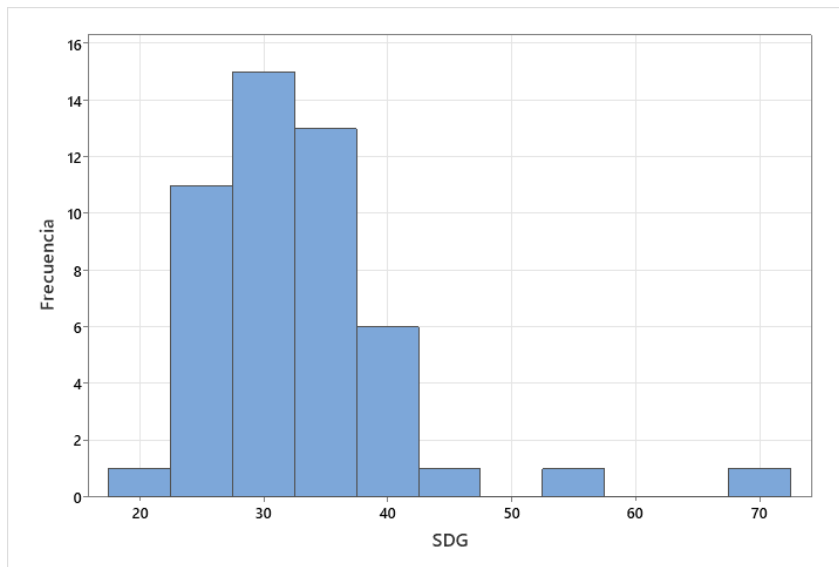


EDAD	1	2.04%
HIPERTENSION	5	10.20%
HIPERTENSION / OBESIDAD	6	12.24%
NINGUNA	25	51.02%
OBESIDAD	6	12.24%
TOXICOMANA	2	4.08%
TOTAL	49	100.00%

El promedio obtenido valorando el estado nutricional es de 33.21 es decir que las pacientes que presentan datos de preeclampsia con criterios son aquellas que se encuentran dentro de la clasificación según la OMS para sobrepeso e inicio de obesidad, sin embargo, nuestro parámetro incluye también pacientes las cuales se encuentran en rangos bajos de IMC llegando a estar hasta un 27.5 de pacientes. Así como también pacientes que sobrepasan los niveles de peso normal llegando a elevarse hasta un IMC de 69.3, por lo que incluimos en nuestro grupo de estudio pacientes de estado nutricional variable, pero llegando a la conclusión de que la mayoría de nuestras pacientes no se encuentran con un estado nutricional adecuado al momento de la gestación.

MEANS ESTADO NUTRICIONAL

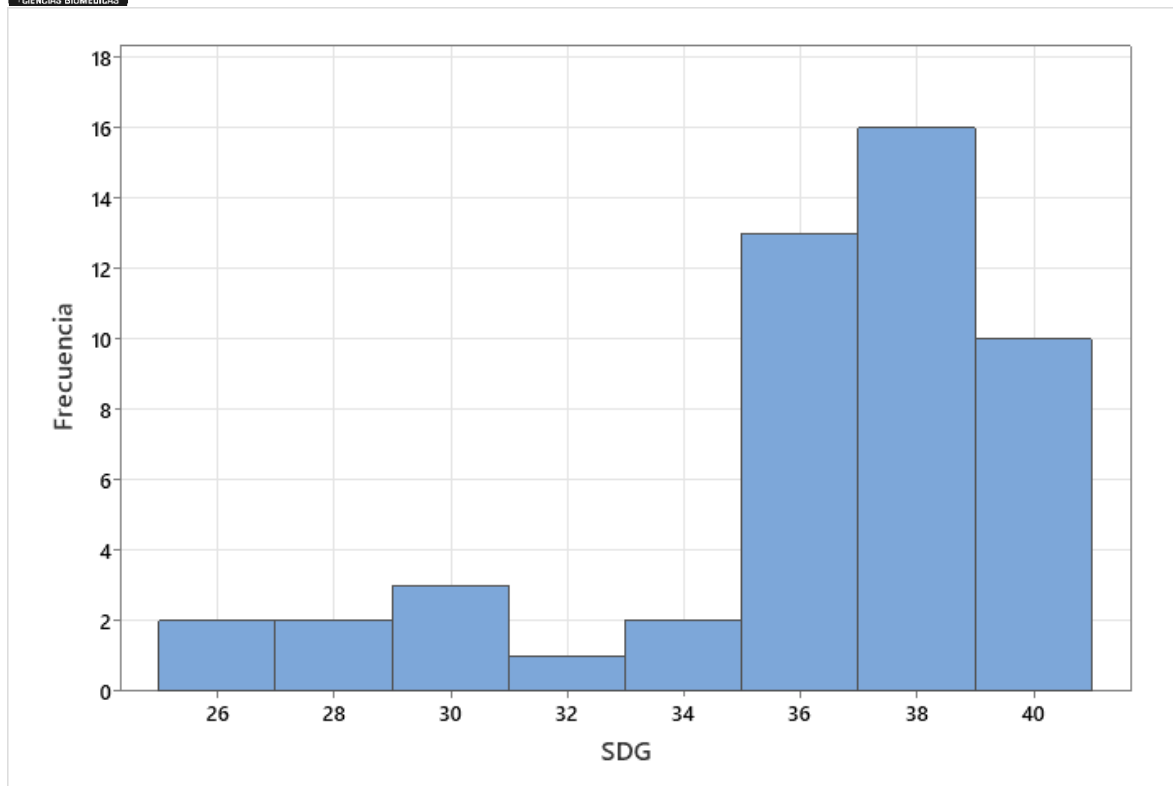
Obs	Total	Mean	Variance	Std Dev	
49.0000	1627.4000	33.2122	69.1557	8.3160	
Minimum	25%	Median	75%	Maximum	Mode
20.9000	27.5000	31.6000	36.2000	69.3000	26.3000



Es necesario recalcar que el inicio de la preeclampsia con criterios de severidad se da en ocasiones a semanas de gestación aun denominadas “pretérmino “o a inicio de término de la gestación, como en este caso se observa que el promedio de diagnóstico se dio a las 36 semanas, es decir, casi a término. Sin embargo, se lograron reconocer pacientes con una edad gestacional muy temprana diagnosticándose a las 25.3 semanas. Por otro lado, se observa que muy pocas pacientes lograron llegar a semanas de gestación posttérmino, máximo alcanzando las 40 semanas.

MEANS SDG

Obs	Total	Mean	Variance	Std Dev	
49.0000	1768.8000	36.0980	13.6460	3.6941	
Minimum	25%	Median	75%	Maximum	Mode
25.3000	35.3000	37.2000	38.4000	40.1000	38.0000



Como bien se mencionó anteriormente, existen criterios positivos de diagnóstico para la preeclampsia. En esta tabla se enumeran los criterios con las que nuestras pacientes llegaron a la unidad de urgencias ginecológicas y se inicia el protocolo de diagnóstico y tratamiento. Se puede observar que criterio principal por el cual se diagnosticaba la enfermedad era por cifras tensionales $> 160/110$ representando un 53.06% de las pacientes, es decir más de la mitad. Por otro lado, clínicamente se podrá decir que llegaban a valoración por cefalea como segundo criterio más común representando con un 10.2%. Se puede observar un conjunto de combinaciones de criterios positivos sin embargo la mayoría representan un 2.04% entre los criterios más comunes.



CRITERIOS POSITIVOS	Frecuencia	Porcentaje
CEFALEA	5	10.20%
CEFALEA, ACUFENOS	1	2.04%
CEFALEA, ACUFENOS, FOSFENOS	1	2.04%
CEFALEA, EPIGASTRALGIA	1	2.04%
CEFALEA, EPIGASTRALGIA, HIPERREFLEXIA	1	2.04%
CEFALEA, FOSFENOS, TINITUS	1	2.04%
CONVULSIONES	1	2.04%
EPIGASTRALGIA	1	2.04%
EPIGASTRALGIA, FOSFENOS	1	2.04%
HIPERTENSION / HIPOTIROIDISMO / DIABETES	1	2.04%
TA > 160/110	26	53.06%
TA > 160/110, CEFALEA, FOSFENOS	1	2.04%
TA >160/110 CEFALEA	1	2.04%
TA >160/110 CONVULSIONES	1	2.04%
TA >160/110 EPIGASTRALGIA	1	2.04%
TA >160/110, CEFALEA, ACUFENOS,	1	2.04%
TA >160/110, CEFALEA, EPIGASTRALGIA	1	2.04%
TA >160/110/ CONVULSIONES	2	4.08%



TA 246/146, CEFALÉA	1	2.04%
TOTAL	49	100.00%

Una de las principales razones de este estudio es valorar los niveles de magnesio en la preeclampsia con criterios de severidad. Es por eso que con este estudio se demostró que la mayoría de las pacientes tienen niveles séricos dentro de lo normal reconociendo el nivel de magnesio sérico ideal en pacientes embarazadas es de 1.48-1.70 mEq/L donde observamos que el promedio de llegaba con un magnesio de 2.04 mg/dl , es decir 1.4 mEq/L. dentro del estudio se logra observan pacientes que se encuentran con datos de hipomagnesemia principalmente aquellas reconocidas como un estado nutricional deficiente.

MEANS MG INGRESO

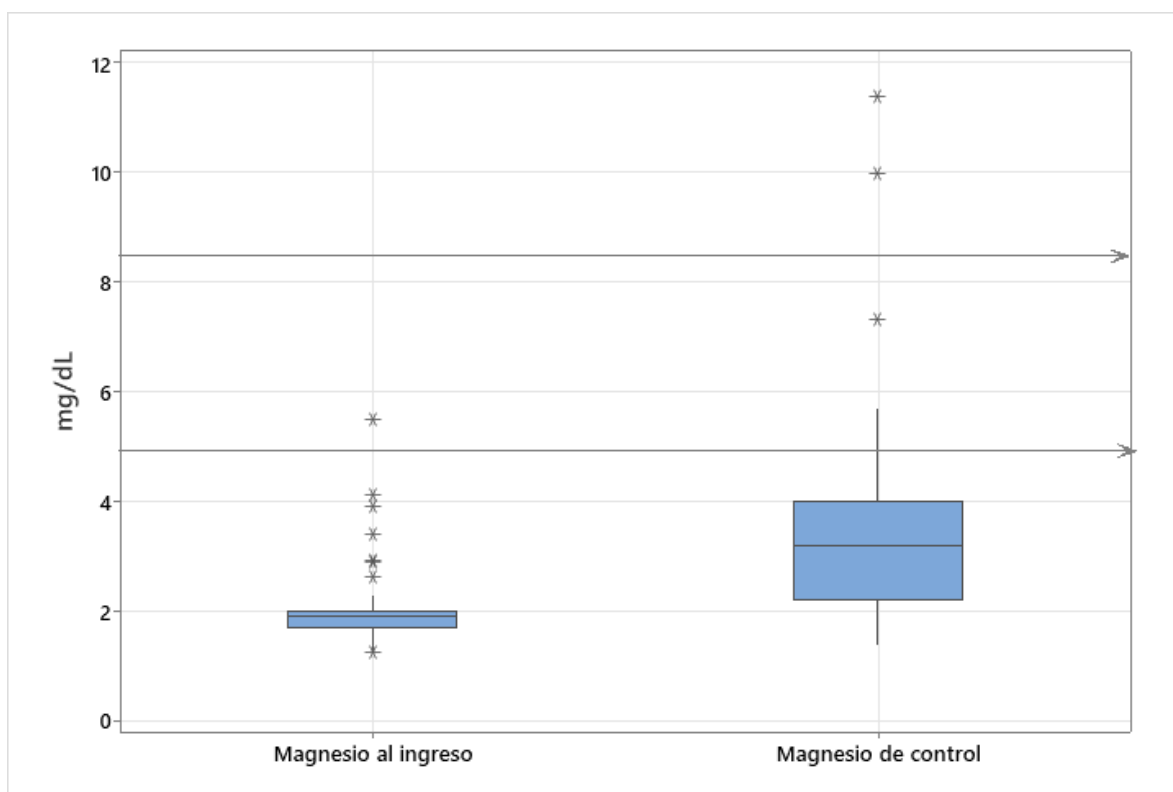
Obs	Total	Mean	Variance	Std Dev	
49.0000	100.1500	2.0439	0.6005	0.7749	
Minimum	25%	Median	75%	Maximum	Mode
1.2300	1.7000	1.8900	2.0000	5.5000	2.0000

Posteriormente, a la aplicación del esquema de neuro protección basado en sulfato de magnesio para evitar progresión de la enfermedad a eclampsia, se vuelve a tomar magnesio sérico de control demostrando una deficiencia en promedio representando un 3.4 mg/dl donde no se llegan a niveles terapéuticos suficientes para prevenir esta complicación. También se demuestra que algunas pacientes no alcanzan ni el mínimo indispensable para mantener niveles de magnesio dentro de rangos normales logrando mantener una hipomagnesemia en la gestación.



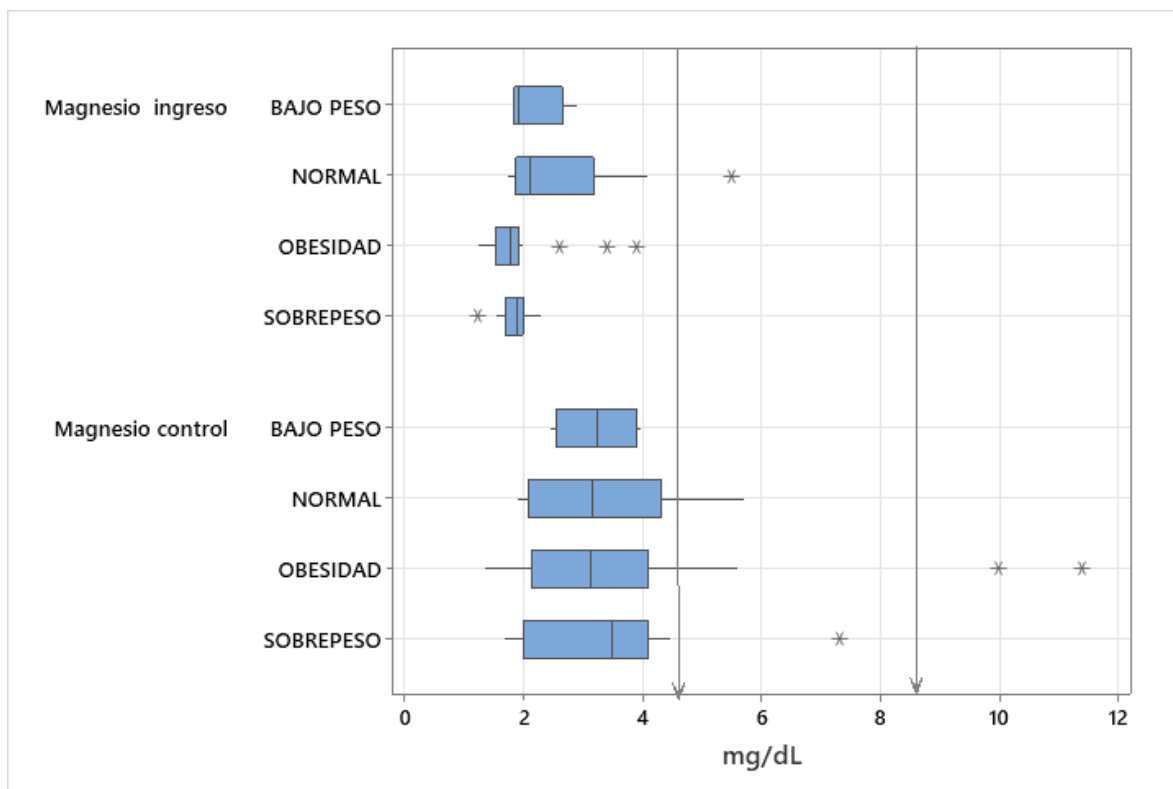
MEANS MG CONTROL

Obs	Total	Mean	Variance	Std Dev	
49.0000	170.4300	3.4782	3.8412	1.9599	
Minimum	25%	Median	75%	Maximum	Mode
1.3700	2.3000	3.2000	3.9900	11.4000	2.1000



DOSIS TERAPEUTICA	Frecuencia	Porcentaje
Si	6	12.24%
No	43	87.76%
Total	49	100.00%

Al comparar los niveles terapéuticos de magnesio en pacientes con preeclampsia, clasificados según el estado nutricional, se observó que el promedio de magnesio fue más bajo en el grupo con bajo peso (media = 3.24; DE = 0.72), seguido por los grupos con peso normal (media = 3.33; DE = 1.40), sobrepeso (media = 3.42; DE = 1.63) y obesidad (media = 3.61; DE = 2.45). A pesar de las diferencias en las medias observadas entre los grupos, el análisis de varianza (ANOVA) no mostró diferencias estadísticamente significativas en los niveles de magnesio entre las distintas categorías nutricionales ($F = 0.073$, $p = 0.974$), lo que indica que el estado nutricional no influyó de manera significativa en los niveles terapéuticos de magnesio en esta muestra de pacientes.





12. DISCUSIÓN

En este estudio prospectivo se analizó el comportamiento de los niveles séricos de magnesio, administrado mediante el régimen de Zuspan (carga de 4 g en bolo intravenoso seguida de perfusión continua de 1 g/h), en una cohorte de 49 pacientes con preeclampsia severa o eclampsia. A las cuatro horas de iniciado el tratamiento, la concentración media de magnesio fue de 3.48 mg/dL (DE 1.96), con un rango de valores oscilando entre 1.4 y 6.5 mg/dL. Solo el 12 % de las participantes alcanzó o superó 4.8 mg/dL, límite inferior del rango terapéutico, mientras que el 88 % presentó magnesemia por debajo de ese umbral.

Este hallazgo indica que, bajo el esquema estándar de Zuspan, la mayoría de las pacientes no logran concentraciones consideradas óptimas para la prevención de convulsiones, tal como se define en protocolos internacionales. La dispersión observada en los niveles séricos sugiere variabilidad interindividual marcada, posiblemente relacionada con diferencias en el volumen de distribución, la velocidad de aclaramiento renal y la presencia de comorbilidades, que pueden alterar el metabolismo y la excreción del ion magnesio.

Dentro de la cohorte, el IMC medio fue de 33.2 (DE 8.3), con un 65 % de pacientes clasificadas como obesas ($\text{IMC} \geq 30$). Aunque el análisis ANOVA no mostró diferencias estadísticamente significativas en los niveles post-infusión entre las categorías de IMC, el amplio rango de magnesemia sugiere que la obesidad podría influir en la dispersión del fármaco, al aumentar el volumen de distribución aparente.

Asimismo, la severidad de la preeclampsia, medida por la presión arterial y parámetros de función renal al ingreso, presentó correlación débil con la magnesemia alcanzada, lo que sugiere que otros factores —como la función hepática, el estado de hidratación y la lipoproteína sérica— podrían jugar un papel en la farmacocinética del magnesio en esta población específica.



Clásicamente, los estudios fundacionales de Altman (1995) y Knight (2006) reportaron niveles de magnesio entre 4.8 y 8.4 mg/dL en más del 90 % de las pacientes tras cuatro horas de administración del protocolo de Zuspan. Sin embargo, dichos estudios se llevaron a cabo en poblaciones con menor prevalencia de obesidad y sin variabilidad marcada en comorbilidades concomitantes.

Investigaciones más recientes, centradas en poblaciones con características demográficas y metabólicas similares a las observadas en este estudio, han descrito magnesemia promedio entre 3.5 y 5.0 mg/dL, con cerca del 30 % de pacientes por debajo del umbral terapéutico. Estos datos coinciden con nuestros resultados, reforzando la hipótesis de que la obesidad y la alteración de la función renal, comunes en preeclampsia severa, disminuyen la eficacia del régimen estándar para alcanzar concentraciones óptimas.

Por otro lado, protocolos alternativos, que incluyen dosis de mantenimiento incrementadas (1.5 g/h) o dosis de rescate adicionales en caso de magnesemia subterapéutica, han demostrado mejorar las concentraciones séricas hasta en un 80 % de las pacientes sin aumentar la incidencia de toxicidad. Estos esquemas, aunque no forman parte del protocolo original de Zuspan, proporcionan un marco comparativo para entender las limitaciones observadas y sugieren vías de ajuste posológico que podrían explorarse con base en los resultados presentados.

Los datos obtenidos ponen de manifiesto la necesidad de revisar la eficacia del régimen de Zuspan en contextos con alta prevalencia de obesidad y comorbilidades metabólicas. En la práctica clínica diaria, confiar únicamente en el protocolo estándar podría dejar a un número significativo de pacientes con concentraciones subterapéutica, potencialmente expuestas a un mayor riesgo de convulsiones eclámpicas.

La incorporación de mediciones de magnesemia en momentos críticos —por ejemplo, al completar la dosis de carga y a las cuatro horas de perfusión— permitiría una evaluación



temprana de la respuesta terapéutica. Esto facilitaría la toma de decisiones sobre la necesidad de dosis de refuerzo o ajustes en la velocidad de infusión, orientando una estrategia de tratamiento más individualizada.

En el entorno hospitalario del estudio, donde los recursos para monitoreo continuo pueden ser limitados, los hallazgos sugieren que protocolos simplificados de medición puntual podrían integrarse de manera factible. De esta forma, el equipo médico contaría con información clave para optimizar la prevención de eclampsia y reducir la variabilidad en los resultados clínicos.

13. CONCLUSIONES

En este estudio prospectivo con 49 pacientes diagnosticadas con preeclampsia severa o eclampsia, se evaluó la eficacia del esquema de Zuspan para alcanzar niveles séricos de magnesio considerados terapéuticos (4.8–8.4 mg/dL) a las cuatro horas de iniciado el tratamiento. Los resultados muestran una concentración media de 3.48 mg/dL, con un amplio rango de valores entre 1.4 y 6.5 mg/dL, y revelan que únicamente un 12 % de la cohorte alcanzó o superó el umbral terapéutico, mientras que el 88 % permaneció por debajo de dicho nivel.

La variabilidad observada en la magnesemia refleja diferencias interindividuales en la absorción, distribución y eliminación del magnesio. Con un IMC medio de 33.2 (DE 8.3) y un 65 % de pacientes clasificadas como obesas, la dispersión de los niveles séricos sugiere que el volumen de distribución puede aumentar significativamente en esta población. De igual manera, diferencias en la función renal y el estado de hidratación podrían influir en la cinética del fármaco, contribuyendo al amplio rango de resultados detectados.

Al comparar estos hallazgos con datos clásicos y más recientes, se observa que los protocolos estándares, que en poblaciones con menor prevalencia de obesidad alcanzan niveles terapéuticos en más del 90 % de los casos, presentan un rendimiento reducido en contextos de



alta carga metabólica. Esta discrepancia pone de manifiesto el impacto de los factores demográficos y comorbilidades asociadas en la eficacia del tratamiento.

En síntesis, aunque el régimen de Zuspan continúa siendo el protocolo de referencia a nivel internacional, en esta cohorte específica su capacidad para generar concentraciones séricas óptimas de magnesio fue limitada. Los datos obtenidos contribuyen a un mejor entendimiento de la respuesta farmacológica del magnesio en poblaciones con características demográficas y metabólicas complejas y proporcionan un fundamento sólido para la interpretación de la eficacia terapéutica en el contexto obstétrico local.



14. BIBLIOGRAFIA

1. **Salud, Secretaria de.** Informe Semanal de Notificación Inmediata de Muerte Materna . [En línea] 2023 . https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/878706/MM_2023_SE52.pdf.
2. **INEGI.** *Informe Semanal de Notificación Inmediata de Muerte Materna* . s.l. : Dirección General de Epidemiología , 2023 .
3. **Salud, Secretaria de.** *Preeclampsia, factor de riesgo de enfermedades cardiovasculares.* Mexico : s.n., 10 de marzo de 2024.
4. **CENETEC.** Guía de Práctica Clínica . *Detección, Diagnóstico y Tratamiento de las Enfermedades Hipertensivas del Embarazo* . [En línea] 2017. <https://www.imss.gob.mx/sites/all/statics/guiasclinicas/058GER.pdf>.
5. *Preeclampsia: características clínicas y diagnóstico* . **August, Dra. Phyllis.** s.l. : UpToDate, 17 de junio de 2024.
6. *Eclampsia* . **Dr. Errol R Norwitz.** s.l. : UpToDate , Feb 05, 2024.
7. *Sulfato de magnesio y otros anticonvulsivos para mujeres con preeclampsia* . **Duley, Lelia.** Bradford ,Reino Unido : Cochrane Library , 2010 .
8. *Magnesium sulphate and other anticonvulsants for women with pre-eclampsia* . **Duley, Lelia.** BradfordWest YorkshireUK : Cochrane Library , 2010.
9. *ESTADOS HIPERTENSIVOS EN EL EMBARAZO: REVISIÓN.* **BELTRAN CHAPARRO.** Colombia : Rev. U.D.C.A Act. & Div. Cient, Julio-Diciembre, 2014.
10. *Preeclampsia: Clinical features and diagnosis.* **Phyllis August, MD, MPH, Baha M Sibai, MD.** s.l. : UpToDate, 2022.
11. *Preeclampsia: características clínicas y diagnóstico* . **August, Dra. Phyllis.** s.l. : UpToDate, Junio 2024.
12. *Actualización en la fisiopatología de la preeclampsia* . **Carbajal, Gómez.** 4, Peru : Rev. peru. ginecol. obstet., 2014, Vol. 60.
13. **CENETEC.** GUÍA DE PRACTICA CLINICA. [En línea] 2017. <https://www.imss.gob.mx/sites/all/statics/guiasclinicas/020GRR.pdf>.
14. *Aproximación a la farmacología del sulfato de magnesio desde la perspectiva obstétrica* . **Rodríguez-Hernández.** 1, Bucaramanga : MedUnab, 2016, Vol. 19.
15. —. **Rodríguez-Hernández.** Bucaramanga, Colombia : s.n., 2015.
16. *Preeclampsia - eclampsia diagnóstico y tratamiento* . **Pérez, Lino Arturo Rojas.** 2, Ecuador : Revista Eugenio Espejo , 2019, Vol. 13 .
17. *Hipertensión arterial y embarazo esquemas de manejo.* **López, Escalante.** 4, s.l. : Act. Méd. Costo -, 1981, Vol. 24.
18. *Intoxicación con Sulfato de Magnesio en Preeclampsia y Eclampsia* . **Vazquez1, Godoy.** 2, Ecuador : Salud ConCiencia , 2023, Vol. 2.
19. *Valoración nutricional de Enfermería en adolescentes embarazadas.* **Franco Poveda, Kristy.** 29, Ecuador : Espirales Revista Multidisciplinaria , 2019, Vol. 3.
20. *Aproximación a la farmacología del sulfato de magnesio desde la perspectiva obstétrica* . **Rodríguez-Hernández.** 1, Bucaramanga : MedUnab, 2016, Vol. 19.



21. *Aproximación a la farmacología del sulfato de magnesio desde la perspectiva obstétrica.* **Rodríguez-Hernández, Pablo Andrés.** 25-32, Colombia : Med UNAB, 2016, Vol. 19.
22. *Sulfato de magnesio ¿ una panacea? .* **Abad, Cilia.** 9 , Caracas : ISSN , 2005 , Vol. 30 .
23. *Sulfato de Magnesio ¿Una Panacea? .* **Abad, Cilio.** Caracas : Scielo , 2005 .
24. *Sulfato de magnesio y el cerebro en la preeclampsia .* **Paredes, Rommel Omar Lacunza.** 2, Peru : Revista peruano de Ginecología y obstetricia , 2017 , Vol. 63.
25. *Sulfato de Magnesio ¿ una panacea?* **Abad, Cilia.** 9 , Caracas : ISSN, 2005 , Vol. 30 .
26. *Eficacia del sulfato de magnesio en el tratamiento de la preeclampsia .* **Isabel Figueroa Calderón.** 4, Cuba : Revisa Cubana de ginecología y obstetricia , 2012 , Vol. 38.
27. *Maternal outcomes of magnesium sulphate and diazepam use in women with severe pre-eclampsia and eclampsia in Ethiopia.* **KASSIE, Gizat M.** 2, Etiopia : Pharmacy Practice, 2014 , Vol. 12.
28. *Efectividad de un tratamiento acortado con sulfato de magnesio para prevención de eclampsia durante el puerperio .* **Gutiérrez-Vela, Omar.** 11, Monterrey : Ginecología y Obstetricia de Mexico , 2021, Vol. 89.
29. *Niveles de magnesio sérico en pacientes embarazadas con enfermedad hipertensiva manejadas con sulfato de magnesio .* **Hernández, Héctor Arcos.** 2, Durando : Acta medica Grupo Angeles , ISSN , 2020, Vol. 18.
30. *Una revisión integradora de los efectos secundarios relacionados con el uso de sulfato de magnesio para el tratamiento de la preeclampsia y la eclampsia .* **Jeffrey Michael Smith, J.** Washington : BMC Pregnancy & Childbirth , 2013.



15. ANEXOS

15.1. CONSENTIMIENTO INFORMADO

NIVELES SÉRICOS TERAPÉUTICOS DE SULFATO DE MAGNESIO EN PACIENTES CON PREECLAMPSIA/ECLAMPSIAS TRATADAS CON EL ESQUEMA DE ZUSPAN EN EL HOSPITAL GENERAL "DR. SALVADOR ZUBIRÁN ANCHONDO".

Carta de consentimiento informado para participar en el proyecto:

INVESTIGADOR: Dra. Corina Aidee Cruz Chacon

Versión del consentimiento informado y fecha de su preparación: 05/08/2024

INTRODUCCIÓN:

Por favor, tome todo el tiempo que sea necesario para leer este documento, pregunte al investigador sobre cualquier duda que tenga. Este consentimiento informado cumple con los lineamientos establecidos en el reglamento de la ley general de salud en materia de investigación para la salud, la declaración de Helsinki y a las buenas prácticas clínicas emitidas por la comisión nacional de bioética.

Para decidir si participa o no en el estudio usted debe tener el conocimiento suficiente acerca de los riesgos y beneficios con el fin de tomar una decisión informada. Este formato de consentimiento informado le dará información detallada acerca del estudio de investigación que podrá comentar con su médico tratante o con algún miembro del equipo de investigadores. Al final se le pedirá que forme parte del proyecto y de ser así, bajo ninguna presión o intimidación, se le invitara a firmar este consentimiento informado.

INVITACIÓN A PARTICIPAR Y DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO: Sra:

El Hospital General de Chihuahua le invita a participar en este estudio de investigación que tiene como objetivo determinar si la indicación de sulfato de magnesio en diagnóstico de preeclampsia con criterios de severidad llega a niveles terapéuticos séricos para su manejo en la neuro



protección. El número aproximado de pacientes será de 50. La duración de este estudio es de aproximadamente 6 meses.

PROCEDIMIENTOS DEL ESTUDIO:

Será evaluado el magnesio sérico a su ingreso y posterior a las 4 horas durante la fase de mantenimiento a la aplicación de sulfato de magnesio para determinar si se logran los niveles terapéuticos de manejo para la neuro protección en pacientes con diagnóstico a su ingreso de preeclampsia con criterios de severidad.

RIESGOS E INCONVENIENTES:

El riesgo de presentar una complicación es bajo, sin embargo, existe la posibilidad de presentar alguna reacción adversa por la administración de medicamentos como puede ser, oliguria, anuria, hiporreflexia o arreflexia, depresión respiratoria, anormalidades cardíacas e incluso paro cardiorrespiratorio.

BENEFICIOS POTENCIALES: Los beneficios potenciales que aportan este esquema es la reducción de la morbilidad materna, disminución de convulsiones y protección de órganos diana.

CONSIDERACIONES ECONÓMICAS:

No se cobrará ninguna tarifa adicional por participar en el estudio ni se le hará pago alguno.

COMPENSACIÓN:

El hospital general de Chihuahua no brinda ningún tipo de compensación para cubrir el daño.

ALTERNATIVAS A SU PARTICIPACIÓN:

Su participación es voluntaria. Sin embargo, usted puede elegir no participar en el estudio. En caso de decidir no participar simplemente no se ingresará en el censo de pacientes documentadas sin embargo el tratamiento continuará siendo el mismo.



PARTICIPACIÓN Y RETIRO DEL ESTUDIO:

Su participación es voluntaria. Si usted decide no participar, no se afectará su relación con el hospital o su derecho para recibir atención médica o cualquier servicio al que tenga derecho. Si decide participar, tiene la libertad para retirar su consentimiento e interrumpir su participación en cualquier momento sin perjudicar su atención.

CONFIDENCIALIDAD Y MANEJO DE SU INFORMACIÓN:

Su confidencialidad será protegida como lo marca la ley. Ninguna información sobre su persona será compartida con otros sin su autorización, excepto: - Si es necesario para proteger sus derechos y bienestar; o - Es solicitado por la ley - Todas las hojas de recolección de datos serán guardadas con las mismas medidas de confidencialidad y solo los investigadores titulares tendrán acceso a los datos que tienen su nombre. El comité de ética en investigación del Hospital General de Chihuahua Dr. Salvador Zubirán Anchondo aprobó la realización de este estudio. Dicho comité es quien revisa, aprueba y supervisa los estudios de investigación en humanos en el hospital.

DECLARACIÓN DEL PACIENTE:

Yo, _____ Declaro que es mi decisión participar en el estudio. Mi participación es voluntaria. He sido informado que puedo negarme a participar o terminar mi participación en cualquier momento del estudio sin que sufra ninguna penalidad o pérdida de beneficios. Si suspendo mi participación, recibiré el tratamiento médico habitual al que tengo derecho en el Hospital General de Chihuahua Dr. Salvador Zubirán Anchondo y no sufrirá perjuicio en mi atención médica o en futuros estudios de investigación. Yo puedo solicitar información adicional acerca de los riesgos y beneficios potenciales derivados de mi participación en el estudio. Si usted tiene preguntas sobre el estudio, puede ponerse en contacto con la Dra. Corina Aidee Cruz Chacon. Si usted tiene preguntas sobre sus derechos como participante en el estudio, problemas, preocupaciones o quiere obtener información extra, puede hablar con el coordinador del comité de ética de investigación del hospital. He leído y entendido toda la información que me han dado sobre mi participación en el estudio. He tenido la oportunidad para discutirlo y hacer preguntas. Todas las preguntas han sido respondidas a mi satisfacción, He entendido que recibiré una copia firmada de este consentimiento informado.



Nombre del participante.

Firma del participante.

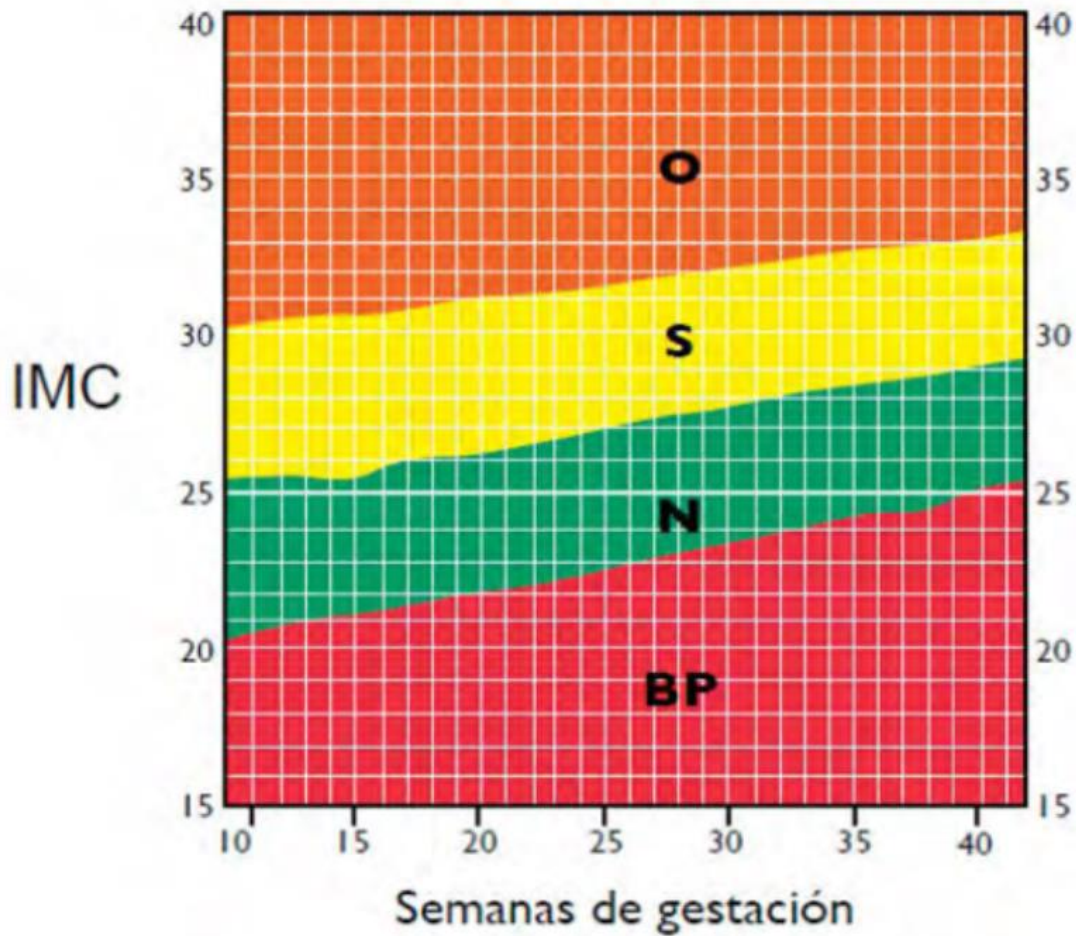
Fecha.

Nombre del representante legal.

Firma del representante legal.

Fecha.

7.2 Estado nutricional por IMC y semanas de gestación





15.2 HOJA DE RECOLECCIÓN DE DATOS

HOSPITAL GENERAL DR. SALVADOR ZUBIRÁN ANCHONDO

FOLIO:

NOMBRE:

NO EXPEDIENTE:

Edad:

-Gestas:

Partos:

Cesárea:

Abortos:

-Comorbilidades:

-Peso:

Talla:

IMC:

-Semanas de Gestación:

-Criterios de Preeclampsia severa: Favor de poner una "X" en caso de presentarlos

Cefalea:

Acufenos:

Fosfenos:

Epigastralgia:

TA Sistólica > 160:

Diastólica >110 :

Plaquetas:

Creatinina sérica:

TGO:

TGP:

DHL:

-Esquema Zuspan: SI

NO



- Niveles de Magnesio sérico al ingreso:
- Niveles de Magnesio sérico de mantenimiento



SECRETARÍA
DE SALUD

HOSPITAL GENERAL "DR. SALVADOR
ZUBIRÁN ANCHONDO"
DIRECCIÓN
COMITÉ DE ÉTICA EN INVESTIGACIÓN
CONBIOETICA-08-CEI-001-20170517

Chihuahua, Chih. 12 NOV 2024
Oficio No. CEI-AP-0036-2024

DICTAMEN

DRA. CORINA AIDEE CRUZ CHACON
MÉDICO RESIDENTE DE LA ESPECIALIDAD DE
GINECOLOGÍA Y OBSTETRICIA
P R E S E N T E.-

En atención a su presentación ante este Comité de Ética en Investigación el día Martes 12 DE NOVIEMBRE DEL 2024, para someter a consideración su Protocolo de Investigación:

NIVELES SÉRICOS TERAPÉUTICOS DE SULFATO DE MAGNESIO EN PACIENTES CON
PREECLAMPSIA/ECLAMPSIAS TRATADAS CON EL ESQUEMA DE ZUSPAN EN EL HOSPITAL GENERAL
"DR. SALVADOR ZUBIRÁN ANCHONDO"

Los integrantes del Comité evaluaron la calidad metodológica y los aspectos éticos de la investigación, determinando en consenso, lo siguiente:

✓	APROBADO	Cumple con los requisitos establecidos y se determina procedente su realización, con una vigencia de 1 año a partir de la presente fecha.
	PENDIENTE DE APROBACIÓN	Requiere modificaciones mayores y deberá ser evaluado por el Comité en pleno cuando se realicen dichas modificaciones, en un plazo que no exceda los 30 días naturales a partir de del día de hoy.
	NO APROBADO	Protocolo rechazado por razones éticas que ameritan una reestructuración mayor y el inicio de todo el procedimiento, como un nuevo protocolo.

De ser **APROBADO** se registra en el libro *Registro de Protocolos de Investigación, Tomo IV del Hospital General "Dr. Salvador Zubirán Anchondo"* con el Folio No. 0375 el cual tendrá una vigencia de 1 (uno) año, y se le solicita entregar a este Comité el formato de *Informe de Seguimiento de Protocolos Aprobados* en los siguientes meses: **DICIEMBRE 2024, MARZO 2025, JUNIO 2025 y AGOSTO 2025**

Por último, se le informa que deberá presentar sus resultados al finalizar su investigación, y se invita a realizar la publicación, de no hacerlo en un plazo máximo de 6 (seis) meses, el Comité tendrá la facultad de realizar dicha publicación. Se anexa formato de *Evaluación de Protocolos de Investigación*, donde se detallan las observaciones y/o recomendaciones de los integrantes del Comité.

ATENTAMENTE
"SUFRAGIO EFECTIVO: NO REELECCIÓN"
PRESIDENTE DEL COMITÉ DE ÉTICA EN INVESTIGACIÓN

DR. CARLOS ROBERTO CERVANTES SÁNCHEZ



HOSPITAL GENERAL
"Dr. Salvador Zubirán Anchondo"
COMITÉ DE ÉTICA EN INVESTIGACIÓN



SECRETARÍA
DE SALUD

"2024, Año del Bicentenario de fundación del estado de Chihuahua"

Av. Cristóbal Colón No. 510, Col. Barrio El Bajo, C.P. 31000,
Chihuahua, Chih.
Teléfono (614) 429-3300 Ext. 17421, 17423
www.chihuahua.gob.mx/secretariadesalud