



BUAP



Facultad de Medicina

Hospital General de la Zona Norte “Bicentenario de la Independencia”

Instituto Mexicano del Seguro Social para el Bienestar (IMSS-BIENESTAR)

Nombre de la Tesis

**Hipomagnesemia como predictor de preeclampsia con criterios de severidad
en enfermedades hipertensivas en embarazo a término.**

Tesis para obtener el Diploma de Especialidad:

Ginecología y Obstetricia

Presenta

Giovanni Andres Romero Tlalpan

Asesor Metodológico

Dr. Bardo Israel Quispe Sánchez

Asesor Experto

Dr. Alejandro Morles López

H. Puebla de Z. Enero 2025

NO. CV: 2130086



AGRADECIMIENTOS

Agradezco profundamente a mis padres por mostrarme su apoyo incondicional, quienes han sido una guía en este proceso de mi formación académica, mi padre Bernardo Romero Tehuiztil siempre presente incondicionalmente, mi madre Patricia Tlalpan Ramirez que con su amor y sabiduría, han sido base esencial para culminar mis metas personales y académicas.

Mi hermano Bernardo Uziel Romero Tlalpan, quien no solo ha sido un ejemplo en mi vida, siendo un apoyo y amigo, forjando una mejor persona todos los días y así mismo dando rumbo correcto a mi vida.

Quisiera expresar mi más sincero agradecimiento a mis asesores de tesis, el *Dr. Bardo Quispe Sanchez* y *Dr. Alejandro Morales Lopez*, cuya experiencia, paciencia y apoyo constante fueron fundamentales para la realización de este trabajo. Su guía no solo me proporcionó claridad académica, sino también motivación en momentos de duda. Su confianza en mí me impulsó a seguir adelante y superar los desafíos.

Mención especial para doctores; Maribel Mancilla Amaro, Jose Horacio Osorio Ramos, Carlos Augusto Gutierrez Santiago, Cristina Ruiz De Leon, siendo papel fundamental en mi formación académica, además de ser grandes personas en esta vida y apoyarme personal y laboralmente.

Finalmente agradezco a mis amigos y compañeros, gracias por su compañía y apoyo en los momentos de estrés y alegría. Ustedes fueron mi red de contención y su amistad me ayudó a mantener el ánimo en los momentos más duros. Cada uno de ustedes contribuyó a que este proceso fuera más llevadero y significativo.

ÍNDICE

Resumen.....	4
Introducción.....	5
Hipótesis.....	7
Marco teórico.....	7
Antecedentes generales.....	7
Antecedentes específicos.....	17
Justificación.....	20
Planteamiento del problema.....	21
Objetivos generales	21
Objetivos específicos	22
Material y método	22
Diseño	23
Universo de trabajo.....	23
Ubicación.....	23
Población y tamaño de muestra.....	23
Tipo de estudio.....	23
Criterios de selección.....	23
Criterios de inclusión.....	23
Criterios de exclusión.....	24
Criterios de eliminación.....	24
Fases de la Investigación.....	25
Tabla de variables.....	26
Cronograma de trabajo.....	28
infraestructura física y humana.....	29
aspectos bioéticos.....	29
resultados.....	30
Discusión.....	45
Conclusión.....	48
Referencia bibliográfica.....	50
Anexos.....	54

RESUMEN

OBJETIVO: Determinar niveles sericos disminuidos de magnesio, como factor de riesgo y predictor para el desarrollo de preeclampsia con criterios de severidad en embarazo a termino en una muestra representativa del hospital General Zona Norte de Puebla.

MÉTODOS: Estudio retrospectivo observacional de resultados de pruebas diagnósticas previamente determinadas en pacientes que cuentan con presencia de preeclampsia con criterios de severidad independiente de la vía de resolución.

Se realizó un estudio descriptivo, retrospectivo, longitudinal, comparativo, en pacientes que ingreso a la unidad hospitalaria; "Hospital General Zona Norte del Estado de Puebla Bicentenario de la Independencia", basados en los informes del departamento de estadística. Se realizo revision de expedientes de pacientes hospitalizados con diagnosticos de enfermedad hipertensiva a clasifacas asi como preeclampsia con criterios de severidad de las fechas; 01 Enero 2023 al 01 Diciembre 2023.

Seleccionando todas las pacientes quienes cumplen con dichos criterios en base a GPC y ACOG.

Las pacientes estudiadas fueron las mujeres con embarazo de termino que acudieron con enfermedad hipertensiva del embarazo a clasificar, con embarazo de termino (37-41sdg), se excluyeron pacientes con hipertension cronica, uso de esquema neuroproteccion a base de Sulfato de Magnesio. Se eliminaron pacientes que no se conto con expedientes completos, no se realizo toma previa de electrolitos sericos.

Conclusiones: La hipomagnesemia es un predictor de preeclampsia con criterios de severidad en enfermedades hipertensivas en embarazo a término.

Palabras Clave: preeclampsia, criterios de severidad, hipomagnesemia, electrolitos sericos, perfil preeclamptico, cifras tensionales.

Introducción

La preeclampsia es una complicación médica que afecta a un porcentaje significativo de mujeres embarazadas en todo el mundo y se caracteriza por la presión arterial alta y daño en múltiples órganos, principalmente el hígado y los riñones. Esta enfermedad obstétrica, que suele manifestarse después de la semana 20 de gestación, representa un desafío constante para la salud materno-fetal y es una de las principales causas de morbilidad y mortalidad en el ámbito obstétrico. La preeclampsia no solo puede poner en peligro la vida de la madre, sino que también aumenta el riesgo de complicaciones para el feto, como el parto prematuro y el retraso en el crecimiento intrauterino.

Aproximadamente 285.000 mujeres mueren anualmente en el mundo por causas relacionadas con el embarazo, con un índice global de 210 muertes por cada 100.000 nacimientos. Los estados hipertensivos del embarazo constituyen la tercera causa mundial de mortalidad materna, por detrás de las complicaciones hemorrágicas e infecciosas. Representando el 14% de las muertes a nivel global. (1)

En los Estados Unidos, la preeclampsia es la cuarta causa de mortalidad materna (1 muerte por cada 100.000 partos vivos) En América Latina, la preeclampsia es la primera causa de muerte materna en 25,7% de casos. (1)

En México, desgraciadamente no existe la suficiente información reportada y actualizada sobre la prevalencia e incidencia de la preeclampsia y de los demás trastornos hipertensivos del embarazo. En un estudio publicado en 2010, se reporta que, según la Secretaría de Salud, la preeclampsia representa hasta el 34% del total de las muertes maternas, siendo esta la principal causa de muerte asociada a complicaciones del embarazo en México. Afortunadamente, en lo que respecta al Instituto Mexicano del Seguro Social (IMSS), se ha visto el mismo patrón global respecto a la disminución de muertes maternas, con una reducción de estas en un 40.4% en el periodo comprendido entre 1991 y el 2005. A su vez, el Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI), también reporta una disminución en la mortalidad materna en México. (2)

La preeclampsia severa que se desarrolla antes de las 34 semanas de gestación se asocia con altas probabilidades de mortalidad y morbilidad perinatal. El manejo con la interrupción inmediata puede llevar a mucho tiempo de hospitalización en unidades intensivas neonatales.

A pesar de la significativa atención que ha recibido la preeclampsia en la comunidad médica y científica, su etiología y factores predictivos aún no se comprenden completamente. Esta falta de comprensión ha llevado a la búsqueda constante de biomarcadores y factores de riesgo que puedan predecir con precisión el desarrollo de la preeclampsia, especialmente en su forma más severa. Uno de estos posibles biomarcadores que ha ganado interés en la investigación obstétrica es la hipomagnesemia, una condición caracterizada por niveles bajos de magnesio en el torrente sanguíneo.

La hipomagnesemia es una condición médica que puede resultar de diversas causas, como la ingesta dietética insuficiente, la absorción deficiente en el intestino, o el aumento de las pérdidas de magnesio en el cuerpo. Si bien el magnesio es esencial para una variedad de funciones biológicas, incluyendo la regulación de la presión arterial y la función de los músculos y nervios, su relación específica con la preeclampsia ha sido objeto de investigación y debate en la comunidad científica.

El propósito de este ensayo documental es explorar el papel potencial de la hipomagnesemia como predictor de la evolución de la preeclampsia hacia formas más severas. A través de la recopilación y análisis de investigaciones previas, casos clínicos y evidencia documentada, se busca arrojar luz sobre esta cuestión importante en el campo de la obstetricia. Se abordarán aspectos clave como la relación biológica entre la hipomagnesemia y la preeclampsia, la evidencia que respalda esta relación y cómo esta información podría tener implicaciones clínicas significativas para la prevención y el manejo de la preeclampsia en pacientes embarazadas.

Hipótesis

Identificar los niveles de hipomagnesemia predictores de preeclampsia con criterios de severidad, y así mismo determinar manejo a futuro de los niveles bajo de magnesio sérico, en embarazo a término de pacientes del Hospital General zona Norte de Puebla

MARCO TEÓRICO

ANTECEDENTES GENERALES

Definición de la preeclampsia

Según el ACOG, la hipertensión en el embarazo se define como una presión arterial sistólica (PAS) ≥ 140 mm Hg y/o una presión arterial diastólica (PAD) ≥ 90 mm Hg, medida en dos ocasiones separadas por un intervalo de 4 horas. Si bien diversos autores han sugerido la actualización de esta pauta diagnóstica a una PAS ≥ 130 mm Hg y/o una PAD ≥ 80 mm Hg según las directrices publicadas por el Colegio Estadounidense de Cardiología/ Asociación Estadounidense del Corazón en 2017, aún se estudian los beneficios de esta reforma en las embarazadas y su consideración en guías internacionales. La proteinuria en el embarazo se define como 300 mg/dL o más de proteína en una recolección de orina de 24 horas, o una relación proteína/creatinina $\geq 0,3$ o, cuando no se disponga de estos métodos cuantitativos o se requieran decisiones rápidas, una lectura con tira reactiva de 2+ de proteína en orina (3)

La preeclampsia se define como la hipertensión de nueva aparición, con o sin proteinuria, después de las 20 semanas de gestación frecuentemente cerca del término. Si bien la hipertensión y la proteinuria se consideran los criterios clásicos para diagnosticar la preeclampsia, también son importantes otros criterios (3)

Con base en estos criterios diagnósticos, se puede definir la preeclampsia sin signos de gravedad como la hipertensión de nueva aparición, con proteinuria, después de las 20 semanas de gestación, en ausencia de signos de gravedad; y la preeclampsia con signos de gravedad como la hipertensión de nueva aparición, con o sin proteinuria, después de las 20 semanas de gestación, en presencia de ≥ 1 signo de gravedad. (3)

Esta última puede producir complicaciones agudas como edema pulmonar agudo, infarto de miocardio, accidente cerebrovascular, síndrome de dificultad respiratoria aguda, coagulopatía, lesión renal aguda y lesión retiniana. (3)

Clasificación

1) Hipertensión preexistente (Crónica): diagnosticada antes de la concepción o durante las primeras 20 semanas de la gestación. Persiste cuando se evalúa 12 semanas después del parto. (4)

2) Hipertensión Gestacional: diagnosticada después de las 20 semanas de gestación en una paciente previamente normotensa que no presenta proteinuria positiva. El diagnóstico inicial debe ser cauteloso ya que aproximadamente un 50% de las mujeres con diagnóstico de Hipertensión gestacional desarrollan una preeclampsia. Si la paciente consulta luego de las 20 semanas de gestación el diagnóstico definitivo se realiza cuando la tensión arterial retorna a valores normales luego de las 12 semanas posparto, diferenciándola de la hipertensión arterial crónica. (4)

3) Preeclampsia: Hipertensión diagnosticada después de las 20 semanas de gestación y proteinuria $\geq 300\text{mg}/24$ horas en una paciente previamente normotensa. La lesión es multisistémica comprometiendo, placenta, riñón, hígado, cerebro, y otros órganos. (4)

Se considera preeclampsia grave cuando a la Hipertensión se le asocia uno o más de los siguientes parámetros: (5)

- Proteinuria > 5 g/24 horas. (Actualmente, siguiendo las guías del ACOG no sería necesario este parámetro)
- Deterioro significativo de la función renal (aumento de la creatinina en sangre, oliguria < 400 ml/24 hrs).
- Síntomas clínicos de encefalopatía hipertensiva (cefalea, alteraciones de la visión y/o epigastralgia).
- Edema pulmonar
- Retardo del crecimiento Intrauterino
- Oligoamnios
- Monitoreo fetal con signos de sufrimiento feta

- Eclampsia
- Síndrome HELLP

4) Preeclampsia sobreimpuesta a la Hipertensión crónica: paciente que padece Hipertensión crónica pero luego de las 20 semanas de gestación se diagnostica proteinuria. Si presentan proteinuria previa o consultan tardíamente la presencia de un aumento brusco de los valores de tensión arterial o de pródromos de la eclampsia puede ser útil para su diagnóstico. (4)

5) Eclampsia: presencia de convulsiones en una embarazada con diagnóstico de preeclampsia. (4)

Factores de riesgo

Diversos factores de riesgo han sido asociados con una mayor probabilidad de desarrollar preeclampsia durante el embarazo: (3)(6)

- Nuliparidad
- Gestación múltiple
- Antecedente de preeclampsia en un embarazo previo
- Hipertensión crónica
- Diabetes pregestacional o diabetes gestacional
- Trombofilia
- Lupus eritematoso sistémico
- Índice de masa corporal mayor a 30 previo al embarazo
- Síndrome antifosfolipídico
- Edad materna igual o mayor a 35 años
- Nefropatía
- Técnicas de reproducción asistida
- Apnea obstructiva del sueño (12-18).

La preeclampsia, en términos médicos, se define como "una enfermedad multisistémica específica del embarazo, caracterizada por hipertensión arterial y daño en uno o más sistemas de órganos, generalmente el hígado y los riñones" (7). Esta definición encapsula la esencia de una afección compleja que puede poner en peligro tanto la salud de la madre

como la del feto. La preeclampsia a menudo se manifiesta después de la semana 20 de gestación y se asocia con una serie de síntomas y signos, como la hipertensión arterial, la presencia de proteínas en la orina (proteinuria) y, en casos graves, síntomas como dolor de cabeza persistente, cambios visuales, y trastornos hepáticos y renales (8).

Esta definición de la preeclampsia resalta su carácter multisistémico y la importancia de la presión arterial elevada como uno de los signos clínicos principales. Además, subraya la necesidad de evaluar el daño en varios sistemas de órganos, ya que la preeclampsia no se limita únicamente al sistema circulatorio. El daño hepático y renal es común en esta enfermedad, lo que añade complejidad y gravedad a su presentación clínica (9).

Patogénesis de la preeclampsia

A lo largo de las últimas dos décadas, se han propuesto varios mecanismos patogénicos de la preeclampsia, incluidos los siguientes: (3)

Mecanismo patogénico	Hipótesis
Isquemia uteroplacentaria crónica	El aumento de la deportación trofoblástica, como consecuencia de la isquemia, puede causar disfunción celular endotelial (41)
Toxicidad por VLDL	En respuesta al aumento de la demanda energética durante el embarazo, se movilizan ácidos grasos no esterificados desde el tejido adiposo hacia el hígado. Es probable que, en embarazadas con concentraciones bajas de albúmina, este transporte de ácidos grasos extra no esterificados reduzca la actividad antitóxica de la albúmina hasta un punto en el que se exprese la toxicidad por VLDL (41)
Mala adaptación inmune	La interacción entre los leucocitos deciduales y las células citotrofoblásticas invasoras es esencial para la invasión y el desarrollo fisiológicos del trofoblasto. La mala adaptación inmune puede causar una invasión superficial de las arterias espirales por las células citotrofoblásticas endovasculares y una disfunción de las células endoteliales mediada por el aumento de la liberación decidual de citocinas, enzimas proteolíticas y especies de radicales libres (41)
Impronta genética	La penetrancia —frecuencia con que se expresa un gen— puede depender del genotipo fetal, y el desarrollo de la preeclampsia se puede basar en un solo gen recesivo o en un gen dominante con penetrancia incompleta, por lo que la posibilidad de impronta genética debe ser considerada en futuras investigaciones genéticas de la preeclampsia (41)
Aumento de la apoptosis o necrosis trofoblástica	A través de citotrofoblastos cultivados y un modelo <i>in vitro</i> de sincitialización, se ha demostrado que la apoptosis trofoblástica placentaria observada en la preeclampsia puede ser inducida por el factor de necrosis tumoral-alfa/interferón-gamma y las condiciones de depleción de oxígeno (42, 43)
Respuesta inflamatoria materna exagerada secundaria a la deportación trofoblástica	Los restos apoptóticos de sincitiotrofoblasto, que se eliminan a través de la circulación materna durante el embarazo normal y en cantidades mayores en la preeclampsia, pueden ser el estímulo para esta respuesta (44, 45)

Fisiopatológica

La fisiopatología de la preeclampsia engloba factores maternos, fetales y placentarios. Como por ejemplo el desarrollo de la vasculatura placentaria en un embarazo temprano, resultando hipoperfusión, hipoxia e isquemia, alterando factores antiangiogénicos presentes en la circulación materna, función sistémica endotelial, que consecuentemente inducen hipertensión, alteraciones hematológicas, neurológicas, cardíacas, pulmonares, renales, y disfunción hepática. (9)

- Anormalidades en el desarrollo placentario: la placenta cumple un rol crítico en la fisiopatología de la preeclampsia, el tejido placentario es necesario para el desarrollo de la patología; la expulsión de esta es la cura en días o semanas. Es poco frecuente que la hipertensión postparto y la preeclampsia ocurran posterior al parto, en un lapso de 6 a 8 semanas. Los factores que se relacionan a tal situación son: eliminación tardía de factores angiotensinógenos, activación del sistema de complemento posterior al alumbramiento, movilización de líquido extracelular al compartimento intravascular. (9)

El observar la morfología placentaria a través del tiempo en diversos embarazos, ha podido determinar la normalidad de esta, así como los defectos de arterias espirales, con remodelación e invasión trofoblástica. En el embarazo normal los citotrofoblastos placentarios migran por la decidua y el miometrio para invadir el endotelio, la túnica media de las arterias espirales maternas, ramas terminales de la arteria uterina que suministran sangre al feto y a la placenta. Los vasos sanguíneos se transforman de arteriolas musculares y vasos de gran capacidad, pero con baja resistencia, facilitando la libre circulación. La remodelación arterial se da inicio entre las 18 a 20 semanas de gestación. En la preeclampsia los citotrofoblastos se infiltran en la decidua de las arterias espirales, pero no penetran el miometrio, no se convierten en canales vasculares. Se tornan tortuosos, con reemplazo de la pared musculoquelética con material fibrinoide. Los vasos sanguíneos permanecen estrechos, originan hipoperfusión placentaria, placentación profunda, lo que se relaciona estrechamente con muerte fetal del segundo trimestre, desprendimiento placentario prematuro, preeclampsia con o sin restricción de crecimiento intrauterino, restricción del crecimiento intrauterino sin trastorno hipertensivo, trabajo de parto prematuro, ruptura prematura de membranas. (9)

- Alteraciones en la diferenciación trofoblástica: es uno de los mecanismos responsables de la invasión defectuosa de trofoblastos, envuelve la alteración en un sin número de moléculas, incluyendo citoquinas, adhesión molecular, matriz extracelular, metaloproteinasas, células Ib del complejo mayor de histocompatibilidad, HLA-G. Durante la diferenciación normal, los trofoblastos modifican la expresión de las moléculas de adhesión integrina alfa6/bet 1, e-cadherina, células endoteliales como integrina alfa 1 beta1, VE cadherina, dando como resultado pseudovasculogénesis. En estudios de cultivos, con mujeres preeclámplicas con signos de severidad han sugerido que semaforina 3B puede ser una proteína que contribuye a la alteración de la diferenciación al inhibir la señalización del factor de crecimiento endotelial vascular. (5,9)

Hipoperfusión, hipoxia e isquemia placentaria: aparecen como causa y consecuencia de las alteraciones placentarias, por ejemplo: por acción medicamentosa asociada a insuficiencia vascular (hipertensión arterial, lupus eritematoso sistémico, enfermedad renal, diabetes, trombofilias hereditarias o adquiridas) que incrementan el riesgo de placentación anormal y preeclampsia.

Los cambios placentarios tardíos que se pueden observar son: aterosclerosis por acumulación de células lipídicas de laden en la pared arterial, necrosis fibrinoide, trombosis, arteriolas escleróticas, infarto placentario (9)

- Patología decidual: las células deciduales en mujeres preeclámplicas sobre expresan sFLT1, con expresión inadecuada de los factores angiogénicos durante el período de implantación, siendo esta poco profunda. (5,9)
- Factores inmunológicos: las pacientes nulíparas, con cambio de pareja entre embarazos, largos períodos intergenésicos, con anticonceptivos de barrera, inyección intracitoplasmática de espermatozoide, tienen menos exposición a antígenos paternos, con mayor riesgo de presentar preeclampsia. En pacientes con donación de ovocitos, presentan una tasa mayor de preeclampsia, en comparación con las que conciben con otras técnicas de reproducción asistida, y 4 veces mayor riesgo que las pacientes con una concepción natural. (9)
- Las células trofoblásticas extravelosas, expresan antígenos HLA de clase I, como HLC C, E, G. las células naturales killer expresan receptores CD94, ILT que reconocen moléculas tipo I que infiltran en la decidua y mantienen contacto con las células EVT; regulando la implantación placentaria, entre los reguladores adicionales se encuentran las células T reguladoras, CD4 especializadas que

protegen al feto amortiguando la respuesta inmunológica e inflamatoria. Las células se encuentran reducidas en la circulación y en el lecho placentario en pacientes preeclámpticas, induciendo una implantación anormal por aumento de actividad de las natural killer, disminución de las células T reguladoras, entre otros mediadores de respuesta inflamatoria. Se puede observar infiltración de células dendríticas en el tejido decidual. Las pacientes con preeclampsia presentan niveles elevados de anticuerpos antagonistas contra el receptor de angiotensina AT1, que moviliza calcio libre intracelular y demuestra el aumento de la producción del inhibidor 1 del activador del plasminógeno, así como la invasión superficial del trofoblasto, seguido de estimulación de secreción de sFlt1.(9)

- Factores genéticos: desempeñan un papel importante para la predisposición a esta patología. Por ejemplo, pacientes primigestas con antecedente familiar de preeclampsia presentan un riesgo entre 2 a 5 veces mayor en relación a pacientes sin antecedente. Se demuestra con herencia de mutación sin sentido en 10q22 sin expresar el fenotipo preeclámptico. Hay aumento de 7 veces de riesgo de padecer preeclampsia cuando una paciente la presentó en un embarazo anterior. Las esposas de hombres que fueron producto de una gestante preeclámptica tienen más probabilidades que esposas sin dicho antecedente. Las contribuciones maternas y paternas a los genes fetales pueden determinar placentación defectuosa y preeclampsia subsecuente. (9)

Es importante destacar que la preeclampsia no solo representa una amenaza para la madre, sino que también puede tener graves implicaciones para el feto. Los desequilibrios en el suministro de oxígeno y nutrientes debido a la disfunción placentaria asociada con la preeclampsia pueden resultar en complicaciones fetales, como el retraso en el crecimiento intrauterino y el parto prematuro (8).

Prevención de los síndromes hipertensivos del embarazo

Todas las embarazadas deben recibir consejos generales sobre el estilo de vida para mantener una dieta sana y hacer ejercicio, en virtud de la menor tasa de SHE

y de diabetes gestacional reportada en las mujeres que consumen alimentos saludables y hacen ejercicio aeróbico con regularidad durante el embarazo.

Hasta la fecha, ninguna intervención ha demostrado ser inequívocamente eficaz para eliminar o reducir el riesgo de preeclampsia, y las pruebas que demuestran

la eficacia de las vitaminas C, D y E, el aceite de pescado, los suplementos de ajo, el ácido fólico, la restricción de sodio, el reposo en cama, la metformina y el sildenafil son insuficientes. (3,10,11)

- **Aspirina**

Como se sabe, se ha planteado la hipótesis de que un desequilibrio en el metabolismo de la prostaciclina y el tromboxano A2 está involucrado en la patogénesis de la preeclampsia. El uso de aspirina a dosis altas (150 mg/día), iniciada entre las 12 y 28 semanas de gestación y continuada hasta el parto para prevenir la preeclampsia en mujeres con uno de los factores de riesgo alto o con más de uno de los factores de riesgo moderado de preeclampsia, se fundamenta en su inhibición preferencial del tromboxano A2. Los efectos adversos y la iatrogenicidad de la aspirina parecen ser bajos, lo que permite una prescripción frecuente teniendo en cuenta la favorable relación beneficio-riesgo. (10)

- **Calcio**

El uso de suplementos de calcio a dosis altas (≥ 1 g/día) puede reducir el riesgo de preeclampsia, en particular para las mujeres con dietas bajas de calcio. Sin embargo, la evidencia es de baja calidad. (11)

- **Antioxidantes.**

Existen evidencias de un estrés oxidativo en mujeres con preeclampsia (aumento plasmático de 8-epi-prostaglandina F2 α , peroxidasas y disminución en las concentraciones de antioxidantes como las vitaminas C y E), así como en resultados perinatales adversos asociados con la prematurez. Una primera revisión sistemática publicada en Cochrane encontró que los antioxidantes (vitamina C 1,000 mg + vitamina E 400 mg, comparados con la no suplementación) en una población predominantemente de alto riesgo (pocos estudios incluyeron a pacientes de bajo riesgo) reducían significativamente el riesgo de preeclampsia y de recién nacidos pequeños para la edad, pero con un aumento de nacimientos pretérmino. (10)

Con base en la evidencia de baja calidad que aportan las revisiones sistemáticas, ninguna de las GPC recomienda esta intervención y el consenso actual es que su efecto (benéfico o no) debe ser considerado como incierto o desconocido, mientras otras investigaciones de mejor calidad se encuentren disponibles. (12)

La hipomagnesemia es una condición médica caracterizada por niveles bajos de magnesio en el torrente sanguíneo. El magnesio es un ion esencial que desempeña un papel fundamental en una amplia gama de funciones biológicas. Como lo describe el Dr. Razzaq (13), "el magnesio es un cofactor necesario para más de 300 reacciones enzimáticas en el cuerpo humano y desempeña un papel clave en la función muscular, la regulación de la presión arterial y la estabilidad de la membrana celular" (13). La regulación de la presión arterial es especialmente relevante en el contexto de la preeclampsia, donde la hipertensión arterial es un sello distintivo de la enfermedad.

La hipomagnesemia puede ser causada por una variedad de factores, incluyendo una ingesta dietética inadecuada, la absorción deficiente en el intestino, y el aumento de las pérdidas de magnesio en el cuerpo. Entre las causas más comunes se encuentran trastornos gastrointestinales que interfieren con la absorción de magnesio, como la enfermedad de Crohn o la cirugía gastrointestinal (14).

Cuando se trata de embarazos, la demanda de magnesio en el cuerpo de la madre aumenta significativamente debido a las necesidades del feto en crecimiento. Sin embargo, la hipomagnesemia durante el embarazo es una preocupación importante. Un estudio de revisión realizado por el Dr. Zhang et al. (2016) señala que "la hipomagnesemia en el embarazo se ha asociado con un mayor riesgo de complicaciones obstétricas, como preeclampsia, parto prematuro y bajo peso al nacer" (15). Esta relación entre la hipomagnesemia y la preeclampsia es un área de investigación en constante desarrollo y ha suscitado interés en la comunidad médica y científica.

Durante el embarazo las concentraciones séricas de magnesio disminuyen entre 6 y 9%. Las variaciones de este mineral durante la gestación y la posibilidad de ingerirlo de manera complementaria, con fines terapéuticos, requieren estudiarse (16) El magnesio es un catión divalente almacenado principalmente en los huesos, siendo mínima la cantidad a nivel extracelular. Cumple un rol importante en procesos fisiológicos encargados del almacenamiento, transferencia y uso de energía; tiene relevancia en el metabolismo del

calcio y potasio. El nivel sérico normal del magnesio oscila entre 1,7 y 2,2 mg/dl; se define hipomagnesemia e hipermagnesemia como la concentración sérica de magnesio menor o mayor, respectivamente (17)

Entre los mecanismos implicados en la patogénesis de la preeclampsia están las alteraciones en el metabolismo celular de los cationes, que se reconoce su participación en los fenómenos de excitabilidad de las membranas celulares. Las alteraciones en el metabolismo de los electrolitos séricos se han relacionado como participes en los trastornos hipertensivos y como causa de los trastornos convulsivos. Ambas alteraciones forman parte del cuadro clínico de la preeclampsia-eclampsia. En mujeres con hipertensión y diabetes se ha observado disminución de las concentraciones de magnesio. (16)

Los trastornos hipertensivos del embarazo son una complicación obstétrica frecuente y de notable morbilidad y mortalidad materna y perinatal, con una prevalencia mantenida, a pesar de los grandes esfuerzos para su control, con la búsqueda de medidas preventivas. (16)

Si bien en la actualidad los progresos en relación con los predictores de riesgo de preeclampsia señalan la trascendencia de los marcadores bioquímicos, como el factor de crecimiento placentario (PIGF), el factor vascular endotelial (VEGF) y la relación sFlt1/PIGF también es importante determinar las concentraciones séricas de magnesio en nuestra población, por su gran variabilidad clínica y por la posibilidad de que disminuyan y desencadenan las consecuencias señaladas.

Relación entre la hipomagnesemia y la preeclampsia

La relación entre la hipomagnesemia y la preeclampsia ha sido objeto de un creciente interés en la comunidad médica y científica debido a la potencial implicación del magnesio en la fisiopatología de la preeclampsia. En primer lugar, es importante destacar que "el magnesio es esencial para la función normal de los músculos y nervios, así como para la regulación de la presión arterial" (13). Esta función del magnesio en la regulación de la presión arterial es particularmente relevante en el contexto de la preeclampsia, que se caracteriza por la hipertensión arterial como uno de sus principales síntomas. (13)

Investigaciones recientes han arrojado luz sobre la relación entre la hipomagnesemia y la preeclampsia. Un estudio realizado por el Dr. Altamimi observó que "los niveles bajos de magnesio se correlacionaron significativamente con la preeclampsia en un grupo de

mujeres embarazadas". Esto sugiere que la hipomagnesemia podría ser un factor a considerar en la evaluación de riesgo para el desarrollo de la preeclampsia. (19)

Además, la investigación ha comenzado a explorar los posibles mecanismos biológicos que vinculan la hipomagnesemia con la preeclampsia. El magnesio desempeña un papel en la regulación del tono vascular y la función endotelial, lo que podría influir en la predisposición a la hipertensión arterial, un componente central de la preeclampsia (19).

Sin embargo, es importante señalar que la relación entre la hipomagnesemia y la preeclampsia aún está en proceso de comprensión y requiere investigaciones adicionales para confirmar y comprender mejor esta conexión. Como señaló la Dra. Zhang, "aunque algunos estudios sugieren una asociación entre la hipomagnesemia y la preeclampsia, se necesitan más investigaciones para comprender completamente la naturaleza de esta relación" (15).

ANTECEDENTES ESPECÍFICOS

Se realizó un ensayo de casos y controles por Loustaunau Soto, Ramos Martínez cual se llevó a cabo en el hospital de la mujer de Sinaloa, en el cual se llevó a cabo durante un año con inicio en Enero del 2015 y con termino en mismo mes de año subsecuente. Este estudio se incluyó un numero de 200 pacientes con diagnóstico de preeclampsia con criterios de severidad, los cuales fueron diagnosticadas mediante criterios especificados por guía de practica clínica Mexicana; tales como cifras tensionales, función renal, recuento plaquetario alteración hepático y/o datos sugestivos de encefalopatía hipertensiva, se recabo información sobre niveles séricos de magnesio, cifras tensionales, edad materna, semanas de gestación. En este estudio se realizó una evaluación de 100 pacientes sin alteración hipertensiva, así como 100 con preeclampsia con criterios de severidad, en el cual se aplicó un análisis inferencial se compararon medianas del magnesio sérico entre ambos grupos de pacientes. Aplicando la prueba estadística de Kruskal-Wallis, y para la distribución normal se utilizó la prueba de la t de Student para la comparación de medias. Se consideraron resultados estadísticamente significativos los de p menor o igual a 0.05. La razón de momios (RM) se obtuvo mediante la aplicación de regresión logística univariada y sus respectivos intervalos de confianza y valor de p , mediante el programa estadístico StataSE. Entre los hallazgos relevantes se encontró edad gestacional media del grupo afectado por preeclampsia osilo entre las 37 semanas de gestación, así como 39 semanas

para el grupo sin afección tensional, la diferencia fue de 2 y resultó altamente significativa ($p < 0.0001$). además, se presentó una media de 78,5 kg de peso materno para paciente con alteración de cifras tensionales, así como una media de 73.1 kg en pacientes sanas; la diferencia fue de 5.4 kg, $p < 0.0001$. La presión arterial media de las embarazadas hipertensas fue de 112.02 mmHg, y para las no hipertensas 85.45 mmHg ($p < 0.0001$). El peso medio de los recién nacidos de las mujeres hipertensas fue de 2,698.3 g, y el de las no hipertensas de 3,247 g ($p < 0.0001$). y la presencia de magnesio sérico entre pacientes con preeclampsia se obtuvieron valores de 1.69 ± 0.42 mg/dL, y en pacientes sanas con valores de 1.76 ± 0.16 mg/dL ($p = 0.005$). como interpretación se obtuvo presente en un 59% la presencia de hipomagnesemia en pacientes con preeclampsia con criterios severidad, así como un 45.5% en mujeres sin alteración. La razón de momios obtenida fue de 1.72; IC 95%: 1.0- 3.02 ($p = 0.05$) 1.72 veces más riesgo de preeclampsia severa.

Un estudio de casos y controles, Duly Torres-Cepeda, Eduardo Reyna-Villasmil, el cual se ejecutó en la unidad hospitalaria central "Dr. Urquinaona", Maracaibo, Venezuela. Con inicio en mes enero del año 2014 y se concluyó en junio 2022, en el cual se incluyeron dos grupos de estudio con un total de 515 pacientes, en el cual se dividió en grupo casos con 257 pacientes y 258 grupo control en el cual no se presentó elevación en cifras tensionales. En dicho estudio se realizó la medición de calcio y magnesio sérico, así como valoración de índice de masa corporal, edad gestacional y edad materna. Fueron recolectadas muestras de 10 mL de sangre venosa de la vena antecubital, las cuales se dejaron coagular a temperatura ambiente y fueron centrifugadas a 3 000 RPM durante 10 minutos. Las alícuotas fueron almacenadas a -20 °C, hasta el momento del análisis. Las concentraciones séricas de calcio y magnesio fueron medidas utilizando el método colorimétrico con espectrofotómetro Hitachi® modelo 912. Los coeficientes de variación inter- e intraensayo fueron de 0,9 % y 1,5 % para el calcio y 1,2 % y 1,4 % para el magnesio.

Los datos cuantitativos se presentan como valor promedio \pm desviación estándar mientras que los datos cualitativos se presentan como porcentajes. La distribución normal de los datos fue verificada utilizando la prueba de Kolmogorov-Smirnov. Las comparaciones de las variables continuas distribuidas normalmente entre los grupos fue realizada utilizando la prueba t de Student para muestras no relacionadas, mientras que la prueba U de Mann-Whitney se utilizó para variables con distribución diferente a la normal. La prueba Chi-cuadrado fue utilizada para comparar las variables cualitativas. Dependiendo de la distribución de los datos, fue usada la prueba de Pearson o Spearman, para establecer la correlación entre la relación calcio/magnesio con los valores de presión arterial y

parámetros de laboratorio. La sensibilidad, especificidad, valores predictivos positivo y negativo se calcularon para el valor de corte óptimo. Se consideró $p < 0,05$ como estadísticamente significativo. En cuanto a variables en cuestión no se encontró diferencia significativa ante edad materna, edad gestacional e IMC ($p > 0,05$), sin embargo, con presencia de aumento en presión arterial sistólica, así como diastólica y con disminución en peso de recién nacido al momento de nacimiento. Con significancia ($< 0,05$). Por lo que durante el mismo estudio se concluyó niveles séricos mas bajos de calcio y magnesio, en pacientes del grupo de casos con significancia $p < 0,0001$. Se demostró que el valor de 3,44 tenía valor bajo la curva de 0,893 (intervalo de confianza del 95 %, 0,867-0,919) con sensibilidad de 66,3 % (IC 95 %, 60,3 %-71,8 %), especificidad 92,6 % (IC 95 %, 88,7 %-95,2 %).

En un estudio descriptivo de cohorte transversal realizado en la unidad Hospitalaria Nacional Orzobispo Loayza de Lima, en el servicio de obstetricia el cual se realizo en el año 2008, en el cual se presentaron 54 pacientes la cuales fueron divididas en tres grupos los cuales se conformaron en grupo a para las no gestantes, el grupo b para las pacientes sin alteracion en cifras tensionales y el ultimo grupo, denominado C, el cual se incluyo pacientes con preeclampsia, se aplico variables como fue; edad de la paciente, ausencia de comorbilidades, edad gestacional en semanas de gestacion, asi como diagnostico de preeclampsia en base a cifras tensionales por encima de 140/90 mmhg, proteinuria mayor a 300 mg/24 hrs. Posteriormente se realizo la toma de muestra de sangre venosa de dos mililitros, con jeringas precargadas con siete unidades de heparina de litio liofilizado (Marquest® Gaslyte®). Se midió magnesio iónico en las muestras de sangre, utilizando la máquina Stat Profile Ultra M de Nova Biomedical, en el laboratorio de la Unidad de Cuidados Intensivos del hospital. Los resultados fueron expresados en milimoles por litro (mmol/L) con valores normales de 0,45 a 0,6 mmol/L. Para el análisis de los resultados, las variables continuas se expresaron por su media aritmética, desviación estándar, así como sus valores máximo y mínimo; las variables categóricas se expresaron en porcentajes. Como pruebas estadísticas fue utilizada: prueba 't' de Student para muestras independientes. Comparación de medias de los tres grupos estudiados: prueba de Anova de una sola vía. Comparaciones de variables categóricas: prueba de chi-cuadrado.

La edad fue similar en los tres grupos, con una media de $24,4 \pm 3,6$ años (rango: 19 a 33). El peso tuvo una media de $58,0 \pm 9,5$ kg (rango: 40 a 90). El promedio de peso en el primer y tercer trimestre fue diferente entre las gestantes normales comparados con las preeclámpticas (primer trimestre: $53,7 \pm 6,7$ kg vs. $67,1 \pm 5,7$ kg, $p < 0,001$; tercer trimestre:

59,0 ± 7,0 kg vs. 75,1 ± 10,1 kg, $p < 0,001$). En cuanto a los niveles sericos de magnesio en los tres grupos: no gestante, $0,51 \pm 0,03$ mmol/L, vs. gestantes normales, $0,49 \pm 0,03$ mmol/L, ($p < 0,05$); no gestante, $0,51 \pm 0,03$ mmol/L, vs. preeclámpticas, $0,46 \pm 0,03$ mmol/L ($p < 0,05$). La hipomagnesemia fue 0% (0/19); 5,6% (1/19); y, 37,5% (6/ 16) en no gestantes, gestantes normales y preeclámpticas, respectivamente. La hipomagnesemia fue diferente entre las no gestantes y las gestantes con preeclampsia ($p < 0,05$) y entre las gestantes normales y las gestantes con preeclampsia ($p < 0,05$). Lo que concluye que los niveles bajos de magnesio serico son mayores en mujeres que cursan con preeclampsia con severidad.

JUSTIFICACIÓN

En el mundo, cada 3 minutos muere una mujer a causa de la preeclampsia, aproximadamente 50,000 mujeres mueren anualmente. Afecta a entre 3 y 10% de los embarazos, es la principal causa de muerte materna en el mundo. En México, la incidencia es de 47.3 por cada 1,000 nacimientos. (arti) En Latinoamérica y el Caribe la preeclampsia es la causante de 25.7 % de las muertes maternas y en los últimas dos décadas se ha producido un aumento de su incidencia en 25 %; así mismo se considera que mujeres que padecen trastornos hipertensivos durante el embarazo, cerca de 50 a 100 de ellas desarrollarán secuelas y 1 fallecera. (12)

La preeclampsia es un síndrome multisistémico y de etiología desconocida que forma parte de un espectro de condiciones conocidas como trastornos hipertensivos del embarazo, los cuales constituyen la primera causa de muerte materna en México y en la mayoría de los países latinoamericanos. Globalmente, la preeclampsia complica alrededor del 10% de todos los embarazos en los países en desarrollo, y una cifra ligeramente menor en los países desarrollados. (23)

Dado que las enfermedades hipertensivas en el embarazo, así como la presencia de preeclampsia con criterios de severidad trasciende más allá de complicaciones materna e incluso comprometiendo la vida maternofoetal. Se requiere además de un adecuado control prenatal, el evitar el descenso excesivo de magnesio serico, que de igual manera nos sobrelleva a una disminución en la tasa de morbilidad maternofoetal. En el Hospital General Zona Norte de Puebla se encuentra una alta tasa de embarazos a término con presencia de preeclampsia con criterios de severidad, por lo tanto, es preciso determinar niveles sericos de magnesio serico durante el embarazo, de este modo reducir la progresión

de estados hipertensivos, que conllevara a una reducción de insumos y consumo intrahospitalaria y significativamente de la morbilidad y mortalidad materna.

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

La preeclampsia severa la preeclampsia afecta de 2.16 a 3.4% de todas las embarazadas y aporta de 22 a 23% de las muertes maternas en México. En su atención están implicados los diferentes niveles de atención, con amplia variabilidad en las intervenciones clínicas. (23)

En el hospital general zona norte de Puebla, la incidencia de pacientes diagnosticadas con estados hipertensivos en el embarazo que progresan a preeclampsia con criterios de severidad en el servicio de ginecología y obstetricia ha ido en aumento, de las cuales no se cuenta con comorbilidades previas, ni causa específica, por lo que es preciso determinar hipomagnesemia durante la gesta en pacientes con estados hipertensivos y de esta forma captar pacientes con dicha condición y evitar el desarrollo de preeclampsia con criterios de severidad, mediante la aplicación de medidas preconcepcional. Este estudio tiene como propósito asociar y correlacionar niveles de hipomagnesemia con la progresión a preeclampsia con criterios de severidad del 01 de Enero de 2023 al 01 de Diciembre del 2023, en el hospital general zona norte de Puebla, que nos ayude a adquirir resultados beneficios ante el manejo, pronóstico de paciente.

Pregunta de investigación

¿La hipomagnesemia es un predictor de relevancia asociada al desarrollo de preeclampsia con criterios de severidad en embarazos a término en nuestra población?

OBJETIVOS

OBJETIVO GENERAL

Determinar si la hipomagnesemia está ligada a evolución de estados hipertensivos en el embarazo, tal como es preeclampsia con criterios de severidad, De la misma manera determinar el beneficio de uso de suplemento para normalizar valores séricos de magnesio en parámetros normales.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Determinar si la hipomagnesemia predispone al desarrollo de preeclampsia con criterios de severidad.
- Precisar si los niveles sericos normales de magnesio evitan evolucion de estados hipertensivos.
- Establecer si el uso de suplemento de magnesio beneficia a normalizar niveles sericos de magnesio.
- Estipular niveles sericos de magnesio mayor relacionados con severidad de preeclampsia

MATERIAL Y MÉTODOS

Diseño y tipo de estudio

- Retrospectivo
- Descriptivo
- Longitudinal
- Comparativo
- Observacional

DISEÑO

El diseño es un estudio de prueba bioquímica para validar la utilidad de la relación hipomagnesemia en pacientes con preeclampsia con criterios de severidad en el Hospital General Zona Norte de Puebla.

UNIVERSO DE TRABAJO

Todas las pacientes con diagnóstico de enfermedad hipertensiva a clasificar así como preeclampsia con criterios de severidad que ingresaron a al servicio de ginecología y obstetricia en "HGZNPBI".

UBICACIÓN, ESPACIO Y TIEMPO

Hospital General de Zona Norte con ubicación geográfica 19°04'45.3"N 98°11'06.2"W, y dirección en 88 Poniente y 9 Norte, Col. Unidad Habitacional San Pedro, Puebla de Zaragoza, Mexico. De forma retrospectiva en el periodo comprendido de 01 de Enero 2022-01 de Enero de 2023.

POBLACIÓN Y TAMAÑO DE MUESTRA

Pacientes con enfermedad hipertensiva a clasificar así como preeclampsia con criterios de severidad que acudieron al Hospital General de Zona Norte al servicio de Ginecología y Obstetricia, entre el 01 Enero 2023 al 01 Diciembre 2023. hasta el momento con pacientes en base de datos en numero de 113.

UNIDADES DE OBSERVACIÓN

Expediente clínico, hojas de signos vitales, resultados de laboratorio, notas de evolución, nota de egreso.

Criterios de inclusión:

- Embarazo único
- Edad gestacional entre las 37-40.6 semanas
- Edad cronológica entre los 16 y 34 años
- Enfermedad hipertensiva del embarazo, preeclampsia con criterios de severidad.
- Electrolitos séricos con magnesio requisitado en ingreso.

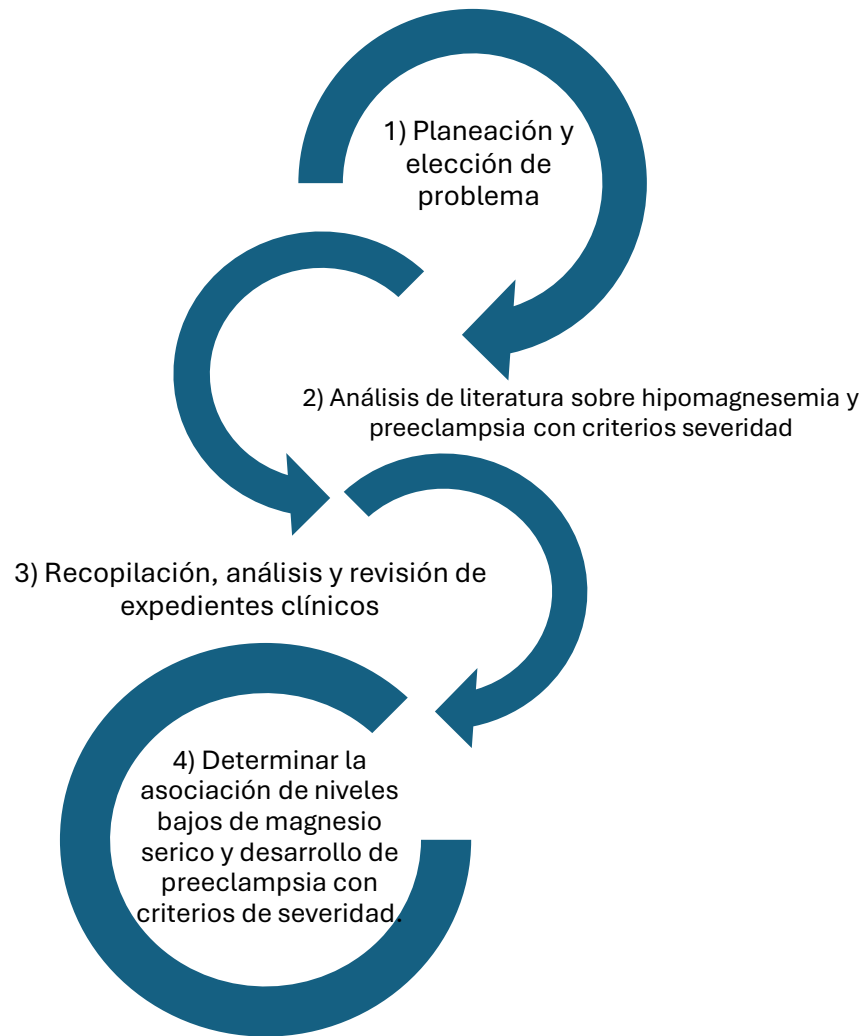
Criterios de exclusión:

- Uso de esquema neuroprotección a base de sulfato de magnesio durante internamiento,
- Presencia de comorbilidades (Hipertensión crónica, enfermedad renal, eclampsia)
- Pacientes con embarazo pretermino <37 sdg o termino tardío >41 semanas de gestación.
- Edades maternas de riesgo. (<15 años y >45 años de edad).

Criterios de eliminación:

- Información incompleta en el expediente clínico
- No toma de electrolitos séricos
- Uso de suplemento de magnesio previo.

Fases de la investigación



VARIABLES

Variable	Definición conceptual	Definición Operacional	Tipo de variable	Escala de medición	Unidad de medida
Edad	Tiempo de existencia de alguna persona desde su nacimiento hasta la actualidad	Años cumplidos al momento del ingreso	Cuantitativa	Numerica	Años
Edad gestacional	Tiempo transcurrido desde el comienzo del embarazo	La registrada en el expediente clínico	Cuantitativa	Continua	Semanas
Paridad	Número de partos después de las 20 semanas	Registro en el expediente clínico el número de partos	Cualitativa	Nominal dicotomica	Primipara Múltipara
Resolución del embarazo	Termino del embarazo	La registrada en el expediente clínico	Cualitativa	Nominal dicotomica	1. Parto 2. cesárea
Magnesio	Catión divalente almacenado principalmente en los huesos, siendo mínima la	Registrada por laboratorio de nuestra unidad	Cuantitativa continua Cualitativa ordinal numérica	1,7 y 2,2 mg/dl	Medidas de tendencia central y de dispersión

	cantidad a nivel extracelular.				
Preeclampsia	hipertensión y proteinuria significativa después de las 20 sdg	se clasificara en base a cifras tensionales tomadas con baumanómetro durante estancia intrahospitalaria	Cuantitativa continua Cualitativa ordinal numérica	Continua	mmHg. PAS y PAD

CRONOGRAMA ACTIVIDADES

Actividades	Agosto 2023	Septiembre 2023	Octubre 2023	Noviembre 2023	Diciembre 2023	Enero 2024	Febrero 2024	Marzo 2024	Abril 2024	Mayo 2024	Junio 2024	Julio 2024
Busqueda de referencia												
Plantamiento de problema												
Objetivos												
Justificación												
Hipotesis												
Definición de variables												
Marco de referencia												
Revisión de protocolo												
Registro y autorización												
Recolección de la información												
Captura de la información												
Redacción del escrito final												
Difusión de la información												

Estrategia de trabajo

Revisión de expedientes de pacientes atendidas en el Hospital General de Zona Norte de Puebla, que ingresaron al servicio de ginecología y obstétrica, y durante su estancia en las fechas 01 de Enero del 2023 al 01 de diciembre 2023, que cumplieran los criterios de inclusión.

La información recolectada se la transcribió a una hoja de datos elaborada en Excel.

Infraestructura física y humana

<i>Recursos humanos</i>	Recursos financieros	Recursos materiales
Los propios de los investigadores	Propios del autor	Materiales de oficina, papelería, equipo de computo
	Sin patrocinio	Expediente clínico
		Excel y Word

Aspectos bioéticos

Al ser este un estudio descriptivo, las pacientes no fueron sometidas a riesgo alguno, ya que se respetó su confidencialidad, por el medio de uso de el número de historias clínicas. El presente estudio sigue las normas que se encuentran dentro de la declaración de Helsinki y de las Buenas Prácticas Clínicas de Investigación.

Al ser un estudio observacional donde solo se tomó información de la historias clínicas no se requirió de un consentimiento informado solo la autorización del Hospital de estudio.

Resultados

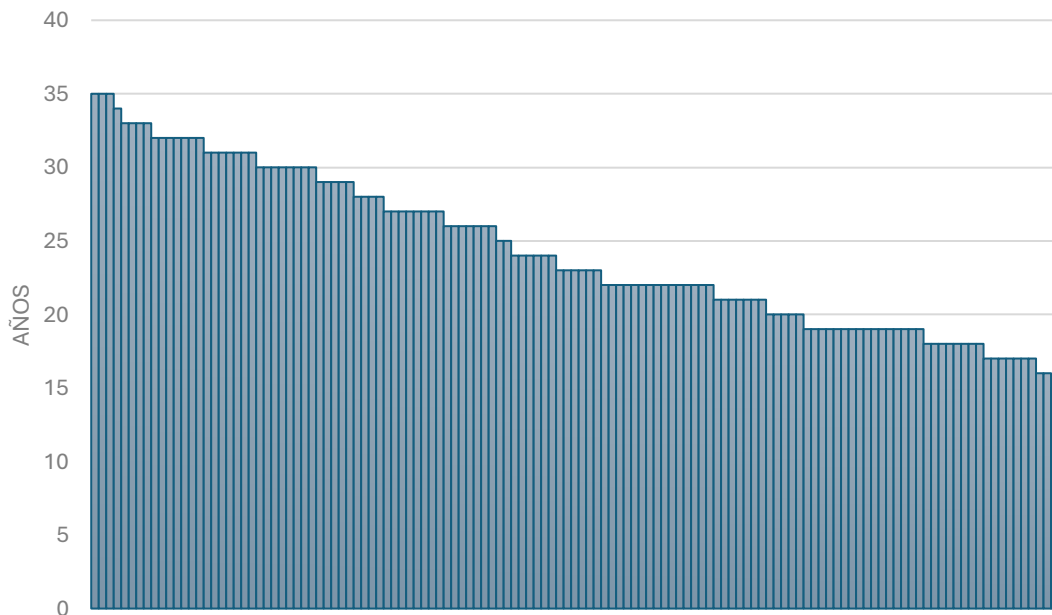
En el presente estudio se concluyó a una población de 129 mujeres que cumplieron con los criterios de selección de la muestra.

La edad materna en las pacientes estudiadas tuvo una media 24.26 ± 5.30 años con un valor mínimo de edad de 15 años y un máximo de edad de 35 años. (Cuadro 1 y Gráfica 1)

Cuadro 1: Resumen de estadísticos descriptivos de la edad materna en la población de estudio

	N	Mínimo	Máximo	Media	Desviación estándar
Edad materna	129	15	35	24.26	5.301

Gráfica 1: Histograma de la edad materna en la población de estudio

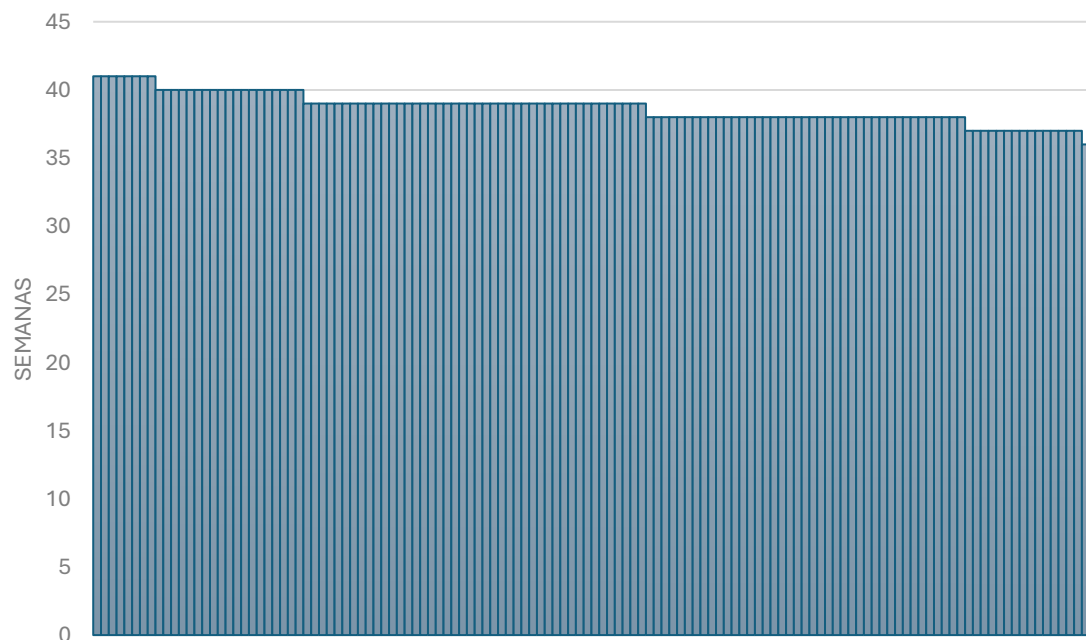


La edad gestacional en las pacientes estudiadas tuvo una media 38.64 ± 1.17 semanas con un valor mínimo de edad gestacional de 33 semanas y un máximo de edad gestacional de 41 semanas. (Cuadro 2 y Gráfica 2)

Cuadro 2: Resumen de estadísticos descriptivos de la edad gestacional en la población de estudio

Edad gestacional	129	33	41	38.64	1.172
------------------	-----	----	----	-------	-------

Gráfica 2: Histograma de la edad gestacional en la población de estudio

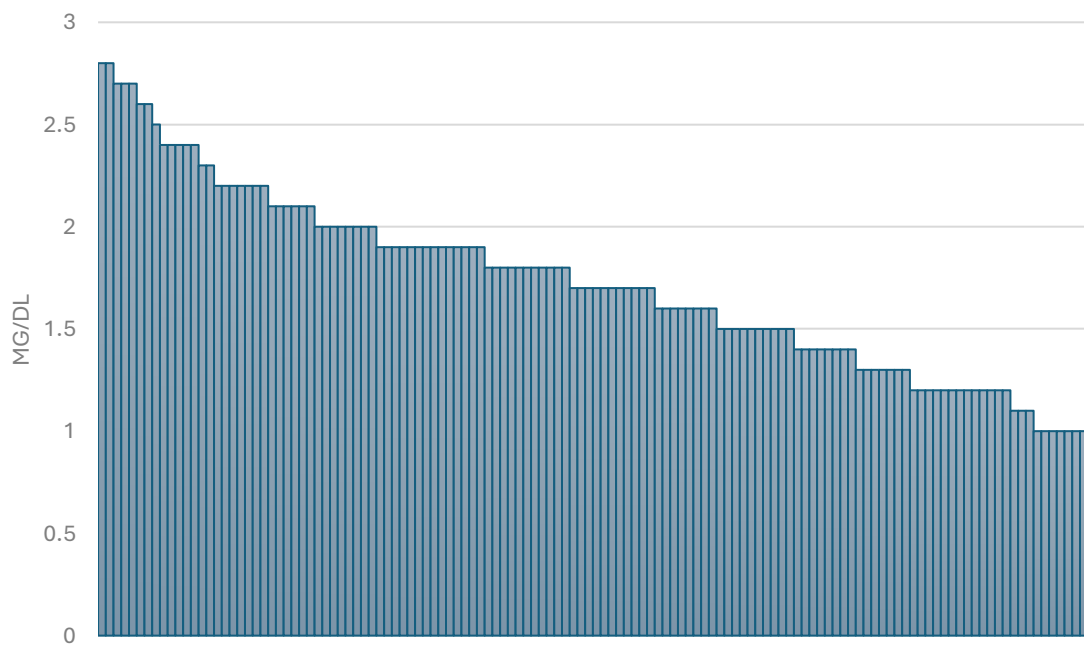


El nivel de magnesio en las pacientes estudiadas tuvo una media 1.79 ± 0.43 mg/dl con un valor mínimo de 1.0 mg/dl y un máximo de 2.8 mg/dl. (Cuadro 3 y Gráfica 3)

Cuadro 3: Resumen de estadísticos descriptivos del nivel de magnesio en la población de estudio

	N	Mínimo	Máximo	Media	Desviación estándar
Nivel de magnesio	129	1.0	2.8	1.797	0.4334

Gráfica 3: Histograma del nivel de magnesio en la población de estudio

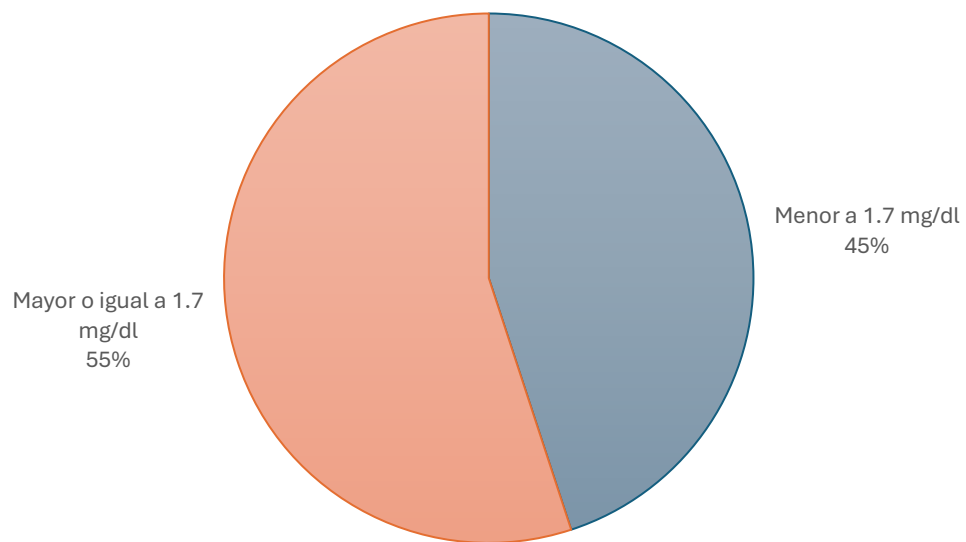


Los niveles de magnesio menores a 1.7 mg/dl se reportaron en el 45.0% de pacientes (n=58). (Cuadro 4 y Gráfica 4)

Cuadro 4: Distribución por nivel de magnesio menor a 1.7 mg/dl en la población fe estudio

	Frecuencia	Porcentaje
Menor a 1.7 mg/dl	58	45.0%
Mayor o igual a 1.7 mg/dl	71	55.0%
Total	129	100.0%

Gráfica 4: Distribución por nivel de magnesio menor a 1.7 mg/dl en la población fe estudio

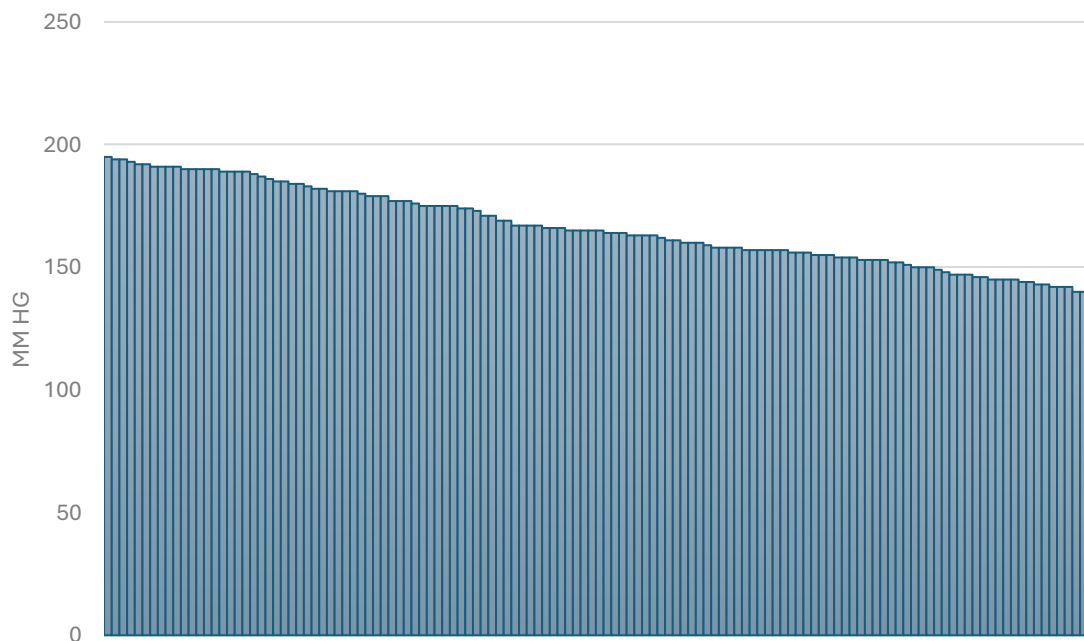


La presión sistólica al ingreso en las pacientes estudiadas tuvo una media 166.47 ± 15.90 mmHg con un valor mínimo de 140 mmHg y un máximo de 195 mmHg. (Cuadro 5 y Gráfica 5)

Cuadro 5: Resumen de estadísticos descriptivos de la presión sistólica al ingreso en la población de estudio

Presión sistólica al ingreso	129	140	195	166.47	15.907
------------------------------	-----	-----	-----	--------	--------

Gráfica 5: Histograma de la presión sistólica al ingreso en la población de estudio

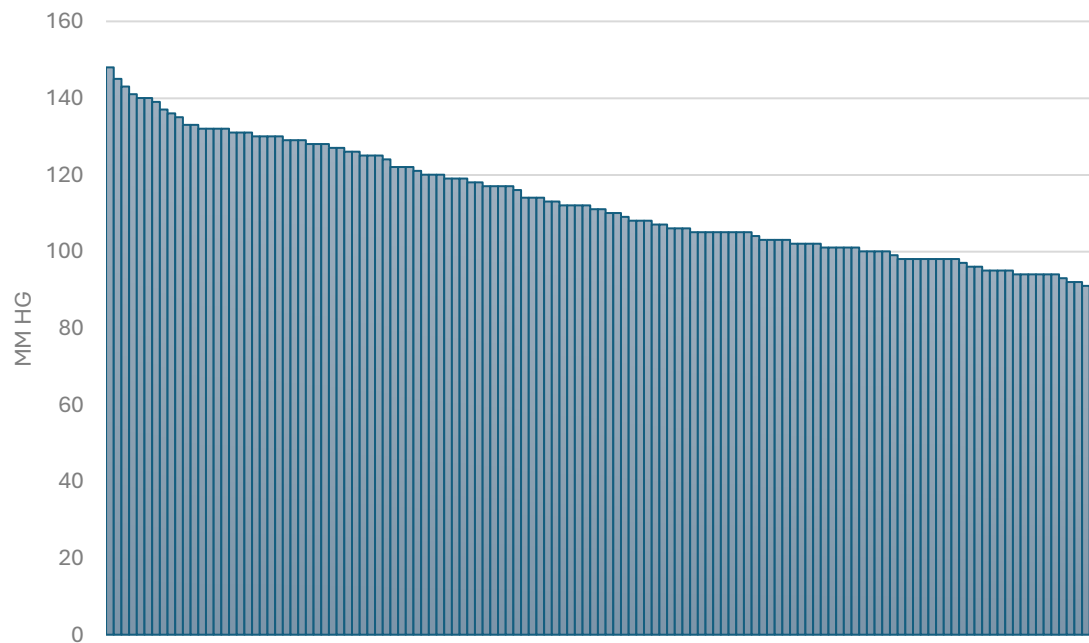


La presión diastólica al ingreso en las pacientes estudiadas tuvo una media 113.01 ± 14.57 mmHg con un valor mínimo de 91 mmHg y un máximo de 148 mmHg. (Cuadro 6 y Gráfica 6)

Cuadro 6: Resumen de estadísticos descriptivos de la presión diastólica al ingreso en la población de estudio

Presión diastólica al ingreso	129	91	148	113.01	14.577
-------------------------------	-----	----	-----	--------	--------

Gráfica 6: Histograma de la presión diastólica al ingreso en la población de estudio

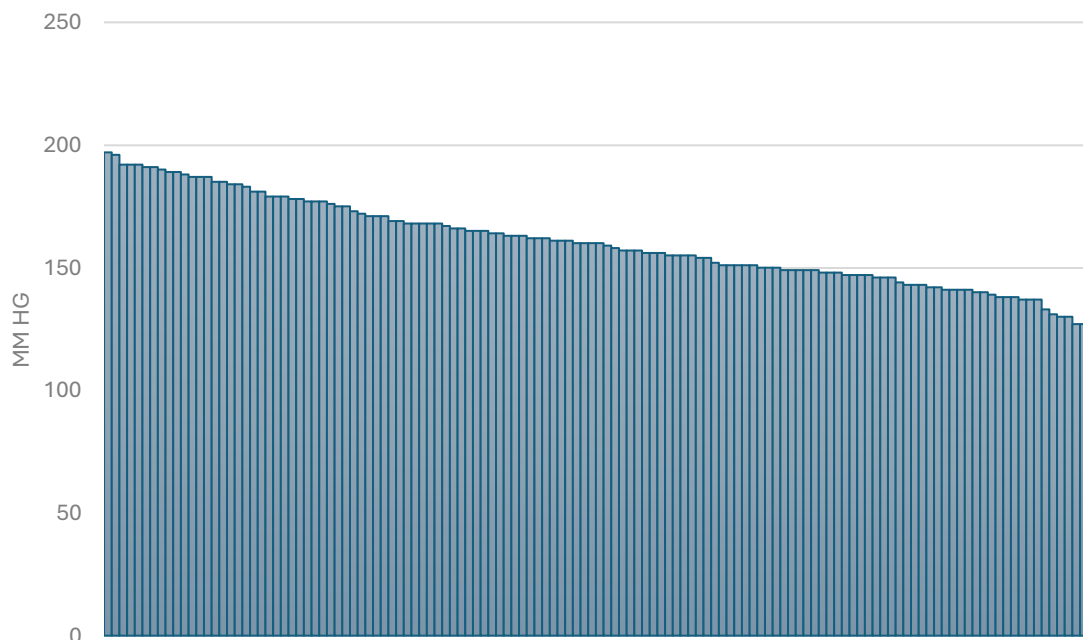


La presión sistólica posterior a la administración de sulfato de magnesio en las pacientes estudiadas tuvo una media 160.23 ± 17.72 mmHg con un valor mínimo de 114 mmHg y un máximo de 197 mmHg. (Cuadro 7 y Gráfica 7)

Cuadro 7: Resumen de estadísticos descriptivos de la presión sistólica posterior a la administración de sulfato de magnesio en la población de estudio

Presión sistólica posterior a sulfato de magnesio	129	114	197	160.23	17.729
---	-----	-----	-----	--------	--------

Gráfica 7: Histograma de la presión sistólica posterior a la administración de sulfato de magnesio en la población de estudio

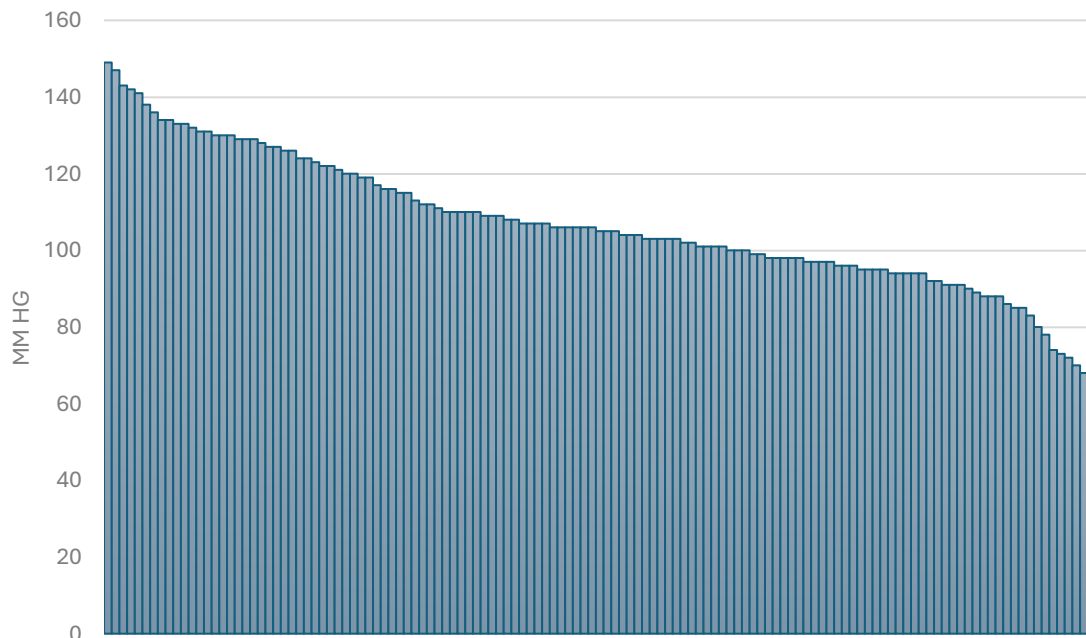


La presión diastólica posterior a la administración de sulfato de magnesio en las pacientes estudiadas tuvo una media 107.12 ± 17.37 mmHg con un valor mínimo de 68 mmHg y un máximo de 149 mmHg. (Cuadro 8 y Gráfica 8)

Cuadro 8: Resumen de estadísticos descriptivos de la presión diastólica posterior a la administración de sulfato de magnesio en la población de estudio

Presión diastólica posterior a sulfato de magnesio	129	68	149	107.12	17.370
--	-----	----	-----	--------	--------

Gráfica 8: Histograma de la presión diastólica posterior a la administración de sulfato de magnesio en la población de estudio

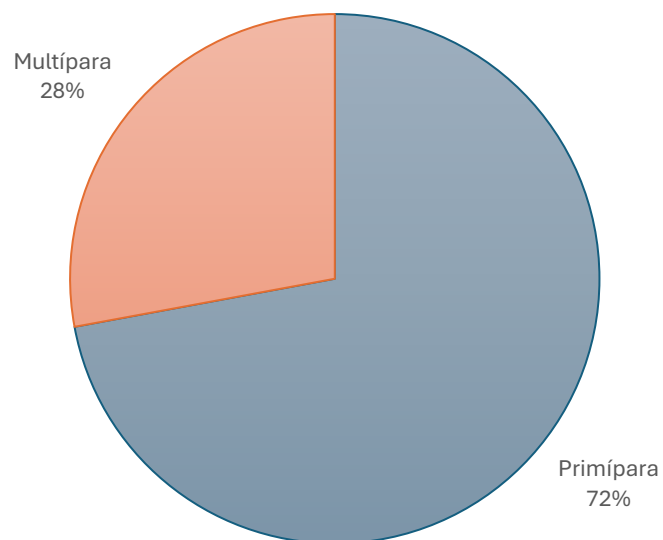


En el análisis de la paridad de las pacientes en estudio predominaron las primíparas representando el 72.1% (n=93) mientras que las mujeres multíparas representaron el 27.9% (n=36). (Cuadro 9 y Gráfica 9)

Cuadro 9: Distribución por paridad de las pacientes estudiadas

	Frecuencia	Porcentaje
Primípara	93	72.1
Múltipara	36	27.9
Total	129	100.0

Gráfica 9: Distribución por paridad de las pacientes estudiadas

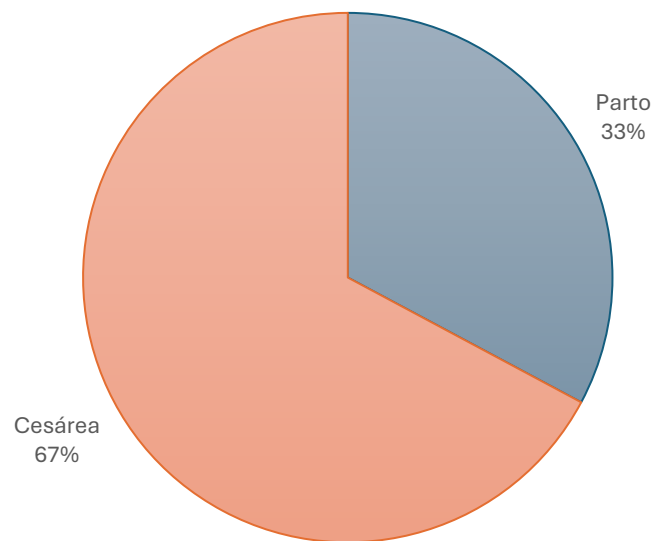


La vía de resolución más frecuente en las pacientes de estudio fue cesárea con el 66.7% (n=86) mientras que el parto se encontró en el 32.6% (n=42). (Cuadro 10 y Gráfica 10)

Cuadro 10: Distribución por vía de resolución del embarazo de las pacientes estudiadas

	Frecuencia	Porcentaje
Parto	42	32.6
Cesárea	86	66.7
Total	129	100.0

Gráfica 10: Distribución por vía de resolución del embarazo de las pacientes estudiadas

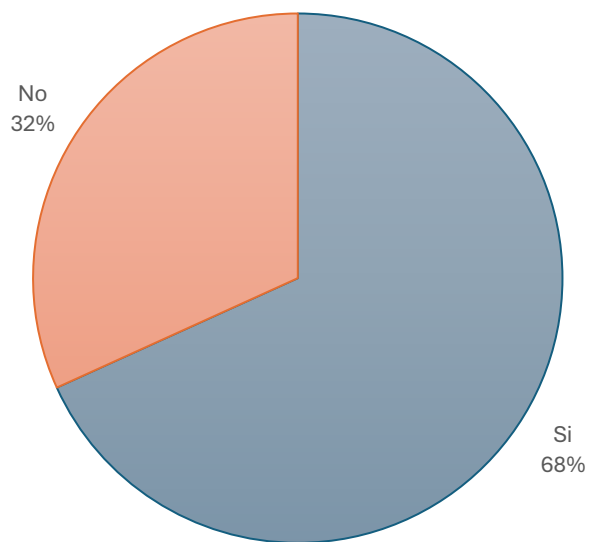


Las pacientes que presentaron criterios de severidad fueron el 68.2% (n=88). (Cuadro 11 y Gráfica 11)

Cuadro 11: Distribución por criterios de severidad de las pacientes estudiadas

	Frecuencia	Porcentaje
Si	88	68.2
No	41	31.8
Total	129	100.0

Gráfica 11: Distribución por criterios de severidad de las pacientes estudiadas

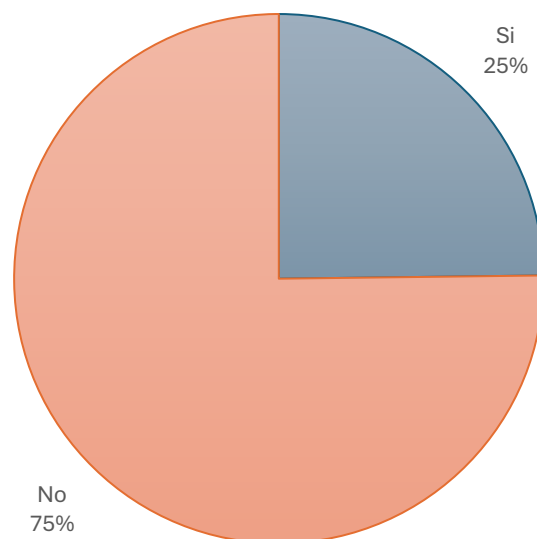


El uso de sulfato de magnesio se reportó en el 24.8% de pacientes (n=32). (Cuadro 12 y Gráfica 12)

Cuadro 12: Distribución por uso de sulfato de magnesio de las pacientes estudiadas

	Frecuencia	Porcentaje
Si	32	24.8
No	97	75.2
Total	129	100.0

Gráfica 12: Distribución por uso de sulfato de magnesio de las pacientes estudiadas



Las pacientes con niveles de magnesio menores a 1.7 mg/dl al ingreso tuvieron mayor frecuencia de criterios de severidad (89.5% vs 51.4%, $p < 0.0001$), tuvieron también mayor presión arterial sistólica al ingreso (170.11 ± 13.53 vs 163.58 ± 17.11 , $p = 0.020$), y mayor presión arterial diastólica al ingreso (115.84 ± 14.89 vs 110.76 ± 14.02 , $p = 0.049$). El resto de variables no mostró asociación significativa con los niveles de magnesio ($p > 0.05$). (Cuadro 13)

Cuadro 13: Análisis de asociación de variables con niveles de magnesio

		Niveles de magnesio menores a 1.7		Niveles de magnesio mayores a 1.7		Valor p
		Media	Desviación estándar	Media	Desviación estándar	
Edad materna		24.11	5.47	24.39	5.20	0.764†
Edad gestacional		38.67	1.30	38.61	1.07	0.790†
Vía de resolución del embarazo	Parto	14	24.6%	28	38.9%	0.085*
	Cesárea	43	75.4%	44	61.1%	
Uso de sulfato de magnesio	Si	16	28.1%	16	22.2%	0.445*
	No	41	71.9%	56	77.8%	
Criterios de severidad	Si	51	89.5%	37	51.4%	<0.0001*
	No	6	10.5%	35	48.6%	
Presión sistólica al ingreso		170.11	13.53	163.58	17.11	0.020†
Presión diastólica al ingreso		115.84	14.89	110.76	14.02	0.049†

* Prueba chi cuadrada

† Prueba t de Student de muestras independientes

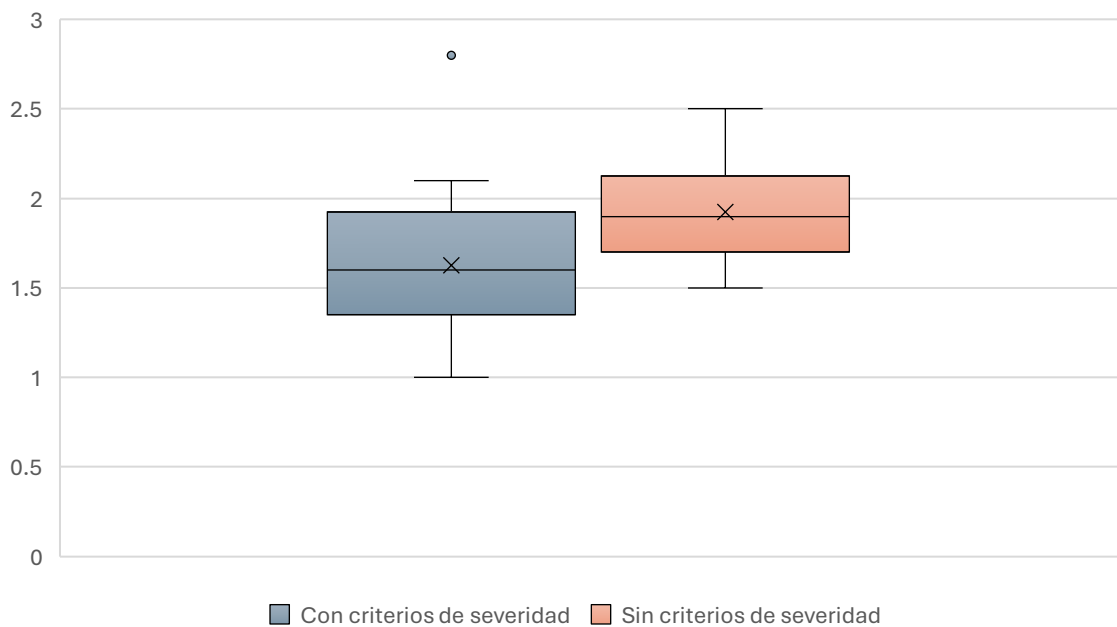
Las pacientes que tuvieron criterios de severidad tuvieron niveles de magnesio menores que aquellas mujeres que no presentaron criterios de severidad (1.64 ± 0.47 vs 1.90 ± 0.31 , $p=0.001$). (Cuadro 14 y Gráfica 13)

Cuadro 14: Comparativo de niveles de magnesio por criterios de severidad

	Criterios de severidad				Valor p
	Si	No			
	Media	Desviación estándar	Media	Desviación estándar	
Nivel de magnesio	1.64	0.47	1.90	0.31	0.001†

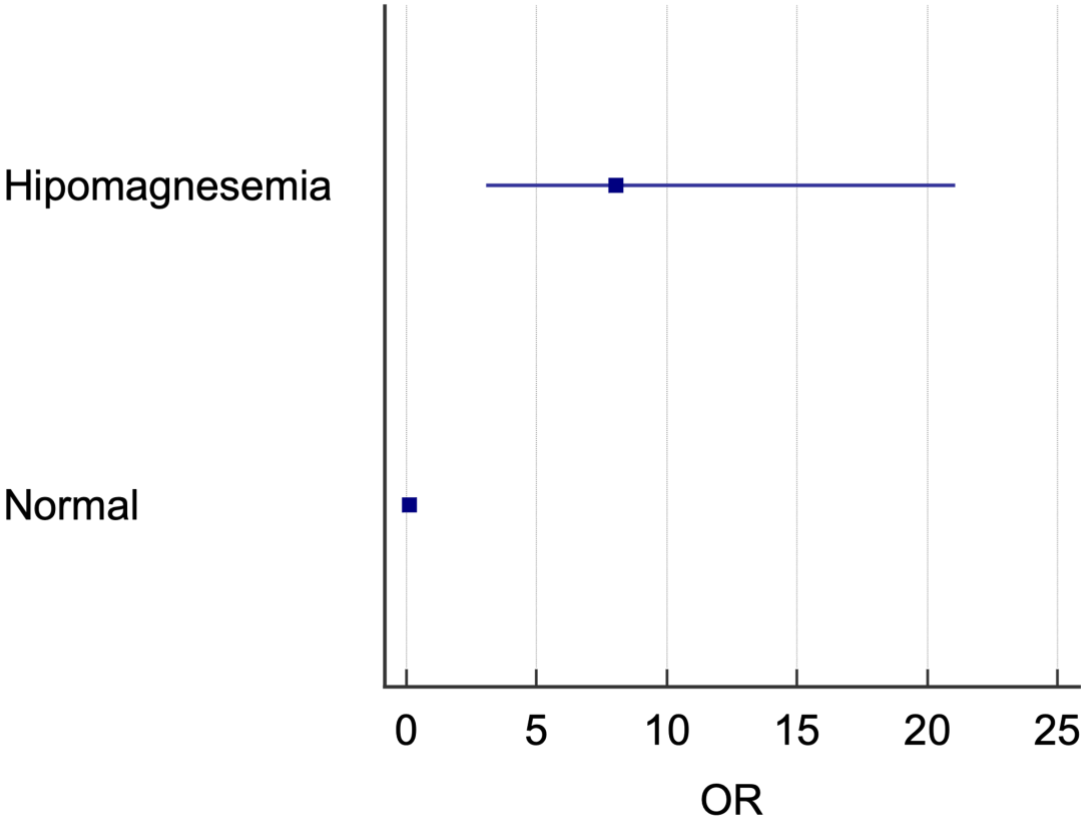
† Prueba t de Student de muestras independientes

Gráfica 13: Comparativo de niveles de magnesio por criterios de severidad



En el análisis de riesgo de criterios de severidad, las pacientes con hipomagnesemia (<1.7 mg/dl) tuvieron un riesgo significativo [odds ratio (OR) 8.041 (IC 95% 3.067-21.082)], mientras que las pacientes con niveles normales de magnesio no presentan riesgo de desarrollo de criterios de severidad (OR 0.124 (IC 95% 0.047-0.326)). (Gráfica 14)

Gráfica 14: Comparativo de niveles de magnesio por criterios de severidad



En el análisis comparativo de la presión arterial al ingreso comparada con la hallada posterior a la administración de sulfato de magnesio, se halló que para las pacientes que recibieron sulfato de magnesio tuvieron una disminución altamente significativa para ambas presiones ($p < 0.0001$ respectivamente). (Cuadro 15)

Cuadro 15: Análisis comparativo de presión arterial al ingreso vs posterior a la administración de sulfato de magnesio en las pacientes

		Media	Desviación estándar	Valor p
Par 1	Presión sistólica al ingreso	171.09	13.827	<0.0001†
	Presión sistólica posterior a sulfato de magnesio	146.47	14.587	
Par 2	Presión diastólica al ingreso	116.75	13.880	<0.0001†
	Presión diastólica posterior a sulfato de magnesio	91.91	14.275	

† Prueba t de Student de muestras relacionadas

DISCUSIÓN

En el análisis de resultados del estudio, se encontró que las pacientes que tuvieron criterios de severidad tuvieron niveles de magnesio menores que aquellas mujeres que no presentaron criterios de severidad (1.64 ± 0.47 vs 1.90 ± 0.31 , $p = 0.001$). Esta diferencia es compartida por diversos estudios, Saputri et al. llevó a cabo un estudio observacional con un diseño transversal comparativo. Se estudiaron mujeres embarazadas de tres trimestres que se dividieron en tres grupos: 30 madres con embarazos normales, 30 madres con preeclampsia grave y 12 mujeres con preeclampsia grave con complicaciones. Se halló que los niveles séricos medios de magnesio en el grupo de preeclampsia grave más bajo (0.61 mmol/L) en comparación con el grupo de preeclampsia grave con complicaciones (0.72

mmol/L) y embarazo normal (0.92 mmol/L). Los tres grupos difirieron significativamente ($p < 0.05$). (24)

También en similitud a este estudio, Taavana et al. por medio de un estudio donde se inscribieron 500 mujeres embarazadas con una edad gestacional de 18 a 22 semanas. Inicialmente, se obtuvieron muestras de sangre de todas las pacientes. Se detectaron 26 casos con diagnóstico de preeclampsia en la siguiente derivación. Para cada caso, dos mujeres embarazadas normales, con la misma edad gestacional, se consideraron como el grupo de control. Las segundas muestras de sangre se obtuvieron de todos los casos y controles. El nivel inicial de magnesio en mujeres con preeclampsia no sólo fue significativamente menor que el grupo control (1.81 ± 0.25 mg/dl vs. 2.3 ± 0.44 mg/dl, $p < 0.001$), sino que también el nivel secundario fue bajo, cuando se confirmó el diagnóstico (1.72 ± 0.38 mg/dl vs. 2.2 ± 0.63 mg/dl, $p < 0.05$). (25)

En discordancia a este estudio, Darkwa et al. llevó a cabo un estudio transversal comparativo que incluyó 30 mujeres embarazadas normales y 30 mujeres preeclámplicas con >30 semanas de gestación y de 18 a 35 años de edad. Hallando que los niveles séricos medios de magnesio en mujeres preeclámplicas fueron 0.70 ± 0.15 mmol/L, respectivamente. Los niveles séricos medios de magnesio en mujeres embarazadas normales fueron 0.76 ± 0.14 mmol/L, respectivamente. Hubo una diferencia estadísticamente no significativa en el magnesio sérico en mujeres preeclámplicas en comparación con mujeres embarazadas normales, con valores p de 0.092. (26)

Es posible que las diferencias en los resultados se puedan atribuir no sólo a diferencias en el método de determinación de iones séricos, sino también a diferencias en los hábitos alimentarios, el acervo genético y los factores de estilo de vida socioeconómico de las poblaciones estudiadas.

En vista que existen diferencias significativas en los niveles de magnesio entre mujeres con criterios de severidad y sin criterios; se hace el análisis de riesgo, en el cual se halló que las mujeres con hipomagnesemia tuvieron mayor riesgo de presentar criterios de severidad [OR 8.041 (IC 95% 3.067-21.082)], mientras que las pacientes con niveles normales de magnesio no presentan riesgo de desarrollo de criterios de severidad (OR 0.124 (IC 95% 0.047-0.326)). Este resultado es plenamente concordante con el estudio de Loustaunau et al. quien llevó a cabo un estudio de casos y controles que incluyó a 200 pacientes. Se halló una razón de momios de 1.72; IC 95%: 1.0- 3.02 ($p = 0.05$), lo que indica que existe 1.72

veces más riesgo de preeclampsia severa en pacientes con hipomagnesemia. (27) Sin embargo, de manera contradictoria a este estudio, Checya et al. por medio de un estudio de casos y controles que incluyó 136 casos (preeclampsia grave) y 272 controles. Se halló que la hipomagnesemia no se mostró como riesgo de preeclampsia con criterios de severidad [Razón de momios 0.993 (IC 95% 0.978 - 1.007)]. (28)

Estas diferencias pueden explicarse nuevamente por diferencias en los hábitos alimenticios y factores asociados a las pacientes, ya que la hipomagnesemia en la mayoría de las mujeres embarazadas se asocia con hemodilución, depuración renal y consumo de minerales por parte del feto en crecimiento. Hay una disminución de los niveles de Mg ionizado y total con el aumento de la edad gestacional durante el embarazo normal, y hay evidencia de alteración del Mg en mujeres que luego desarrollaron preeclampsia. La hipertensión inducida por el embarazo se caracteriza por vasoespasmo, presión arterial elevada y aumento de la irritabilidad neuromuscular, y estas características son comunes a los síndromes de deficiencia de Mg. (29) Estos cambios fisiológicos en presencia de una baja reserva de magnesio materna conducen a un mayor riesgo de preeclampsia con criterios de severidad.

En otro hallazgo de este estudio, la administración de sulfato de magnesio produjo disminuciones altamente significativas en los valores de presión arterial ($p < 0.0001$). Estas disminuciones en la presión arterial son explicadas por el mecanismo de acción del sulfato de magnesio; el $MgSO_4$ puede reducir la inflamación materna y mitigar el riesgo de lesión orgánica sistémica al influir en los mediadores inflamatorios a través de las vías del receptor tipo Toll 4 y del factor nuclear kappa-B. El $MgSO_4$ puede reducir el vasoespasmo inducido por sustancias vasoconstrictoras en varios lechos vasculares, incluidos los vasos placentarios, donde puede modular la actividad del canal de calcio. Además, el $MgSO_4$ puede aliviar la hipomagnesemia materna, que se ha asociado con problemas de salud crónicos como enfermedad cardiovascular, hipertensión, inflamación y preeclampsia. (30)

Sin embargo, este hallazgo que demuestra la efectividad del sulfato de magnesio debe interpretarse con cautela, ya que se ha descrito por da Costa et al. quien informó datos farmacocinéticos con el régimen de Zuspan (dosis de carga de 4 g y velocidad de infusión de 1 g/h). Después de 2 h de infusión, el magnesio alcanza concentraciones estables, lo que condiciona valores séricos en el rango de 1–2 mmol/L (2.43–4.9 mg/dL), y después de 18 h, los niveles séricos muestran una ligera disminución. Sin embargo, debe tenerse en

cuenta que durante el embarazo se produce una importante ganancia de peso debido al aumento del volumen de líquido y, en consecuencia, del volumen de distribución. Esta situación provoca una hemodilución del ion magnesio en relación con el aumento de peso, provocando que las mujeres que pesan más presenten un nivel subterapéutico de magnesio sérico tras recibir la dosis estándar de $MgSO_4$. Las diferencias en el volumen extravascular debidas al edema asociado a la preeclampsia también pueden contribuir a la variabilidad del volumen de distribución. (31)

CONCLUSIÓN

La asociación entre el diagnóstico de hipomagnesemia y preeclampsia con criterios de severidad fue aceptable. En este estudio comparativo de la progresión a preeclampsia con criterios de severidad, influenciada por hipomagnesemia, se encontró una estrecha asociación sobre los mismos, por lo que nos ofrece información relevante para integración de diagnóstico y de igual manera evitar el aumento de morbimortalidad materno-fetal.

No obstante los valores de electrolitos séricos de nuestro estudio fueron estandarizados por laboratorio químico de nuestra unidad (HGZN), además de el control y cifras tensionales por parte médico y enfermería del servicio de ginecología y obstetricia, así mismo su clasificación del estado hipertensión otorgada por médicos adscritos del servicio de ginecología y obstetricia en la cual se realizó además la asociación a la disminución del ion magnesio a nivel sérico.

Por lo que contabilizando los niveles séricos de dicho electrolito se buscó demostrar en nuestra población sobre el riesgo latente de progresar de un estado hipertensivo a preeclampsia con criterios de severidad cuando se cuenta con valores por debajo de 1.7 mg/dL de este catión. Se presentó preeclampsia con criterios de severidad de las cuales más del 85% de las pacientes requirieron tratamiento antihipertensivo, el 43% de estas requirió tratamiento a base de doble esquema antihipertensivo.

Demostrando de esta manera que las complicaciones durante la gesta, tales como: elevación de las cifras tensionales, además de la presencia de comorbilidades y patologías asociadas. El aumento de casos y su relevancia actual ha dado hincapié a nuevas alternativas y uso de fármacos auxiliares en estado preconcepcional y prenatal nuestro servicio de salud.

En base a los hallazgos del estudio, se concluye que la hipomagnesemia es un predictor de preeclampsia con criterios de severidad en enfermedades hipertensivas en embarazo a término.

Por lo que se sugiere el uso de los niveles séricos de magnesio al ingreso hospitalario para poder discriminar a las pacientes en alto riesgo de desarrollar criterios de severidad y poder establecer medidas profilácticas en ellas.

Referencias Bibliograficas :

1. J. Rosinger², L. Soldatti², A. M. Pérez. Manejo en preeclampsia severa. Revisión de la literatura. sociedad ginecologica de uruguay. 2018;87–98.
2. Santa Cruz-Pavlovich F., Salmeron-Salcedo C., Ponce-Rivera M., Luna-Flores A., (2023). Preeclampsia: Revisión. Artículo de revisión. Revista Homeostasis. 5(1)
3. Carrión-Nessi FS, Escuela de Ciencias de la Salud «Dr. Francisco Battistini Casalta», Universidad de Oriente - Núcleo Bolívar, Omaña-Ávila ÓD, Romero Arocha SR, Mendoza DL, Lahoud AC, et al. Síndromes hipertensivos del embarazo: pautas actualizadas para la conducta clínica. Rev Obstet Ginecol Venez [Internet]. 2022;82(02):242–63. Disponible en: <https://www.sogvzla.org/wp-content/uploads/2022/04/13-R-82-2-Sindromes-hipertensivos-del-embarazo-pautas-actualizadas-para-la-conducta-clinica.pdf>
4. Expertos: A-S, Malamud N-. S, Fierro J-. R, Papa J-. C, Mendoza SI-. Consenso de Obstetricia FASGO “Estados hipertensivos y embarazo” [Internet]. Org.ar. [citado el 29 de mayo de 2024]. Disponible en: http://www.fasgo.org.ar/archivos/consensos/Consenso Fasgo 2017 Hipertension y embarazo.pdf?fbclid=IwAR0IIIEOV4YpbzIZYzPnR2vi1myXSp0XaeZVJMhBvP9Z_WzJRzwlkxWs2TQ
5. Salas Ramírez B, Montero Brenes F, Alfaro Murillo G. Trastornos hipertensivos del embarazo: comparación entre la guía de la Caja Costarricense del Seguro Social del 2009 y las recomendaciones de la Asociación de Ginecología Obstetricia del 2019. Rev Medica Sinerg [Internet]. 2020;5(7):e532. Disponible en: <https://www.medigraphic.com/pdfs/sinergia/rms-2020/rms207e.pdf>
6. Dra. Kimberly Herrera Sánchez . PREECLAMPSIA. Revista Médica Sinergia Vol.3 Num:3 Marzo 2018 pp: 8 – 12. Medigraphic.com. [citado el 29 de mayo de 2024]. Disponible en: <https://www.medigraphic.com/pdfs/sinergia/rms-2018/rms183b.pdf>
7. American College of Obstetricians and Gynecologists (ACOG). (2019). Hypertension in Pregnancy: Report of the American College of Obstetricians and Gynecologists' Task Force on Hypertension in Pregnancy. Obstetrics & Gynecology, 133(1), e1-e25.
8. World Health Organization. (2019). WHO Recommendations for Prevention and Treatment of Pre-eclampsia and Eclampsia. Geneva: World Health Organization.
9. Lucio DME, Ávila MVT. Preeclampsia con signos de severidad, actualización de la teoría y manejo emergente. Polo del Conocimiento [Internet]. 2022

- [citado el 29 de mayo de 2024];7(6):327–46. Disponible en: <https://polodelconocimiento.com/ojs/index.php/es/article/view/4076/html>
10. Colegio Mexicano de E en G y. O, A C. DIAGNÓSTICO Y MANEJO DE LA PREECLAMPSIA-ECLAMPSIA [Internet]. Org.mx. [citado el 29 de mayo de 2024]. Disponible en: https://www.comego.org.mx/GPC_TextoCompleto/19-Diagnostico%20y%20manejo%20de%20la%20preeclampsia%20eclampsia.pdf
 11. Manejo de los trastornos hipertensivos del embarazo [Internet]. Nefrologiaaldia.org. [citado el 29 de mayo de 2024]. Disponible en: <https://www.nefrologiaaldia.org/es-articulo-manejo-trastornos-hipertensivos-del-embarazo-629>
 12. **Prevención, diagnóstico y tratamiento de la Preeclampsia en segundo y tercer nivel de atención**, Instituto Mexicano del Seguro Social; Ciudad de México, 16/03/2017.
 13. Razzaq, M. A., Sultan, F. A., Ali, M. A., & Gillani, M. (2020). Magnesium in Obstetrics: A Review of Current Understanding. *Cureus*, 12(11), e11432
 14. Dong, J. Y., Xun, P., He, K., & Qin, L. Q. (2017). Magnesium intake and risk of type 2 diabetes: meta-analysis of prospective cohort studies. *Diabetes Care*, 34(9), 2116-2122.
 15. Zhang, X., Del Gobbo, L. C., Hruby, A., Rosanoff, A., He, K., Dai, Q., ... & Song, Y. (2016). The circulating concentration and 24-h urine excretion of magnesium dose- and time-dependently respond to oral magnesium supplementation in a meta-analysis of randomized controlled trials. *The Journal of Nutrition*, 146(3), 595-602.
 16. Barrios Juárez LE, Ortega Bazalar RJ, Vega Quiñones JC, Cieza Zevallos JA. Serum magnesium level and its relationship with internal medium in incident patients attending an emerging service of a public hospital. *Rev Medica Hered* [Internet]. 2019 [citado el 29 de mayo de 2024];30(3):163–9. Disponible en: http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1018-130X2019000300005
 17. Loustaunau-Soto LR, Ramos-Martínez MA, Favela- Heredia CE, Garzón-López O, Coronel-Zamudio A, Murillo-Llanes J. Hipomagnesemia en el embarazo: ¿factor de riesgo de preeclampsia severa? *Ginecol Obstet Mex*. 2017 diciembre;85(12):819-824. DOI: <https://doi.org/10.24245/gom.v85i12.1445>
 18. Organización Mundial de la Salud (OMS). (2019). WHO Recommendations for Prevention and Treatment of Pre-eclampsia and Eclampsia. Ginebra: Organización Mundial de la Salud.

19. Altamimi, E., Fathallah, M. M., Salem, H. A., Alenezi, N. A., Al-Tarki, A., & Alenazi, H. (2020). Association of maternal serum magnesium level and preeclampsia in term pregnancy. *International Journal of Reproduction, Contraception, Obstetrics and Gynecology*, 9(1), 4-9.
20. Zhang, X., Del Gobbo, L. C., Hruby, A., Rosanoff, A., He, K., Dai, Q., ... & Song, Y. (2016). The circulating concentration and 24-h urine excretion of magnesium dose- and time-dependently respond to oral magnesium supplementation in a meta-analysis of randomized controlled trials. *The Journal of Nutrition*, 146(3), 595-602.
21. Miyahira, J. (2018). Magnesio, un electrolito algo olvidado. *Revista Médica Herediana*, 29(2), 67. <https://doi.org/10.20453/rmh.v29i2.3344>
22. *Gestational Hypertension and Preeclampsia*. (2022). ACOG. Recuperado 29 de septiembre de 2024, de <https://www.acog.org/clinical/clinical-guidance/practice-bulletin/articles/2020/06/gestational-hypertension-and-preeclampsia>
23. Colegio Mexicano de E en G y O, A C. Intervenciones efectivas en la preeclampsia. Guía de práctica clínica. Org.mx. Recuperado el 5 de diciembre de 2024, de https://www.comego.org.mx/formatos/Guias/GPC2015_10.pdf
24. Saputri CA, Sunarno I, Usman AN, Arsyad A, Idris I. Serum magnesium levels in normal pregnant women, severe preeclampsia, and severe preeclampsia with complications; a consideration for early supplementation? *Enfermería Clínica* 2020; 30:532–535
25. Tavana Z, Hosseinmirzaei S. Comparison of Maternal Serum Magnesium Level in Pre-eclampsia and Normal Pregnant Women. *Iran Red Cres Med J* 2013; 15(12):e10394
26. Darkwa EO, Antwi C, Djagbletey R, Owoo C, Obed S, Sottie D. Serum magnesium and calcium in preeclampsia: a comparative study at the Korle-Bu Teaching Hospital, Ghana. *Integrated Blood Pressure Control* 2017; 10:9–15
27. Loustau LR, Ramos MA, Favela CE, Garzón O, Coronel A, Murillo J. Hipomagnesemia en el embarazo: ¿factor de riesgo de preeclampsia severa? *Ginecol Obstet Mex* 2017; 85(12):819-824
28. Checya J, Moquillaza VH. Factores asociados con preeclampsia severa en pacientes atendidas en dos hospitales de Huánuco, Perú. *Ginecol Obstet Mex* 2019; 87(5):295-301
29. Kharb S, Goel K, Bhardwaj J, Nanda S. Role of magnesium in preeclampsia. *Biomed Biotechnol Res J* 2018; 2:17880

30. Li X, Li L, Tao L, Zheng H, Sun M, Chen Y, et al. Magnesium sulfate prophylaxis attenuates the postpartum effects of preeclampsia by promoting M2 macrophage polarization. *Hypertension Research* 2021; 44(1):13-22
31. da Costa TX, Azeredo FJ, Ururahy MAG, Filho MAS, Martins RR, Oliveira AG. Population Pharmacokinetics of Magnesium Sulfate in Preeclampsia and Associated Factors. *Drugs in R&D* 2020; 20:257–266



COMITÉ DE INVESTIGACIÓN DEL HGZNP "BI"
ASUNTO: AUTORIZACION IMPRESIÓN DE TESIS

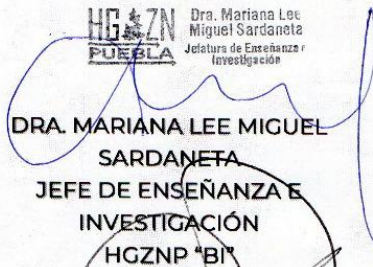
DRA. LIS ROSALES BÁEZ
SECRETARIA DE INVESTIGACIÓN Y ESTUDIOS DE POSGRADO FMBUAP
P R E S E N T E.

Por Medio del presente, hago de su conocimiento que el C. Giovanni Andrés Romero Talpan del cuarto año de la especialidad Ginecología y obstetricia, realizó su Tesis con título: "HIPOMAGNESEMIA COMO PREDICTOR DE PREECLAMPSIA CON CRITERIOS DE SEVERIDAD EN ENFERMEDADES HIPERTENSIVAS EN EMBARAZO A TERMINO" realizado en el Hospital General Zona Norte de Puebla, "Bicentenario de la Independencia", bajo la dirección del Dr. Bardo]Israel Quispe Sánchez y Dr. Alejandro Morales López, ha sido revisada en su contenido y estructura, por lo que se autoriza para su impresión.

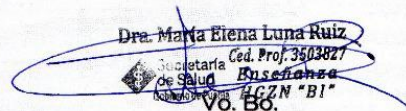
Sin más por el momento y agradeciendo su apoyo, le envió un cordial saludo.

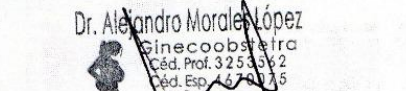
ATENTAMENTE
H. PUEBLA DE ZARAGOZA A 07 DE ENERO DE 2025
"SUFRAGIO EFECTIVO, NO REELECCIÓN"




DRA. MARIANA LEE MIGUEL
SARDANETA
JEFE DE ENSEÑANZA E
INVESTIGACIÓN
HGZNP "BI"


DR. BARDO ISRAEL QUISPE SANCHEZ
ASESOR EXPERTO


DRA. MARIA ELENA LUNA RUIZ
PRESIDENTE DEL COMITÉ DE
INVESTIGACIÓN
DEL HGZNP "BI"


DR. ALEJANDRO MORALES LÓPEZ
ASESOR METODOLÓGICO

