



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL ESTADO DE HIDALGO
INSTITUTO DE CIENCIAS DE LA SALUD
ÁREA ACADEMICA DE MEDICINA

SECRETARIA DE SALUD DEL ESTADO DE HIDALGO

HOSPITAL GENERAL DE PACHUCA

TRABAJO TERMINAL

**IDENTIFICACIÓN DE HIPERTENSIÓN INTRACRANEANA MEDIANTE MEDICIÓN DE
DIÁMETRO DE LA VAINA DE NERVIÓ ÓPTICO POR ULTRASONIDO EN PACIENTES CON
PREECLAMPSIA CON DATOS DE SEVERIDAD**

PARA OBTENER EL DIPLOMA DE ESPECIALISTA EN

MEDICINA DEL ENFERMO EN ESTADO CRÍTICO

QUE PRESENTA EL MÉDICO CIRUJANO

OMAR NERI ALVAREZ

**M.C. ESP. Y SUBESP. MAX SAID LARA PÉREZ
ESP. EN MEDICINA DEL ENFERMO EN ESTADO CRÍTICO
Director del Trabajo Terminal**

**M.C. ESP. Y SUBESP. MARÍA TERESA SOSA LOZADA
Codirectora del Trabajo Terminal**

**DRA. EN PSIC. REBECA MARIA ELENA GUZMÁN SALDAÑA
Codirectora del Trabajo Terminal**

Pachuca de Soto Hidalgo, 13 Abril 2023

DE ACUERDO CON EL REGLAMENTO INTERNO DE POSGRADO DEL AREA ACADEMICA DE MEDICINA, AUTORIZA LA IMPRESIÓN DEL TRABAJO TERMINAL TITULADO:

IDENTIFICACIÓN DE HIPERTENSIÓN INTRACRANEANA MEDIANTE MEDICIÓN DE DIÁMETRO DE LA VAINA DE NERVIÓ ÓPTICO POR ULTRASONIDO EN PACIENTES CON PREECLAMPSIA CON DATOS DE SEVERIDAD

QUE PARA OBTENER EL DIPLOMA DE ESPECIALISTA EN MEDICINA DEL ENFERMO EN ESTADO CRÍTICO QUE SUSTENTA EL MEDICO CIRUJANO:

OMAR NERI ALVAREZ

PACHUCA DE SOTO HIDALGO, 13 ABRIL 2023

POR LA UNIVERSIDAD AUTONOMA DEL ESTADO DE HIDALGO

DRA. EN PSIC. REBECA MARÍA ELENA GUZMÁN SALDAÑA
DIRECTOR DEL INSTITUTO DE CIENCIAS
DE LA SALUD Y
CODIRECTORA DEL TRABAJO TERMINAL

M.C. ESP. LUIS CARLOS ROMERO QUEZADA
JEFE DEL ÁREA ACADEMICA DE MEDICINA

M.C. ESP. Y SUB. ESP. MARÍA TERESA SOSA LOZADA
COORDINADORA DE POSGRADO Y
CODIRECTORA DEL TRABAJO TERMINAL

POR EL HOSPITAL GENERAL DE PACHUCA DE LA SECRETARIA DE SALUD DE HIDALGO

M.C. ESP. ANTONIO VAZQUEZ NEGRETE
DIRECTOR DEL HOSPITAL GENERAL PACHUCA

M.C. ESP. SERGIO LÓPEZ DE NAVA Y VILLASANA
SUBDIRECTOR DE ENSEÑANZA, CAPACITACIÓN E
INVESTIGACION DEL HOSPITAL GENERAL PACHUCA

M.C. ESP. Y SUB. ESP. SERGIO MORENO GARCÍA
ESPECIALISTA EN MEDICINA DEL ENFERMO EN ESTADO CRÍTICO
TITULAR DE MEDICINA DEL ENFERMO EN ESTADO CRÍTICO

M.C. ESP. Y SUB. ESP. MAX SAID LARA PÉREZ
ESPECIALISTA EN MEDICINA DEL ENFERMO EN ESTADO CRÍTICO
DIRECTOR DEL TRABAJO TERMINAL





SALUD
HOSPITAL GENERAL
PACHUCA



VIH/SIDA El miedo, la indiferencia y la discriminación matan que la enfermedad

Dependencia:	Secretaría de Salud
U. Administrativa:	Hospital General Pachuca
Área generadora:	Departamento de Investigación
No. de Oficio:	177/2022

Asunto: Autorización de Impresión de Trabajo Terminal

Pachuca, Hgo., a 08 de diciembre del 2022.

M. C. Omar Neri Álvarez

Especialidad en Medicina del Enfermo en Estado Crítico

Me es grato comunicarle que se ha analizado el informe final del estudio:

Identificación de hipertensión intracraneana mediante medición de diámetro de la vaina de nervio óptico por ultrasonido en pacientes con preeclampsia con datos de severidad

El cual cumple con los requisitos establecidos por el Comité de Investigación y por el Comité de Ética en Investigación, por lo que se autoriza la **Impresión de Trabajo Terminal**.

Al mismo tiempo, le informo que deberá dejar dos copias del documento impreso y un CD en la Dirección de Enseñanza, Capacitación e Investigación, la cual será enviada a la Biblioteca.

Sin otro particular reciba un cordial saludo.



DEPARTAMENTO DE INVESTIGACIÓN

Dr. Sergio López de Nava y Villasana
Subdirección de Enseñanza, Capacitación e Investigación

Dr. Sergio Moreno García-Profesor Titular de la Especialidad de Medicina del Enfermo en estado Crítico
Dr. Max Said Lara Pérez-Especialista en Medicina del enfermo en estado Crítico y Director de Trabajo Terminal.

Autorizó	Dr. Sergio López de Nava y Villasana - Subdirector de Enseñanza, Capacitación e Investigación
Revisó	M. en C. María Alma Olivera villa - Presidente del Comité de Investigación D. en C. Sergio Muñoz Juárez - Presidente del Comité de Ética en Investigación
Realizó	Aux. Adm. vs. Elyda Alejandra Roséndiz Islas

Pachuca - Tulancingo 101, Col. Ciudad de los Niños,
Pachuca de Soto, Hgo., C. P. 42070
Tel.: 01 (771) 713 4649
www.hidalgo.gob.mx Carr

INDICE GENERAL

I. Resumen:.....	1
I.1 Abstract	2
II. Antecedentes	3
III. Marco teórico.....	5
IV. Justificación	11
V. Planteamiento del problema	12
V.1 Pregunta de investigación.....	13
V.2 Objetivos	13
V.3 Hipótesis	14
VI. Metodología	14
VI.1 Contexto de la investigación.....	14
VI. 2 Diseño de Estudio.....	14
VI. 3 Análisis de la Información	15
VI. 4 Ubicación Espacio - temporal	15
VI. 5.1 Criterios de Inclusión.....	15
VI. 5.2 Criterios de Exclusión	15
VI. 5.3 Criterios de Eliminación.	15
VII. 1 Muestra.....	16
VII. 1.1. Tamaño de la muestra	16
VII. 1.2 Muestreo	16
VII. 2 Definición Operacional de Variables.....	17
VII. 3. Instrumentos de recolección.....	18
VIII. Aspectos éticos.....	19
IX. Recursos humanos, físicos y financieros.....	20
X. Análisis estadísticos.....	20
XI. Resultados.....	27
XII. Discusión.....	27
XIII. Conclusiones	29
XIV. Anexos.....	30
Glosario de términos	33
XV. Bibliografía.....	34

I. Resumen:

La preeclampsia severa es un síndrome multisistémico que forma parte de un espectro de condiciones conocidas como trastornos hipertensivos del embarazo. Es una enfermedad que puede asociarse a complicaciones neurológicas. Se cree que las anteriores están asociadas con el síndrome de leucoencefalopatía posterior. En algunos casos de graves, las imágenes cerebrales muestran signos compatibles con presión intracraneal (PIC) elevada.

Objetivo: Comparar los cambios que sufre la vaina del nervio óptico al ser valorada vía sonográfica en relación con la morbilidad y mortalidad de pacientes con preeclampsia con datos de severidad e hipertensión intracraneana, ingresados en el servicio de Terapia Intensiva del Hospital General de Pachuca.

Material y Métodos: Estudio observacional, longitudinal prospectivo, comparativo y analítico, realizado entre septiembre 2022 y noviembre 2022 en 40 pacientes que cursaban preeclampsia con datos de severidad a los cuales se les realizó la medición de la vaina del nervio óptico (DVNO) por ultrasonido para monitorear la PIC al ingreso y al egreso, tomando como referencia el valor normal de 3 - 4.9 mm.

Resultados: Se encontraron tendencias cercanas en las medias, medianas y en la dispersión del DVNO. La prueba de comparación múltiple de Duncan contrastó las medias del DVNO, con el fin de comparar los diámetros al ingreso y al egreso del área de terapia intensiva. No se encontraron diferencias estadísticamente significativas ($p = 0.17$), tanto en el ojo izquierdo como en el derecho

Conclusiones: Las pacientes del presente estudio no presentaron alteraciones de la PIC de acuerdo con la medición del DVNO. No hay evidencia suficiente de que las variaciones en la PIC estén relacionadas con la evolución de mejora y deterioro de pacientes con preeclampsia severa en el área de terapia intensiva.

Palabras clave: Preeclampsia, diámetro de la vaina de nervio óptico, ultrasonido, presión intracraneal.

I.1 Abstract

Severe preeclampsia is a multisystemic syndrome that is part of a range of conditions known as hypertensive disorders of pregnancy. It's a disease that can be associated with neurological complications. The above are thought to be associated with posterior leukoencephalopathy syndrome. In some severe cases, brain imaging shows signs compatible with elevated intracranial pressure (ICP).

Objective: To compare the changes in by the optic nerve sheath when assessed sonographically in relation with the morbidity and mortality in patients with preeclampsia with data of severity and intracranial hypertension, admitted to the Intensive Care Department of the General Hospital of Pachuca.

Material and Methods: Observational, prospective, longitudinal, comparative and analytical study, carried out between September 2022 and November 2022 in 40 patients with preeclampsia with severity data to whom the optic nerve sheath diameter (ONSD) was measured by ultrasound to monitor ICP at admission and discharge, taking as a reference the normal value of 3 - 4.9 mm.

Results: Close trends were found in the means, medians and dispersion of the ONSD. Duncan's multiple comparison test contrasted the average measurements of the ONSD, in order to compare the diameters at admission and discharge from the intensive care unit. No statistically significant differences were found ($p = 0.17$), both in the left and right eye

Conclusions: The patients in the present study did not present ICP alterations according to the DVNO measurement. There is insufficient evidence that variations in ICP are related to the evolution of improvement and deterioration of patients with severe preeclampsia in the intensive care unit.

Key words: Preeclampsia, optic nerve sheath diameter, ultrasound, intracranial pressure.

II. Antecedentes

La incidencia de trastornos hipertensivos del embarazo aumentó de 16,30 millones a 18,08 millones en todo el mundo, con un aumento total del 10,92 % que se dio entre 1990 a 2019. El número de muertes por trastornos hipertensivos del embarazo fue de aproximadamente 2,783 en 2019, lo que representa una disminución del 30,05 % con respecto a 1990¹. En la actualidad la preeclampsia abarca del 2% al 8% de las complicaciones relacionadas con el embarazo, más de 50,000 muertes maternas y más de 500,000 muertes fetales en todo el mundo. El diagnóstico temprano y el tratamiento inmediato son esenciales para prevenir la morbilidad y la mortalidad asociadas con la preeclampsia². Casi una décima parte de las muertes maternas en Asia y en África y una cuarta parte de las muertes maternas en América Latina están relacionadas con trastornos hipertensivos del embarazo, se ha encontrado que la preeclampsia presenta una incidencia a nivel mundial que oscila entre 2-10% de los embarazos, con un 5 al 10 % de los embarazos en adolescentes, la OMS estima que existen al año más de 166 mil muertes por preeclampsia, pero la mortalidad es de cinco a nueve veces mayor en los países en vía de desarrollo, en Latinoamérica, la morbilidad perinatal es de 8 al 45 % y la mortalidad del 1 al 33%³.

En México, de acuerdo con el informe de vigilancia epidemiológica del 2022, la razón de Morbilidad Materna Extremadamente Grave calculada es de 4.6 por cada 100 nacimientos estimados con un total de 18,868 casos. Las principales afecciones de Morbilidad son:

- Enfermedad Hipertensiva con el 63.3% (11,952 casos)
- Hemorragia Obstétrica con el 17.9%

Las entidades con razones de morbilidad materna más altas son: Yucatán con 15.0, Guerrero con 9.5 y Nayarit y Jalisco con 7.7. La letalidad Nacional es de 0.6 % mientras que en Hidalgo es de 0.4% por debajo de la media nacional⁴.

Existen estudios previos que han observados buenos resultados sobre la medición del DVNO en pacientes con preeclampsia. Dubost y colaboradores, en un estudio

comparativo en el 2012, encontró que los valores medios del DVNO fueron significativamente mayores en pacientes preeclampsia en comparación con mujeres embarazadas sanas en el momento del parto (5,4 mm (IC 95%: 5,2, 5,7) frente a 4,5 mm (IC 95%: 4,3, 4,8), $p < 0.0001$), donde el 19% de los pacientes con preeclampsia tenían valores superiores a 5.8 mm⁵. García Castro en el 2019 determinó en una muestra de 257 pacientes embarazadas que las pacientes que cursaban hipertensión arterial crónica y/o preeclampsia, el 40% presentaban una DVNO mayor a 5 mm⁶.

Favela y colaboradores en el 2017, observaron un aumento en DVNO superior a 5.0 mm en las pacientes embarazadas con preeclampsia-eclampsia, donde se presentaron incrementos de un 20 y 25% en los ojos derecho e izquierdo, respectivamente⁷. Singh y Bhatia en el 2018 midieron el DVNO en tres grupos de pacientes donde los Grupos II (25 pacientes) y III (24 pacientes), presentaban preeclampsia severa y eclampsia respectivamente, mientras que el Grupo I (25 pacientes) era un de control de mujeres prenatales a término normal. Los valores medios del DVNO para el Grupo II y el Grupo III fueron de 5,6 y 5,8 mm, respectivamente, mientras que para el Grupo I fue de 4,7 mm, siendo los grupos II y III los que presentaron hipertensión intracraneal⁸.

La medición por ultrasonido del DVNO se ha descrito como un medio simple y confiable para determinar el aumento de PIC debido al edema cerebral en pacientes críticamente enfermas que no están embarazadas. Se han informado signos de edema cerebral en imágenes de resonancia magnética en el 71 % al 100 % de las pacientes con preeclampsia y recientemente se ha descrito que la DVNO aumenta en estas pacientes⁹. No está claro, sin embargo, si el aumento de DVNO se puede utilizar como marcador de edema tisular sistémico y sobrecarga de líquidos en esta enfermedad, la preocupación es que, una vez dilatada, la DVNO podría permanecer en valores patológicos durante varios días. Por lo tanto, se necesitan más datos sobre la correlación entre la DVNO y cols. marcadores del estado de los líquidos antes de poder recomendar las mediciones de la DVNO como guía para el manejo de los líquidos periparto en la preeclampsia¹⁰.

III. Marco teórico

En el servicio de terapia intensiva, es importante reconocer las características de severidad de la preeclampsia, que incluyen presión arterial superior a 160/110 mm Hg, lesión renal aguda, pruebas de función hepática elevadas, dolor abdominal intenso, edema pulmonar y alteraciones del sistema nervioso central. La presencia de cualquiera de estas características exige el inicio de un tratamiento rápido para reducir el riesgo de eclampsia¹¹. Las 4 categorías de trastornos hipertensivos del embarazo son hipertensión crónica, hipertensión gestacional, preeclampsia-eclampsia e hipertensión crónica con preeclampsia superpuesta¹².

La preeclampsia con datos de severidad es una condición en mujeres embarazadas asociada con altas tasas de morbilidad y mortalidad materna y fetal en todo el mundo¹³. Esta enfermedad se caracteriza por un síndrome sistémico con hipertensión de novo que ocurre después de las 20 semanas de gestación o hasta dos semanas posparto, con la presencia de cifras tensionales mayores o iguales a 140/90mmhg, proteinuria mayor a 300mg/24h, Creatinina Sérica elevada (>30mg/mmol) y que cuando se considera severa se presentan cifras tensionales mayor o igual 160x110 mmHg y síntomas con compromiso de órgano blanco. Puede cursar con cefalea, visión borrosa, fosfenos, dolor en flanco derecho, vómito, papiledema, Clonus mayor o igual a 3+, hipersensibilidad hepática, Síndrome HELLP, trombocitopenia (plaquetas menores a 150.000 mm³, elevación de las lipoproteínas de baja densidad (LDL), enzimas hepáticas elevadas (ALT o AST). En el caso de la Eclampsia se da como complicación de la preeclampsia severa, frecuentemente acompañada de síntomas neurológicos, que incluye: convulsiones (eclampsia), hiperreflexia, cefalea, alteraciones visuales (fotopsia, escotomas, ceguera cortical, vasoespasmo retinal), enfermedad cerebro vascular, edema pulmonar, abruptio placentae, puede aparecer hasta el décimo día postparto¹⁴. El síndrome de HELLP es una complicación multisistémica del embarazo que se distingue por el trastorno hipertensivo más la triada: Hemólisis microangiopática, elevación de enzimas hepáticas y disminución del conteo de plaquetas¹⁵.

La preeclampsia está relacionada con una implantación placentaria deficiente, con consecuencias multisistémicas (endoteliosis generalizada) en la madre. Su incidencia en países industrializados oscila entre el 3 y el 5 %, que llega hasta el 16 % en Nigeria. La prevalencia de morbilidad materna en México es de 4.5%, con razón de morbilidad materna extrema de 45.49 por cada 1000 nacidos vivos^{16,17}. La preeclampsia se clasifica como leve y grave y puede complicarse con hemólisis, enzimas hepáticas elevadas y síndrome de recuento bajo de plaquetas (HELLP) y eclampsia.

Tabla 1. Factores de riesgo asociados al desarrollo de preeclampsia severa.

CONDICION	RIESGO RELATIVO (IC 95%) *
Nuliparidad	2.91 (1.28-6.61)
Edad >40 años	1.96 (1,34-2.87)
Historia familiar de preeclampsia (madre o hermana)	2.90 (1.70-4.93)
Embarazo múltiple	2.93 (2.04-4.21)
Periodo intergenésico mayor a 10 años.	3.34 (1.32-8.45)
Primi-paternidad	4.06 (1.35-12.14)
índice de masa corporal >30 kg/m2.	2.47 (1.66-3.67)
Enfermedades pre-existentes: diabetes	3.56 (2.54-4.99)
Enfermedades pre-existentes: nefropatías	9.72 (4.34-21.75)
Enfermedades pre-existentes: hipertensión	1.81 (0.83–3.98)
Enfermedades autoinmunes: síndrome de anticuerpos anti-fosfolípidos.	9.72 (4.34-21.75)
Historia familiar o inicio temprano de enfermedad cardiovascular.	1.46 (1.13–1.88)
Presión arterial sistólica > 130/mmhg antes de las 20 semanas	2.37 (1.78-3.15)
Presión arterial diastolica > 80/mmhg antes de las 20 semanas	1.38 (1.01-1.87)

* *Elaboración propia con datos de* ^{18, 19, 20, 21}

La fisiopatología de la preeclampsia se caracteriza por hipoxia y/o isquemia placentaria que conduce a la sobreexpresión del factor 1 inducible por hipoxia (HIF1), que a su vez aumenta la expresión de la isoforma soluble del factor de crecimiento del endotelio vascular (sFlt)¹⁸. La placenta hipóxica también libera endoglina soluble, lo que antagoniza la producción de óxido nítrico sintasa endotelial (eNOS) a través del secuestro del factor de crecimiento transformante beta1

(TGFb1). Además, los factores proangiogénicos como el factor de crecimiento placentario (PIGF) y el factor de crecimiento del endotelio vascular (VEGF). Juntos, pueden desencadenar el estado antiangiogénico en la madre, lo que resultó en una disfunción endotelial generalizada¹⁹.

Las complicaciones neurológicas que se pueden presentar en la preeclampsia se asocian con el síndrome de vasoconstricción cerebral reversible y/o el síndrome de leucoencefalopatía posterior, que aparentemente se superponen en una proporción significativa de casos. Estas lesiones comparten síntomas similares (cefalea, ceguera reversible, confusión, convulsiones) pero el síndrome de vasoconstricción cerebral reversible se asocia predominantemente con hemorragia subaracnoidea e intracerebral, mientras que el síndrome de leucoencefalopatía posterior se asocia típicamente con edema cerebral difuso. La coexistencia del síndrome de leucoencefalopatía posterior con el síndrome de vasoconstricción cerebral reversible se observa en varios informes, lo que sugiere una fisiopatología común²⁰. El edema cerebral es predominantemente vasogénico y puede estar relacionado con la falla de la autorregulación cerebral con hiperperfusión subsiguiente, alteración de la barrera hematoencefálica y disfunción de las células endoteliales. En algunos casos de eclampsia, la tomografía computarizada y la resonancia magnética muestran signos compatibles con un aumento significativo de la presión intracraneal (PIC). Los signos clínicos de la PIC elevada no son específicos y, a menudo, son difíciles de interpretar, especialmente durante el embarazo y la preeclampsia²¹.

La presión intracraneal (PIC) es la presión intrínseca que desarrollan las estructuras endocraneales-espinales (parénquima nervioso, sangre y líquido cefalorraquídeo), como resultado de las fuerzas tensionales (expandibles) que ejerce el contenido intradural sobre la cubierta dural limitante; sus variaciones reflejan la relación entre los cambios de contenido craneoespinal y la capacidad de acomodación a un volumen suplementario²².

El volumen y la distribución del agua en el espacio craneoespinal representan los factores más importantes para la PIC. El espacio craneoespinal, que incluye el

cráneo que continúa hacia el canal espinal, es una cavidad cerrada con un contenido viscoelástico representado por el parénquima nervioso, la sangre y el líquido cefalorraquídeo. Las propiedades elásticas del parénquima nervioso, junto con los vasos sanguíneos y la circulación del líquido cefalorraquídeo, permiten una acomodación transitoria inicial a un volumen suplementario, antes de que aumente la presión intracraneal²³.

Los valores de PIC que se consideran normales están entre 2 mm y 12 mm Hg (con valores máximos de normalidad de hasta 15 mm Hg), correspondientes a valores de 80-150 mm H₂O (la relación es 136 mm H₂O = 10 mm Hg). (Los valores de presión están relacionados con la presión atmosférica, que se considera el valor cero). Los valores normales de PIC son más bajos en los lactantes, con valores máximos de aproximadamente 10 mm Hg. La presión intracraneal normal también puede tener valores negativos, dependiendo de la posición del cuerpo o de la cabeza, o puede registrar grandes aumentos por períodos de tiempo extremadamente cortos (durante los estornudos, etc.). La presión intracraneal se considera alta cuando supera el valor de 20 mm Hg, que se considera el valor límite normal de la PIC. La unidad de medida de presión es el cociente de la fuerza unitaria que actúa sobre la superficie unitaria, por tanto 1 N/m², y la unidad de medida de presión en el sistema internacional es Pascal (Pa) (1 Pa = 1 N/m²) y un kilopascal (kPa) es el equivalente de 7,5 mm Hg o de 102 mm H₂O²⁴.

Varios estudios han demostrado una correlación entre la PIC medida de forma invasiva y las mediciones ultrasonográficas del diámetro de la vaina del nervio óptico, con una sensibilidad y especificidad generales de 0,95 y 0,92 para detectar una PIC elevada, según el límite para la detección de una PIC elevada, que varía de 4,8 mm 14 a 5,6 mm. Se han propuesto algunas razones para tales variaciones. Una es que existen dos técnicas de medición diferentes: técnica coronal y axial, con diferentes precisiones. La técnica coronal presenta menor variabilidad, pero el método axial proporciona una mejor estimación de la PIC. Una segunda razón es que los estudios promediaron las mediciones entre los ojos o eligieron evaluar la

medición más alta entre los ojos, lo que naturalmente crea las discrepancias que se encuentran en la literatura²⁵.

En el punto en el que el nervio óptico sale del espacio intracraneal hacia la órbita, todavía está rodeado por la vaina dural. Como tal, el espacio subaracnoideo que rodea el nervio es contiguo al espacio subaracnoideo intracraneal. La elevación de la PIC puede transmitirse a través del líquido cerebroespinal en el espacio subaracnoideo, lo que lleva a la dilatación de la vaina del nervio óptico, que puede detectarse mediante ultrasonografía transocular^{26,27}.

En la actualidad, esta variación en el límite óptimo del diámetro de la vaina del nervio óptico (DVNO) hace que un enfoque de metanálisis formal no sea práctico. El DVNO se mide a una profundidad de 3 mm desde el polo posterior del globo, ya que este punto es el que más refleja los cambios en la PIC. Las mediciones del DVNO parecen ser útiles como prueba de detección de la PIC en entornos donde la monitorización invasiva no está disponible de inmediato. Otros enfoques oftalmológicos como la tomografía de coherencia óptica también han sido evaluada para la medición de la PIC²⁸.

Los signos clínicos de aumento de la presión intracraneal (PIC) no son específicos y suelen presentarse de forma tardía. Son difíciles de interpretar durante el embarazo y la preeclampsia. Se desconoce la incidencia real de aumento de la PIC en la preeclampsia y la eclampsia. El método estándar para la medición de la PIC se basa en el uso de dispositivos invasivos²⁹. Sin embargo, tal procedimiento invasivo puede resultar en complicaciones tales como infección y hemorragia. Además, estos procedimientos están contraindicados en estados como trombocitopenia y coagulopatía³⁰. Una gran cantidad de estudios sugirieron que las mediciones ultrasonográficas del diámetro de la vaina del nervio óptico (DVNO) pueden dar una idea clara del aumento de la PIC³¹.

El nervio óptico está rodeado por una vaina dural y un espacio subaracnoideo que contiene líquido cefalorraquídeo. Unos 3 mm por detrás del punto de confluencia de la retina y el nervio óptico, el nervio óptico solo está cubierto por grasa y su vaina

es bastante distensible en caso de elevación de la PIC. La mayoría de los artículos sobre DVNO como marcador de PIC elevada se encuentran en entornos de cuidados neurocríticos, como accidentes cerebrovasculares, traumatismos del SNC, meningitis y epilepsia^{32,33}. Moreno y colaboradores en un trabajo previo, realizado en 2019 en el Hospital General de Pachuca, determinaron la presión intracraneal a través de la medición no invasiva por ultrasonido del DVNO, en pacientes con punto de corte de 5 mm = 20 mm Hg, determinando días de ventilación mecánica, estancia hospitalaria y secuelas neurológicas. Después de tres meses del estudio, la medición del DVNO en pacientes con TCE se correlacionó de manera significativa ($p < 0.05$) con el incremento de la PIC, lo que permitió disminuir los días de ventilación mecánica, estancia y complicaciones³⁴. El DVNO como marcador de la PIC elevada, podría usarse como guía para evaluar la gravedad clínica y puede ayudar a decidir la modalidad de anestesia adecuada para la cesárea de emergencia en casos agravados de PIC. La mejor forma de determinar la PIC en usando un transductor lineal, frecuencia 5-10 MHz, con frecuencia alta, profundidad baja, el cual permite ver estructuras superficiales como músculos, tejidos blandos, vasos y pleura³⁵.

IV. Justificación

La enfermedad hipertensiva del embarazo es una patología que se presenta de manera relativamente frecuente dentro de las pacientes gestantes, siendo de relativa frecuencia y presentando de manera secundaria alteraciones neurológicas debido a hipertensión endocraneana.

El abanico de sintomatología provocada por la hipertensión endocraneana puede variar, desde acufenos, fosfenos, dolor abdominal y cefalea, hasta alteraciones neurológicas acompañadas de déficits focales, crisis convulsivas, así como traer consecuencias deletéreas como son el evento vascular cerebral hemorrágico o isquémico.

El ultrasonido es una herramienta diagnóstica que ha permitido presentar nuevas utilidades, dentro de ellas nos atañe en esta investigación, el estudio ecográfico de la vaina del nervio óptico el cual se ha utilizado como un subrogado indirecto para la medición de la presión endocraneal, cuyas características atractivas es que es económico, rápido y preciso.

La investigación acerca de la eficacia diagnóstica del ultrasonido de la vaina del nervio óptico en pacientes embarazadas con datos de preeclampsia nos permitirá determinar si la misma presenta adecuadas correlaciones respecto de hipertensión endocraneal, permitiendo realizar un abordaje sistemático con lo cual puede ser utilizado para un abordaje no invasivo más temprano, y asimismo permitiendo realizar diagnósticos más precoces y eficaces, incidiendo en el tratamiento y pronóstico de las pacientes de manera oportuna.

La medición de la vaina del nervio óptico en el embarazo es un tema actualmente promisorio debido a lo previamente mencionado, en el cual la medicina todavía tiene un campo muy amplio para poder investigar, con riesgos nulos para el binomio en el mismo, por lo que la realización de esta investigación puede proporcionar bases para implementar un método de diagnóstico económico, no invasivo y certero.

V. Planteamiento del problema

La hipertensión arterial es la complicación médica más frecuente en el embarazo, siendo una causa significativa de prematuridad y morbilidad materno-fetal. La preeclampsia-eclampsia es una enfermedad potencialmente grave asociada con complicaciones maternas tales como edema pulmonar, desprendimiento prematuro de placenta, complicaciones cardíacas o renales, hemólisis, aumento de enzimas hepáticas, síndrome de bajo recuento plaquetario, así como complicaciones neurológicas. Los signos clínicos de la elevación de la presión intracraneal no son específicos y son difíciles de interpretar, especialmente durante el embarazo y la preeclampsia. Aunque la mayoría de las alteraciones oftalmológicas durante el embarazo son moderadas, transitorias y no requieren ningún tratamiento, algunas son ocasionalmente severas y permanentes, y requieren la evaluación inmediata del oftalmólogo. Además, algunas complicaciones oculares que ocurren durante la gestación pueden proporcionar una visión directa del diagnóstico y fisiopatología de muchas enfermedades sistémicas.

El diagnóstico de la elevación de la presión intracraneal es, a la vez, desafiante y crítico, porque el reconocimiento y tratamiento precoz son esenciales para prevenir el daño cerebral o la muerte. El estándar de oro o método más fiable para la medición de la presión intracraneal se basa en el uso de dispositivos invasivos tales como la colocación de un catéter o transductor intraventricular, intracerebral, subdural o epidural que se coloca a través de una craneotomía. Estas técnicas tienen riesgo de hemorragia intracerebral o infección intracraneal. La monitorización no invasiva puede ayudar en el tratamiento de los pacientes cuando la medición invasiva de la presión intracraneal no está disponible inmediatamente es desconocida. Recientemente, los estudios clínicos han sugerido que las mediciones ecográficas del diámetro de la vaina del nervio óptico se relacionan con signos de aumento de la presión intracraneal.

Lo anteriormente descrito hace evidente la necesidad del diagnóstico temprano que permita el manejo oportuno ya que además de pretender impactar en la reducción de mortalidad y secuelas, se pretende mejorar el pronóstico, días de estancia y por

lo tanto disminuir costos en todo el proceso de atención, teniendo en cuenta que contamos con las herramientas necesarias como son ultrasonido para hacer las mediciones necesarias.

V.1 Pregunta de investigación

¿La medición del diámetro de la vaina del nervio óptico es una alternativa no invasiva de monitoreo neurológico en pacientes gestantes que cursan preeclampsia con datos de severidad y es capaz de correlacionarse de manera significativa con la presión intracraneal?

V.2 Objetivos

General

Comparar los cambios que sufre la vaina del nervio óptico al ser valorada vía sonográfica en relación con la morbilidad y mortalidad de pacientes con preeclampsia con datos de severidad e hipertensión intracraneana, ingresados en el servicio de Terapia Intensiva del Hospital General de Pachuca.

Específicos

1. Identificar a los pacientes con diagnóstico de preeclampsia con datos de severidad que ingresen al servicio de Terapia Intensiva candidatos a medición de la presión intracraneana mediante medición de la vaina del nervio óptico por ultrasonido
2. Identificar mediante Ultrasonido de la vaina del nervio óptico la presencia de hipertensión intracraneana en pacientes con diagnóstico de preeclampsia con datos de severidad que ingresen al servicio de Terapia Intensiva.
3. Determinar los cambios que sufre la vaina del nervio óptico al ser valorada sonográficamente en relación con pacientes con preeclampsia con datos de severidad y su relación con la hipertensión intracraneana.

V.3 Hipótesis

Hipótesis alterna

La determinación de la presión intracraneana por la medición ultrasonográfica de la vaina del nervio óptico es un método práctico y accesible que permite valorar pacientes con preeclampsia con datos de severidad que ingresan al Servicio de Terapia Intensiva del Hospital General de Pachuca.

Hipótesis nula

La determinación de la presión intracraneana por la medición ultrasonográfica de la vaina del nervio óptico no es un método práctico y accesible que permita valorar pacientes con preeclampsia con datos de severidad que ingresan al Servicio de Terapia Intensiva del Hospital General de Pachuca.

VI. Metodología

VI.1 Contexto de la investigación.

En el área de Unidad de Cuidados Intensivos del Hospital General de Pachuca existe una alta demanda de atención por parte de pacientes puérperas con preeclampsia con datos de severidad, de las cuales existe el riesgo de complicaciones serias que ponen en riesgo su vida. El ultrasonido de nervio óptico permite detectar hipertensión endocraneal en múltiples patologías y asimismo permitir tratamiento temprano. Se pretendió valorar si este mismo estudio diagnóstico resultaría útil para el grupo poblacional previamente descrito.

VI. 2 Diseño de Estudio

Se realizó un estudio observacional, longitudinal prospectivo, comparativo y analítico; incluyendo a pacientes que cumplan con la definición de preeclampsia con datos de severidad de la guía de práctica clínica "Prevención, diagnóstico y tratamiento de la preeclampsia en segundo y tercer nivel de atención"¹⁴.

VI. 3 Análisis de la Información

Para la descripción de los resultados se utilizó medidas de tendencia central y de dispersión, como media y desviación estándar para cada hora de monitoreo. En el análisis inferencial se usó la prueba de t y Duncan para contraste de medias. Se consideró una confiabilidad del 95% ($p \leq 0.05$). Se utilizó el paquete estadístico SPSS 20.0.

VI. 4 Ubicación Espacio - temporal

El estudio se realizó en el área de Terapia Intensiva del Hospital General de Pachuca en el período de septiembre del 2022 hasta noviembre 2022, una vez que fue aprobado por el Comité de Ética y el Comité de Investigación. La investigación se realizó a partir de los pacientes que ingresaron a terapia intensiva con diagnóstico de Enfermedad hipertensiva del embarazo.

VI. 5 Selección de la población

VI. 5.1 Criterios de Inclusión

- Paciente ingresado al servicio de Terapia Intensiva del Hospital General de Pachuca con diagnóstico de preeclampsia con datos de severidad.
- Firma del consentimiento informado por parte del responsable legal del paciente.

VI. 5.2 Criterios de Exclusión

- Pacientes con secuelas de evento cerebrovascular cerebral (expresada por los familiares en los antecedentes).
- Herida ocular
- Enfermedad renal crónica preexistente.
- Enfermedad pulmonar intersticial
- Historial de traumatismo ocular o cirugía previa
- Enfermedad cardíaca preexistente
- Trastornos pulmonares conocidos.

VI. 5.3 Criterios de Eliminación.

- Paciente que no coopera o sensorium alterado.
- Defunción

VII. 1 Muestra.

VII. 1.1. Tamaño de la muestra

Dado que se deseaba comparar el comportamiento de la DVNO en pacientes con preeclampsia con datos de severidad e hipertensión intracraneana mediante ultrasonido, se usó la fórmula para el cálculo del número de sujetos necesarios en un estudio cuyo objetivo es evaluar una asociación entre dos variables cuantitativas³⁶.

$$n = \left[\frac{(Z + Z\beta)}{0.5 \ln[1 + r/1 - r]} \right]^2 + 3$$

- n: número de sujetos necesarios.
- $Z\alpha$: valor de Z correspondiente al riesgo α fijado ($\alpha = 0.05$, $Z = 1.96$).
- $Z\beta$: valor de Z correspondiente al riesgo β fijado ($\beta = 0.10$, $Z = 1.282$).
- ln: logaritmo natural o neperiano.
- r: valor del coeficiente de correlación que se supone que existe en la población ($r = 0.85$).

Por lo tanto, el tamaño de muestra fue de 40 pacientes del servicio de Terapia Intensiva del Hospital General de Pachuca.

VII. 1.2 Muestreo

En función del universo para la obtención de la muestra y para satisfacer las características requeridas para el ingreso al estudio, se realizó un muestreo no aleatorio, no probabilístico del tipo serie de casos consecutivos. Lo anterior debido a que no podía calcularse la probabilidad de extracción de una determinada muestra, no se seleccionó al azar, sino que cumplieran con los criterios de inclusión y no cumplieran con criterios de exclusión.

VII. 2 Definición Operacional de Variables.

VARIABLE	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	ESCALA DE MEDICIÓN	FUENTE
Diámetro de la vaina del nervio óptico	El nervio óptico es una prolongación del sistema nervioso central y, por lo tanto, está recubierto por meninges y líquido cefalorraquídeo, concepto anatómico que explica el papiledema que se presenta con el incremento en la PIC y fundamento de los cambios en la medición del diámetro del nervio óptico como reflejo de las fluctuaciones de la PIC ³⁷ .	El estándar de medición requiere trazar una línea vertical que se inicia en la unión del nervio óptico con el globo ocular; esta línea es simplemente una referencia y debe medir 3 mm. Una vez localizados estos 3 mm se traza una línea horizontal de borde a borde del nervio óptico; esta segunda línea es la que mide el valor en milímetros del nervio óptico.	Cuantitativa continua Normal 3 a 4.9 mm Hipertensión ≥ 5 (PIC>20mhg)	Expediente del paciente
Días de Estancia	Tiempo la paciente permaneció en el área de cuidados intensivos para su estabilización	Cantidad de días que permaneció la paciente en el ACI	Cuantitativa continua Número de días	Expediente del paciente
Factores de riesgo para Enfermedad hipertensiva del embarazo	Factores que predisponen a la paciente desarrolla hipertensión gestacional ^{38,39,40} .	Antecedentes personales o familiares que pueden aumentan significativamente el riesgo de desarrollar enfermedad hipertensiva del embarazo.	Cualitativa categórica 1.Primigesta 2.Enfermedad hipertensiva del embarazo previa 3. Obesidad 4. Sobrepeso 5.Cesarias previas 6.Diabetes mellitus. 7. Resolución del embarazo 8. Número de gesta	Expediente del paciente
Presión Arterial Sistólica	Presión de la sangre en la arteria cuando se contrae el corazón ⁴¹	Medición realizada con Baumanómetro	Cuantitativa discreta 1. <140 mmHg 2. 140-160 mmHg 3. >160 mmHg	Expediente del paciente
Presión Arterial Diastólica	Presión de la sangre en la arteria cuando el corazón se relaja entre latidos ⁴¹	Medición realizada con Bau manómetro	Cuantitativa discreta 1. <90 mmHg 2. 90-100 mmHg 3. >100 mmHg	Expediente del paciente

Motivo de egreso	Motivo por el cual se dio de alta al paciente del área de cuidados intensivos ⁴²	Dependiendo de su condición clínica y bioquímica que conlleve al paciente a la mejoría o a la muerte de este.	Cualitativa categórica 1. Mejoría 2. Traslado a otra unidad 3. Defunción	Expediente del paciente
Edad gestacional	Duración de la gestación a partir del primer día de la última menstruación normal. Se expresa en días o semanas completas ⁴³	Duración de la gestación en semanas completas determinada por fecha de última menstruación, si esta concuerda con la edad gestacional determinada por longitud craneocaudal en ecografía de primer trimestre. En caso de no tener fecha de última regla se determina la edad gestacional por primera ecografía	Cuantitativa discreta Semanas	Expediente del paciente
Edad de riesgo	Tiempo que ha vivido una persona que pueda encontrarse por edad en riesgo de sufrir preeclampsia ⁴⁴ .	Años de vida cumplidos según lo informado por la participante durante el interrogatorio. Siendo menores de 17 años y mayores de 35 años las que están en posible riesgo	Cualitativa ordinal <=17 Menores en Edad de Riesgo 17-35 Pacientes en edad de no riesgo >=35 Mayores en Edad de Riesgo	Expediente del paciente

VII. 3. Instrumentos de recolección.

Se realizó un cuestionario con datos recogidos durante el interrogatorio de ingreso de la paciente, donde se incluyeron los factores de riesgo para desarrollo de preeclampsia, edad gestacional al ingreso a unidad de cuidados intensivos, días de

estancia hospitalaria, motivo de egreso, así como las variaciones medidas en el DVNO al ingreso y al egreso de la unidad de cuidados intensivos del Hospital General de Pachuca. Asimismo, se utilizaron ultrasonido plano Philips Lumify y ultrasonido Butterfly para la medición y recolección de mediciones de las vainas del nervio óptico a su ingreso y su egreso.

VIII. Aspectos éticos

Con base al “Reglamento de la Ley General de Salud en materia de investigación para la Salud” en el apartado de “Los aspectos éticos de la Investigación en seres Humanos”, en el Artículo 17 considera como riesgo de investigación a la probabilidad de que el sujeto de investigación sufra algún daño como consecuencia inmediata ó tardía del estudio. Por lo que esta investigación se considera *II. Investigación con riesgo mínimo*: lo que se refiere a estudios prospectivos que emplean el riesgo de datos a través de procedimientos comunes en exámenes físicos o psicológicos de diagnósticos o tratamiento rutinarios, entre los que se consideran: pesar al sujeto, pruebas de agudeza auditiva; electrocardiograma, termografía, colección de excretas y secreciones externas, obtención de placenta durante el parto, colección de líquido amniótico al romperse las membranas, obtención de saliva, dientes deciduales y dientes permanentes extraídos por indicación terapéutica, placa dental y cálculos removidos por procedimiento profilácticos no invasores, corte de pelo y uñas sin causar desfiguración, extracción de sangre por punción venosa en adultos en buen estado de salud, con frecuencia máxima de dos veces a la semana y volumen máximo de 450 ml. en dos meses, excepto durante el embarazo, ejercicio moderado en voluntarios sanos, pruebas psicológicas a individuos o grupos en los que no se manipulará la conducta del sujeto, investigación con medicamentos de uso común, amplio margen terapéutico, autorizados para su venta, empleando las indicaciones, dosis y vías de administración establecidas y que no sean los medicamentos de investigación que se definen en el artículo 65 del reglamento en comento, entre otros. En esta investigación no se manejará ningún método invasivo solo la toma de ultrasonidos

de la vaina del nervio óptico mismos que no ponen en riesgo la integridad del mismo y se realiza con la finalidad de Identificar la hipertensión intracraneana en pacientes con diagnóstico de Preeclampsia con datos de severidad que ingresen a la Unidad de Terapia Intensiva del Hospital General de Pachuca

IX. Recursos humanos, físicos y financieros

El estudio se llevó a cabo por el investigador Omar Neri Álvarez, residente de la especialidad de Medicina del Enfermo en Estado Crítico quien tomó los ultrasonidos de la vaina del nervio óptico con la finalidad de Identificar la hipertensión intracraneana en pacientes con diagnóstico de Preeclampsia y que cumplieran los criterios para este estudio, utilizando el formato de recolección de datos presentado en el Anexo 1. Para lo anterior solo se requirió de un ultrasonido que fue proporcionado por el Hospital General de Pachuca; también se requirió de computadora, memoria USB, Bolígrafos, hojas blancas, impresora, tinta para impresora cuyo monto en conjunto ascendió los \$2,003.50 y que fue autofinanciado por el investigador.

X. Análisis estadísticos

El presente estudio comprendió una muestra de 40 mujeres embarazadas que cursaron preeclampsia severa y que fueron ingresadas por complicaciones, en la unidad de cuidados intensivos del hospital General de Pachuca. El tamaño de la muestra fue representativo de la población en estudio. El periodo de estancia en la unidad fue de 1 a 6 días dependiendo de cada caso particular, en la Figura 1 se muestra la distribución de los días de estancia, el 40% de las pacientes solo estuvo 2 días, mientras que los porcentajes más pequeños de estancia de 5 y 6 días fueron del 2.5% en ambos casos. El 55% de las pacientes tuvieron una estancia entre los 1, 3 y 4 días. El 90% de las pacientes al ingreso al área de cuidados intensivos habían tenido entre una y tres gestaciones previas en porcentajes muy similares. Las que habían tenido entre cuatro y cinco presentaron una menor frecuencia siendo las de cinco gestas muy pocas con solo el 2.5% de la muestra. Con respecto

a la resolución del embarazo (Figura 2), el 73% de las pacientes se resolvió por cesárea dada su condición complicada por la preeclampsia.

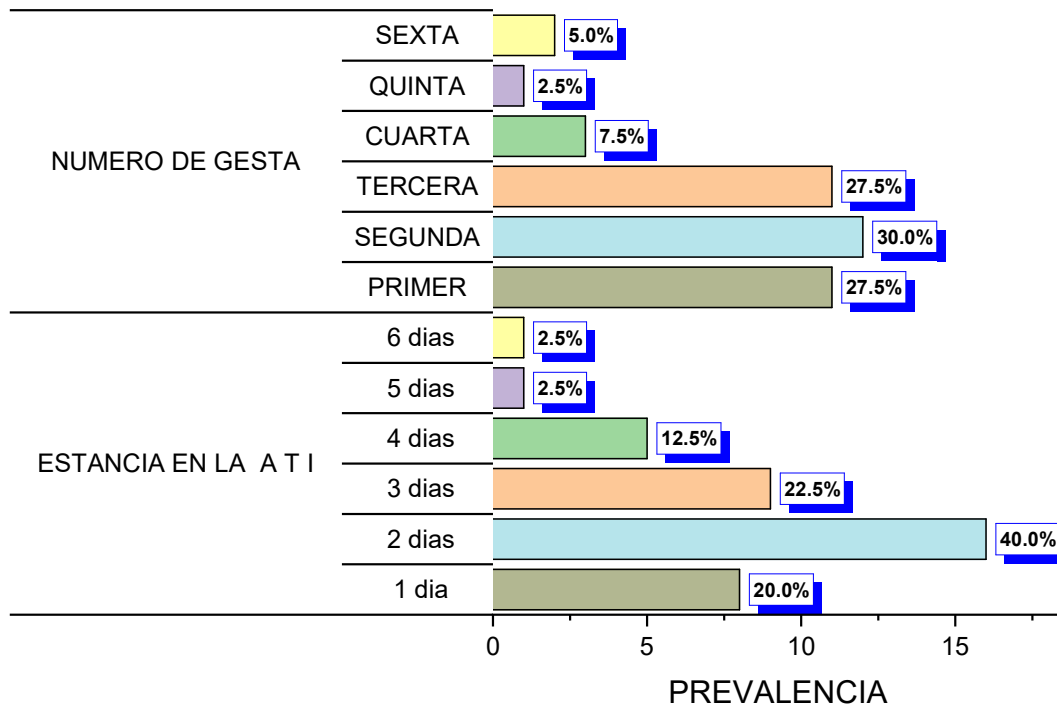


Figura 1. Prevalencia de mes de gestación y estancia de mujeres con preeclampsia severa en el área de terapia intensiva del hospital general de Pachuca. (Fuente Propia).

Los factores de riesgo encuestados (Figura 2) se presentaron en prevalencias bajas, un tercio de las pacientes presentó sobrepeso de las cuales todas cursaban también obesidad. Casi dos tercios de la muestra no eran primigestas, no obstante, el 67.5% de las pacientes se encontraban en edad de no riesgo, entre los 17 y 35 años. De las mujeres que por edad se encontraban en riesgo de presentar preeclampsia estaba un 22.5% en menores de 17 años y solo un 10% mayores de 35 años. La hipertensión previa fue baja con un quinto del total y solo el 5 % tenía diabetes, seis de cada diez habían tenido al menos una cesárea, mientras que un ocho por ciento solo habían tenido partos normales. Con respecto a los antecedentes de preeclampsia, solo dos de cada diez la habían padecido en embarazos anteriores.

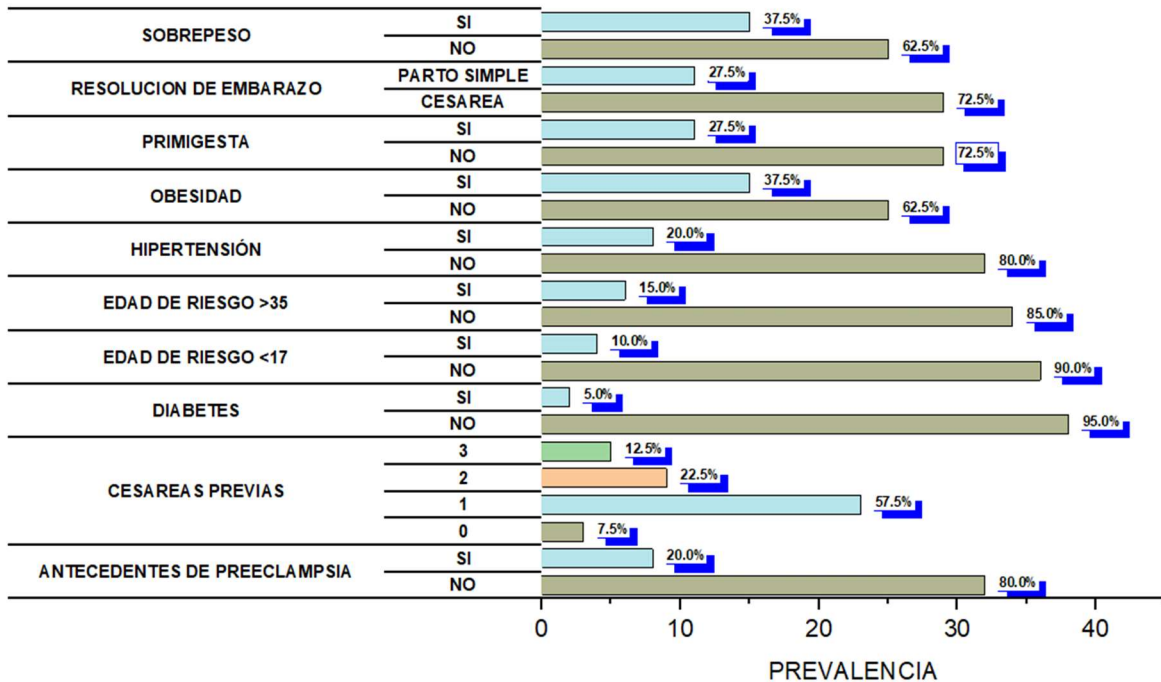


Figura 2. Prevalencias de factores de riesgo de preeclampsia severa en la muestra (Fuente propia)

Ninguno de los pacientes involucrados en el presente estudio mostró alteraciones de la presión intracraneana que pudieran asociarse al DVNO, puesto de en ninguno de los casos el diámetro fue mayor a 0.49 mm, manteniendo en todos entre 0.30 y 0.49, por lo que la PIC fue normal desde que ingresaron a la unidad de cuidados intensivos como a su egreso. Ninguno de los pacientes involucrados en el presente estudio mostró alteraciones de la presión intracraneana de acuerdo con la medición del DVNO. En ninguno de los casos el diámetro fue mayor a 0.49 mm, manteniéndose en ambos ojos entre 0.30 y 0.49, por lo que la PIC fue normal desde que ingresaron a la unidad de cuidados intensivos, como a su egreso. La grafica 2 muestra un box plot de los diámetros de la vaina del nervio óptico (DVNO) promedio y su dispersión. Se realizó una prueba de comparación múltiple de Duncan para contrastar las medias del DVNO, con el fin de comparar los diámetros al ingreso y al egreso del área de terapia intensiva. De acuerdo con la prueba estadística no se

encontraron diferencias estadísticamente significativas ($p = 0.17$, IC 95%), tanto en el ojo izquierdo como en el derecho.

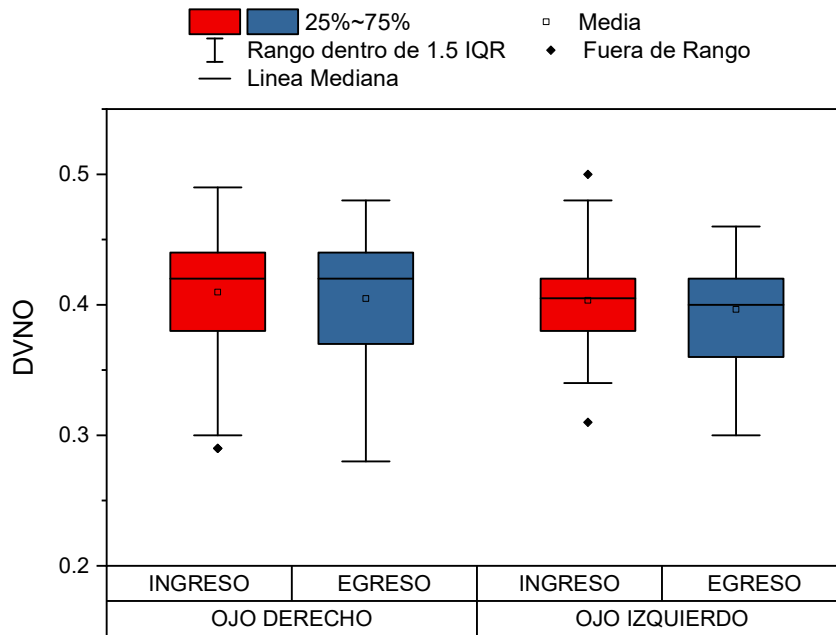


Figura 3. Box plot de los diámetros de la Vania del nervio óptico de ambos ojos, evaluados al ingreso y al egreso de la unidad de cuidados intensivos de mujeres con preeclampsia severa (Fuente propia)

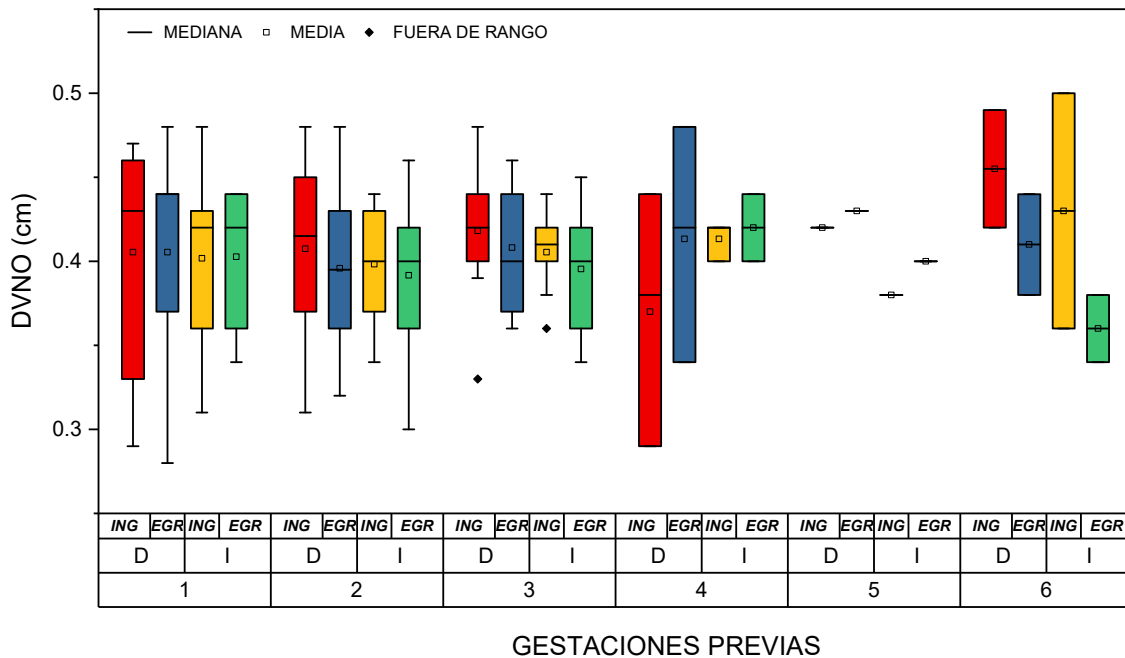


Figura 4. distribución y dispersión de la DVNO, con respecto gestaciones previas

En cuanto a la distribución y dispersión de la DVNO, con respecto al número de gestaciones previas (Figura 4), las tendencias fueron igual parecidas. No se encontraron diferencias estadísticamente significativas al ingreso y al egreso de las parturientas (*t test*, $p > 0.05$, IC 95%), por el hecho de haber tenido una o más gestas previas. Solo se encontraron diferencias las que tuvieron cinco gestas previas (*t test*, $p = 0.04$, IC 95%), mostrando un incremento de la DVNO al egreso, pero aun dentro de valores normales de la PIC; no obstante, eso solo representa un 2.5% del total de la muestra.

Se contrastó también mediante pruebas de medias (*t test*), el DVNO con la resolución del embarazo, cesáreas previas, antecedentes de preeclampsia, hipertensión, diabetes y sobrepeso (Figura 5) y primigesta, edad de riesgo < 17, edad de riesgo > 35 y días de estancia hospitalaria (Figura 6). En todos los casos no hay diferencias significativas del ingreso al egreso en ambos ojos (*t test*, $p > 0.05$, IC 95%).

— MEDIANA ◦ MEDIA • FUERA DE RANGO

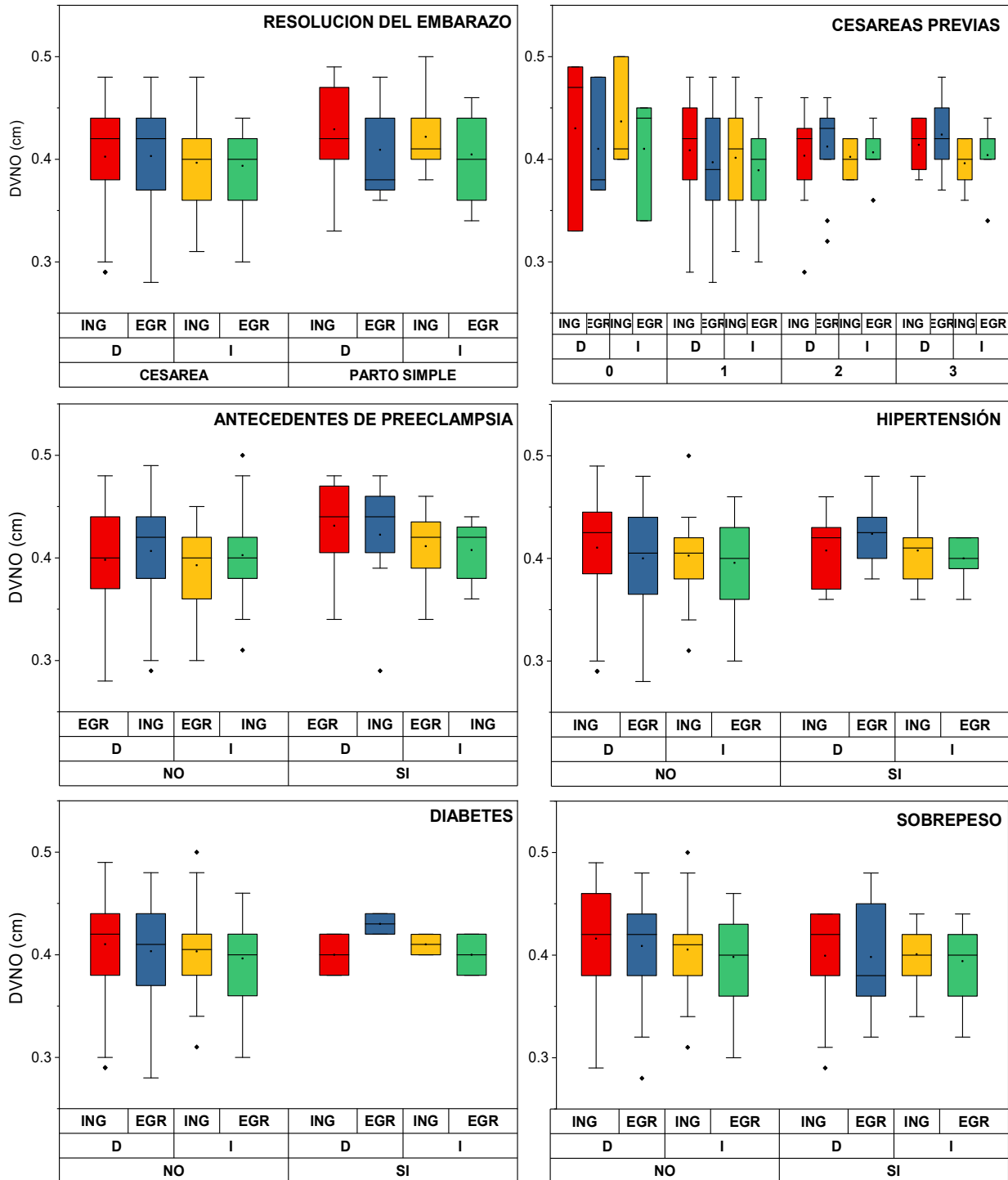


Figura 5. Distribución y dispersión de la DVNO, con respecto a la resolución del embarazo, cesáreas previas, antecedentes de preeclampsia, hipertensión, diabetes y sobrepeso (Fuente propia). (EGR = egreso, ING = ingreso, D = ojo derecho, I = ojo izquierdo).

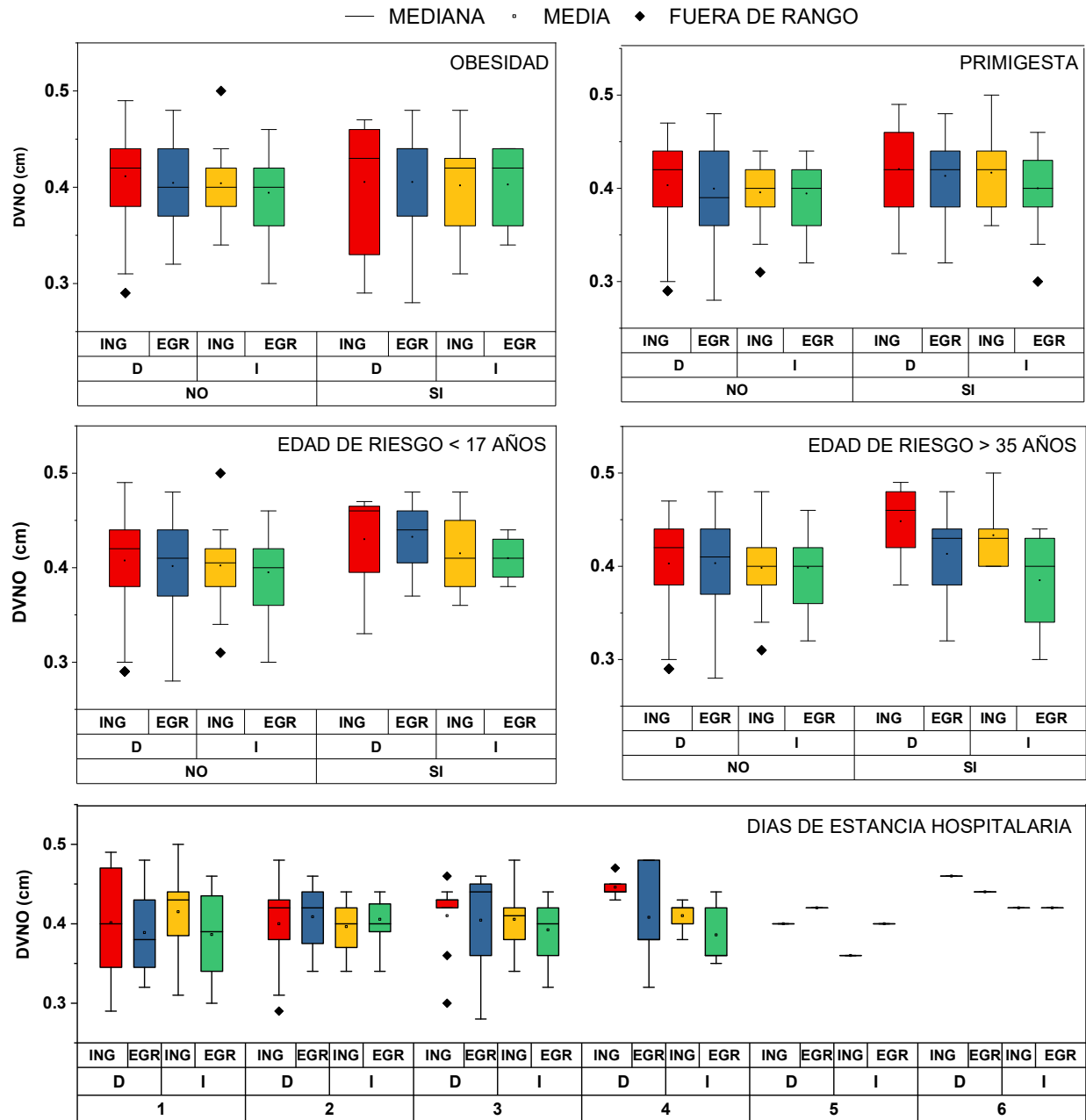


Figura 6. Distribución y dispersión de la DVNO, con respecto a la obesidad, primigesta, edad de riesgo < 17, edad de riesgo > 35 y días de estancia hospitalaria (Fuente propia) (EGR = egreso, ING = ingreso, D = ojo derecho, I = ojo izquierdo).

XI. Resultados.

Los resultados se muestran para cada uno de los ojos, tanto al ingreso como al egreso de la unidad de cuidados intensivos. Se observa que presentan tendencias muy cercanas en cuanto a la media y mediana, al igual que en la dispersión de los datos. Dentro de los mismos también se muestra que no hubo variaciones en la PIC, por lo que no hay evidencia suficiente de que las variaciones en la PIC pudieran estar relacionadas con la evolución de mejora y deterioro de los pacientes que cursan complicaciones por preeclampsia severa en el área de terapia intensiva.

La dispersión de los datos valorada asimismo en los cuadros posteriores, muestra que las tendencias centrales tienen un comportamiento parecido, mientras que las dispersiones provocan que no se encuentre evidencias suficientes para decir que algún factor de antecedentes de riesgo para preeclampsia severa influenciara alteraciones o mejoras de las DVNO tanto en el ojo derecho como en el izquierdo.

XII. Discusión.

Martínez y colaboradores en el 2014⁴⁵, identificaron en una muestra de pacientes con preeclampsia severa que el 50.3% eran primigestas, con hipertensión en un 12.4% y diabetes 6.8%. Mientras que en el presente estudio solo se observó que el 27.5% eran primigestas las mismas que se resolvieron mediante parto simple, mientras que las que no fueron primigestas se resolvieron por cesárea. La hipertensión fue mayor con un 20%, mientras que la diabetes solo fue del 5%. El tiempo promedio de estancia fue muy similar al estudio de Martínez⁴⁵, ellos obtuvieron 2.4 ± 1.43 días de estancia en el ATI, mientras que en nuestra muestra fue de 2.45 ± 1.17 días. En un estudio realizado con anterioridad en el Hospital General de Zona con Unidad de Medicina Familiar 1 del Instituto Mexicano del Seguro Social de Pachuca, Hidalgo⁴⁶, con pacientes egresadas durante el periodo 2004 a 2007, se encontró que el 44% tenían al menos una cesárea previa, mientras que en el presente estudio se encontró que un 92.5% de las pacientes tenían al menos una, lo que representa un incremento importante desde esos años a la fecha,

siendo de poco mas del doble el incremento. En cuanto a la preeclampsia previa también hubo un incremento el cual siendo en dicho estudio solo del 8.3%, para el presente se incrementó a 20%, mas del doble. La resolución del embarazo disminuyo para el caso de parto simple, ya que para el 2012 se tenia 54.8%, y ahora es de 24.5%, disminuyendo en un 100%. No obstante, de encontrarse cambios tan importantes, en el mismo estudio de López-Carbajal⁴⁶ se observó que las enfermedades previas al embarazo no mostraron asociación estadísticamente significativa con el riesgo de desarrollar preeclampsia severa.

A pesar de que todas las pacientes de la muestra de este estudio presentaron preeclampsia severa y que por dicha situación tuvieron que ser ingresados al área de terapia intensiva, ninguna de ellas presentó incrementos significativos de la presión intracraneal, de acuerdo con las mediciones de la DVNO. Dubost y colaboradores⁵, en su estudio mostraron que a ecografía de la vaina del nervio óptico es un método no invasivo para la evaluación del riesgo de elevación de la PIC. Los anterior lo sustentaron en el escho de que los espacios subaracnoideos que rodean el nervio óptico se comunican con la cavidad intracraneal y los cambios en la presión del líquido cefalorraquídeo se transmiten a lo largo de la vaina del nervio óptico. En la parte anterior del nervio óptico y particularmente en el segmento retrobulbar, el nervio está rodeado únicamente por grasa orbitaria. Por lo tanto, la vaina del nervio óptico retrobulbar es distensible y puede inflarse en caso de aumento de la presión del líquido cefalorraquídeo. Ellos se basaron en el estudio de Geeraerts y colaboradores que observaron que al comparar la medición de DVNO con otros métodos invasivos, valores arriba de 5.8 mm con una PIC elevada (>20 mm Hg) en un 95%⁴⁷. Dubost y colaboradores observaron en el 19 % de su muestra con preeclampsia valores del DVNO por arriba de 5 mm lo que sugería una incidencia sustancial de PIC en esa población. Aunque, no lograron demostrar ninguna relación entre la gravedad de la preeclampsia y la magnitud del agrandamiento del DVNO. Lo cual en cierto modo se corrobora en este estudio ya que ninguno de los pacientes involucrados mostró alteraciones de la PIC que pudieran asociarse al DVNO, puesto de en ninguno de los casos el diámetro fue

mayor a 0.49 mm. Manteniendo una tendencia en ese valor desde el ingreso de las pacientes, hasta su egreso de la ATI.

XIII. Conclusiones

De acuerdo a los resultados obtenidos en la muestra se encontró que las mujeres que cursan preeclampsia severa y que tienen que ser ingresadas al área de Terapia Intensiva del Hospital General de Pachuca de la Secretaria de Salud del Estado de Hidalgo, no presentan alteraciones de la vaina del nervio óptico durante su medición ultrasonográfica y como método indirecto para determinar hipertensión endocraneana. En concordancia con ello no se encontró evidencia suficiente de que las variaciones en la PIC pudieran estar relacionadas con la evolución de mejora y deterioro de los pacientes que cursan complicaciones por preeclampsia severa en el área de terapia intensiva.

XIV. Anexos

ANEXO A



**Secretaría de Salud de Hidalgo
Hospital General de Pachuca
Subdirección de Enseñanza e Investigación
Jefatura de Investigación**



No. Expediente _____

FORMATO DE RECOLECCIÓN DE DATOS		
1.- Nombre del Paciente:		2.- Edad: ____ años
En las siguientes preguntas marque en el cuadro de la derecha la opción que responda correctamente		
3.- Factores de riesgo para Enfermedad hipertensiva del embarazo:	1. Primigesta 2. Enfermedad hipertensiva del embarazo previa 3. Obesidad 4. Sobrepeso 5. Cesarias previas 6. Diabetes mellitus. 7. Resolución del embarazo 8. Número de gesta	
4. Edad Gestacional.		
11.- Días de Estancia hospitalaria:		
12.- Motivo de egreso:	1. Mejoría 2. Traslado a otra unidad 3. Defunción	
Monitoreo de PIC por ultrasonido y diámetro de la vaina del nervio óptico, normal 3-4.9 mm:		
Ultrasonido de vaina del nervio Optico:	Ingreso	Egreso
Ojos Derecho		
Ojo izquierdo		

ANEXO B



Secretaría de Salud de Hidalgo
Hospital General de Pachuca
Subdirección de Enseñanza e Investigación
Jefatura de Investigación



Identificación de hipertensión intracraneana mediante medición de diámetro de la vaina de nervio óptico por ultrasonido en pacientes con preeclampsia que ingresen a la unidad de terapia intensiva del Hospital General de Pachuca

Consentimiento Informado:

Pachuca, Hidalgo a _____

Yo, _____ de _____ años de edad; en mi carácter de _____, del paciente _____ de _____ años de edad, quien se encuentra en la cama _____, con diagnóstico de _____, informo que he leído y se me ha explicado el presente consentimiento y declaro libre y voluntariamente que acepto la participación del paciente mencionado en el estudio denominado **“Identificación de hipertensión intracraneana mediante medición de diámetro de la vaina de nervio óptico por ultrasonido en pacientes con preeclampsia que ingresen a la unidad de terapia intensiva del Hospital General de Pachuca”**, que se realizará en esta institución y cuyos objetivos consisten en favorecer el diagnóstico y tratamiento oportuno de la patología antes comentada, así como prevenir sus complicaciones y secuelas. Estoy consciente de que esta enfermedad (Traumatismo cráneo encefálico) por si sola es una patología grave y que puede complicarse a pesar del manejo.

Los beneficios que el paciente tendrá al participar en el estudio serán la posibilidad de proporcionar tratamiento temprano y con ello la posible prevención de complicaciones tales como: hipertensión intracraneana (aumento de la presión del cráneo), síndrome de insuficiencia respiratoria aguda, desprendimiento placentario, coagulación intravascular diseminada, ruptura de hematomas hepáticos, lesión renal aguda, encefalopatía posterior reversible, eclampsia.

Los procedimientos, pruebas y tratamientos para lograr los objetivos mencionados consisten en: medición de la vaina del nervio óptico por ultrasonidos seriados en ambos ojos: al ingreso del paciente a terapia intensiva, se continuará una medición por turno durante las primeras 24 horas posteriores al ingreso y finalmente 1 vez al día hasta que el paciente se egrese de la terapia intensiva con la finalidad de detectar y diagnosticar dichas complicaciones.

El ultrasonido de la vaina del nervio óptico es un procedimiento que consiste en la emisión de ondas de sonido dirigidas hacia el globo ocular que permite formar una imagen que se utiliza con fines de diagnóstico. Un dispositivo conocido como transductor emite las ondas de sonido hacia el globo ocular y luego recibe su eco. Una computadora se encarga de convertir dicho eco en una imagen que se muestra en una pantalla, siendo conveniente mencionar que este procedimiento no representa ningún riesgo para mi paciente durante su toma y no contribuye por si solo a agravar la condición clínica del paciente.

Es de mi conocimiento que seré libre de retirar de la presente investigación a mi paciente, en el momento que yo así lo desee, sin que esta decisión repercuta en calidad de la atención proporcionada. También que puedo solicitar información adicional de los riesgos (ninguno) y beneficios de este estudio (ya mencionados).

NOMBRE Y FIRMA DEL FAMILIAR RESPONSABLE

TESTIGO: NOMBRE Y FIRMA

TESTIGO: NOMBRE Y FIRMA

Dr. Omar Neri Alvarez

Tel: (7713827630)

Dr. Max Said Lara Pérez (Asesor de Tesis)

Dr. Jorge Chávez Pagola (Asesor Metodológico)

Dr. Sergio Muñoz Juárez (Presidente del comité de ética en investigación del Hospital General de Pachuca)

Hospital General de Pachuca. Tel. 771 713 4649

Glosario de términos

- SNC: Sistema Nervioso Central.
- PIC: Presión intracraneal.
- TCE: Traumatismo craneoencefálico.
- DVNO: Diámetro de la vaina del nervio óptico
- HELLP: Hemólisis, elevación de enzimas hepáticas, trombocitopenia.
- ALT: Alanino transferasa.
- AST: Aspartato transferasa.
- HIF1: Factor 1 inducible por hipoxia.
- sFlt: Isoforma soluble del factor de crecimiento de endotelio vascular.
- TGF β 1: Factor de crecimiento transformante beta 1.
- PlGF: Factor de crecimiento placentario.
- VEGF Factor de crecimiento de endotelio vascular.
- Pa: Pascal.
- KPa: Kilopascal.
- mmHg: milímetro de mercurio
- mmH₂O: milímetro de agua
- mHz: Megahertz
- IMSS: Instituto Mexicano del Seguro Social.

XV. Bibliografía

1. Instituto Mexicano del Seguro Social. Prevención, diagnóstico y tratamiento de la preeclampsia en segundo y tercer nivel de atención. [Online]. Ciudad de México: Instituto Mexicano del Seguro Social, Coordinación Técnica de Excelencia Clínica; 2017. Available from: <http://imss.gob.mx/profesionales-salud/gpc>.
2. IPAS. Información Básica del Estado de Hidalgo, SALUD REPRODUCTIVA. Ciudad de México;; 2021.
3. Ochoa PL, Cardozo O. Aplicaciones de la ultrasonografía en el sistema nervioso central para neuroanestesia y cuidado neurocrítico. Rev. Colomb. De Anestesiología. 2015; 43(4): p. 314-320.
4. Vogtmann R, Burk LV, Serdar M, Kimmig R, Bendix I, Gellhaus A. Systemic Maternal Human sFLT1 Overexpression Leads to an Impaired Foetal Brain Development of Growth-Restricted Foetuses upon Experimental Preeclampsia. Oxidative Medicine and Cellular Longevity. 2022;; p. 1-23.
5. Wilkerson RG, Ogunbodede AC. Hypertensive disorders of pregnancy. Emergency Medicine Clinics. 2019; 37(2): p. 301-316.
6. Agrawal A, Wenger NK. Hypertension during pregnancy. Current Hypertension Reports. 2020; 22(9): p. 1-9.
7. Magee LA, Pels A, Helewa M, Rey E, von Dadelszen P. Diagnosis, evaluation, and management of the hypertensive disorders of pregnancy: executive summary. Journal of Obstetrics and Gynaecology Canada. 2014; 36(5): p. 416-441.

8. Sattar A, Manousakis G, Jensen MB. Systematic review of reversible cerebral vasoconstriction syndrome. *Expert Review of Cardiovascular Therapy*. 2010; 8(10): p. 1417-1421.
9. Simenc GB, Ambrozic J, Prokselj K, Tul N, Cvijic M, Mirkovic T, et al. Optic nerve ultrasound for fluid status assessment in patients with severe preeclampsia. *Radiology and Oncology*. 2018; 52(4): p. 377-382.
10. Dubourg J, Javouhey E, Geeraerts T, Messerer M, Kassai B. Ultrasonography of optic nerve sheath diameter for detection of raised intracranial pressure: a systematic review and meta-analysis. *Intensive Care Medicine*. 2011; 37: p. 1059–1068.
11. Steiner LA, Andrews PJD. Monitoring the injured brain: ICP and CBF. *British Journal of Anaesthesia*. 2006; 97(1): p. 26-38.
12. Raboel PH, Bartek J, Andresen M, Bellander BM, Romner B. Intracranial pressure monitoring: Invasive versus non-invasive methods – A review. *Critical care research and practice*. 2012; 2012: p. 1-14.
13. Tayal VS, Neulander M, Norton HJ, Foster T, Saunders T, Blaivas M. Emergency department sonographic measurement of optic nerve sheath diameter to detect findings of increased intracranial pressure in adult head injury patients. *Annals of emergency medicine*. 2007; 49(4): p. 508-514.
14. Moretti R, Pizzi BJAAS. Ultrasonography of the optic nerve in neurocritically ill patients. *Acta Anaesthesiologica Scandinavica*. 2011; 55(6): p. 644–652.
15. Kim YK, Seo H, Yu J, Hwang GS. Noninvasive estimation of raised intracranial pressure using ocular ultrasonography in liver transplant recipients with acute liver failure – A report of two cases. *Korean journal of anesthesiology*. 2013; 64(5): p. 451–455.

16. Iencean SM, Ciurea AV. Intracranial Hypertension, Neurology – Laboratory and Clinical Research Developments Series New York : Nova Biomedical Books; 2009.
17. Harary M, Dolmans RG, Gormley WB. Intracranial pressure monitoring—review and avenues for development. *Sensors*. 2018; 18(2): p. 465.
18. Moraes FMD, Silva GS. Noninvasive intracranial pressure monitoring methods: a critical review. *Arquivos de Neuro-Psiquiatria*. 2021; 79(5): p. 437-446.
19. Rajajee V, Fletcher JJ, Rochlen LR, Jacobs TL. Comparison of accuracy of optic nerve ultrasound for the detection of intracranial hypertension in the setting of acutely fluctuating vs stable. *Critical Care*. 2012; 16(3): p. 1-12.
20. Rajajee V, Vanaman M, Fletcher JJ, Jacobs TL. Optic nerve ultrasound for the detection of raised intracranial pressure. *Neurocritical care*. 2011; 15(3): p. 506-515.
21. Agrawal A, Cheng R, Tang J, Madhok DY. Comparison of two techniques to measure optic nerve sheath diameter in patients at risk for increased intracranial pressure. *Critical care medicine*. 2019; 47(6): p. e495-e501.
22. Swanson JW, Aleman TS, Xu W, Ying GS, Pan W, Liu GT, et al. Evaluation of optical coherence tomography to detect elevated intracranial pressure in children. *JAMA ophthalmology*. 2017; 135(4): p. 320-328.
23. Dubost C, Le Gouez A, Jouffroy V, Roger-Christoph S, Benhamou D, Mercier FJ, et al. Optic nerve sheath diameter used as ultrasonographic assessment of the incidence of raised intracranial pressure in preeclampsia: a pilot study. *The Journal of the American Society of Anesthesiologists*. 2012; 116(5): p. 1066-1071.
24. Favela CBA, Salas JO, del Vivar EGUR, Uruga EJC. Estudio comparativo del nervio óptico mediante ecografía transorbital en mujeres sanas, embarazadas

- y con preeclampsia-eclampsia. *Anales Médicos de la Asociación Médica del Centro Médico ABC*. 2017; 62(3): p. 166-171.
25. Singh SK, Bhatia K. Ultrasonographic optic nerve sheath diameter as a surrogate measure of raised intracranial pressure in severe pregnancy-induced hypertension patients. *Anesthesia, Essays and Researches*. 2018; 12(1): p. 42.
 26. Bezerra PC, Leão MD, Queiroz JW, Melo EM, Pereira FV, Nóbrega MH, et al. Family history of hypertension as an important risk factor for the development of severe preeclampsia. *Acta obstetrica et gynecologica Scandinavica*. 2010; 89(5): p. 612-617.
 27. Sananes N, Gaudineau A, Akladios CY, Lecointre L, Langer B. Hipertensión arterial y embarazo. *EMC-Ginecología-Obstetricia*. 2016; 52(2): p. 1-15.
 28. Ayala PFD, Moreno RKF, Valdivieso OV, Morales AS. Influencia del periodo intergenésico largo en el riesgo de preeclampsia. *Revista Peruana de Investigación Materno Perinatal*. 2022; 11(2): p. 21-26.
 29. Moreno GS, Pérez MJL, Gutiérrez HL, Martínez GJJ, Muñoz JS. Identificación de hipertensión intracraneana mediante medición del diámetro de la vaina del nervio óptico por ultrasonido en pacientes con traumatismo craneoencefálico que ingresen a la UTI del Hospital General de Pachuca. In RESÚMENES DE TRABAJOS LIBRES Y TRABAJOS DEL CONCURSO ACADÉMICO «PREMIO MARIO SHAPIRO» 2019 DEL XLVI CONGRESO ANUAL DEL COLEGIO MEXICANO DE MEDICINA CRÍTICA; 2019; León, Guanajuato: Medicina crítica (Colegio Mexicano de Medicina Crítica) 33(5). p. 264-284.
 30. Argimon PJMP, Jimenez VJ. *Métodos de investigación clínica y epidemiológica*. 3rd ed. Madrid, España: Elsevier Health Sciences; 2004.
 31. Martínez SLM, Agudelo VCA, Rodríguez GMÁ, Cardona VJ, Becerra UDE, Palacio GD, et al. Perfil clínico y epidemiológico de pacientes con preeclampsia

- atendidas en una clínica privada de Medellín, Colombia (2005-2010). *Clínica e Investigación En Ginecología y Obstetricia*. 2014; 41(2): p. 66–70.
32. DGE. Informes Semanales para la Vigilancia Epidemiológica de Morbilidad Materna Extremadamente Grave 2022. Secretaría de Salud , Dirección General de Epidemiología; 2022. Report No.: Semana Epidemiológica 47.
 33. Flores MMM, Vélez RSM. Incidencia y severidad de la preeclampsia en el Ecuador. *Dominio de las Ciencias*. 2022; 8(1): p. 876-884.
 34. Wang W, Xie X, Yuan T, Wang Y, Zhao F, Zhou Z, et al. Epidemiological trends of maternal hypertensive disorders of pregnancy at the global, regional, and national levels: a population-based study. *BMC pregnancy and childbirth*. 2021; 21(1): p. 1-10.
 35. Torrez MF, Llanos EA. Síndrome de encefalopatía posterior reversible en preeclampsia grave. *Gaceta Médica Boliviana*. 2019; 42(1): p. 79-83.
 36. Zepeda MAD, Carrillo ER. Medición ultrasonográfica del diámetro de la vaina del nervio óptico como marcador de hipertensión intracraneana. *Revista Mexicana de Anestesiología*. 2017; 40(S1): p. 255-257.
 37. López CMJ, Manríquez MME, Gálvez CD, Ramírez JE. Factores de riesgo asociados con preeclampsia. *Revista Médica del Instituto Mexicano del Seguro Social*. 2012; 50(5): p. 471-476.
 38. Nava GEN, Nungaray GL, Salcedo GA, Cisneros RF, Perales DJ, Durán LA. Morbilidad materna extrema: intervenciones médico-quirúrgicas e indicadores para evitar la muerte materna. *Ginecología y obstetricia de México*. 2020; 88(9): p. 606-614.
 39. Valdés YM, Hernández NJ. Factores de riesgo para preeclampsia. *Revista Cubana de Medicina Militar*. 2014; 43(3): p. 307-316.

40. Ben DA, Glasser S, Schiff E, Zahav AS, Boyko V, Lerner GL. Pregnancy and birth outcomes among primiparae at very advanced maternal age: at what price? *Maternal and child health journal*. 2016; 20(4): p. 833-842.
41. Bracamonte PJ, López BV, Mendicuti M, Ponce PJM, Sanabrais LMJ, Mendez DN. Características clínicas y fisiológicas del síndrome de Hellp. *Revista biomédica*. 2018; 29(2): p. 33-41.
42. Galaviz HC, Sosa MM, Teran E, E. GJ, Lazalde BP. Paternal determinants in preeclampsia. *Frontiers in physiology*. 2019; 9(1870): p. 1-7.
43. García CCN. Alteraciones del diámetro de la vaina del nervio óptico en embarazadas con hipertensión arterial, Tesis de Especialidad Veracruz, Ver: Universidad Veracruzana; 2019.
44. Geeraerts T, Merceron S, Benhamou D, Vigue B, Duranteau J. Non-invasive assessment of intracranial pressure using ocular sonography in neurocritical care patients. *Intensive Care Medicine*. 2008; 34(11): p. 2062–2067.
45. Treggiari MM, Schutz N, Yanez ND, Romand JA. Role of intracranial pressure values and patterns in predicting outcome of traumatic brain injury: a systematic review. *Neurocrit Care*. 2007; 6: p. 104-112.
46. Karrar SA, Hong PL. *Preeclampsia Treasure Island (FL): StatPearls Publishing; 2023.*
47. Villaseñor CP, Palacios MM, González AB. Principios físicos básicos del ultrasonido. *Investigación en Discapacidad*. 2012; 1(1): p. 25-34.