

## Eco doppler de la arteria oftálmica en pacientes con trastorno hipertensivo del embarazo

Juan Carlos Oviedo Guarino<sup>1</sup>, Lizzy Kathelly Uribe Portilla<sup>2</sup>, Wladimir Moreira<sup>3</sup>.

### RESUMEN

**Objetivo:** evaluar las características de la onda de velocidad de flujo al doppler de la arteria oftálmica en pacientes con trastorno hipertensivo del embarazo y embarazadas sanas.

**Métodos:** estudio prospectivo, descriptivo, comparativo y transversal, incluyó 180 embarazadas que acudieron a la unidad de ecografía de la Maternidad Concepción Palacios entre enero y diciembre 2014, a quienes se les realizó ecografía doppler de la arteria oftálmica.

**Resultados:** en gestantes sanas se obtuvo: pico de velocidad sistólico  $39,80 \pm 8,39$  cm/s, pico de velocidad diastólico  $19,02 \pm 5,00$  cm/s, diferencia entre ambos  $20,78 \pm 5,88$  cm/s; índice de resistencia  $0,81 \pm 0,22$  cm/s y de pulsatilidad  $2,06 \pm 0,61$  cm/s. En pacientes con preeclampsia leve se obtuvo: pico de velocidad sistólico  $35,18 \pm 2,99$  cm/s, pico de velocidad diastólico de  $23,72 \pm 3,19$  cm/s, diferencia entre ambos  $11,47 \pm 1,47$  cm/s; índice de resistencia  $0,71 \pm 0,08$  cm/s y el de pulsatilidad  $1,26 \pm 0,31$  cm/s. En pacientes con preeclampsia grave se obtuvo: pico de velocidad sistólico  $30,37 \pm 3,89$  cm/s, pico de velocidad diastólico  $26,30 \pm 3,98$  cm/s con una diferencia entre ambos de  $4,07 \pm 1,01$  cm/s; índice de resistencia  $0,70 \pm 0,08$  cm/s y de pulsatilidad de  $1,18 \pm 0,11$  cm/s.

**Conclusiones:** el sistema nervioso central en las pacientes con trastorno hipertensivo del embarazo preeclampsia grave, se encuentra vasodilatado.

Palabras clave: Doppler, Arteria oftálmica, Preeclampsia, Vasodilatado.

### SUMMARY

**Objective:** to evaluate the characteristics of the wave doppler flow velocity of ophthalmic artery in patients with hypertension of pregnancy disorder and pregnant healthy.

**Methods:** prospective, descriptive, comparative and transversal study included 180 pregnant women who attended the unity of ultrasound of the Maternidad Concepción Palacios between January and December 2014, who held the ophthalmic artery doppler ultrasound.

**Results:** in pregnant healthy is obtained: peak of speed systolic  $39.80 \pm 8.39$  cm/s, peak of speed diastolic  $19.02 \pm 5.00$  cm/s, difference between both  $20.78 \pm 5.88$  cm/s; resistance index  $0.81 \pm 0.22$  cm/s and pulsatility  $2.06 \pm 0.61$  cm/s. In patients with mild pre-eclampsia was obtained: peak systolic speed  $35.18 \pm 2.99$  cm/s, diastolic rate peak of  $23.72 \pm 3.19$  cm/s, the difference between both  $11.47 \pm 1.47$  cm/s; resistance index  $0.71 \pm 0.08$  cm/s and the pulsatility  $1.26 \pm 0.31$  cm/s. In patients with severe pre-eclampsia was obtained: peak systolic speed  $30.37 \pm 3.89$  cm/s, peak diastolic speed  $26.30 \pm 3.98$  cm/s with a difference of  $4.07 \pm 1.01$  cm/s; resistance index  $0.70 \pm 0.08$  cm/s and pulsatility of  $1.18 \pm 0.11$  cm/s.

**Conclusions:** the central nervous system in patients with hypertensive disorders of pregnancy, severe preeclampsia, is vasodilated.

Keywords: Doppler, Ophthalmic artery, Preeclampsia, Vasodilated.

## INTRODUCCIÓN

La hipertensión en el embarazo continúa siendo un problema mayor de salud perinatal en todo el mundo. Es

una de las mayores causas de prematuridad, mortalidad perinatal y figura además entre las primeras causas de muerte materna, tanto en países industrializados como aquellos en desarrollo. Su incidencia estadística a nivel mundial oscila entre 2 % - 10 % (1).

La terminología empleada para denominar a esta patología ha sido cambiante. En la actualidad los términos más aceptados son hipertensión inducida por el embarazo, si no está acompañada por proteinuria, y

<sup>1</sup> Médico Especialista en Obstetricia y Ginecología, y Medicina Materno Fetal, egresado de la Maternidad Concepción Palacios. <sup>2</sup> Médico Especialista en Obstetricia y Ginecología, egresada de la Maternidad Concepción Palacios. <sup>3</sup> Médico Especialista en Obstetricia y Ginecología, Adjunto del Servicio de Medicina Materno Fetal, Maternidad Concepción Palacios.

preeclampsia cuando la proteinuria está presente. La preeclampsia (PE) es una enfermedad multisistémica de causa desconocida que puede manifestarse en la segunda mitad del embarazo, en el parto o en el puerperio inmediato. La misma se caracteriza por una respuesta materna, inmunológica – vascular anormal a la implantación del producto de la concepción, que se manifiesta a través de una función endotelial alterada, representada por la activación de la cascada de la coagulación, y un aumento de la resistencia vascular periférica y de la agregación plaquetaria. La enfermedad tiene un periodo de evolución preclínico, antes de las 20 semanas de gestación, y un periodo clínico, el cual se presenta en la segunda mitad del embarazo con hipertensión, proteinuria y otras alteraciones sistémicas. El signo hipertensión es el marcador que define y marca el pronóstico de la enfermedad. El mayor incremento de las cifras tensionales sobre sus niveles basales es reflejo de un mayor desequilibrio entre las sustancias vasoactivas que la controlan (2). Tomando en cuenta que las modificaciones hemodinámicas del sistema nervioso central (SNC) durante el embarazo son poco estudiadas y por lo tanto poco comprendidas cuando son comparadas con los cambios que ocurren en los compartimientos periféricos maternos, y a la actual discrepancia entre los autores sobre si existe o no vasodilatación o vasoconstricción del SNC en pacientes embarazadas con trastorno hipertensivo del embarazo (THE) (3), se ha decidido plantear este trabajo de investigación. La velocimetría *doppler* de la arteria oftálmica es una nueva modalidad de examen no invasivo que ha sido empleada en el estudio de los vasos del territorio central materno durante el embarazo (4). Estas arterias tienen similitudes embriológicas, anatómicas y funcionales con las arteriolas del sistema nervioso central, lo que permite inferir mediante el estudio *doppler* y los índices de pulsatilidad (IP), resistencia (IR) pico de velocidad sistólico (PVS), o P1 y el pico de velocidad diastólico (PVD) o P2, el comportamiento hemodinámico de las arterias centrales intracraneanas (5).

En vista de que los trastornos hipertensivos del embarazo ocasionan una alta incidencia de morbimortalidad materna con deterioro de las funciones centrales y el interés científico en la ampliación del conocimiento de la circulación intracraneana de embarazadas normales y con enfermedades que afectan el sistema hemodinámico como los trastornos hipertensivos del embarazo, se ha planteado estudiar las modificaciones hemodinámicas

en el SNC evaluando de forma no invasiva, con el uso de la ecografía *doppler*, los posibles cambios en los flujos sanguíneos del sistema nervioso central, pudiendo así, luego de evaluar las diferentes características de la misma establecer si existe vasoconstricción o vasodilatación de los vasos centrales en pacientes que cursen con trastorno hipertensivo del embarazo. Al establecer los cambios que la hipertensión inducida por el embarazo produce en la vasculatura del SNC a través de la evaluación de la arteria oftálmica y relacionarlos con la severidad de la enfermedad, es posible inferir si tales cambios son progresivos y de ser así, si preceden o no a la manifestación clínica. Ello permitirá establecer la utilidad del *doppler* de la arteria oftálmica para predecir la evolución de la enfermedad y para instaurar medidas para prevenir.

En la literatura médica se reportan algunos estudios relacionados con el tema. Belfort y col. (6) encontraron que las mujeres con preeclampsia muestran una relación diferente entre la presión arterial y el índice de resistencia en la arteria oftálmica y central de la retina en comparación con mujeres embarazadas normales. Por su parte, Diniz y col. (7) reportan que el *doppler* de la arteria oftálmica es un nuevo parámetro que se puede utilizar en el diagnóstico diferencial y clasificación de los trastornos hipertensivos en el embarazo. En el año 2008, estos autores observaron que la reducción de la impedancia vascular con hiperperfusión orbital estuvo presente en las mujeres con preeclampsia grave en comparación a las mujeres embarazadas con preeclampsia leve y sanas (8). Carneiro y col. (9) no encontraron correlación entre la edad gestacional y los índices *doppler* velocimétricos de la arteria oftálmica en un grupo de 276 embarazadas normales. Quedó establecido que los índices *doppler* velocimétricos de las arterias oftálmicas no se modifican significativamente a lo largo del embarazo. Según Oliveira y col. (10), la velocimetría *doppler* es una técnica reproducible para la evaluación de la arteria oftálmica pudiendo utilizar un análisis unilateral de los índices de pulsatilidad y resistencia. El análisis de regresión lineal indicó que otros factores se asocian con una disminución del IR e IP con el avance de la edad gestacional no observando cambios significativos durante todo el embarazo. Brandao y col. (11) reportan la presencia de disfunción endotelial y la hipoperfusión central pero no hay diferencia estadística significativa entre embarazadas sin THE y el síndrome preeclampsia/eclampsia.

La vascularización del cerebro, está organizada a partir de dos sistemas vasculares, uno anterior, el sistema carotídeo y uno posterior, el sistema vertebral. Ambos llegan desde el cuello y atraviesan la base del cráneo, dentro del mismo, ambos sistemas se anastomosan, formando el Polígono de Willis situado en la base del cerebro por delante del tronco cerebral y por detrás del quiasma óptico. El sistema carotídeo está formado por las arterias carótidas internas que nacen de la bifurcación de la carótida primitiva, la primera porción de la arteria o segmento cervical (C1), asciende por el cuello hasta llegar a la base del cráneo donde ingresa al mismo a través del agujero carotideo y de ahí comienza su trayecto intrapetroso (C2), al salir de este ingresa al seno cavernoso, porción intracavernosa (C3), del cual emerge perforando el techo del mismo y aparece por debajo de la apófisis clinioidea anterior y del nervio óptico. De este segmento (C4) se desprende la arteria oftálmica, que acompaña al nervio óptico, que prestará la irrigación para la órbita y el globo ocular.

La arteria oftálmica es la arteria del bulbo ocular y de las formaciones orbitarias, es rama de la arteria carótida interna, se origina en la base del cráneo medial a la apófisis clinoides anterior, se sitúa sobre la cara inferolateral (externa) del nervio óptico, con este se dirige adelante y lateral (afuera) pasa al canal (conducto óptico) y entra en la órbita, cambia de dirección y se dirige entonces hacia arriba, medial y adelante cruzando la cara superior del nervio óptico. Sigue la pared medial interna de la órbita, a lo largo del músculo oblicuo mayor, termina a nivel de su polea de reflexión dando la arteria frontal y nasal. Las ramas colaterales se las divide en tres grupos según se originen lateralmente por afuera, por arriba o medialmente al nervio óptico. Lateral al nervio óptico nacen la arteria lagrimal y la arteria central de la retina. Por arriba del nervio óptico se originan la arteria supraorbitaria y las arterias ciliares cortas posteriores y medial al nervio óptico la arteria etmoidal posterior, la arteria etmoidal anterior, la arteria palpebral inferior y la arteria palpebral superior (12).

Dentro de los cuadros hipertensivos la preeclampsia es una entidad de gran interés por presentar una incidencia elevada, variando de 5 % a 10 %, además de las altas tasas de morbimortalidad materna y perinatal en todo el mundo.

En el año 2001, Belfort y col. (13) describieron los

cambios fisiológicos en la circulación cerebral en la mujer embarazada mediante la utilización de la ecografía *doppler* transcraneal (DTC). Observaron la disminución progresiva de las velocidades sistólicas y medias a medida que el embarazo avanza, conservando las velocidades diastólicas sus valores iniciales, también sugirieron que existe una disminución progresiva del índice de pulsatilidad y un aumento progresivo de la presión de perfusión cerebral (PPC). Estos dos últimos parámetros se determinan en forma indirecta, el primero se vincularía a un mecanismo adaptativo ante el incremento de la volemia y el aumento del índice cardíaco. Según los autores, la PPC aumentó entre la semana 12ª a 40ª de gestación. Sin embargo, este último hallazgo fue objeto de numerosas críticas al considerar que la presión intracraneana (PIC) no se modifica durante la gestación y que la tensión arterial media TAM disminuye en el curso del segundo trimestre. Por su parte Williams y col. (14), determinaron en gestantes normotensas que la presión sistólica de la onda de flujo sanguíneo cerebral (FSC) se mantenía constante durante el primero y segundo trimestre, para luego descender entre la semana 29ª y 36ª del embarazo, no vinculado con cambios en la TAM. Otros autores coincidieron al expresar los cambios observados durante el embarazo normal. La velocidad sistólica y el índice de resistencia en la arteria cerebral media disminuyen en un valor cercano al 20 %, mientras la PPC aumenta 50 % desde el inicio del embarazo hasta su término. La perfusión cerebral expresada como índice se incrementa 10 % aproximadamente (15).

En la preeclampsia la velocidad del FSC se encuentra aumentada, esta es una afirmación sustentada por todos los investigadores (15). Sin embargo, las causas que originan esta alteración continúan siendo motivo de especulaciones. Al menos desde el punto de vista teórico podría responder a dos situaciones, el vasoespasmo de las arterias del polígono de Willis y sus principales ramas, o a la vasodilatación de la microvasculatura correspondiente al territorio de la arteria insonorizada. Sin embargo el vasoespasmo arterial no resulta un hallazgo constante en los estudios por imágenes. Por otra parte, estos estudios pusieron en evidencia que el diámetro de las grandes arterias de la base del cráneo se mantiene constante. Todo parece indicar que en el periodo inicial del desarrollo de la enfermedad preecláptica, la velocidad del FSC se incrementa por vasodilatación arteriolar (16). El segundo hallazgo

indiscutible es que en la preeclampsia la TAM aumenta, este aumento condiciona un incremento de la PPC. Esta afirmación responde a la lógica, si se considera que la PIC es normal en preeclámpticas sin lesiones encefálicas; sin embargo, cuando se estudian la PPC y la TAM en pacientes con preeclampsia, no se observa relación alguna entre ellas (17).

Se define al trastorno hipertensivo del embarazo (THE), como una presión arterial (PA) igual o superior a 140/90 mmHg de sistólica y diastólica, respectivamente, sin sintomatología ni alteraciones graves en los valores del laboratorio ni en las pruebas de salud fetal, en una embarazada con más de 20 semanas de gestación sin antecedentes de hipertensión crónica. Si los valores de presión arterial igualan o superan los 160/110 mmHg, aún en ausencia de proteinuria, el cuadro es considerado severo y tratado como se indica al referirse a la preeclampsia (18).

En cuanto al tratamiento de los trastornos hipertensivos del embarazo cuando se establece un cuadro grave, el magnesio podría tener un efecto cerebral localizado. Es sabido, por ejemplo, que produce vasodilatación con la subsiguiente reducción de la isquemia cerebral (19) y/o el bloqueo del daño neuronal asociado a la isquemia. El mecanismo propuesto para la vasodilatación es la relajación del músculo liso y se ha sugerido que el magnesio puede tener un efecto generalizado sobre todo el músculo liso, incluyendo la vasculatura periférica y el útero. Alternativamente, cualquier efecto del sulfato de magnesio sobre el control de las convulsiones eclámpticas puede ser, total o parcial, a través de su papel como bloqueador de los receptores N- metilaspártato (NMDA) en el cerebro. Estos receptores NMDA son activados en respuesta a la asfixia, llevando un flujo de calcio hacia las neuronas que causaría la injuria celular. Se dice que el magnesio podría bloquear estos receptores, reduciendo así el mecanismo antes dicho y protegiendo a las neuronas del daño (19, 20).

Las primeras publicaciones sobre el empleo de la velocimetría *doppler* a color para el análisis de la circulación orbital ocurrieron a final de la década de los ochenta, cuando se describieron los patrones de normalidad de los vasos arteriales y venosos (21, 22). El empleo del método *doppler* para el análisis de los vasos orbitales en embarazadas tuvo inicio en la década de 1990 cuando se evaluó la arteria oftálmica en pacientes con preeclampsia, para ese momento, el hallazgo de

la caída de los índices de pulsatilidad (IP) contrarió la hipótesis fisiopatológica inicial de vasoconstricción en el territorio ocular (3). Posteriormente, varios autores publicaron sobre este asunto, confirmando la presencia de signos de vasodilatación en la arteria oftálmica y central de la retina asociado a hipoperfusión orbital en los casos de preeclampsia (7). La onda de velocidad de flujo al *doppler* de la arteria oftálmica se caracteriza por ser una onda monofásica que presenta un ascenso sistólico rápido con la presencia de un primer pico afilado denominado pico de velocidad sistólico (PVS) seguido de un descenso lento hacia la diástole mostrando entre las incisuras proto y mesodiastólica el segundo pico o pico de velocidad diastólico (PVD), conformando así el patrón dicrótico clásico de este vaso. La onda de velocidad de flujo en pacientes con preeclampsia grave presenta elevación marcada del segundo pico de velocidad en mesodiástole después de la incisura protodiastólica (3, 8) (figuras 1 y 2). Por lo tanto la arteria oftálmica puede indicar sobre el estatus de las arterias centrales intracraneanas de pequeño calibre que son inaccesibles a las técnicas de examen no invasivos disponibles en la actualidad.

## MÉTODOS

Se realizó un estudio prospectivo, descriptivo, comparativo, de corte transversal que incluyó 180 embarazadas entre las 20 y 40 semanas, distribuidas

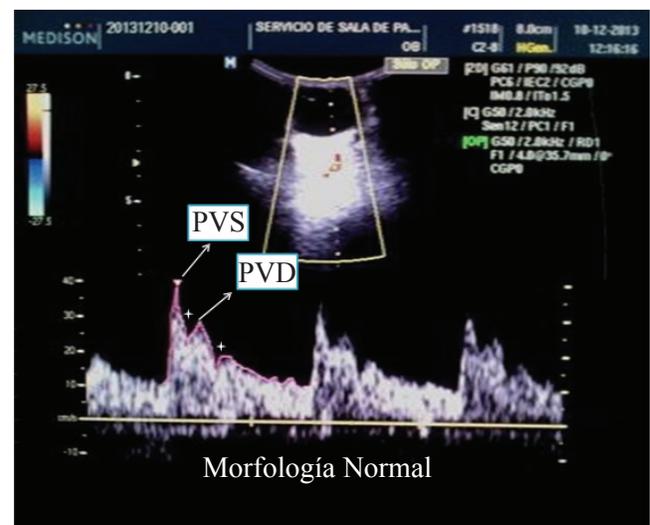


Figura 1.  
Onda *doppler* en embarazadas sanas.

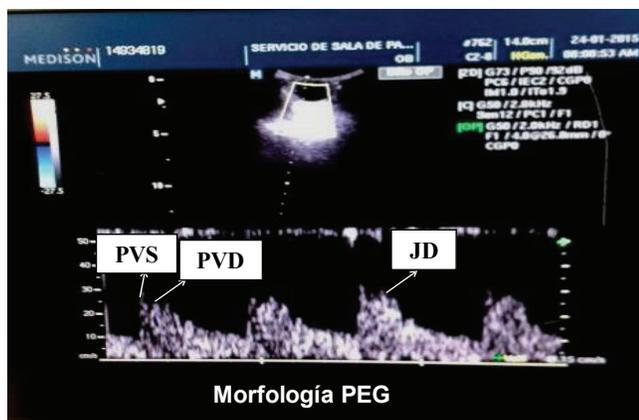


Figura 2.

Onda *doppler* en embarazadas con preeclampsia grave.

en tres grupos, 90 pacientes sanas, 30 preeclámpticas graves (PEG) y 60 preeclámpticas leves (PEL). Se excluyeron aquellas con isoinmunización Rh, diabetes mellitus con vasculopatía, enfermedad inmunomediada, hipertensión arterial crónica, tratamiento con MgSO<sub>4</sub>, alfametilodopa, aspirina y L-arginina y embarazo múltiple. Todas las pacientes firmaron un formato de consentimiento informado

A todas se les practicó el estudio según la siguiente técnica: con transductor lineal electrónico frecuencia 7,5 MHz, filtro de 50 Hz, ángulo de insonación del *doppler* por debajo de 20°, frecuencia de repetición de pulso aproximado de 125 KHz, volumen de muestra de 2 mm. Las pacientes se mantuvieron 10 minutos en reposo, en decúbito lateral izquierdo antes de la realización del examen, al momento del inicio del estudio se ubicaron en decúbito dorsal colocándose con los ojos cerrados y, previa aplicación de gel estéril, se ubicó el transductor transversalmente sobre el párpado superior. El examinador realizó movimientos en sentido craneocaudal identificando inicialmente el nervio óptico, la estructura hipoeoica adyacente y posterior al globo ocular que fue usada como punto de referencia para la identificación de los vasos sanguíneos. Posteriormente se accionó una muestra de *doppler* color que se ubicó próxima al nervio óptico para la identificación de los vasos sanguíneos, sin presionar el transductor a fin de evitar la movilización excesiva de los ojos, lo que dificultaría la ejecución del examen y llevaría a alteración de los índices velocimétricos. La primera arteria identificada es la arteria central de la retina, visualizada en el interior de los 5 mm próximos del nervio óptico, y su onda de velocidad de flujo es pulsátil con bajas

velocidades, siendo eventualmente necesario reducir el PRF para obtener mejor registro. La arteria oftálmica es detectada más profundamente en la cara temporal de la región retrobulbar con el transductor colocado con orientación ligeramente caudal al eje transversal del globo ocular. Es posible localizar su cruce anterior al nervio óptico, prosiguiendo medialmente con relación al nervio en su porción más superficial. Su flujo debe ser registrado a aproximadamente 15 mm del disco óptico. Es importante no confundir la arteria oftálmica con las ciliares posteriores, ya que estas pueden ser identificadas próximas al nervio óptico y posteriormente a la arteria central de la retina. Las arterias ciliares presentan el mismo patrón de onda de velocidad de flujo dicrótico, aunque sus picos de velocidades son menores que los de la arteria oftálmica. Después de la identificación de los vasos oculares, se registran por lo menos seis ondas sin cambio de patrón para posterior medición de los índices velocimétricos en una misma onda. Para cuantificación de la onda de velocidad de flujo se utilizan el IP, IR, PVS y PVD. Luego de realizar la evaluación *doppler* las pacientes fueron llevadas al área de sala de partos para el control y seguimiento de la patología en cuestión.

Una vez obtenidas todas las muestras se procedió a tabular los datos y se aplicó el tratamiento estadístico correspondiente. Se utilizó el SPSS para Windows 20, para la recolección de datos al ser variables cuantitativas las mismas se analizaron mediante medias y desviaciones estándar. Posteriormente se resumieron en tablas y/o gráficos diseñados para tal fin empleando contrastes de promedios con la t-Student y sus respectivos valores P.

## RESULTADOS

El pico de velocidad sistólico o P1 en las pacientes sanas fue de  $39,80 \pm 8,39$  cm/seg, en pacientes con preeclampsia leve de  $35,18 \pm 2,99$  cm/seg y en pacientes con preeclampsia grave de  $30,37 \pm 3,89$  cm/seg, ( $P < 0,00001$ ). El pico de velocidad diastólico o P2 en pacientes sanas fue de  $19,02 \pm 5,00$  cm/seg en preeclampsia leve  $23,72 \pm 3,19$  cm/seg y en preeclampsia grave  $26,30 \pm 3,98$  cm/seg, ( $P < 0,003$ ) (Tabla 1).

En la tabla 2 se presenta el patrón *doppler* de la onda de velocidad de flujo de la arteria oftálmica. En pacientes sanas el IR fue de  $0,81 \pm 0,22$  cm/seg, en pacientes con preeclampsia leve el IR de  $0,71 \pm 0,08$  cm/seg y

Tabla 1  
Picos de velocidad, sistólico y diastólico promedio según cada grupo de estudio.

	Sanas N = 90	Preeclampsia leve N= 60	Preeclampsia grave N= 30	P
Pico de velocidad sistólico (X±DE) cm/seg	39,80 ± 8,39	35,18 ± 2,99	30,37 ± 3,89	0,00001
Pico de velocidad diastólico (X±DE) cm/seg	19,02 ± 5,00	23,72 ± 3,19	26,30 ± 3,98	0,003

Tabla 2  
Índices de resistencia y pulsatilidad promedio según cada grupo de estudio

	Sanas N = 90	Preeclampsia leve N= 60	Preeclampsia grave N= 30	P
Índice de resistencia (X±DE) cm/seg	0,81 ± 0,22	0,71 ± 0,08	0,70 ± 0,08	0,577
Índice de pulsatilidad (X±DE) cm/seg	2,06 ± 0,61	1,26 ± 0,31	1,18 ± 0,11	0,077

Tabla 3  
Diferencias promedio de los picos de velocidad sistólico y diastólico según cada grupo de estudio.

	Sanas N = 90	Preeclampsia leve N= 60	Preeclampsia grave N= 30	P
P1 – P2 (X±DE) cm/seg	20,78 ± 5,88	11,47± 1,47	4,07 ± 1,01	0,0001

para las pacientes con preeclampsia grave el IR fue de  $0,70 \pm 0,08$  cm/seg ( $P=0,577$ ). El IP en pacientes sanas fue de  $2,06 \pm 0,61$  cm/seg, en pacientes con preeclampsia leve el IP de  $1,26 \pm 0,31$  cm/seg y para las pacientes con preeclampsia grave el IP fue de  $1,18 \pm 0,11$  cm/seg, ( $P=0,077$ ).

La comparación de los picos de velocidad de flujo P1 y P2 se observa en la tabla 3. El diferencial entre ambos picos en pacientes sanas fue de  $20,78 \pm 5,88$  cm/seg, en paciente con preeclampsia leve de  $11,47 \pm 1,47$  cm/seg y para las pacientes con preeclampsia grave de  $4,07 \pm 1,01$  cm/seg, ( $P < 0,0001$ ).

## DISCUSIÓN

Conocer el comportamiento del sistema nervioso central en las pacientes con trastorno hipertensivo del embarazo se ha convertido en un reto para los servicios de alto riesgo obstétrico por lo que, en 2001, Belfort y col. (6) encontraron que las mujeres con preeclampsia muestran IP bajos, lo que sugiere hiperperfusión tisular en estas pacientes. El IP de la arteria oftálmica en las pacientes con preeclampsia fue de  $1,17 \pm 0,08$  cm/seg. Los cambios en la arteria oftálmica en el índice de pulsatilidad pueden indicar cambios similares en otros vasos cerebrales, estos valores de IP son comparables a

los encontrados en el presente estudio, para pacientes con preeclampsia grave el IP fue de  $1,18 \pm 0,11$  cm/seg.

En 2006 Diniz y col. (7) evaluaron a 44 pacientes preeclámpticas durante el tercer trimestre del embarazo y determinaron en la arteria oftálmica el IP e IR, el IR fue de  $0,63 \pm 0,17$  cm/seg y el IP  $1,12 \pm 0,28$  cm/seg, la evaluación Doppler demuestra que hay disminución en los índices de resistencias en la pacientes con preeclampsia; en este trabajo se observó que en pacientes con PEL el IR fue de  $0,71 \pm 0,08$  cm/seg e IP de  $1,26 \pm 0,31$  cm/seg y para las pacientes con PEG el IR fue de  $0,70 \pm 0,08$  cm/seg y el IP de  $1,18 \pm 0,11$  cm/seg, lo que expresa vasodilatación del SNC. La reducción de los índices velocimétricos de la arteria oftálmica expresa hiperperfusión en pacientes con preeclampsia grave en comparación con preeclámpticas leves y pacientes sanas.

En 2008 Diniz y col. (8) compararon el *doppler* de la arteria oftálmica de 20 pacientes con preeclampsia leve y 20 con preeclampsia grave, comparadas con 51 pacientes sanas, observaron reducción de la impedancia vascular e hiperperfusión en las mujeres con preeclampsia grave en comparación a las mujeres embarazadas con preeclampsia leve y sanas. Se observaron diferencias estadísticamente significativas para el pico de velocidad sistólica ( $P=0,0020$ ) y el pico de velocidad diastólica ( $P=0,0001$ ). En el presente trabajo, en pacientes con PEL, el pico de velocidad sistólica o P1 fue de  $35,18 \pm 2,99$  cm/seg y el pico de velocidad diastólica o P2 de  $23,72 \pm 3,19$  cm/seg y para las pacientes con PEG, el pico de velocidad sistólica o P1 es de  $30,37 \pm 3,89$  cm/seg y el pico de velocidad diastólica o P2 es de  $26,30 \pm 3,98$  cm/seg. Al comparar las características de la onda en pacientes con PEL y PEG se observa una disminución en el valor de P1 y ascenso de P2 en el grupo de las preeclámpticas graves lo que refleja vasodilatación del SNC.

En el trabajo de Carneiro y col. (9) realizado en el 2008, examinaron a 276 pacientes sanas con edad de gestación entre las 20 a 39 semanas y midieron los índices de velocimetría *doppler* de la arteria oftálmica. No se encontró diferencia entre el IR y el IP de la arteria oftálmica a lo largo del embarazo en pacientes sanas. En el presente estudio el IR para embarazadas sanas fue de  $0,81 \pm 0,22$  cm/seg y el IP  $2,06 \pm 0,61$  cm/seg.

En 2009 Oliveira y col. (10), sugirieron la velocimetría

*doppler* para la evaluación de la arteria oftálmica y determinaron los IP e IR para la arteria. Observaron la presencia de una elevación del pico de velocidad diastólico, esta toma la forma de una gran joroba diastólica en paciente con preeclampsia, siendo un claro indicador de vasodilatación del sistema vascular cerebral asociado a esta condición. En ese estudio también se encontró el mismo patrón morfológico en el pico diastólico de pacientes embarazadas con diagnóstico de preeclampsia grave y se estableció una relación matemática para objetivizar el análisis de la joroba diastólica, así se calculó una razón matemática de cuantas veces es mayor el pico de velocidad sistólico sobre el pico de velocidad diastólico, si al pico de velocidad sistólico se le asigna la letra "A" y a la onda diastólica (incisuras proto y mesodiastólica) la letra "B", y a su vez al pico de velocidad diastólico se le asigna la letra "C", en condiciones normales la relación en pacientes sanas fue de  $A/C > 2 - 2,5$  veces, el cálculo expresó la predominancia del pico sistólico sobre el pico diastólico con razón = 2,09 veces, pero en condición de vasodilatación del lecho vascular, la relación A/C fue  $\leq 1$  vez, en el presente trabajo dicha relación en preeclampsia grave fue de 1,15 veces, lo cual explicaría el cambio en la proporción entre los dos picos de velocidad siendo manifestación de vasodilatación.

En 2012 Brandao y col. (11) incluyeron a 81 embarazadas de las cuales 56 eran preeclámpticas, 30 pacientes por encima de las 34 semanas y 26 pacientes con menos de 34 semanas, indicaron la presencia de disfunción endotelial que causa hiperperfusión en el sistema nervioso central demostrada por valores de la onda de velocidad de flujo de la arteria oftálmica en pacientes con preeclampsia, en estas la arteria se encontraba vasodilatada. En 2013 Oliveira y col. (13) encontraron incremento en el valor del PVD, sugirieron una reducción en la resistencia del flujo de la arteria oftálmica, pudiendo ser el más sensible indicador de cambios vasculares asociados a hiperperfusión cerebral. En el presente estudio se encontró una elevación marcada del PVD lo que expresa vasodilatación. La identificación de estos cambios puede ser un marcador para eventos cerebro vasculares y hemorragia intracraneana, siendo un indicador de la severidad de la preeclampsia pues el riesgo de muerte materna ha sido relacionado principalmente con complicaciones cerebrales asociadas al incremento en el flujo sanguíneo cerebral, el *doppler* de la arteria oftálmica puede identificar la hiperperfusión vascular.

De lo antes expuesto se concluye que las pacientes con trastorno hipertensivo del embarazo, sobre todo aquellas con diagnóstico de preeclampsia grave, mostraron disminución de los índices de resistencia y pulsatilidad con modificación de la amplitud de la onda por descenso de P1 y ascenso marcado de P2 que se reflejó por la aparición de una joroba diastólica (JD) lo cual es expresión de vasodilatación cerebral materna.

## REFERENCIAS

- Vargas V, Acosta G, Moreno M. La preeclampsia un problema de salud pública mundial. *Rev Chil Obstet Ginecol.* 2012; 77(6): 471-476.
- Brown M, Hague W, Higgins J, Lowe S, McCowan L, Oats J, et al. Australasian Society of the Study of Hypertension in Pregnancy. The detection, investigation and management of hypertension in pregnancy: full consensus statement. *Obstet Gynaecol.* 2000; 40(2): 139-155
- Pastore A. Ultrasonido en ginecología y obstetricia. 2ª. Ed. Rio de Janeiro: Editorial Amolca; 2012.
- Hansen W, Burnham S, Svendsen D, Katz V, Thorp J, Hansen A. Transcranial Doppler finding of cerebral vasospasm in preeclampsia. *J Matern Fetal Med.* 1996; 5(4): 194-200.
- Riskin S, Belfort M, Saade G, Herd J. Transcranial doppler measurement of cerebral velocity indices as a predictor of preeclampsia. *Am J Obstet Gynecol.* 2002; 187 (6): 1667-1672
- Belfort M, Tooke-Miller C, Allen J, Varner M, Grunewald C, Nissel H, et al. Pregnant women with chronic hypertension and superimposed pre-eclampsia have high cerebral perfusion pressure. *BJOG.* 2001; 108(11):1141-1147.
- Diniz A, Moron F, Santos M, Sass N, Pires C, Debs C. Ophthalmic artery Doppler in the differential diagnosis of hypertensive disorders in pregnancy. *Ultrasound Obstet Gynecol.* 2006; 28(suppl):385.
- Diniz AL, Moron AF, dos Santos MC, Sass N, Pires CR, Debs CL. Ophthalmic artery Doppler as a measure of severe pre-eclampsia. *Int J Gynaecol Obstet.* 2008; 100(3):216-220.
- Carneiro R, Sass N, Diniz A, Souza E, Torloni M, Moron A. Ophthalmic artery Doppler velocimetry in healthy pregnancy. *Int J Gynaecol Obstet.* 2008; 100(3): 211-215
- De Oliveira C, de Sá R, Velarde L, Marchiori E, Netto H, Ville Y. Doppler Velocimetry of the Ophthalmic Artery in Normal Pregnancy: reference values. *J Ultrasound Med.* 2009; 28: 563-569
- Brandao A, Barbosa A, Brum A, Leite H, Vieira A. Dopplerfluxometry of ophthalmic arteries and assessment of endothelial function in early and late preeclampsia. *Radiol Bras.* 2012; 45(1):20-23.
- Latarjet M, Ruiz L. Anatomía humana. 3ª. Ed. Barcelona, España: Editorial Médica Panamericana; 1999
- Belfort MA, Tooke-Miller C, Allen JC Jr, Saade GR, Dildy GA, Grunewald C, Nisell H, Herd JA. Changes in flow velocity, resistance indices and cerebral perfusion pressure in the maternal middle cerebral artery distribution during normal pregnancy. *Acta Obstet Gynecol Scand.* 2001; 80(2):104-112.
- Williams K, Galerneau F. Maternal transcranial Doppler in pre-eclampsia and eclampsia. *Ultrasound Obstet Gynecol.* 2003; 21(5):507-513.
- Belfort M, Clark S, Sibai B. Cerebral hemodynamics in preeclampsia: cerebral perfusion and the rationale for an alternative to magnesium sulfate. *Obstet Gynecol Surv.* 2006; 61(10):655-665.
- Qureshi A, Frankel M, Ottenlips J, Stern B. Cerebral hemodynamics in preeclampsia and eclampsia. *Arch Neurol.* 1996; 53(12):1226-1231.
- Zatik J, Major T, Aranyosi J, Molnár C, Limburg M, Fulesdi B. Assessment of cerebral hemodynamics during roll over test in healthy pregnant women and those with preeclampsia. *BJOG.* 2001; 108:353-358.
- Voto L, Quiroga C, Lapidus A, Catuzzi P, Uranga F, Margulies M. Effectiveness of antihypertensive drugs in the treatment of hypertension in pregnancy. *Clin Exper Hyper-Hyper in Pregnancy.* 1990; B9 (3): 339- 348.
- Sadeh M. Action of magnesium sulfate in the treatment of preeclampsia- eclampsia. *Stroke.* 1989; 20 (9): 1273-1275.
- Goldman R, Finkbeinar S. Therapeutic use of magnesium sulfate in selected cases of cerebral ischaemia and seizure. *N Engl J Med.* 1988; 319 (18): 1224-1225.
- Lieb WE, Cohen SM, Merton DA, Shields JA, Mitchell DG, Goldberg BB. Color Doppler imaging of the eye and orbit. Technique and normal vascular anatomy. *Arch ophthalmol.* 1991; 109 (4): 527 - 531.
- Cunningham F, Twickler D. Cerebral edema complicating eclampsia. *Am J Obstet Gynecol.* 2000; 182 (1): 94 -100.
- De Oliveira CA, de Sá RA, Velarde LG, Da Silva FC, do Vale FA, Netto HC. Changes in ophthalmic artery Doppler indices in hypertensive disorders during Pregnancy. *J Ultrasound Med.* 2013; 32:609-616.