

Evaluación de la dinámica de la circulación arterial ocular por eco Doppler en pacientes con hipertensión arterial sistémica esencial Echo Doppler evaluation of ocular arterial circulation dynamics in patients with systemic essential arterial hypertension

Zhao Runze^{1*} <https://orcid.org/0000-0002-1206-1623>

María Cacéres Toledo¹ <https://orcid.org/0000-0003-1791-432X>

Yanela Herminia Peguero Brínguez¹ <https://orcid.org/0000-0001-8797-3056>

Rosa María Real Cancio¹ <https://orcid.org/0000-0001-9070-8683>

¹Hospital Clínico Quirúrgico "Hermanos Ameijeiras". La Habana, Cuba.

*Autor para la correspondencia: lazarozrz@gmail.com

RESUMEN

Objetivo: Evaluar los valores de referencia de la dinámica circulatoria arterial ocular de los pacientes con hipertensión arterial esencial.

Métodos: Se realizó un estudio descriptivo y transversal en 105 pacientes hipertensos y en un grupo de 33 sujetos no hipertensos, con edades comprendidas entre 18 y 60 años, sin antecedentes de padecer diabetes mellitus ni enfermedades oculares como glaucoma, o haber recibido tratamiento quirúrgico por catarata, hipertensión ocular u otras. A todos se les realizó la toma de la presión arterial sistémica, el examen clínico oftalmológico y el ultrasonido Doppler a color de carótida y de los vasos orbitarios.

Resultados: Se encontró un predominio de mujeres de piel blanca, entre la cuarta y quinta década de la vida. Existió un incremento del pico de velocidad sistólica, la velocidad final diastólica y el índice de resistencia en la arteria oftálmica, que fue desde un rango normal en el grupo de los no hipertensos a valores promedios elevados en el grupo de hipertensos,

los cuales fueron más altos en los casos descontrolados. No se encontraron modificaciones en el análisis de estos parámetros en las arterias centrales de la retina ni en las ciliares posteriores cortas.

Conclusiones: En la casuística estudiada, el incremento del pico de la velocidad sistólica en la arteria oftálmica pudiera estar relacionado con áreas de obstrucción vascular localizadas o con vasoespasmo. Se encontró una asociación entre el descontrol de la presión arterial y los valores elevados del índice de resistencia en la arteria oftálmica.

Palabras clave: Eco Doppler a color; hipertensión arterial esencial; velocidad máxima o pico sistólico; índice de resistencia; arteria oftálmica.

ABSTRACT

Objective: Evaluate the reference values for ocular arterial circulation dynamics in patients with essential arterial hypertension.

Methods: A descriptive cross-sectional study was conducted of 105 hypertensive patients and a group of 33 non-hypertensive subjects aged 18-60 years with no antecedents of diabetes mellitus or ocular conditions such as glaucoma or having undergone cataract surgery, ocular hypertension or others. All the patients underwent systemic arterial pressure measurement, clinical ophthalmological examination and color Doppler carotid and orbital ultrasonography.

Results: A predominance was observed of the female sex, white skin color and age between the fourth and fifth decades of life. There was an increase in peak systolic velocity, end diastolic velocity and the resistive index in the ophthalmic artery, which ranged from normal in the non-hypertensive group to high average levels in the hypertensive group, higher in uncontrolled cases. Analysis of these parameters did not find any change in central retinal or short posterior ciliary arteries.

Conclusions: In the cases studied, the peak systolic velocity increase in the ophthalmic artery could be related to localized vascular obstruction areas or vasospasm. An association

was found between uncontrolled arterial pressure and high resistive index values in the ophthalmic artery.

Key words: Color echo Doppler; essential arterial hypertension; peak systolic velocity; resistive index; ophthalmic artery.

Recibido: 16/09/2019

Aceptado: 16/06/2020

Introducción

En el año 1842, el ilustre matemático y físico austríaco *Christian Johann Doppler*, estableció la relación entre la velocidad de un objeto en movimiento y el cambio de frecuencia que produce al reflejar una onda en función de la frecuencia emitida, la velocidad del objeto y el coseno del ángulo de incidencia; de esta forma, si se dispone de un emisor estático que emite una onda a frecuencia conocida, que se refleja en un objeto en movimiento, puede calcularse fácilmente la velocidad del objeto. En medicina, esto permite utilizar el ultrasonido para medir la velocidad del torrente sanguíneo en movimiento mediante transductores que emiten y reciben ondas con frecuencia conocida.⁽¹⁾

La imagen Doppler a color (CDI, por sus siglas en idioma inglés) es una de las técnicas de mayor aplicación clínica, con la cual se mide y visualiza el flujo sanguíneo en la retina, la coroides, las arterias ciliares y las arterias y venas de la órbita.⁽²⁾

El ultrasonido Doppler a color es una técnica imagenológica que proporciona información sobre el flujo sanguíneo codificado en color y un fondo bidimensional en escala de grises. Se utilizó por primera vez en el año 1979 para el estudio de los vasos orbitarios. Por la valiosa información que aporta se ha convertido en la actualidad en una herramienta establecida en la evaluación de la enfermedad vascular del ojo y la órbita.⁽¹⁾

El ultrasonido Doppler a color permite obtener imágenes de todos los vasos sanguíneos principales de importancia para el ojo y la porción anterior del nervio óptico, incluida la arteria oftálmica (AO), la arteria central de la retina (ACR) y las arterias ciliares posteriores cortas (ACPC), así como las venas, la central de la retina, la oftálmica superior, la inferior y las vorticosas.^(1,2,3)

La AO es la primera rama intracraneal de la arteria carótida interna; es una arteria de mediano calibre ($1,33 \pm 0,33$ mm). La ACR y la ACPC son ramas de la AO. El flujo fundamental de la circulación sanguínea de la papila o cabeza del nervio óptico (NO) proviene de la ACPC; la ACR nutre la retina.^(1,2,3,4)

El índice de resistencia (IR), es un parámetro ampliamente utilizado para medir la resistencia al flujo vascular a través del eco Doppler. El diámetro vascular es un factor que tiene gran influencia en la resistencia al flujo, pequeñas variaciones provocan cambios en la resistencia. Se conoce que la mayor resistencia al flujo se produce en las arteriolas con un radio de 10-25 micras. La hipertensión arterial (HTA) modifica la resistencia vascular ocular y constituye el mayor riesgo de arterioesclerosis, la cual se incrementa con la edad. Su hallazgo es un indicador de la duración de HTA.^(4,5,6,7)

En el mundo la prevalencia de la hipertensión arterial oscila entre el 30 y el 45 % de la población general independiente de la zona geográfica o el nivel económico del país. La prevalencia de HTA en Cuba es del 30,9 % en personas de 15 años o más, lo que significa que hay 2,6 millones de personas con HTA.⁽⁸⁾

Varias encuestas epidemiológicas en la población se han realizado en China recientemente, pero los resultados no fueron concluyentes. En general, el 23,2 % ($\approx 244,5$ millones) de la población adulta china mayor de 18 años tiene HTA, y otro 41,3 % (35 435,3 millones) tienen signos sugestivos de padecerla, según la guía china.⁽⁷⁾

En Cuba no existen estudios de las arterias oculares por ultrasonido Doppler a color en los pacientes con HTA; solo se conocen los realizados por *Besil*⁽⁹⁾ en el Hospital “Hermanos

Ameijeiras” como trabajo de terminación de la especialización en pacientes con glaucoma primario de ángulo abierto, y la publicación realizada más recientemente por Solís⁶⁾ en sujetos sanos.

Hasta la fecha actual no se conoce con exactitud el comportamiento de las arterias oculares evaluado por ultrasonido de Doppler a color en los pacientes hipertensos sistémicos. Lo antes planteado nos motivó a realizar esta investigación, la cual sienta las bases de futuros estudios sobre la fisiopatogenia de la retinopatía hipertensiva y otras afecciones vasculares de la retina y el nervio óptico. El objetivo de la presente investigación fue evaluar los valores de referencia de la dinámica circulatoria arterial ocular de los pacientes con hipertensión arterial esencial.

Métodos

Se realizó un estudio descriptivo transversal a 105 pacientes (210 ojos) con diagnóstico clínico de HTA sistémica, evaluados en la consulta especializada de esta enfermedad, quienes fueron remitidos al departamento de Neurooftalmología del Hospital “Hermanos Ameijeiras” desde marzo del año 2018 hasta febrero del año 2019. Al grupo de 33 sujetos sanos se les realizaron los mismos estudios. Los criterios de selección de este grupo solo diferían de los enfermos en la ausencia de enfermedades sistémicas, incluyendo hipertensión. Todos los pacientes dieron el consentimiento informado para la participación en esta investigación y cumplieron los siguientes criterios de inclusión: pacientes ≥ 18 y ≤ 60 años de edad; diagnosticados con HTA, sin antecedentes de padecer diabetes mellitus y enfermedades oculares como glaucoma, o haber recibido tratamiento quirúrgico por catarata, hipertensión ocular u otras.

Previo examen clínico general de Oftalmología, se les realizó el ultrasonido Doppler a color con el equipo de TOSHIBA Apio 300. Todos los estudios se efectuaron en el Servicio de Angiología por una sola especialista, para evitar sesgos en la investigación. La imagen

ultrasonográfica de la pared vascular de las carótidas se obtuvo con el transductor lineal de 10 MHz en cortes longitudinal y transversal, ya mencionados, sucesivamente desde la carótida primitiva hasta la bifurcación, continuando hasta la carótida interna dos o tres centímetros por encima de su emergencia. Este estudio se realizó para detectar cualquier afectación arterial a este nivel que pudiera influir en la hemodinámica de los vasos de la órbita y modificar los valores.

Con el empleo de la ecografía modo B se introdujo el modo Doppler a color; se colorearon de rojo aquellos flujos que se acercaban al transductor (en sentido cerebro - ocular), e inversamente, en azul los que se alejaban del transductor (en sentido óculo - cerebral), por lo que las arterias examinadas en nuestro estudio se visualizaron de color rojo. De esta manera, se procedió a reconocer la presentación de la arteria oftálmica en su trayecto medial (nasal) respecto al recorrido del nervio óptico; la arteria central de la retina, contenida al igual que su vena acompañante -la vena central de la retina- en la vaina adventicial del nervio óptico; y las arterias ciliares posteriores cortas a escasos milímetros del área de reconocimiento de los vasos centrales. Para visualizar la arteria oftálmica, la sonda se orientó superior y nasalmente al nervio óptico justo lateral a la sombra acústica que lo representa en la ecografía en modo B; por su tortuoso curso, fue posible detectar solo una porción no mayor de 1 mm con una onda velocimétrica similar a la de la arteria carótida interna, con un pico sistólico máximo y una declinación suave de flujo diastólico. El examen de la arteria central de la retina de solo 0,3 mm de diámetro se obtuvo explorando los 2 mm anteriores de la imagen de la sombra acústica correspondiente al nervio óptico que proporciona esta ecografía en modo B. Las arterias ciliares posteriores cortas fueron localizadas en el espesor del nervio óptico a su entrada al globo ocular.

Una vez lograda la imagen óptima del vaso explorado, con el conocimiento anatómico necesario, se visualizó el registro espectral para el cálculo de los parámetros deseados, colocando el volumen muestra selectivamente en cada uno de esos vasos; por ejemplo: velocidad en el pico sistólico (máxima) en cm/seg (VS); velocidad al final de la diástole

(mínima) en cm/seg (VD); índice de resistencia (IR) o índice de Pourcelot que corresponde a la ecuación : $IR = VS-VD/VS$.

El registro de los valores basales de la presión arterial (PA) se realizó inmediatamente después de terminar el eco Doppler, con el paciente acostado en la posición supina. Se efectuaron dos lecturas, separadas por 5 minutos como mínimo. En caso de detectar una diferencia entre estas de 5 mmHg, se tomó una tercera medición, las cuales se promediaron. Además, se verificó la toma de la PA en el brazo contralateral y se tomó la lectura más elevada. El referido procedimiento se realizó con el esfigmo automático de marca Hipermax. Los resultados obtenidos se compararon con un grupo de sujetos sanos integrado por 33 personas sin hipertensión arterial esencial, al cual denominamos como grupo 1. El grupo 2 (58 pacientes) lo integraron los pacientes hipertensos con control medicamentoso de sus cifras tensionales; y el grupo 3 (47 pacientes) estuvo conformado por los pacientes con HTA descontrolados, a pesar del tratamiento médico antihipertensivo. Se estudió un total de 138 personas.

Se analizaron las siguientes variables: edad, sexo, color de piel, valor de la presión arterial sistólica (PAS), de la presión arterial diastólica (PAD), de la presión arterial media (PAM), presión de perfusión ocular (PPO), valor de la velocidad máxima o pico sistólico (VPS), velocidad final de la diástole (VFD) y el índice de resistencia (IR) en las arterias: oftálmica, central de retina y ciliar posterior corta.

La información fue recogida durante el examen físico realizado y de las historias clínicas individuales. Se confeccionó una base de datos. El procesamiento de la información se realizó utilizando una base de datos en Excel y el empleo del programa estadístico SSPS Versión 20. Para resumir las variables cualitativas se emplearon números absolutos y porcentajes. Para las variables cuantitativas se calculó la media y la desviación estándar y para aquellas que no presentaban distribución normal (prueba de *Kolmogorov Smirnov*) se calculó la mediana y el rango intercuartil.

Para buscar asociación entre las variables cualitativas respecto a los grupos se utilizó la prueba de chi cuadrado de *Pearson* (X^2). Para buscar asociación entre variables cuantitativas respecto a los grupos se utilizó la prueba de *Kruskal Wallis*. En todas las pruebas de hipótesis se utilizó un nivel de significación de 0,05. La información se presentó en tablas estadísticas y gráficos que, junto con la redacción del informe final, se realizó mediante el editor de texto Word y Excel para Windows 7.

Resultados

En las variables sociodemográficas edad, sexo y color de la piel se evidencia en la serie estudiada que predominan las mujeres de piel blanca entre la cuarta y quinta décadas de la vida.

La Tabla 1 muestra la diferencia estadísticamente significativa ($p= 0,000$) entre los valores promedio de la PAS, la PAD y la PAM en los 3 grupos de estudio. Los valores se mantienen en los rangos normales en el grupo sano y están elevados en el grupo de hipertensos, donde los más altos se encuentran en los hipertensos descontrolados.

Tabla 1 - Valores promedio de la presión arterial sistólica, de la presión arterial diastólica y de la presión arterial media de los tres grupos estudiados

Variables		N	Mediana	Desviación estandar	P
Presión arterial sistólica	Grupo 1	33	127,6	14,9	0,000
	Grupo 2	58	131,3	14,5	
	Grupo 3	47	150,0	17,9	
	Total	138	136,9	18,5	
Presión arterial diastólica	Grupo 1	33	81,7	10,4	0,000
	Grupo 2	58	83,9	10,8	
	Grupo 3	47	92,4	12,1	
	Total	138	86,3	12	
Presión arterial media	Grupo 1	33	97	10,9	0,000
	Grupo 2	58	99,7	10,9	
	Grupo 3	47	109,3	20,7	
	Total	138	102,3	15,7	

Las Tablas 2, 3 y 4 muestran los valores promedio de la VPS, la VFD y el IR de la arteria oftálmica, la arteria central de la retina y la arteria ciliar posterior corta en los tres grupos. No existen variaciones interoculares entre los parámetros registrados. Se evidencia la tendencia al incremento de la VPS y de la VFD en los grupos 2 y 3. El IR en el grupo 3 es el que más se aleja de los rangos normales.

Tabla 2 - Parámetros de la dinámica circulatoria arterial analizados en el grupo de sujetos sanos

Parámetro	Grupo 1 (n= 33)	Arteria oftálmica		Arteria central de la retina		Arterias ciliares posteriores cortas	
		Media (desviación estándar)	Rango	Media (desviación estándar)	Rango	Media (desviación estándar)	Rango
Velocidad máxima o pico sistólico (cm/s)	OD	47,6 ± 9,3	25,8 - 77,7	19,4 ± 4,46	11,7 - 28,9	19,1 ± 3,55	13,2 - 30,5
	OI	47,4 ± 9,45	28,9 - 72,5	19,58 ± 5,17	11,1 - 36,6	18,42 ± 4,3	11,7 - 29,8
Velocidad final de la diástole (cm/s)	OD	9,7 ± 4,29	4,6 - 15,9	6,01 ± 1,58	4,4 - 10,7	6,51 ± 1,91	3,7 - 12,4
	OI	10,01 ± 3,54	4,7 - 19,3	6,09 ± 1,38	4 - 10,4	6,40 ± 1,32	4,4 - 9,7
Índice de resistencia	OD	0,79 ± 0,06	0,67 - 0,89	0,65 ± 0,05	0,54 - 0,76	0,66 ± 0,08	0,46 - 0,78
	OI	0,78 ± 0,07	0,62 - 0,91	0,68 ± 0,07	0,48 - 0,77	0,64 ± 0,06	0,51 - 0,74

OD: ojo derecho. OI: ojo izquierdo.

Tabla 3 - Parámetros de la dinámica circulatoria arterial analizados en el grupo de hipertensos controlados

Parámetro grupo 2 (n= 58)		Arteria oftálmica		Arteria central de la retina		Arterias ciliares posteriores cortas	
		Media (desviación estándar)	Rango	Media (desviación estándar)	Rango	Media (desviación estándar)	Rango
Velocidad máxima o pico sistólico (cm/s)	OD	49,2 ± 10,4	26,9 -75,7	19,9 ± 4,18	11,4 - 28,5	18,61 ± 4,29	10,2 - 27,9
	OI	49,76 ± 10,16	28,9 -78,6	19,11 ± 4,76	11,1 - 32,6	18,51 ± 4,0	9,8 - 29,5
Velocidad final de la diástole (cm/s)	OD	11,15 ± 3,8	4,7 - 20,9	5,71 ± 1,21	3,4 - 9,4	6,33 ± 1,58	4,4 - 11,1
	OI	11,51 ± 3,66	4,7 - 20,1	6,06 ± 1,32	3,4 - 10,1	6,30 ± 1,36	4 - 10,7
Índice de resistencia	OD	0,76 ± 0,08	0,57 - 0,89	0,67 ± 0,09	0,51- 0,85	0,66 ± 0,06	0,49 - 0,81
	OI	0,76 ± 0,07	0,56 - 0,89	0,68 ± 0,07	0,51-0,78	0,66 ± 0,06	0,53 - 0,79

OD: ojo derecho. OI: ojo izquierdo.

Tabla 4 - Parámetros de la dinámica circulatoria arterial analizados en el grupo de hipertensos descontrolados

Parámetro grupo 3 (n= 47)		Arteria oftálmica		Arteria central de la retina		Arterias ciliares posteriores cortas	
		Media (desviación estándar)	Rango	Media (desviación estándar)	Rango	Media (desviación estándar)	Rango
Velocidad máxima o pico sistólico (cm/s)	OD	51,9 ± 10,8	29,5 -75	19,5 ± 5,56	10,1 - 36,5	19,06 ± 4,11	12,4 - 31,2
	OI	52,45 ± 10,9	29,5 -79	19,33 ± 5,01	12,4 - 36,3	19,41 ± 3,84	12,8 - 29,5
Velocidad final de la diástole (cm/s)	OD	11,4 ± 2,8	6,0 -18	6,26 ± 1,96	4,0 -15,0	6,05 ± 1,67	3,4 - 12,1
	OI	11,59 ± 3,5	5,0 - 21,5	5,93 ± 1,18	4,0 - 9,7	6,28 ± 1,33	4,0 - 9,7
Índice de resistencia	OD	0,81 ± 0,05	0,67 - 0,88	0,69 ± 0,07	0,49 - 0,8	0,72 ± 0,06	0,56 - 0,79
	OI	0,83 ± 0,06	0,61 - 0,91	0,72 ± 0,07	0,47 - 0,81	0,71 ± 0,07	0,52 - 0,84

OD: ojo derecho. OI: ojo izquierdo.

En la Tabla 5 se observan los parámetros que evalúan la velocidad del flujo y el IR en las arterias oculares entre los tres grupos estudiados. Existe un incremento de la VPS, la VFD y el IR en la arteria oftálmica, que va desde un rango normal en el grupo 1 a valores

promedio elevados en el grupo 2 y máximos en el grupo 3. Sin embargo, esto no sucede en el análisis de estos parámetros en las ACB y la ACPC.

Tabla 5 - Parámetros de la dinámica circulatoria arterial analizados y valores promedio de ambos ojos

		Grupo 1	Grupo 2	Grupo 3
Arteria oftálmica	Velocidad máxima o pico sistólico	47,5	49,48	52,17
	Velocidad final de la diástole	9,36	11,33	11,49
	Índice de resistencia	0,78	0,79	0,82
Arteria central de la retina	Velocidad máxima o pico sistólico	19,49	19,5	19,41
	Velocidad final de la diástole	6,05	5,88	6,1
	Índice de resistencia	0,67	0,67	0,7
Arterias ciliares posteriores cortas	Velocidad máxima o pico sistólico	18,71	18,56	19,23
	Velocidad final de la diástole	6,46	6,31	6,16
	Índice de resistencia	0,65	0,66	0,71

Discusión

La ecografía Doppler a color es un método no invasivo para la evaluación de la hemodinámica vascular de los vasos retinianos. Ofrece una valiosa información vascular y morfológica sobre el sistema circulatorio ocular en varias enfermedades como la HTA esencial.^(1,2,3,4,5,6)

La mayoría de los estudios en la literatura nacional e internacional versan sobre los resultados de la ecografía Doppler en pacientes hipertensos, diabéticos y embarazadas con y sin retinopatía.^(10,11,12)

En la presente serie se evalúan los resultados obtenidos con ecografía Doppler a color en un grupo de pacientes hipertensos controlados y descontrolados, con respecto a un grupo normal.

En la tabla 1 se evidencia la diferencia significativa entre los valores de PAS y PAD del grupo 1, con respecto a los hipertensos, lo cual se corresponde con lo referido en las normas nacionales e internacionales sobre HTA.^(7,8)

Hubo un predominio de mujeres de piel blanca, entre la cuarta y quinta década de la vida, lo que coincide con otros reportes,^(2,3,4) a excepción de los realizados en pacientes geriátricos⁽¹¹⁾ (promedio de edad de 75 años) y en hipertensión asociada al embarazo.⁽¹⁰⁾ Los valores promedio de la VPS, la VFD y el IR detectados en los tres vasos estudiados (AO, ACR y ACPC) en el grupo 1 son similares a los obtenidos por autores nacionales,⁽⁶⁾ lo que facilita la comparación y la reproducibilidad de los resultados obtenidos con otros centros del país. En un estudio realizado en Bélgica⁽⁴⁾ en el año 2011, se registraron los siguientes valores: VPS=37,5 y VFD=8,6, lo que evidencia que son inferiores a los que se muestran en la tabla 2. Sin embargo, el IR obtenido por estos y otros autores^(11,12,13) coincide con los del presente estudio (IR= 0,8).

Según plantean *Stalman* y otros,⁽⁴⁾ el incremento de la VPS en la AO, pudiera estar relacionado con áreas de obstrucción vascular localizada. Lo antes planteado coincide con los resultados que se muestran en las tablas 4 y 5, donde se evidencia que la VPS va desde un rango normal en el G1 a valores promedios elevados en G2 y máximos en el G3. Se conoce que la retinopatía hipertensiva es más grave en los pacientes con cifras elevadas de PA, y/o con descompensaciones frecuentes de su enfermedad sistémica (HTA). Esto se refleja con áreas de contracción focal y generalizada, engrosamiento de la pared vascular y otras alteraciones, las cuales son ampliamente conocidas y difundidas en la literatura científica.^(1,2,3,4,5,11,12,13,14)

Se ha estudiado ampliamente el IR y su correlación con el daño vascular en pacientes con HTA, a pesar de que no existe un consenso acerca de la relación entre IR y resistencia vascular. Existen pocos artículos científicos que estudien el IR en pacientes con HTA. *Basturk* y otros⁽¹³⁾ reportan valores elevados del IR, medidos en la OA, la ACR y la ACPC. Similares resultados fueron detectados por *Ahmetoglu* y otros,⁽¹⁴⁾ a lo que se añade que estos parámetros se modificaron después del tratamiento antihipertensivo.⁽¹⁵⁾

Akal y otros⁽¹¹⁾ detectaron que los valores del IR en la ACPC son mayores en hipertensos con respecto a controles sanos y demostraron su correlación con la duración de la HTA. En el presente estudio solo se constataron valores elevados del IR en la AO de los pacientes

hipertensos descontrolados, lo que reafirma lo antes planteado y enfatiza el valor diagnóstico y pronóstico de este parámetro en el seguimiento de estos pacientes. La ecografía Doppler a color ofrece una valiosa información sobre la hemodinámica vascular y morfológica de la retina y el nervio óptico en pacientes con HTA esencial. El incremento de la VPS en la AO pudiera estar relacionado con áreas de obstrucción vascular localizada o vasoespasmo. Se encontró una asociación entre el descontrol de la HTA y los valores elevados del IR en la AO.

Referencias bibliográficas

1. Scott MN, Cáceres AR, Ávila AL. Valor diagnóstico de la ecografía Doppler transcraneal en Oftalmología. MEDISAN. 2011;15(4):526-35.
2. Aburn NS, Sergott RC. Color Doppler Imaging of the ocular and orbital blood vessels. Curr Opin Ophthalmol. 1993;4:3-6.
3. Sánchez L, Dellamea M, Hurtado JF, Zunino MJ, Togni F, Sosa M. Ecografía y Doppler oftálmicos. Ophthalmol Clin Exp. 2016;9(3):88-97.
4. Stalmans I, Vandewalle E, Anderson DR, Costa VP, Frenkel RE, Garhofer G, et al. Use of colour Doppler imaging in ocular blood flow research. Act Ophthalmol. 2011;89(8):609-30.
5. Wang Z, Chen Z, Zhang L, Wang X, Hao G, Zhang Z, Wang J. Status of hypertension in China: results from the China hypertension survey. Circulation. 2018;137(22):2344-56.
6. Solís LS, Mata MR. Eco Doppler orbitario y valores de referencia del flujo sanguíneo arterial en una población cubana. Rev Cubana Oftalmol. 2018;31(3):1-10.
7. Xu S, Huang SY, Lin ZJ, Liu WM, Zhong YS. Color Doppler imaging analysis of ocular blood flow velocities in normal tension glaucoma patients: a meta-analysis. J Ophthalmol.

2015 [acceso:13/04/2020]. Disponible en:

<https://www.hindawi.com/journals/joph/2015/919610/>

8. Comisión Nacional Técnica Asesora del Programa de Hipertensión Arterial. Guía cubana de diagnóstico, evaluación y tratamiento de la hipertensión arterial. La Habana: Ministerio de Salud Pública; 2017.

Revista Cubana de Oftalmología. 2020;33(2)e814

9. Besil MM. Parámetros hemodinámicos en pacientes con glaucoma primario de ánguloabierto [Tesis]. La Habana: Hospital Clínico Quirúrgico “Hermanos Ameijeiras”; 2010.

10. Moreira V, Uribe L, Oviedo J, Valero L, Romero D, Goncalves J. Doppler de la arteriaoftálmica en pacientes con trastorno hipertensivo del embarazo. Rev Latinoam Perinatol. 2017;20:1-4.

11. Akal A, Ulas T, Goncu T, Karakas E, Karakas O, Kurnaz F, et al. Evaluation of resistiveindex using color Doppler imaging of orbital arteries in geriatric patients with hypertension. Indian J Ophthalmol. 2014;62:671-4.

12. Urs R, Ketterling JA, Silverman RH. Ultrafast ultrasound imaging of ocular anatomyand blood flow. Invest Ophthalmol Vis Sci. 2016;57:3810-6.

13. Basturk T, Akcay M, Albayrak R, Unsal A, Ulas T, Koc Y. Correlation between theresistive index values of renal and orbital arteries. Kidney Blood Press Res. 2012;35:3329.

14. Ahmetoğlu A, Erdöl H, Simşek A, Gökçe M, Dinç H, Gümele HR. Effect of hypertension and candesartan on the blood flow velocity of the extraocular vessels in hypertensive patients. Eur J Ultrasound. 2003;16:17782.



15. Karadeniz Bilgili MY, Ekmekci Y, Koksali A, Akarsu C, Ziraman I. Effects of hypertension and antihypertensive treatment on retrobulbar circulation detected on Doppler sonography. J Ultrasound Med. 2004;23:137.

Conflicto de intereses

Los autores declaran que no existe conflicto de intereses

Contribución de los autores

Runze Zhao: Participación importante en la idea y diseño de la investigación. Redacción de la tesis.

Melba Márquez Fernández: Participación importante en la idea y diseño de la investigación, revisión por fases de la investigación.

María Cacéres Toledo: Revisión crítica del documento final.

Yanela Herminia Peguero Bringuez: Realización de las pruebas diagnósticas del estudio.

Rosa María Real Cancio: Revisión crítica del documento final.

Todos los autores aprueban el documento final.