

Hallazgos por ecografía Doppler arterial oftálmico en pacientes con diabetes mellitus tipo 2

Findings by Ophthalmic Arterial Doppler Ultrasound of Diabetic Retinopathy in Patients with Type 2 Diabetes Mellitus

Johana Rivera Escobio¹<https://orcid.org/0000-0001-5863-3407>

Lesly Solís Alfonso²<https://orcid.org/0000-0001-6329-4657>

¹Hospital Militar Central “Dr. Carlos Juan Finlay”, La Habana.

²Instituto Cubano de Oftalmología “Ramón Pando Ferrer”. La Habana, Cuba.

*Autor para la correspondencia: johana29rivera@gmail.com

RESUMEN

Objetivo: Determinar los hallazgos por ecografía Doppler arterial oftálmico en pacientes con diabetes mellitus tipo 2.

Métodos: Se efectuó un estudio observacional descriptivo y transversal en 200 órbitas de 100 pacientes diabéticos, a los que se les realizó fondo de ojo para diagnóstico y gradación de la retinopatía diabética. Por interrogatorio y examen físico se determinó el tiempo de diagnóstico de la diabetes y la presencia o ausencia de obesidad. Además, se les hizo ultrasonido orbitario y Doppler carotídeo, y solo en caso de resultar normales, se procedió a evaluar mediante ecografía Doppler a las arterias oftálmicas.

Resultados: Predominaron los diabéticos entre 40 y 60 años, el sexo masculino, los casos sin retinopatía diabética, y el grupo de más de 10 años de diagnóstico de la diabetes. Se demostró una disminución de la velocidad del flujo y un incremento de la resistencia vascular a nivel de las arterias oftálmicas, en tanto se evidenció asociación significativa de estos parámetros hemodinámicos con el envejecimiento, la presencia o ausencia de obesidad, el tiempo de

diagnóstico de la diabetes y la severidad de la retinopatía diabética. Sin embargo, no se encontró asociación significativa con el sexo.

Conclusiones: La valoración mediante ecografía Doppler de las arterias oftálmicas, haría más completo el estudio y seguimiento de los pacientes con diabetes mellitus tipo 2.

Palabras clave: ecografía Doppler arterial oftálmico; diabetes mellitus tipo 2; factores de riesgo aterosclerótico; retinopatía diabética.

ABSTRACT

Purpose: To determine the findings by ophthalmic arterial Doppler ultrasound in patients with type 2 diabetes mellitus.

Methods: A descriptive and cross-sectional observational study was carried out in 200 orbits of 100 diabetic patients, who underwent fundus examination for diagnosis and grading of diabetic retinopathy. The time of diagnosis of diabetes and the presence or absence of obesity were determined by interrogation and physical examination. In addition, orbital ultrasound and carotid Doppler were performed, and only if they were normal, the ophthalmic arteries were evaluated by Doppler ultrasound.

Results: Diabetic patients between 40 and 60 years of age, from the male gender, cases without diabetic retinopathy, and the group with more than 10 years of diagnosed diabetes predominated. A decrease in flow velocity and an increase in vascular resistance at the level of the ophthalmic arteries were demonstrated, while a significant association of these hemodynamic parameters with aging, presence or absence of obesity, time of diagnosis of diabetes and severity of diabetic retinopathy was evidenced. However, no significant association was found as to gender.

Conclusions: Doppler ultrasound assessment of the ophthalmic arteries would make the study and follow-up of patients with type 2 diabetes mellitus more complete.

Keywords: ophthalmic arterial Doppler ultrasound; type 2 diabetes mellitus; atherosclerotic risk factors; diabetic retinopathy.

Recibido: 19/10/2022

Aprobado: 20/10/2022

Introducción

La diabetes mellitus tipo 2 (DMT2) se ha convertido en un problema de salud a nivel mundial, al tratarse de una de las enfermedades crónicas no transmisibles más prevalentes, y ser responsable de gran parte de la morbilidad en los adultos mayores.⁽¹⁾ La retinopatía diabética (RD) es una de sus posibles complicaciones microvasculares, cuya prevalencia ha disminuido gracias al mejor control glucémico y de otros factores de riesgo (FR); no obstante, en la actualidad sigue siendo una importante causa de ceguera irreversible.⁽²⁾

La ecografía Doppler orbitario es una técnica no invasiva que permite evaluar la vasculatura retrobulbar, por lo que resulta especialmente útil en el estudio de afecciones sistémicas con repercusión hemodinámica ocular, como es el caso de la DMT2;⁽³⁾ sin embargo, continúa siendo un proceder poco empleado en la práctica ecográfica diaria. De hecho, en Cuba no se encontró ningún trabajo publicado que abordara esta temática, lo que motivó la realización de esta investigación, con el propósito de determinar los hallazgos por ecografía Doppler arterial oftálmico en pacientes con diabetes mellitus tipo 2.

Métodos

Se efectuó un estudio observacional descriptivo y transversal en 200 órbitas de 100 pacientes con diagnóstico de DMT2, atendidos en el examen Médico de Control de Salud del Hospital Militar Central "Dr. Carlos Juan Finlay", en el periodo comprendido desde noviembre 2019 hasta mayo 2022. Se incluyeron todos los casos mayores de 18 años, con cifras de presión intraocular menores de 21 mmHg, y que dieron el consentimiento informado para la participación en esta investigación. Se excluyeron los diabéticos descompensados o que no llevaran tratamiento para la diabetes, y los que presentaron antecedentes personales de otras afecciones capaces de provocar alteraciones del Eco-Doppler arterial oftálmico (glaucoma, hipertensión arterial, dislipidemia, y tabaquismo), o que tuvieran una placa aterosclerótica carotídea que ocasionara una disminución de la luz vascular igual o superior al 50 %.

Inicialmente, a través de la anamnesis, se recogieron los datos generales edad y sexo, así como el tiempo de diagnóstico de la DMT2. Seguidamente se les practicó un examen del fondo de ojo con

oftalmoscopio directo (*Neitz*), y biomicroscopía de polo posterior en lámpara de hendidura bajo midriasis y con lente aéreo de 90D, en busca de una posible RD.

Para completar los datos requeridos, se determinó el peso y la talla mediante una báscula de plataforma para adultos, a partir de los cuales se calculó el índice de masa corporal ($IMC = \text{Peso} / \text{talla}^2$), que se usó para definir la presencia o ausencia de obesidad.

Posteriormente, los pacientes fueron enviados al Departamento de Imagenología de la institución, donde se les realizó un ultrasonido Doppler color del sector carotídeo, que permitió descartar la presencia de lesiones esteno-oclusivas, y una ecografía orbitaria en modo B, para demostrar la indemnidad del globo ocular y del resto de las estructuras orbitarias. Solo en caso de resultar dichos exámenes negativos, se procedió a evaluar la vasculatura arterial retrobulbar con ecografía Doppler.

Todos los ultrasonidos fueron practicados por el mismo operador, para lo cual se empleó un equipo marca Toshiba Apio 300, con un transductor lineal multifrecuencial de 7,5 a 13 MHz. Estos exámenes se efectuaron en una habitación oscura con el paciente en decúbito supino sobre la camilla. Para la exploración ecográfica de las órbitas en modo B, el transductor lineal se colocó sobre el párpado superior cerrado, con previa aplicación de abundante gel de contacto sobre su superficie o directamente sobre el párpado, sin presionar para evitar colapsar la cámara anterior. En caso de usar lentes de contacto se indicó retirarlos.^(3,4)

Finalmente se procedió a la introducción del modo Doppler color para la evaluación de la arteria oftálmica. Igualmente se aplicó la sonda sobre el ojo, sin ejercer presión, para no influir negativamente por efecto mecánico en los vasos sanguíneos; y se indicó a los pacientes mantener los ojos cerrados, mirando al frente y tan inmóviles como fuera posible.^(3,4) La duración de dicha exploración osciló entre 5 y 10 minutos. Las variables hemodinámicas recogidas fueron: velocidad pico sistólico (VPS), velocidad final de la diástole (VFD), índice de resistencia (IR) e índice de pulsatilidad (IP).

De manera sistemática se hicieron dos determinaciones. De evidenciar ausencia de disparidad entre ambas mediciones, se escogió la de mejor calidad, en caso contrario se efectuó una tercera medición, seleccionando la mediana, o la media de no existir una clara mediana. En todo momento, si alguna determinación no tuvo la calidad suficiente se desechó.

Para caracterizar a los pacientes se emplearon las estadísticas descriptivas: distribución de frecuencia y cálculo del porcentaje en variables cualitativas, así como la media aritmética y la

desviación estándar en las cuantitativas. Para comparar dos medias aritméticas, se utilizó la prueba t. Además, se usó la prueba de Análisis de Varianza (ANOVA) para contrastar tres medias aritméticas. En ambos casos se fijó un nivel de significación del 95 % ($p < 0,05$).

Resultados

Se estudiaron 200 órbitas correspondientes a 100 pacientes con diagnóstico de DMT2. La edad mínima fue de 39 años y la máxima de 74, con una media de 52,5 años y una mediana de 52,0. El grupo mayoritario fue el de 40 a 60 años (81 %), predominó el sexo masculino (58 %), y los casos sin RD (60 %). Además, la edad media de los pacientes con RD superó en 10 años a la de los casos sin RD, en tanto los mayores de 60 años igualmente prevalecieron en el primer grupo.

Asimismo, la obesidad afectó a poco más de un tercio de los diabéticos estudiados (38 %), y estuvo presente en poco más de la mitad de los pacientes con RD (52,5 %). En adición, se apreció un predominio de diabéticos entre 5 y 10 años de diagnóstico (47 %), mientras que todos los enfermos con más de 10 años de diagnóstico tuvieron RD.

En la tabla 1 se exponen los valores hemodinámicos medios del flujo sanguíneo en las arterias oftálmicas examinadas, las cuales fueron identificadas en el 100 % de los sujetos investigados. Como se puede notar, en la totalidad de los diabéticos, las medias de las VPS y VFD fueron significativamente inferiores a los valores considerados como normales, mientras que los IR e IP resultaron significativamente superiores. Además, se constató una tendencia de la VPS a la disminución en la medida que la edad aumentó, pero sin evidenciar variaciones relevantes con relación al sexo. Mientras que el IR y el IP mostraron una tendencia al incremento con respecto al avance de la edad, y valores medios levemente más altos en los hombres.

Tabla 1- Valores hemodinámicos en relación a los grupos de edad y al sexo

Variables demográficas		N = 100	Parámetros hemodinámicos arteriales oftálmicos								
			VPS		VFD		IR		IP		
			OD	OI	OD	OI	OD	OI	OD	OI	
M			33,4	33,5	9,34	9,85	0,80	0,83	1,83	1,90	
DE			± 6,1	± 7,2	± 3,8	± 3,9	± 0,1	± 0,1	± 0,5	± 0,4	
*t (p)			0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
Grupos de edades	< 40	N = 3	M	42,2	44,3	11,5	13,8	0,74	0,59	1,44	1,41
			DE	±3,3	± 3,6	± 2,9	± 2,8	± 0,1	± 0,4	± 0,9	± 0,6
	40 - 60	N = 81	M	33,9	33,8	10,0	10,4	0,79	0,82	1,71	1,80
			DE	± 6,1	± 7,1	± 3,6	± 3,7	± 0,1	± 0,1	± 0,4	± 0,3
	> 60	N = 16	M	28,8	29,2	5,4	5,9	0,92	0,92	2,48	2,53
			DE	± 3,5	± 4,8	± 1,9	± 2,4	± 0,1	± 0,1	± 0,3	± 0,3
Sexo	F	N = 58	M	33,6	33,3	9,75	10,3	0,79	0,81	1,78	1,88
			DE	± 6,0	± 7,9	± 3,9	± 4,1	± 0,1	± 0,1	± 0,5	± 0,4
	M	N = 42	M	32,9	33,5	8,77	9,19	0,82	0,84	1,90	2,00
			DE	± 6,4	± 6,2	± 3,5	± 3,7	± 0,1	± 0,1	± 0,5	± 0,4
Valor normal ³			M	37,5		10,5		0,74		1,5	
			DE	± 8,0		± 3,0		± 0,1		± 0,3	

* Prueba t con respecto a los valores de normalidad aquí referidos **VPS**: velocidad pico sistólica **VFD**: Velocidad final de la diástole **IR**: índice de resistencia **IP**: índice de pulsatilidad **OD**: ojo derecho **OI**: ojo izquierdo **M**: media **DE**: desviación estándar **Fem**: femenino **Masc**: masculino

En la tabla 2 se reflejan los parámetros hemodinámicos acorde a la presencia o no de obesidad. En este sentido, la VPS no reveló diferencias relevantes con respecto a la presencia o ausencia de este FR aterosclerótico. No obstante, el IR y el IP si resultaron ser mayores en los obesos, en tanto la VFD fue menor en este mismo grupo. Estas discrepancias alcanzaron la significación estadística, con excepción de las relacionadas con el IP.

Tabla 2- Valores hemodinámicos según la presencia o no de obesidad

Variables		N = 100		Parámetros hemodinámicos arteriales oftálmicos							
				VPS		VFD		IR		IP	
				OD	OI	OD	OI	OD	OI	OD	OI
Obesidad	Sí	N = 62	M	33,9	33,3	9,97	10,5	0,79	0,82	1,79	1,85
			DE	± 5,9	± 7,6	± 3,4	± 3,9	± 0,1	± 0,1	± 0,5	± 0,4
	No	N = 38	M	32,4	33,1	8,31	8,75	0,83	0,84	1,88	1,99
			DE	± 6,5	± 6,6	± 3,6	± 3,8	± 0,1	± 0,1	± 0,5	± 0,5
Prueba t (p)				0,25	0,89	0,02	0,03	0,02	0,29	0,37	0,13

VPS: velocidad pico sistólica **VFD:** Velocidad final de la diástole **IR:** índice de resistencia **IP:** índice de pulsatilidad **OD:** ojo derecho **OI:** ojo izquierdo **M:** media **DE:** desviación estándar **Fem:** femenino **Masc:** masculino

En la tabla 3 se demuestra un predominio de los pacientes sin RD, los que constituyeron el 60 % de los diabéticos investigados, mientras que más de la mitad de los que si la presentaron, correspondieron a la forma leve. Con respecto a los valores hemodinámicos, en los casos con RD grave o proliferativa, se constataron las VPS y VFD más bajas, así como las cifras más elevadas de IR e IP, siendo todas estas diferencias estadísticamente significativas.

Tabla 3- Valores hemodinámicos en relación con la severidad de la RD

RD	N 100		Parámetros hemodinámicos arteriales oftálmicos							
			VPS		VFD		IR		IP	
			OD	OI	OD	OI	OD	OI	OD	OI
Sin RD	N 60	M	38,0	36,4	11,6	12,4	0,75	0,80	1,59	1,82
		DE	± 4,8	± 7,9	± 2,9	± 3,0	± 0,1	± 1,0	± 0,4	± 0,5
NP Leve	N 22	M	29,3	29,5	6,67	6,80	0,85	0,80	1,86	1,71
		DE	± 0,9	± 1,3	± 1,1	± 0,9	± 0,1	± 0,3	± 0,1	± 0,3
NP Moderada	N 12	M	28,4	28,4	5,05	5,12	0,90	0,89	2,56	1,86
		DE	± 0,6	± 0,7	± 0,7	± 0,5	± 0,1	± 0,1	± 0,2	± 0,1
NP Grave		M	26,3	27,0	3,99	4,40	0,95	0,99	2,71	2,74

	N	DE	± 0,6	± 0,8	± 0,1	± 0,5	± 0,1	± 0,1	± 0,1	± 0,1
Proliferativa	N	M	25,6	27,1	4,08	6,12	1,02	1,05	2,61	2,80
		DE	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
ANOVA (p)			0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

VPS: velocidad pico sistólica **VFD:** velocidad final de la diástole **IR:** índice de resistencia **IP:** índice de pulsatilidad **NP:** no proliferativa **G:** grado **M:** media **DE:** desviación estándar **OD:** ojo derecho **OI:** ojo izquierdo

En la tabla 4 se resume el comportamiento de los valores hemodinámicos en función del tiempo de diagnóstico de la DMT2. Se identificó un predominio de los enfermos entre 5 y 10 años de diagnosticados (47 %). Además, los diabéticos de más de 10 años presentaron los valores más bajos de VPS y VFD, y los más altos de IR e IP. Todas las diferencias observadas alcanzaron la significación estadística. Por último, resulta llamativa la tendencia al decremento de la VPS y VFD, así como al incremento del IR e IP a medida que aumenta el tiempo de diagnóstico de la DMT2.

Tabla 4 - Valores hemodinámicos en relación con el tiempo de diagnóstico de la DMT2

Tiempo diagnóstico de la DMT2	N = 100		Parámetros hemodinámicos arteriales oftálmicos							
			VPS		VFD		IR		IP	
			OD	OI	OD	OI	OD	OI	OD	OI
< 5 a	N	M	38,0	37,7	11,4	12,1	0,77	0,80	1,54	1,66
		DE	± 4,8	± 7,2	± 2,3	± 3,0	± 0,1	± 1,1	± 0,4	± 0,3
5-10 a	N	M	34,1	34,3	10,6	11,2	0,77	1,8	1,69	1,78
		DE	± 6,4	± 7,5	± 3,6	± 3,5	± 0,1	± 0,04	± 0,4	± 0,3
>10 a	N	M	28,3	28,4	5,44	5,68	0,89	0,88	2,29	2,30
		DE	± 1,3	± 1,3	± 1,4	± 1,2	± 0,1	± 0,1	± 0,4	± 0,4
ANOVA (p)			0,00	0,03	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

VPS: velocidad pico sistólica **VFD:** velocidad final de la diástole **IR:** índice de resistencia **IP:** índice de pulsatilidad **M:** media **DE:** desviación estándar **OD:** ojo derecho **OI:** ojo izquierdo **a:** años

Discusión

La DMT2 es una enfermedad que se caracteriza por un desorden metabólico causado por una hiperglicemia crónica que conlleva a complicaciones microvasculares como la retinopatía.⁽⁵⁾ En ella intervienen factores ambientales y genéticos, entre los cuales se encuentra la obesidad, considerada como el FR más importante para su desarrollo;⁽¹⁾ sin embargo, la relación entre el exceso de peso y la RD no está clara, pues si bien muchos aseguran que favorece su aparición y progresión,^(1,6) otros plantean que juega un papel protector.⁽⁷⁾

Se debe destacar que, en la literatura científica revisada, son escasos los artículos publicados que hagan referencia a los hallazgos por ecografía Doppler arterial oftálmico en pacientes obesos. En este sentido, *Çekiç y otros*⁽⁸⁾ al efectuar un estudio de la vasculatura retrobulbar arterial constataron valores de VPS y VFD más bajos en los obesos, mientras que los IR e IP resultaron superiores en este mismo grupo ponderal, lo que concuerda con lo observado en la presente investigación.

El mecanismo fisiopatológico de la RD continúa siendo un desafío para la ciencia médica. La mayoría de los expertos afirma que la anomalía regente en esta afección es la microangiopatía, la cual causa edema macular e isquemia retiniana. Esta microangiopatía es multifactorial y parece ser consecuencia de los daños hipoglucémicos e hipóxicos. El comportamiento de los valores hemodinámicos según el grado de la RD, evidenciado en este trabajo, coincide con lo encontrado en otros estudios como el de *Kanagaraju y otros*⁽⁹⁾ y *Resnik y otros*,⁽¹⁰⁾ quienes tras comparar los valores velocimétricos de pacientes diabéticos tipo 2 con y sin RD, demostraron una disminución de las VPS y VFD en los enfermos con RD, aunque independiente de la severidad de la retinopatía. *Iyizoba y otros*⁽¹¹⁾ y *Divya y otros*,⁽¹²⁾ también apreciaron estas alteraciones arteriales retrobulbares, pero las velocidades obtenidas fueron significativamente menores en los casos con retinopatía más avanzada.

El aumento de eritrocitos de la agregación plaquetaria y de la viscosidad de la sangre, así como la deformidad de los eritrocitos, son algunos de los diversos cambios hematológicos reconocidos en la DMT2 que contribuyen al incremento de la resistencia vascular periférica. El IR es un marcador indirecto de impedancia que refleja la resistencia del lecho vascular situado distalmente al punto de insonación. Esta medida, al ser independiente del ángulo Doppler, resulta más confiable y reproducible, con un coeficiente de variación mínimo.⁽¹³⁾ Al respecto, numerosas investigaciones han verificado un incremento significativo del IR en las arterias orbitarias de los diabéticos tipo 2, especialmente en las oftálmicas, lo que ha sido más notorio en los pacientes con retinopatía severa,

al punto de considerar a este parámetro hemodinámico, útil como predictor de riesgo para el desarrollo de una retinopatía diabética grave.^(9,12,14,15,16)

La aterosclerosis es un proceso que ocurre con el envejecimiento. El depósito y acúmulo de placas estrecha y hace más rígidas las arterias, con potencial afectación de cualquier territorio vascular, incluidas las órbitas, lo que podría propiciar el desarrollo del tipo de alteraciones hemodinámicas aquí descritas.^(4,17) Además, en la medida que se tenga más FR aterosclerótico, en este caso DMT2 asociado a obesidad, más severas serán las alteraciones vasculares relacionadas con la disfunción endotelial, resultante de los cambios metabólicos secundarios a la glucotoxicidad, lipotoxicidad, resistencia a la insulina, y de la interacción recíproca entre ellos. Aparentemente este es un hallazgo esperado porque todos estos FR tienen efectos sinérgicos en el origen de las lesiones micro y macrovasculares; sin embargo, cabe la posibilidad de que cada factor por separado se manifieste poco o con pobre intensidad, y ello implicaría menor riesgo que la presencia de un factor muy expresado. Por tanto, el tiempo de exposición a dichos factores tiene sin duda mucha importancia, así como la edad de los pacientes, la que adquiere gran relevancia si se tiene en cuenta que muchas enfermedades como la DMT2, poseen periodos subclínicos muy prolongados, y cuando se diagnostican pueden tener ya complicaciones vasculares.^(4,17)

De hecho, el tiempo de diagnóstico de la DMT2 representa uno de los FR más importantes para desarrollar una retinopatía. En este sentido *Ruiz* y otros⁽¹⁸⁾ y *Adriazen* y otros⁽¹⁹⁾ confirmaron que la incidencia de la RD varía según el tiempo de evolución de la DMT2, lo cual se debe al daño que la hiperglicemia crónica provoca en las células del endotelio capilar y los pericitos de los vasos retinales. Durante los primeros 5 años de diagnosticada la DMT2, generalmente la RD no alcanza formas graves; no obstante, la asociación a otros FR como las cifras altas de hemoglobina glicosilada o la microalbuminuria, pueden acelerar su progresión. De aquí la importancia de lograr la adherencia al tratamiento, único medio para evitar, o al menos retardar, la aparición de complicaciones.

Goebel y otros⁽²⁰⁾ monitorizaron por Doppler color los cambios hemodinámicos a nivel de las arterias orbitarias en pacientes con RD, encontrando una significativa reducción de las VPS y VFD en estrecha relación con el tiempo de evolución de la enfermedad y la severidad de la retinopatía. Más recientemente *Iyizoba* y otros⁽¹¹⁾ y *Divya* y otros⁽¹²⁾ corroboraron estos hallazgos.

Se concluye que en los pacientes diabéticos tipo 2 aquí investigados, se demostró una disminución de la velocidad del flujo y un incremento de la resistencia vascular a nivel de las arterias oftálmicas,

en tanto se evidenció asociación significativa de estos parámetros hemodinámicos con el envejecimiento, la presencia o ausencia de obesidad, el tiempo de diagnóstico de la diabetes y la severidad de la retinopatía diabética. Por lo tanto, se propone incluir como parte del estudio y seguimiento de los pacientes con DMT2, la evaluación aunada, mediante ecografía Doppler, de las arterias oftálmicas y las carótidas, lo que hará más completa la atención de estos casos.

Referencias bibliográficas

1. Córdova-Pluma VH, Vega-López CA, Ortega-Chavarría MJ, Mellado-Orellana R. Obesidad y diabetes, enfermedades interconectadas. *Med Int Méx.* 2020;36(1):77-82. Disponible en: <https://www.medigraphic.com/pdfs/medintmex/mim-2020/mim201j.pdf>
2. Castillo-Otí JM, Cañal-Villanueva J, García-Unzueta MT, Galván-Manso AI, Callejas-Herrero MR, Muñoz-Cacho P. Prevalencia y factores de riesgo asociados a la retinopatía diabética en Santander. Norte de España. *Aten Prim Barc.* 2020;52(1):29-37. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0212656718302932>
3. Solís Alfonso L, Mata Ramírez M. EcoDoppler orbitario y valores de referencia del flujo sanguíneo arterial en una población cubana. *Rev Cub Oftalmol.* 2018;31(3):1-10. Disponible en: www.revofthalmologia.sld.cu/index.php/oftalmologia/article/view/678/505
4. Solís Alfonso L, Fumero González FY, Piloto Díaz I. Glaucoma primario de ángulo abierto y factores de riesgo aterosclerótico: hallazgos por EcoDoppler orbitario. *Rev Cub Oftalmol* 2021;34(3):e1025. Disponible en: <http://revofthalmologia.sld.cu/index.php/oftalmologia/article/download/1025/pdf>
5. Mbata O, Abo El-Magd NF, El-Remessy AB. Obesity, metabolic syndrome and diabetic retinopathy: Beyond hyperglycemia. *World J Diabetes.* 2017;8(7):317-329. DOI: <https://10.4239/wjd.v8.i7.317>
6. Zamora Mostacero VE, Trujillo Neciosup ME. Asociación entre obesidad y retinopatía diabética en pacientes adultos con diabetes mellitus tipo 2 [tesis internet]. Universidad Nacional de Trujillo: Perú; 2018. Disponible en: <https://dspace.unitru.edu.pe/handle/UNITRU/9753>
7. Rooney D, Lye WK, Tan G, Lamoureux EL, Ikram MK, Cheng CY, et al. Body mass index and retinopathy in Asian populations with diabetes mellitus. *Acta Diabetol.* 2015;52(1):73-80. DOI: <https://10.1007/s00592-014-0602-2>

8. Çekiç B, Toslak IE, Doğan B, Çakır T, Erol MK, Bülbüller N. Effects of obesity on retrobulbar flow hemodynamics: color Doppler ultrasound evaluation. *Arq Bras Oftalmol.* 2017;80(3):143-147. Disponible en:
<https://www.scielo.br/j/abo/a/TQH43JfqGFZFtqmdBHH4Km/abstract/?lang=en>
9. Kanagaraju V, Divya K, Raajaganesh M, Devanand B. Evaluation of Resistive Index of Orbital Vessels Using Color Doppler Imaging in Patients with Type 2 Diabetes Mellitus. *J Med Ultrasound.* 2020 ;29(2):111-115. DOI:
https://10.4103/JMU.JMU_88_20.
10. Resnik Banu M. Colour Doppler evaluation of orbital vessels in patients with diabetic retinopathy [tesis internet]. Stanley Medical College: Chennai; 2020. Disponible en:
http://repository-tnmgrmu.ac.in/13613/1/200800220resnik_banu.pdf
11. Iyizoba GN, Adeyomoye AA, Olowoyeye OA, Oboke OS, Arogundade RA, Aribaba OT. Doppler ultrasound features of ophthalmic artery in diabetic retinopathy in a Nigerian Teaching Hospital. *Int J Res Med Sci.* 2021;9(12):3510-351. Disponible en:
<https://www.msjonline.org/index.php/ijrms/article/download/10270/6865>
12. Divya K, Kanagaraju V, Devanand B, Jeevamala C, Raghuram A, Sundar D. Evaluation of retrobulbar circulation in type 2 diabetic patients using color Doppler imaging. *Indian J Ophthalmol.* 2020 ;68(6):1108-1114. DOI:https://10.4103/ijo.IJO_1398_19.
13. Neudorfer M, Kessner R, Goldenberg D, Lavie A, Kessler A. Retrobulbar blood flow changes in eyes with diabetic retinopathy: a 10-year follow-up study. *Clin Ophthalmol.* 2014;8:2325-32. DOI:<https://10.2147/OPHTH.S71158>.
14. Pandey SK, Sharma V. World diabetes day 2018: Battling the Emerging Epidemic of Diabetic Retinopathy. *Indian J Ophthalmol.* 2018;66(11):1652-1653. DOI:https://10.4103/ijo.IJO_1681_18.
15. Kim M, Ha MJ, Choi SY, Park YH. Choroidal vascularity index in type-2 diabetes analyzed by swept-source optical coherence tomography. *Sci Rep.* 2018;8(1):70. DOI:<https://10.1038/s41598-017-18511-7>.
16. Karami M, Janghorbani M, Dehghani A, Khaksar K, Kaviani A. Orbital Doppler evaluation of blood flow velocities in patients with diabetic retinopathy. *Rev Diabet Stud.* 2012 Summer-Fall;9(2-3):104-11. DOI:<https://10.1900/RDS.2012.9.104>.

17. Rivera Urgelles Y, Solís Alfonso L. Hallazgos del Eco-Doppler arterial oftálmico en pacientes con hipertensión arterial primaria. Rev Cub Oftalmol. 2022;35(3). Disponible en: <https://revoftalmologia.sld.cu/index.php/oftalmologia/article/view/1594>
18. Ruiz Miranda M, Ramos López M, Pérez Infante Y, Hormigo Puertas I, Dupert Carbajal D. Caracterización epidemiológica y clínica de pacientes con retinopatía diabética. Rev Cub Oftalmol 2021;34(1):e899. Disponible en: <http://scielo.sld.cu/pdf/oft/v34n1/1561-3070-oft-34-01-e899.pdf>
19. Adrianzén RE, Rioja M, Manrique A. Frecuencia y severidad de retinopatía diabética en pacientes con diabetes mellitus tipo 2 en el Instituto Regional de Oftalmología. Rev Perú Med Exp Salud Pública 2019;36(2):260-4. Disponible en: <https://scielosp.org/article/rpmesp/2019.v36n2/260-264/>
20. Goebel W, Lieb WE, Ho A, Sergott RC, Farhoumand R, Grehn F. Color Doppler imaging: a new technique to assess orbital blood flow in patients with diabetic retinopathy. Invest Ophthalmol Vis Sci 1995;36(5):864-70. Disponible en: https://news.unboundmedicine.com/medline/citation/7706034/Color_Doppler_imaging:_a_new_technique_to_assess_orbital_blood_flow_in_patients_with_diabetic_retinopathy

Conflicto de intereses

Los autores declaran que no tienen conflicto de intereses.

Contribución de los autores

Conceptualización: Lesly Solís Alfonso.

Curación de datos: Johana Rivera Escobio.

Análisis formal: Johana Rivera Escobio.

Metodología: Lesly Solís Alfonso.

Administración de proyecto: Johana Rivera Escobio.

Supervisión: Lesly Solís Alfonso.

Redacción - borrador original: Lesly Solís Alfonso, Johana Rivera Escobio.

Redacción - revisión y edición: Lesly Solís Alfonso.