

**Título:** Resistencia arterial oftálmica y enfermedad renal crónica en tratamiento dialítico.

**Autores:**

<sup>1</sup> Lesly Solís Alfonso <https://orcid.org/0000-0001-6329-4657>

<sup>2</sup> Anisley Romero Rivera <https://orcid.org/0009-0001-0573-9600>

<sup>3</sup> Lucelia Cárdenas Achong <https://orcid.org/0000-0002-9102-1784>

<sup>1</sup> Doctora en Ciencias Médicas. Especialista de II grado en Imagenología. Profesora e Investigadora Titular. Jefa del Servicio de Imagenología del Instituto Cubano de Oftalmología “Ramón Pando Ferrer”.

<sup>2</sup> Especialista de I grado en Imagenología del Hospital Militar Central “Dr. Carlos Juan Finlay”.

<sup>3</sup> Especialista de I grado en Imagenología y Profesora Asistente del Hospital Militar Central “Dr. Carlos Juan Finlay”.

**Correo de correspondencia:** [leslysolisalfonso@gmail.com](mailto:leslysolisalfonso@gmail.com)

**Resumen:**

**Introducción:** La población cubana presenta un riesgo de 5,2% de padecer enfermedad renal crónica. Estos pacientes desarrollan pérdida de la visión por diferentes causas (neuritis óptica isquémica, retinopatía diabética e hipertensiva y toxicidad farmacológica). La ecografía Doppler orbitaria es un proceder útil para la evaluación de afecciones sistémicas con repercusión hemodinámica ocular, como es el caso de la enfermedad renal crónica. Sin embargo, en Cuba solo se encontró publicado un estudio que aborda esta temática. **Objetivo:** Caracterizar la resistencia arterial oftálmica en pacientes renales crónicos hemodializados. **Métodos:** Se efectuó un estudio observacional descriptivo y transversal en 106 pacientes con enfermedad renal crónica en tratamiento dialítico. Por interrogatorio y examen físico se identificaron los factores de riesgo aterosclerótico. Además, se realizó ultrasonido orbitario y Doppler carotídeo, y solo en caso de resultar normales, se procedió a evaluar mediante ecografía Doppler las arterias oftálmicas. **Resultados:** Predominaron los pacientes mayores de 50 años, el sexo masculino, el color mestizo de piel y los normopesos; mientras que la hipertensión arterial, tabaquismo y diabetes mellitus tipo 2 fueron los factores de riesgo aterosclerótico mayoritarios. En todos los enfermos renales crónicos se demostró un incremento de la resistencia vascular a nivel de las arterias oftálmicas, en tanto los casos con hipertensión arterial y diabetes mellitus tipo 2, así como los hipertensos exclusivos, mostraron los valores hemodinámicos más elevados. **Conclusiones:** La resistencia arterial oftálmica, evaluada mediante ecografía Doppler, se ratifica como un potencial biomarcador de daño renal en los pacientes con enfermedad renal crónica en tratamiento dialítico.

**Palabras clave:** resistencia arterial oftálmica; ecografía Doppler arterial oftálmica; enfermedad renal crónica; tratamiento dialítico; factores de riesgo aterosclerótico.

**Introducción:** La enfermedad renal crónica (ERC) es considerada como una pandemia, por el crecimiento exponencial que ha desarrollado; de hecho, cada diez años se duplica en el mundo el número de casos que reciben tratamientos sustitutivos de la función renal. La población cubana presenta un riesgo de 5,2 % de padecer una ERC, es decir, 52 personas enferman por cada 1 000 habitantes, aunque en los diabéticos este comportamiento prácticamente se triplica alcanzando 13,2 %. Esta afección provoca el 88,6 % de la mortalidad prematura, lo que traduce casi 14 años de vida potencialmente perdidos. <sup>(1,2)</sup>

Las complicaciones oftalmológicas son frecuentes en los pacientes renales crónicos, sobre todo en los que reciben tratamiento dialítico, ya sean secundarias a las comorbilidades de la ERC, o por efectos propios de la misma, siendo las más comunes la retinopatía diabética, la degeneración macular relacionada a la edad, la retinopatía hipertensiva y el glaucoma. <sup>(3,4,5)</sup> Debido a los avances en las terapias de reemplazo renal, ha aumentado la esperanza de vida de los hemodializados, lo que ha conllevado a una mayor aparición de este tipo de complicaciones, las cuales comprometen aún más la calidad de vida de estos pacientes. <sup>(6)</sup>

La ecografía Doppler orbitaria es un proceder útil para la evaluación de enfermedades sistémicas con repercusión hemodinámica ocular, como es el caso de la ERC, la hipertensión arterial (HTA) y la diabetes mellitus. Sin embargo, en la literatura revisada, se hallaron muy pocos artículos internacionales sobre los cambios hemodinámicos arteriales orbitarios en la ERC, en su mayoría efectuados en pacientes con nefropatía diabética; <sup>(7,8,9)</sup> mientras que en Cuba solo se encontró uno publicado por los propios autores del presente trabajo; <sup>(10)</sup> lo que motivó la realización de esta investigación, con el propósito de caracterizar la resistencia arterial oftálmica en pacientes renales crónicos hemodializados.

**Métodos:** Se efectuó un estudio observacional descriptivo y transversal en 106 pacientes con enfermedad renal crónica en tratamiento dialítico, atendidos en el Servicio de Nefrología del Hospital Militar Central “Dr. Carlos Juan Finlay”, en el período comprendido entre noviembre 2020 y noviembre 2022. Se incluyeron los casos mayores de 18 años, con cifras de presión intraocular menores de 21 mmHg, que no tuvieran una placa aterosclerótica carotídea que ocasionara una disminución de la luz vascular igual o superior al 50 %, y que dieron el consentimiento informado para la participación en esta investigación. Se excluyeron aquellos que presentaron infecciones relacionadas con el acceso vascular, complicaciones cardiovasculares (arritmias, infarto agudo de miocardio, pericarditis y/o hipotensión grave), síndrome de desequilibrio de diálisis o descontrol metabólico de la glicemia.

De inicio, a través de la historia clínica y la anamnesis, se recogieron los datos generales: edad, sexo y color de la piel, así como los factores de riesgo aterosclerótico HTA, diabetes mellitus tipo 2 (DM-2), dislipidemia, tabaquismo y consumo excesivo de alcohol. 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 ( $IMC = \text{Peso}/\text{talla m}^2$ ), que se usó para definir el estado ponderal del enfermo.

Posteriormente, se enviaron los pacientes 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 Aloka modelo Prosound SSD-  $\alpha 5$ , 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. <sup>(11,12)</sup>

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. <sup>(11,12)</sup> La variable hemodinámica recogida fue el índice de resistencia (IR). 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 y se seleccionó 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, la mediana y la desviación estándar en las cuantitativas. Además, se utilizaron los siguientes procedimientos estadísticos bivariados: prueba de la  $\chi^2$  al cuadrado ( $X^2$ ) para asociar dos variables cualitativas y prueba t de Student para comparar dos medias aritméticas. En ambos casos se fijó un nivel de significación del 95 % ( $p < 0,05$ ). La totalidad de los análisis previamente descritos se realizaron para ambos ojos en conjunto, al no demostrar diferencias estadísticamente significativas entre los valores de los parámetros hemodinámicos de ambas órbitas.

**Resultados:** Se investigaron 106 pacientes con diagnóstico de ERC en tratamiento dialítico, siendo la edad mínima 26 años y la máxima 76, con una media de 56,7 años y una mediana de 58,5, mientras que en los grupos etarios de 50 y más años se ubicó, prácticamente, el 80 % de los enfermos. Además,

se observó una prevalencia del sexo masculino que representó poco más del 65 % de los casos, y del color mestizo de la piel que estuvo presente en un 53,8 %. El estado ponderal predominante fue el normopeso y se demostró en más de la mitad de los sujetos investigados. Ninguna de estas diferencias alcanzó la significación estadística (tabla 1).

**Tabla 1. Enfermos renales crónicos según sexo, grupos de edad, color de la piel e IMC**

Grupos de edad	Sexo				Total		X <sup>2</sup> (p)
	Femenino		Masculino				
	No	%	No	%	No	%	
<b>26-29 años</b>	2	1.9	0	0	2	1.9	0.099
<b>30-39 años</b>	1	0.9	5	4.7	6	5.7	
<b>40-49 años</b>	2	1.9	12	11.3	14	13.2	
<b>50-59 años</b>	12	11.3	22	20.8	34	32.1	
<b>60 y más años</b>	20	18.9	30	28.3	50	47.2	
<b>Color de la piel</b>							
<b>Blanco</b>	16	15,1	23	21,7	39	36,8	0,599
<b>Negro</b>	3	2,8	7	6,6	10	9,4	
<b>Mestizo</b>	18	17,0	39	36,8	57	53,8	
<b>Estado ponderal según IMC</b>							
<b>Bajo peso</b>	2	1,9	3	2,8	5	4,7	0,656
<b>Normopeso</b>	23	21,7	44	41,5	67	63,2	
<b>Sobrepeso</b>	12	11,3	17	16,0	29	28,7	
<b>Obesidad</b>	0	0	5	4,7	4	3,7	
<b>Total</b>	37	34,9	69	65,1	106	100	

La HTA constituyó el factor de riesgo aterosclerótico mayoritario, seguido por el tabaquismo y la DM-2, los cuales, prácticamente, afectaron a la misma cantidad de pacientes (48 vs 43) (tabla 2).

**Tabla 2. Enfermos renales crónicos según factores de riesgo aterosclerótico**

Factores de riesgo	No	%
<b>HTA</b>	92	86,8
<b>DM-2</b>	43	40,6
<b>Dislipidemia</b>	15	14,2
<b>Consumo excesivo de alcohol</b>	9	8,5
<b>Tabaquismo</b>	48	45,3
<b>Sin factores de riesgo</b>	7	6,6
<b>Total</b>	106	100

En la tabla 3 se reflejan los valores medios de los índices de resistencia arteriales oftálmicos, los cuales se encontraron significativamente elevados en comparación a las cifras consideradas como normales. Asimismo, tanto en los diabéticos como en los hipertensos la resistencia arterial oftálmica se comprobó elevada, lo que resultó más notable en los casos con HTA exclusiva. Por último, los pacientes con HTA y DM-2 presentaron los mayores incrementos, con relación a la totalidad de los enfermos renales crónicos y a los grupos de

hipertensos y diabéticos por separado. Prácticamente todas estas diferencias fueron estadísticamente significativas.

**Tabla 3. Resistencia arterial oftálmica en relación a DM-2 e HTA**

Variables hemodinámicas	Media	DE	Mediana	Valor normal <sup>(11)</sup>		t (p)
				Media	DE	
<b>ERC</b>						
	0,92	± 0,28	0,87	0,74	± 0,1	0,01
<b>ERC y DM</b>						
<b>IR</b>	0,75	± 0,24	0,81	0,74	± 0,1	0.117
<b>ERC e HTA</b>						
<b>IR</b>	0,95	± 0.3	0,89	0,74	± 0,1	0.006
<b>ERC, DM e HTA</b>						
<b>IR</b>	1,0	± 0,23	0,96	0,74	± 0,1	0.006

En la Tabla 5 se resume el comportamiento de la resistencia arterial oftálmica en función de las posibles asociaciones entre los factores de riesgo ateroesclerótico HTA y DM-2. La significación estadística obtenida confirma que los enfermos, con ambos factores de riesgo presentes, evidenciaron los mayores incrementos de los índices de resistencia.

**Tabla 4. Resistencia arterial oftálmica según asociación de los factores de riesgo DM-2 e HTA**

Variable hemodinámica	Asociación entre los factores de riesgo DM-2 e HTA		
	HTA-/DM-2 (p)	HTA/HTA-DM-2 (p)	DM-2/DM-2-HTA (p)
<b>IR</b>	0,176	0,125	0,02

### Discusión:

La ecografía orbitaria se ha convertido en un método ideal para la visualización de las estructuras que conforman la órbita, así como para el diagnóstico de afecciones que no puedan ser visualizadas en el examen de fondo de ojo. La ecografía Doppler color y Doppler pulsado tienen la ventaja de ser fácilmente accesibles, además de no emplear radiaciones ionizantes, se pueden reproducir fácilmente y repetir cuantas veces sea necesario sin que esto conlleve un riesgo adicional para el paciente. <sup>(13)</sup>

Se debe destacar que, en la literatura nacional e internacional revisada, la inmensa mayoría de los estudios encontrados evalúa, mediante ecografía Doppler, la vasculatura retroocular en diabéticos tipo 2 o hipertensos sistémicos sin daño renal conocido. Al respecto, la generalidad concuerda en que los pacientes diabéticos tipo 2, y en especial con retinopatía diabética, presentan una significativa elevación de los IR en las arterias orbitarias. <sup>(14-17)</sup> Se reportan alteraciones hemodinámicas similares en los hipertensos con o sin retinopatía hipertensiva; <sup>(18-20)</sup> por lo que esta técnica de imagen se considera potencialmente útil como biomarcador en el diagnóstico temprano y seguimiento de estos enfermos.

Sin embargo, son escasas las investigaciones que relacionen estos factores de riesgo, en enfermos renales crónicos, con las variables hemodinámicas de la

ecografía Doppler arterial orbitaria. En este sentido, Di Siervi P et al tras medir el IR, a nivel de las arterias renales interlobulares y de la central de la retina, en 131 diabéticos tipo 2 con ERC, evidenciaron un incremento en la totalidad de los pacientes con relación a los controles, que en el caso de las renales solo se demostró a partir del estadio 3. Concluyen que la ecografía Doppler de potencia direccional es capaz de detectar alteraciones hemodinámicas oculares tempranas en enfermos con nefropatía diabética. <sup>(9)</sup>

Por otra parte, Basturk T et al luego de estudiar 103 casos con nefropatía diabética, mediante la determinación ecográfica del IR en las arterias intrarrenales y en las oftálmicas, central de la retina y ciliares posteriores, constataron su elevación en la totalidad de los vasos explorados en comparación a los controles. Además, se observó una tendencia al aumento de la resistencia vascular en relación a la magnitud del daño renal, por lo que sugieren que el IR puede ser empleado como biomarcador para el diagnóstico precoz y seguimiento de la nefropatía y retinopatía diabéticas. <sup>(8)</sup>

Posteriormente, Ayoola O et al después de cuantificar los IR en las arterias central de la retina y renal derecha de 74 nigerianos con nefropatía diabética, demostraron relación entre el IR retiniano y el grado de la insuficiencia renal, pero no encontraron asociación entre este IR y la tasa de filtración glomerular, la excreción urinaria de albúmina y el IR de la arteria renal derecha. <sup>(7)</sup>

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 renales y las oftálmicas, lo que podría propiciar el desarrollo del tipo de alteraciones hemodinámicas aquí descritas. <sup>18</sup> Además, en la medida que se tenga más factores de riesgo aterosclerótico, en este caso ERC asociado a HTA y DM-2, más severas serán las alteraciones vasculares secundarias. Supuestamente este es un hallazgo esperado, porque todos estos factores 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.

En adición, tanto la ERC como la DM-2 y la HTA poseen periodos subclínicos muy prolongados, y cuando se diagnostican pueden tener ya complicaciones vasculares. De aquí la importancia de diagnosticar y tratar precozmente a estos pacientes, no sólo con el objetivo de prevenir la aparición de la propia ERC, sino con el fin de detener la progresión de las alteraciones estructurales y funcionales del riñón una vez establecidas. <sup>12,18,21</sup>

La ecografía Doppler de los vasos orbitarios está influenciada por una serie de aspectos dependientes de la propia técnica y de tipo anatómico, los cuales pueden afectar su reproducibilidad. El ángulo formado entre la sonda Doppler y el vector del flujo sanguíneo se denomina ángulo "q" o de insonación. El cálculo de la velocidad del flujo es dependiente del coseno de este ángulo, lo que hace necesario mantenerlo entre 40° y 60° pues, de lo contrario, los resultados no serían repetibles ni válidos. Sin embargo, el IR que refleja la resistencia del lecho vascular situado distalmente al punto de insonación, no está directamente influido por el ángulo "q". <sup>(22)</sup>

En los vasos de mediano y de gran calibre, la ecografía Doppler permite valorar la pared arterial y el tipo de placa aterosclerótica presente, a la vez que brinda información sobre las características del flujo. Pero en los pequeños, como los orbitarios, únicamente se pueden obtener datos sobre el flujo de forma indirecta, porque ni siquiera es posible medir el radio del vaso. <sup>(22)</sup> En adición, muchos tienen un curso intraorbitario diferente al del haz de ultrasonido, lo que obliga a corregir el ángulo de insonación, pero en la práctica esto puede resultar muy difícil. Por ello la mayoría de los investigadores afirma que el IR es el parámetro hemodinámico de mayor reproducibilidad, al ser el menos dependiente de factores técnicos; y que la arteria oftálmica es el vaso de mayor reproducibilidad, lo que se debe a su mayor calibre y largo trayecto. <sup>(23)</sup>

Se concluye que, en los enfermos renales crónicos hemodializados investigados, se demostró un incremento de la resistencia vascular a nivel de las arterias oftálmicas, en tanto los casos con hipertensión arterial y diabetes mellitus tipo 2, así como los hipertensos exclusivos, presentaron los valores hemodinámicos más elevados. Por lo tanto, la resistencia arterial oftálmica, evaluada mediante ecografía Doppler, se ratifica como un potencial biomarcador de daño renal en los pacientes con enfermedad renal crónica en tratamiento dialítico.

#### **Bibliografía:**

1. Cárdenas Achong L, Solís Alfonso L, Blanco Aspiazu M. Metabolismo óseo-mineral en la enfermedad renal crónica avanzada: estudio comparativo entre hemodializados y no hemodializados. Rev haban cienc méd 2023;22(3):e5188. Disponible en: <http://www.revhabanera.sld.cu/index.php/rhab/article/view/5188>
2. Marín Prada MC, Gutiérrez García F, Martínez Morales MA, Rodríguez García CA, Guerra Bustillo G, Pérez-Oliva Díaz JF. Características y causas de muerte de pacientes fallecidos con enfermedad renal crónica. Cuba 2011-2016. Rev Habanera de Cienc Médicas 2021;20(5):e3579. Disponible en: [http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1729-519X2021000500011&Ing=es&tlng=es](http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1729-519X2021000500011&Ing=es&tlng=es).
3. Siu-Villaseñor D, Chávez-Gutiérrez KG, Chávez-Gutiérrez R, Romo-García E. Efecto de la hemodiálisis en la presión intraocular. Rev Med UAS 2020;10(3):135-42. Disponible en: <https://hospital.uas.edu.mx/revmeduas/articulos/v10/n3/pio.html>
4. Farrah TE, Dhillon B, Keane PA, Webb DJ, Dhaun N. The eye, the kidney, and cardiovascular disease: old concepts, better tools, and new horizons. Kidney International 2020;98(2):323-342. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.kint.2020.01.039>
5. Troche A, Fabiola F, Martínez Pico M, Pozzi S, Nuñez N, Adorno T, et al. Desprendimiento de retina seroso bilateral como presentación inusual de insuficiencia renal crónica terminal en un paciente pediátrico. Pediatr (Asunción) 2019;46(3). Disponible en: <https://doi.org/10.31698/ped.46032019008>
6. Herrera Añazco P, Díaz Sánchez MG, Palacios Guillén M, Núñez Talavera L, López Herrera A, Valencia Rodríguez J, et al. Compromiso ocular en pacientes en hemodiálisis. Acta méd peruana 2013;30(3):116-19. Disponible

en: [http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1728-59172013000300003&lng=es](http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1728-59172013000300003&lng=es).

7. Ayoola O, Soyoye D, Dawha S, Ikem R, Onakpoya O, Adedeji T, et al. The relationship between central retina artery resistive index and measures of renal function in type 2 diabetes mellitus. *Journal of Diabetes Mellitus* 2016;6(2):146-51. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.4236/jdm.2016.62015>
8. Basturk T, Akcay M, Albayrak R, Unsal A, Ulas T, Koc Y. Correlation between the resistive index values of renal and orbital arterioles. *Kidney Blood Press Res* 2012;35(5):332-339. Disponible en: <https://doi.org/10.1159/000336105>
9. Di Siervi P, Terracciano V, Rega A, Pagano F. Directional Power Doppler (dPd) in early ocular vs. renal vascular changes in diabetes mellitus type II. *Ultraschall in der Medizin* 2007;28(S1). Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1055/s-2007-989113>
10. Romero Rivera A, Solís Alfonso L, Cárdenas Achong L. Hallazgos por ecografía Doppler arterial oftálmica en pacientes con enfermedad renal crónica avanzada. *Rev Cub Oftalmol* 2023;36(3):e1814. Disponible en: <https://revoftalmologia.sld.cu/index.php/oftalmologia/article/view/1814/pdf>
11. Solís Alfonso L, Mata Ramírez M. Eco-Doppler orbitario y valores de referencia del flujo sanguíneo arterial en una población cubana. *Rev Cub Oftalmol* 2018;31(3):1-10. Disponible en: [www.revoftalmologia.sld.cu/index.php/oftalmologia/article/view/678/505](http://www.revoftalmologia.sld.cu/index.php/oftalmologia/article/view/678/505)
12. 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://revoftalmologia.sld.cu/index.php/oftalmologia/article/download/1025/pdf>
13. Poplin R, Varadarajan AV, Blumer K, Liu Y, MacConnell MV, Corrado GS, et al. Prediction of cardiovascular risk factors from retinal fundus photographs via deep learning. *Nat Biomed Eng* 2018;2(3):158-64. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/31015713/>
14. Surendra M, Raju S, Chandragiri S, Uppin MS, Raju N. Steroid therapy in drug induced acute interstitial nephritis-Retrospective analysis of 83 cases. *Saudi J Kidney Dis Transpl* 2019;30(1):157-65. Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4588323/>
15. Ravikanth R. Usefulness of color Doppler imaging of orbital arteries in young hypertensive patients. *J Baylor Scott & White Health* 2019;32(4):514-19. Disponible en: <https://doi.org/10.1080/08998280.2019.1624125>
16. 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* 2021;29(2):111-15. Disponible en: <http://www.jmuonline.org/text.asp?2021/29/2/111/301132>
17. 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. *IJRMS* 2021;9(12). Disponible en: <https://dx.doi.org/10.18203/2320-6012.ijrms20214701>
18. Nadeem B, Bacha R, Gilani SA, Manzoor I. Comparison of the Doppler Indices in the Ophthalmic Artery and Central Retinal Artery in Diabetic and Nondiabetic Individuals. *Journal of Diagnostic Medical Sonography* 2021;37(6):521-26. Disponible en: <https://doi.org/10.1177/87564793211101487>

19. Rivera Escobio Y, Solís Alfonso L. Hallazgos por ecografía Doppler arterial oftálmico en pacientes con diabetes mellitus tipo 2. Rev Cub Oftalmol 2022;35(4):e1719. Disponible en: [http://scielo.sld.cu/scielo.hp?script=sci\\_arttext&pid=S0864-21762022000400016&lng=es&tlng=es](http://scielo.sld.cu/scielo.hp?script=sci_arttext&pid=S0864-21762022000400016&lng=es&tlng=es).
20. Rivera Urgelles Y, Solís Alfonso L. Hallazgos del Eco-Doppler arterial oftálmico en pacientes con hipertensión arterial primaria. Rev Cub Oftalmol 2022;35(3):e1594. Disponible en: <https://revoftalmologia.sld.cu/index.php/oftalmologia/article/view/1594>
21. Runze Z, Márquez M, Cacéres M, Peguero YH, Real RM. Evaluación de la dinámica de la circulación arterial ocular por eco Doppler en pacientes con hipertensión arterial sistémica esencial. Rev Cubana Oftalmol 2020;33(2):e814. Disponible en: [www.revoftalmologia.sld.cu/index.php/oftalmologia/article/view/814/782](http://www.revoftalmologia.sld.cu/index.php/oftalmologia/article/view/814/782)
22. Jiménez Aragón F. Ecografía Doppler oftálmica en el diagnóstico precoz del glaucoma [tesis doctoral]. Universidad de Zaragoza; 2013. Disponible en: <https://zaguan.unizar.es/collection/Tesis>
23. Montero Jaime M. Ecografía Doppler ocular y retinopatía diabética. Correlación entre el índice de resistencia y la severidad de la retinopatía [tesis doctoral]. Universidad Rovira I Virgili; 2013. Disponible en: <https://www.tesisenred.net/bitstream/handle/10803/125665/tesis.pdf?sequence=1&isAllowed=y>