

Resistencia arterial oftálmica en la enfermedad renal crónica sin tratamiento dialítico asociada a hipertensión arterial primaria

Ophthalmic Arterial Resistance in Chronic Kidney Disease without Dialytic Treatment associated with Primary Arterial Hypertension

Lesly Solís Alfonso^{1*} <https://orcid.org/0000-0001-6329-4657>

Idis Danet Nager Stuart² <https://orcid.org/0000-0002-8110-1385>

Lucelia Cárdenas Achong² <https://orcid.org/0000-0002-9102-1784>

¹Instituto Cubano de Oftalmología Ramón Pando Ferrer. La Habana, Cuba.

²Hospital Militar Central Dr. Carlos Juan Finlay. La Habana, Cuba.

*Autor para la correspondencia: leslysolisalfonso@gmail.com

RESUMEN

Objetivo: Caracterizar la resistencia arterial oftálmica en pacientes con enfermedad renal crónica sin tratamiento dialítico asociada a hipertensión arterial primaria.

Métodos: Se efectuó un estudio observacional descriptivo y transversal con 126 órbitas de 63 pacientes con enfermedad renal crónica sin tratamiento dialítico asociada a hipertensión arterial primaria. 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 los índices de resistencia de las arterias oftálmicas.

Resultados: Predominaron los pacientes mayores de 40 años de edad, el sexo masculino, el color blanco y negro de la piel, y los enfermos renales crónicos en estadio 3A; mientras que el tabaquismo fue el factor de riesgo aterosclerótico mayoritario. En todos los pacientes se demostró un incremento significativo de la resistencia vascular a nivel de las arterias oftálmicas, en tanto los fumadores,

obesos y consumidores excesivos de alcohol mostraron los valores hemodinámicos más elevados. Asimismo, los casos con mayor cantidad de factores de riesgo presentes y daño renal más avanzado evidenciaron los mayores índices de resistencia.

Conclusiones: El índice de resistencia arterial oftálmico, como potencial biomarcador de daño renal, debe ser uno de los parámetros a considerar como parte de la evaluación y seguimiento en los pacientes con enfermedad renal crónica asociada a hipertensión arterial primaria.

Palabras clave: índice de resistencia arterial oftálmico; ecografía Doppler arterial oftálmica; enfermedad renal crónica; hipertensión arterial primaria; factores de riesgo aterosclerótico.

ABSTRACT

Purpose: To characterize ophthalmic arterial resistance in patients with chronic kidney disease without dialysis treatment associated with primary arterial hypertension. **Methods:** A descriptive and cross-sectional observational study was carried out with 126 orbits of 63 patients with chronic kidney disease without dialysis treatment associated with primary arterial hypertension. Atherosclerotic risk factors were identified by interrogation and physical examination. In addition, orbital ultrasound and carotid Doppler were performed, and only if they were normal, the resistance indexes of the ophthalmic arteries were evaluated by Doppler ultrasound.

Results: Patients older than 40 years of age, male sex, black and white skin color, and chronic renal patients in stage 3A predominated, while smoking was the main atherosclerotic risk factor. All patients showed a significant increase in vascular resistance at the level of the ophthalmic arteries, while smokers, obese patients and excessive alcohol consumers showed the highest hemodynamic values. Likewise, cases with more risk factors present and more advanced renal damage evidenced the highest resistance indices.

Conclusions: The ophthalmic arterial resistance index, as a potential biomarker of renal damage, should be one of the parameters to be considered as part of the

evaluation and follow-up in patients with chronic kidney disease associated with primary arterial hypertension.

Keywords: ophthalmic arterial resistance index; ophthalmic arterial Doppler ultrasound; chronic kidney disease; primary arterial hypertension; atherosclerotic risk factors.

Recibido:07/03/2025

Aceptado:14/04/2025

Introducción

La enfermedad renal crónica (ERC) representa un problema de salud pública global.^(1,2) Los datos publicados evidencian un incremento de su prevalencia e incidencia a nivel mundial, de lo que Cuba no queda exenta.^(2,3,4) Este comportamiento se encuentra estrechamente relacionado, por una parte, con el envejecimiento de la población, y por la otra, con la elevada prevalencia de hipertensión arterial (HTA), diabetes y aterosclerosis, las cuales constituyen sus principales causas.^(4,5,6)

Los ojos y los riñones se desarrollan durante el mismo período embrionario, por lo que las enfermedades que los involucran comparten una fuerte asociación. Además, ambos órganos pueden ser el objetivo del daño en múltiples procesos sistémicos como la aterosclerosis. Asimismo, los ojos pueden afectarse como consecuencia de la propia enfermedad renal o de su tratamiento. En adición, factores de riesgo (FR) como la HTA, la diabetes y el tabaquismo son comunes a ambas enfermedades. Por ello, las manifestaciones oculares pueden ser predictivas de daño renal, mientras que los enfermos renales crónicos tienen un riesgo elevado de padecer afecciones oculares.⁽⁷⁾

La ecografía Doppler es una técnica no invasiva, accesible y costo-efectiva, que permite examinar el flujo sanguíneo retrobulbar de manera dinámica en tiempo real, incluso en presencia de opacidades oculares que impidan la visualización del

segmento posterior del ojo.^(8,9,10,11,12) Su aplicación en los trastornos de la órbita se describió por primera vez en 1989.⁽¹³⁾ Sin embargo, en la literatura internacional revisada, son pocos los estudios que evalúan las alteraciones hemodinámicas orbitarias en la ERC, y la mayoría lo hacen en pacientes con nefropatía diabética en tratamiento dialítico.^(14,15,16) Mientras que en Cuba solo se encontró un artículo publicado que incluyó enfermos renales crónicos hemodializados de varias etiologías.⁽¹⁷⁾ Lo expuesto motivó la realización de esta investigación, con el propósito de caracterizar la resistencia arterial oftálmica en pacientes con ERC sin tratamiento dialítico asociada a HTA.

Métodos

Se efectuó un estudio observacional descriptivo y transversal con 126 órbitas de 63 pacientes con diagnóstico de ERC sin tratamiento dialítico e HTA, atendidos en el Servicio de Nefrología del Hospital Militar Central Dr. Carlos Juan Finlay, en el período comprendido entre junio de 2023 y junio de 2024.

Se incluyeron los pacientes mayores de 18 años de edad, 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 los hipertensos descompensados o que no llevaran tratamiento para la HTA, y los que presentaron antecedentes personales de otras afecciones capaces de provocar alteraciones de la ecografía Doppler arterial oftálmica (glaucoma, diabetes *mellitus*, dislipidemia y enfermedades hematológicas).

De inicio, a través de la anamnesis y de la historia clínica, se recogieron los datos generales: edad, sexo y color de la piel, así como los FR aterosclerótico: tabaquismo, obesidad 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 ($IMC = \text{peso/talla m}^2$), 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 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.^(9,10)

Finalmente, se procedió a la introducción del modo Doppler color, para la evaluación de las arterias oftálmicas. Asimismo, 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.^(9,10) 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 y la desviación estándar en las cuantitativas. Además, se utilizaron la prueba t de Student, el análisis de varianza (ANOVA) y el coeficiente de correlación de Pearson, para los cuales se fijó un nivel de significación del 95 % ($p < 0,05$).

Resultados

Se estudiaron 126 órbitas de 63 pacientes con diagnóstico de ERC sin tratamiento dialítico e HTA, siendo la edad mínima 26 años y la máxima 72, con una media de 55 años y una mediana de 57, mientras que en el grupo etario de 40 a 59 años quedó incluida, prácticamente, la mitad de los enfermos. Además, se observó una prevalencia del sexo masculino (66,7 %), del tabaquismo (36,5 %), así como del color blanco y negro de la piel, los cuales se identificaron en igual cantidad de pacientes (36,5% para cada uno).

En la tabla 1 se expone la distribución de las variables demográficas y los FR ateroesclerótico en relación con la gravedad de la ERC. Se evidencia un predominio de los enfermos en estadio 3A (38,1 %). Asimismo, no se constataron diferencias relevantes entre las medias de las edades, en tanto los grupos etarios mayores de 40 años y el sexo masculino prevalecieron en los tres estadios analizados. Con respecto al color de la piel el grupo 3A incluyó la mayor cantidad de casos mestizos (52,9 %), mientras que en el 3B predominó la piel blanca (39,2 %) y en el 4 esta característica se distribuyó de forma equitativa. Por último, los fumadores fueron más numerosos en los estadios 4 y 3.º. La mayoría de los obesos formó parte del grupo 3B y los consumidores excesivos de alcohol quedaron repartidos de manera uniforme.

Tabla 1 - Pacientes según estadio de la ERC, edad, sexo, color de piel y FR ateroesclerótico

Variables clínicas	Estadio de la ERC			
	3A	3B	4	Total
Edad				
Media	55,4	54,8	54,7	55
Mediana	56	57	59	57
Mínimo	33	33	26	26
Máximo	72	57	72	72
Grupos de edad	N (%)*	N (%)*	N (%)*	N (%)**
26-39 años	2 (33,3)	1 (16,7)	3 (50,0)	6 (9,5)
40-59 años	14 (45,2)	11 (35,5)	6 (19,3)	31 (49,2)
60 o más años	8 (30,8)	7 (26,9)	11 (42,3)	26 (41,3)
Sexo	N (%) *	N (%) *	N (%) *	N (%) **
Femenino	7 (33,3)	8 (38,1)	6 (28,6)	21 (33,3)
Masculino	17 (40,5)	11 (26,2)	14 (33,3)	42 (66,7)
Color de la piel	N (%) *	N (%) *	N (%) *	N (%) **
Blanco	7 (30,4)	9 (39,2)	7 (30,4)	23 (36,5)

Mestizo	9 (52,9)	2 (11,8)	6 (35,3)	17 (27,0)
Negro	8 (34,8)	8 (34,8)	7 (30,4)	23 (36,5)
FR ateroesclerótico	N (%) *	N (%) *	N (%) *	N (%) **
Tabaquismo	10 (43,5)	4 (17,4)	9 (39,1)	23 (36,5%)
Obesidad	0 (0,0)	3 (75,0)	1 (25,0)	4 (6,4%)
Exceso de alcohol	3 (30,0%)	4 (40,0)	3 (30,0)	10 (15,9)
Total	24 (38,1)	19 (30,2)	20 (31,7)	63 (100)

*Porcentajes calculados del total de la fila ** Porcentajes calculados del total de la columna ERC: enfermedad renal crónica

N: número %: porcentaje.

En la tabla 2 se reflejan los valores medios de los IR en las arterias oftálmicas examinadas. En la totalidad de los pacientes, las medias del IR sobrepasaron, de forma significativa, el valor considerado como normal. Asimismo, se demostró una tendencia al aumento de la resistencia en la medida que la edad avanzó; mientras que las mujeres mostraron IR promedio superior al de los hombres, pero sin evidenciar variaciones relevantes con relación al color de la piel. Ninguna de las diferencias hemodinámicas, constatadas entre los ojos, alcanzó la significación estadística.

Tabla 2- IR arterial oftálmico según grupos de edad, sexo y color de piel

Variables demográficas		N (%)	IR oftálmico (Media y DE)	
			OD	OI
			0,96 ±0,2	1,00 ±0,2
			*t (p) < 0,05	*t (p) < 0,05
Grupos de edad	26-39 años	6 (9,5)	0,93 ±0,2	0,92 ±0,1
	40-59 años	31 (49,2)	0,96 ±0,2	1,04 ±0,2
	60 o más años	26 (41,3)	0,98 ±0,2	0,97 ±0,1
Sexo	Femenino	21 (33,3)	0,99 ±0,2	1,07 ±0,2
	Masculino	42 (66,7)	0,94 ±0,2	0,96 ±0,2
Color de la piel	Blanco	23 (36,5)	0,98 ±0,2	1,06 ±0,2
	Mestizo	17 (27,0)	0,91 ±0,1	0,99 ±0,2
	Negro	23 (36,5)	0,99 ±0,2	0,97 ±0,2
Valor normal ⁽⁹⁾ (IR oftálmico)			0,74 ± 0,1	

*Prueba t de Student con respecto al valor de normalidad aquí referido IR: índice de resistencia N: número %: por ciento DE: desviación estándar OD: ojo derecho OI: ojo izquierdo.

En la tabla 3 se analiza la resistencia arterial oftálmica en relación con los FR ateroesclerótico. El IR mostró valores superiores tanto en los obesos como en los consumidores excesivos de alcohol, lo que solo resultó estadísticamente

significativo para el ojo derecho. En el caso del hábito de fumar, el cual representó el FR mayoritario, el comportamiento fue similar, pero ninguna de las discrepancias observadas alcanzó la significación estadística. Por otro lado, llama la atención el incremento de la resistencia en la medida que el paciente presentó mayor número de FR, lo cual de igual forma solo llegó a ser significativo para el ojo derecho.

Tabla 3 - IR arterial oftálmico según FR ateroesclerótico

FR ateroesclerótico		N (%)	IR oftálmico (media y DE)	
			OD	OI
Tabaco	Presente	23 (36,5)	0,95 ± 0,2	0,97 ± 0,2
	Ausente	40 (63,5)	0,99 ±0,2	1,03 ± 0,1
Prueba t (p)			0,33	0,17
Obesidad	Presente	4 (6,4)	1,30 ±0,2	1,20 ± 0,1
	Ausente	59 (93,6)	0,94 ±0,2	0,99 ±0,2
Prueba t (p)			0,01	0,11
Exceso de alcohol	Presente	10 (15,9)	1,16 ±0,2	1,06 ±0,1
	Ausente	53 (84,1)	0,93 ±0,2	0,99 ±0,2
Prueba t (p)			0,02	0,29
Número de FR	Sin FR adicional	31 (49,2)	0.85 ±0,2	0,92 ±0,2
	1 FR adicional	27 (42,9)	1,07 ±0,2	1,03 ±0,2
	2 FR adicionales	5 (7,9)	1,34 ±0,1	1,23 ±0,1
ANOVA t (p)			0,03	0,19

IR: índice de resistencia FR: factor de riesgo N: número %: porcentaje DE: desviación estándar OD: ojo derecho OI: ojo izquierdo

En la tabla 4 resulta llamativo que en los pacientes renales crónicos en estadio 4 se detectaron los mayores IR oftálmicos, pero estas discrepancias no alcanzaron la significación estadística.

Tabla 4 - IR arterial oftálmico según estadio de la ERC

Clasificación de la ERC	N (%)	IR oftálmico (Media y DE)	
		OD	OI
Estadio 3A	24 (38,1)	0,87 ± 0,1	0,97 ± 0,2
Estadio 3B	19 (30,2)	0,99 ± 0,2	0,97 ± 0,1
Estadio 4	20 (31,8)	1,02 ± 0,2	1,06 ± 0,2
ANOVA (p)		0,20	0,33

ERC: enfermedad renal crónica IR: índice de resistencia DE: desviación estándar OD: ojo derecho OI: ojo izquierdo.

En la tabla 5 se reconoce una débil correlación positiva, pero no significativa, entre los IR y la edad, mientras que entre los IR y el IMC no se demostró correlación de tipo lineal.

Tabla 5- Correlación lineal del IR arterial oftálmico con la edad y el IMC

Parámetro hemodinámico		Correlación de Pearson	p
IR oftálmico y edad	IR oftálmico OD	0,28	>0,05
	IR oftálmico OI	0,27	>0,05
IR oftálmico e IMC	IR oftálmico OD	0,05	>0,05
	IR oftálmico OI	0,02	>0,05

IR: índice de resistencia DE: desviación estándar OD: ojo derecho OI: ojo izquierdo. IMC: índice de masa corporal.

Discusión

Existe evidencia sustancial de una estrecha asociación entre las enfermedades oculares y renales. El compromiso del ojo en la enfermedad renal puede deberse a que ambos órganos son el objetivo del mismo proceso patológico o a que la manifestación ocular es resultado de la afección renal. El reconocimiento y tratamiento precoz pueden mejorar el pronóstico visual, así como reducir las complicaciones graves y la morbilidad renal.⁽⁷⁾

Prácticamente, en todas las etapas clínicas de la ERC, se producen cambios estructurales importantes en la pared arterial, tanto de los grandes vasos como de la microcirculación, los cuales están fuertemente vinculados con la progresión del daño renal y la aparición de complicaciones cardiovasculares; por lo que representan un potencial biomarcador pronóstico de daño renal. Es por ello que poder estimar o diagnosticar de forma adecuada el daño vascular es esencial.⁽¹⁸⁾ Hoy es posible valorar, mediante ecografía Doppler, el flujo sanguíneo orbitario. Según la evidencia publicada, en la gran mayoría de los pacientes renales crónicos se reporta un aumento de la resistencia arterial oftálmica, comparada con poblaciones sanas.^(14,15,16,17)

Los estudios que caracterizan, mediante ecografía Doppler, las alteraciones vasculares arteriales orbitarias en pacientes con ERC e HTA son escasos. Al respecto, *Romero y otros*,⁽¹⁷⁾ tras examinar las arterias oftálmicas de 106 pacientes

con ERC en tratamiento dialítico, demostraron un incremento de la resistencia tanto en los hipertensos ($0,95 \pm 0,3$) y diabéticos tipo 2 ($0,75 \pm 0,24$) como en aquellos casos que presentaron ambas afecciones ($1,0 \pm 0,23$); resultando llamativo que el IR medio de los hipertensos fue superior al de los diabéticos.

Asimismo, *Mattina* y otros⁽¹⁹⁾ investigaron la asociación entre la hemodinámica arterial oftálmica, la HTA y el daño renal, en 280 hipertensos en los que se constató una asociación positiva del IR oftálmico con la aterosclerosis carotídea y la albuminuria de 24 h, independientemente de los otros FR cardiovascular considerados; por lo que concluyen que la circulación vascular oftálmica permite evaluar la conexión entre la macro y la microcirculación *in vivo*, en tanto el IR arterial oftálmico podría ser útil como marcador para una mejor estratificación del riesgo para desarrollar enfermedad renal y cardiovascular.

Por otra parte, *Rokni* y otros⁽²⁰⁾ tras estudiar, mediante eco-Doppler de arterias oftálmicas y central de la retina, 17 controles supuestamente sanos y 34 pacientes con ERC (17 hemodializados y 17 no hemodializados), pero sin HTA, diabetes o enfermedades cardiovasculares, evidenciaron un incremento de la resistencia arterial oftálmica solo en los enfermos no hemodializados, por lo que sugieren que la enfermedad microvascular y la disfunción endotelial de la vasculatura orbitaria se relaciona con el daño renal crónico y no con la hemodiálisis crónica.

En los pacientes con daño renal crónico la HTA es uno de los FR mayor para el desarrollo de la disfunción endotelial, progresión de la aterosclerosis y muerte por eventos cardiovasculares.⁽²⁾ La elevación de la presión arterial ocasiona y acelera los cambios en la pared vascular de los órganos diana como el riñón, cerebro, corazón y ojo. A nivel ocular, produce alteraciones en la retina, la coroides y cabeza del nervio óptico, abarcando un amplio rango de lesiones, desde un estrechamiento vascular leve hasta una pérdida visual grave por neuropatía óptica isquémica. Estas alteraciones se producen a través de dos mecanismos:⁽²¹⁾

- Aumento del tono de las arteriolas que conduce a la vasoconstricción e hiperplasia de la capa muscular de las arteriolas.
- Esclerosis reactiva por una acumulación de material hialino que hace a la arteriola más rígida y menos sensible a estímulos vasopresores.

En este sentido, todos los artículos originales revisados^(11,12,17,22,23,24) reportan un incremento de la resistencia arterial oftálmica en pacientes con HTA, lo cual resulta más evidente en los casos con retinopatía hipertensiva o con más gravedad de dicha retinopatía, en los hipertensos no controlados, en aquellos que tienen mayor tiempo de diagnóstico de la enfermedad y en los que presentan una diabetes *mellitus* tipo 2 asociada.

En esta investigación los enfermos de mayor edad y las mujeres mostraron los IR oftálmicos más elevados; ocurriendo lo mismo en los fumadores, obesos y consumidores excesivos de alcohol, en relación con los casos no portadores de estos FR y a los valores considerados normales. Asimismo, el IR arterial oftálmico mostró una tendencia al incremento en la medida que se agravó el daño renal, pero estas diferencias no alcanzaron la significación estadística, lo cual pudo deberse a que la mayor cantidad de FR asociados (tabaquismo, obesidad y consumo excesivo de alcohol) prevalecieron en los estadios 3A y 3B, mientras que el grupo 4 tuvo el mayor predominio de hombres. Además, también pudo influir el tamaño muestral y el no haber recogido el tiempo de diagnóstico de la HTA ni la posible presencia y gravedad de una retinopatía hipertensiva.

Es bien conocido que el tabaquismo y el envejecimiento inducen y aceleran la progresión del daño renal al asociarse a una mayor carga aterosclerótica;⁽²⁵⁾ en tanto aumentan el riesgo de padecer y aceleran el desarrollo de enfermedades oftalmológicas como la retinopatía diabética e hipertensiva y la degeneración macular asociada a la edad.⁽²⁶⁾ Por tanto, pueden propiciar o favorecer el desarrollo del tipo de alteraciones hemodinámicas aquí descritas.

En la medida que el paciente renal crónico presente más FR aterosclerótico, en este caso HTA asociado a tabaquismo, obesidad o consumo excesivo de alcohol, mayor será la disfunción endotelial, el engrosamiento de la pared vascular y la rigidez arterial, lo que se traducirá en una elevación de la resistencia del flujo sanguíneo en el territorio arterial implicado.⁽²⁵⁾ Este es un hallazgo esperado, pero también es posible que cada factor por separado se manifieste poco y ello implicaría menor riesgo que la presencia de un factor muy expresado. De igual modo, tanto la edad como el tiempo de exposición tienen gran relevancia si se considera que muchas

enfermedades como la ERC y la HTA, poseen períodos subclínicos prolongados y cuando se diagnostican ya pueden tener complicaciones vasculares.⁽¹⁰⁾ Por tanto, el adecuado conocimiento y tratamiento de los FR es primordial para evitar el desarrollo clínico de la enfermedad, y una vez establecida, para realizar una buena prevención secundaria.

La reproducibilidad de la ecografía Doppler orbitaria está relacionada con una serie de aspectos técnicos y de tipo anatómico. 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° para garantizar que los resultados sean válidos y repetibles; sin embargo, el IR no está directamente influido por el ángulo “q”.⁽²⁷⁾

Además, a diferencia de los vasos de mediano y gran calibre, en los pequeños la ecografía Doppler únicamente permite obtener datos sobre el flujo de forma indirecta, porque ni siquiera es posible medir su radio.⁽²⁷⁾ En adición, muchos de los vasos orbitarios tienen un curso diferente al del haz de ultrasonido, lo que obliga a corregir el ángulo de insonación, pero en la práctica esto puede resultar muy difícil.⁽²⁸⁾ En consecuencia, la generalidad de los investigadores coincide en que el IR y la arteria oftálmica son los de mayor reproducibilidad, en el primer caso por ser el parámetro hemodinámico menos dependiente de factores técnicos, y en el segundo por ser el vaso orbitario de mayor calibre y trayecto más largo.^(15,28)

En conclusión, el índice de resistencia arterial oftálmico, como potencial biomarcador de daño renal, debe ser uno de los parámetros a considerar como parte de la evaluación y seguimiento en los pacientes con enfermedad renal crónica asociada a HTA, independientemente del estadio en que se encuentren y del tratamiento que estén recibiendo.

Referencias bibliográficas

1. Global, regional, and national burden of chronic kidney disease, 1990-2017: a systematic analysis for the Global Burden of Disease Study 2017. Lancet. 2020;395(10225):709-33. DOI: [10.1016/S0140-6736\(20\)30045-3](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(20)30045-3)

2. Jara A, Mezzano S. Daño vascular en la enfermedad renal crónica. Rev Méd Chile. 2008;136(11):1476-84. DOI: [10.4067/S0034-98872008001100016](https://doi.org/10.4067/S0034-98872008001100016)
3. Cárdenas Achong L, Solís Alfonso L, Blanco Aspiazú M. Metabolismo óseo-mineral en la enfermedad renal crónica avanzada: estudio comparativo entre hemodializados y no hemodializados. Rev haban cienc méd. 2023 [acceso 21/12/2024];22(3):e5188. Disponible en: <http://www.revhabanera.sld.cu/index.php/rhab/article/view/5188>
4. Velázquez Blanco G, Treto Ramírez J, Gutiérrez Gutiérrez C, Ravelo Llanes K, Rivera Garmendia C, Cruz Hernández P. Carga aterosclerótica en pacientes con Enfermedad Renal Crónica en hemodiálisis. Rev Nefrol Cuba. 2024 [acceso 12/01/2025];2:e36. Disponible en: <https://revnefrologia.sld.cu/index.php/nefrologia/article/view/36>
5. Kidney Disease: Improving Global Outcomes (KDIGO) CKD Work Group. KDIGO 2024 Clinical Practice Guideline for the Evaluation and Management of Chronic Kidney Disease. Kidney Int; 2024 [acceso:5/01/2025];105(4S):S117-314. Disponible en: <https://kdigo.org/wp-content/uploads/2024/03/KDIGO-2024-CKD-Guideline.pdf>
6. Fleig S, Magnuska ZA, Koczera P, Salewski J, Djudjaj S, Schmitz G, et al. Advanced ultrasound methods to improve chronic kidney disease diagnosis. npj Imaging. 2024 [acceso 12/01/2025];2(22). DOI: [10.1038/s44303-024-00023-5](https://doi.org/10.1038/s44303-024-00023-5)
7. Goyal JL, Gupta A, Gandhi P. Ocular manifestations in renal diseases. Indian J Ophthalmol 2023;71:2938-43. DOI: [10.4103/IJO.IJO_3234_22](https://doi.org/10.4103/IJO.IJO_3234_22)
8. Castilla-Guerra L, Gómez Escobar A, Gómez Cerezo JF. Utilidad de la ecografía Doppler para el estudio de la enfermedad vascular ocular. Rev Clin Esp. 2021;221(7):418-25. DOI: [10.1016/j.rce.2020.11.007](https://doi.org/10.1016/j.rce.2020.11.007)
9. Solís Alfonso L, Mata Ramírez M. EcoDoppler orbitario y valores de referencia del flujo sanguíneo arterial en una población cubana. Rev Cub Oftalmol. 2018 [acceso 21/12/2024];31(3):1-10. Disponible en: <http://www.revoftalmologia.sld.cu/index.php/oftalmologia/article/view/678/505>
10. 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 [acceso 21/12/2024];34(3):e1025. Disponible en: <http://revoftalmologia.sld.cu/index.php/oftalmologia/article/download/1025/pdf>
11. Rivera Escobio Y, Solís Alfonso L. Hallazgos por ecografía Doppler arterial oftálmico en pacientes con diabetes mellitus tipo 2. Rev Cub Oftalmol. 2022 [acceso 21/12/2024];35(4):e1719. Disponible en: http://scielo.sld.cu/scielo.hp?script=sci_arttext&pid=S0864-21762022000400016&lng=es&tlng=es
12. Rivera Urgelles Y, Solís Alfonso L. Hallazgos del Eco-Doppler arterial oftálmico en pacientes con hipertensión arterial primaria. Rev Cub Oftalmol. 2022 [acceso 21/12/2024];35(3):e1594. Disponible en: <https://revoftalmologia.sld.cu/index.php/oftalmologia/article/view/1594>
13. Verdugo-Unigarro AD, Tobar-Marcillo MA, Martín-Biasotti EF, Padilla-Pérez LA, Ortiz-Gallegos JE. Valores normales de las velocidades de flujo e índices de resistencia de las arterias oftálmica, central de la retina y ciliares cortas posteriores por ultrasonido Doppler color en la población mexicana. Rev Mex Oftalmol. 2021;95(1):8-14. DOI: [10.24875/RMO.M20000141](https://doi.org/10.24875/RMO.M20000141)
14. 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. JDM. 2016;6(2):146-51. DOI: [10.4236/jdm.2016.62015](https://doi.org/10.4236/jdm.2016.62015)
15. Basturk T, Akcay M, Albayrak R, Unsal A, Ulas T, Koc Y. Correlation between the resistive index values of renal and orbital arteriures. Kidney Blood Press Res. 2012;35(5):332-39. DOI: [10.1159/000336105](https://doi.org/10.1159/000336105)
16. 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). DOI: [10.1055/s-2007-989113](https://doi.org/10.1055/s-2007-989113)
17. 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 [acceso 12/01/2025];36(3):e1814. Disponible en: <https://revoftalmologia.sld.cu/index.php/oftalmologia/article/view/1814/pdf>
18. Inserra F, Lavenia G, Forcada P, Castellaro Bello C. La vasculatura sistémica en la enfermedad renal crónica. Segunda parte. Rev Nefrol Dial Traspl. 2020 [acceso

- 12/12/2024];40(1):62-75. Disponible en:
<http://revistarenal.org.ar/index.php/rndt/article/view/510/992>
19. Mattina A, Geraci G, Zammuto M, Maida C, Giammanco A, Nardi E, et al. Resistive index of ophthalmic artery as an imaging biomarker of hypertension-related vascular and kidney damage. *Biomark Med* 2021;15(13):1155-66. DOI: [10.2217/bmm-2020-0829](https://doi.org/10.2217/bmm-2020-0829)
20. Rokni Yazdi H, Faraji S, Ahmadi F, Shahmirzae R. Color Doppler Indices of Orbital Arterial Flow in End-Stage Renal Disease Patients; ¿Are the Changes Related to Chronic Hemodialysis or Chronic Renal Failure? *Iran J Radiol*. 2012;9(1):12-6. DOI: [10.5812/iranjradiol.6730](https://doi.org/10.5812/iranjradiol.6730)
21. Rodríguez NA, Zurutuza A. Manifestaciones oftalmológicas de la hipertensión arterial. *An Sist Sanit Navar*. 2008 [acceso 12/12/2024];31(3):13-22. Disponible en: http://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1137-66272008000600002&lng=es
22. Runze Z, Cacéres Toledo M, Peguero Brínguez YH, Real Cancio RM. Evaluación de la dinámica de la circulación arterial ocular por eco Doppler en pacientes con hipertensión arterial sistémica esencial. *Rev Cub Oftalmol*. 2020 [acceso 12/12/2024];33(2):e814. Disponible en: <http://revoftalmologia.sld.cu/index.php/oftalmologia/article/view/814>
23. Prathibha S, Varada S, Srivastava R, Kailash V, Anish RS, Davra SV. A study on effect of diabetes mellitus and hypertension on ocular blood flow by colour doppler ultrasonography. *Ophthalmol J*. 2022;7:227-33. DOI: [10.5603/OJ.2022.0033](https://doi.org/10.5603/OJ.2022.0033)
24. Hamnah F, Naveed A, Syeda RM, Sajid SM, Hanif A. The Effect of Hypertension and Diabetes on Ophthalmic Artery Hemodynamics. *Journal of Diagnostic Medical Sonography*. 2023;39(4):369-75. DOI: [10.1177/87564793231156384](https://doi.org/10.1177/87564793231156384)
25. Velázquez Blanco G, Treto Ramírez J, Gutiérrez Gutiérrez C, Ravelo Llanes K, Rivera Garmendia C, Cruz Hernández P. Carga aterosclerótica en pacientes con Enfermedad Renal Crónica en hemodiálisis. *Rev cuba nefrolog*. 2024 [acceso 12/01/2025];2:e36. Disponible en: <https://revnefrologia.sld.cu/index.php/nefrologia/article/view/36>
26. Wan L, Feng A, Solís Alfonso L, Fernández-Britto Rodríguez JE. Influencia del tabaquismo, la hipertensión arterial y la diabetes mellitus las enfermedades

oftalmológicas. Rev Cub Oftalmol. 2017 [acceso 12/1/2025];30(3):1-14. Disponible en:

http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0864-21762017000300010&lng=es

27. 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 [acceso 10/12/2024];16(6):177-82. Disponible en:

<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S092982660200071X>

28. Aburn NS, Sergott RC. Color Doppler Imaging of the ocular and orbital blood vessels. Curr Opin Ophthalmol. 1993 [acceso 10/12/2024];4(6):3-6. Disponible en: <https://www.touchophthalmology.com/imaging/journal-articles/colour-doppler-imagingof-ocular-and-orbital-blood-vessels-in-retinal-diseases/>

Conflicto de intereses

Los autores declaran que no existe conflicto de intereses.

Contribuciones de los autores

Conceptualización: Lesly Solís Alfonso.

Curación de datos: Idis Danet Nager Stuart.

Análisis formal: Lesly Solís Alfonso.

Investigación: Lesly Solís Alfonso.

Metodología: Lesly Solís Alfonso.

Administración del proyecto: Lesly Solís Alfonso.

Supervisión: Lucelia Cárdenas Achong.

Redacción-borrador original: Lesly Solís Alfonso.

Redacción-revisión y edición: Lesly Solís Alfonso.