

Ultrasonido vascular en la planeación terapéutica endovascular en pacientes con isquemia crítica

Vascular ultrasound in endovascular therapeutic planning in patients with critical limb ischemia

Mishell E. Santander-Becerra*, Jorge A. Torres-Martínez, Paloma González-Villegas, Salvador Moya-Jiménez y Julio A. Serrano-Lozano

Servicio de Angiología, Cirugía Vascular y Endovascular, Hospital Regional Licenciado Adolfo López Mateos, Instituto de Seguridad y Servicios Sociales de los Trabajadores del Estado (ISSSTE), Ciudad de México, México

Resumen

Antecedentes: La angiografía es el estándar de oro para evaluar la localización y extensión de la enfermedad arterial periférica (EAP). Sin embargo, es invasiva y confiere riesgo de nefrotoxicidad. El uso de ultrasonido dúplex vascular (USV) podría ser una alternativa no invasiva en lugar de la arteriografía. Nuestro objetivo es determinar si el USV es tan eficiente como la angiografía para el diagnóstico y plan terapéutico en la EAP. **Material y métodos:** Estudio observacional, de concordancia, en pacientes con EAP que fueron sometidos a USV y a arteriografía en el Hospital Regional Licenciado Adolfo López Mateos del Instituto de Seguridad y Servicios Sociales de los Trabajadores del Estado. Se compararon las siguientes variables: segmento afectado por EAP, vía de acceso vascular y los vasos sanguíneos a intervenir. Se utilizó el índice de concordancia kappa, y como prueba inferencial la Chi-cuadrada. Una $p < 0.05$ se consideró estadísticamente significativa.

Resultados: Se incluyeron 36 pacientes, de edad promedio 68 ± 10 años, el 61% eran masculinos. El 97.2% tenían diabetes mellitus, el 75%, hipertensión arterial, el 16.7%, dislipidemia, el 36.1% fumaban y el 30.6% tenían enfermedad renal crónica. La manifestación clínica predominante entre los pacientes fue isquemia crítica con pérdida de tejido en el 80.6% de los casos, dolor en reposo en el 11.1% de los casos y claudicación al caminar < 200 m en el 8.3%. El angiosoma más afectado fue el tibial anterior (55.6% de los casos), seguido del tibial posterior (22.2%), y el tipo de revascularización realizada a los pacientes fue la directa (61.1% de los casos). Se determinó concordancia diagnóstica con un valor kappa global de 0.713 ($p < 0.001$). Para enfermedad multinivel, en vasos tibiales, el kappa fue de 0.769. La concordancia para el sistema TASC II entre USG dúplex y la arteriografía tuvo un valor kappa de 0.621 ($p < 0.001$). La concordancia entre ultrasonografía (USG) dúplex y angiografía por sustracción digital (ASD) para planificar el sitio de acceso vascular fue de 1. Para identificar la arteria específicamente afectada con EAP, la concordancia fue de 0.3. **Conclusiones:** El USV fue tan eficiente como la arteriografía para la planeación del abordaje quirúrgico y la elección del sitio de acceso en EAP, así como identificar la circulación principal o segmento afectado, pero es una opción poco precisa para identificar la totalidad de arterias afectadas.

Palabras clave: Arteriografía. Ultrasonido. Enfermedad arterial periférica. Isquemia crítica.

Correspondencia:

*Mishell E. Santander-Becerra
E-mail: dr.msantander@hotmail.com

Fecha de recepción: 17-05-19

Fecha de aceptación: 15-07-19

DOI: 10.24875/RMA.M19000003

Disponible en internet: 20-09-2019

Rev Mex Angiol. 2019;47(3):11-15

www.RMAngiologia.com

0377-4740/© 2019 Sociedad Mexicana de Angiología y Cirugía Vascular y Endovascular, A.C. Published by Permanyer México. This is an open access article under the CC BY-NC-ND license (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>).

Abstract

Background: Angiography is the gold standard for diagnosis and to evaluate the extension of peripheral arterial disease (PAD). However, it is invasive and confers risk of nephrotoxicity. The use of vascular ultrasonography (VU) could be a non-invasive diagnostic alternative. The aim of this study is to compare the VU with angiography for the diagnosis and therapeutic plan in EAP. **Material and methods:** Observational study of concordance in patients with PAD who underwent USG duplex and arteriography in the Hospital Regional Licenciado Adolfo López Mateos. The following variables were compared; segment affected by PAD, vascular access route and blood vessels to treat. The kappa concordance index was used, and the Chi-square test was used as an inferential test. A $p < 0.05$ was considered statistically significant. **Results:** 36 patients were included, of average age 68 ± 10 years, 61% were male. 97.2% had diabetes mellitus, 75% had high blood pressure, 16.7% had dyslipidemia, 36.1% were smokers and 30.6% had chronic kidney disease. The predominant clinical manifestation among the patients was critical ischemia with tissue loss in 80.6% of cases, pain at rest in 11.1% of cases and claudication when walking < 200 m in 8.3%. The most affected angiosoma was the tibialis anterior (55.6% of the cases), followed by the posterior tibialis (22.2%) and the type of revascularization performed on the patients was direct (61.1% of the cases). Diagnostic concordance was determined with a global kappa of $= 0.713$; $p < 0.001$; for multilevel disease, in tibial vessels the kappa was 0.769. The concordance for the TASC II system between duplex USG and arteriography had a kappa value of 0.621 ($p < 0.001$). The agreement between duplex USG and ASD to plan the vascular access site was 1. To identify the artery specifically affected with PAD, the agreement was 0.3. **Conclusions:** The VU was as efficient as the Arteriography for the planning of the surgical approach and the choice of the access site in PAD, as well as to identify the main circulation or affected segment, but it is an inaccurate option to identify the totality of affected arteries.

Key words: Arteriography. Ultrasound. Peripheral arterial disease. Critical Ischemia.

Introducción

La enfermedad arterial periférica (EAP) es el resultado del aporte sanguíneo insuficiente debido a la estenosis u oclusión de arterias de las extremidades, y el principal componente etiológico de la enfermedad es la aterosclerosis¹. De acuerdo con los datos epidemiológicos de EE.UU., la prevalencia de EAP estimada es del 3 al 10%, y se incrementa entre al 14% a 29% en mayores de 70 años. La isquemia crítica o isquemia crónica que pone en riesgo la extremidad inferior se caracteriza por la presencia de necrosis, heridas que no cicatrizan, dolor en reposo y constantes hemodinámicas alteradas; es la principal manifestación de la EAP en pacientes con diabetes. México es un país con alta incidencia de diabetes mellitus.

La angiografía por sustracción digital es el estudio de imagen considerado como estándar de oro para el diagnóstico de EAP, mediante la aplicación intravascular de contrastes yodados y radiación ionizante, es capaz de realizar una evaluación del estrechamiento u oclusión de la luz de un segmento de vasos enfermos, y permite la construcción de un mapa preciso del trayecto arterial para planeación de tratamiento endovascular²⁻⁵. Las desventajas de la angioplastia son nefropatía por medio de contraste (1-2%), que aumenta al 10% en pacientes con niveles de creatinina de 1.3 a 1.9 mg/dl y al 62% en pacientes con niveles mayores de 2 mg/dl, sangrado en sitio de

punción (3.4%), pseudoaneurisma (0.5%), disección arterial (0.4%), embolización (2.2%), fistula arteriovenosa (0.1%), ruptura en el sitio de angioplastia (0.3%) y trombosis (3.2%), entre otras^{6,7}.

El ultrasonido dúplex vascular (USV) es un estudio de imagen no invasivo de primera línea para los pacientes con EAP, combina la valoración hemodinámica mediante medición del flujo sanguíneo (análisis espectral, Doppler) e información morfológica arterial (Modo B y color Doppler) para el diagnóstico y planeación del procedimiento endovascular⁸⁻¹⁰. En pacientes con enfermedad renal crónica (ERC), el diagnóstico y planeación por USV es preferible en comparación con estudios de imagen contrastado, como lo es la angiotomografía, ya que pueden inducir progresión de la nefropatía. Para minimizar radiación y exposición a medio de contraste, la combinación de USV y angiografía con CO₂ en pacientes con ERC muestra excelentes resultados^{11,12}.

Al momento actual, en diferentes centros, así como en nuestro hospital, no se ha realizado una valoración del impacto que tendría el USV en la decisión terapéutica en comparación con la ASD. El presente estudio tiene como objetivo determinar si el USV es tan eficiente como el ASD para identificar el segmento anatómico afectado por EAP, determinar la vía de acceso vascular en caso de tratamiento endovascular y los vasos sanguíneos a intervenir.

Tabla 1. Comorbilidades

Comorbilidades	
	%
DM	97.2
HAS	75
Dislipidemia	16.7
Tabaquismo	36.1
ERC	30.6

DM: diabetes *mellitus*; ERC: enfermedad renal crónica;
HAS: hipertensión arterial sistémica.

Material y métodos

Se realizó un estudio observacional, transversal, de concordancia entre dos métodos diagnósticos, en pacientes tratados en el Servicio de Angiología, Cirugía Vascular y Endovascular del Hospital Regional Licenciado Adolfo López Mateos del Instituto de Seguridad y Servicios Sociales de los Trabajadores del Estado (ISSSTE) durante el periodo comprendido entre el 1 de junio de 2018 y el 1 de abril de 2019.

Los criterios de inclusión fueron: pacientes de ambos sexos mayores de 18 años, derechohabientes del ISSSTE, diagnosticados de isquemia crítica con estudio tanto por angiografía como USV realizado en el laboratorio vascular y haber sido tratado con cirugía endovascular. Se obtuvieron variables demográficas. En todos los pacientes se realizó el diagnóstico clínico y hemodinámico de isquemia crítica. Luego se realizó el USV por un único operador. A todos los pacientes se les realizó angiografía diagnóstico-terapéutica. Del expediente quirúrgico se determinó cuál fue el acceso elegido para la angiografía y el procedimiento final realizado, así como las siguientes variables: segmento de afectación (femoropoplíteo, vasos tibiales, multinivel), clasificación TASC de segmento femoropoplíteo (A, B, C, D), clasificación TASC de segmento infrapoplíteo (A, B, C, D), segmento a tratar (arteria femoral común, femoral superficial, poplíteo, tibial anterior, tibial posterior, peronea), decisión de la vía de acceso vascular (femoral común ipsilateral anterógrado/femoral común contralateral retrógrado). Los datos se analizaron como concordancia en decisiones, en porcentaje y con sus intervalos de confianza al 95%. Para la prueba de hipótesis se consideró una diferencia mayor a un 5% para rechazar la prueba de igualdad. Se determinó la concordancia mediante el coeficiente de kappa de Cohen. Se hizo análisis descriptivo de las características de los pacientes, así como de los diagnósticos y procedimientos realizados. Las

Tabla 2. Características clínicas y angiosoma

Características clínicas de la enfermedad arterial periférica		
	n	%
Manifestación clínica predominante		
Pérdida de tejido	29	80.6
Dolor en reposo	4	11.1
Claudicación al caminar < 200 m	3	8.3
Angiosoma de la herida en el pie		
Tibial anterior	52	55.6
Tibial posterior	20	22.2
Arteria peronea	6	5.5
No identificado	8	16.7
Tipo de revascularización realizada		
Directa		61.1
Indirecta		38.9

medidas de resumen fueron según la distribución de los datos y el tipo de variables. Las medidas cualitativas, con frecuencias simples y relativas en porcentaje; en las cuantitativas, el promedio con su variabilidad (media y desviaciones estándar o mediana y rangos intercuartílicos). Los datos se presentan en tablas. Los análisis se realizaron con el paquete estadístico SPSS versión 24®.

Se consideró un nivel de significancia estadística para el valor kappa de $p < 0.05$.

Resultados

Un total de 29 pacientes fueron incluidos en el análisis final, cuya edad promedio fue de 68 ± 10 años (rango de 49 a 95 años). De estos pacientes, el 61.1% eran masculinos. Los antecedentes patológicos se presentan en la **tabla 1**.

La manifestación clínica predominante entre los pacientes fue pérdida de tejido en el 80.6% de los casos, dolor en reposo en 11.1% de los casos y claudicación limitante en el 8.3%. El angiosoma más afectado fue el de la arteria tibial anterior (55.6% de los casos), seguido del tibial posterior (22.2%), y el tipo de revascularización realizada fue la directa (61.1%) de los casos (**Tabla 2**).

Se determinaron los segmentos afectados detectados tanto por USV como por angiografía, y se encontró que el USV detectó que el 80.6% de los pacientes tenían EAP multinivel, en comparación con el 69.4% que detectó la ASD ($p < 0.01$). Mientras que el 19.4% de los pacientes tuvieron EAP de vasos tibiales en comparación con el 27.8% por ASD ($p < 0.01$). Tuvieron EAP femoropoplíteo el 2.8% de los pacientes por ASD y ninguno por USV ($p = 1.000$).

Tabla 3. Concordancia diagnóstica por USV y ASD del segmento arterial afectado

Concordancia diagnóstica por segmentos afectados entre USV y ASD		
Segmento	ASD (%)	USV (%)
EAP multinivel	69.4	80.6
EAP vasos tibiales	27.8	19.4
EAP femoropoplítea	2.8	0.0

Comparación de los diagnósticos por USV y ASD ($p < 0.01$). ASD: angiografía por sustracción digital; EAP: enfermedad arterial periférica; USV: ultrasonido dúplex vascular.

Tabla 4. Valores de concordancia diagnóstica Kappa entre USV y ASD del segmento arterial afectado

Valores de concordancia diagnóstica (por kappa) entre USV y ASD		
Segmento	Valor de kappa	Significado
Global	0.713	Buena concordancia
EAP multinivel	0.769	Buena concordancia
EAP vasos tibiales	0.769	Buena concordancia
EAP femoropoplítea NE	NE	

NE: No estimado; no se detectaron casos aislados de afección femoropoplítea por USV.
ASD: angiografía por sustracción digital; EAP: enfermedad arterial periférica.

Posteriormente, se determinó la concordancia diagnóstica global con el coeficiente kappa, y se encontró una K global = 0.713 ($p < 0.001$). Para enfermedad multinivel y vasos tibiales el kappa fue de 0.769, mientras que, para EAP únicamente del segmento femoropoplítea no se pudo determinar porque no se detectaron casos por USV.

Se clasificaron las lesiones de los pacientes con el sistema TASC II. La concordancia para el sistema TASC II entre USV y arteriografía tuvo un valor kappa de 0.62, ($p < 0.001$); mientras que en el segmento tibial fue de 0.74, ($p < 0.001$) (Tabla 3).

Al comparar la totalidad de sitios a tratar con base a la arteria afectada, hubo diferencias entre lo que se determinó por un método y otro. Por ejemplo, mientras que el USV detectó al 2.8% ($n = 1$) de pacientes con afectación única de la tibial anterior, la ASD detectó a 8.3% ($n = 3$) pacientes con afectación única de esta arteria. En otros casos, el USV detectó más casos de afectaciones mixtas que la arteriografía, y esta última detectó el 3.3% de los pacientes con combinaciones de arterias afectadas, que no detectó el USV (Tabla 4).

Al momento de determinar el sitio a tratar, el valor de concordancia kappa fue de 0.3, debido a que, en 33% de los casos se detectaron lesiones por arteriografía que no fueron detectadas con USV.

También se comparó la vía de acceso planificada con base en la USV y la angiografía, y se encontró que, con ambos métodos, el sitio de acceso planificado, en el 89.9% de los casos, fue el femoral común anterógrado ipsilateral y en 11.1% de los pacientes el femoral común retrógrado contralateral.

Como consecuencia de lo anterior, la concordancia entre USV y ASD para planificar el sitio de acceso vascular tuvo un coeficiente kappa de 1.

Discusión

En cuanto a precisión diagnóstica, entendiendo como diagnóstico el segmento afectado, la concordancia global entre USV y arteriografía fue buena, y fue mayor para la afectación multinivel (femoropoplítea + vasos tibiales) y enfermedad aislada de vasos tibiales que para la afectación única del segmento femoropoplítea. Para determinar la vía de acceso vascular y el abordaje quirúrgico, la concordancia fue perfecta, con un índice kappa de 1, y en cuanto a precisión diagnóstica, la concordancia fue también buena, con valores de kappa de 0.6. En cuanto a la precisión de las arterias afectadas, ya que identifica lesiones en arterias que el USV no detecta y, en cambio, la arteriografía, al pintar toda la red vascular, detecta afectaciones que el USV no detecta.

Considerando que los medios de contraste comprometen la función renal¹⁰ y que en el presente estudio hasta una tercera parte de los pacientes tenían ERC y más del 90% tenía diabetes o hipertensión (dos condiciones que deterioran la tasa de filtrado glomerular), el USV es una opción a la arteriografía, así como en aquellos con reacciones adversas o hipersensibilidad a medios de contraste¹³.

Estudios previos han encontrado una buena correlación diagnóstica entre el USV y la arteriografía por sustracción digital. Por ejemplo, Katsamouris, et al. reportaron una excelente concordancia diagnóstica para el segmento femoropoplítea entre USV y la arteriografía, con un índice kappa de 0.89; buena concordancia para el segmento aortoiliaco, con un kappa de 0.69, y para el segmento infrapoplítea, una concordancia moderada de 0.59. En nuestro estudio, en cambio, no encontramos suficientes casos de afectación aislada del segmento femoropoplítea; tampoco afectación aortoiliaca. Sin embargo, en el segmento tibial, nuestra concordancia fue buena, con un índice kappa de 0.76, en comparación con 0.59 en el estudio de Katsamouris, et al.⁷ Además, en los pacientes del presente estudio evaluamos la concordancia entre arteriografía y USV en decidir la vía de acceso vascular y planeación del abordaje quirúrgico, a

diferencia de lo realizado por Katsamourisa, quien no midió la concordancia en cuanto a la toma de decisiones terapéuticas⁷.

En relación con la planeación terapéutica, un estudio realizado por Avenarius, et al. encontró concordancia de 0.90 entre el USV y la arteriografía. Este valor es inferior al índice kappa de 1 encontrado en nuestro estudio para la decisión del sitio de acceso vascular y planeación del abordaje quirúrgico¹⁴.

Por otro lado, cuando se probó la concordancia en términos de la capacidad del USV para identificar la arteria específica afectada, la concordancia fue muy pobre, con un índice de concordancia kappa de 0.336. Es decir, la planificación preoperatoria del tratamiento en pacientes con isquemia crónica crítica de las extremidades inferiores puede basarse en USV en la mayoría de los pacientes; sin embargo, para la planificación de la arteria a revascularizar puede ser necesaria información adicional, incluyendo la realización de la arteriografía. En especial porque la calcificación severa no permite la visualización adecuada de las arterias específicas en vasos crurales: tronco tibioperoneo, arteria tibial anterior, tibial posterior y peronea^{15,16}.

Las diferencias en la concordancia de arteriografía con USV entre distintos estudios podría ser dependiente del operador y también verse influenciada por la experiencia del centro hospitalario, por lo que, en una unidad vascular con amplia experiencia en USV de las arterias inferiores de la pierna, el tratamiento de pacientes con isquemia grave en el segmento infrapoplíteo podría basarse en el USV en la mayoría de los pacientes, sin efectos negativos en el resultado terapéutico, de acuerdo con lo demostrado por Koelemay, et al¹⁷.

Conclusiones

El USV aporta buenos resultados para planeación del abordaje quirúrgico y sitio de acceso, puede ser tan eficaz como la arteriografía en términos de identificar la circulación principal o el segmento afectado, pero es una opción poco precisa para identificar la totalidad de arterias afectadas, o a tratar. Es una opción no invasiva, en especial en pacientes con ERC. No obstante, se debe tener conciencia de las limitaciones dependientes del operador del USV.

Conflicto de intereses

Los autores declaran que no existe conflicto de intereses alguno.

Responsabilidades éticas

Protección de personas y animales. Los autores declaran que los procedimientos seguidos se conformaron a las normas éticas del comité de experimentación humana responsable y de acuerdo con la Asociación Médica Mundial y la Declaración de Helsinki.

Confidencialidad de los datos. Los autores declaran que han seguido los protocolos de su centro de trabajo sobre la publicación de datos de pacientes.

Derecho a la privacidad y consentimiento informado. Los autores han obtenido el consentimiento informado de los pacientes y/o sujetos referidos en el artículo. Este documento obra en poder del autor de correspondencia.

Bibliografía

1. Kullo IF, Rooke TW. Peripheral Artery Disease. *New Engl J Med.* 2016;374(9):861-71.
2. Bravo-Valle J. Estudio comparativo entre angioresonancia versus angiografía por sustracción digital, en la evaluación de pacientes con sospecha clínica de insuficiencia arterial de miembros inferiores. *Medigraphic.* 2005;59:341-7.
3. Arain FA, Cooper LT Jr. Peripheral arterial disease: diagnosis and management. *Mayo Clin Proc.* 2008;83(8):944-9;50.
4. Gerhard-Herman MD, Gornik HL, Barrett C & Barshes NR. 2016 AHA/ACC Guideline on the Management of Patients With Lower Extremity Peripheral Artery Disease: Executive Summary: A Report of the American College of Cardiology/American Heart Association Task Force on Clinical Practice Guidelines. *Am Heart Assoc.* 2016;135:686-725.
5. Kakkos SK, Tsolakis IA. Is Duplex Ultrasound Scanning for Peripheral Arterial Disease of the Lower Limb a Non-invasive Alternative or an Adjunct to Angiography? *Eur J Vasc Endovasc Surg.* 2010;40:513-4.
6. Fairley SL, Lucking AJ, McEntegart M, Shaukat A, Smith D, Chase A, Walsh SJ. Routine Use of Fluoroscopic-Guided Femoral Arterial Puncture to Minimise Vascular Complication Rates in CTO Intervention: Multi-centre UK Experience. *Heart Lung Circ.* 2016;25(1):1203-9.
7. Katsamourisa AN, Giannoukasa AD, Tsetis D, Kostasa T, Petinarakis I, Gourtsoyiannis N. Can Ultrasound Replace Arteriography in the Management of Chronic Arterial Occlusive Disease of the Lower Limb? *Eur J Vasc Endovasc Surg.* 2001;21:155-9.
8. Norgren L, Hiatt WR, Dormandy JA. Inter-Society Consensus for the Management of Peripheral Arterial Disease (TASC II). *J Vasc Surg.* 2007;45:5-67.
9. Eiberg JP, Gronvall Rasmussen JB. Duplex ultrasound scanning of peripheral arterial disease of the lower limb. *Eur J Vasc Endovasc Surg.* 2010;4:507-12.
10. Polak JF, Karmel MI, Mannick JA & O'Leary DH. Determination of the extent of lower-extremity peripheral arterial disease with color-assisted duplex sonography: comparison with angiography. *Am J Roentgenol.* 1999;155:1085-9.
11. Hwang JY. Doppler ultrasonography of the lower extremity arteries: anatomy and scanning guidelines. *Ultrasonography.* 2017;36(2):111-9.
12. Saldanha de Almeida CE. Vascular access: the impact of ultrasonography. *Einstein (São Paulo).* 2016;14(4):561-6.
13. Söderström M, Albäck A, Biancari F, Lappalainen K, Lepäntalo M, Venermo M. (Angiosome-targeted) infrapopliteal endovascular revascularization for treatment of diabetic foot ulcers. *J Vasc Surg.* 2013;57:427-35.
14. Avenarius JK, Breek JC, Lampmann LE, van Berge Henegouwen DP, Hamming JF. The additional value of angiography after colour-coded duplex on decision making in patients with critical limb ischaemia. A prospective study. *Eur J Vasc Endovasc Surg.* 2002;23(5):393-7.
15. Mustapha JA, Diaz-Sandoval LJ, Saab S. Angiosome-directed Therapy for the CLI Patient. *Endovascular Today.* 2014;65-70.
16. Perwaiz Khan S, Safialzhar. Accuracy of Doppler Ultrasonography in Assessment of Lower Extremity Peripheral Arterial Diseases. *Int J Clinical Med.* 2018;9:505-12.
17. Koelemay MJ, Legemate DA, de Vos H, van Gorp AJ, Balm R, Reekers JA, Jacobs MJ. Duplex scanning allows selective use of arteriography in the management of patients with severe lower leg arterial disease. *J Vasc Surg.* 2001;34(4):661-7.