



Assessment of the pedal arteries with Duplex Scanning

Avaliação das artérias podais ao eco-Doppler

Luciana Akemi Takahashi¹ , Graciliano José França¹, Carlos Eduardo Del Valle¹ , Luis Ricardo Coelho Ferreira²

Abstract

Vascular Doppler ultrasound is a noninvasive method that can help in diagnostic and therapeutic planning in case of pedal arterial obstructive disease. The dorsalis pedis artery is the direct continuation of the anterior tibial artery and follows a straight course along the dorsum of the foot, leading medially to the first intermetatarsal space, where it gives off its terminal branches. The posterior tibial artery forks distal to the medial malleolus and gives rise to the lateral plantar and medial plantar arteries. The medial plantar artery has a smaller caliber and runs medially in the sole of the foot, while the lateral plantar artery is of larger caliber, following a lateral course in the plantar region and forming the deep plantar arch, which anastomoses with the dorsalis pedis artery via the deep plantar artery. The arteries of the foot can be assessed noninvasively with Doppler, providing an adequate level of anatomical detail.

Keywords: Doppler ultrasonography, duplex; tibial arteries; vascular surgery procedures.

Resumo

A ultrassonografia vascular com Doppler é um método não invasivo útil no diagnóstico e planejamento terapêutico da doença oclusiva das artérias podais. A artéria pediosa dorsal é a continuação direta da artéria tibial anterior e tem trajeto retilíneo no dorso do pé, dirigindo-se medialmente ao primeiro espaço intermetatarsiano, onde dá origem a seus ramos terminais. A artéria tibial posterior distalmente ao maléolo medial se bifurca e dá origem às artérias plantar lateral e plantar medial. A plantar medial apresenta menor calibre e segue medialmente na planta do pé, enquanto a plantar lateral é mais calibrosa, seguindo um curso lateral na região plantar e formando o arco plantar profundo, o qual se anastomosa com a artéria pediosa dorsal através da artéria plantar profunda. A avaliação das artérias podais pode ser realizada de maneira não invasiva com exame de eco-Doppler, com adequado nível de detalhamento anatômico.

Palavras-chave: ultrassonografia Doppler; artérias da tibia; procedimentos cirúrgicos vasculares.

How to cite: Takahashi LA, França GJ, Del Valle CE, Ferreira LRC. Assessment of the pedal arteries with Duplex Scanning. *J Vasc Bras.* 2020;19:e20200068. <https://doi.org/10.1590/1677-5449.200068>

¹ Universidade Federal do Paraná – UFPR, Hospital de Clínicas – HC, Unidade Cardiopulmonar, Curitiba, PR, Brasil.

² Universidade Federal do Paraná – UFPR, Hospital de Clínicas – HC, Unidade de Diagnóstico por Imagem, Curitiba, PR, Brasil.

Financial support: None.

Conflicts of interest: No conflicts of interest declared concerning the publication of this article.

Submitted: November 21, 2019. Accepted: August 12, 2020.

The study was carried out at Hospital de Clínicas (HC), Universidade Federal do Paraná (UFPR), Curitiba, PR, Brazil.

■ INTRODUCTION

Critical lower limb ischemia is the end stage of peripheral arterial disease (PAD) when arterial perfusion is insufficient to meet basic metabolic demand, characterized clinically by pain at rest or presence of trophic ulcers.^{1,2} Critical lower limb ischemia can be treated by surgical revascularization or with endovascular treatment; of which endovascular treatment is notable for its minimally invasivity and the improved options in terms of materials.^{3,4}

Although use of Doppler ultrasound (vascular ultrasonography with Doppler - duplex scanning) to assess the arterial system is routine in the context of critical ischemia and PAD, adequate characterization of the pedal arteries (dorsalis pedis artery [DPA], plantar arteries, and deep plantar arch) with Doppler ultrasonography is not yet conducted routinely and assessment of these arteries is very often delegated to arteriography.^{1,5-7} However, now that technological advances in equipment and training of vascular ultrasonographers have yielded improvements, assessment of the pedal arteries with Doppler ultrasonography can be useful both for surgical and endovascular planning^{4,8} and for patient follow-up after treatment.⁶ The pedal arteries can also be used for retrograde arterial access via distal puncture for tibial or femoropopliteal revascularization.^{9,10} Knowledge of the ultrasonographic anatomy of the pedal arteries is indispensable for all of these applications. This review article describes the ultrasonographic anatomy and technique for assessing the pedal arteries with Doppler ultrasonography.

■ ANATOMY¹¹

A. Dorsal region

The DPA is the direct continuation of the anterior tibial artery (ATA) after it passes the tibiotalar (ankle) joint. Its primary branches are the lateral tarsal and arcuate arteries. At the level of the first intermetatarsal space, the DPA gives off its terminal branches, the deep plantar artery and the first dorsal metatarsal artery.

B. Plantar region

The posterior tibial artery (PTA) forks distal of the medial malleolus, giving rise to the lateral plantar (LPA) and medial plantar (MPA) arteries (Figure 1). The MPA is of smaller caliber and runs medially along the plantar foot, whereas the LPA is of larger caliber, following a lateral path along the plantar foot, forming the deep plantar arch (DPA), which anastomoses with the DPA via the deep plantar artery, at the level of the base of the first intermetatarsal space.

Ultrasound examination technique

The paths of the pedal arteries were marked on the skin to facilitate location. Color and spectral Doppler images of the pedal arteries were acquired in B mode using multifrequency linear transducers and a Philips Affiniti 70 ultrasound scanner (Philips Healthcare, Eindhoven, Holland).

A. Dorsalis pedis artery

The assessment initiates with the anterior tibial artery distal of the ankle, located anteriorly of the tibia, documenting patency and spectral curve pattern. Proceeding distally along the dorsum of the foot, the DPA is scanned, adjusting transducer frequency and depth, because the DPA is of small caliber and very superficial. The DPA follows a straight path along the dorsum of the foot, running medially to the first intermetatarsal space, where it gives rise to its terminal branches. Its topographical anatomy should be imagined as running in the direction of the first interdigital space (Figure 2).

B. Plantar arteries and deep plantar arch

Next, the PTA is identified at the level of the medial malleolus, documenting patency and spectral curve pattern. Using cross-sectional images of the PTA and proceeding distally to the medial margin of the foot, the bifurcation of the PTA at the MPA and LPA is observed (Figure 3).

The MPA is the smaller caliber branch, following a path more directly in the direction of the great toe. Longitudinal images of the MPA are obtained with the transducer pointing in the direction of the great toe from the more proximal portion of the foot (Figure 4).

The LPA is the larger caliber, lateral branch and follows a path in the direction of the fifth metatarsal (Figure 5). The base of the fifth metatarsal is an



Figure 1. The posterior tibial artery forks distal of the medial malleolus, giving rise to the lateral plantar and medial plantar arteries.



Figure 2. Path taken by the dorsalis pedis artery in direction of the first interdigital space.

important landmark for assessment of the LPA because the LPA gives rise to the DPA at this point. The LPA is located about 2.5 cm medial of the base of the fifth metatarsal (Figure 6).

The landmark used for assessment of the DPA is once more the base of the fifth metatarsal. The LPA is identified and then the transducer is turned so that its largest axis is aligned in the direction of the first intermetatarsal space, providing longitudinal images of the DPA (Figure 7). It is important to note that, when analyzed from the plantar surface, the DPA is located deeper from the plantar fascia than the plantar lateral artery, since it runs to an anastomosis with the dorsalis pedis artery. In order to position the transducer in the direction of the first intermetatarsal space, a parallel line should be imagined joining the heads of the second to fifth metatarsals, placing the transducer against the base of the fifth metatarsal (Figure 7).

In view of all of the above, the following facts are worthy of consideration. Doppler ultrasonography is

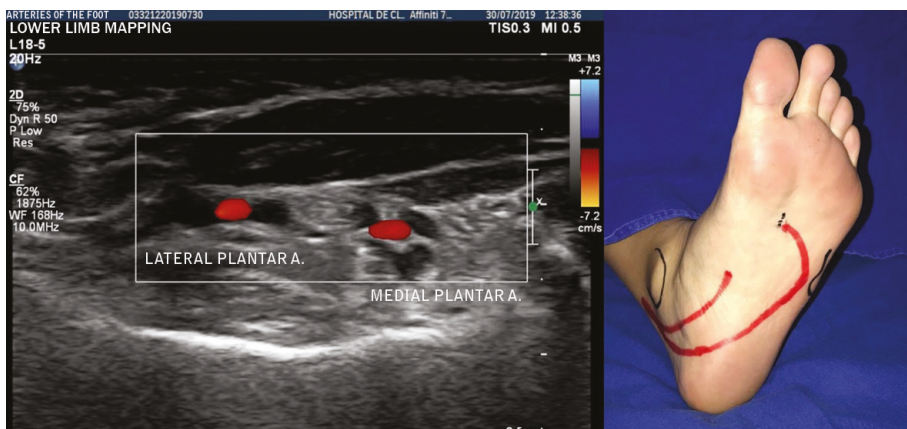


Figure 3. Cross-sectional images in the region of the medial plantar and lateral plantar arteries.

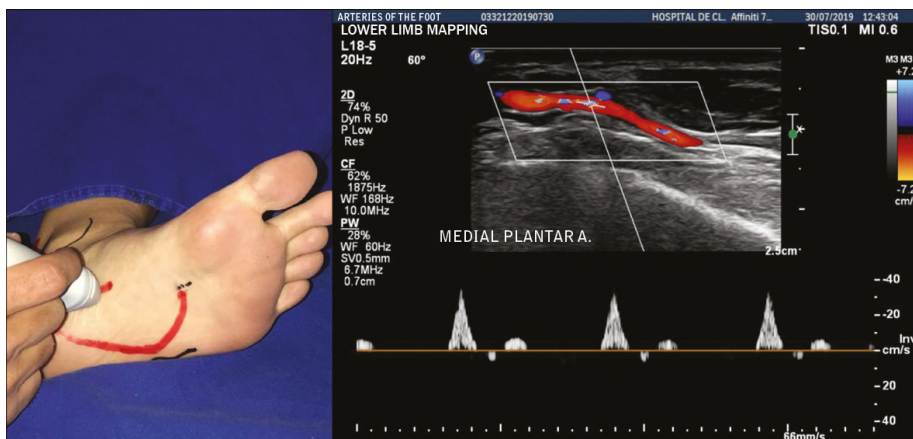


Figure 4. Longitudinal images of the medial plantar artery are acquired with the transducer pointing in the direction of the great toe from the more proximal part of the foot.

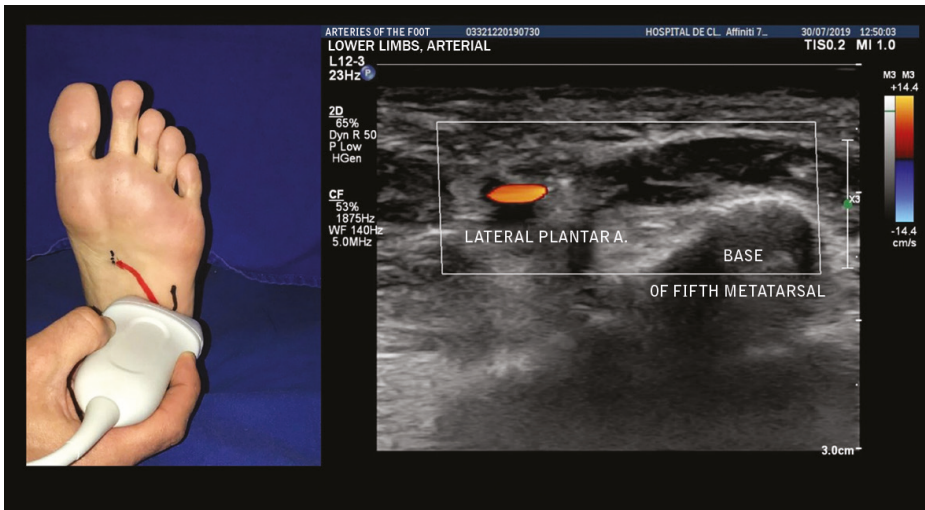


Figure 5. The lateral plantar artery is the lateral branch with a larger caliber than the medial plantar artery, following a path in the direction of the base of the fifth metatarsal.

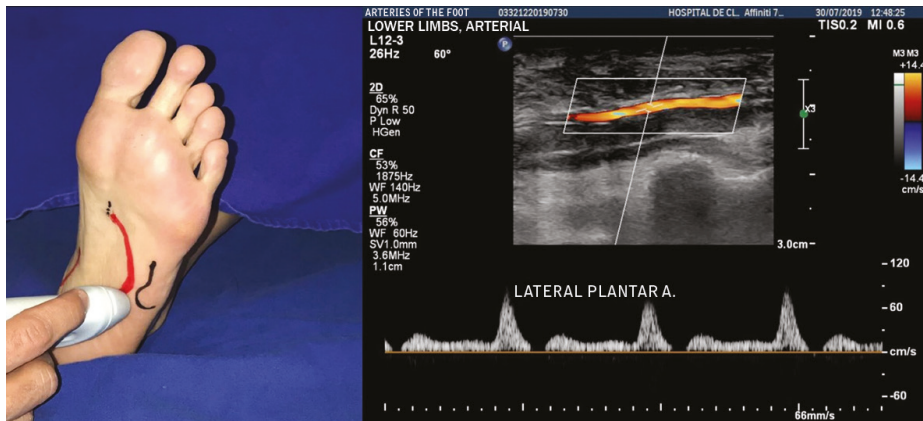


Figure 6. Location of lateral plantar artery, around 2.5 cm medial of the base of the fifth metatarsal.

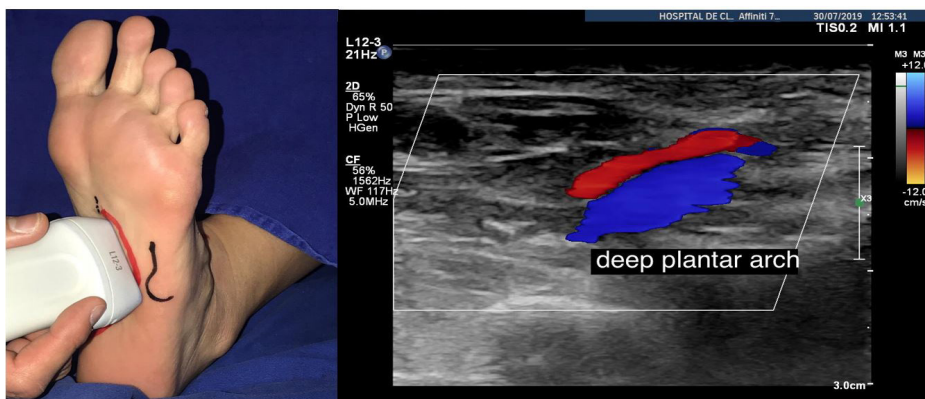


Figure 7. Longitudinal images of the deep plantar arch, obtained by following the lateral plantar artery and then turning the transducer so that its longer axis is in the direction of the first intermetatarsal space.

the noninvasive method of choice for assessment of the lower limb arterial system, achieving excellent correlation with arteriography (gold standard), if conducted by experienced professionals.^{6,8} However, in daily practice, Doppler ultrasonography is used much less than arteriography for assessment of the pedal arteries, possibly because of vascular ultrasonographers' unfamiliarity with the ultrasonographic arterial anatomy of the foot. Now that the resolution of ultrasound scanners has improved, ultrasonographic characterization of the pedal arteries is possible and reproducible and, with adequate training, it does not take very long to perform.

Assessment of the plantar arch can be of prognostic value and it has been documented that a patent plantar arch is predictive of the patency of reconstructions and of healing of trophic ulcers.^{12,13} There is also a correlation between the severity of chronic renal failure (reduction in glomerular filtration rate) and plantar arch patency.¹³

It can be difficult to detect flow in the distal tibial arteries with digital arteriography in severe ischemia cases,¹⁴ and in such cases ultrasonography with Doppler may detect patent vessels that are suitable for revascularization, increase limb salvage rates.^{7,8,15,16} During arteriography, the pedal arteries are assessed routinely, with a lateral projection which can be used to characterize the DPA, the LPA, and the plantar arch.

This assessment can also be performed using Doppler ultrasonography, rapidly and noninvasively, both for diagnosis and for follow-up after treatment. It is concluded that the pedal arteries can be noninvasively assessed with Doppler ultrasonography, affording an excellent level of anatomic detail.

REFERENCES

- Conte MS, Bradbury AW, Kolh P, et al. Global vascular guidelines on the management of chronic limb-threatening ischemia. *J Vasc Endovasc Surg.* 2019;69(6S):3S-125S.e40.
- Manzi M, Cester G, Palena LM, Alek J, Candeo A, Ferraresi R. Vascular imaging of the foot: the first step toward endovascular recanalization. *Radiographics.* 2011;31(6):1623-36. <http://dx.doi.org/10.1148/rg.316115511>. PMID:21997985.
- Higashimori A, Iida O, Yamauchi Y, et al. Outcomes of one straight-line flow with and without pedal arch in patients with critical limb ischemia. *Catheter Cardiovasc Interv.* 2016;87(1):129-33. <http://dx.doi.org/10.1002/ccd.26164>. PMID:26489531.
- Rashid H, Slim H, Zayed H, et al. The impact of arterial pedal arch quality and angiosome revascularization on foot tissue loss healing and infrapopliteal bypass outcome. *J Vasc Surg.* 2013;57(5):1219-26. <http://dx.doi.org/10.1016/j.jvs.2012.10.129>. PMID:23523278.
- Meyer A, Schinz K, Lang W, Schmid A, Regus S, Rother U. Outcomes and influence of the pedal arch in below-the-knee angioplasty in patients with end-stage renal disease and critical limb ischemia. *Ann Vasc Surg.* 2016;35:121-9. <http://dx.doi.org/10.1016/j.avsg.2016.01.039>. PMID:27238998.
- Sommerset J, Teso D, Feliciano B, et al. Innovative arterial duplex examination: a guide to evaluate flow in the foot using pedal acceleration time. *J Vasc Ultrasound.* 2019;43(1):11-7. <http://dx.doi.org/10.1177/1544316719827328>.
- Hofmann WJ, Magometschnigg H. Pedal artery bypass. *Acta Chir Belg.* 2004;104(6):654-8. <http://dx.doi.org/10.1080/00015458.2004.11679638>. PMID:15663270.
- Hingorani AP, Ascher E, Marks N, et al. Limitations of and lessons learned from clinical experience of 1,020 duplex arteriography. *Vascular.* 2008;16(3):147-53. <http://dx.doi.org/10.2310/6670.2008.00014>. PMID:18674463.
- Manzi M, Palena LM. Treating calf and pedal vessel disease: the extremes of intervention. *Semin Intervent Radiol.* 2014;31(4):313-9. <http://dx.doi.org/10.1055/s-0034-1393967>. PMID:25435656.
- Mustapha JA, Diaz-Sandoval LJ, Saab F. Tibial-pedal arterial access & retrograde interventions for advanced peripheral arterial disease & critical limb ischemia. *Interv Cardiol (Lond).* 2015;7(5):451-67. <http://dx.doi.org/10.2217/ica.15.33>.
- Gray H. The arteries of the lower extremity. In: *Bartleby.com. Anatomy of the human body.* Bartleby.com; 1918. [atualizado 2000; citado 2019 nov 11]. <https://www.bartleby.com/107/>
- Roedersheimer LR, Feins R, Green RM. Doppler evaluation of the pedal arch. *Am J Surg.* 1981;142(5):601-4. [http://dx.doi.org/10.1016/0002-9610\(81\)90435-9](http://dx.doi.org/10.1016/0002-9610(81)90435-9). PMID:7304817.
- Haine A, Haynes AG, Limacher A, et al. Patency of the arterial pedal-plantar arch in patients with chronic kidney disease or diabetes mellitus. *Ther Adv Cardiovasc Dis.* 2018;12(5):145-53. <http://dx.doi.org/10.1177/1753944718756605>. PMID:29431578.
- Alson MD, Lang EV, Kaufman JA. Pedal arterial imaging. *J Vasc Interv Radiol.* 1997;8(1 Pt 1):9-18. [http://dx.doi.org/10.1016/S1051-0443\(97\)70507-4](http://dx.doi.org/10.1016/S1051-0443(97)70507-4). PMID:9025033.
- Eiberg JP, Hansen MA, Jørgensen LG, Rasmussen JB, Jensen F, Schroeder TV. In-situ bypass surgery on arteriographically invisible vessels detected by Doppler-ultrasound for limb salvage. *J Cardiovasc Surg (Torino).* 2004;45(4):375-9. PMID:15365518.
- Hofmann WJ, Walter J, Ugurluoglu A, Czerny M, Forstner R, Magometschnigg HH. Preoperative high-frequency duplex scanning of potential pedal target vessels. *J Vasc Surg.* 2004;39(1):169-75. [http://dx.doi.org/10.1016/S0741-5214\(03\)01044-9](http://dx.doi.org/10.1016/S0741-5214(03)01044-9). PMID:14718835.

Correspondence

Luciana Akemi Takahashi
Universidade Federal do Paraná – UFPR, Hospital de Clínicas – HC,
Unidade Cardiopulmonar
Rua Mariano Torres, 401/2604 - Bairro Centro
CEP 80060-120 - Curitiba (PR), Brasil
Tel: +55 (41) 99207-5625
E-mail: takahashicwb@gmail.com

Author information

LAT - Board certified in Radiologia and Ultrassonografia Vascular com Doppler, Colégio Brasileiro de Radiologia (CBR); Physician, Unidade Cardiopulmonar, Hospital de Clínicas (HC), Universidade Federal do Paraná (UFPR).
GJF - MSc and PhD in Clínica Cirúrgica, Hospital de Clínicas (HC), Universidade Federal do Paraná (UFPR); Board certified in Cirurgia Vascular, Sociedade Brasileira de Angiologia e Cirurgia Vascular (SBACV); Board certified in Ultrassonografia Vascular com Doppler, Colégio Brasileiro de Radiologia (CBR) and from SBACV; Professor, Medicina at Pontifícia Universidade Católica do Paraná (PUC-PR) and at Universidade Positivo; Physician, Unidade Cardiopulmonar, HC-UFPR.
CEDV - MSc and PhD candidate, Departamento de Cirurgia, Universidade Federal do Paraná (UFPR); Physician of Ultrassonografia Vascular com Doppler, Hospital de Clínicas, UFPR; Vascular surgeon, board certified in Doppler Vascular e Cirurgia Endovascular, Sociedade Brasileira de Angiologia e de Cirurgia Vascular (SBACV) and from Colégio Brasileiro de Radiologia (CBR).
LRCF - Board certified in Radiologia and Diagnóstico por Imagem; Physician, Unidade de Diagnóstico por Imagem, Hospital de Clínicas (HC), Universidade Federal do Paraná (UFPR).

Author contributions

Conception and design: LAT
Analysis and interpretation: LAT, GJF, CEDV
Data collection: LAT, GJF
Writing the article: LAT, CEDV
Critical revision of the article: LAT, GJF, CEDV, LRCF
Final approval of the article*: LAT, GJF, CEDV, LRCF
Statistical analysis: N/A.
Overall responsibility: CEDV

*All authors have read and approved of the final version of the article submitted to J Vasc Bras.



Avaliação das artérias podais ao eco-Doppler

Assessment of the pedal arteries with Duplex Scanning

Luciana Akemi Takahashi¹ , Graciliano José França¹, Carlos Eduardo Del Valle¹ , Luis Ricardo Coelho Ferreira²

Resumo

A ultrassonografia vascular com Doppler é um método não invasivo útil no diagnóstico e planejamento terapêutico da doença oclusiva das artérias podais. A artéria pediosa dorsal é a continuação direta da artéria tibial anterior e tem trajeto retilíneo no dorso do pé, dirigindo-se medialmente ao primeiro espaço intermetatarsiano, onde dá origem a seus ramos terminais. A artéria tibial posterior distalmente ao maléolo medial se bifurca e dá origem às artérias plantar lateral e plantar medial. A plantar medial apresenta menor calibre e segue medialmente na planta do pé, enquanto a plantar lateral é mais calibrosa, seguindo um curso lateral na região plantar e formando o arco plantar profundo, o qual se anastomosa com a artéria pediosa dorsal através da artéria plantar profunda. A avaliação das artérias podais pode ser realizada de maneira não invasiva com exame de eco-Doppler, com adequado nível de detalhamento anatômico.

Palavras-chave: ultrassonografia Doppler; artérias da tibia; procedimentos cirúrgicos vasculares.

Abstract

Vascular Doppler ultrasound is a noninvasive method that can help in diagnostic and therapeutic planning in case of pedal arterial obstructive disease. The dorsalis pedis artery is the direct continuation of the anterior tibial artery and follows a straight course along the dorsum of the foot, leading medially to the first intermetatarsal space, where it gives off its terminal branches. The posterior tibial artery forks distal to the medial malleolus and gives rise to the lateral plantar and medial plantar arteries. The medial plantar artery has a smaller caliber and runs medially in the sole of the foot, while the lateral plantar artery is of larger caliber, following a lateral course in the plantar region and forming the deep plantar arch, which anastomoses with the dorsalis pedis artery via the deep plantar artery. The arteries of the foot can be assessed noninvasively with Doppler, providing an adequate level of anatomical detail.

Keywords: Doppler ultrasonography, duplex; tibial arteries; vascular surgery procedures.

Como citar: Takahashi LA, França GJ, Del Valle CE, Ferreira LRC. Avaliação das artérias podais ao eco-Doppler. J Vasc Bras. 2020;19:e20200068. <https://doi.org/10.1590/1677-5449.200068>

¹ Universidade Federal do Paraná – UFPR, Hospital de Clínicas – HC, Unidade Cardiopulmonar, Curitiba, PR, Brasil.

² Universidade Federal do Paraná – UFPR, Hospital de Clínicas – HC, Unidade de Diagnóstico por Imagem, Curitiba, PR, Brasil.

Fonte de financiamento: Nenhuma.

Conflito de interesse: Os autores declararam não haver conflitos de interesse que precisam ser informados.

Submetido em: Novembro 21, 2019. Aceito em: Agosto 12, 2020.

O estudo foi realizado no Hospital de Clínicas (HC), Universidade Federal do Paraná (UFPR), Curitiba, PR, Brasil.

■ INTRODUÇÃO

A isquemia crítica de membro inferior é o estágio final da doença arterial periférica (DAP), quando a perfusão arterial não é suficiente para atender às demandas metabólicas basais, sendo caracterizada clinicamente por dor ao repouso ou presença de lesão trófica^{1,2}. O tratamento da isquemia crítica do membro inferior pode ser realizado tanto por revascularização cirúrgica quanto por tratamento endovascular, com o tratamento endovascular se destacando por ser minimamente invasivo e com melhora das opções de materiais^{3,4}.

Apesar do uso rotineiro do eco-Doppler (ultrassonografia vascular com Doppler, *duplex scan*) para a avaliação do sistema arterial no contexto de isquemia crítica e DAP, a adequada caracterização das artérias podais [artéria pediosa dorsal (APD), artérias plantares e arco plantar profundo] com o eco-Doppler ainda não é realizada de forma habitual, sendo a avaliação arterial podal muitas vezes ainda delegada à arteriografia^{1,5-7}. Porém, com os avanços tecnológicos dos equipamentos e a melhora no treinamento dos ultrassonografistas vasculares, a avaliação das artérias podais ao eco-Doppler pode ajudar tanto no planejamento cirúrgico e endovascular^{4,8} quanto no seguimento do paciente pós-tratamento⁶. As artérias podais ainda podem ser usadas como via de acesso arterial retrógrado via punção distal para recanalizações tibiais ou femoropoplíteas^{9,10}. Para todas essas aplicações, é indispensável o conhecimento da anatomia ultrassonográfica das artérias podais. Neste artigo de revisão, serão descritas a anatomia ultrassonográfica e a técnica para a avaliação das artérias podais ao eco-Doppler.

■ ANATOMIA¹¹

A. Região dorsal

A APD é a continuação direta da artéria tibial anterior (ATA) após cruzar a articulação tibiotalar. Tem como ramos principais as artérias tarsal lateral e arqueada. No nível do primeiro espaço intermetatarsiano, a APD dá origem a seus ramos terminais, que são a artéria plantar profunda e a artéria metatarsiana dorsal do hálux.

B. Região plantar

A artéria tibial posterior (ATP) distalmente ao maléolo medial se bifurca e dá origem às artérias plantar lateral (APL) e plantar medial (APM) (Figura 1). A APM apresenta menor calibre e segue medialmente na planta do pé, enquanto a APL é mais calibrosa, segue um curso lateral na região plantar e forma o arco plantar profundo (APP), o qual se anastomosa com a APD através da artéria plantar profunda, no nível da base do primeiro espaço intermetatarsiano.

Técnica de exame ultrassonográfico

Para facilitar a localização dos vasos, foi realizada a marcação cutânea dos trajetos vasculares arteriais podais. Foram realizadas imagens ao modo B, colorido e espectral das artérias podais utilizando transdutores lineares multifrequenciais do aparelho Philips Affiniti 70 (Philips Healthcare, Eindhoven, Holanda).

A. Artéria pediosa dorsal

Inicia-se a avaliação pela artéria tibial anterior distal na região do tornozelo, localizada anteriormente à tibia, documentando perviedade e padrão de curva espectral. Prossegue-se distalmente na região dorsal do pé, insonando a APD e ajustando a frequência do transdutor e a profundidade, pois a APD é de pequeno calibre e muito superficial. A APD tem trajeto retilíneo no dorso do pé, dirigindo-se medialmente ao primeiro espaço intermetatarsiano, onde dá origem a seus ramos terminais. Deve-se, na anatomia topográfica, imaginar o trajeto da APD indo em direção ao primeiro espaço interdigital (Figura 2).

B. Artérias plantares e arco plantar profundo

Em seguida, identifica-se a ATP na altura do maléolo medial, documentando perviedade e padrão de curva espectral. Utilizando cortes transversais da ATP, prosseguir distalmente até o rebordo medial do pé até observar a bifurcação da ATP nas APM e APL (Figura 3).

A APM é o ramo de menor calibre, tendo trajeto com sentido apontando mais diretamente em direção ao hálux. Imagens longitudinais da APM são obtidas com o transdutor apontado na direção do hálux a partir da porção mais proximal do pé (Figura 4).

A APL é o ramo lateral, mais calibroso e com trajeto em direção à base do quinto metatarso (Figura 5). A base do quinto metatarso é um importante marco



Figura 1. A artéria tibial posterior se bifurca distalmente ao maléolo medial e dá origem às artérias plantar lateral e plantar medial.



Figura 2. Trajeto da artéria pediosa dorsal indo em direção ao primeiro espaço interdigital.

topográfico para avaliação da APL, pois, nessa região, a APL dá origem ao APP. A APL está localizada cerca de 2,5 cm medialmente à base do quinto metatarso (Figura 6).

Para a caracterização do APP, novamente deve-se utilizar a base do quinto metatarso como reparo anatômico. Identifica-se a APL, e o transdutor é, então, orientado com seu maior eixo em direção ao primeiro espaço intermetatarsiano, para se obter cortes longitudinais do APP (Figura 7). É importante notar que o APP está localizado mais profundamente em relação à fáscia plantar do que a artéria plantar lateral quando analisado a partir da face plantar, pois vai se anastomosar com a pediosa dorsal. Para posicionar o transdutor em direção ao primeiro espaço intermetatarsal, é preciso imaginar uma linha paralela unindo as cabeças do 2º ao 5º metatarsos, sendo o transdutor posicionado junto à base do 5º metatarso (Figura 7).

Tendo em vista o que foi exposto, podem-se ponderar os seguintes fatos. O eco-Doppler é o

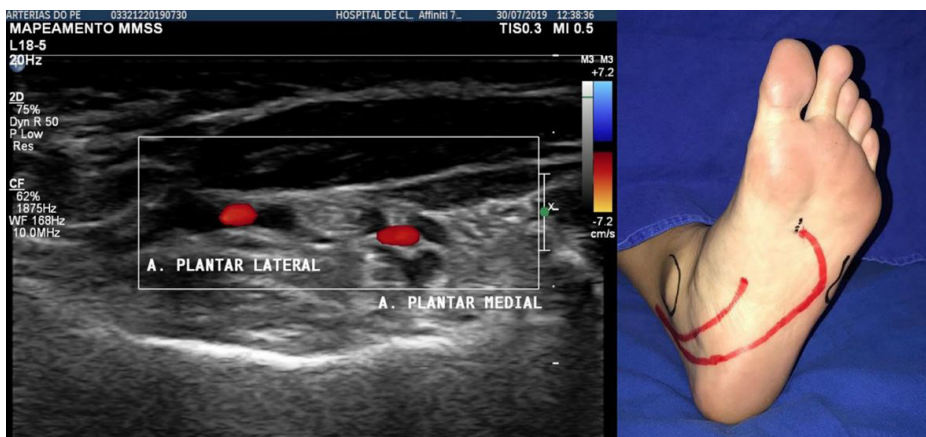


Figura 3. Cortes transversais na topografia das artérias plantar medial e plantar lateral.

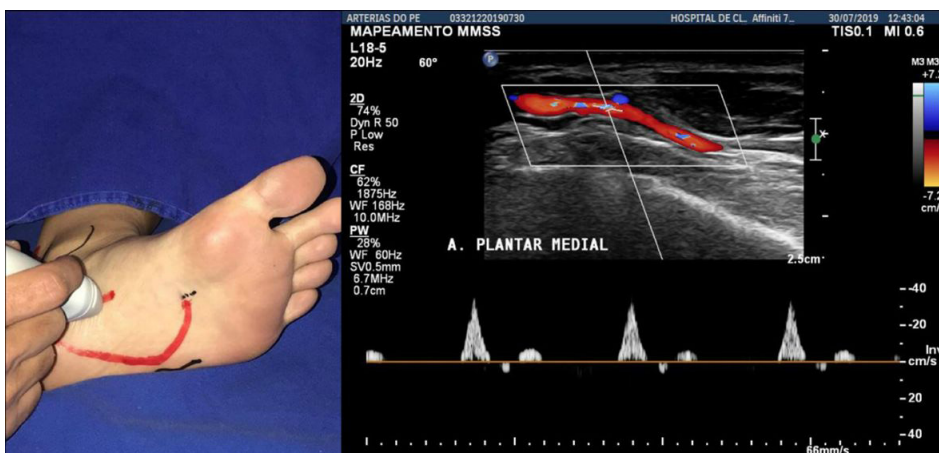


Figura 4. Imagens longitudinais da artéria plantar medial são obtidas com o transdutor apontado na direção do hálux a partir da porção mais proximal do pé.



Figura 5. A artéria plantar lateral é o ramo lateral e mais calibroso que a plantar medial, apresentando trajeto em direção à base do quinto metatarso.

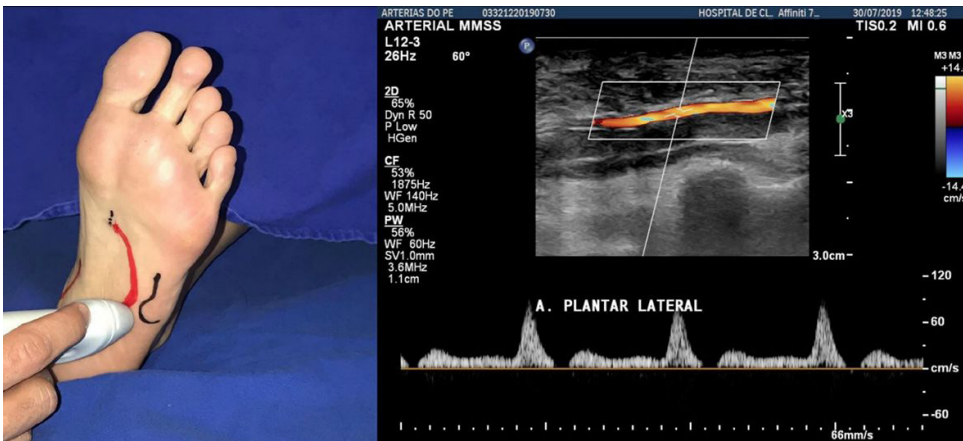


Figura 6. Localização da artéria plantar lateral, cerca de 2,5 cm medialmente à base do 5º metatarso.

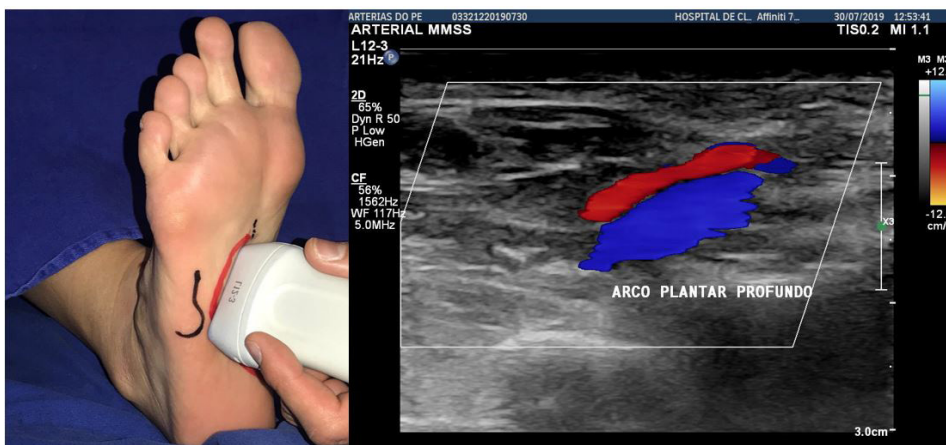


Figura 7. Corte longitudinal do arco plantar profundo, obtido seguindo-se a artéria plantar lateral e, então, orientando o transdutor com seu maior eixo em direção ao primeiro espaço intermetatarsiano.

método não invasivo de escolha para a avaliação do sistema arterial dos membros inferiores, obtendo-se excelente correlação com a arteriografia (padrão-ouro), se realizado por profissionais experientes^{6,7}. Porém, na prática diária, o eco-Doppler apresenta-se muito aquém à arteriografia na avaliação das artérias podais, talvez pela não familiaridade do ultrassonografista vascular com a anatomia ultrassonográfica arterial do pé. Com a melhora de resolução dos aparelhos de ultrassonografia, a caracterização ultrassonográfica das artérias podais é factível e reproduzível e, com treinamento adequado, não demanda muito tempo para a realização.

A avaliação do arco plantar pode ter valor prognóstico, já tendo sido documentado que a presença de um arco plantar pérvio é preditivo de perviedade de reconstruções e cicatrizações em lesões tróficas^{12,13}. Existe também uma correlação entre a gravidade de insuficiência renal crônica (queda na taxa de filtração glomerular) e a perviedade do arco plantar¹³.

Em casos de isquemia grave, a arteriografia digital pode ter dificuldade de detectar fluxo nas artérias tibiais distais¹⁴, sendo que, nesses casos, o ultrassonografia com Doppler pode revelar vasos pérvios que se prestam a revascularização, com aumento das taxas de salvamento de membro^{7,8,15,16}. Na arteriografia é feita rotineiramente a avaliação das artérias podais, com incidência em perfil do pé, em que é possível caracterizar a APD, a APL e o arco plantar.

Com a utilização do eco-Doppler, pode-se realizar essa avaliação de forma rápida e não invasiva, tanto para diagnóstico quanto para seguimento pós-tratamento. Conclui-se que a avaliação das artérias podais pode ser realizada de maneira não invasiva com exame de eco-Doppler, com excelente nível de detalhamento anatômico.

REFERÊNCIAS

- Conte MS, Bradbury AW, Kolh P, et al. Global vascular guidelines on the management of chronic limb-threatening ischemia. *J Vasc Endovasc Surg*. 2019;69(6S):35-125S.e40.
- Manzi M, Cester G, Palena LM, Alek J, Candeo A, Ferraresi R. Vascular imaging of the foot: the first step toward endovascular recanalization. *Radiographics*. 2011;31(6):1623-36. <http://dx.doi.org/10.1148/rg.316115511>. PMID:21997985.
- Higashimori A, Iida O, Yamauchi Y, et al. Outcomes of one straight-line flow with and without pedal arch in patients with critical limb ischemia. *Catheter Cardiovasc Interv*. 2016;87(1):129-33. <http://dx.doi.org/10.1002/ccd.26164>. PMID:26489531.
- Rashid H, Slim H, Zayed H, et al. The impact of arterial pedal arch quality and angiosome revascularization on foot tissue loss healing and infrapopliteal bypass outcome. *J Vasc Surg*. 2013;57(5):1219-26. <http://dx.doi.org/10.1016/j.jvs.2012.10.129>. PMID:23523278.
- Meyer A, Schinz K, Lang W, Schmid A, Regus S, Rother U. Outcomes and influence of the pedal arch in below-the-knee angioplasty in patients with end-stage renal disease and critical limb ischemia. *Ann Vasc Surg*. 2016;35:121-9. <http://dx.doi.org/10.1016/j.avsg.2016.01.039>. PMID:27238998.
- Sommerset J, Teso D, Feliciano B, et al. Innovative arterial duplex examination: a guide to evaluate flow in the foot using pedal acceleration time. *J Vasc Ultrasound*. 2019;43(1):11-7. <http://dx.doi.org/10.1177/1544316719827328>.
- Hofmann WJ, Magometschnigg H. Pedal artery bypass. *Acta Chir Belg*. 2004;104(6):654-8. <http://dx.doi.org/10.1080/00015458.2004.11679638>. PMID:15663270.
- Hingorani AP, Ascher E, Marks N, et al. Limitations of and lessons learned from clinical experience of 1,020 duplex arteriography. *Vascular*. 2008;16(3):147-53. <http://dx.doi.org/10.2310/6670.2008.00014>. PMID:18674463.
- Manzi M, Palena LM. Treating calf and pedal vessel disease: the extremes of intervention. *Semin Intervent Radiol*. 2014;31(4):313-9. <http://dx.doi.org/10.1055/s-0034-1393967>. PMID:25435656.
- Mustapha JA, Diaz-Sandoval LJ, Saab F. Tibial-pedal arterial access & retrograde interventions for advanced peripheral arterial disease & critical limb ischemia. *Interv Cardiol (Lond)*. 2015;7(5):451-67. <http://dx.doi.org/10.2217/ica.15.33>.
- Gray H. The arteries of the lower extremity. In: *Bartleby.com. Anatomy of the human body*. Bartleby.com; 1918. [atualizado 2000; citado 2019 nov 11]. <https://www.bartleby.com/107/>
- Roedersheimer LR, Feins R, Green RM. Doppler evaluation of the pedal arch. *Am J Surg*. 1981;142(5):601-4. [http://dx.doi.org/10.1016/0002-9610\(81\)90435-9](http://dx.doi.org/10.1016/0002-9610(81)90435-9). PMID:7304817.
- Haine A, Haynes AG, Limacher A, et al. Patency of the arterial pedal-plantar arch in patients with chronic kidney disease or diabetes mellitus. *Ther Adv Cardiovasc Dis*. 2018;12(5):145-53. <http://dx.doi.org/10.1177/1753944718756605>. PMID:29431578.
- Alson MD, Lang EV, Kaufman JA. Pedal arterial imaging. *J Vasc Interv Radiol*. 1997;8(1 Pt 1):9-18. [http://dx.doi.org/10.1016/S1051-0443\(97\)70507-4](http://dx.doi.org/10.1016/S1051-0443(97)70507-4). PMID:9025033.
- Eiberg JP, Hansen MA, Jørgensen LG, Rasmussen JB, Jensen F, Schroeder TV. In-situ bypass surgery on arteriographically invisible vessels detected by Doppler-ultrasound for limb salvage. *J Cardiovasc Surg (Torino)*. 2004;45(4):375-9. PMID:15365518.
- Hofmann WJ, Walter J, Ugurluoglu A, Czerny M, Forstner R, Magometschnigg HH. Preoperative high-frequency duplex scanning of potential pedal target vessels. *J Vasc Surg*. 2004;39(1):169-75. [http://dx.doi.org/10.1016/S0741-5214\(03\)01044-9](http://dx.doi.org/10.1016/S0741-5214(03)01044-9). PMID:14718835.

Correspondência

Luciana Akemi Takahashi
Universidade Federal do Paraná – UFPR, Hospital de Clínicas – HC,
Unidade Cardiopulmonar
Rua Mariano Torres, 401/2604 - Bairro Centro
CEP 80060-120 - Curitiba (PR), Brasil
Tel.: (41) 99207-5625
E-mail: takahashicwb@gmail.com

Informações sobre os autores

LAT - Especialista em Radiologia e Ultrassonografia Vascular com Doppler, Colégio Brasileiro de Radiologia (CBR); Médica, Unidade Cardiopulmonar, Hospital de Clínicas (HC), Universidade Federal do Paraná (UFPR).

GJF - Mestre e Doutor em Clínica Cirúrgica, Hospital de Clínicas (HC), Universidade Federal do Paraná (UFPR); Especialista em Cirurgia Vascular, Sociedade Brasileira de Angiologia e Cirurgia Vascular (SBACV); Especialista em Ultrassonografia Vascular com Doppler, Colégio Brasileiro de Radiologia (CBR), SBACV; Professor, Cursos de Medicina, Pontifícia Universidade Católica do Paraná (PUC-PR) e da Universidade Positivo; Médico, Unidade Cardiopulmonar, HC-UFPR.

CEDV - Mestre e Doutorando, Departamento de Cirurgia, Universidade Federal do Paraná (UFPR); Médico de Ultrassonografia Vascular com Doppler, Hospital de Clínicas da UFPR; Cirurgião Vascular com título de Especialista, Sociedade Brasileira de Angiologia e de Cirurgia Vascular (SBACV) e área de atuação em Doppler Vascular e Cirurgia Endovascular, SBACV e pelo Colégio Brasileiro de Radiologia (CBR).

LRCF - Especialista em Radiologia e Diagnóstico por Imagem; Médico, Unidade de Diagnóstico por Imagem, Hospital de Clínicas (HC), Universidade Federal do Paraná (UFPR).

Contribuições dos autores

Concepção e desenho do estudo: LAT

Análise e interpretação dos dados: LAT, GJF, CEDV

Coleta de dados: LAT, GJF

Redação do artigo: LAT, CEDV

Revisão crítica do texto: LAT, GJF, CEDV, LRCF

Aprovação final do artigo*: LAT, GJF, CEDV, LRCF

Análise estatística: N/A.

Responsabilidade geral pelo estudo: CEDV

*Todos os autores leram e aprovaram a versão final submetida ao
J Vasc Bras.