



Variaciones en el origen y comunicaciones de las arterias metatarsianas dorsales



Variations in the origin and communications of the dorsal metatarsal arteries

López Miná, Manuel Ignacio; L'Abbate, Santiago Claudio; Meijomil, Magdalena; Trupia, Nicolás Andes; Vega, Celeste; Shinzato, Sergio Andrés

Equipo de Disección "Dr. V. H. Bertone" - II Catedra de Anatomía
Facultad de Medicina. Universidad de Buenos Aires (UBA)

E-mail de autor: Manuel I. López Miná arteriasmetatarsianas dorsales@gmail.com

Resumen

Introducción: El arco dorsal del pie emite cuatro ramas, las arterias metatarsianas dorsales, las cuales se anastomosan con el arco plantar profundo por ramas perforantes.

Estas ramas están sujetas a numerosas variaciones y, dado el número de intervenciones realizadas en la región, el trabajo tendrá como objetivo la descripción de la incidencia y variaciones de las mismas.

Materiales y métodos: Se usaron 40 preparados cadavéricos de pie fijados en formol al 5% e inyectados con látex, y se disecaron de superficial a profundo.

Resultados: Incidencia de las arterias metatarsianas dorsales: Primera: 100%; Segunda: 98%; Tercera: 95%; Cuarta: 80%. Siempre que una arteria se encontró ausente, fue la arteria perforante anterior quien proporcionó el tronco de las arterias digitales dorsales.

Orígenes de las arterias metatarsianas dorsales: Primera: origen de la arteria dorsal del pie (85%) o primera perforante posterior (15%); Segunda: origen de la arteria arqueada (64%), segunda perforante posterior (23%) o dorsal del tarso (13%); Tercera: origen de la arteria arqueada (47%), tercer perforante posterior (21%), tarsiana lateral (21%) o arco de la segunda perforante posterior (11%); Cuarta: origen de la arteria arqueada (34%), cuarta perforante posterior (34%), tarsiana lateral (21%) o arco de la segunda perforante posterior (9%)

Incidencia de las arterias perforantes en cada espacio interóseo: Primer espacio: 100%; Segundo espacio: perforante anterior (75%) y posterior (80%); Tercer espacio: perforante anterior (78%) y posterior (83%); Cuarto espacio: perforante anterior (75%) y posterior (60%)

Patrones de nacimiento: Se clasificaron en plantar (7%), dorsal (45%) y mixto (48%).

Discusión: Todos los estudios pesquisados concuerdan en que la primera arteria es la más constante (>80%) y que nace de la arteria dorsal del pie. Tanto la segunda como la tercera nacen en primer lugar de la arteria arqueada, seguida en frecuencia por la perforante posterior y la arteria tarsiana lateral. Además, hallamos un cuarto origen de la tercera metatarsiana dorsal a partir del arco de la segunda perforante posterior. La cuarta presentó mayores variaciones. Yamada y Huber nombran como origen principal la cuarta perforante posterior. Acuri y Gabrielli consideran a las arterias tarsiana lateral y arqueada como las principales. Nosotros encontramos como orígenes más frecuentes la arteria arqueada y la cuarta perforante posterior.

Conclusión: Las arterias metatarsianas dorsales son constantes pero muy variables en su origen, y la incidencia de variaciones aumenta a medida que aumenta la distancia al primer espacio interóseo. El patrón de distribución más frecuente fue el mixto.

Palabras clave: arterias metatarsianas dorsales, arterias perforantes, espacios interóseos, arteria arqueada, arteria dorsal del pie.

Abstract

Introduction: The dorsal arch of the foot emits four branches, the dorsal metatarsal arteries, which are anastomosed with the deep plantar arch by perforating branches.

These branches are subject to numerous variations and, given the number of interventions carried out in the region, the work will aim to describe the incidence and variations thereof.

Materials and methods: 40 cadaveric foot preparations were used, fixed in 5% formaldehyde and injected with latex, and dissected from superficial to deep.

Results: Incidence of dorsal metatarsal arteries: First: 100%; Second: 98%; Third: 95%; Fourth: 80%. Whenever an artery was found to be absent, it was the anterior perforating artery that provided the trunk of the dorsal digital arteries.

Origins of the dorsal metatarsal arteries: First: origin of the dorsal artery of the foot (85%) or first posterior perforant (15%); Second: origin of the arched artery (64%), second posterior perforator (23%) or tarsal dorsal (13%); Third: origin of the arched artery (47%), third posterior perforant (21%), lateral tarsal (21%) or arch of the second posterior perforant (11%); Fourth: origin of the arched artery (34%), fourth posterior perforator (34%), lateral tarsal (21%) or arch of the second posterior perforator (9%)

Incidence of the perforating arteries in each interosseous space: First space: 100%; Second space: anterior perforator (75%) and posterior perforator (80%); Third space: anterior perforator (78%) and posterior perforator (83%); Fourth space: anterior perforator (75%) and posterior perforator (60%)

Patterns of birth: They were classified as plantar (7%), dorsal (45%) and mixed (48%).

Discussion: All the researched studies agree that the first artery is the most constant (> 80%) and that it is born from the dorsal artery of the foot. Both the second and the third are born first of the arched artery, followed frequently by the posterior perforator and the lateral tarsal artery. In addition, we find a fourth origin of the third dorsal metatarsal from the arch of the second posterior perforator. The fourth presented greater variations. Yamada and Huber name the fourth posterior perforator as the main origin. Acuri and Gabrielli consider the lateral and arcuate tarsal arteries as the main arteries. We found the arched artery and the fourth posterior perforator as the most frequent origins.

Conclusion: The dorsal metatarsal arteries are constant but very variable in their origin, and the incidence of variations increases as the distance to the first interosseous space increases. The most frequent distribution pattern was mixed.

Keywords: dorsal metatarsal arteries, perforating arteries, interosseous spaces, arched artery, dorsal artery of the foot.

Introducción

Las arterias metatarsianas dorsales (AMD) son un conjunto de vasos ubicados en los espacios interóseos (EIO) del pie. En número de 4, una para cada EIO, son responsables de la irrigación de todos los dedos del pie ya que cada una proporciona arterias digitales en su terminación.

Las AMD emiten ramos perforantes o comunicantes, uno proximal y otro distal, que se anastomosan con los ramos comunicantes del arco plantar profundo (APP) de pie, conectando de esa forma la vasculatura dorsal y la plantar, formando una red anastomótica arterial.

La 1ª AMD nace de la arteria dorsal del pie justo antes de que esta cambie de trayecto para introducirse en el 1º espacio interóseo y continuarse como una arteria perforante para anastomosarse con el APP. Las restantes AMD se originan de la arteria arqueada, rama de la arteria dorsal del pie.^{1,2,3}

Estas arterias están sujetas a múltiples variaciones en su origen y en la cantidad de ramos perforantes o comunicantes que proporcionan, modificando la anatomía normal de la red anastomótica, pero sin perjudicar la irrigación del pie.

Las AMD son vasos que se utilizan en diversas cirugías, para la reconstrucción nasal,¹⁰ en el uso de colgajos vascularizados para cubrir tejido necrótico en el dorso del pie¹¹ y principalmente, estas arterias son las receptoras del flujo sanguíneo en el bypass a la arteria pedía o en la angioplastia¹² y colocación de stent en arterias periféricas como la arteria tibial anterior, tibial posterior, dorsal del pie.¹³

Por lo tanto, el objetivo de nuestro trabajo es documentar el origen y la incidencia de las AMD y de las perforantes estableciendo las distintas formas de anastomosis entre el sistema arterial plantar y el dorsal.

Materiales y métodos

Para llevar a cabo este estudio se utilizó material cadavérico fijado y conservado en una solución de formol al 5%. En total se estudiaron 40 pies los cuales fueron previamente inyectados con látex coloreado.

Se utilizó una pinza de mano izquierda, tijera Metzenbaum, tijera Iris, Mangos de bisturí N° 3 y 4 con hojas de bisturí N° 15 y 24 respectivamente y una lámpara articulada equipada con lupa y luz fría. Para la toma de fotografías se utilizó una cámara digital Nikon D5500 con lente Micronikon.

Luego de la inyección con látex se procedió a la disección de cada espacio interóseo y del dorso del pie, siendo necesario rebatir piel, tejido celular subcutáneo, vasos y nervios superficiales, los tendones del musculo extensor largo de los dedos, extensor largo del dedo gordo, tibial anterior y el musculo extensor de los dedos.

Resultados

Incidencia de las arterias metatarsianas dorsales

Arteria	Dorsal del pie	Arqueada	Lateral del tarso	Perforante posterior	Arco de la 2ª PP*	TOTAL de AMD
1ª AMD	34 (85%)	-	-	6 (15%)	-	40 (100%)
2ª AMD	-	25 (64%)	5 (13%)	9 (23%)	-	39 (98%)
3ª AMD	-	18 (47%)	8 (21%)	8 (21%)	4 (11%)	38 (95%)
4ª AMD	-	11 (34%)	7 (22%)	11 (34%)	3 (9%)	32 (80%)

Tabla 1: Posibles nacimientos de las AMD

*Arco de la 2ª PP: la arteria perforante posterior emite un ramo que toma una dirección horizontal dirigiéndose hacia externo, pasando por encima de los huesos metatarsianos, llegando al 3º y 4º espacio interóseo proporcionando la 3ª AMD y la 4ª AMD.

AMD: arteria metatarsiana dorsal. PP: perforante posterior.

De los 40 casos analizados, se encontró a la 1ª AMD en 40 pies (100%), siendo la arteria más frecuente. La 2ª AMD se halló en 39 pies (98%), la 3ª AMD se encontró en 38 pies (95%) y la 4ª AMD se halló en 32 pies (80%), siendo esta menos frecuente de encontrar.

Cuando alguna AMD estaba ausente, era la perforante anterior proveniente del APP la encargada de proporcionar el tronco de las arterias digitales dorsales para la irrigación de los correspondientes dedos. Este patrón se encontró en todos los casos en los cuales se hallaban ausentes las AMD. (Figs. 1 y 2)

Orígenes de las arterias metatarsianas dorsales

1ª arteria metatarsiana dorsal: Se la halló naciendo de la arteria dorsal del pie en 34 casos (85%), y de la perforante posterior del 1º EIO en 6 casos (15%).

2ª arteria metatarsiana dorsal: Se la encontró naciendo a la dorsal del metatarso en 25 casos (64%), 5 de la dorsal del tarso (13%) y en 9 casos de la perforante posterior (23%).

3ª arteria metatarsiana dorsal: Se la halló originándose de la arteria dorsal del metatarso en 18 casos (47%), en 8 de la dorsal del tarso (21%), en 8 de la perforante posterior

(21%) y en 4 casos (11%) nació de una arteria proveniente de la perforante posterior del 2º EIO, la cual decimos llamar "arco de la 2da perforante posterior" (Figs. 3 y 4)

Este arco tenía la siguiente disposición: La arteria perforante posterior del 2º EIO emite un ramo que toma una dirección horizontal dirigiéndose hace externo, pasando por encima de los huesos metatarsianos, llegando al 3º y 4º espacio interóseo proporcionando la 3ª AMD y la 4ª AMD.

4ª arteria metatarsiana dorsal: Se la encontró naciendo de la dorsal del metatarso en 11 casos (34%), en 7 de la dorsal del tarso (22%), en 11 casos de la perforante posterior (34%) y en 3 (9%) nació del arco de la 2ª perforante posterior.

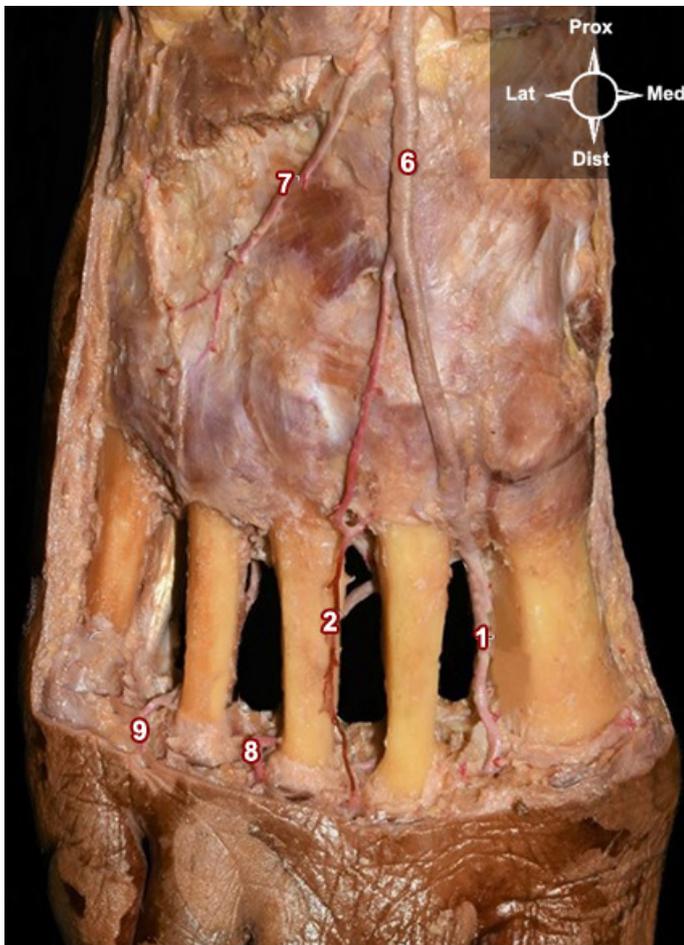


Fig. 1: Vista dorsal de pie derecho.
 1: Primera arteria metatarsiana dorsal; 2: Segunda arteria metatarsiana dorsal; 6: Arteria dorsal del pie; 7: Arterial lateral del tarso; 8: Arteria perforante anterior del tercer espacio; 9: Arteria perforante anterior del cuarto espacio.

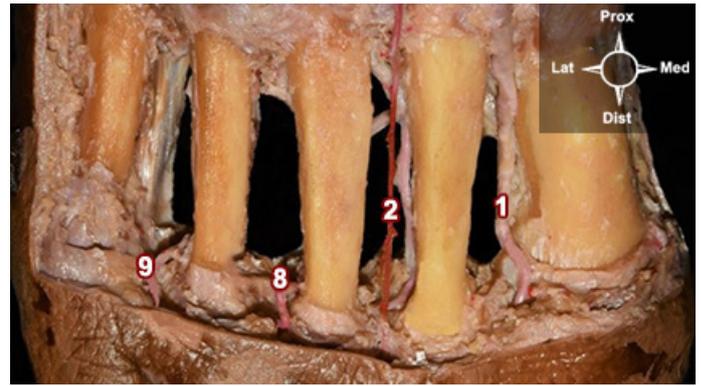


Fig. 2: Vista dorsal de pie derecho.
 1: Primera arteria metatarsiana dorsal; 2: Segunda arteria metatarsiana dorsal; 8: Arteria perforante anterior del tercer espacio; 9: Arteria perforante anterior del cuarto espacio.

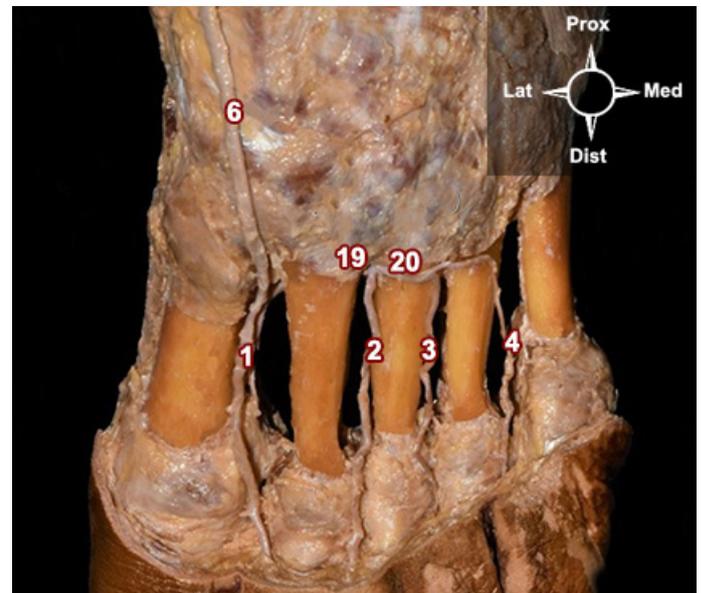


Fig. 3: Vista dorsal de pie izquierdo.
 1: Primera arteria metatarsiana dorsal; 2: Segunda arteria metatarsiana dorsal; 3: Tercera arteria metatarsiana dorsal; 4: Cuarta arteria metatarsiana dorsal; 6: Arteria dorsal del pie. 19: Perforante posterior del segundo espacio interóseo; 20: Arco de la perforante posterior del segundo espacio.

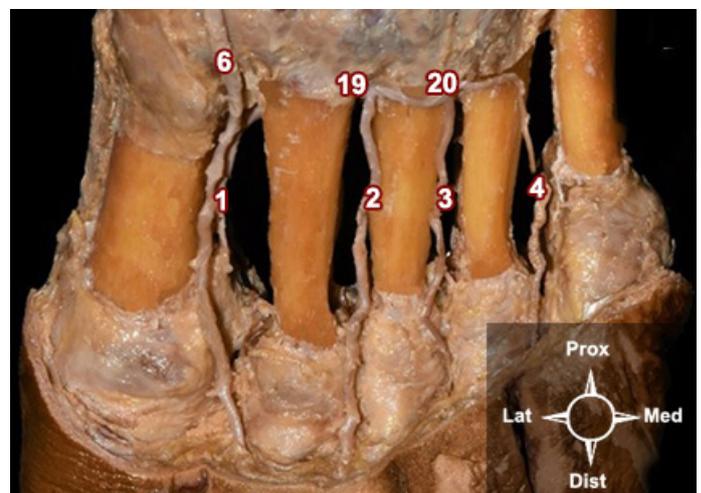


Fig. 4: Vista dorsal de pie izquierdo.
 1: Primera arteria metatarsiana dorsal; 2: Segunda arteria metatarsiana dorsal; 3: Tercera arteria metatarsiana dorsal; 4: Cuarta arteria metatarsiana dorsal; 6: Arteria dorsal del pie. 19: perforante posterior del 2do espacio interóseo; 20: Arco de la perforante posterior del segundo espacio.

Incidencia de las arterias perforantes en cada espacio interóseo

EIOs	Perforante anterior	Perforante posterior
1° EIO	40 (100%)	40 (100%)
2° EIO	30 (75%)	32 (80%)
3° EIO	31 (78%)	33 (83%)
4° EIO	30 (75%)	24 (60%)

Tabla II: incidencia de las perforantes en cada espacio interoseo (EIO)

1° espacio interóseo: La perforante anterior se encontró en 40 casos (100%) al igual que la perforante posterior (100%). Este fue el EIO con mayor cantidad de incidencia de perforantes.

2° espacio interóseo: Se halló a la perforante anterior en 30 pies (75%) y a la posterior en 32 (80%).

3° espacio interóseo: La perforante anterior se encontró en 31 casos (78%) y la perforante posterior en 33 casos (83%).

4° espacio interóseo: Se halló la perforante anterior en 30 pies (75%) y la posterior en 24 (60%). Este fue el EIO con menor cantidad de incidencia de perforantes, siendo la perforante posterior la menos frecuente.

Patrones de nacimiento de las arterias metatarsianas dorsales

Patrón	Descripción	Casos (pies)	%
Dorsal	Todas las AMD nacen o de la arteria dorsal del pie, lateral del tarso, arqueada	18	45%
Plantar	Todas las AMD nace de la perforante posterior y/o de la perforante anterior	3	7%
Mixto	Todas las AMD nacen de arterias del patrón dorsal y del patrón plantar	19	48%

Tabla III: Numero y porcentaje de los patrones de nacimiento (AMD: arteria metatarsiana dorsal) en base al total de pies analizados

De acuerdo a nuestros hallazgos clasificamos a los patrones como: dorsal (**Figs. 5 y 6**) (cuando todas las AMD nacen de arterias propias del dorso del pie), plantar (cuando todas las AMD nacen de arterias provenientes de la planta del pie) y mixto (**Figs. 3 y 4**) (cuando algunas AMD nacen de arterias propias del dorso del pie y otras de la planta).

El patrón mixto fue el más numeroso, con 19 casos (48%), el patrón dorsal tubo 18 casos (45%) y el plantar obtuvo solo 3 casos (7%).

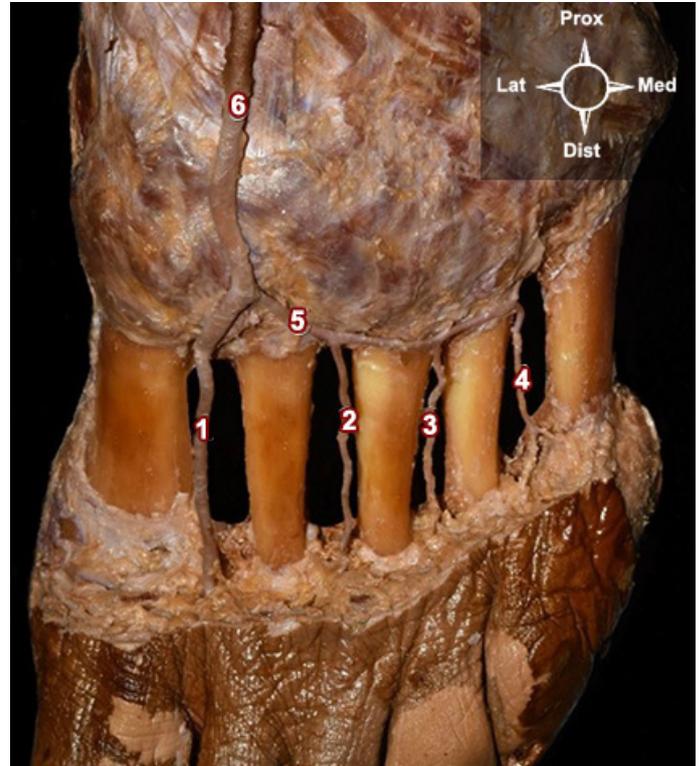


Fig. 5: Vista dorsal de pie izquierdo.

1: Primera arteria metatarsiana dorsal; 2: Segunda arteria metatarsiana dorsal; 3: Tercera arteria metatarsiana dorsal; 4: Cuarta arteria metatarsiana dorsal; 5: Arteria arqueada; 6: Arteria dorsal del pie.

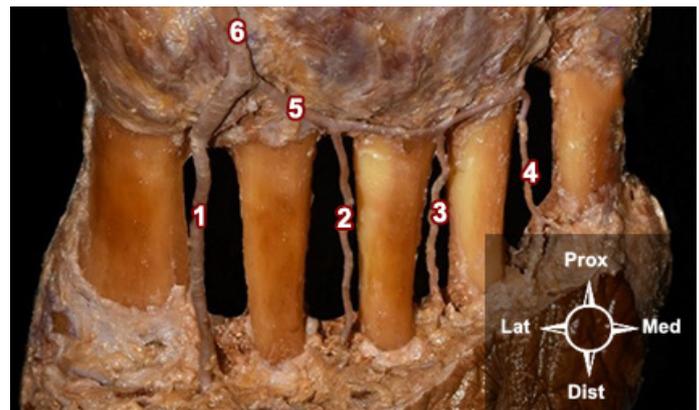


Fig. 6: Vista dorsal de pie izquierdo.

1: Primera arteria metatarsiana dorsal; 2: Segunda arteria metatarsiana dorsal; 3: Tercera arteria metatarsiana dorsal; 4: Cuarta arteria metatarsiana dorsal; 5: Arteria arqueada; 6: Arteria dorsal del pie.

Discusión

Varios autores han estudiado los diversos orígenes y la incidencia a las AMD.^{4,5,7,9}

1ª arteria metatarsiana dorsal (AMD)					
Autor	Dorsal del pie	Arqueada	Lateral del tarso	Perforante posterior	Arco de la 2ª PP*
Presente estudio	85%	-	-	15%	-
Yamada et al.	93%	-	-	7%	-
Awari et al.	90%	-	-	2%	-
Huber et al.	77%	-	-	11%	-
Gabrielli et al.	86%	-	-	14%	-

Tabla IV: Posibles nacimientos de la 1ª arteria metatarsiana dorsal (AMD) en base a cada autor

*PP: Perforante posterior

2ª arteria metatarsiana dorsal (AMD)					
Autor	Dorsal del pie	Arqueada	Lateral del tarso	Perforante posterior	Arco de la 2ª PP*
Presente estudio	-	64%	13%	23%	-
Yamada et al.	-	60%	7%	33%	-
Awari et al.	-	70%	10%	18%	-
Huber et al.	-	51%	10%	34%	-
Gabrielli et al.	-	48%	32%	20%	-

Tabla V: Posibles nacimientos de la 2ª arteria metatarsiana dorsal (AMD) en base a cada autor

3ª arteria metatarsiana dorsal (AMD)					
Autor	Dorsal del pie	Arqueada	Lateral del tarso	Perforante posterior	Arco de la 2ª PP*
Presente estudio	-	47%	13%	23%	11%
Yamada et al.	-	47%	8%	45%	-
Awari et al.	-	54%	22%	16%	-
Huber et al.	-	40%	29%	23%	-
Gabrielli et al.	-	46%	48%	6%	-

Tabla VI: Posibles nacimientos de la 3ª arteria metatarsiana dorsal (AMD) en base a cada autor

4ª arteria metatarsiana dorsal (AMD)					
Autor	Dorsal del pie	Arqueada	Lateral del tarso	Perforante posterior	Arco de la 2ª PP*
Presente estudio	-	34%	22%	34%	9%
Yamada et al.	-	30%	7%	63%	-
Awari et al.	-	40%	18%	24%	-
Huber et al.	-	24%	22%	37%	-
Gabrielli et al.	-	28%	40%	32%	-

Tabla VII: Posibles nacimientos de la 4ª arteria metatarsiana dorsal (AMD) en base a cada autor

Todos los estudios demostraron una gran incidencia de la 1ª AMD (78% - 100%), siendo la arteria más posible de encontrar entre las cuatro AMD. En cuanto a su nacimiento es la arteria dorsal del pie el más frecuente (77% - 93%).

La 2ª AMD demostró un nacimiento principalmente de la dorsal del metatarso (48% - 64%) coinciden todos los autores. Los cuales también concuerdan, salvo Gabrielli, en que su segundo nacimiento en frecuencia es la perforante posterior.

En cuanto a la 3ª AMD la mayoría de los autores^{5,7,9} demostraron que esta deriva en mayor porcentaje (40 - 47%) de la arteria dorsal del metatarso, pero Gabrielli nombra a la dorsal del tarso (48%).

La 4ª AMD fue la que demostró nacimientos más variados entre los trabajos mencionados. Nosotros encontramos que nació en porcentajes iguales tanto de la dorsal del metatarso (34%) y de la perforante posterior (34%). Yamada (63%) y Huber et al (37%) coinciden que nace principalmente de la perforante posterior. Acuri y Gabrielli nombran a la dorsal del metatarso (40%) y la dorsal del tarso (40%) respectivamente, como sus nacimientos más frecuentes.

Nosotros y todos los trabajos consultados coincidimos en que la arteria con mayor porcentaje de ausencia (17% - 20%) es la 4ª AMD. Pero la diferencia de resultados es más diversa cuando se trata de la 2ª y 3ª AMD. (Tabla VIII)

Ausencia de las AMD				
Autor	1ª AMD	2ª AMD	3ª AMD	4ª AMD
Presente estudio	-	2%	5%	8%
Yamada et al.	-	-	-	-
Awari et al.	8%	2%	8%	18%
Huber et al.	12%	4%	8%	17%
Gabrielli et al.	-	-	-	-

Tabla VIII: Ausencias de las arterias metatarsianas dorsales en base a cada autor

Nuestros resultados coinciden con el de los distintos autores^{4,5,7,9} en que el orden creciente de ausencia es: 1ª AMD, 2ª AMD, 3ª AMD y 4ª AMD. Si consideramos esto, el porcentaje de ausencia va aumentando a medida que nos alejamos del 1º EIO, el cual posee la 1ª AMD, la arteria más frecuente.

Es importante aclarar que siempre (100%) que una AMD se encontraba ausente era la arteria perforante anterior, proveniente del APP, la encargada de proporcionar el tronco de las arterias digitales dorsales del correspondiente EIO asegurando la irrigación del dorso de los dedos.

También, las arterias perforantes posteriores, provenientes del APP, tienen un rol muy importante en la vascularización del dorso de los dedos ya que varias de las AMDs nacen de estas, siendo la 4ª AMD la que presentó el mayor porcentaje de nacimientos.

Teniendo en cuenta estos datos, podemos decir que las AMD nacen de vasos provenientes tanto de la planta del pie como del dorso, distinguiendo los 3 patrones expuestos en resultados.

Entonces la irrigación del dorso de los dedos del pie no solo depende de las arterias del dorso sino también de las arterias de la planta, las cuales llegan a la región dorsal mediante las perforantes.

Según nuestros resultados, las arterias perforantes son vasos con una gran incidencia (100% - 75% para perforante anterior y 100% - 60% para la posterior), la cual es mayor en el 1º EIO, y menor en el 4º EIO.

Conclusiones

Las AMD son vasos constantes, pero variables en su origen. La 1ª AMD presenta un nacimiento menos variable, originándose de la arteria dorsal del pie. El resto presentó mayor incidencia de variaciones pudiendo surgir de la arteria arqueada, dorsal del tarso y perforante posterior.

En los casos de ausencia de una AMD, siempre será la arteria perforante anterior, proveniente del arco plantar, la encargada de proporcionar el tronco de las arterias digitales dorsales.

Con respecto al patrón de distribución, el mixto fue el más frecuente seguido del dorsal.

Referencias

1. Pró, E. A. *Capítulo 9: Miembros inferiores, Anatomía Clínica*, 2ª edición, Editorial Médica Panamericana, Buenos Aires, 2014, pp. 945-947.
2. Testut, L.; Latarjet, A. *Tomo segundo: angiología, Tratado de anatomía humana*, 9ª edición, Editorial Salvat, Barcelona, 1954, pp. 394-399.
3. Gray. *Capítulo 6: Extremidad inferior, Anatomía para estudiantes*, 3ª edición, Editorial Elsevier, Barcelona, 2015, pp 646-670.
4. Gabrielle et al. *Origins of the dorsal metatarsal arteries in humans*. Scand J Plast Surg Reconstr Surg Hand Surg 2002.36:221-225.
5. Awari et al. *Antomical variations in dorsal metatarsal arteries with surgical significance*. Indian Journal of Vascular and Endovascular Surgery, 2017. 176-181.
6. Dilandro et al. *Prevalence of the arcuate artery*. J Am Podiatr Med Assoc. 2001. 91(6): 300-305.
7. Huber et al. *The arterial network suppling the dorsum of the foot*. American Association of Anatomists, Pittsburgh, pp. 373-380.
8. Hamada et al. *Arteriographic study of the arterial supply of the foot in one hundred cadaver feet*. Acta Anat 1994; 151; 198-206.
9. Yamada et al. *Variations of the arterial anatomy of the foot*. Am. J. Surg; 1993 ;Volume 166; pp. 130-141.
10. Bayramicli M. *The distal dorsalis pedis flap for nasal tip reconstruction*. Br J Plast Surg 1996; 49: 325-327.
11. Rajacic N, Lari AR, Khalaf ME, Kersnic M. *Free flaps for the treatment of avulsion injuries in the feet*. J Pediatr. Orthop 1994; 14: 522-525.
12. Gloviczki P, Bower TC, Toomey BJ et al. *Microscopeaided pedal bypass is an effective and low-risk operation to salvage the ischemic foot*. Am J Surg 1994; 168: 76-84.
13. Pompaselli FB, et al. *Society for vascular surgery practice guidelines for atherosclerotic occlusive disease of the lower extremities: management of asymptomatic disease and claudication*. J vasc surg. 2015; 61 (3 suppl): 2S-41S