Representación Gráfica del Aporte Vascular Intraóseo y Extraóseo del Astrágalo. Anatomía Ilustrada

Alvaro Fernández, MD[1], Daniel Poggio, MD[2], Manel Llusá, MD[3], Meritxell Cufí Prat, MD[4].

[1]Traumatólogo. Hospital Clínico de Barcelona.

[2]Profesor del Departamento de Traumatología y Ortopedia del Hospital Clínico de Barcelona.

[3]Departamento Anatomía Humana Facultad Medicina UB.

[4]Grado en Medicina. Hospital Clínico de Barcelona.

RESUMEN

La anatomía vascular del astrágalo atrae una investigación intensa y no siempre fácil de comprender. La alta variabilidad intraósea junto con las características anatómicas hace que algunas zonas del astrágalo sean más propensas al compromiso vascular.

El objetivo de este estudio es describir la vascularización del astrágalo, tanto a nivel intraóseo como extraóseo, a partir de un esquema gráfico que permita fácilmente observar la irrigación. Para ello se han realizado disecciones de piezas anatómicas de cadáver humano, procedentes del servicio de donaciones del Departamento de Anatomia de la Facultad de Medicina de la Universidad de Barcelona. Las piezas se han cortado en diferentes planos y preparado utilizando la técnica de Spalteholz modificada e inyección de látex con tinta azul y negra para visualizar la red vascular. Además, el estudio se ha complementado con una revisión bibliográfica exhaustiva sobre el tema.

Los hallazgos han permitido concluir que la arteria tibial posterior aporta la irrigación más importante al cuello y cuerpo del astrágalo a través de la arteria del canal tarsal y la rama deltoidea. La arteria tibial anterior se divide en la arteria dorsal del pie para la cabeza y el cuello, y la arteria tarsal lateral que a través de las anastomosis origina la arteria del seno del tarso. La arteria peronea perforante, procedente de la arteria peronea, crea una anastomosis intraósea para el cuerpo y el proceso posterior.

PALABRAS CLAVE

Astrágalo; Irrigación vascular; Intraóseo; Extraóseo.

INTRODUCCIÓN

El astrágalo es el segundo hueso más grande del tarso[1]. Su función en el tobillo y pie es la de distribuir el peso del cuerpo, facilitando el ajuste de los pies en el suelo[1,2]. Este hueso se caracteriza por presentar algunas particularidades que lo hace más vulnerable para la osteonecrosis, especialmente cuando se altera su aporte vascular[1,3]. Alrededor del 60% de su superficie está recubierta por cartílago articular, donde los vasos no pueden penetrar; no posee ninguna inserción muscular ni tendinosa y no hay suficientes vasos perforantes ni irrigación colateral para asegurar el aporte vascular intraóseo[1,2]. La irrigación vascular del astrágalo tanto extraósea como intraósea se ha descrito previamente en otros artículos usando diferentes técnicas descriptivas[4,5,6,7,8].

El propósito de este estudio es describir la irrigación vascular intraósea y extraósea del astrágalo a través de una representación ilustrativa, basándonos en los resultados obtenidos de las preparaciones así como en la literatura consultada. La finalidad del mapa gráfico es la de representar de una forma fácilmente reconocible el aporte vascular de este hueso.

MATERIAL Y MÉTODOS

Se utilizaron para este estudio quince piezas congeladas de pies humanos cadavéricos procedentes del Servicio de Donaciones del Departamento de Anatomía de la Facultad de Medicina de la Universidad de Barcelona. El rango de edad fue entre 70 a 90 años. Las muestras se cortaron en los tres planos anatómicos en preparaciones de 0,5 cm. Para estudiar el aporte vascular intraóseo fue utilizada la técnica de Spalteholz modificada. Las piezas fueron deshidratadas en concentraciones ascendentes de etanol de 49% hasta 99%, de este modo, el etanol se cambió una vez por semana durante dos meses. Después de la deshidratación, las muestras quedaron sumergidas en etanol hasta que fue sustituido por una solución de tolueno dos veces en intervalo de una semana. Finalmente, con el objetivo de visualizar el aporte vascular intraóseo del astrágalo, las piezas fueron sumergidas en salicilato de metilo. Seis de quince piezas fueron seleccionadas y fotografiadas, mientras que el resto fueron excluidos debido a la inadecuada visualización de la irrigación intraósea. Además, cuatro especímenes frescos fueron examinados; tres de ellos inyectados con tinta de látex azul y negra y uno de ellos en fresco.

RESULTADOS

El análisis del aporte vascular extraóseo e intraóseo de las piezas preparadas con la técnica de Spalteholz modificada evidenció que dicho aporte proviene de la arteria tibial posterior, la arteria tibial anterior y la arteria peronea. Se pudo demostrar y visualizar en los cortes sagitales los tres puntos anatómicos de entrada vascular, los cuales son: las inserciones tendinosas del ligamento interoseo talocalcaneo, el ligamento talofibular posterior y anteriormente, la inserción capsular articular al cuello del astrágalo *(Fig. 1)*.

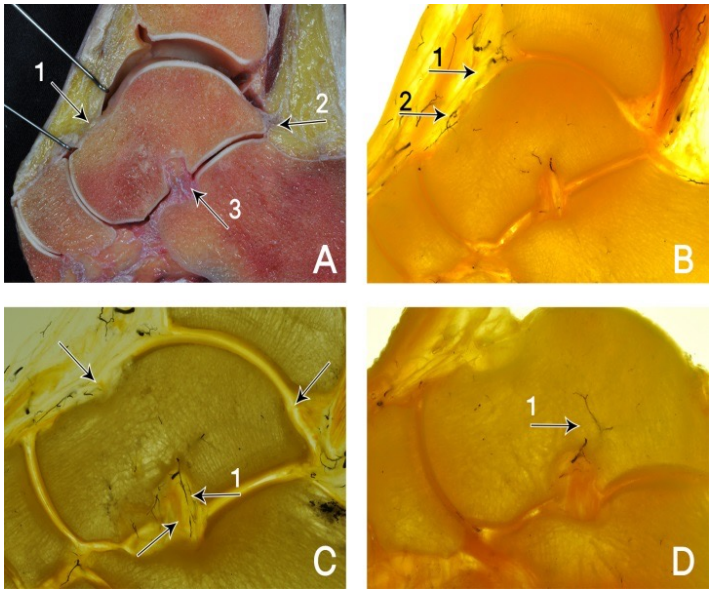


Figura 1.

A. Corte Sagital. Se observa en corte fresco la gran extensión de la superficie articular cartilaginosa del astragalo y se muestra la inserción capsular (1). A través del cual penetran los vasos a nivel del cuello. Posteriormente se muestra el ligamento talofibular posterior (2). A nivel inferior, las inserciones tendinosas del ligamento interoseo talocalcaneo (3).
B. Corte Sagital. Arteria tibial anterior (1). Rama de la arteria pedia dorsal (2).
C. Corte Sagital. Corte preparado en el que se demuestra la entrada de las arterias principales que irrigan el astrágalo: Arteria del seno del seno del tarso (1). Arteria pedia dorsal (2). Arteria tibial posterior a través de las ramas calcaneas y deltoidea.
D. Corte Sagital. La arteria del seno del tarso proporciona gran parte del aporte vascular intraóseo, especialmente en la porción medial y plantar del cuello.

Se observó que el cuello talar posee escaso cartílago articular debido a las inserciones ligamentosas siendo en este espacio donde los vasos penetran, se observa especialmente en los especímenes frescos preparados con inyección de tinta látex azul y negra *(Fig. 1 A-C)*. De este modo, las zonas más irrigadas del astrágalo están localizados en la cara superior e inferior del cuello talar, en el seno del tarso, el canal tarsiano y en el tubérculo posterior del astrágalo *(Fig. 1 A-C)*.
La arteria tibial posterior da la rama deltoidea para la porción medial superficial del cuerpo así como algunas ramas para el calcáneo *(Fig. 1 C)*. La otra rama, la arteria del canal tarsiano irriga la parte inferior del

astrágalo a través de la arcada vascular del seno del tarso *(Fig. 1 C-D).*

La arteria tibial anterior origina la arteria dorsal del pie para irrigar la parte dorsolateral de la cabeza y el cuello y sigue su trayecto para irrigar la parte media del pie. *(Fig. 1 B-C).*

La otra rama de la arteria tibial anterior es la arteria tarsal lateral la cual se anastomosa con la arteria del seno tarsal para proporcionar vascularización a la cabeza y el cuerpo *(Fig. 3 C).*

La arteria del seno del tarso aporta irrigación a través de las anastomosis, especialmente para la porción medial plantar del cuello *(Fig. 3 A-B-C-D).*

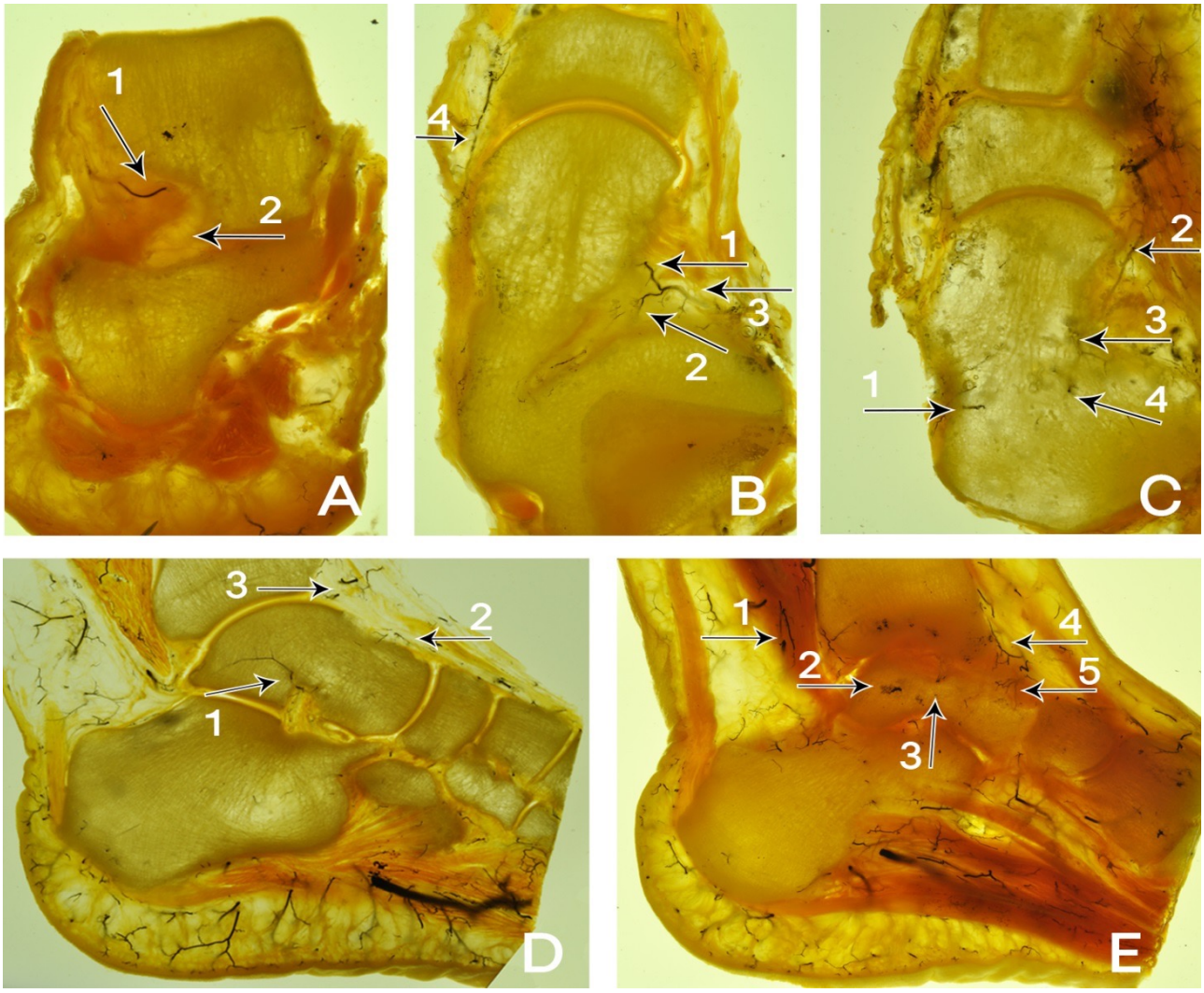


Figura 2.

A. Corte coronal. Arteria del canal del tarso (1) y ligamento interoseo talocalcaneo (2).

B. Corte transversal. Arteria pedia dorsal (1), arteria lateral tarsal (2), ramas de la arteria tibial anterior (3).

C. Corte transversal. Arteria tibial posterior (1). En el otro lado, la arteria tibial anterior (2) que se divide en la arteria pedia dorsal (3) y la arteria lateral tarsal (4).

D. Corte Sagital. Arteria del seno del tarso (1). Sobre el cuello del talus se observa la arteria pedia dorsal. (2) proveniente de la arteria tibial anterior (3).

E. Corte Sagital. En el lado izquierdo se observa la arteria peronea (1) y la rama perforante de la arteria peronea (2) con la formación de las anastomosis intraoseas (3). En el extremo superior del cuello, la arteria tibial anterior (4) y la rama dorsal de la arteria pedia dorsal (5).

La arteria peronea con su rama, la arteria peronea perforante, forma una anastomosis intraósea para la parte lateral del cuerpo del talus y especialmente para el proceso posterior.
A través de todas las preparaciones mostradas, se demuestra que existe una red vascular extraósea e intraósea que garantiza el aporte en toda la extensión del astrágalo. Si bien que existe una alta variabilidad anatómica. Esta variabilidad condiciona áreas más propensas para las necrosis avascular tras un traumatismo. Los cortes de especímenes frescos y la radioscopia muestran signos compatibles en hueso necrótico *(Fig. 3A - B).*

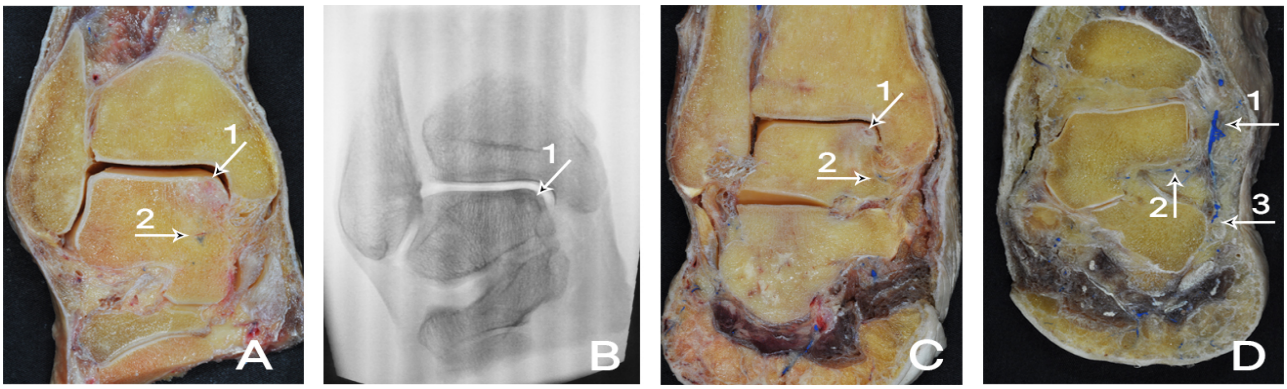


Figura 3.

A. Corte Coronal. Osteonecrosis del segmento superomedial del cuerpo del talus (1). Arteria deltoidea (2).

B. Corte Coronal. Imagen radiológica. Se observa el signo radiológico de osteonecrosis del astrágalo.

C. Corte coronal. Arteria tibial posterior (1) marcada con tinta de látex azul, se observa la rama deltoidea (2).

D. Corte Coronal. Arteria Tibial posterior (1) marcada con tinta de látex azul, se observa la rama deltoidea (2). Rama calcánea de la arteria tibial posterior (3).

DISCUSIÓN

Las fracturas del astrágalo representan el 2% de las fracturas de la extremidad inferior[9]. Entre todas las fracturas de pie y el tobillo, las fracturas del cuello talar son menos del 1%[10] siendo la parte más afectada del astrágalo hasta en un 50%[2]. Existe la dificultad de comprender el mecanismo del aporte vascular del astrágalo por lo complejidad de la anatomía, su red anastomótica y la escasa literatura que se encuentra sobre el tema.
El astrágalo recibe suministro de sangre a partir de las ramas de las tres arterias principales del pie: la arteria peronea, la arteria tibial anterior y la arteria tibial posterior[5]. A pesar de que la contribución de cada arteria es diferente; el principal riego sanguíneo se dirige a la cabeza del talus proviniendo de la arteria del canal tarsiano y la arteria deltoidea, ramas de la arteria tibial posterior[6] y la arteria de seno tarsal[4].
El cuello talar recibe suministro vascular de ramas anastomóticas de la arteria del seno tarsal[6] *(Fig. 4-5)*. Las principales arterias del cuerpo talar se presentan desde el cuello, por esta razón, fracturas desplazadas de cuello pueden interrumpir la irrigación hacia el cuerpo. Las fracturas de cuello comprometen el riego sanguíneo de los dos tercios centrales y laterales del cuerpo talar y llevando a osteonecrósis de esta área[1,5]. La estrecha relación entre el desplazamiento de la fractura de cuello talar y el riesgo de dañar el suministro de sangre para el cuerpo es debido a que su riego sanguíneo es retrógrado de la cabeza hacia el cuerpo, por lo que si se interrumpe no hay ninguna otra fuente vascular para la irrigar el cuerpo[3,9,11].
Debido a las características vasculares particulares del talus así como su anato-

mía, este hueso ha sido anteriormente estudiado en otros artículos[4,5,6,7,8].

El método de plastinación utilizado en este estudio, la técnica de Spalteholz modificada, ha demostrado su utilidad para visualizar la red vascular intraósea.

Los resultados demuestran ser similares con los resultados de otros estudios, revelando que el astrágalo posee un escaso aporte sanguíneo[1,5,7,8].

Ha sido posible encontrar las principales ramas y anastomosis de las tres arterias principales del astrágalo.

Las limitaciones de este estudio incluyen la calidad de los ejemplares así como el tamaño de la muestra limitando la generalización a toda la población. Por otra parte, la descripción de la fuente vascular es un método cualitativo por lo que carece de una forma de verificar la exacta superficie irrigada del talus. Por último, limitaciones de la técnica de plastinación pueden ocultar la evaluación de la irrigación intraósea.

CONCLUSIÓN

En resumen, podemos determinar que existe una distribución sanguínea intraósea particular debido a las características anatómicas del talus. El astrágalo recibe suministro vascular procedente de las ramas de la arteria tibial posterior, la arteria tibial anterior y la arteria peronea *(Fig. 4-5).*

Se corrobora en este estudio que el astrágalo posee un vulnerable aporte vascular ya que la mayoría de su superficie está cubierta por cartílago articular, lo que limita la penetración de los vasos hacia el interior del hueso. Eso resulta en que algunas áreas del hueso se vean más fácilmente comprometidas cuando se altera el suministro de sangre. La vascularización del astrágalo es complicada y no siempre fácil de entender. Por este motivo, a través del mapa gráfico presentado en este trabajo pretendemos poder facilitar la comprensión de la irrigación del astrágalo.

Creemos que es de gran utilidad para el Médico o Estudiante tener un esquema y representación ilustrada que permita comprender de forma rápida y sencilla la irrigación del astrágalo lo que puede ayudar en el diagnóstico, tratamiento y pronóstico de las fracturas o lesiones de este hueso.

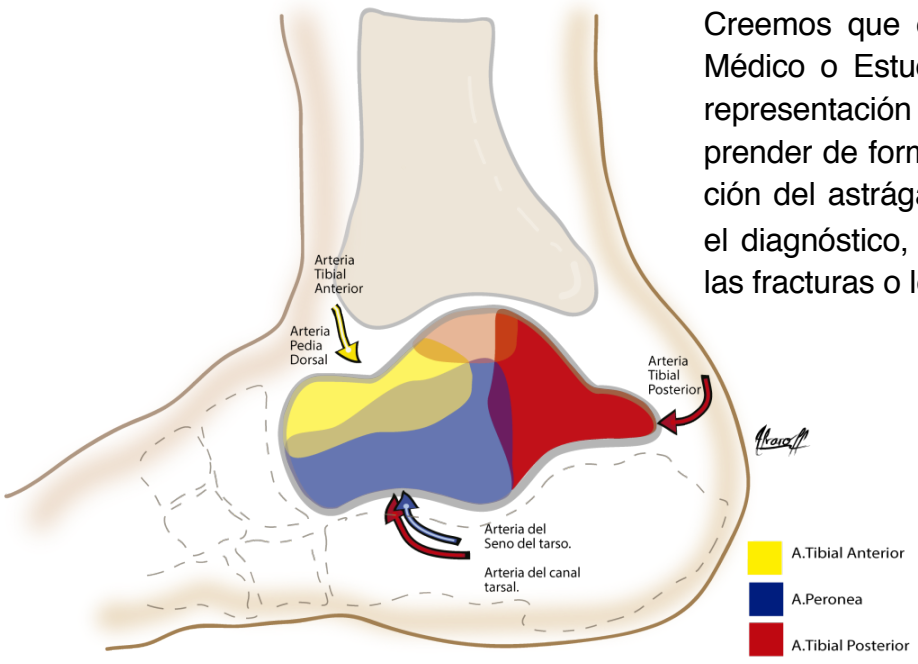


Figura 4. Vista Sagital. Se muestra la representación gráfica del aporte vascular del astrágalo en tres colores.
Amarillo: La arteria tibial anterior que abarca la mayor parte de la cabeza y el cuello en el segmento dorsal a través de la arteria pedia dorsal y una porción menor por la rama perforante de la arteria peronea para el cuerpo.
Azul: Se muestra el aporte del arteria peronea, pero la mayor contribución de esta será a traves de la perforante peronea junto con la rama tarsal lateral de la arteria tibial anterior para conformar la gran red del seno del tarso, la cual constituye la red más importe intraásea del astrágalo representado con un color intermedio violeta.
Rojo: La arteria tibial posterior es la segunda en importancia, abarca toda la red intraósea encargadas de irrigar el tercio posterior del astrágalo a través de la rama deltoidea y calcanea y que además contribuye a formar el plexo del seno del tarso, representado en ***color violeta.***

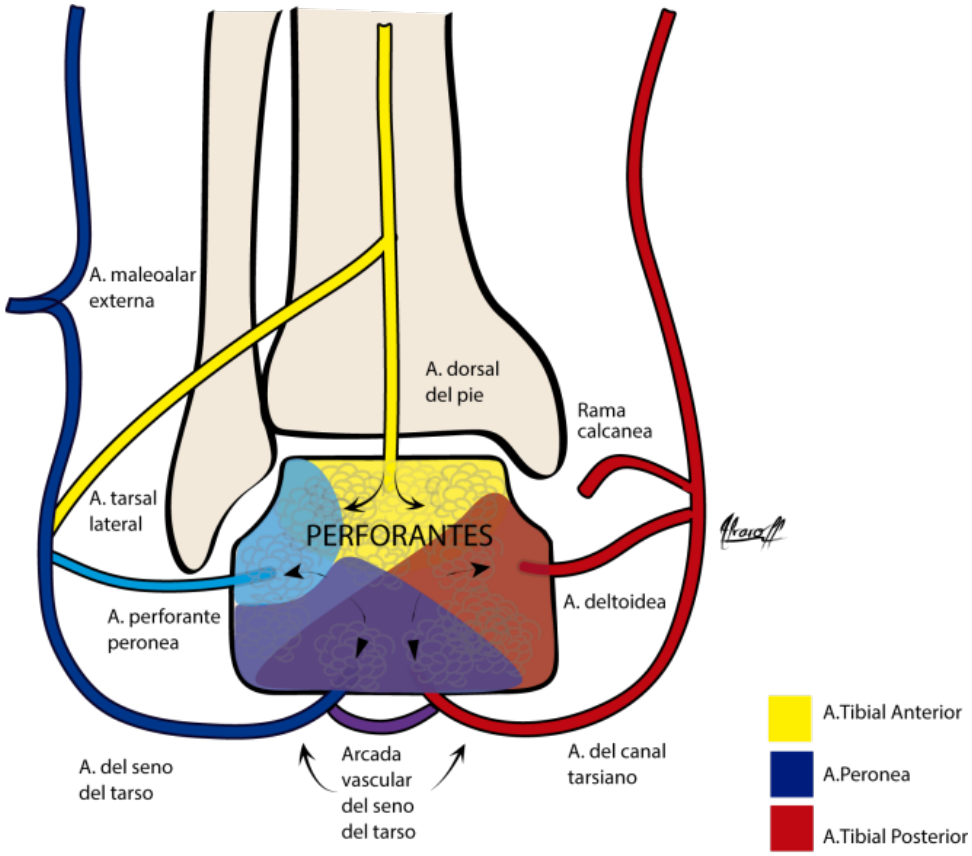


Figura 5. Vista Coronal. Representación gráfica del aporte vascular del astrágalo en tres colores.
Amarillo: La arteria tibial anterior penetra a través de la zona desprovista de cartilago en el cuello del astrágalo con la rama pedia dorsal de la arteria tibial anterior.
Azul: La mayor proporción de irrigacion intraósea del astrágalo proviene de la arcada vascular del seno del tarso marcada en color violeta .
Rojo: Arteria tibial posterior representada en las ramas deltoidea, calcanea y del canal tarsiano.

BIBLIOGRAFÍA

1. Pearce DH, Mongiardi CN, Fornasier VL, Daniels TR. Avascular necrosis of the talus: a pictorial essay. Radiographics. 2005;25(2): 399–410.
2. Koehler, SM. 2017. Talus fractures. UpToDate. Topic 82957 Version 8.0. Available: https://www-uptodate-com.sire.ub.edu/contents/talus-fractures?source=search_result&search=talar%20fractures&selectedTitle=1~16.[Accedido 25.05.2017]
3. DiGiovanni CW, Patel A, Calfee R, Nickisch F. Osteonecrosis in the foot. J Am Acad Orthop Surg. 2007;15(4):208–17.
4. Tennant JN, Rungprai C, Pizzimenti M a, Goetz J, Phisitkul P, Femino J, et al. Risks to the blood supply of the talus with four methods of total ankle arthroplasty: a cadaveric injection study. J Bone Jt Surg - Am Vol. 2014;96(5): 395–402
5. Prasarn ML, Miller AN, Dyke JP, Helfet DL, Lorich DG. Arterial anatomy of the talus: a cadaver and gadolinium-enhanced MRI study. Foot ankle Int. 2010;31(11):987–93.
6. Oppermann J, Franzen J, Spies C, Faymonville C, Knifka J, Stein G, et al. The microvascular anatomy of the talus: A plastination study on the influence of total ankle replacement. Surg Radiol Anat. 2014; 36 (5):487–94.
7. Mulfinger GL, Trueta J. The blood supply of the talus. J Bone Joint Surg Br 1970; 52:160–7.
8. Peterson L, Goldie IF. The arterial supply of the talus: a study on the relationship to experimental talar fractures. Acta Orthop Scand. 1975;46 (6):1026–34.
9. Aiyenuro O, Goldberg AJ. Fractures of the foot and ankle. Surg (United Kingdom). 2016;34 (9): 460–7.
10. Halvorson JJ, Winter SB, Teasdall RD, Scott AT. Talar neck fractures: a systematic review of the literature. J Foot Ankle Surg. 2013; 52 (1542–2224):56–61.
11. Vallier HA. Fractures of the Talus: State of the Art. J Orthop Trauma. 2015; 29 (9):385–92.