

ORIGINAL

Descripción y análisis del patrón de normalidad de flujo dinámico y morfológico de las arterias principales de la muñeca y mano en población sana española



Jaime Coderech Carretero^a, Fernando Corella Montoya^{b,c,d,*}, Miguel Grande Barez^e, Miguel Ángel Corella Montoya^f, Montserrat Ocampos Hernández^{c,d} y Ricardo Larrainzar-Garijo^{b,c}

^a Facultad de Medicina, Universidad Complutense de Madrid, Madrid, España

^b Departamento de Cirugía, Facultad de Medicina, Universidad Complutense de Madrid, Madrid, España

^c Servicio de Cirugía Ortopédica y Traumatología, Hospital Universitario Infanta Leonor, Madrid, España

^d Unidad de Cirugía de Mano, Hospital Universitario Quironsalud, Madrid, España

^e Servicio de Radiología, Hospital Universitario Infanta Leonor, Madrid, España

^f Área de analytics Geoblink, Madrid, España

Recibido el 17 de agosto de 2019; aceptado el 21 de diciembre de 2019

Disponible en Internet el 11 de marzo de 2020

PALABRAS CLAVE

Arteria radial;
Arteria ulnar;
Ecografía
Doppler-color;
Arterias digitales;
Valores de referencia

Resumen

Antecedentes y objetivo: La anatomía vascular de la mano ya ha sido ampliamente descrita a nivel macroscópico. Sin embargo, existen muy pocos trabajos que estudien el patrón de normalidad de la vascularización *in vivo* y describan y analicen las arterias principales de la mano. El objetivo de este trabajo es realizar un estudio que sirva de referencia para los valores normales de tamaño y flujo de la arteria radial y ulnar a nivel de la muñeca y de las arterias digitales radiales y ulnares a nivel de los dedos.

Material y método: Estudio descriptivo observacional de corte trasversal sobre 200 manos en 100 voluntarios sanos entre 20-30 años. Se realizó ecografía Doppler-color de las arterias ulnar y radial en la muñeca, así como de las arterias digitales radial y ulnar de cada dedo. Una vez tomadas las medidas se llevó a cabo un análisis comparativo de forma general y también teniendo en cuenta la lateralidad, la dominancia y el género.

Resultados: Se observó que existe un mayor tamaño de la arteria radial sobre la ulnar a nivel de la muñeca; sin embargo, es la arteria ulnar la que presentó dominancia de flujo a este nivel. A nivel de los dedos, en los tres primeros fue la arteria digital ulnar la que presentó un mayor tamaño y mayor flujo. No obstante, en el cuarto y quinto dedos fue la arteria digital radial la que presentó un mayor tamaño y dominancia de flujo.

* Autor para correspondencia.

Correo electrónico: Fernando.corella@gmail.com (F. Corella Montoya).

KEYWORDS

Radial artery;
 Ulnar artery;
 Doppler-colour
 ultrasound;
 Digital arteries;
 Reference values

Conclusión: Ha quedado confirmado que la dominancia de flujo, pero no de tamaño, a nivel de la muñeca es de la arteria ulnar. A nivel de los dedos, existe un mayor tamaño y flujo de las arterias en las zonas de los dedos más protegidas de las lesiones (arteria digital ulnar en los tres primeros y radial en el cuarto y quinto).

© 2020 SECOT. Publicado por Elsevier España, S.L.U. Todos los derechos reservados.

Description and analysis of the dynamic and morphological flow pattern of the main arteries of the wrist and hand in a healthy spanish population

Abstract

Background and aim: The vascular anatomy of the hand has already been widely described macroscopically. However, there are very few papers that study the pattern of normality of *in vivo* vascularisation that describe and analyse the main arteries of the hand. The aim of this paper was to carry out a study to serve as a reference for the normal values of size and flow of the radial and ulnar artery at the level of the wrist, and the digital radial and ulnar arteries at the level of the fingers.

Material and method: A descriptive observational cross-sectional study on 200 hands in 100 healthy volunteers aged between 20-30 years. Doppler-colour ultrasound was performed on the ulnar and radial arteries in the wrist, as well as on the radial and ulnar digital arteries in each finger. Once the measurements had been taken, a general comparative analysis was performed also taking laterality, dominance and gender into account.

Results: It was observed that the radial artery is larger in size than the ulnar at wrist level, however, it was the ulnar artery that showed flow dominance at this level. At finger level, the arteries are greater in size and flow in the areas of the fingers more protected from injury (digital ulnar artery in the first three and radial artery in the fourth and fifth digits).

© 2020 SECOT. Published by Elsevier España, S.L.U. All rights reserved.

Introducción

La anatomía vascular de la mano ya ha sido ampliamente descrita a nivel macroscópico. Las principales arterias que aportan riego sanguíneo a la mano son la arteria radial (AR) y la arteria ulnar (AU); una vez alcanzan la mano dan lugar al arco palmar superficial, que a su vez emite las arterias digitales palmares comunes y propias¹. Existen multitud de variaciones anatómicas², pero la presencia de la arteria radial y ulnar a nivel de la muñeca y de las arterias digitales ulnar y radial a nivel de cada dedo es constante.

En los últimos años, al estudio anatómico macroscópico vascular se ha añadido el estudio vascular dinámico *in vivo* gracias a la ecografía y a la ecografía-Doppler³⁻⁵. Por lo general, esta técnica se ha empleado para el estudio de la vascularización en situaciones alteradas —p.ej., en fumadores— o para valorar los cambios vasculares al realizar el test de Allen⁶⁻⁸.

A pesar de todos los estudios realizados en situaciones alteradas, existen muy pocos trabajos que estudien el patrón de normalidad de la vascularización de la mano o la dominancia vascular entre las diferentes arterias en una población sana que sirvan de referencia^{3,5,9}.

En el presente estudio se pretende describir, en población sana española, el patrón morfológico y del flujo dinámico de las arterias radial y ulnar a nivel de la muñeca y de cada una de las arterias digitales. También se analizará la dominancia de una arteria (radial o ulnar) sobre la otra en la muñeca y

en cada uno de los dedos y se analizará la influencia de la lateralidad de la mano (derecha e izquierda), la dominancia (diestro o zurdo) y el género. Se espera conseguir así unos valores de normalidad que puedan servir de referencia para el estudio de diferentes patologías.

Material y método

El diseño del trabajo es un estudio descriptivo observacional de corte trasversal. Para la evaluación de las variables estudiadas por ecografía en población sana española se seleccionó una población de 100 sujetos voluntarios. Los participantes fueron elegidos al azar en diferentes lugares, principalmente en las áreas cercanas al Hospital Universitario Infanta Leonor; esto incluye instalaciones como polideportivos, centros universitarios, oficinas públicas, comercios y las propias instalaciones sanitarias.

Para la selección de la población sana que sirviera de referencia y sobre la que se pudiera estimar un patrón normal, se tomaron como criterios de inclusión personas con edades comprendidas entre los 20 y los 30 años sin ningún criterio de exclusión.

Los criterios de exclusión fueron los siguientes: pacientes menores de 20 años o mayores de 30 años, historia de hipertensión arterial y/o diabetes, hábito tabáquico en los últimos 5 años, patología vascular, enfermedad del tejido conectivo, historia de enfermedad inflamatoria, enfermedades metabólicas sistémicas, enfermedad de Raynaud y

antecedentes traumáticos en antebrazo o mano, incluyendo desde la articulación del codo hasta las articulaciones interfalángicas proximales.

Se eligió el rango de edad de la muestra entre los 20 y los 30 años, ya que a esta edad el crecimiento ha finalizado y no suelen existir patologías vasculares (como arterioesclerosis) que puedan alterar el flujo arterial normal. De entre los 100 pacientes seleccionados, 50 fueron hombres y 50 fueron mujeres. La mano dominante fue la derecha en 90 participantes (45 mujeres y 45 varones) e izquierda en 10 (5 mujeres y 5 varones). En primera instancia, los pacientes fueron entrevistados de forma breve, donde se les informó de los objetivos de la investigación y el motivo de las preguntas acerca de sus antecedentes médicos. Tras confirmar que se cumplían tanto los criterios de inclusión como de exclusión, se les pasó un consentimiento informado que debían firmar todos los participantes, así como una hoja de información al paciente en la que se hacía referencia a los objetivos de la investigación y al manejo posterior de los datos obtenidos. El estudio fue aprobado por el Comité Ético de Investigación Clínica del Hospital General Universitario Gregorio Marañón, en Madrid (código del protocolo: HUIL-181025).

Las variables que se estudiaron fueron las siguientes:

Variables epidemiológicas y antropométricas generales: la edad, el género, la altura en cm, el peso en kg, el índice de masa corporal, la mano dominante, considerando dominante aquella mano que el paciente utilizaba para escribir.

Estudio ecográfico de la muñeca y la mano: las variables que se recogieron en cada arteria fueron el diámetro trasversal de la arteria en cm y de la velocidad de flujo en cm/s. Estos parámetros se midieron en la muñeca en la arteria radial y la arteria ulnar, así como en todas las arterias digitales radial y ulnar propias de cada dedo. Para realizar las medidas se empleó el ecógrafo GE Logiq e de GE Health Care® con una sonda GE i12L-RS, con un rango de frecuencia de 4,0 a 10,0Mhz, diseñada para el examen de estructuras vasculares, entre otros. En primer lugar se colocó el brazo de los pacientes en posición de supinación y flexión de la articulación del codo, con la muñeca colocada sobre una superficie de apoyo para que se mantuviese relajada.

En todos los pacientes se realizó primero la ecografía del miembro superior derecho y posteriormente del izquierdo.

Una vez estuviese la mano en posición, se procedía a ajustar la configuración del ecógrafo; esto consistía principalmente en activar la función de color para poder localizar los vasos y diferenciar entre vena y arteria, y modificar el ángulo de la función de Doppler, el cual debía mantenerse siempre entre 55 y 60°, nunca superando los 60°.

En primer lugar, se procedió a realizar el estudio ecográfico en la muñeca derecha, comenzando por la arteria radial. Se tomó como referencia anatómica superficial el pliegue palmar proximal. Se colocaba la sonda sobre dicho pliegue en perpendicular al antebrazo, con la muesca de la sonda orientada siempre hacia medial (fig. 1A). En este plano, en el ecógrafo se observaba la arteria radial acompañada por

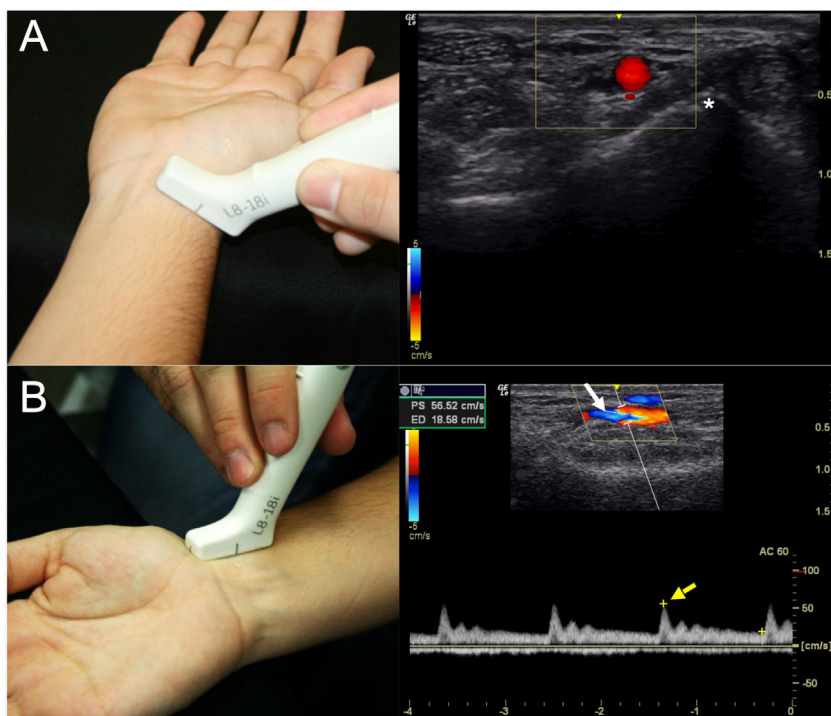


Figura 1 A) Procedimiento de medida del diámetro de la arteria radial de la muñeca derecha. Medida a nivel del pliegue palmar proximal. Se coloca la sonda en transversal para localizar la arteria (flecha) y se toma la medida usando los estiloides del radio como referencia (asterisco). B) Procedimiento de medida de la velocidad de flujo de la arteria radial de la muñeca derecha. Medida a nivel del pliegue palmar proximal. Se coloca la sonda en longitudinal para localizar la arteria (flecha blanca) y se toma el valor del pico sistólico si el pulso era regular (flecha amarilla).

las 2 venas y la apófisis estiloides del radio, la cual fue la referencia anatómica a nivel ecográfico (fig. 1B). Una vez localizada la arteria, se ejercía la mínima presión sobre la muñeca para evitar que se redujese el diámetro del vaso y se realizaba la medida del diámetro transversal expresado en cm. Una vez tomada la medida del diámetro, en ese mismo plano, se realizaba una rotación de 90° de la sonda, orientando la muesca hacia distal (fig. 1C). Una vez realizada la rotación, se observaba el corte longitudinal de la arteria y se procedía a medir la velocidad de flujo. En primer lugar se activaba la función de *Color*, a continuación, se activaba la función de *Steer*, colocando el ángulo siempre a favor del vaso (de 55-60°) y poniendo como referencia el centro del vaso en el corte longitudinal. Una vez realizado todo esto se activaba la función *Doppler*, y se observaba en la pantalla la velocidad del flujo arterial, tanto en sístole como en diástole. Al congelar la pantalla, si el pulso registrado era regular, el ecógrafo marcaba la velocidad del flujo arterial en el momento del pico sistólico, valor que se registró para el estudio (fig. 1D). En caso de que el pulso registrado no fuese regular, se procedía a repetir la maniobra.

Al finalizar el estudio en la arteria radial se continuó con la arteria ulnar; la referencia anatómica superficial fue la misma que para la arteria radial. La sonda se colocaba sobre el pliegue, en esta ocasión en la región medial de la muñeca, perpendicular al antebrazo, con la muesca orientada hacia medial. Sin embargo, a nivel ecográfico la referencia era epífisis distal del cúbito. Tras tomar el diámetro de la arteria en el plano transversal se rotaba la sonda 90° y se orientaba

la muesca hacia distal para proceder a medir la velocidad de flujo de la arteria ulnar en el corte longitudinal.

Una vez finalizada la recogida de datos en las arterias de la muñeca, se procedió a realizar la ecografía de las arterias de los dedos. Se comenzó siempre en el primer dedo, y en cada dedo se recogieron primero las variables de la arteria digital radial y posteriormente la ulnar.

Para medir el diámetro arterial de las arterias digitales tanto radial como ulnar se tomó como referencia anatómica la articulación interfalángica proximal, colocando la sonda proximal a ella y en posición perpendicular con respecto a la falange proximal (fig. 2A). En la arteria digital radial (Rx, siendo x el dedo) la sonda se colocó en la mitad lateral del dedo, mientras que en la arteria digital ulnar (Ux, siendo x el dedo) la sonda se colocó en la mitad medial. En este plano, para facilitar la localización de las arterias se activaba la función *Color* del ecógrafo, una vez localizado se tomaba el diámetro de la arteria (fig. 2B). En el caso de la velocidad de flujo, se tomó la medida en la misma posición, proximal a la articulación IFP, con la sonda en sentido longitudinal (fig. 2C). Al igual que en las arterias de la muñeca, tomamos el valor de velocidad de flujo en el pico sistólico, valor indicado por el ecógrafo (fig. 2D).

Tras terminar de tomar las medidas en la mano derecha, se procedía a la toma de muestras en la mano izquierda siguiendo el mismo método.

Una vez medidas las variables mencionadas, se realizó el siguiente análisis comparativo:

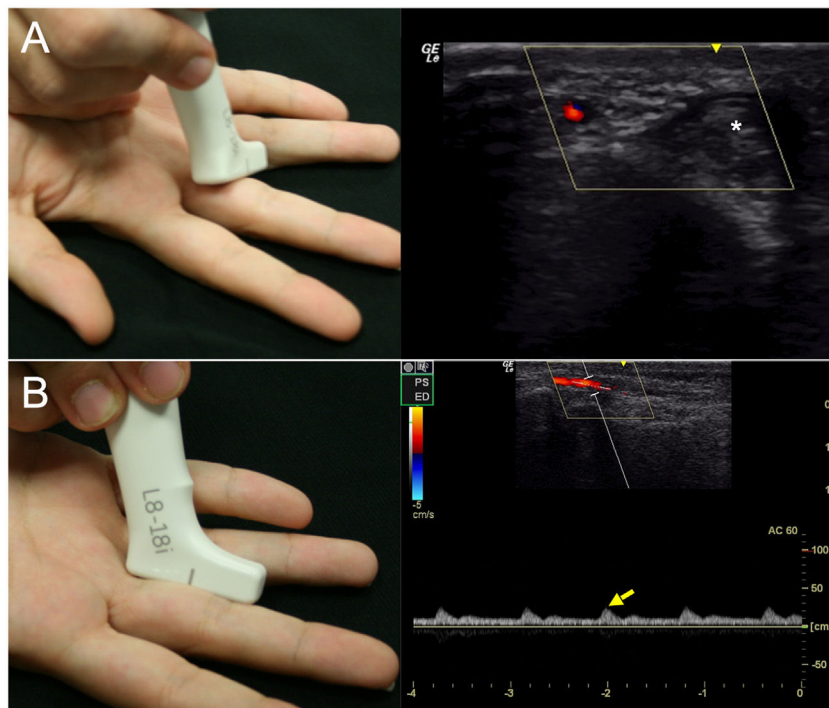


Figura 2 A) Procedimiento de medida del diámetro de la arteria digital ulnar del tercer dedo de la mano derecha. Medida proximal a la articulación IFP. Se coloca la sonda en transversal para localizar la arteria que se encuentra adyacente a los tendones flexores (asterisco). B) Procedimiento de medida de la velocidad de flujo de la arteria digital ulnar del tercer dedo de la mano derecha. Medida proximal a la articulación IFP. Se coloca la sonda en longitudinal para localizar la arteria y se toma el valor del pico sistólico si el pulso era regular (flecha amarilla).

Tabla 1 Resultados del diámetro (en centímetros) y velocidad de flujo (en centímetros/segundo) de arteria radial (radial) y ulnar (ulnar) en la muñeca y de las arterias digitales radiales y ulnares de los cinco dedos

	Diámetro trasversal (cm)	Velocidad de flujo (cm/s)
Radial Med (RIQ)	0,24 (0,22-0,28)	48 (39,49-62,3175)
Ulnar Med (RIQ)	0,22 (0,1875-0,25)	54,2 (39,145-70,46)
U1 Med (RIQ)	0,09 (0,08-0,11)	30,52 (19,2675-44,13)
R2 Med (RIQ)	0,08 (0,0775-0,1)	17,57 (13,16-24,78)
U2 Med (RIQ)	0,1 (0,08-0,11)	27,71 (17,615-37,3225)
R3 Med (RIQ)	0,09 (0,08-0,1)	21,68 (15,31-30,97)
U3 Med (RIQ)	0,1 (0,08-0,11)	25,55 (17,03-34,8325)
R4 Med (RIQ)	0,09 (0,08-0,11)	25,17 (16,525-34,66)
U4 Med (RIQ)	0,09 (0,08-0,1)	19,36 (13,94-26,32)
R5 Med (RIQ)	0,09 (0,08-0,1)	21,68 (15,0275-21,184)
U5 Med (RIQ)	0,08 (0,07-0,09)	15,3 (11,61-17,1041)

Rx: arteria digital radial de x dedo; Ux: arteria digital ulnar de x dedo.

Resultados de las 200 manos estudiadas, mostrados como mediana (Med) y rango intercuartílico (RIQ).

- Estudio comparativo del tamaño (diámetro trasversal) de las arterias de la muñeca. El análisis se ha realizado en 4 escenarios: de forma general; en relación con la lateralidad; en relación con la dominancia, y en relación con el género.
- Estudio comparativo de la velocidad del flujo (pico sistólico) de las arterias de la muñeca. Realizado en los mismos 4 escenarios: de forma general; en relación con la lateralidad; en relación con la dominancia, y en relación con el género.
- Estudio comparativo del tamaño (diámetro trasversal) de la arteria digital radial frente a la arteria digital ulnar en cada uno de los cinco dedos de forma general; en cada uno de los cinco dedos en relación con la lateralidad; en cada uno de los cinco dedos en relación con la dominancia, y en cada uno de los cinco dedos en relación con el género.
- Estudio comparativo de la velocidad del flujo (pico sistólico) de la arteria digital radial frente a la arteria digital ulnar en cada uno de los cinco dedos de forma general; en cada uno de los cinco dedos en relación con la lateralidad; en cada uno de los cinco dedos en relación con la dominancia, y en cada uno de los cinco dedos en relación con el género.

Para llevar a cabo el análisis estadístico se ha usado el software R para Mac (versión 3.5.1; R, Viena, Austria). Los valores descriptivos para el estudio de las arterias se presentan siempre en términos de mediana y rango intercuartílico (Q1-Q3). Dado el alto tamaño muestral del que disponemos para el estudio y el hecho de que las principales variables de análisis, diámetro y flujo arterial son cuantitativa continuas, para llevar a cabo comparativas entre pares de grupos de individuos (por género) se ha utilizado el test t de Student para muestras independientes. De forma análoga, a la hora de realizar comparativas dentro del mismo individuo (por lado, por dominancia) se ha utilizado el test t de Student para muestras apareadas. En todos los casos se ha establecido el nivel de significación estadística en un valor de $p < 0,05$.

Resultados

Los resultados del estudio descriptivo del diámetro trasversal y de la velocidad de flujo arterial en el momento del pico sistólico en cada una de las 12 arterias estudiadas se pueden observar en la [tabla 1](#).

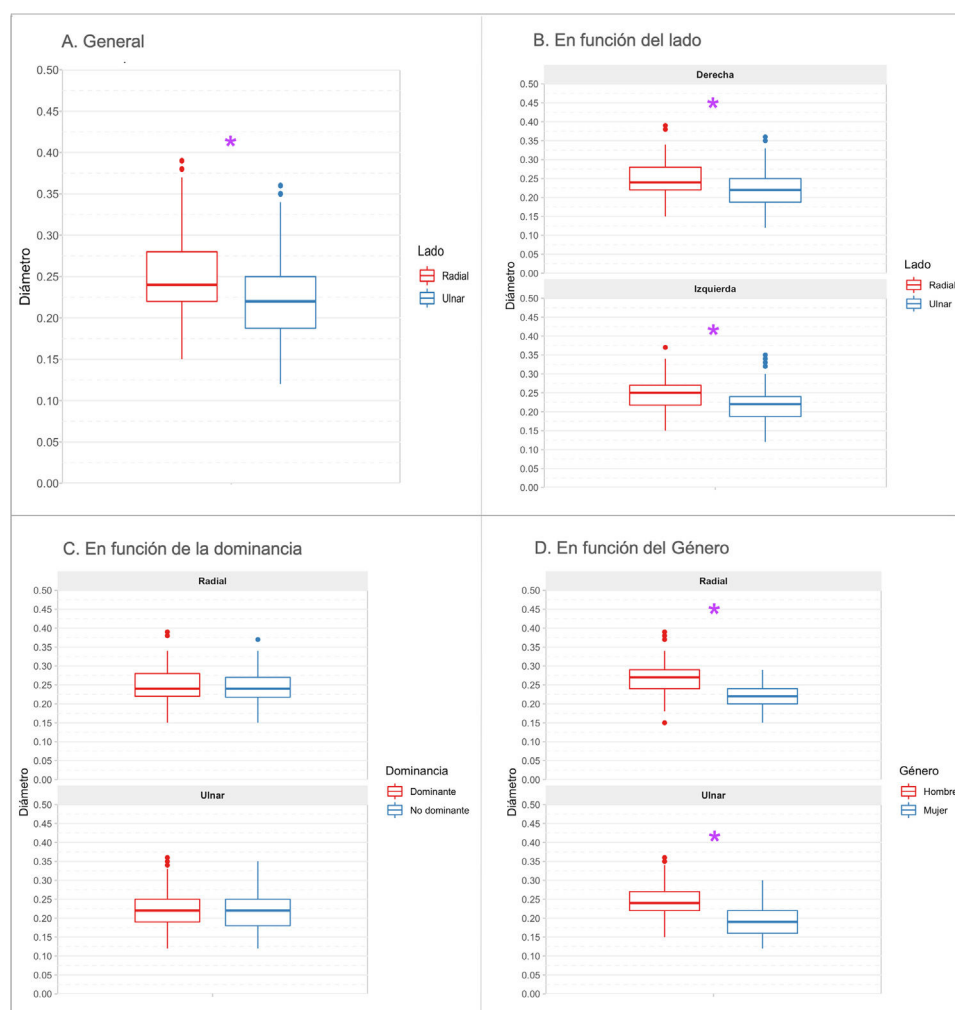
Los resultados del mismo estudio descriptivo desglosados por mano derecha izquierda se pueden encontrar en la [tabla 2](#).

En cuanto al análisis comparativo de las variables estudiadas, se han obtenido los siguientes resultados:

1. En el estudio comparativo del tamaño (diámetro trasversal) de las arterias de la muñeca.
 - De forma general, es decir, sin tener en cuenta lateralidad, dominancia ni género. Se observa un mayor tamaño (estadísticamente significativo) de la arteria radial con respecto a la arteria ulnar ([fig. 3A](#)).
 - Teniendo en cuenta la lateralidad. La tendencia es la misma que la descrita anteriormente, con mayor tamaño (estadísticamente significativo) de la arteria radial tanto en la muñeca derecha como en la izquierda ([fig. 3B](#)).
 - Teniendo en cuenta la dominancia. No se observan diferencias estadísticamente significativas entre el tamaño de las arterias radial ulnar de la mano dominante con respecto al tamaño de estas mismas arterias en la muñeca no dominante ([fig. 3C](#)).
 - Teniendo en cuenta el género. Se observa que las dos arterias de la muñeca son de mayor tamaño en los hombres que en las mujeres de forma estadísticamente significativa ([fig. 3D](#)).
2. En el estudio comparativo de la velocidad del flujo (pico sistólico) de las arterias de la muñeca.
 - De forma general. Se observó un mayor flujo (estadísticamente significativo) de la arteria ulnar con respecto a la arteria radial ([fig. 4A](#)).
 - Teniendo en cuenta la lateralidad. La tendencia fue la misma, con mayor flujo de la arteria ulnar

Tabla 2 Resultados del diámetro (en centímetros) y velocidad de flujo (en centímetros/segundo) de las 100 manos derechas y 100 manos izquierdas

	Derecha		Izquierda	
	Diámetro trasversal (cm)	Velocidad de flujo (cm/s)	Diámetro trasversal (cm)	Velocidad de flujo (cm/s)
Radial Med (RIQ)	0,24 (0,22-0,28)	49,92 (40,0675-65,4275)	0,25 (0,2175-0,27)	47,23 (38,71-61,0575)
Ulnar Med (RIQ)	0,22 (0,1875-0,25)	54,47 (39,49-70,5475)	0,22 (0,1875-0,24)	53,88 (37,16-69,7175)
R1 Med (RIQ)	0,08 (0,08-0,1)	19,91 (13,94-28,8425)	0,08 (0,07-0,09)	19,38 (13,0675-26,42)
U1 Med (RIQ)	0,09 (0,08-0,11)	31,74 (18,58-44,13)	0,09 (0,08-0,1125)	29,81 (19,36-44,3125)
R2 Med (RIQ)	0,09 (0,08-0,1)	17,81 (13,4975-24,78)	0,08 (0,07-0,1)	16,72 (13,16-24,785)
U2 Med (RIQ)	0,1 (0,08-0,11)	28,87 (18,3875-37,94)	0,1 (0,08-0,1125)	27,1 (17,03-37,16)
R3 Med (RIQ)	0,09 (0,08-0,11)	22,45 (16,26-31,0625)	0,09 (0,08-0,1)	20,13 (14,71-29,705)
U3 Med (RIQ)	0,1 (0,09-0,11)	27,99 (17,465-35,9625)	0,1 (0,08-0,12)	24,78 (17,03-33,4975)
R4 Med (RIQ)	0,09 (0,08-0,1)	24,39 (16,5-33,46)	0,1 (0,08-0,11)	25,67 (16,8625-34,84)
U4 Med (RIQ)	0,09 (0,08-0,1)	20,58 (14,71-26,5325)	0,09 (0,08-0,1)	17,61 (13,7775-25,7425)
R5 Med (RIQ)	0,09 (0,08-0,1)	21,68 (15,49-30,7)	0,09 (0,08-0,1)	21,29 (14,5175-33,29)
U5 Med (RIQ)	0,08 (0,07-0,09)	15,49 (12,39-21,095)	0,08 (0,07-0,09)	14,59 (11,61-19,5425)

**Figura 3** Estudio comparativo del tamaño (diámetro trasversal) de las arterias radial y ulnar a nivel de la muñeca mostrado en cm. A) Comparación a nivel general (sin ninguna discriminación). B) Comparación en función del lado (muñeca derecha/muñeca izquierda). C) Comparación en función de la dominancia (mano dominante/mano no dominante). D) Comparación en función del género (masculino/femenino). El asterisco indica diferencias estadísticamente significativas en un valor de $p < 0,05$.

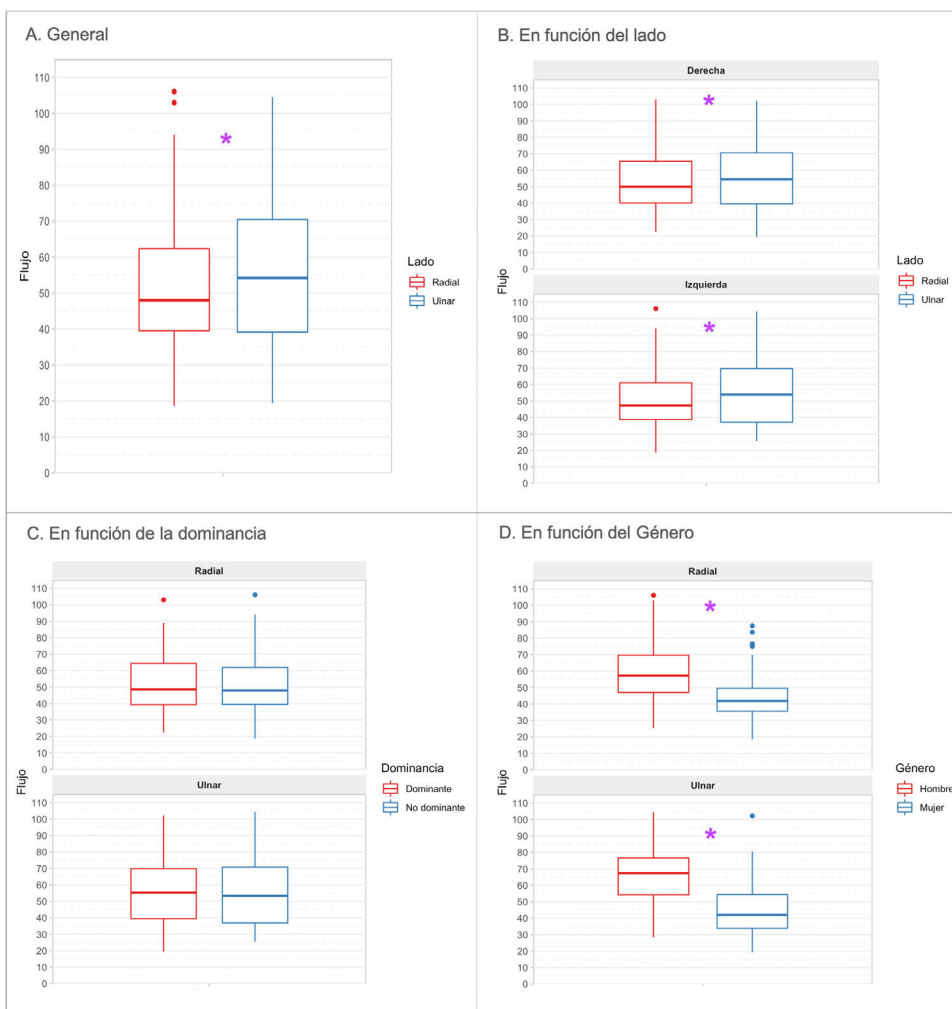


Figura 4 Estudio comparativo de la velocidad del flujo (pico sistólico) de las arterias de la muñeca mostrado en cm/s. A) Comparación a nivel general (sin ninguna discriminación). B) Comparación en función del lado (muñeca derecha/muñeca izquierda). C) Comparación en función de la dominancia (mano dominante/mano no dominante). D) Comparación en función del género (masculino/femenino). El asterisco indica diferencias estadísticamente significativas en un valor de $p < 0,05$.

- (estadísticamente significativo) tanto en la muñeca derecha como en la izquierda (fig. 4B).
 - Teniendo en cuenta la dominancia. No se observaron diferencias estadísticamente significativas entre el flujo de la arteria radial y ulnar de la mano dominante con respecto a las mismas arterias en la mano no dominante (fig. 4C).
 - Teniendo en cuenta el género. Se observó que en ambas arterias el flujo es mayor en los hombres que en las mujeres de forma estadísticamente significativa (fig. 4D).
3. En el estudio comparativo del tamaño (diámetro trasversal) de las arterias digitales en los dedos:
- De forma general. Se observó que en el primero, segundo y tercer dedos la arteria digital ulnar presentó un mayor tamaño (estadísticamente significativo) que la arteria digital radial. Mientras que en el cuarto y quinto dedos se observa que la arteria digital radial presentó un mayor tamaño (estadísticamente significativo) que la arteria digital ulnar (fig. 5A).
 - Teniendo en cuenta la lateralidad. La tendencia fue la misma. Mayor diámetro de la arteria digital ulnar en el primero, segundo y tercer dedos, y mayor diámetro de la arteria digital radial en el cuarto y quinto, tanto en la mano derecha como en la izquierda (fig. 5B).
 - Teniendo en cuenta la dominancia. No se observaron diferencias estadísticamente significativas entre las arterias digitales radial y ulnar de cada dedo de la mano dominante respecto a las arterias digitales de los mismos dedos en la mano no dominante (fig. 5C).
 - Teniendo en cuenta el género. Se observó que el tamaño de las arterias, tanto digital radial como digital ulnar de los 5 dedos, fue mayor en los hombres que en las mujeres (fig. 5D).
4. En el estudio comparativo de la velocidad del flujo (pico sistólico) de las arterias digitales en los dedos:
- De forma general. Se observó que en el primero, segundo y tercer dedos fue mayor el flujo de la arteria digital



Figura 5 Estudio comparativo del tamaño (diámetro trasversal) de las arterias digitales en los dedos mostrado en cm. A) Comparación a nivel general (sin ninguna discriminación). B) Comparación en función del lado (mano derecha/mano izquierda). C) Comparación en función de la dominancia (mano dominante/mano no dominante). D) Comparación en función del género (masculino/femenino). El asterisco indica diferencias estadísticamente significativas en un valor de $p < 0,05$.

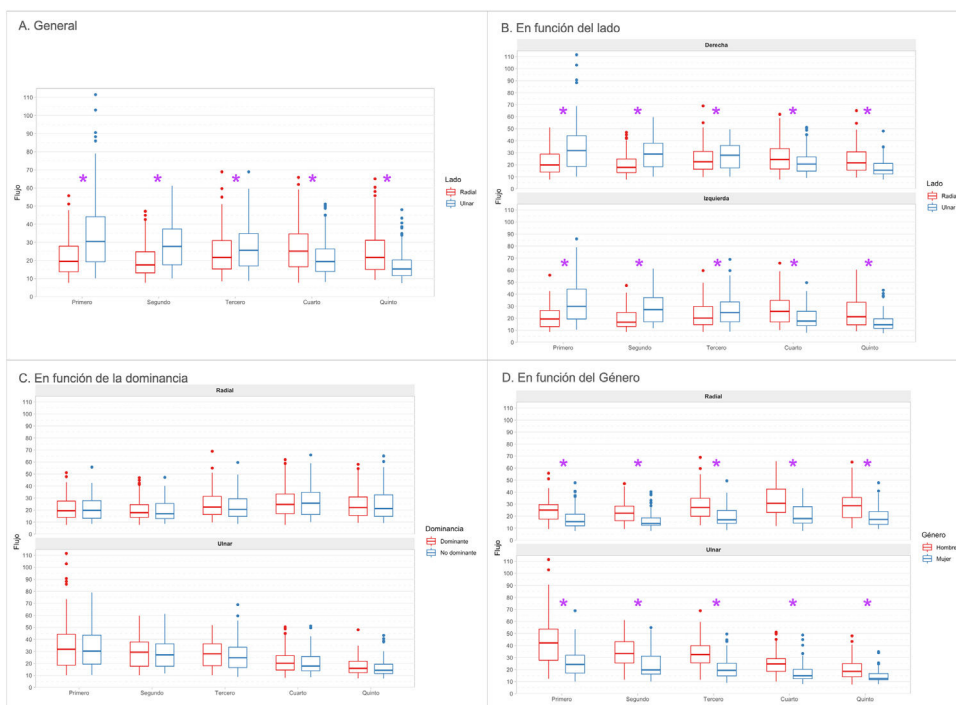


Figura 6 Estudio comparativo de la velocidad del flujo (pico sistólico) de las arterias digitales en los dedos mostrado en cm/s. A) Comparación a nivel general (sin ninguna discriminación). B) Comparación en función del lado (mano derecha/mano izquierda). C) Comparación en función de la dominancia (mano dominante/mano no dominante). D) Comparación en función del género (masculino/femenino). El asterisco indica diferencias estadísticamente significativas en un valor de $p < 0,05$.

ulnar frente a la arteria digital radial; no obstante, en los dedos cuarto y quinto se observó que era mayor el flujo de la arteria digital radial en comparación a la arteria digital ulnar, siendo todos estos resultados estadísticamente significativos (fig. 6A).

- Teniendo en cuenta la lateralidad. La tendencia fue la misma. Con mayor flujo de la arteria digital ulnar en el primero, segundo y tercer dedos y mayor flujo de la arteria digital radial en el cuarto y quinto, tanto en la mano derecha como en la izquierda (fig. 6B).
- Teniendo en cuenta la dominancia. No se observaron diferencias estadísticamente significativas entre las arterias digitales radial y ulnar de cada dedo de la mano dominante con respecto a las arterias digitales de los mismos dedos de la mano no dominante (fig. 6C).
- Teniendo en cuenta el género. Se observó que el flujo de las arterias, tanto digital radial como digital ulnar de los 5 dedos, fue mayor en los hombres que en las mujeres (fig. 6D).

Discusión

En este estudio se han descrito el patrón de normalidad de flujo de las arterias radial y ulnar de la muñeca y de las arterias digitales radial y ulnar de cada dedo en población española sana. En términos generales, se ha observado que, independientemente de las variables estudiadas, a nivel de la muñeca existe un mayor tamaño de la arteria radial. Sin embargo, es la arteria ulnar la que presentó dominancia de flujo a este nivel. A nivel de los dedos, se ha visto que en el primero, segundo y tercer dedos es la arteria digital ulnar la que presentó un mayor tamaño, así como una dominancia de flujo, sobre la arteria digital radial. No obstante, en el cuarto y quinto dedos se demostró que es la arteria digital radial la que presentó un mayor tamaño y dominancia de flujo en comparación con la arteria digital ulnar.

En lo referente al estudio del tamaño de las arterias de la muñeca mediante ecografía, en la bibliografía actual existen varios estudios que se centran en el análisis comparativo entre la arteria radial y ulnar, con distintas conclusiones. Ashraf et al.⁹ establecen que el tamaño de la arteria ulnar es mayor que el de la radial. Sin embargo, otros trabajos concluyen que es la arteria radial la que tiene mayor tamaño a nivel de la muñeca³⁻⁵, o que no encuentran diferencias significativas en los tamaños¹⁰. En algunos de estos estudios también se compara el tamaño de estas arterias en función de lateralidad, sin encontrar diferencias entre las arterias de la muñeca derecha e izquierda³, ni diferencias entre la mano dominante y no dominante^{4,10}, pero sí un mayor tamaño en hombres respecto a las mujeres en la arteria radial^{4,10}. En nuestro estudio se ha observado que, independientemente de la variable discriminada, el tamaño de la arteria radial siempre es mayor que la arteria ulnar, en contraposición a algunos de estos estudios mencionados. A nivel de lateralidad tampoco hemos hallado diferencias en el tamaño arterial al comparar las manos derechas con las izquierdas. De la misma manera que no encontramos diferencias en función de la dominancia. Finalmente, al analizar el tamaño en función del género sí se han encontrado diferencias estadísticamente significativas sobre el tamaño tanto de la arteria radial como de la ulnar, siendo mayor en los hombres. Como

explicación a la diferencia en los resultados, mencionar que nuestra muestra se ha obtenido de pacientes totalmente sanos, con unos criterios de inclusión exigentes, mientras que en muchos de estos trabajos se incluía población con enfermedades susceptibles de alterar la vascularización.

El flujo arterial en las arterias de la muñeca también ha sido estudiado en diversos trabajos. Existen estudios que describen un patrón de flujo en que la arteria ulnar es la arteria dominante a nivel de la muñeca^{4,11}; sin embargo, también encontramos estudios que describen un patrón de dominancia radial^{3,12}. Parece que la dominancia radial es más probable en pacientes fumadores, ya que en ellos la arteria más afectada es la ulnar¹². Es conocido el efecto nocivo del tabaco en la circulación de la mano^{13,14}, y el hecho de hallar dominancia radial en pacientes fumadores no va en contra de nuestro estudio, en el que un criterio de exclusión era el tabaquismo. En nuestro estudio se ha observado que, en la muñeca, la arteria ulnar es la dominante sobre la arteria radial, coincidiendo nuestros hallazgos con los primeros estudios mencionados. Si tenemos en cuenta la lateralidad, no existen diferencias marcadas entre el flujo de la mano izquierda y de la derecha, siendo en ambas manos la arteria ulnar la arteria dominante. No se han descrito anteriormente estudios de flujo arterial en la muñeca en los que se tome en cuenta la dominancia, y en nuestro estudio no se han observado diferencias estadísticamente significativas entre el flujo de la mano dominante y el de la no dominante. Finalmente, al tener en cuenta el género, se observó que es mayor el flujo arterial a nivel de la muñeca en hombres que en mujeres. Probablemente uno de los datos más curiosos de este trabajo sea la discrepancia entre el tamaño y el flujo de la arteria radial y ulnar, ya que, a pesar de ser mayor el tamaño de la radial, el flujo es menor.

Respecto al tamaño de las arterias digitales radial y ulnar de cada dedo, el único artículo que se ha encontrado que estudia de forma ecográfica el tamaño de los vasos digitales es el realizado por Trager et al.¹¹ sobre 20 pacientes. Ellos describen que la arteria ulnar del primero, segundo y tercer dedos es mayor que la radial, mientras que es la arteria radial del cuarto y quinto la de mayor tamaño. En nuestro estudio se obtuvieron los mismos resultados.

Para finalizar, nuestro último análisis comparativo hace referencia al flujo de las arterias digitales en los dedos. De la misma manera, el único artículo encontrado que estudia la velocidad de flujo de las arterias digitales es el de Trager et al.¹¹. Describen un mayor flujo en las arterias que tenían mayor diámetro, es decir la ulnar del primero al tercer dedos y la radial del cuarto y quinto. En nuestro estudio sobre 200 manos y 1.000 dedos hemos encontrado los mismos resultados. Hemos podido realizar un mapa de calor en el que se ve de forma gráfica el flujo en cada una de las arterias de los dedos (fig. 7).

Como limitación del estudio hay que mencionar que las medidas se han realizado por un único explorador (siempre el mismo), pero no se han comparado las medidas entre dos exploradores distintos para realizar su validación interobservador.

Como curiosidad, merece la pena prestar atención en que el tamaño y el flujo es menor en zonas de los dedos «menos protegidas de lesiones» y en las que se realiza un mayor apoyo, como es la zona ulnar del cuarto y quinto dedos y la

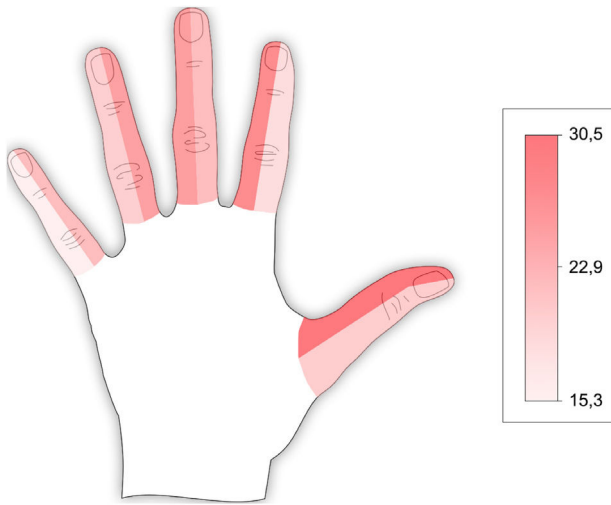


Figura 7 Mapa de calor que refleja el flujo correspondiente a cada arteria digital. El color mostrado se ajusta a la mediana obtenida para la velocidad de flujo de cada arteria.

radial del primero, segundo y tercero, mientras que realizan un mayor aporte vascular las arterias de las zonas más protegidas. Esto tiene una explicación evolutiva totalmente lógica en la que se protege el aporte vascular del dedo, dando mayor importancia a las arterias que tienen menos riesgo de lesión.

Conclusión

Se ha descrito el patrón de normalidad de flujo de las arterias radial y ulnar de la muñeca y de las arterias digitales radial y ulnar de cada dedo en población española sana. En términos generales, se ha observado que, independientemente de las variables estudiadas, a nivel de la muñeca existe un mayor tamaño de las arterias radiales; sin embargo, es la arteria ulnar la que presentó dominancia de flujo a este nivel. A nivel de los dedos, se ha visto que en el primero, segundo y tercer dedos es la arteria digital ulnar la que presentó un mayor tamaño, así como una dominancia de flujo, sobre la arteria digital radial de estos dedos. No obstante, en el cuarto y quinto dedos se ha obtenido que es la arteria digital radial la que presentó un mayor tamaño y dominancia de flujo en comparación con la arteria digital ulnar de los mismos dedos. Se puede concluir que existe un mayor tamaño y flujo de las arterias en las zonas de los dedos más protegidas de las lesiones (zona ulnar del primero, segundo y tercer dedos y zona radial del cuarto y quinto) y un menor tamaño y flujo en las zonas de mayor apoyo y probabilidad de lesión (zona radial del primero, segundo y tercer dedo y zona ulnar del cuarto y quinto).

Nivel de evidencia

Nivel de evidencia III.

Conflicto de intereses

Los autores declaran no tener ningún conflicto de intereses.

Bibliografía

1. Rouvière H, Delmas A. Anatomía humana: descriptiva, topográfica y funcional. 11.ª ed. Barcelona: Masson; 2005.
2. Bilge O, Pinar Y, Ozer MA, Gövsa F. A morphometric study on the superficial palmar arch of the hand. *Surg Radiol Anat.* 2006;28:343-50.
3. Torres C, Sastre A. Dominancia vascular en la mano: Estudio dinámico de flujos. *Rev Iberam Cir Mano.* 2017;45:28-34.
4. Kaplanoglu H, Beton O. Flow and diameter changes of forearm arteries during temporary unilateral reciprocal occlusion: A prospective observational study. *J Clin Ultrasound.* 2017;45:197-203.
5. Haerle M, Häfner HM, Dietz K, Schaller HE, Brunelli F. Vascular dominance in the forearm. *Plast Reconstr Surg.* 2003;111:1891-8.
6. Özcan H, Kara M, Özcan F, Bostanoğlu S, Karademir M, Erkin G, et al. Dynamic Doppler evaluation of the radial and ulnar arteries in patients with carpal tunnel syndrome. *AJR Am J Roentgenol.* 2011;197:817-20.
7. Kajikawa A, Ueda K, Mochizuki Y, Katsuragi Y. An objective Allen test using color doppler echo. *Plast Reconstr Surgery.* 2010;125:82e-5e.
8. Cagli K, Uzun A, Emir M, Bakuy V, Ulas M, Sener E. Correlation of modified Allen test with Doppler ultrasonography. *Asian Cardiovasc Thorac Ann.* 2006;14:105-8.
9. Ashraf T, Panhwar Z, Habib S, Memon MA, Shamsi F, Arif J. Size of radial and ulnar artery in local population. *J Pak Med Assoc.* 2010;60:817-9.
10. Pancholy SB, Heck LA, Patel T. Forearm arterial anatomy and flow characteristics: A prospective observational study. *J Invasive Cardiol.* 2015;27:218-21.
11. Trager S, Pignataro M, Anderson J, Kleinert JM. Color flow Doppler: Imaging the upper extremity. *J Hand Surg Am.* 1993;18:621-5.
12. Ali S, Srivastava S. Study of ulnar and radial arteries at wrist level in smokers. *Scand J Plast Reconstr Surg Hand Surg.* 2008;42:320-4.
13. Van Adrichem LN, Hovius SE, van Strik R, van der Meulen JC. The acute effect of cigarette smoking on the microcirculation of a replanted digit. *The J Hand Surg Am.* 1992;17:230-4.
14. Ijzerman RG, Serne EH, van Weissenbruch MM, de Jongh RT, Stehouwer CD. Cigarette smoking is associated with an acute impairment of microvascular function in humans. *Clin Sci.* 2003;104:247-52.