



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

**FACULTAD DE CIENCIAS MÉDICAS**

**ESCUELA PROFESIONAL DE MEDICINA**

**Características anatómicas neuro-arteriales del pie por ecografía en  
sujetos sanos: Normalidad.**

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

MÉDICO CIRUJANO

**AUTOR:**

Cipriano Chávarry, Marifer (ORCID: 0000-0003-0120-3144)

**ASESOR**

Dr. Dante Rodríguez, Alonso (ORCID: 0000-0002-6662-9210)

**LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:**

Enfermedades no transmisibles

**TRUJILLO – PERÚ**

**2021**

## **Dedicatoria**

Dedicada a mi familia a quien amo, admiro y contribuyen en los valores ejercidos en mi día a día, por enseñarme en la plena confianza en Dios no importando las circunstancias atravesadas.

“Olvidando lo que queda atrás y esforzándome para alcanzar lo que está adelante, prosigo hacia la meta, el Premio Mayor.” Filipenses 3:13-14

## **Agradecimiento**

A mi Señor Jesucristo, quien fue mi sustento y fortaleza en el trayecto de mi vida.

A mi amada familia, María Elodia, Yenka Mariott, Issa Fernanda y Alberto, por el apoyo incondicional en mi vida personal y profesional.

A mi asesor Dr. Rodríguez Alonso, Dante Horacio porque gracias a él se pudo concretar de manera satisfactoria el trabajo de investigación, además de haberme brindado su dedicación para una enseñanza completa.

A los docentes quienes contribuyeron en la educación para mi realización profesional.

A las personas que apoyaron en esta investigación de manera voluntaria, pues sin ellos no hubiese sido posible su resolución.

## Índice de contenidos

Carátula	
Dedicatoria .....	ii
Agradecimiento .....	iii
Índice de contenidos .....	iv
Índice de tablas .....	v
Índice de gráficos y figuras.....	vi
Resumen.....	vii
Abstract .....	viii
I.INTRODUCCIÓN .....	1
II. MARCO TEÓRICO.....	3
III.METODOLOGÍA.....	10
3.1 Tipo y diseño de investigación .....	10
3.2 Variables y Operacionalización .....	10
3.3 Población, muestra y muestreo.....	10
3.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	11
3.5 Procedimiento .....	12
IV. RESULTADOS.....	15
V. DISCUSIÓN .....	19
VI. CONCLUSIONES .....	23
VI. RECOMENDACIONES.....	24
REFERENCIAS.....	25
ANEXOS .....	29

## Índice de tablas

**TABLA 1:** Características generales de los 30 sujetos sanos evaluados por ecografía neuro-vascular del tobillo derecho e izquierdo.

**TABLA 2:** Mediciones del porcentaje de pacientes sanos que presentan las arterias tibiales anterior y posterior, las arterias fibulares y el nervio tibial evaluados por ecografía neuro-vascular del tobillo derecho e izquierdo.

**TABLA 3:** Mediciones del diámetro de las arterias en tobillo en 30 sujetos sanos evaluados por ecografía neuro-vascular del tobillo derecho e izquierdo.

**TABLA 4:** Mediciones del área seccional del nervio tibial en 30 sujetos sanos evaluados por ecografía neuro-vascular del tobillo derecho e izquierdo.

## Índice de gráficos y figuras

**Figura 1:** Abordajes arteriales de tobillo

**Figura 2:** Abordaje neuronal de tobillo

**Figura 3:** Medición del diámetro de las arterias en corte sagital.

**Figura 4:** Medición del área seccional del nervio tibial en corte transversal.

## Resumen

El objetivo planteado fue determinar las características anatómicas neuro-arteriales del pie por ecografía en sujetos sanos. El estudio de diseño exploratorio, evaluó un total de 30 sujetos sanos entre varones y mujeres. Se determinó la presencia de las arterias tibiales anteriores y posteriores junto al nervio tibial en ambos pies en un 100%, y la arteria fibular tuvo una variabilidad de un 27% y 33% en cada pie evaluado. Por otro lado, se encontró el promedio del diámetro de la arteria fibular fue de 1.45 mm y 1.13 mm por cada pie, el de la arteria tibial anterior fue de 1.61 mm y 1.65 mm en cada pie, la arteria tibial posterior fue de 1.56 mm y 1.66 mm en cada pie. Finalmente, el promedio del área seccional del nervio tibial fue de 25.69 mm<sup>2</sup> y 27.60 mm<sup>2</sup> por cada pie evaluado. Se concluyó con la similitud de otros estudios que demostró la arteria fibular no estaban presentes en todos los pacientes y la aproximación de la medida del área seccional del nervio tibial y se comparó que las medidas del diámetro de la arteria tibial anterior y posterior son de mayor tamaño comparados con las medidas arteriales de esta investigación.

**Palabras claves:** Pie, neuronal, arterial y ecografía

## **Abstract**

The objective was to determine the neuro-arterial anatomical characteristics of the foot by ultrasound in healthy subjects. The exploratory design study evaluated a total of 30 healthy subjects between males and females. The presence of the anterior and posterior tibial arteries next to the tibial nerve in both feet was determined by 100%, and the fibular artery had a variability of 27% and 33% in each foot evaluated. On the other hand, the average diameter of the fibular artery was found was 1.45 mm and 1.13 mm for each foot, that of the anterior tibial artery was 1.61 mm and 1.65 mm in each foot, the posterior tibial artery was 1.56 mm and 1.66 mm in each foot. Finally, the average sectional area of the tibial nerve was 25.69 mm<sup>2</sup> and 27.60 mm<sup>2</sup> for each foot evaluated. We concluded with the similarity of other studies that demonstrated the fibular artery were not present in all patients and the approximation of the measurement of the sectional area of the tibial nerve and compared that the measures of the diameter of the anterior and posterior tibial artery are larger compared to the arterial measures of this research.

**Keywords:** Foot, neuronal, arterial and ultrasound.



## I.INTRODUCCIÓN

La diabetes mellitus es una causa de morbimortalidad en las enfermedades crónicas para adultos según International Diabetes Federation y una de las complicaciones más frecuentes es el pie diabético.<sup>1</sup>

La neuropatía y enfermedad vascular periférica son las principales causas del pie diabético según International Working Group on Diabetic Foot, causantes de pérdida de sensibilidad, deformación ósea, desequilibrio muscular y rigidez de articulaciones.<sup>2</sup>

La neuropatía diabética es una de las más frecuentes complicaciones en individuos con Diabetes Mellitus y un 90% eran del tipo 2, presentes en un 50% en pacientes diabéticos de larga data o más de 15 años de evolución.<sup>3</sup>

La enfermedad vascular periférica es un índice perjudicial del pie diabético y en población general solo un 9% de pacientes con lesión arterial oclusiva en un miembro inferior desarrollará úlceras o gangrenas, sin embargo, registros a nivel mundial un 50% de sujetos con Diabetes Mellitus tipo 2 pueden desarrollar en su vida una úlcera en los pies.<sup>4</sup>

La infección es un agravante en lesiones el pie diabético, poniendo en peligro el miembro y la vida del paciente, de lo cual un 60% de las infecciones por pie ulceroso en paciente diabético cursará en infección ósea y un 10 a 30% conllevará a la amputación.<sup>5</sup>

La diabetes es la causa principal de cercenamiento no traumático del miembro inferior de países occidentales, donde aproximadamente 50-70% de todas las amputaciones del miembro inferior es debido a la diabetes.<sup>6</sup>

El sistema de vigilancias de Diabetes por el Ministerio Nacional de Salud reportó la prevalencia del pie diabético en el Perú es de un 30%<sup>7</sup> con un predominio en la costa norte del Perú.<sup>1</sup>

En el Hospital María Auxiliadora de la ciudad de Lima se determinó la frecuencia del pie diabético con riesgo de ulceración en un 77,9% predominando el riesgo 2 con un 63,5% usando el sistema International Working Group on Diabetic Foot.<sup>8</sup>

El monto total gastado en diabetes fue de \$ 8,974,662,570 divididos entre costos directos e indirectos para los sistemas de salud en América Latina.<sup>9</sup>

La formulación del problema fue ¿Cuáles son las características anatómicas neuro-arteriales del pie por ecografía en sujetos sanos en una unidad de investigación, Trujillo 2021?

La justificación del estudio se realizó con el fin de obtener un diagnóstico temprano, efectivo y una mayor accesibilidad al paciente por su bajo costo en comparación a otros exámenes de imagen que triplican su precio de evaluación. Además, la ecografía ha superado limitaciones como la necesidad de contraste intravenoso, usado por otros métodos invasivos; los más utilizados son la ecografía modo B y Doppler color que permite identificar las arterias a nivel subcutáneo o más profundo, la medida del lumen arterial y la presencia de los nervios en el área registrada, estas mediciones deben ser precisas y requieren el posicionamiento adecuado de la sonda de ultrasonido en relación con la dirección del flujo, proporcionando una localización anatómica precisa y una calificación precisa de la gravedad de la lesión manteniendo un control adecuado en los pacientes sanos que conlleva riesgos a desarrollar neuropatía y enfermedad vascular periférica.

El objetivo principal planteado fue determinar las características anatómicas neuro-arteriales del pie por ecografía en sujetos sanos en una unidad de investigación, Trujillo 2021.

Los objetivos secundarios fueron:

El primer objetivo consistió en determinar el porcentaje de pacientes sanos que presentan las arterias tibiales anterior y posterior, las arterias fibulares y el nervio tibial en el pie por ecografía en una unidad de investigación, Trujillo 2021. El segundo objetivo fue determinar en pacientes sanos el promedio del diámetro de la arteria fibular y el diámetro de la arteria tibial anterior y posterior por ecografía en una unidad de investigación, Trujillo 2021. El tercer objetivo fue determinar en pacientes sanos el promedio del área seccional del nervio tibial por ecografía en una unidad de investigación, Trujillo 2021.

La hipótesis planteada está implícita por ser exploratoria.

## II. MARCO TEÓRICO

Los antecedentes de características arteriales del tobillo en sujetos sanos son:

Olewnik et al.<sup>10</sup> buscaron identificar la ramificación de la arteria poplítea con mediciones morfométricas y se evidenció que el 72% de la arteria poplítea (AP) se dividió para formar la arteria tibial anterior(ATA) y una unión común para las arterias tibiales y fibulares (tipo I), dividiéndose a la arteria fibular (FA) y arteria tibial posterior(PTA) con un diámetro más grande, además de otras variaciones identificadas incluyeron la división de la AP en ATA y PTA en 8%(tipo II), en un trifurcación en 12%(tipo III) , otra división de la PTA en la ATA y FA en un 8% (tipo IV) y presencia de aplasia de PTA en un 8% (tipo IV).

Yonfeng et al.<sup>11</sup> en su estudio exploratorio de la anatomía evaluaron las variaciones de las arterias del tobillo en adultos por medio de una ecografía; hubo 131 casos con pequeñas arterias tibiales posteriores y arterias peroneales, de los cuales las arterias tibiales posteriores eran sustituidas por arterias peroneales (tipo I) que le corresponde 6.1%, 69 casos con pequeñas arterias tibiales anteriores y arterias peroneales, en las cuales las arterias tibiales anteriores eran sustituidas por arterias peroneales (tipoll) que le corresponde 3.2% y 13 casos con ambas arterias tibiales y arterias peroneales ,en donde las arterias tibiales anteriores y posteriores eran sustituidas por arterias peroneales (tipo III) que le corresponde 0.6%.

Orhan et al.<sup>12</sup> en su estudio exploratorio se encargaron de evaluar la actividad de circulación colateral entre angiosomas en los pies de pacientes diabéticos mediante la evaluación del nivel de oclusión en arterias del pie en comparación con regiones de angiosomas que tienen necrosis, determinándose que la necrosis fue más común de las arterias tibiales posteriores, independiente al nivel de oclusión, sin embargo, se asoció con la oclusión de la arteria tibial anterior en más del 15%.

Zheng et al.<sup>13</sup> en su estudio exploratorio tuvieron como objetivo determinar los patrones de variación anatómica de la arteria tibial anterior y posterior por ecografía, en el que se encontró a la arteria tibial posterior entrando en el túnel tarsal para

perfundir el pie un 91.5%, ausencia de la arteria tibial con reemplazo de las ramas arteriales peroneales que entran al túnel tarsal por encima del maléolo un 5.9%, presencia de arteria tibial hipoplásica que se comunica por encima del maléolo medial con gruesas ramas de arteria peroneal con formación de tronco común entrando al túnel tarsal 2.4%.

Anjali et al.<sup>14</sup> en su estudio exploratorio se determinó el diámetro interno de la arteria poplítea midiendo su origen y su terminación, en donde su origen fue  $4.7 \text{ mm} \pm 0.9 \text{ mm}$  y su terminación fue de  $4.4 \text{ mm} \pm 0.7 \text{ mm}$ , en cambio el diámetro de la arteria tibial anterior en su origen fue de  $3.5 \text{ mm} \pm 1.1 \text{ mm}$  y el de la arteria tibial posterior fue de  $4.1 \text{ mm} \pm 0.9 \text{ mm}$ .

Los antecedentes de características neurológicas del tobillo en sujetos sanos son:

Lenna et al.<sup>15</sup> en la investigación sistemática evaluaron el promedio del área transversal de los siguientes nervios: nervio fibular en la cabeza del peroné, fosa poplítea; nervio tibial en la fosa poplítea, maléolo; y nervio sural por medio la ecografía. La media calculada agrupada del nervio fibular en la cabeza del fibular fue de 8.4 mm, en la fosa poplítea fue de 7.9 mm, del nervio tibial en la fosa poplítea fue de 25.9 mm, en maléolo era de 10.0 mm y de nervio sural fue de 2.4 mm.

Singh et al.<sup>16</sup> en el estudio exploratorio se evaluó por medio la ecografía a los nervios periféricos entre pacientes diabéticos y sanos. En los resultados se registró un aumento en el área seccional del nervio cubital, peroneal común y el nervio tibial posterior en pacientes con diabetes en comparación a pacientes sanos.

Grimm et al.<sup>17</sup> por medio de un estudio exploratorio en aproximadamente 100 sujetos sanos, examinaron con la ecografía diferentes nervios periféricos en el cual se evaluó los nervios periféricos presentes y su área transversal relacionándolos de acuerdo a edad, sexo, peso y la altura en el cual se encontró dependiente al género el nervio mediano proximal, dependiente a la altura al nervio tibial, no hubo dependencia al peso y de acuerdo a la edad el nervio tibial era más frecuente en varones >60 años y mujeres < 60 años.

Lothet et al.<sup>18</sup> en el estudio descriptivo y exploratorio determinaron si la altura o peso era más influyente en el área transversal del nervio, con el resultado se demostró una estrecha relación entre el peso y el área transversal del nervio, mientras que con la altura no hubo significancia. Por otro lado, con excepción de los nervios tibiales y surales del tobillo, todas las áreas transversales del nervio para los participantes pesados eran mayor en el grupo control.

Kelle et al.<sup>19</sup> en el artículo de investigación se evaluó por medio de la ecografía la correlación del área transversal de los nervios ciáticos, tibiales y medianos entre pacientes diabéticos con neuropatía periférica y pacientes sanos. La comparación fueron las siguientes: del nervio ciático derecho 61.24 mm  $\pm$  17.98 mm en diabéticos y 50.20 mm  $\pm$  12.69 mm en sanos, del nervio ciático izquierdo 60.11 mm  $\pm$  22.70 mm en diabéticos y 49.39 mm  $\pm$  13.76 mm en sanos, del nervio tibial derecho 33.83 mm  $\pm$  8.98 mm en diabéticos y 18.67 mm  $\pm$  6.51 mm en sanos, del nervio tibial izquierdo 31.94 mm  $\pm$  7.19 mm en diabéticos y 18.43 mm  $\pm$  5.79 mm en sanos, del nervio mediano derecho 11.39 mm  $\pm$  3.04 en diabéticos y 9.33 mm  $\pm$  1.82mm en sanos, del nervio mediano izquierdo 11.50 mm  $\pm$  3.66 mm en diabéticos y 9.86 mm  $\pm$  1.90 mm en sanos. Demostrándose que los nervios examinados por los pacientes diabéticos tenían un mayor diámetro.

Hwang et al.<sup>20</sup> en el estudio exploratorio evaluaron por medio de la ultrasonografía que el área transversal del nervio se correlacionó con IMC, peso, altura, con una distribución normal excepción del nervio fibular común en el pliegue poplíteo, el nervio fibular en la cabeza fibular y el nervio tibial posterior a 7 cm proximal al maléolo medial. Sin embargo, no hubo diferencia con los valores demográficos.

La normalidad es aquello que no crea efectos dañinos en el estilo de vida, rigiéndose de acuerdo criterios anatómicos y fisiológicos; valorando el nivel neurológico están los nervios superficiales y profundos, así como a nivel vascular las arterias y venas.<sup>21</sup>

La ecografía es una herramienta de neurología en el cual usa el sonido para estudiar los trastornos primarios del nervio, con una evaluación rápida y no invasiva, además

es considerado en la técnica de primera elección para el análisis de las estructuras superficiales por su bajo coste, carácter dinámico y accesibilidad.<sup>22</sup>

Las ondas sonoras emitidas por la ecografía son ondas mecánicas generadas por el movimiento que viajan en línea recta a través de partículas; entre los parámetros para describir los diversos aspectos de la onda sonora se encuentra la amplitud, potencia e intensidad; asociados a la velocidad del sonido son la longitud de onda, punto y frecuencia.<sup>22</sup>

La invención del osciloscopio contiene dos aplicaciones médicas, una de ellas llamada amplitud o modo A que se encarga de enviar un solo pulso desencadenando una grabación de la latencia y amplitud del eco que regresa trazando puntos lineales y picos por el pulso del sonido, basándose en la observación del tejido humano como transmisor del sonido.<sup>23</sup>

El segundo modo de brillo o también llamado modo B es el método que muestra a la pantalla un brillo en lugar de mostrar la intensidad de los ecos, permitiendo que se alineen en dos dimensiones en la creación de un mapa anatómico, mismo principio usado en los televisores en blanco y negro, actualizando velocidad de 20 a 80 fotogramas por segundo.<sup>23</sup>

Los nervios se caracterizan por una apariencia en panal de abejas en un corte transversal reflejando su particular arquitectura, el sonido viaja más lento en tejidos duros y más rápido en tejidos blandos y pueden oscurecerse cuando los nervios son vistos junto al hueso o de los tendones, pero en corte sagital, estos se observan como rayas interlineales o fasciculaciones consistentes, una imagen más difícil de conseguir que la del corte transversal, porque requiere alinear la longitud de la sonda con la longitud del nervio, en el cual no siempre obtiene un curso lineal.<sup>24</sup>

En la exploración de los nervios periféricos se requiere utilizar equipos de alta gama, con sondas lineales de alta resolución y que permitan disminuir la distorsión. La exploración superficial se realiza con sondas de 12 MHz y en nervios más profundos con sondas de 7.5 - 5 MHz, algunas exploraciones más especializadas pueden hacer

uso de sondas de hasta 18 MHz con excelente resolución axial para evaluar nervios pequeños y la textura nerviosa interna. La combinación de la alta resolución, un tejido armónico y el modo panorámico que ofrece la ecografía permiten mejorar la calidad de las imágenes.<sup>24</sup>

La relevancia clínica del pie es de importancia pues se manifiesta por tiempo prolongado que los médicos de atención primaria designan a los cuidados del pie y la especialidad encargada del estudio y cuidado del pie es la podología.<sup>25</sup>

La estructura del tobillo está formada por zona más distal de la pierna y la región maleolar, proximalmente está el talón y el dorso del pie; el pie apoyo para el cuerpo en bipedestación y la locomoción y su esqueleto se conforma de 7 huesos del tarso, 5 del metatarso y 14 huesos falanges, distribuyéndose en tres regiones: retropié, mediopié y el antepié por el metatarsiano y falanges.<sup>26</sup>

Los nervios principales del pie es distribuido medialmente por el nervio safeno que se origina en el triángulo femoral que desciende acompañada de la vena safena mayor anterior en la zona media del maléolo extendiéndose hasta el primer metatarsiano, superiormente están los nervios peroneos superficial y profundo, ambos originados del nervio peroneo común, inferiormente en la zona plantar están los nervios plantares medial originados de la mayor ramificación del nervio tibial con proyección a los dedos en el flexor corto y abductor del dedo gordo y por otro lado el nervio plantar lateral originados de la ramificación de menor tamaño del nervio tibial con proyección al flexor corto de los dedos dividiéndose entre los ramos superficiales profundo y superficial, lateralmente por el nervio sural originado por el peroneo común y nervio tibial, que discurre hacia el maléolo lateral y finalmente en la zona posterior por los ramos calcáneos con procedencia de los nervios tibiales y surales distribuyéndose a la piel del talón.<sup>27</sup>

Las arterias del pie son bifurcaciones que provienen de las arterias tibiales anterior y posterior, entre ellos se encuentra la arteria dorsal del pie proveniente de la arteria tibial anterior y que irriga con frecuencia el antepié, ésta arteria proviene entre los

maléolos y discurre por la zona anteromedial entre los tendones del extensor largo del dedo gordo y en el dorso de los restantes dedos del pie.<sup>28</sup>

La arteria tarsiana lateral es proveniente de la arteria dorsal y posteriormente la arteria arqueada, una arteria continua, discurre lateralmente por la base los cuatro metatarsianos laterales y se subdividen por arterias digitales dorsales; en la zona plantar se caracteriza por profuso riego sanguíneo proveniente de la arteria tibial posterior; la arteria plantar medial con frecuencia crea un arco plantar superficial si llega a unirse la rama superficial del arco plantar profundo.<sup>29</sup>

Las características neuro-vasculares en pacientes sanos por ecografía nos lleva a tener un amplio conocimiento preventivo al pie diabético y según International Consensus of the diabetes foot, working group on the Diabetic Foot (IWGDF) junto a la Organización Mundial de la Salud definen que el pie diabético es destrucción de tejidos profundos asociado a infecciones, por causa de neuropatías y varios grados de enfermedad vascular periférica en la extremidad inferior”.<sup>2</sup>

El pie diabético es un problema médico, social y económico de gran importancia que se aborda en el mundo, reportándose que sujetos con Diabetes Mellitus tipo 2 un 50% pueden desarrollar durante su vida una úlcera en los pies, además la neuropatía periférica está presente en un 50% en pacientes diabéticos de larga data.<sup>3</sup> Por otro lado, según el sistema de vigilancias de Diabetes por el Ministerio de Salud, la prevalencia del pie diabético en el Perú es de un 25%.<sup>4</sup>

Fisiopatológicamente la neuropatía diabética es producto de un daño progresivo sobre los nervios sensitivos y efectivos perdiendo la sensibilidad dolorosa, térmica y atrofia muscular, favoreciendo deformidades y alteraciones biomecánicas. Así mismo, está presente en el 85% de los pacientes con úlceras de los pies y los tipos son la neuropatía sensitiva con características de pérdida de sensación de protección, disminución a la temperatura y tacto, neuropatía autonómica caracterizado por pies calientes, aumento del flujo sanguíneo, piel seca con grietas y fisuras entre otros, y por último la neuropatía motora en el que la disminución de la movilidad articular



ocasiona aumento de presión plantar, desarrollo de deformidades en el pie, elevación del arco longitudinal medio con cabeza metatarsianas prominentes.<sup>30</sup>

Finalmente, la enfermedad vascular periférica está relacionada con factores de riesgo como el tabaquismo, hipertensión arterial, hiperglicemia e hiperdislipidemia, por lo que la isquemia o sufrimiento tisular dado por la insuficiencia arterial que se produce frecuentemente en los diabéticos y a la distancia que hay del pie al corazón, se ve ampliamente reducido y puede agravar un proceso ulceroso y llegar a la amputación.<sup>30</sup>

### III.METODOLOGÍA

#### 3.1 Tipo y diseño de investigación

**Tipo de estudio:** Aplicado

**Diseño de investigación:** Descriptivo y exploratorio

#### 3.2 Variables y Operacionalización

La primera variable observacional fue la característica anatómica arterial del pie medida a nivel del tobillo y la segunda variable operacional es la característica anatómica neurológica del pie medida a nivel de tobillo.

La definición operacional de ambas variables fue la ficha de recolección de datos neuro-vasculares periféricos.

Los indicadores de la primera variable fue la presencia o ausencia de la arterial tibial anterior, presencia o ausencia de la arterial tibial posterior, presencia o ausencia de la arterial fibular, el diámetro de la arteria tibial anterior, el diámetro de la arteria tibial posterior y el diámetro de la arteria fibular.

Los indicadores de la segunda variable eran la presencia o ausencia del nervio tibial y el área seccional del nervio tibial.

La escala de medición fue cuantitativa y cualitativa.

El esquema de la operacionalización se encuentra detallada en Anexo 01.

#### 3.3 Población, muestra y muestreo

**Población:** La población de estudio fueron 30 sujetos aparentemente sanos en el centro de investigación, Trujillo 2021.

Criterios de inclusión:

- Ambos sexos
- Procedentes de la ciudad de Trujillo
- Mayores de 18 y menores de 60 años
- Aceptación de consentimiento informado

Criterios de exclusión:

- Amputados de miembros inferiores
- Hipertensos
- Diabéticos
- Con enfermedades cerebrovasculares o cardíacas
- Con neuropatías periféricas degenerativas congénitas o adquiridas previas.
- Enfermedad arterial periférica diagnosticada.
- Índice masa corporal mayor a 30

**Muestra:** Por ser un estudio exploratorio se consideró una muestra de 30 como mínimo.<sup>31</sup>

**Muestreo:** No probabilístico por conveniencia.

**Unidad de análisis:** Cada pie derecho e izquierdo de cada sujeto sano que fue evaluado por ecografía y registrado en la ficha de recolección de datos.

### **3.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos**

La técnica se realizó usando una observación estructurada y directa por medio de un ecógrafo modo B y Doppler Hitachi-Shimazu ARIETTA especializado en estudios musculo-esquelético, neuro-vascular periférico con traductor lineal 8-15 Mhz y su software analítico propio.

El procedimiento de la evaluación fue realizado por un traumatólogo experto en pie y tobillo acreditado con experiencia en ecografía musculo esquelética, neurológica y arterial de su área de experticia desde hace 5 años.

El diámetro del lumen arterial fue medido por medio de la ecografía Doppler el cual consiste en la visualización del flujo arterial midiendo por medio de una línea perpendicular de la pared anterior y posterior del vaso.<sup>32</sup>

El área seccional del nervio fue realizada por la ecografía modo B permitiendo una visualización del contorno del nervio en corte transversal en forma ovoidal, se midió el diámetro horizontal y el diámetro perpendicular desde el borde interno del nervio. La fórmula aplicada es el radio vertical por el radio horizontal por  $\pi$ .<sup>33</sup>

El instrumento era el empleo de una ficha de recolección de datos encontrada en el Anexo 02, denominada “Mediciones anatómicas arteriales y neurológicas para la normalidad del pie” que consistía de 4 partes: filiación, examen clínico general, medición neurológica y arterial.

### **Validación y confiabilidad de instrumento**

La confiabilidad será determinada para el examen neurológico por el protocolo de estandarización ecográfica para nervios según Cartwright et al.<sup>33</sup> y para el examen arterial se ha utilizará el protocolo de estandarización ecográfica para arterias periféricas del tobillo propuesta por Zheng et al.<sup>13</sup> y Leoniuk et al.<sup>11</sup>

El instrumento de carácter mixto fue validado por contenido por un médico experto en anatomía neuro-vascular periférica

### **3.5 Procedimiento**

El procedimiento se ejecutó luego de solicitar un permiso de ejecución de proyecto en la Unidad de Investigación y posteriormente se entregue la autorización respectiva donde se encuentra detallado en el Anexo 03.

Los pacientes en condiciones sanas fueron evaluados de manera voluntaria luego de firmar el documento de consentimiento informado, detallado en Anexo 04.

La región observada del pie fue en la zona del tobillo, el individuo se encontró en posición decúbito dorsal sobre una camilla acondicionada donde se examinó la zona anterior, posterior y medial para identificar la arteria tibial anterior, arteria fibular y la arteria tibial posterior junto al nervio posterior.

Las mediciones arteriales se efectuaron en el eje longitudinal de la arteria; se utilizó un soporte fijo evitando la movilización de la sonda ecográfica.

La medición neurológica del nervio tibial se efectuó en el plano axial del maléolo interno y externamente por la inserción distal del Aquiles; la identificación de la arteria tibial posterior se evaluará por ecografía Doppler.

Las mediciones mencionadas anteriormente se encuentran en el Anexo 05 y fueron realizadas en el centro médico “Innovaciones pie diabético” por un personal capacitado y supervisado por el investigador principal, en donde finalmente se procederá a recolectar los datos obtenidos por medio de la ficha de recolección.

El protocolo de seguridad para COVID-19 según Ministerio de Salud fue ejecutado para esta el desarrollo del procedimiento .<sup>34</sup>

### **3.6 Método de análisis de datos**

El análisis de los datos usará estadística descriptiva con mediciones cualitativas y cuantitativas neuro-vasculares con el uso de un software SPSS versión 26, además del uso de tablas según grupo y parámetros de medición.

### **3.7 Aspectos éticos**

Este estudio de investigación respetará las normas declaradas por Declaración de Helsinki de la asociación Médica Mundial <sup>36</sup>, dentro de los principios aplicados en la investigación fueron:

Principio de autonomía número 20 el cual incluyó a pacientes que hayan aceptado participar voluntariamente en el estudio, informándoles sobre el procedimiento y aceptando por medio de un consentimiento informado para la investigación.

Principio de confidencialidad número 21 donde se respetó el derecho de los participantes para proteger la intimidad y confidencialidad de la información de los pacientes obtenida a través del instrumento de investigación.

Principio de beneficencia número 5 donde se dio a conocer los resultados explicando los beneficios que conllevaría la realización del procedimiento.

Principio de no maleficencia número 17 el cual buscó abstener la participación a procedimientos que conlleve a riesgos inherentes como las terapias invasivas que no fueron aplicados en esta investigación.

Principio de justicia número 24 en donde se garantizó el tratamiento equitativo y apropiado para todos los pacientes sin discriminación alguna, siendo una evaluación sin costo para todos los participantes presentes.

Por último, la investigación obtuvo el permiso del centro de Investigación y la aprobación del comité de investigación de la Universidad César Vallejo.

#### IV. RESULTADOS

La muestra obtenida para este estudio fue 30 pacientes en condiciones sanas tal y como se planificó cumpliendo la homogeneidad de los datos. La pandemia del COVID-19 influyó en este estudio, el horario establecido fue durante los turnos de la tarde, pues dicho horario era más accesible por los pacientes que laboraban en durante la semana; lo pacientes fueron distribuidos en pequeños grupos para cumplir con los protocolos de distanciamiento por COVID-19.

Los sujetos sanos elegidos se encontraban entre un rango de 18 a 59 años de edad (con un promedio de 30 años) y éstos se dividían en un 50% de sujetos varones y otro 50% en mujeres. Dentro de las características generales se evidenció el índice de masa corporal (peso dividido por la talla al cuadrado) obteniendo un promedio de  $24.59 \text{ kg/m} \pm 3.22$ , el promedio de la Saturación de Oxígeno se obtuvo el 97%, la presión arterial con un promedio de  $122.27 \pm 10.03$  en la sistólica y  $73.13 \pm 9.12$  en la diastólica, y por último la frecuencia cardiaca en  $76.20 \pm 10.03$  latidos por minuto en promedio (Tabla 1).

Por otro lado, se determinó establecer las características anatómicas neuro-arteriales del pie por ecografía en los sujetos sanos en una unidad de investigación en el 2021.

**El primer objetivo fue determinar el porcentaje de pacientes sanos que presentan las arterias tibiales anterior y posterior, las arterias fibulares y el nervio tibial en el pie por ecografía en una unidad de investigación, Trujillo 2021.**

Los 30 sujetos sanos presentaron un total de 100% las arterias tibiales anteriores y posteriores en el pie derecho e izquierdo. Por otro lado, la arteria fibular tuvo una variabilidad por cada pie evaluado, en el que 8 pacientes que equivale un 27% del total, lo presentaron en el pie izquierdo, mientras que en el pie derecho solo se evidenció en 11 pacientes que equivale un 33% del total. Además, el nervio tibial estuvo presente en el 100% de los pacientes, teniendo en cuenta cada pie del individuo sano (Tabla 2).

**El segundo objetivo fue determinar en pacientes sanos el promedio del diámetro de la arteria fibular y el diámetro de la arteria tibial anterior y posterior por ecografía en una unidad de investigación, Trujillo 2021.**

La arteria fibular del pie derecho presentó un promedio del diámetro de 1.45 mm y 1.13 mm en el pie izquierdo. La arteria tibial anterior resultó con un promedio de 1.61 mm  $\pm$  0.34 en el pie izquierdo y 1.65 mm  $\pm$  0.34 en el derecho. Por otro lado, la arteria tibial posterior tuvo un promedio de 1.56mm  $\pm$  0.36 y 1.66 mm  $\pm$  0.33, en el pie izquierdo y derecho respectivamente (Tabla 3).

**El tercer objetivo fue determinar en pacientes sanos el promedio del área seccional del nervio tibial por ecografía en una unidad de investigación, Trujillo 2021.**

El área seccional del nervio tibial del pie derecho se obtuvo un promedio de 25.69 mm<sup>2</sup>  $\pm$  1.09, y el promedio del área seccional del nervio tibial del pie izquierdo fue del 27.60 mm<sup>2</sup>  $\pm$  0.28. (Tabla 4).



**Tabla 1: Características generales de los 30 sujetos sanos evaluados por ecografía neuro-vascular del tobillo derecho e izquierdo.**

<b>Características</b>	<b><math>\mu</math></b>	<b><math>\sigma</math></b>
Edad	30. 50	12. 72
Peso	67. 40	13. 86
Índice masa corporal	24. 59	3. 22
Talla	1.65	0.09
Saturación de oxígeno	97. 37	0. 77
Frecuencia cardíaca	76. 20	9. 32
Presión sistólica	122. 27	10. 03
Presión diastólica	73. 13	9. 12

$\mu$ : promedio  $\sigma$ : desviación estándar

**Tabla 2: Mediciones del porcentaje de pacientes sanos que presentan las arterias tibiales anterior y posterior, las arterias fibulares y el nervio tibial evaluados por ecografía neuro-vascular del tobillo derecho e izquierdo.**

	<b>Lado derecho</b>		<b>Lado izquierdo</b>	
	<b>N</b>	<b>%</b>	<b>N</b>	<b>%</b>
<b>Arteria tibial anterior</b>	30	100	30	100
<b>Arteria tibial posterior</b>	30	100	30	100
<b>Arteria fibular</b>	8	27	11	33
<b>Nervio tibial</b>	30	100	30	100

**Tabla 3: Mediciones del diámetro de las arterias en tobillo en 30 sujetos sanos evaluados por ecografía neuro-vascular del tobillo derecho e izquierdo.**

	Lado derecho		Lado izquierdo	
	$\mu$	$\sigma$	$\mu$	$\sigma$
<b>Arteria tibial anterior</b>	1.61	0.34	1.65	0.34
<b>Arteria tibial posterior</b>	1.56	0.36	1.66	0.33
<b>Arteria fibular</b>	1.45	-	1.13	-

$\mu$  : promedio  $\sigma$ : desviación estándar

**Tabla 4: Mediciones del área seccional del nervio tibial en 30 sujetos sanos evaluados por ecografía neuro-vascular del tobillo derecho e izquierdo.**

Mediciones	Lado derecho		Lado izquierdo	
	$\mu$	$\sigma$	$\mu$	$\sigma$
<b>Diámetro 1 en mm</b>	8.57	2.37	11.32	14.69
<b>Diámetro 2 en mm</b>	3.84	1.54	4.31	2.31
<b>Área seccional en mm<sup>2</sup></b>	25.69	1.09	27.60	0.28

$\mu$ : promedio  $\sigma$ : desviación estándar

## V. DISCUSIÓN

El estudio proporcionó las características anatómicas neuro-vasculares del pie en los 30 sujetos sanos. Los resultados de las arterias examinadas en el pie de los 30 pacientes fueron variables, las arterias tibiales anteriores y posteriores se presentaron en el 100% de los pacientes, sin embargo, la arteria fibular solo presentó en el pie derecho en un 27%, mientras que en el pie izquierdo un 33%; las presencias de dichas arterias fueron evaluados por el especialista con la ecografía Doppler visualizando el flujo arterial en la zona anterior, posterior y medial del tobillo en ambos pies. En cambio, no hubo variabilidad neurológica, pues el nervio tibial se presentó en el 100% de los pacientes evaluados.

Olewnik et al.<sup>10</sup> reportaron que las variaciones arteriales del tronco tibial infra poplíteo son diversas, la normalidad de la presencia de las tres arterias mencionadas oscila en un 72%, sin embargo, las variaciones morfológicas de la arteria fibular (AF) ocurrió en un 28%, estos valores se asemejan a los resultados de esta investigación, en donde la AF se presentó entre un 27-33% entre ambos pies de los pacientes evaluados. Gyoo Sik et al.<sup>37</sup>, otra normalidad mencionada es sobre el patrón de ramificación, lo cual, si es normal en una extremidad, hay probabilidad en el que de otro lado varíe en un 13%, y esto se pudo observar con la arteria fibular.

Singh et al.<sup>16</sup> refirieron que las anomalías del nervio tibial en los 30 sujetos sanos no fueron evidenciadas corroborando a los estudios neurológicos ya mencionados, pues en cada paciente evaluado no existe criterio de exclusión por paciente que no presente dicho nervio.

Anjali et al.<sup>14</sup> determinaron en su estudio que el diámetro de la arteria tibial anterior y posterior son de mayor tamaño comparados con las medidas arteriales de esta investigación, el diámetro de la arteria fibular su registro es mucho menor que con las arterias tibiales, pero su medida sigue siendo mayor a las arterias examinadas por este estudio, sin embargo, estudios anatómicos por Olewnik<sup>10</sup>, en disección de cadáveres presentaron las mismas variaciones con un resultado mayor a la

investigación realizada. Además, estos estudios dejan en claro que la disminución significativa del diámetro entre los distintos vasos se debe en los individuos del sexo femenino, dependientes de la talla y peso; se debe considerar que la proporción en tamaño y peso varía de gran manera entre los pacientes nativos en Perú con los del extranjero.

Lenna et al.<sup>15</sup> evaluaron que el área seccional del nervio tibial en la fosa poplítea fue de 25.9 mm y a nivel del maléolo era de 10.0 mm, evidenciándose que había una disminución en la trayectoria del nervio tibial, mientras que el área registrada del nervio tibial en este estudio fue de 25.69 mm en el tobillo derecho y 27.60 mm en el tobillo izquierdo a nivel del túnel del tarso por ecografía modo B.

La importancia clínica del estudio es que debería ser utilizado para una evaluación oportuna en el diagnóstico precoz en una neuropatía periférica y enfermedades vasculares en las complicaciones del pie diabético. Kelle et al.<sup>19</sup> compararon el área transversal de los nervios tibiales de pacientes diabéticos con pacientes sanos demostrándose que los nervios examinados por los pacientes diabéticos tenían un aumento en el área, sin embargo, hay una estrecha relación con el peso, independiente de la altura. La explicación al aumento del grosor del nervio es dada por Delgadillo<sup>38</sup>, el nervio requiere de sorbitol, esta sustancia sobra en los pacientes con diabetes, por lo que producirá ósmosis, de esta manera genera un aumento del grosor del nervio lo cual no tendría suficiente espacio en los túneles en donde transcurre junto a la arteria y vena, su tamaño produce un incremento de la presión intraluminal, esto provoca que la arteria que acompañe al nervio disminuya su flujo de oxígeno hasta perderse por completo, destruyendo a las fibras nerviosas y finalmente sean reemplazadas por agua, perdiendo toda sensibilidad neurológica.

Además, el mismo autor comparó el diámetro arterial del grupo diabético con el grupo de control en condiciones sanas, sugiriendo un engrosamiento de la pared de los vasos que ocurre en la etapa temprana de la diabetes. La enfermedad arterial de miembros inferiores<sup>39</sup> se debe a la disfunción endotelial por la hiperglicemia que

genera la disminución de óxido nítrico lo que dificulta la vasodilatación, y la activación de la cascada inflamatoria produciendo la aterosclerosis.

Otra implicancia clínica mencionada por Costa et al.<sup>40</sup>, la cirugía endovascular que a través de los Stents y de la angioplastia, buscan mejorar el éxito del procedimiento en una enfermedad arterioesclerótica sistémica, pero debido a la desproporción entre los diámetros de los segmentos arteriales proximales y distales (Inicio de la arteria poplítea y arteria tibial posterior, respectivamente), se pueden presentar inconvenientes técnicos por la dificultad de adaptación del diámetro en la arteria tibial.

Mangelsdorff et al.<sup>41</sup> mencionaron que la visualización directa de la vascularización de la rama fibular o también llamado rama peroneal, entrega una mejor disposición para elegir vasos con mejores características como posición y calibre, así mismo conseguir una reconstrucción exitosa por medio de colgajos perforantes de las ramas peroneales, por lo cual su identificación preoperatoria por Doppler color si bien es útil, se sugirió la angiografía por resonancia magnética, además de una previa identificación de insuficiencia venosa en dicha arteria que impida un colgajo con adecuada irrigación para el procedimiento.

Los controles continuos para evaluar cambios del diámetro en arterias o del área seccional del nervio tibial puede ser de eficacia para obtener un parámetro de mediciones y ser de utilidad a la prevención de vasculopatías. Sin embargo, al carecer de importancia, no se establece parámetros que conlleva por la falta de práctica en identificar las arterias tibiales y fibulares ante el poco conocimiento de las dichas estructuras anatómicas.

La fortaleza del estudio fue la técnica utilizada el cual consistió en el uso del ecógrafo Hitachi-Shimazu modo B y Doppler compuesto por su traductor lineal de 8-15 Mhz y su software analítico propio; su resolución es alta y similar a los ecógrafos utilizados para las investigaciones que se mencionaron para llegar a medidas más cercanas a la realidad, siendo posible gracias a un operador dependiente como el evaluador especialista con 5 años de experiencia y certificado en el extranjero.

La debilidad del estudio fue la medición del área seccional del nervio tibial que no fue exacta porque el software no podía calcular ovoides imperfectos, pero se utilizó la fórmula que anteriormente fue usada en otros estudios, pero no llega a ser exacta como los cálculos del software ecográfico.

Las limitaciones encontradas fue el retraso para realizar el estudio de manera presencial por las restricciones generadas por el COVID-19, reuniendo pacientes en pequeños grupos generando un proceso lento en la recolección de datos. Así mismo en conseguir pacientes colaboradores en condiciones completamente sanos, dispuestos a asistir en una hora propuesta, mas no de elección por ellos mismos quienes presentaban en su mayoría turnos laborales de 8 horas.

## VI. CONCLUSIONES

La conclusión de este estudio exploratorio fue determinar las características anatómicas neuro-arteriales del pie por ecografía en sujetos sanos, según lo evaluado:

- Se identificó la presencia de las arterias tibiales anteriores, arterias tibiales posteriores junto al nervio tibial en la totalidad de los pacientes, mientras que la arteria fibular pocos lo presenciaban.
- El diámetro de las arterias mencionadas se le determinó un promedio por cada pie explorado; la arteria fibular 1.45 mm en el pie derecho y 1.13 mm en el izquierdo, arteria tibial anterior 1.61 mm en el pie izquierdo y 1.65 mm en el derecho, la arteria tibial posterior 1.56 mm en el pie izquierdo y 1.66 mm en el derecho.
- El promedio del área seccional del nervio tibial fue de 25.69 mm<sup>2</sup> en el pie derecho y 27.60 mm<sup>2</sup> en el pie izquierdo.
- La comparación con otros estudios demostró que la arteria tibial anterior y posterior son de mayor tamaño comparados con las medidas arteriales de esta investigación.
- La similitud con otros estudios demostró que la arteria fibular no estaba presente en todos los pacientes y la aproximación de la medida del área seccional del nervio tibial.

## **VI. RECOMENDACIONES**

La evaluación a pacientes segmentando sus edades en jóvenes y adultos.

La incrementación del número de muestra.

La utilización de un grupo control comparando resultados entre sujetos sanos y los que padecen neuro-vasculopatías periféricas.

La utilización de mediciones del área seccional del nervio tibial con ecografía por software de análisis de imagen.



## REFERENCIAS

1. Rodríguez D, Cabrejo J. Exactitud y seguridad diagnóstica de la prueba neurológica y arterial según IWGDF en la neuropatía periférica diabética y enfermedad arterial periférica para diabéticos tipo 2 en la atención primaria de salud 2016. *Horizonte Médico* 2018; 18(3): 12-18.
2. Bus S, Netten J, Lavery L, Monteiro M, Rasmussen A, Jubiz Y, Price P. IWGDF guidance on the prevention of foot ulcers in at-risk patients with diabetes. *Diabetes Metab Res Rev.* 2016; 32 (1):16-24.
3. Nieto P. Análisis de la problemática del pie diabético en la comunidad valenciana. Tesis doctoral. 2016; 26-33.
4. Harrys L, Joseph L. Epidemiología, factores de riesgo e historia natural de la enfermedad arterial periférica de las extremidades inferiores. *Up to Date.* 2021; 1-6.
5. Villavicencio R. Riesgo de lesión más frecuentes en pies de pacientes diabéticos que acuden al centro de salud de nueva aurora y su relación con los determinantes de salud [Tesis de Posgrado]. Ecuador: Quito: UCE; 2017; 15-17.
6. Quiroa C, Oyola Juan, Vázquez M. Manual para el diagnóstico y tratamiento del pie diabético. Perú, 2014; 2(1): 15-48
7. Revilla L. Situación de la Vigilancia Epidemiológica de Diabetes en establecimientos de salud. Ministerio de Salud del Perú. 2019; 3-31
8. Damas V, Yovera M, Santisteban S. Clasificación de pie en riesgo de ulceración según el Sistema IWGDF y factores asociados en pacientes con diabetes mellitus tipo 2 de un hospital peruano. *Rev Med Hered.* 2017; 28(1):5- 12.
9. Arredondo A, Azar A, Recamán A. Diabetes, a global public health challenge with a high epidemiological and economic burden on health systems in Latin America. *Glob Public Health.* 2018;13(7):780-787.
10. Olewnik L, Labętowicz P, Podgórski M, Polguy M, Ruzik K, Topol M. Variations in terminal branches of the popliteal artery: cadaveric study. *Surg Radiol Anat.* USA. 2019; 1473–1482.

11. Yongfeng H, Liwen L, Wen L, Yonsheng Z. Study of anatomy and variation of arteries of ankles in chinese adults by ultrasound. *Chinese Journal of Medical Ultrasound Chinese* 2019; 2(9):719-725
12. Orhan E, Ozcaglayan O. Collateral circulation between angiosomes in the feet or diabetic patients. *Diabetes Metab Res Rev* 2018; 26(4): 432-439.
13. Zheng M, Chen C, Qiu Q, Wu C. Ultrasound in diagnosis of anatomical variation of anterior and posterior tibial arteries. *Med Ultrason Chinese* 2016 ;18(1):64-79.
14. Anjali V, Manguesh L, Natarajam N. A study of the internal diameter of popliteal artery, anterior and posterior tibial arteries in cadavers *Indian Journal of Clinical Anatomy and Physiology*. 2016;3(3):290-293
15. Lenna A, Ariesteidis H, Ralf G, Krogias C. Cross-sectional area reference values for peripheral nerve ultrasound in adults: A systematic review and meta-analysis—Part II: Lower extremity nerves. *Eur J Neurol* 2021; 28(7): 2313-2318
16. Singh Y, Dixit R, Singh S. Garg S, Chowdhury N. High resolution ultrasonography of peripheral nerves in diabetic peripheral neuropathy. *Neurol India* 2019; 67(7): 71-76.
17. Grimm A, Axer H, Heiling B, Winter N. Nerve ultrasound normal values - Readjustment of the ultrasound pattern sum score UPSS. *Clin Neurophysiol* 2018 ;129(7):1403-1409
18. Lothet E, Bishop T, Walker F, Cartwright M. Ultrasound-Derived Nerve Cross-Sectional Area in Extremes of Height and Weight. *American Society of Neuroimaging* 2018; 29(3), 2-5.
19. Kelle B, Evram M, Balli T, Yavuz F. Diabetic peripheral neuropathy: Correlation between nerve cross-sectional area on ultrasound and clinical features. *Journal of Back and Musculoskeletal Rehabilitation* 2017; 29 (4), 717–722.
20. Hwang J. Doppler ultrasonography of the lower extremity arteries: anatomy and scanning guidelines. *Ultrasonography. Journal List* 2017 ;36(2):111-119.
21. Quinn G. Normal genetic variation of the human foot: part 1: the paradox of normal anatomical alignment in an evolutionary epigenetic context. *J Am Podiatr Med Assoc* 2012; 102(1):64-70

22. Brasseur J. Contribución de la ecografía en la exploración del pie y del tobillo. Elsevier 2017; 19(4): 1-20.
23. Granados A. Principios básicos de ecografía. Asociación Española de Pediatría 2016; (1): 50-88.
24. Hofmann F, Hernandez C. Evaluación del Sistema Nervioso Periférico por Ultrasonido. Revista Chilena de Reumatología 2015; 4 (1). 153-160.
25. Sanchez P, Maliné C. Pie diabético: La importancia de un diagnóstico precoz. 2016; 25(1), 30-34.
26. Moore K, Dalley A, Agur A. Anatomía con orientación clínica. 6 edición. España: Lippincott Williams and Wilkins; 2010; 618-622
27. Rigoard P, Buffenoir K, Bauche S, Lapierre F, Apuesta M. Anatomy and physiology of the peripheral nerve. Neurochirurgie 2015; 55 (1):3-12.
28. Bianchini E, Giannarelli C, Bruno R, Armenia S, Landini L, Gemignani V. Functional and structural alterations of large arteries: methodological issues. Curr Pharm Des. 2013; 19(13):2390- 400.
29. Latarjet M, Liard A. Anatomía Humana. 5 edición. México: Editorial Panamericana; 2010; 815-819
30. Ministerio de Salud. R.M. N° 226. Guía Técnica de Práctica Clínica para el Diagnóstico, Tratamiento y Control del Pie Diabético. Lima. 2017; 12-17.
31. Hallingberg B, Turley R, Segrott J, Wight D. Exploratory studies to decide whether and how to proceed with full-scale evaluations of public health interventions: a systematic review of guidance. Pilot and Feasibility Studies 2018; 4 (1) 2-12
32. Sevilla T, Revilla A, Maximiliano R. Técnicas no invasivas de medida de diámetros de una arteria y especificación de equipamiento. Univ de la Rep Oriental de Uruguay. 2014; 13(1), 64-72
33. Cartwright M, Passmore L, Yoon- Shick Y, Brown M, Caress J, Walker F. Cross-sectional area reference values for nerve ultrasonography. USA. Muscle Nerve; 37(5):566-71.
34. Ministerio de Salud. NTS N° 178. Norma Técnica de Salud para la Prevención y Control de la COVID-19 en el Perú. Lima. 2021; 6-10.

35. Piscoya J. Declaración de Helsinki: Principio Éticos para la investigación médica en seres Humanos. *Rev Soc Peru Interna* 2018; 3(4): 159-164
36. Gyoo Sik, Kil S. Anatomical Variations of the Popliteal Artery and its Tibial Branches: Analysis in 1242 Extremities. *Cardiovasc Intervent Radiol* 2008; 233–240.
37. Delgadillo V. Tratamiento quirúrgico de la neuropatía y el pie diabético. México. *Medigraphic*. 2016; 9(2), 104-110
38. Enfermedad arterial de miembros inferiores en la diabetes mellitus tipo 2. *Avances Cardiol* 2014; 34(3):42-51.
39. Costa E, Santos A. Estudio biométrico de las arterias femoral, poplítea y tibial posterior en relación a los implantes de Stents. *Int. J. Morphol.* 2014; 32(2):652-655.
40. Mangelsdorff G, Ramón J, Fernanda M. Colgajo perforante en hélice basado en arteria peronea para reconstrucción distal de extremidad inferior. *Cirugía Plástica Ibero-Latinoamericana* 2017; 65 (5), 77-85.
41. Newman D. *Diccionario Médico de Bolsillo Dorland*. 30 edición. España: Editorial Interamericana. 2012; 61-527

## ANEXOS

### ANEXO 01.

#### MATRIZ DE OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES

VARIABLE	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	INDICADORES	ESCALA DE MEDICIÓN
Característica anatómica arterial del pie medida a nivel del tobillo	-Entidad de las estructuras ramificadas de los vasos sanguíneos que discurren sobre la porción distal del miembro inferior. <sup>41</sup>	Ficha de recolección de datos neurovasculares periféricos	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Presencia o ausencia ATA</li> <li>- Presencia o ausencia ATP</li> <li>- Presencia o ausencia AF</li> <li>- Diámetro de ATA</li> <li>- Diámetro de ATP</li> <li>- Diámetro de AF</li> </ul>	Cuantitativa Cualitativa
Característica anatómica neurológica del pie medida a nivel del tobillo	-Entidad de la estructura de los nervios que discurren sobre la porción distal del miembro inferior. <sup>41</sup>		<ul style="list-style-type: none"> <li>- Presencia o ausencia del nervio tibial</li> <li>- Diámetro del nervio tibial</li> </ul>	Cuantitativa Cualitativa

## ANEXO 02

### FICHA DE RECOLECCIÓN DE DATOS NEUROVASCULARES PERIFÉRICO CON NUEVAS TECNOLOGÍAS

NOMBRES Y APELLIDOS			
EDAD		CÓDIGO	
DIRECCIÓN			

#### II.DATOS EPIDEMIOLÓGICOS

Comorbilidad	HTA	IMA	ACV	EAP
Presencia				

Marcar con "X" si hay presencia ,HTA : hipertensión arterial , IMA : infarto de miocardio, ACV: accidente cerebro vascular , EAP: enfermedad arterial periférica

#### III.DATOS DE EXÁMEN GENERAL

Parámetro	PESO(KG)	TALLA(m)	PS/PD(mmHG)	SO2(%)
Medición				

#### IV. DATOS ARTERIAL PERIFÉRICOS ANATÓMICOS

MÉTODO	Arteria nivel tobillo	presencia	Diámetro del lumen interno (mm)	Código de imagen
Ecografia Modo B- Doppler	Tibial posterior derecha			
	Tibial posterior izquierda			
	Tibial anterior derecha			
	Tibial anterior izquierda			
	Fibular derecha			
	Fibular izquierda			

marcar "X" la presencia

#### V. DATOS NEUROLÓGICOS PERIFÉRICOS ANATÓMICOS

METODO	Nervio nivel tobillo	Presencia	Diámetro 1	Diámetro 2	Código de imagen
Ecografia Modo B-	Nervio tibial derecho				
	Nervio tibial izquierdo				

marcar "X" la presencia



Dr. Dante Rodríguez  
CMP33885, RNE 16009

### ANEXO 03

## SOLICITUD PARA EJECUCIÓN DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

"AÑO DEL BICENTENARIO DEL PERÚ: 200 AÑOS DE INDEPENDENCIA"

**SOLICITO:** Autorización para el apoyo en la ejecución de proyecto en la Unidad de Investigación Privada.

Reciba un cordial saludo:

Yo, Marifer Cipriano Chávarry estudiante de medicina del 7º año de la Universidad César Vallejo de la escuela profesional de Ciencias Médicas, con código de Matrícula N° 7000849408 y con DNI 72539341, me dirijo ante usted con el debido respeto para solicitarle la ejecución de mi Proyecto de Investigación denominada "Características anatómicas neuro-arteriales del pie por ecografía en sujetos sanos: Normalidad" en la Entidad Privada Innovaciones pie diabético SAC en la sede de Trujillo.

El proyecto será realizado con fines académicos, afianzándome de especialistas que serán de provecho para mi desarrollo académico.

Atentamente



---

Marifer Cipriano Chávarry  
72539341

Trujillo, 31 de abril del 2021

**ANEXO 04**  
**CONSENTIMIENTO INFORMADO PARA EL SUJETO SANO**

**DATOS GENERALES**

**Nombre y apellidos:**

**Domicilio:**

**DNI:**

**DEL ESTUDIO**

El estudio será realizado en una clínica localizada en la ciudad de Trujillo que será al apoyo de la ejecución de la tesis de la alumna Cipriano Chávarry, Marifer. El estudio consiste en una investigación en los sujetos sanos de ambos sexos captados desde el junio de 2021 hasta completar el tamaño de muestra provisto de 30 que no tenga secuelas de fracturas o lesiones de pie, alteraciones congénitas de pie o enfermedades metabólicas como diabetes o tiroides, mayores de 65 años o menores de 18 años ; con la finalidad de evaluar con una consulta médica que consiste en pruebas no invasivas como ecografía de las arterias y nervio en ambos tobillos realizado por el técnico adiestrado y analizado el resultado por el médico experto en el área neuro-vascular. Finalizando la evaluación de 30 minutos de duración realizada en el consultorio de la empresa ya mencionada, los días de martes o jueves en los turnos tarde de (16:00 pm a 19:00 pm) cada semana previa coordinación con la empresa.

**DEL BENEFICIO, RIESGO Y COSTO**

**BENEFICIO:** Conocer el estado actual de sus pies en el aspecto neurológico y arterial sin producir dolor. Por lo tanto, conocer si existe alguna enfermedad que esté padeciendo sin saberlo.

**RIESGO:** Al no ser invasiva, es decir no pasar la piel con ningún instrumento, ni dolorosa no produce riesgo.

**COSTO:** Los pacientes no asumirán ningún gasto, gratuito durante y finalizando el proceso.

**LIBERTAD Y CONFIDENCIALIDAD**

**LIBERTAD:** Usted tiene la elección de participar y retirarse de la investigación.

**CONFIDENCIALIDAD:** Esta investigación protegerá su nombre y resultados.

**SÍ LO ACEPTO;**

Firma o Huella digital:

Lugar y fecha:

Para cualquier duda contactarse con:  
Marifer Cipriano Chávarry, 977769876





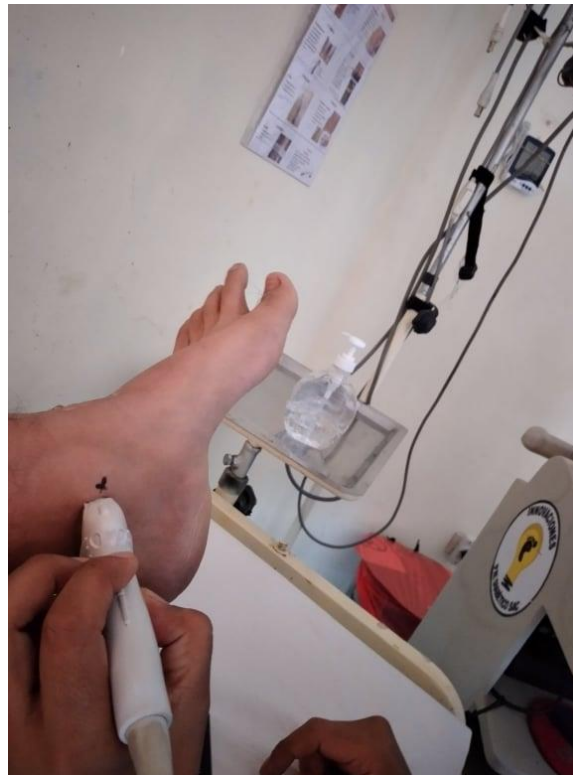
## ANEXO 05



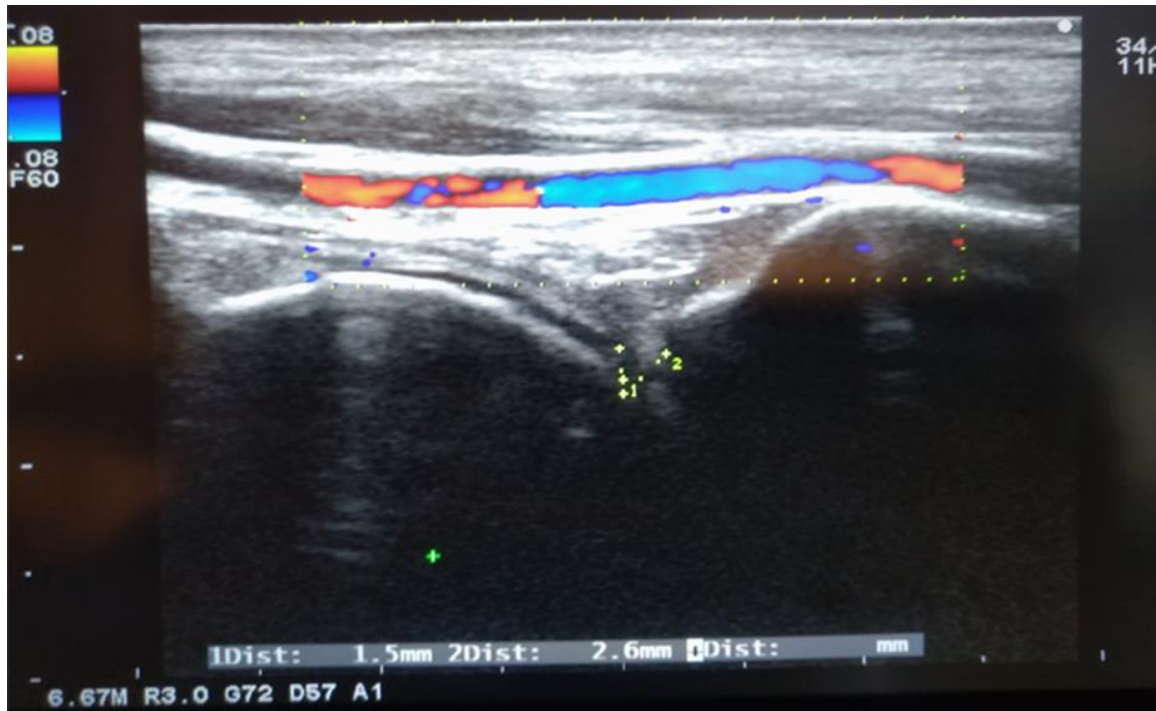
**Figura 1:** Abordajes arteriales de tobillo:

A: Zona medial para arteria tibial posterior, B: Zona anterior para arteria tibial anterior, C: Zona anteroposterior para arteria fibular

## ABORDAJE NEURONAL



**Figura 2:** Abordaje neuronal de tobillo: Zona medial para nervio tibial



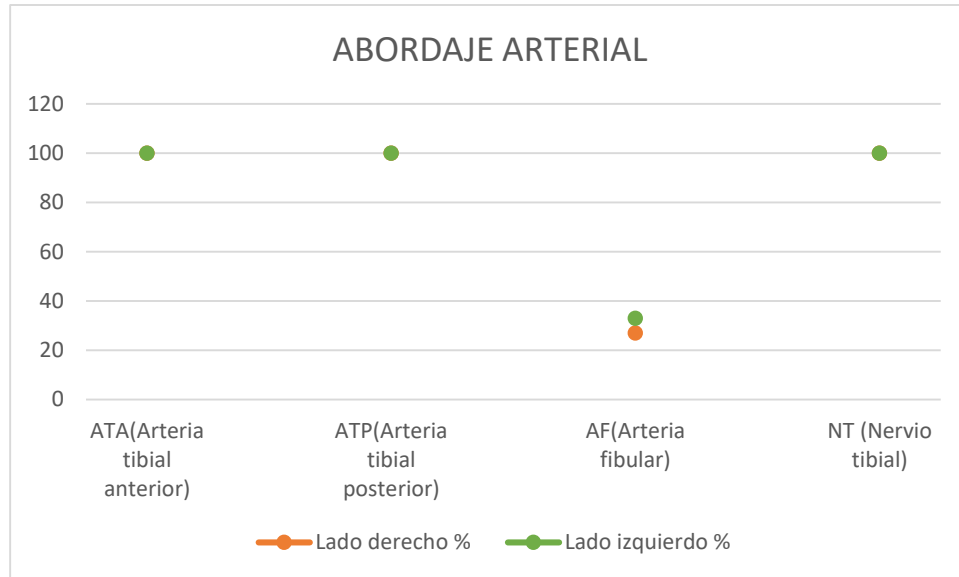
**Figura 3:** Medición del diámetro de las arterias en corte sagital.



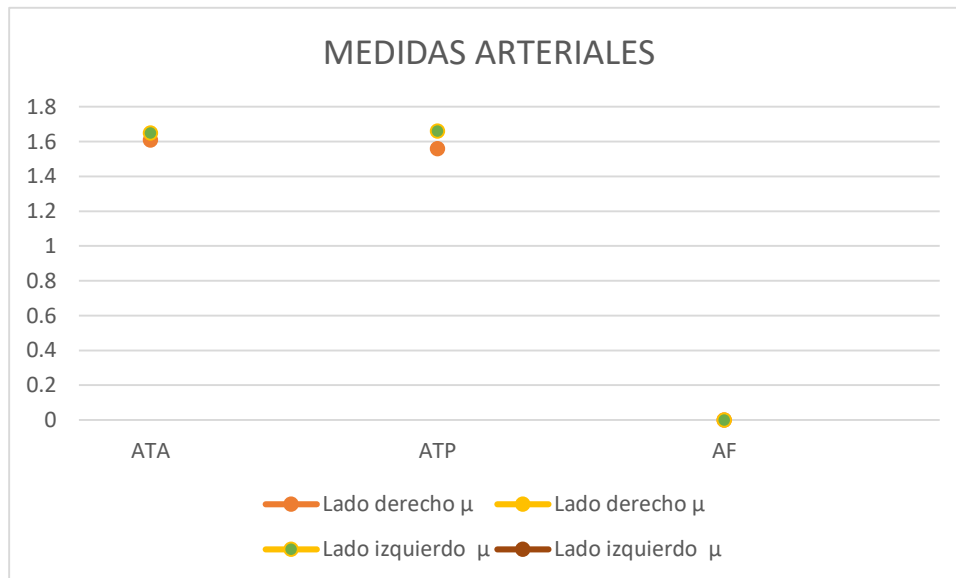
**Figura 4:** Medición del área seccional del nervio tibial en corte transversal.

## ANEXO 06

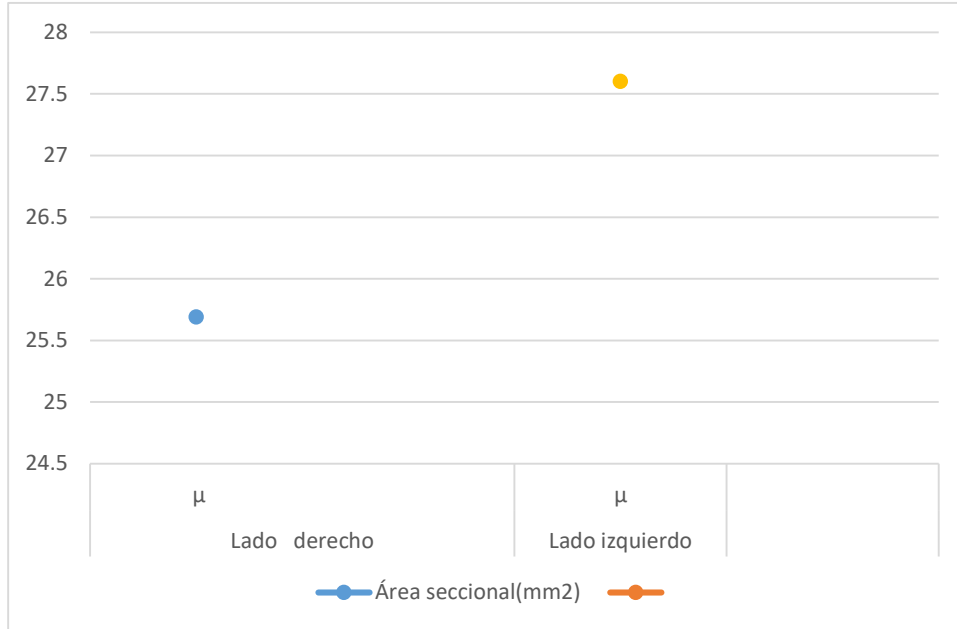
### Índice de gráficos



**Figura 6:** Porcentaje de las arterias identificadas en los 30 sujetos sanos en ambos pies.



**Figura 7:** Promedio del diámetro de las tres arterias identificadas en los 30 sujetos sanos en ambos pies.



**Figura 8:** Promedio del área seccional del nervio tibial en los 30 sujetos sanos en ambos pies.