



UNIVERSIDAD  
NACIONAL  
AUTÓNOMA DE  
NICARAGUA,  
MANAGUA  
UNAN-MANAGUA

*Facultad de Ciencias Médicas*

**Hallazgos en ecografía Doppler arterial y su correlación clínico-quirúrgica en pacientes con pie diabético, del Servicio de Ortopedia, del hospital Dr. Fernando Vélez Paiz, período enero-diciembre 2021**

*Autor*

*Dr. Mario José Gómez Gonzales*

*Tutor Científico*

*Dra. Brisa Argelia Álvarez Almeida*  
*Especialista en Radiología e Imagen*  
*Máster en Investigaciones Biomédicas*

*Managua, Nicaragua*

*07 de febrero, 2022*

## Opinión del Tutor

Entre las enfermedades crónicas que más afectan a la población hoy en día, está la diabetes mellitus, la cual conlleva consigo un sin número de complicaciones, una de las más temidas el pie diabético, debido a la posibilidad de amputación como medio terapéutico.

Cabe señalar que a los pacientes con pie diabético, se les envía una ecografía Doppler arterial con el objetivo de demostrar el grado de estenosis y con ello decidir la amputación del miembro afectado, sin embargo en el presente estudio se demostró que a los pacientes que se les realizó Doppler la mayoría no reportaban grados significativos de estenosis, y a pesar de ello, en su mayoría fueron amputados, resultando una prueba de Pearson estadísticamente no significativa, esto significa que es necesario establecer guías para la correcta indicación del Doppler arterial, para que este pueda servir de herramienta útil para la toma de decisiones en el manejo más idóneo de los pacientes con pie diabético.

Hago constar que la tesis de investigación titulada “Hallazgos en ecografía Doppler arterial y su correlación clínico-quirúrgica en pacientes con pie diabético, del Servicio de Ortopedia, del Hospital Dr. Fernando Vélez Paiz, período enero-diciembre 2021”, elaborado por el sustentante Mario José Gómez Gonzales, cumple los criterios de coherencia metodológica de un trabajo de tesis de maestría, guardando correctamente la correspondencia necesaria entre problema, objetivos, hipótesis de investigación, tipo de estudio, conclusiones y recomendaciones, cumple los criterios de calidad y pertinencia, abordó en profundidad un tema complejo, que le dan el soporte técnico a la coherencia metodológica del presente trabajo, cumpliendo de esta manera con los parámetros de calidad necesarios optar al grado de “Especialista en Radiología e Imagen”, que otorga la Facultad de Ciencias Médicas, de la UNAN-Managua.

Se extiende el presente Aval del Tutor Científico, en la ciudad de Managua, a los 16 días del mes de marzo del año dos mil veinte y dos.

### **Tutor Científico**

**Dra. Brisa Argelia Álvarez Almeida**  
**Especialista en Radiología e Imagen**  
**Máster en Investigaciones Biomédicas**

## Dedicatoria

Esta investigación se la dedico a mi familia, mi padre Mauricio Gómez, mi madre Lucia Gonzales, hermanos y abuelo Luis Peralta, son mi inspiración para la culminación de esta tesis para optar al título de especialista en radiología e imagen. A mi tutor Dra. Brisa Álvarez quien me apoyó de forma incondicional en esta trayectoria. Se la dedico con mucho amor a DIOS nuestro creador, quien me brinda la fortaleza para superar nuevos desafíos y continuar preparándome en el camino de la vida y la ciencia. A mis maestros y compañeros de estudio, quienes me motivaron a seguir adelante y finalizar la tesis de investigación.

## Agradecimientos

Agradezco a Dios por el maravilloso regalo de la vida, por ser una guía en mi vida y mi soporte espiritual para avanzar en mis proyectos.

Gracias a mi padre Mauricio Gómez quien ha demostrado ser el mejor padre del mundo, mi madre Lucia Gonzales con su amor incondicional y mis queridos hermanos, son el motor de mi existencia, que me ayudan a cumplir mis sueños y planes de vida.

Gracias abuela Teresa Soto por estar siempre presente en todos mis proyectos. No tengo duda de su amor incondicional hacia mi, está en lo más profundo de mi corazón.

Agradezco a mi abuelo Luis Peralta, quien ha sido un motor en mi vida, siempre con sus sabios consejos para triunfar y lograr la culminación de esta tesis.

Tío Roger Peralta quiero agradecer por todo su apoyo incondicional en la formación como médico, porque si no hubiera sido por su ayuda, hoy no estuviera en este lugar, triunfando.

Agradezco a tía Rosa María Peralta, Dios la tenga en su santo reino, siempre la extraño tía, sé que sin su ayuda no hubiera logrado todos mis objetivos, vive en mi corazón.

Agradezco infinito a Dios por haberme permitido tener a la mejor jefa del servicio, Dra. Sara Castillo, con su ayuda, sabiduría y correcciones, me ha permitido llegar a la meta final.

Doctora Karla Obando gracias por su amistad, ayuda y por ser mi docente, gracias por ser tan especial ya que, con su ayuda, Dios me ha permitido llegar a culminar esta etapa, sin ello no hubiera sido posible. Dios me ha regalado otra madre, no cabe duda de ello.

Dra. Geling Guido gracias por ser una amiga especial y mi médico de base en esta larga trayectoria, quien me demostró lealtad, siempre estará en mi mente y corazón.

Gracias Dr. Arauz por compartir sus sabios conocimientos impartidos durante estos tres años de docencia, siempre le recordaré como uno de mis mejores profesores, muchas gracias.

Dr. Martínez médico docente de primer año, gracias por su comprensión y siempre dedicación para que seamos mejores profesionales.

Gracias a mis compañeros residentes, mi querida amiga Luna a quien extrañare muchísimo, gracias porque has sido especial conmigo, la mejor y te quiero, lo sabes. Calderón eres mi hermano, te quiero muchísimo, eres a todo dar. Dra. Ochoa siempre sonriente, no cambie. Dra. Torres muy inteligente, con deseos de aprender más. Dr. Zambrana deseo de todo corazón sea siempre el mejor, luche y esfuércese cada día más. Dra. González la niña querida, se le aprecia mucho y Dr. Bustos siga adelante, llegará muy alto. Los quiero chicos.

Finalmente quiero expresar mi extenso agradecimiento a la Dra. Brisa Álvarez Almeida, profesor principal, tutor y motivador durante todo este proceso, quien, con toda dedicación, guía, enseñanza y ejemplo incondicional, permitió el desarrollo y culminación de este trabajo. Su tiempo dedicado a este estudio es invaluable y le estoy agradecido inmensamente, la quiero mucho mi doctora. No cabe duda que usted es una de las mejores personas que he conocido en este mundo. Siempre la llevaré en mi corazón.

## Resumen

Para determinar los hallazgos de ecografía Doppler arterial en pacientes con pie diabético, se realizó un estudio retrospectivo, longitudinal y correlacional. La edad promedio fue entre 50-80 años y del sexo masculino 63%. La procedencia fue urbana en 75%, con nivel académico de primaria incompleta en 27%, y no trabajan el 67%. Como APP la hipertensión fue 50% y APNP el tabaco con 32% y trauma 23%, el signo que predominó fue artropatía de Charcot 33% y síntoma más aquejado fue pérdida de sensibilidad en 50%, la clasificación WIFI más asignada fue 2.1.2. El 95% tenían clínica de isquemia. De los hallazgos en Doppler el 82% tenía engrosamiento intimal y el 100% placas ateromas, condicionando estenosis en el 40%, con grado de estenosis entre 81-99% en el 18% de los casos. Las VPS fueron normales en casi todas las arterias. Los IR fueron normales casi en todas las arterias, sin embargo, en la arteria pedia el 31% no eran evaluables y el 10% fueron IR altos. Las características de las ondas en ATA (57%) y ATP (70%) eran bifásicas y en la pedia el 40% monofásicas. El 88.3% de los pacientes fueron amputados, de éstos el 38% tenía isquemia transquirúrgica, siendo la evolución satisfactoria en el 88% de los casos. La prueba de **Pearson**, realizada entre Datos clínicos de isquemia y presencia de estenosis demostrada en el Doppler arterial, aportó las evidencias estadísticas no significativas, con un valor de  $p = 0.342$ . Así mismo se demostró relación estadística significativa ( $p = 0.001$ ), entre Estenosis en Doppler e isquemia transquirúrgica. La prueba de asociación **Phi**, realizada entre estenosis en Doppler y amputación realizada, aportó las evidencias estadísticas de un valor de  $p = 0.140$ , no significativa.

**Palabras clave:** APP: antecedentes personales patológicos, APNP: antecedentes personales no patológicos, WIFI por sus siglas en inglés: Wound (herida), Ischemia (isquemia) y Foot Infection (infección del pie), VPS: velocidad picosistólica, IR: índice de resistencia, ATA: arteria tibial anterior

## Abstract

To determine the findings of arterial Doppler ultrasound in patients with diabetic foot, a retrospective, longitudinal and correlational study was carried out. The average age was between 50-80 years and 63% male. The origin was urban in 75%, with incomplete primary academic level in 27%, 67% do not work. APP was hypertension 50% and heart disease only 3% and APNP tobacco 32%, trauma 23%, the predominant sign was Charcot arthropathy 33%, the most afflicted symptom was loss of sensitivity 50%, the WIFI classification most assigned was 2.1.2. 95% had symptoms of ischemia. The Doppler findings, 82% had intimal thickening, and 100% atheroma plaques, only 6% were complicated, conditioning stenosis in 40%, location in the anterior tibial in 19%, with the degree of stenosis between 81-99% in 18% of the cases. The PSV were normal in almost all the arteries, in the ATA 58%, ATP 61% and pedia 52% were decreased. RIs were normal almost in all arteries, however, in pediatric artery 31% were not evaluable and 10% were high RIs. Most of the waves were triphasic, but in ATA 57%, ATP 70% were biphasic and pedia 40% were monophasic. 88.3% of the patients were amputated, of which 38% had transoperative ischemia, with satisfactory evolution in 88% of the cases. Pearson's test, performed between clinical data of ischemia and the presence of stenosis demonstrated in arterial Doppler, provided statistical evidence of a non-significant value of  $p = 0.342$ . Likewise, it showed a significant statistical relationship ( $p = 0.001$ ), between Doppler stenosis and trans-surgical ischemia. The Phi association test, performed between Doppler stenosis and performed amputation, provided statistical evidence of a value of  $p = 0.140$ , not significant.

**Keywords:** APP: pathological personal history, APNP: non-pathological personal history, WIFI for its acronym in English: Wound (wound), Ischemia (ischemia) and Foot Infection (foot infection), VPS: picosystolic velocity, IR: index of resistance, ATA: anterior tibial artery

## Índice General

Opinión del Tutor .....	2
Dedicatoria .....	3
Agradecimientos .....	4
Resumen .....	6
Abstract .....	7
Índice General .....	8
1. Introducción .....	10
2. Antecedentes .....	12
3. Justificación .....	14
4. Planteamiento del Problema .....	16
5. Objetivos .....	18
5.1 Objetivo General .....	18
5.2 Objetivos Específicos .....	18
6. Marco Teórico .....	19
6.1 Fundamentación Epistemológica del Problema de Investigación .....	19
6.2 Diabetes Mellitus tipo II .....	20
6.3 Ecografía Doppler arterial .....	21
6.4 Epidemiología .....	21
6.5 Factores predisponentes .....	23
6.6 Factores precipitantes o desencadenantes .....	27
6.7 Factores agravantes .....	29
6.8 Diagnóstico .....	35
7. Hipótesis de Investigación .....	43
8. Diseño Metodológico .....	44
8.1 Tipo de Estudio .....	44
8.2 Área de Estudio .....	44
8.3 Universo y Muestra .....	44
8.3.1 Criterios de Inclusión .....	45
8.3.2 Criterios de Exclusión .....	45
8.3 Matriz de Operacionalización de Variables e Indicadores (MOVI) .....	46
8.5 Métodos, técnicas e instrumentos de recolección de datos e información .....	50



8.5.1	Técnicas cuantitativas de investigación.....	50
8.5.2	Técnicas cualitativas de investigación.....	51
8.6	Procedimientos para la recolección de datos e información.....	51
8.7	Plan de tabulación y análisis estadístico de datos.....	52
8.7.1	Plan de tabulación.....	52
8.7.2	Plan de Análisis Estadístico.....	52
9.	Resultados.....	54
9.1	Características socio-demográficas de los pacientes, incluidos en el estudio.....	54
9.2	Antecedentes personales y datos clínicos, en pacientes que se les realizó ecografía Doppler arterial..	58
9.3	Hallazgos encontrados en ecografía Doppler arterial en pacientes con diagnóstico de pie diabético ..	63
9.4	Evolución y tratamiento de los pacientes con pie diabético en el servicio de Ortopedia .....	68
9.5	Correlación los hallazgos del Doppler arterial con los signos clínicos y hallazgos transoperatorios en pacientes con pie diabético.....	70
10.	Discusión de Resultados .....	73
10.1	Principales Hallazgos a partir de los Resultados Obtenidos.....	73
10.2	Limitaciones del estudio.....	74
10.3	Relación de resultados obtenidos con las conclusiones de otras investigaciones.....	75
11.	Conclusiones.....	80
12.	Recomendaciones.....	82
13.	Bibliografía .....	83
Anexos	.....	86

## 1. Introducción

La diabetes mellitus se considera la primera causa de amputación no traumática en miembros inferiores según la Organización Mundial de la Salud (OMS), los criterios que definen a una persona diabética consiste en unas cifras de glucosa en sangre igual o superior a 126mg/dl, que la hemoglobina glicosilada sea superior al 6,5% o que la glucemia en un test de sobrecarga oral de glucosa sea igual o superior a 200 mg/d (Del Castillo, 2014).

Es importante abordar esta entidad desde el punto de vista multidisciplinario, dado que se trata de un problema de salud con alta prevalencia, y que las complicaciones asociadas requieren la colaboración de diversos profesionales implicados en el manejo del pie diabético, como son enfermería, ortopedia, podología, radiología y medicina; con el fin de realizar un manejo integral del paciente diabético (Del Castillo, 2014).

La prevalencia a nivel mundial del “pie diabético” varía entre el 1,3%-4,8%, cada año aproximadamente 4 millones de personas con diabetes desarrollan una úlcera, y estas preceden el 85% de las amputaciones. Los factores etiológicos de las úlceras diabéticas son la neuropatía y la enfermedad arterial, la neuropatía por sí sola en un 46%, la isquemia en un 12%, siendo las neuroisquémicas las más frecuentes (60%) y sin factor de riesgo identificado 12%. La enfermedad Vascular Periférica es de 2 a 6 veces más frecuente en los diabéticos que en la población general y es responsable del 20% de los ingresos por úlceras del pie (Hernández & Treminio, 2015).

Un paciente amputado tiene un riesgo de sufrir una nueva amputación del mismo lado en el 40% y del lado contra lateral en el 30% de los casos seguidos durante un periodo de tiempo de 5 años (Hernández & Treminio, 2015).

La insuficiencia vascular periférica conduce a la necrosis y la amputación. Muchas lesiones del pie diabético se inician con síntomas de neuropatía y si aumentan las parestesias y disminuye la sensación de dolor, los traumatismos subsecuentes y repetidos producen lesiones mayores que, asociadas a la insuficiencia vascular, impiden la cicatrización. La neuropatía puede ocasionar degeneración articular (neuroartropatía de Charcot) y dar por resultado nuevos apoyos del pie que reciclan el problema de úlcera-infección (López M. , 1998).

Existen muchas complicaciones de la diabetes mellitus, una de ellas es el pie diabético, debemos brindar consejería a los pacientes que deben revisarse sus pies, el uso adecuado de calzado así como los calcetines de color claro y observarlos diario, porque debido a la pérdida de la sensibilidad, estos pacientes sufren lesiones en la piel que ni se dan cuenta, hasta que la lesión ha progresado, es por ello que debemos ser minuciosos al momento del examen físico y los exámenes a enviar a cada paciente en particular (López M. , 1998).

Uno de los exámenes que más se envían para valorar el grado de vascularidad periférica es la ecografía Doppler arterial, más aún cuando hay diagnóstico establecido de pie diabético, dependiendo el grado de afectación y el resultado de insuficiencia vascular, se decide el manejo que sea más pertinente para cada caso, así como tratamiento conservador con antibioticoterapia y lo más agresivo que sería la amputación del miembro afectado (Rodríguez Gurri, 2014).

Es por ello que se dispone a realizar este estudio para valorar el grado de afectación de los pacientes con tal diagnóstico según la ecografía Doppler arterial y correlacionarlo con los datos clínicos, así como, con los hallazgos posquirúrgicos, con el objetivo de conocer la utilidad de este tipo de herramienta diagnóstica en la toma de decisiones, para elegir la conducta terapéutica más idónea para los pacientes.

## 2. Antecedentes

### Internacional

En un estudio que evaluó el eco-Doppler de enfermedad arterial periférica y su correlación con escala de fontaine, se obtuvieron de resultados de que la enfermedad arterial periférica se presenta con mayor frecuencia en pacientes del grupo etáreo de 61 a 70 años, con síntoma más frecuente la claudicación de la marcha en el 50%. De la totalidad de los segmentos estudiados, la placa observada con mayor frecuencia fue la placa fibrocálcica en 229 segmentos, que corresponde al 23% de todos los segmentos en general, sin embargo, se demostró mayor afectación de la arteria pedia (San Martín, 2017).

Un estudio que realizó la determinación de aspectos morfológicos y hemodinámicos en las arterias de los miembros pélvicos en insuficiencia arterial. Obtuvo como resultado que los cambios morfológicos se relacionaron a la presencia de ateromas, el diámetro arterial, características de la placa, índice de pulsatilidad, grosor medio intimal y velocidad de flujo sanguíneo; los cambios hemodinámicos se evaluaron por estenosis, ensanchamiento espectral e inversión de la señal (Hernández O., 2008)

### Nacional

En el estudio: “Factores de riesgo asociados a amputaciones en pacientes con diabetes mellitus tipo 2 y con pie diabético”, se encontró que la lesión inicial del pie corresponde en inicio con una ampolla en 43 %, 18 % formación de abscesos y ulcera, como mecanismo de lesión el 41 % fue causado por traumas y 13% por uso de zapatos inadecuados. El 19% presentaban insuficiencia arterial en miembros inferiores, diagnosticados con Doppler y el 81% no tenían dicha patología (Mendoza, 2015).

En el estudio descriptivo: “Atención de los pacientes diabéticos tipo 2 en relación al motivo de referencia, cumplimiento de las metas clínico-metabólicas y tiempo de estancia en la Consulta Externa” se encontró que 56.1% de los pacientes son del sexo femenino, el 61% corresponde a pacientes de 50 años o más. Según el lugar de procedencia el 29.3% procedía de la consulta de otros servicios (cirugía, ortopedia, neurocirugía), seguido por un 26.8% referidos de centros de salud (Mercado, 2008).

En el estudio de hallazgos a la ecografía Doppler arterial de miembros inferiores en pacientes diabéticos del departamento de Radiología del Hospital Escuela Dr. Roberto Calderón, la hipertensión arterial e hipercolesterolemia son las patologías concomitantes más frecuentes en los diabéticos. El 50% de los pacientes diabéticos estudiados presenta calcificaciones intimaes ya sean segmentarias o generalizadas, como manifestación primaria de la enfermedad aterosclerótica. La localización más frecuente de las placas ateromatosas duras fue la arteria femoral común. El patrón de afectación vascular periférica más frecuente fue la enfermedad aterosclerótica segmentaria no oclusiva bilateral en el 30% (López R. B., 2010).

En un estudio realizado sobre el manejo quirúrgico del paciente con pie diabético en el departamento de ortopedia y traumatología del Hospital Escuela Oscar Danilo Rosales Arguello, se concluyó que los pacientes sometidos a manejo quirúrgico con pie diabético se caracterizaron por ser en su mayoría personas entre las edades de 61 a 80 años, del sexo masculino. De acuerdo a la clasificación del pie diabético según Wagner, un alto porcentaje de pacientes presentaron úlcera profunda más absceso Grado 3 y de los pacientes estudiados la realización del Doppler de miembros inferiores fue infrecuente (Crespin, 2017).

### **Intrahospitalario**

El Hospital Dr. Fernando Vélez Paiz (reinaugurado en enero 2018) no cuenta con estudios que evalúen los hallazgos en ecografía Doppler arterial en pacientes con pie diabético y su correlación clínico-quirúrgica, a pesar de que, es un hospital que cuenta con alta tecnología, lo que incluye equipos de ultrasonidos de última generación.

En el presente estudio se pretende investigar los hallazgos encontrados a través de la ecografía Doppler arterial en pacientes con diagnóstico de pie diabético y dependiendo de ello y de la clínica que presenta el paciente conocer el tratamiento conservador y/o quirúrgico que se le realizó a cada caso en particular.

### 3. Justificación

Según la Asociación Latinoamericana de Diabetes (ALAD); en Latinoamérica “Existe alrededor de 15 millones de personas con diabetes mellitus y esta cifra llegará a 20 millones en 10 años, mucho más de lo esperado por el simple incremento poblacional”. Se estima una prevalencia global de 5.7%.

En Nicaragua, según datos del Ministerio Nacional de Salud (MINSAL), en el año 2000, el total de casos con Diabetes Mellitus fue de 3,844 (incremento del 12.46% con respecto al año anterior) y en general la población más afectada es la de mayor de 50 años (69.5% del total de los casos).

Se han realizado muchos estudios en relación a las complicaciones del pie diabético, así como algunos medios diagnósticos invasivos y no invasivos (ultrasonido Doppler) y los diferentes abordajes terapéuticos, desde el manejo conservador con antibióticos hasta una posible amputación. Llegar a este extremo, muchas veces es prevenible gracias a la realización de sus chequeos de manera temprana, así como la educación la cual debe ser primordial, para que los pacientes se cuiden sus pies, revisárselos diario y acudir lo más tempranamente posible a la unidad de salud ante cualquier eventualidad.

Algunas complicaciones más catastróficas del paciente diabético, es la neuropatía periférica y la arterioesclerosis distal, conllevando a las más devastadoras situaciones donde el paciente pierde la sensibilidad distal y desencadenando el resto de sucesos no deseados, pero tan frecuentes como es el pie diabético, y para esto el ultrasonido Doppler arterial es de gran importancia, apoyando la decisión de un manejo oportuno y adecuado de estos pacientes.

En Nicaragua se han realizado diversos estudios en que abarcan los datos clínicos de los pacientes con pie diabético, pero son pocos los que han realizado una correlación entre estos datos y los hallazgos encontrados en el Doppler color arterial, así como su correlación con los hallazgos transoperatorios, lo que sirve para demostrar la verdadera utilidad que tiene este tipo de estudio para el abordaje diagnóstico del pie diabético.

En la actualidad, en Nicaragua gracias al buen gobierno, contamos con la mayoría de las especialidades en los hospitales públicos. El Hospital Dr. Fernando Vélez Paiz es uno de los hospitales más modernos y cuenta con equipos diagnósticos de última generación, de ahí nace la pericia de estudiar los hallazgos ecográficos encontrados en el ultrasonido Doppler arterial en pacientes con diagnóstico de pie diabético y correlacionar tales hallazgos con la clínica presentada por los mismos pacientes y así mismo conocer el manejo que se le indicó ya sea conservador y/o quirúrgico.

## **4. Planteamiento del Problema**

### **4.1 Caracterización del Problema**

El diagnóstico de isquemia periférica debe basarse principalmente en una anamnesis y exploración clínica adecuadas, así como en pruebas indirectas no invasivas.

Actualmente la resolución de los nuevos equipos de ecografía Doppler permite obtener también imágenes anatómicas muy precisas incluso de los vasos distales.

La ecografía Doppler tiene las ventajas propias de la ecografía de ser la menos invasiva, la más inocua y confortable para el paciente, así como la más económica. Además, es la única técnica anatómica y funcional, que permite en tiempo real valorar tanto la anatomía del vaso como las características del flujo en cuanto a velocidad y morfología de la curva espectral permitiendo, a diferencia de las técnicas angiográficas, conocer la repercusión hemodinámica de las lesiones.

### **4.2 Delimitación del Problema**

El Hospital Dr. Fernando Vélez Paiz cuenta con las especialidades de Ortopedia y Traumatología y Radiología, en donde la primera es de orden curativa y la segunda un aliado en el protocolo diagnóstico de diferentes pacientes que requieran un estudio ecográfico Doppler.

### **4.3 Formulación del Problema**

A partir de la caracterización y delimitación del problema antes descrito se plantea la siguiente pregunta principal del siguiente estudio: ¿Cuáles son los hallazgos en ecografía Doppler arterial y su correlación clínico-quirúrgica en pacientes con pie diabético del servicio de Ortopedia, del Hospital Dr. Fernando Vélez Paiz, enero a diciembre 2021?



#### 4.4 Preguntas de Sistematización

1. ¿Cuáles son las características sociodemográficas de los pacientes incluidos en el estudio?
2. ¿Cuáles son los antecedentes personales y la clínica presentada por los pacientes con diagnóstico de pie diabético?
3. ¿Cuáles son los hallazgos encontrados en ecografía Doppler arterial en los pacientes con diagnóstico de pie diabético?
4. ¿Cuál es la evolución y tratamiento de los pacientes con diagnóstico de pie diabético, posterior a la realización de ecografía Doppler?
5. ¿Cuál es la correlación entre los hallazgos del Doppler arterial, la clínica y hallazgos transoperatorios de los pacientes con diagnóstico de pie diabético?

## 5. Objetivos

### 5.1 Objetivo General

Determinar los hallazgos en ecografía Doppler arterial y su correlación clínico-quirúrgica en pacientes con pie diabético, del servicio de Ortopedia, del Hospital Dr. Fernando Vélez Paiz, en el período comprendido de 1 enero al 31 diciembre del 2021.

### 5.2 Objetivos Específicos

1. Establecer las características socio-demográficas de los pacientes con diagnóstico de pie diabético incluidos en el estudio.
2. Conocer los antecedentes personales y la clínica presentada en pacientes con diagnóstico de pie diabético.
3. Describir los hallazgos ecográficos encontrados en el Doppler arterial en pacientes con diagnóstico de pie diabético.
4. Conocer evolución y tratamiento de los pacientes con diagnóstico de pie diabético, posterior a la realización de ecografía Doppler.
5. Correlacionar los hallazgos del Doppler arterial, con la clínica y hallazgos transoperatorios de los pacientes con diagnóstico de pie diabético.

## 6. Marco Teórico

### 6.1 Fundamentación Epistemológica del Problema de Investigación

Epistemología es la rama de la filosofía que se encarga de examinar los fundamentos en los que se apoya la creación de conocimiento. Etimológicamente, este término viene de la unión de las palabras episteme (conocimiento) y logos (estudio). La epistemología es una división de la filosofía que se encarga de explorar la coherencia interna de los razonamientos que llevan a la creación de conocimiento, la utilidad de sus metodologías teniendo en cuenta sus objetivos, los contextos históricos en los que aparecieron esas piezas de conocimiento, el modo en el que influyeron en su elaboración, las limitaciones y utilidades de ciertas formas de investigación y de ciertos conceptos, entre otras cosas (Torres, 2019).

Es importante resaltar la utilidad profesional de la epistemología, como se destaca: ayuda a analizar los criterios por los cuales se justifica el conocimiento, además de considerar las circunstancias históricas, psicológicas y sociológicas que llevan a su obtención, ayuda a preguntarnos lo que es cierto y lo que no lo es (Descartes, 2019).

En general, si se tuviera que plantear el significado de la epistemología en preguntas fundamentales, éstas serían: ¿qué podemos llegar a conocer y por qué medios? (Torres, 2019). En particular, se plantea como preguntas fundamentales de la epistemología: *¿qué sabemos?*, *¿cómo lo sabemos?*, *¿qué nos falta saber?*, *¿cómo lo averiguamos?* (Lazareff, 2019).

Partiendo de las consideraciones antes expuestas, la fundamentación epistemológica de *hallazgos encontrados en ecografía Doppler arterial y su correlación clínico-quirúrgica en pacientes con diagnóstico de pie diabético*, se plantea en *siete* componentes principales, que son los siguientes:

1. Diabetes Mellitus tipo II
2. Ecografía Doppler arterial
3. Epidemiología
4. Factores predisponentes
5. Factores precipitantes o desencadenantes

6. Factores agravantes
7. Diagnóstico

## 6.2 Diabetes Mellitus tipo II

Debemos considerar a la diabetes mellitus como la primera causa de amputación no traumática en miembros inferiores. Según la Organización Mundial de la Salud (OMS) los criterios que definen a una persona diabética consiste en unas cifras de glucosa en sangre igual o superior a 126mg/dl, que la hemoglobina glicosilada sea superior al 6,5% o que la glucemia en un test de sobrecarga oral de glucosa sea igual o superior a 200 mg/dL (Del Castillo, 2014).

Es importante abrazar esta entidad desde el punto de vista multidisciplinario, dado que se trata de un problema de salud con alta prevalencia y las complicaciones asociadas requiere la colaboración de diversos profesionales implicados en el manejo del pie diabético, como son enfermería, ortopedia, podología, medicina; para realizar un manejo integral del paciente diabético (Del Castillo, 2014).

### **Pie diabético**

El pie diabético, en particular, se define como la infección, la ulceración y la destrucción de los tejidos profundos, asociadas con anomalías neurológicas (pérdida de la sensibilidad al dolor) y vasculopatía periférica de diversa gravedad en las extremidades inferiores.

El pie es particularmente vulnerable a daños circulatorios y neurológicos y el menor trauma puede causar úlceras o infecciones. La enfermedad macrovascular de las extremidades inferiores es más común y progresa más rápidamente en presencia de la diabetes mellitus; tiene, asimismo, una distribución peritibial característica, a la cual se agrega la labilidad de las arterias del pie. Así, el pie diabético se hace más vulnerable a las heridas (Rodríguez Gurri, 2014).

La alteración en la perfusión de la sangre en las extremidades inferiores tiene la mayor importancia porque da la alarma para que se adopte un método efectivo hacia la revascularización. Al pie diabético se agregan problemas potenciales de los huesos y articulaciones en virtud de la insuficiencia vascular periférica y la neuropatía.

El control de la glucemia parece prevenir el desarrollo de microangiopatías de la retina y el riñón y probablemente retarda la evolución de neuropatías, pero no parece tener suficiente efecto sobre la macroangiopatía (Rodríguez Gurri, 2014).

La insuficiencia vascular periférica conduce a la necrosis y la amputación. Muchas lesiones del pie diabético se inician con síntomas de neuropatía y, si aumentan las parestesias y disminuye la sensación de dolor, los traumatismos subsecuentes y repetidos producen lesiones mayores que, asociadas a la insuficiencia vascular, impiden la cicatrización. La neuropatía puede ocasionar degeneración articular (neuroartropatía de Charcot) y dar por resultado nuevos apoyos del pie que reciclan el problema de úlcera-infección (López M. , 1998).

### **6.3 Ecografía Doppler arterial**

Las formas de onda Doppler se refieren a la morfología de los trazos de velocidad del flujo sanguíneo pulsátil en la ecografía Doppler espectral. Las formas de onda difieren según el lecho vascular (circulaciones periférica, cerebrovascular y visceral) y la presencia de enfermedad (Deng, 2020).

### **6.4 Epidemiología**

El número de personas con diabetes ha aumentado de 108 millones en 1980 a 422 millones en 2014. La prevalencia mundial de la diabetes en adultos (mayores de 18 años) ha aumentado del 4,7% en 1980 al 8,5% en 2014 (Hernández & Treminio, 2015).

Alrededor de 15% de los pacientes diabéticos tendrá en el transcurso de la enfermedad úlceras en las extremidades inferiores, la mitad de estos pacientes que presenten una úlcera única subsecuentemente desarrollarán otra úlcera, y un tercio de estas úlceras ocasionarán amputación de la extremidad (Argeñal, 2010-2011).

La prevalencia a nivel mundial de la patología “pie diabético” varía entre el 1,3%-4,8%. En estudios que refieren esta cifra en países desarrollados el rango oscila según el sexo, edad y tipo de población entre el 4%-10%. Cada año aproximadamente 4 millones de personas con diabetes desarrollan una úlcera, y estas preceden el 85% de las amputaciones. Los factores etiológicos de las úlceras diabéticas son la neuropatía y la enfermedad arterial. La Neuropatía por sí sola en un 46%, la isquemia en un 12% siendo las neuroisquémicas las más frecuentes (60%) y sin factor de riesgo identificado 12%. La enfermedad Vasculiar Periférica es de 2 a 6 veces más frecuente en los diabéticos que en la población general y es responsable del 20% de los ingresos por úlceras del pie (Hernández & Treminio, 2015).

Un paciente amputado tiene un riesgo de sufrir una nueva amputación del mismo lado en el 40% y del lado contra lateral en el 30% de los casos seguidos durante un periodo de tiempo de 5 años (Hernández & Treminio, 2015).

Por lo que corresponde a la prevalencia de la diabetes mellitus, ésta continúa ascendiendo en todo el mundo. En 1985 se estimó que existían 30 millones de personas con esta enfermedad, para 1995 esta cifra ascendió a 135 millones y se estima que, para el año 2025, será de 300 millones aproximadamente.

En México poco más de 8% de la población entre 20 y 69 años padece diabetes y cerca de 30% de las personas afectadas desconoce que la tiene. Se registraron en 2001, cerca de 4.8 millones de personas enfermas, de las cuales 1.4 millones no habían sido diagnosticadas. Este hecho impide que los individuos busquen tratamiento, o sabiéndose enfermos, acudan a los servicios de salud o lo hagan de manera irregular (Hernández & Gutiérrez, 2018).

La complicación más importante y temprana en el diabético es la neuropatía sensitiva, que causa la pérdida de la sensibilidad protectora, de tal manera que las áreas de presión por factores mecánicos no son percibidas y ello causa lesiones en la piel. El 60 a 70% de los diabéticos no controlados padecen algún tipo de neuropatía, que afecta la sensibilidad en pies y manos. Otra es la neuropatía motora, la cual produce atrofia de la musculatura intrínseca del pie, provocando desequilibrio motor y deformidad del pie (Hernández & Gutiérrez, 2018).

El sistema nervioso autónomo es responsable del control glandular y facilita la regulación térmica; la disfunción por neuropatía autonómica, produce una piel gruesa, seca, escamosa y deformidades en las uñas.

El segundo elemento involucrado es la vasculopatía y en especial la arterioesclerosis, que es responsable de las amputaciones. La arterioesclerosis en el diabético es más grave y más generalizada, produciendo la mayor morbilidad y mortalidad, acompañada de altos costos de hospitalización. Por todo ello es necesario focalizar cuáles son los aspectos principales de esta complicación asociada a la diabetes mellitus y su relación con la queja médica, ya sea por error o negligencia médica (Hernández & Gutiérrez, 2018).

## 6.5 Factores predisponentes

### 1. Neuropatía

La neuropatía sensitiva altera inicialmente la sensibilidad profunda, sentido de posición de los dedos del pie, reflejos intrínsecos de los mismos y posteriormente a la sensibilidad superficial, táctil, térmica y dolorosa. La afectación motora atrofia la musculatura intrínseca del pie (Inzucchi, Rosenstock, & Umpiérrez, 2012).

Todo ello provoca acortamientos tendinosos y alteraciones en la distribución de las fuerzas que soporta el pie, iniciando y consolidando diferentes tipos de deformidades. Las más prevalentes son los dedos en martillo y en garra, la prominencia de las cabezas de los metatarsianos y el desplazamiento anterior de la almohadilla grasa plantar ya atrofiada (Inzucchi, Rosenstock, & Umpiérrez, 2012).

Suponen un riesgo potencial de lesión, en función del aumento de la presión plantar máxima en zonas concretas del pie, propicias a desarrollar úlceras. A nivel cutáneo y subcutáneo, y debido a la glucosilación no enzimática de las proteínas del colágeno, las fibras se engrosan y aumentan su entre cruzamiento, dando lugar a una piel gruesa y firme, y a una restricción en la movilidad articular. La afectación del sistema nervioso autónomo también contribuye a la aparición del síndrome, al disminuir la sudoración local, constituyéndose una piel seca, donde con facilidad se producen fisuras que pueden ser el inicio de úlceras e infecciones (Conde, Paredes, & Zacarias, 2002).

Las úlceras neuropáticas son consecuencia de estímulos lesivos, no percibidos por el paciente, debido a la pérdida de la sensibilidad dolorosa. Estos estímulos suelen ser mecánicos, aunque también pueden ser térmicos y químicos. La ubicación más prevalente de las úlceras son las zonas de callosidades, secundarias a la presión plantar en la zona (Figura 1) (Vásquez, Puente, & Viadé, 2016).



Figura 1. Zonas más prevalentes para el desarrollo de úlcera plantar en el pie neuropático.

En realidad, lo que diferencia una úlcera diabética de una no diabética es la presencia de la neuropatía, que está implicada en la fisiopatología de la úlcera del pie diabético en el 85%-90% de los casos, asociándose a isquemia aproximadamente en la mitad de ellos. Por tanto, el pie insensible, con independencia de que se halle bien perfundido o isquémico, debe considerarse como un pie de alto riesgo (Vásquez, Puente, & Viadé, 2016).

## 2. Macroangiopatía

La isquemia es consecuencia de una macroangiopatía que afecta a las arterias de mediano y gran calibre. La enfermedad macrovascular —arteriosclerosis— no es cuantitativamente distinta en el enfermo diabético respecto al no diabético, en lo que respecta al depósito de calcio, colesterol, lípidos, papel de las plaquetas y emigración de las células musculares lisas (Conde, De la Torre, & García, 2017).



No obstante, sí es una característica propia de la arterioesclerosis en el enfermo diabético la calcificación de la capa media arterial, que se interpreta secundariamente a la denervación simpática de los vasa vasorum, causada por la neuropatía autonómica. Cuando aparece esta calcificación, se altera la forma de la onda del pulso y eleva falsamente la presión en las arterias tibiales a nivel del tobillo (Del Castillo, 2014) (Conde, De la Torre, & García, 2017).

La arteriopatía en la diabetes mellitus muestra predilección por las arterias infrageniculares de la pierna, y tiende a ser bilateral y multisegmentaria. La prevalencia de la isquemia en los miembros inferiores por macroangiopatía es cuatro veces superior en el hombre y ocho veces superior en la mujer diabéticos respecto a la población general (Rosales, Bonilla, Gómez, Chaparro, & Pardo, 2018).

### **3. Microangiopatía**

La microangiopatía diabética afecta a los capilares, arteriolas y vénulas de todo el organismo. Esencialmente la lesión consiste en hipertrofia y proliferación de su capa endotelial sin estrechamiento de la luz vascular. La membrana basal está engrosada y contiene sustancia PAS positiva (Regal & Gonzalez, 2013-2019)

Existe evidencia de que la aparición de la microangiopatía guarda relación con la duración y el control metabólico de la diabetes mellitus, ya que la hiperglucemia mantenida durante años sería la responsable de la biosíntesis de proteínas específicas que integran la membrana basal engrosada (Regal & Gonzalez, 2013-2019).

La idea errónea sobre su papel preponderante en la aparición y desarrollo de la úlcera del pie diabético ha supuesto, e incluso actualmente comporta con excesiva frecuencia, la indicación de medidas terapéuticas inadecuadas a erradicar, porque se basan en la consideración de que la causa de las lesiones tróficas es fundamentalmente la isquemia, aun en enfermos que presentan pulsos positivos a nivel del pie (Regal & Gonzalez, 2013-2019).

Aunque a nivel de la microcirculación no se objetiva una disminución de la luz, sí se observa engrosamiento de la membrana basal capilar y alteraciones funcionales. El engrosamiento de la membrana basal provoca el paso de albúmina al intersticio celular y la alteración en el intercambio de moléculas nutrientes, aspecto que puede interferir en el proceso de cicatrización, y tiene una causa plurifactorial.

Por un lado, la hiperglucemia, por medio de glucosilación no enzimática del colágeno y de proteinglicanos. Por otro, la susceptibilidad genética y las alteraciones endoteliales producidas por los cambios de flujo y presión a nivel de la microcirculación debido a la neuropatía autonómica. Las alteraciones hemodinámicas consisten en la hiperemia microvascular reducida, es decir, en la vasodilatación reactiva reducida, que conduce a una disminución de la respuesta inflamatoria ante un traumatismo o una infección y en la disminución de la vasoconstricción inducida posturalmente, que comporta la distribución deficiente del flujo sanguíneo (Klein, Klein, & Moss, 2004).

Por tanto, la microangiopatía en el enfermo diabético, si bien tiene una importancia fisiopatológica demostrada en la lesión de la retina y del glomérulo renal, y asociada a hiperglucemia mantenida, en la instauración y proceso evolutivo de la neuropatía, tiene un papel secundario, todavía incierto, en la producción de las úlceras en el pie. Aunque la enfermedad microvascular por sí misma es poco probable que cause úlcera en el pie diabético, es responsable de la necrosis tisular por el fracaso de la función de la microcirculación, que en los enfermos diabéticos es debido a una interacción de los efectos que sobre ella tienen la neuropatía, la macroangiopatía y la propia microangiopatía (Klein, Klein, & Moss, 2004).

A modo de resumen, y como factores predisponentes del pie diabético: La neuropatía provoca:

- a) El aumento del flujo en reposo a través de los shunts arterio-venosos, efecto que actúa a modo de "robo" o by-pass de los capilares nutritivos.
- b) La disminución de la respuesta vasodilatadora reactiva a estímulos dolorosos, térmicos o a situaciones de isquemia.
- c) La disminución de la vasoconstricción postural, lo que condiciona el aumento de la presión capilar y del flujo en bipedestación dando lugar al edema neuropático (Valero, Merante, & Torres, 2012).

La macroangiopatía provoca: La disminución en la respuesta vasoconstrictora postural y en la hiperemia reactiva en situaciones de isquemia evolucionada, siendo alteraciones que desaparecen después de la revascularización (Rodrigo & Galleguillos, 2009).

La microangiopatía provoca: La disminución de la respuesta vasodilatadora a estímulos (Rodrigo & Galleguillos, 2009).

## 6.6 Factores precipitantes o desencadenantes

Sobre el pie de riesgo desarrollado por los factores predisponentes, para que se inicie una lesión, deben actuar los de tipo precipitante o desencadenante, siendo el más frecuente el traumatismo mecánico cuando actúa de forma mantenida, provocando la rotura de la piel y la úlcera o la necrosis secundaria. Ambas se producen, pues, por la interacción anormal y mantenida en un determinado período evolutivo, entre un estrés ambiental, que puede ser de mínima magnitud, y la respuesta de unos tejidos condicionados en su adaptación al mismo (García, Flebes, & Moliner, 2016).

En síntesis, no es más que la traducción de una alteración del equilibrio oferta-demanda de oxígeno, bien por una disminución de la oferta, como ocurre en las úlceras isquémicas, bien por un aumento de la demanda, como ocurre en las neuropáticas (Tabla II) (García, Flebes, & Moliner, 2016).

En el caso del PD, los factores clave que influyen en su patogenia son: - El nivel de respuesta sensitiva protectora o umbral de protección. - El tipo, magnitud y duración del estrés aplicado, y - La capacidad de los tejidos para resistirlo (García, Flebes, & Moliner, 2016).

Si en un pie neuropático con sensibilidad alterada se aplica un estrés de tipo normal y moderado, pero reiterativo en un intervalo evolutivo prolongado y concentrado sobre una zona de aumento de la presión plantar condicionada por una deformidad como puede ser el hallux valgus o una callosidad, el proceso va a determinar la autólisis inflamatoria seguida de necrosis, al no existir una respuesta dolorosa defensiva.

En un pie isquémico, la capacidad de los tejidos para resistir el fracaso es menor, y un estrés ligero y mantenido, como puede ser el de un zapato mal ajustado, es suficiente para iniciar la lesión. Los factores desencadenantes pueden ser de tipo extrínseco o intrínseco (Alvarez & Bernal, 2019).

<b>Tabla I</b>		
Factores diferenciales que intervienen en la producción de la úlcera neuropática y neuroisquémica en el pie diabético		
<b>DISBALANCE DE OXÍGENO EN LA PIEL</b>		
↓ OFERTA Neuroisquémicas	_____	↑ DEMANDA Neuropáticas
<b>ÚLCERAS</b>		
ESTRÉS AMBIENTAL	_____	TEJIDOS BLANDOS
	↑ TIEMPO	
<b>ÚLCERA NEUROPÁTICA</b>		
PRESIÓN NORMAL REPETIDA	_____	QUERATINA TEJIDOS BLANDOS
	↑ TIEMPO	
<b>ÚLCERA NEUROISQUÉMICA</b>		
PRESIÓN LIGERA	_____	T. BLANDOS FLUJO
	↑ TIEMPO	

a) Factores extrínsecos: Son de tipo traumático, y pueden ser mecánicos, térmicos o químicos. El traumatismo mecánico se produce habitualmente a causa de calzados mal ajustados, y constituye el factor precipitante más frecuente para la aparición de úlceras, sean neuroisquémicas o neuropáticas, correspondiendo el 50% de las mismas a zonas afectadas por callosidades en los dedos. El traumatismo térmico es directo y lesiona la piel (Conde, Paredes, & Zacarias, 2002).

Habitualmente se produce al introducir el pie en agua a temperatura excesivamente elevada; utilizar bolsas de agua caliente; descansar muy cerca de una estufa o radiador; andar descalzo por arena caliente o no proteger adecuadamente el pie de temperaturas muy bajas. El traumatismo químico suele producirse por aplicación inadecuada de agentes queratolíticos. Por ejemplo, con ácido salicílico (Crespin, 2017).

b) Factores intrínsecos: Cualquier deformidad del pie, como los dedos en martillo y en garra; el hallux valgus; la artropatía de Charcot, o la limitación de la movilidad articular, condicionan un aumento de la presión plantar máxima en la zona, provocando la formación de callosidades, que constituyen lesiones preulcerosas, hecho confirmado por la práctica clínica, porque en estas zonas es donde la mayoría de los enfermos desarrollan las lesiones ulcerosas (Conde, Paredes, & Zacarias, 2002).

## 6.7 Factores agravantes

Aunque de una forma secundaria, la infección es determinante en el desarrollo de la úlcera, y adquiere un papel relevante en el mantenimiento de la misma. No es responsable del inicio de la úlcera, excepto en aquellas situaciones en que la ruptura de la piel es causada de forma directa por infecciones fúngicas, pero sí interviene en la evolución de las mismas una vez iniciadas (Arana & Mendez, 2018).

Cuando se asocia a la isquemia, la infección es el factor que va a establecer el pronóstico evolutivo de la lesión. En este sentido, se puede afirmar que no existen úlceras infecciosas en el PD, sino infectadas. La mayor sensibilidad a la infección en los enfermos diabéticos se debe a diferentes causas, entre las que cabe mencionar como más prevalentes, la ausencia de dolor, que favorece el desarrollo insidioso de una celulitis extensa o de un absceso; la hiperglucemia, que altera los mecanismos inmunitarios, fundamentalmente la inmunidad celular y la isquemia, que compromete la perfusión arterial y el aporte de oxígeno (Arana & Mendez, 2018).

La alteración sensitiva interviene demorando la percepción de la lesión y, por tanto, es un factor coadyuvante de la instauración de la infección. Las úlceras neuropáticas y neuroisquémicas suelen estar sobreinfectadas por microorganismos diversos, que en su mayoría son saprófitos —estafilococos, estreptococos—, aunque también pueden detectarse aerobios y anaerobios facultativos —E. coli— o anaerobios estrictos —Bacterioides y Clostridium perfringens— si las úlceras son profundas (Beltrán, Fernandez, & Morales, 2017).

Tales microorganismos, favorecidos por la alteración de las condiciones homeorreológicas, pueden llegar a invadir los tejidos profundos progresando hasta las estructuras óseas. De todas las infecciones observadas en el pie diabético, las bacterianas: las causadas por estafilococos y estreptococos y las micóticas: candidiasis, dermatofitosis, cromoblastomycosis son las más frecuentes (Beltrán, Fernandez, & Morales, 2017).

Para realizar un adecuado abordaje en estos pacientes, es necesario un buen control glucémico como medida preventiva entre las precauciones y cuidados que se deben tener en el propio pie, una vez desarrollada la enfermedad, el clínico debe realizar un buen interrogatorio, anamnesis y examen físico, valoración multidisciplinaria, así como pruebas de laboratorio y medios diagnósticos más sofisticados para decidir la conducta a seguir en estos pacientes.

Antes de examinar al paciente es importante tener cierta información:

1. Factores de riesgo
2. Claudicación
3. Dolor en reposo
4. Localización de sitios de isquemia
5. Signos de gangrena
6. Tratamientos previos
7. Evaluar la calidad de los pulsos periféricos
8. Cambios tróficos (Beltrán, Fernandez, & Morales, 2017).

En el examen físico, el paciente se encuentra en decúbito dorsal con los miembros inferiores extendidos, el miembro a examinar se encuentra ligeramente rotado hacia externo. La arteria poplítea se puede estudiar en decúbito dorsal con el miembro a examinar en ligera flexión o en decúbito ventral. Para el estudio de arteria tibial anterior el paciente rota la pierna ligeramente hacia interno. El examinador se coloca a su derecha.

El propósito de las pruebas diagnósticas no invasivas en la de la enfermedad arterial de la extremidad inferior es proporcionar información objetiva, por ende, una base sólida sobre la cual tomar una decisión diagnóstica y terapéutica (Marinel, Carreño, & Estadella, 2016).

Los test diagnósticos indirectos no invasivos de las arterias de la extremidad inferior (simples y más utilizados), que incluyen la medición de la presión arterial sistólica a nivel del tobillo y las presiones segmentarias del miembro, aportan una importante información fisiológica sobre el estado del sistema arterial, pero proporcionan relativamente poca información anatómica (Marinel, Carreño, & Estadella, 2016).

La ecografía Duplex ha supuesto la ampliación de las posibilidades de los test no invasivos, al permitir obtener información fisiológica y anatómica directamente de los segmentos con enfermedad arterial.

La imagen en color ayuda a identificar vasos y flujos alterados causados por lesiones arteriales. Los instrumentos de Doppler en color combinan la tecnología dúplex estándar con la representación en color y en tiempo real del flujo sanguíneo.

Ecuación Doppler: Se utiliza un equipo ecográfico Doppler para detectar y evaluar el flujo sanguíneo. Se coloca en contacto con la piel un transductor ultrasónico, este transmite un haz cuya frecuencia es  $F_0$ . La frecuencia recibida  $F_r$  se diferenciará de  $F_0$  cuando los ecos se recojan de dispersores móviles como los hematíes. La frecuencia Doppler  $F_d$  se define como la diferencia entre las frecuencias transmitidas y recibidas y viene dada por:  $F_d = F_r - F_0 = 2F_0 v \cos \Theta / c$

Donde  $c$  es la velocidad del sonido,  $v$  es la velocidad del flujo y  $\Theta$  es el ángulo Doppler. En la práctica, habitualmente el haz del transductor se orienta con un ángulo de  $30^\circ$  o  $60^\circ$  respecto a la luz arterial (García, 2017).

Los equipos de ultrasonidos duplex se componen de un sistema de obtención de imagen bidimensional en modo B, un detector de flujo Doppler pulsado y un analizador de espectros. La exploración de las arterias del miembro inferior puede realizarse con transductores de 5 MHz, 7,5 MHz y 10 MHz se acepta como norma seleccionar la frecuencia de ultrasonidos más alta que permita penetrar hasta el nivel de profundidad de interés (Gaolinelli, 2004).

La ventaja de Doppler respecto a otras técnicas e imagen es que permite analizar las características del flujo. Cuantificar su velocidad según el cambio de frecuencia detectado o frecuencia Doppler y analizar la morfología de la curva espectral. Las arterias normales muestran una curva de alta resistencia, trifásica, con un primer componente sistólico debido a la sístole cardiaca, una breve inversión en la diástole precoz que depende de las resistencias periféricas y una pequeña onda positiva en arterias elásticas. Este tercer componente puede estar ausente con la edad al perder elasticidad la pared arterial, y la curva será bifásica (Gaolinelli, 2004).

Las arterias tienen unos patrones de flujo característicos que hay que conocer para interpretar correctamente los estudios del flujo sanguíneo. El patrón normal en un vaso largo y liso es el flujo laminar, en el que la velocidad en el centro del vaso y muy baja cerca de sus paredes (Weits, Clagett, Farcouth, & Poter, 2016).

Se produce un flujo turbulento cuando la sangre que circula a alta velocidad atraviesa una zona de estenosis un cambio brusco de dirección del vaso o una superficie irregular.

En relación a la exploración con ecografía Doppler, los registros de ondas espectrales deben obtenerse de forma estándar, de las siguientes localizaciones: arteria femoral común, arteria femoral profunda, arteria femoral superficial en sus tres segmentos (proximal, media y distal), arteria poplítea y arterias tibiales a nivel de su origen en la poplítea o a nivel del pie (Weits, Clagett, Farcouth, & Poter, 2016).



### **Características de la imagen en escala de grises de las arterias normales**

1. Estructura tubular pulsátil adyacente a la vena correspondiente.
2. Las arterias se ven como dos líneas paralelas ecogénicas separadas por la luz anecogénica.
3. Puede identificarse la íntima como una línea hiperecogénica adyacente a la luz.
4. El grosor de la íntima y la media no debe superar 1 mm.
5. Las arterias no se comprimen (a diferencia de las venas normales) (Rubio, Gómez, & Jabalza, 2019).

### **Características en los estudios de Doppler en color de arterias normales**

1. En las arterias normales la pared ecogénica rodea la luz con flujo en color con patrón laminar. Las velocidades más altas se registran en el centro y las más bajas en la periferia.
2. El máximo flujo se detecta cuando se coloca el cursor en la parte central de la corriente del flujo con un ángulo de 45-60° (Beltrán, Fernandez, & Morales, 2017).

### **Características de la onda en el estudio Doppler de arterias normales**

1. La onda espectral es multifásica con un componente sistólico marcado, un componente de flujo invertido y un componente diastólico anterógrado.
2. La onda espectral tiene un ancho de banda (espectro de frecuencia) reducido y una ventana espectral abierta. (El ensanchamiento espectral es uno de los criterios de estenosis).
3. La velocidad sistólica máxima (pico sistólica) va disminuyendo en sentido distal.
4. Los tres índices empleados para valorar la onda espectral son: Velocidad pico sistólica (VPS) Índice de pulsatilidad (IP) Índice de resistividad (IR) (Rubio, Gómez, & Jabalza, 2019).

El índice de pulsatilidad desarrollado por Gosling y King para el estudio de vasos periféricos arteriales se calcula con la fórmula:  $IP = (A - B) / M$ , donde A: es la velocidad sistólica máxima B: es la velocidad al final de la diástole M: es la velocidad media El índice de resistividad o resistencia (IR) se calcula a partir de:  $IR = (A - B) / A$  Y es un índice que es proporcional a la resistencia vascular. Morfología espectral normal, de alta resistencia. Audición de las tres fases.

**Las velocidades normales pico sistólicas (cm/s), de flujo medias son:**

1 Femoral común	114,1 +/- 24,9
2 Femoral superficial (proximal)	90,8 +/- 13,6
3 Femoral superficial (media)	83,0 +/- 25
4 Femoral superficial (distal)	93.6 +/- 14,1
5 Poplítea	68,8 +/- 13,5

**El índice de pulsatilidad (IP) normal de las arterias de los miembros inferiores es:**

1 Femoral común	4 – 10
2 Poplítea	6 – 12
3 Tibial posterior y pedia	7 – 12

Una de las complicaciones más frecuentes y devastadoras de la diabetes es la isquemia periférica, el diagnóstico debe basarse obviamente en una anamnesis y exploración clínica adecuadas y en unas pruebas indirectas no invasivas, la más importante de las cuales es la oscilometría calculando el índice de presión tobillo/brazo (ITB). Sólo en pacientes considerados potencialmente candidatos a tratamiento de revascularización quirúrgico o endovascular se deben realizar pruebas de imagen directas (Casanova, 2008).

La arteriografía ha sido durante años la técnica de elección. Posteriormente se han desarrollado técnicas directas no invasivas (angio-RM y angio-TC) como alternativas eficaces con una alta sensibilidad y especificidad respecto a ésta (Arana & Mendez, 2018).

## 6.8 Diagnóstico

### **Insuficiencia vascular periférica**

Los signos y síntomas que en la exploración física deben valorarse para el diagnóstico de la insuficiencia vascular periférica en el pie diabético son: claudicación intermitente, pie frío, dolor en reposo (por bloqueo arterial e isquemia de los nervios y neuritis), mejoría con actividad y gravedad de la extremidad, pulsos ausentes, palidez a la elevación, retardo en el vaciamiento venoso al elevar la extremidad, rubor al colgar la pierna, atrofia de grasa subcutánea, piel adelgazada, pérdida de vellos del pie y pierna, uñas quebradizas y gangrena-necrosis en botón. Puede ocurrir oclusión progresiva o aguda por trombosis, produciendo dolor, edema cerúleo, parestesia, calambres, parálisis con debilidad súbita y enfriamiento del pie. En este caso el uso del equipo Doppler para medir la velocidad y la presión arterial es una práctica recomendable (Bravo López, 2011).

Otro de los síntomas que se deben tomar en cuenta es que la piel se torna seca –pues la sudoración disminuye y frágil, lo que produce grietas y cuarteaduras que fácilmente se infectan. La microangiopatía de la piel (dermopatía) o granuloma anular localizado es un marcador de DM. Los procesos responsables de los cambios en los vasos cutáneos son la fragmentación de la capa basal, la laminación del material homogéneo y la aparición de tejido conectivo en la periferia de los vasos. Esto es una expresión de envejecimiento y se usa como marcador de DM en personas mayores de 50 años, pero no se explica como reacción secundaria a la disfunción de las células de los islotes del páncreas ni como resultante del metabolismo alterado de carbohidratos, máxime que la nefropatía y la retinopatía se encuentran en el comienzo de las manifestaciones de la diabetes mellitus (Arana & Mendez, 2018).

En cambio, las alteraciones en la membrana basal de los capilares se detectan un año y medio después del diagnóstico de la enfermedad. No existe demostración de que los cambios microvasculares sean causa de las complicaciones de la diabetes, y su relación con la polineuritis es incierta.

## **Isquemia**

Para evaluar adecuadamente a los pacientes con enfermedad arterial crónica oclusiva es necesario tomar en cuenta y documentar varios factores, entre los cuales está la diabetes mellitus. En presencia de diabetes mellitus o si no se puede medir la presión sanguínea periférica, la microscopía capilar, la oximetría transcutánea y la flujometría láser Doppler de ultrasonido son técnicas útiles para evaluar la microcirculación en la piel y la gravedad de la isquemia en la parte inferior de la pierna. La DM parece cambiar la perfusión microcirculatoria, especialmente en pacientes con isquemia crítica (Bravo López, 2011).

Con la medida de la tensión de oxígeno en la piel se obtiene un valor predictivo positivo de isquemia crítica de hasta 77% en la detección, cuando se aplica un punto de corte de 30 mmHg. El 70% de los pacientes en los que la gravedad de la isquemia no puede determinarse por medio de la medida de la tensión arterial, pueden ser clasificados como individuos con isquemia crítica, con base en la investigación de la microcirculación.

La influencia de la diabetes en la microcirculación está excedida por los efectos de la aterosclerosis cuando la enfermedad vascular se torna grave. Cuando se aplica una intervención quirúrgica o endovascular, el análisis debe incluir el estado sintomático del paciente, la evidencia anatómica patente del proceso y de la enfermedad distal y proximal, el resultado hemodinámico, la posibilidad de preservar la pierna, y la letalidad. Todos estos factores proporcionarán un mejor conocimiento del cuadro global de la enfermedad e información para poderla tratar adecuadamente.

El diagnóstico de isquemia periférica debe basarse obviamente en una anamnesis y exploración clínica adecuadas y en unas pruebas indirectas no invasivas, la más importante de las cuales es la oscilometría calculando el índice de presión tobillo/brazo (ITB) (Bravo López, 2011).

Actualmente la resolución de los nuevos equipos de ecografía Doppler (ED) permite obtener también imágenes anatómicas muy precisas incluso de los vasos distales. También ha mejorado la sensibilidad del color y del power Doppler y se consiguen imágenes excelentes de la luz y de la pared tanto de las arterias proximales como de las tibiales y peroneas (Arana & Mendez, 2018).

La presentación clínica de la arteriopatía de miembros inferiores depende de: a) El grado de deterioro arterial (nivel de las lesiones, grado, circulación colateral compensatoria); b) el nivel de actividad del individuo, puesto que un individuo sedentario puede no tener claudicación al no aumentar la demanda de oxígeno en los músculos de la pierna; y c) de la velocidad de instauración de las lesiones (un sujeto con un deterioro arterial de larga evolución puede tener un buen desarrollo de la circulación colateral disminuyendo por tanto la manifestación clínica). Podemos decir que la claudicación intermitente es un desajuste entre las necesidades metabólicas del músculo durante el esfuerzo y el aporte sanguíneo (Conde, De la Torre, & García, 2017).

La mayoría de las veces los síntomas aparecen de forma gradual como consecuencia de una obliteración progresiva (síndrome de isquemia crónica), sin embargo, puede producirse una trombosis arterial en un lecho vascular dañado pudiendo producir isquemia aguda. La isquemia crónica es un síndrome clínico cuyos síntomas principales son la claudicación intermitente y el dolor en reposo, y las dos variables más importantes para determinar su gravedad son las molestias subjetivas del paciente y la determinación objetiva del deterioro vascular (y su localización) mediante el IT/B.

Las manifestaciones de la insuficiencia arterial pueden presentarse con un cuadro clínico variable. A nivel de extremidades, el dolor puede ser intenso y suele iniciarse tempranamente, seguido de parestias y más tarde pérdida de la sensibilidad en la región afectada, la región distal a la oclusión se vuelve pálida y fría. Como en todas las disciplinas médicas, el diagnóstico vascular comienza con un buen interrogatorio y un examen físico completo.

En muchos casos el sólo interrogatorio conduce al diagnóstico y el examen físico le da más certeza. Cuando el interrogatorio y el examen no ofrecen información suficiente, los métodos diagnósticos vasculares no invasivos son de gran utilidad. Los estudios invasivos como la arteriografía en la actualidad, no están indicados para confirmar una sospecha diagnóstica. Durante el examen físico se aplican los principios básicos de inspección, palpación y auscultación (Casanova, 2008).

La palpación de los pulsos arteriales es de vital importancia en la evaluación de las enfermedades arteriales y todos los médicos deben realizarla de rutina en cada consulta, examinando todas las arterias que permitan ser palpadas. El pulso fácilmente palpable indica que no existe obstrucción al flujo entre el corazón y el punto donde se examina. El pulso disminuido en intensidad con respecto al contralateral o de otras extremidades, significa una estenosis u obstrucción proximal o una anomalía anatómica del vaso.

La ausencia de pulso puede ser debida a un trayecto anómalo, obstrucción o espasmo intenso de la arteria. En isquemia crítica cuando la reducción del flujo distal es tan grave que el paciente presenta dolor en reposo. En estos casos se ve amenazada la viabilidad celular por la imposibilidad de mantener las necesidades metabólicas mínimas del tejido, causando la muerte celular que se traduce en necrosis tisular y un elevado riesgo de pérdida de extremidad (Conde, Paredes, & Zacarias, 2002).

La presencia de una estenosis arterial favorecerá el desarrollo de circulación colateral como intento de suplir el déficit del aporte sanguíneo, y ello requerirá un tiempo prolongado. El equilibrio entre las necesidades metabólicas de los tejidos y el aporte sanguíneo, la velocidad de instauración de las lesiones arteriales y el posible desarrollo de colaterales compensatorias, definirá la fase clínica del paciente. Por otro lado, la sintomatología dependerá también del número de territorios afectados, pues, aunque el efecto de estenosis en tándem no sea acumulativo, sí puede tener un efecto aditivo.

### **Clasificación WIFI en pacientes con pie diabético**

Existen diferentes clasificaciones para el grado de afectación del pie diabético. La Society of Vascular Surgery propuso una nueva clasificación que estima el de amputación para miembros inferiores: Úlcera, isquemia e infección del pie, por sus siglas en inglés: Wound, Ischaemia, and foot Infection classification system (WIFI) (Molina, Zaragoza, Morales, & Ramirez, 2017).

En enero de 2014, la Society of Vascular Surgery (SVS) publicó la Wound, Ischaemia, and foot Infection classification system (WIFI), que tiene como objetivo principal proporcionar una herramienta que permita clasificar de forma homogénea a los pacientes con lesiones tróficas en los pies, lo que permitiría establecer grupos comparables.

Para ello se basa en 3 parámetros para estratificar el riesgo de amputación: la herida (wound), la isquemia (ischemia) y la infección (foot infection) (Molina, Zaragoza, Morales, & Ramirez, 2017).

Variables que componen la clasificación WIFI, descritas según su gravedad		
<b>1. Herida (Wound)</b>		
Grado	Úlcera	Gangrena
0	No úlcera	No gangrena
Descripción clínica: dolor isquémico de reposo (síntomas típicos + grado 3 de isquemia); no lesiones		
1	Úlceras pequeñas, superficiales en pie o pierna distal; no exposición del hueso, a no ser que esté limitado a la falange distal.	No Gangrena
Descripción clínica: pérdida menor de tejido. Abordable con amputación simple (1-2 dedos) o injerto de piel		
2	Úlcera profunda con exposición del hueso, articulación o tendón; generalmente sin afectación del talón; úlcera superficial en talón, sin afectación del calcáneo	Gangrena limitada a los dedos
Descripción clínica: pérdida mayor de tejido abordable con amputaciones digitales múltiples ( $\geq 3$ dedos) o amputación transmetatarsiana estándar $\pm$ injerto de piel		
3	Úlcera extensa y profunda que afecta a antepié o mediopié; úlcera profunda que afecta a todo el espesor del talón $\pm$ afectación del calcáneo	Gangrena extensa que afecta a antepié o mediopié; necrosis que afecta a todo el espesor del talón $\pm$ afectación del calcáneo
Descripción clínica: pérdida de tejido extensa abordable únicamente con reconstrucción compleja del pie o amputación transmetatarsiana no tradicional (Chopart o Lisfranc); cobertura con colgajos o necesidad de manejo complejo de la herida por defecto de partes blandas		

<b>2. Isquemia (Ischemia)</b>			
Grado	ITB	Presión sistólica en tobillo, en mmHg	PD, TcPO2, en mmHg
0	≥0.8	>100	≥60
1	0.6-0.79	70-100	40-60
2	0.4-0.59	50-70	30-39
3	≤0.39	<50	≤30
<b>1. Infección del pie (foot infection)</b>			
0	Sin signos ni síntomas de infección Presencia de infección definida por 2 o más de los siguientes criterios: 1. Edema o induración local 2. Eritema >0,5-2 cm alrededor de la úlcera 3. Hipersensibilidad o dolor local 4. Aumento de temperatura local secreción purulenta (espesa, opaca o blanca, o secreción sanguinolenta)		
1	Infección local que afecta únicamente piel y tejido celular subcutáneo (sin afectación de tejidos profundos y sin signos de SRIS).		
2	Infección local con eritema >2 cm, o con afectación de estructuras profundas (por ejemplo, abscesos, osteomielitis, artritis séptica, fascitis) y sin SRIS		
3	Infección local con signos de SRIS, definido por 2 o más de los siguientes: 1. Temperatura >38 °C o <36 °C 2. Frecuencia cardíaca >90 latidos por minuto 3. Frecuencia respiratoria >20 ventilaciones/minuto o PaCO2<32 mmHg 4. Leucocitos en sangre >12.000 o <4.000 c/mm o formas inmaduras < 10%		
ITB: índice tobillo/brazo; PaCO 2 : presión parcial arterial de dióxido de carbono; PD: presión en el dedo; SRIS: síndrome de respuesta inflamatoria sistémica; TcPO2:presión transcutánea de oxígeno.			

(Molina, Zaragoza, Morales, & Ramirez, 2017).



### **Características en escala de grises de las arterias anormales:**

1. Estrías grasas como cambios ateroscleróticos precoces en la pared arterial.
2. La hiperplasia intimal se ve como un engrosamiento anormal de la íntima y puede causar alteraciones hemodinámicas.
3. Según su morfología las placas pueden ser: Blandas (homogéneas e hipocogénicas), Densas (muy ecogénicas), Calcificadas (hiperecogénicas con sombra posterior), Heterogéneas (placas complejas), Ulceradas (márgenes irregulares o cráteres).
4. Grados variables de estenosis pueden dificultar la visualización del vaso que se está explorando.
5. La oclusión completa es difícil de identificar en los estudios en tiempo real y se necesita el Doppler en color (Conde, De la Torre, & García, 2017).

### **Características en Doppler color de las arterias anormales (patológicas):**

1. Demuestra fácilmente las alteraciones del flujo debidas a estenosis o placas que hacen relieve en la luz del vaso.
2. Hay un chorro de color (espectro de colores) en el lugar de la estenosis junto con turbulencias postestenóticas representadas por un mosaico desordenado de colores y velocidades disminuidas distales a la estenosis.
3. Con el flujo en color se demuestra claramente la permeabilidad del vaso. En un vaso obstruido no hay flujo en color.
4. Se puede hacer el cálculo del área de estenosis (%) como lo demuestra el siguiente diagrama anatómico (Bravo López, 2011).

### **Características de la onda espectral en las arterias anormales.**

1. Las alteraciones de la onda incluyen: pérdida del flujo invertido y del componente diastólico, ensanchamiento espectral, aumento de los componentes sistólico y diastólico en el lugar de la estenosis.
2. Pérdida del flujo trifásico distal a la estenosis (monofásico)
3. Turbulencias postestenóticas.

4. Las estenosis de alto grado pueden causar sonidos intensos y violentos al pasar la sangre por el canal estrecho (jet), Ondas con mucha turbulencia y a menudo con aliasing (falso espectro).

5. Un índice de pulsatilidad patológico en las arterias del miembro inferior:

Femoral común < 4

Poplítea < 6

Tibial posterior y pedia < 7 (Bravo López, 2011).

### **Criterios para la clasificación de las lesiones arteriales periféricas.**

2. Reducción del diámetro 1%-19%: Curva con patrón trifásico, mínimo ensanchamiento espectral. VPS aumenta menos de un 30% respecto al segmento proximal adyacente.
3. Las curvas proximales y distales permanecen normales.
4. Reducción del diámetro 20%-49%: Curva suele mantener la morfología trifásica.
5. Prominente ensanchamiento espectral con relleno del área situada por debajo del pico sistólico.
6. La VPS aumenta entre un 30% y 100% respecto al segmento proximal adyacente. Curvas proximales y distales permanecen normales.
7. Reducción el diámetro 50%-99%:
8. Morfología de la curva monofásica sin componente de reversión de flujo con flujo anterógrado durante el todo ciclo cardiaco.
9. Gran ensanchamiento espectral.
10. Aumento de la VPS por encima del 1005 respecto al segmento proximal adyacente. Curva distal monofásica con velocidad sistólica reducida.
11. Oclusión: No se detecta flujo en el segmento arterial afectado. Curva distal monofásica y con velocidad sistólica reducida.
12. Se ausculta un fuerte latido inmediatamente proximal al segmento ocluido (Bravo López, 2011).

## 7. Hipótesis de Investigación

Existe una correlación entre los hallazgos encontrados en ecografía Doppler arterial de pacientes con pie diabético y los datos clínicos que presentan estos pacientes, así como, con los hallazgos posquirúrgicos de dichos pacientes, que estuvieron ingresados en el servicio de Ortopedia del Hospital Dr. Fernando Vélez Paiz, en el periodo de enero a diciembre del 2021.

## 8. Diseño Metodológico

### 8.1 Tipo de Estudio

De acuerdo al método de investigación, el presente estudio es observacional y según el nivel inicial de profundidad del conocimiento es descriptivo (Piura, 2012). De acuerdo a la clasificación de Hernández, Fernández y Baptista (2014), el tipo de estudio es correlacional. De acuerdo al tiempo de ocurrencia de los hechos y registro de la información, el estudio es retrospectivo, por el período y secuencia del estudio es transversal (Canales, Alvarado y Pineda, 1996).

### 8.2 Área de Estudio

El área de estudio donde se realizó el trabajo de investigación, fue en el servicio de Ortopedia y de Radiología del Hospital Dr. Fernando Vélez Paiz, Managua, Nicaragua.

### 8.3 Universo y Muestra

Para el desarrollo de esta investigación y por sus características particulares, la población objeto de estudio fue definida por todos los pacientes que asistieron al servicio de Ortopedia con diagnóstico de pie diabético a quienes se les realizó ecografía, en el HFVP durante el periodo de enero a diciembre 2021.

El tamaño de la muestra en el presente estudio, se corresponde con el criterio de censo de todos los pacientes disponibles para esta población de estudio, quienes cumplieron los criterios de inclusión y exclusión, el total de casos incluidos en esta investigación fue de 60 pacientes, que sí cumplieron los criterios de inclusión, según los datos facilitados por los registros médicos del HFVP, en el período de enero a diciembre 2021.

### **8.3.1 Criterios de Inclusión**

1. Pacientes con diagnóstico de diabetes mellitus ya establecido y que presenten pie diabético como complicación diagnóstica.
2. Pacientes atendidos en área de emergencia y/o hospitalizados en esta unidad.
3. Pacientes que se les realizó estudio ecografía Doppler arterial.
4. Que asistieron en el período de estudio.
5. Que presentaron documentación completa en el sistema de datos Fleming
6. Pacientes con clasificación WIFI establecida por el servicio tratante

### **8.3.2 Criterios de Exclusión**

1. Pacientes que no asistieron en el período de estudio.
2. Pacientes con previa amputación del miembro pélvico.
3. Pacientes manejados en consulta externa.
4. Pacientes que abandonaron la unidad asistencial antes de un tratamiento o conducta terapéutica establecida.
5. Pacientes que fueron trasladados a otras unidades asistenciales, sin establecerse un manejo médico y/o quirúrgico.

### 8.3 Matriz de Operacionalización de Variables e Indicadores (MOVI)

Operacionalización de variables			
Ecografía Doppler arterial en paciente con pie diabético			
1. Características sociodemográficas			
Variable	Concepto	Fuente	Valor
<b>Edad</b>	Tiempo de vida desde el nacimiento expresado en años.	Expediente	Edad: _____
<b>Sexo</b>	Condición orgánica que distingue masculino y femenino	Expediente	Masculino Femenino
<b>Procedencia</b>	Es el período donde nace o deriva una persona.	Expediente	Urbano Rural
<b>Escolaridad</b>	Duración de estudios en un centro docente.	Expediente	Analfabeta Primeria completa Primaria incompleta Secundaria completa Secundaria incompleta Técnico Universitario
<b>Trabajo</b>	Actividad ya sea de origen manual o intelectual que se realiza a cambio de una compensación económica por las labores concretadas.	Expediente	Si No
2. Antecedentes personales			
<b>Antecedentes personales patológicos</b>	Se refiere a las patologías que ha presentado el paciente	Expediente	Enfermedad crónica Si: 1. Hipertensión 2. Hipertrigliceridemia 3. Cardiopatía 4. Neuropatía periférica 5. Hipercolesterolemia No

<b>Antecedentes personales no patológicos</b>	Se refiere a las características y modo de vida del paciente	Expediente	Trauma Hábito tabáquico Licor Drogas
<b>3. Clínica presentada por el paciente</b>			
<b>Signos</b>	Signos clínicos que encuentra el médico al examinar al paciente	Expediente	Si: 1. Úlcera 2. Artropatía de Charcot 3. Necrosis digital 4. Celulitis 5. Infección necrotizante de tejidos blandos 6. Osteomielitis 7. Todos No
<b>Miembro inferior afectado</b>	Extremidad pélvica afectada	Expediente	Derecho Izquierdo
<b>Clasificación WIFI</b>	Grado de afectación que se le asigna a un pie afectado	Expediente	Grado 0 Grado 1 Grado 2 Grado 3
<b>Síntomas</b>	Es todo aquello que percibe el paciente en relación a su estado de enfermedad	Expediente	Si: 1. Dolor 2. Pérdida de la sensibilidad 3. Fiebre 4. Calor local No
<b>4. Hallazgos encontrados en la ecografía Doppler</b>			
<b>Engrosamiento intimal</b>	Engrosamiento patológico de la íntima	Expediente	<1 mm >1 mm
<b>Calcificación intimal presente</b>	Presencia de calcificaciones en la pares íntima arterial	Expediente	Si No
<b>Placas de ateroma presente</b>	Lesión que se produce por la aparición de abultamiento por células muertas de colesterol en la pared interna arterial	Expediente	Si No

<b>Extensión de las placas</b>	Sitio hasta donde se extiende la lesión	Expediente	1. Difuso 2. Muslo 3. Pierna 4. Pie			
<b>Complicación de las placas de ateromatosas</b>	Placa de ateroma la cual presenta estado empeorado de enfermedad	Expediente	Si No			
<b>Tipo de flujo</b>	Cantidad de sangre eyectada por el corazón en la aorta y resto de vasos.	Expediente	1. Laminar 2. Turbulento 3. Ausente			
<b>Estenosis</b>	Grado de oclusión que está condicionando la placa	Expediente	Si No			
<b>Estenosis localización</b>	Sitio donde se ubica la estenosis	Expediente	1. Arteria femoral común 2. Arteria femoral superficial 3. Arteria poplítea 4. Arteria tibial anterior 5. Arteria tibial posterior 6. Arteria pedia			
<b>Porcentaje de estenosis</b>	Grado de oclusión que está condicionando la placa	Expediente	1. Menor del 20% 2. 20-50% 3. 51-80% 4. 81-99% 5. 100%			
<b>Velocidades pico sistólicas (VPS)</b>	Máxima velocidad que alcanza la onda durante la sístole cardíaca y se miden en cm/s		Arteria	VPS	IR	Onda
			AFC	Normal Disminuida Aumentada	Normal Bajo Alto	Trifásica Bifásica Monofásica
			AFS	Normal Disminuida Aumentada	Normal Bajo Alto	Trifásica Bifásica Monofásica
<b>Indice de resistencia (IR)</b>	Refleja la resistencia al flujo arterial originado por el lecho microvascular distal al sitio de la medición	Expediente	AFP	Normal Disminuida Aumentada	Normal Bajo Alto	Trifásica Bifásica Monofásica
			ArtPop	Normal Disminuida Aumentada	Normal Bajo Alto	Trifásica Bifásica Monofásica



<b>Tipo de onda</b>	Es la onda encontrada durante el estudio Doppler		ATA	Normal Disminuida Aumentada	Normal Bajo Alto	Trifásica Bifásica Monofásica
			ATP	Normal Disminuida Aumentada	Normal Bajo Alto	Trifásica Bifásica Monofásica
			Pedia	Normal Disminuida Aumentada	Normal Bajo Alto	Trifásica Bifásica Monofásica
<b>Afectación vascular periférica</b>	Es el daño vascular a nivel periférico	Expediente	Si No			
<b>Correlación entre Doppler y clínica presentada por el paciente, coincide?</b>	Correlación entre la clínica que presenta el paciente y el resultado del estudio Doppler, coinciden?	Expediente	Si No			
<b>5. Tratamiento y evolución del paciente posterior a la ecografía Doppler</b>						
<b>Tratamiento</b>	Tratamiento instaurado para ayudar a los pacientes a recuperar su estado de salud	Expediente	¿Tratamiento conservador? Si No ¿Amputación? Si No			
<b>Evolución del paciente posterior al tratamiento.</b>	Paciente quien ha recibido tratamiento ya sea éste conservador y/o amputación, y cómo ha evolucionado posterior a ello.	Expediente	Satisfactoria  No satisfactoria			

## 8.5 Métodos, técnicas e instrumentos de recolección de datos e información

La presente investigación se adhiere al paradigma socio-crítico. De acuerdo a esta postura, todo conocimiento depende de las prácticas de la época y de la experiencia. No existe, de este modo, una teoría pura que pueda sostenerse a lo largo de la historia. Por extensión, el conocimiento sistematizado y la ciencia se desarrollan de acuerdo a los cambios de la vida social. La praxis, de esta forma, se vincula a la organización del conocimiento científico que existe en un momento histórico determinado. A partir de estos razonamientos, la teoría crítica presta especial atención al contexto de la sociedad (Perez Porto, 2016).

En cuanto al enfoque de la presente investigación, por el uso de datos y análisis de la información tanto cuantitativa como cualitativa, así como por su integración y discusión holística-sistémica de diversos métodos y técnicas cuali-cuantitativas de investigación, este estudio se realizó mediante la aplicación del enfoque filosófico mixto de investigación (Hernández, Fernández, & Baptista, 2014).

A partir de la integración metodológica antes descrita, en el presente estudio se aplicaron las siguientes técnicas cuantitativas y cualitativas de investigación:

### 8.5.1 Técnicas cuantitativas de investigación

#### Técnicas descriptivas

- ✓ Las estadísticas descriptivas para variables de categorías (nominales u ordinales).
- ✓ Las estadísticas descriptivas para variables numéricas (discretas o continuas).
- ✓ Gráfico para variables dicotómicas, individuales o en serie.

#### Técnicas de asociación correlación

1. Correlación de Pearson = Univariada paramétrica.
2. Prueba de asociación Phi.

## 8.5.2 Técnicas cualitativas de investigación

1. Observación clínica.

## 8.6 Procedimientos para la recolección de datos e información

Para la aplicación del instrumento y obtención de los datos mediante revisión de los expedientes clínicos, se accedió al programa Fleming con el que cuenta el hospital escuela Fernando Velez Paiz, donde aparece la historia clínica de los pacientes en estudio.

Finalmente se procedió a obtener la información realizando el correcto llenado del formulario, extrayendo cuidadosamente cada dato proporcionado por el expediente clínico y que fue de interés para el cumplimiento de nuestros objetivos.

### **Consideraciones éticas:**

Debido a la naturaleza privada y confidencial de la información, los datos recolectados fueron protegidos y no serán expuestos a nadie más; dicha información será utilizada únicamente con fines científicos, en ningún momento se extraerán o se registrarán datos que revelen identidad de nuestros pacientes.

Los datos serán mostrados a las autoridades del Hospital Escuela Fernando Vélez Paiz y a la universidad, para lo cual al finalizar esta investigación se solicitará permiso a las autoridades correspondientes para exponer los resultados y brindar información general sobre este padecimiento.

## 8.7 Plan de tabulación y análisis estadístico de datos

### 8.7.1 Plan de tabulación

Para el diseño del plan de tabulación que responde a los objetivos específicos de tipo descriptivo, se limitó solamente a especificar los cuadros de salida que se presentaron según el análisis de frecuencia y descriptivas de las variables a destacarse. Para este plan de tabulación se determinó primero aquellas variables que ameritaron ser analizadas individualmente o presentadas en cuadros y gráficos.

Para el diseño del plan de tabulación que responde a los objetivos específicos de tipo correlacional, se realizaron los análisis de contingencia que corresponde, según la naturaleza y calidad de las variables que fueron incluidas. Por tanto, los cuadros de salida se limitaron a especificar la tabla de contingencia con porcentajes de totales y la tabla de probabilidad de las pruebas de correlación y medidas de asociación que fue necesario realizar. Para este plan de tabulación se determinaron aquellas variables que se relacionaron por medio del análisis de contingencia, para esto se definieron los cuadros de salida, según el tipo de variable y las escalas de clasificación predefinidas.

### 8.7.2 Plan de Análisis Estadístico

A partir de los datos recolectados, se diseñó la base datos correspondientes, utilizando el software estadístico SPSS, v. 24 para Windows. Una vez que se realizó el control de calidad de los datos registrados, fueron realizados los análisis estadísticos pertinentes.

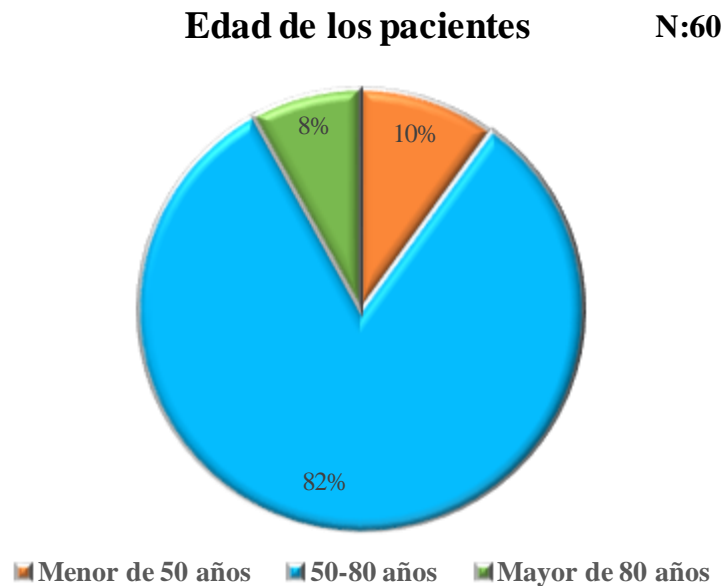
De acuerdo a la naturaleza de cada una de las variables (cuantitativas o cualitativas) y guiados por el compromiso definido en cada uno de los objetivos específicos, fueron realizados los análisis descriptivos correspondientes, para las variables nominales transformadas en categorías se realizó el análisis de frecuencia, y para las variables numéricas (continuas o discretas), se realizaron las estadísticas descriptivas enfatizando en el intervalo de confianza para variables numéricas. Además, se realizaron gráficos del tipo pastel o barras de manera univariadas para variables de categorías en un mismo plano cartesiano, barras de manera univariadas para variables dicotómicas, que permitan describir la respuesta de múltiples factores en un mismo plano cartesiano.

Se realizó la prueba de correlación de Pearson (r), la cual permite demostrar la correlación lineal entre variables de categoría, mediante la comparación de la probabilidad aleatoria del suceso y el nivel de significancia pre-establecido para la prueba entre ambos factores, de manera que cuando  $p \leq 0.05$ , se estará rechazando la hipótesis nula planteada de  $\rho = 0$ . Los análisis estadísticos antes referidos, se realizaron de acuerdo a los procedimientos descritos en (Pedroza & Dicovsky, 2006).

## 9. Resultados

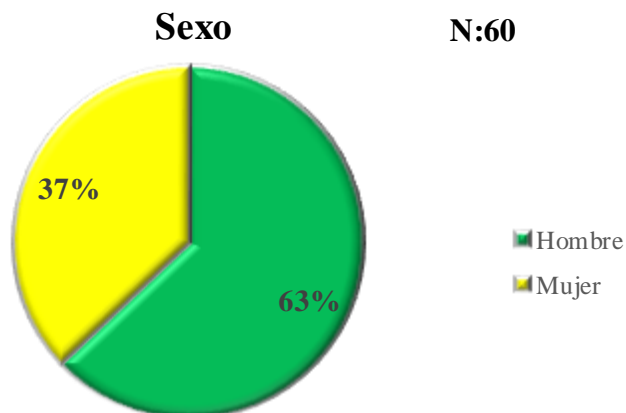
### 9.1 Características socio-demográficas de los pacientes, incluidos en el estudio

En relación a la edad de los pacientes ingresados con diagnóstico de pie diabético, el 82% se encuentran en rango el de edad entre 50-80 años (**gráfico N. 1**).



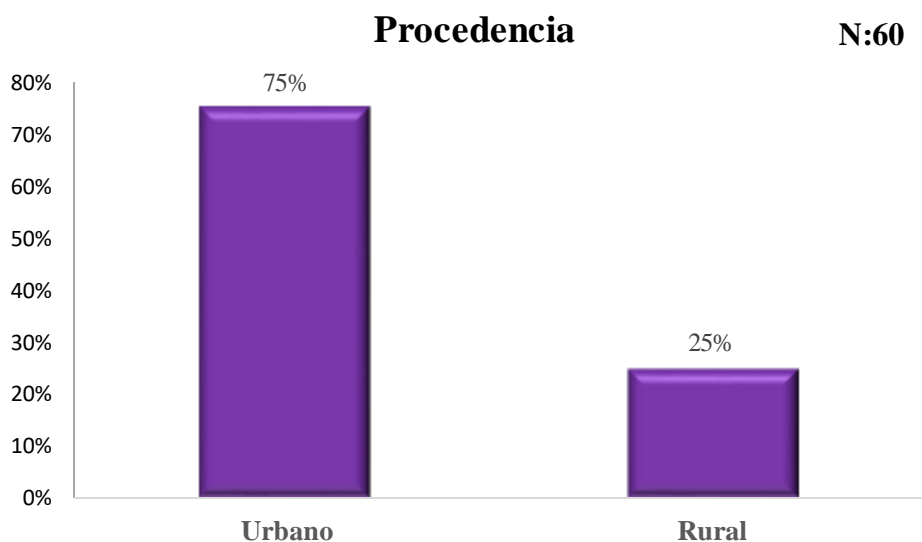
**Gráfico 1.** Edad de los pacientes con diagnóstico de pie diabético, manejados en el Hospital Dr. Fernando Vélez Paiz

En cuanto al sexo, el 63% son hombres y el 37% son del sexo femenino (**gráfico N. 2**).



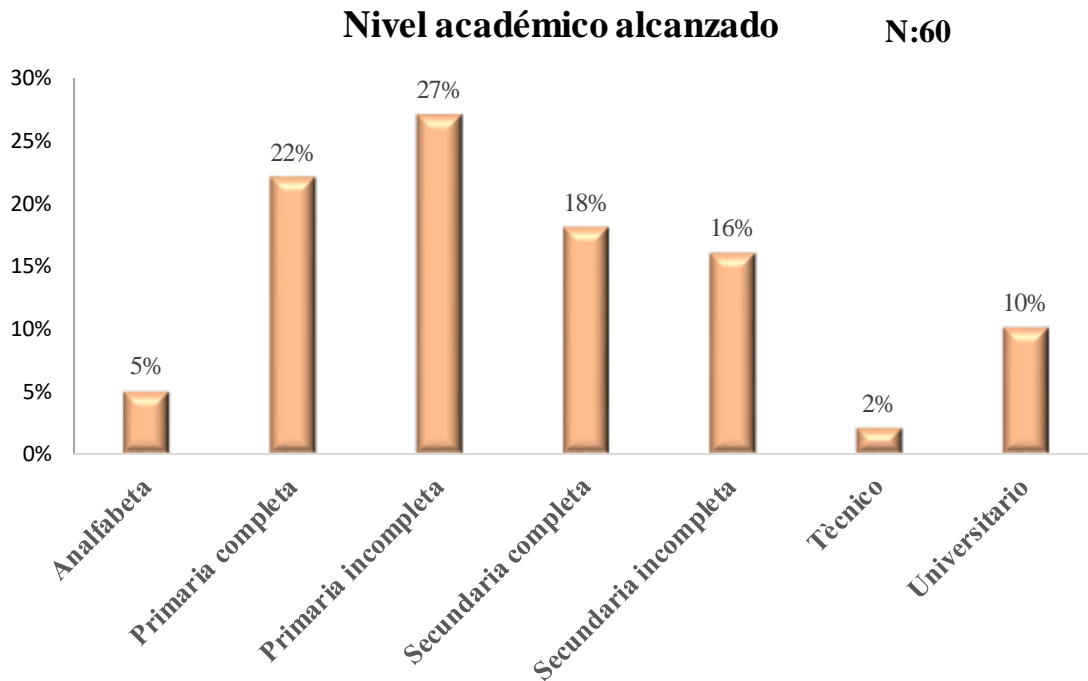
**Gráfico 2.** Sexo de los pacientes con diagnóstico de pie diabético manejados en el Hospital Dr. Fernando Vélez Paiz

Respecto a la procedencia de los pacientes con diagnóstico de pie diabético, el 75% de los pacientes son de zona urbana y un 25% de zona rural (**gráfico N. 3**).



**Gráfico 3.** Procedencia de los pacientes con diagnóstico de pie diabético manejados en el Hospital Dr. Fernando Vélez Paiz

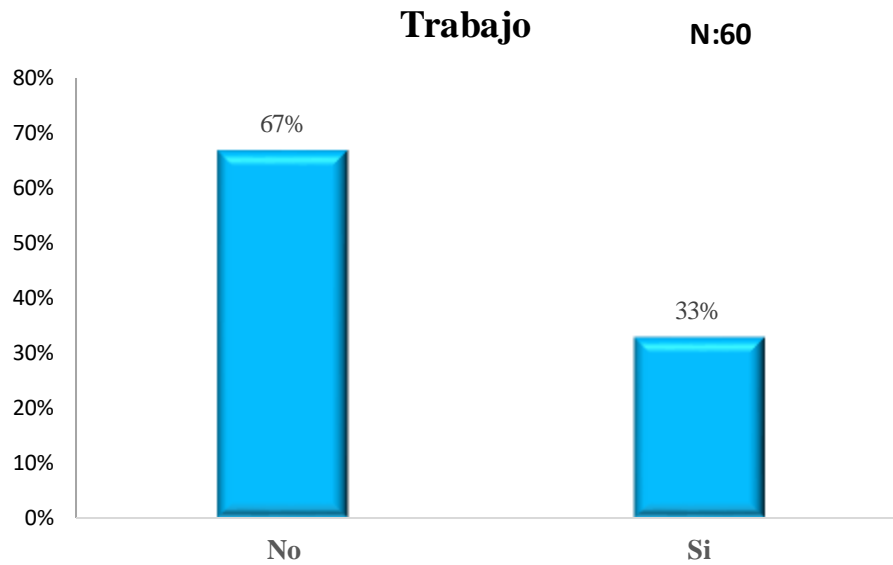
Referente al nivel académico de los pacientes con diagnóstico de pie diabético, el 27% tienen primaria incompleta, 10% tienen estudio universitario, 5% son analfabetas y el 2% estudio técnico (gráfico N. 4).



**Gráfico 4.** Nivel académico alcanzado de los pacientes con diagnóstico de pie diabético manejados en el Hospital Dr. Fernando Vélez Paiz



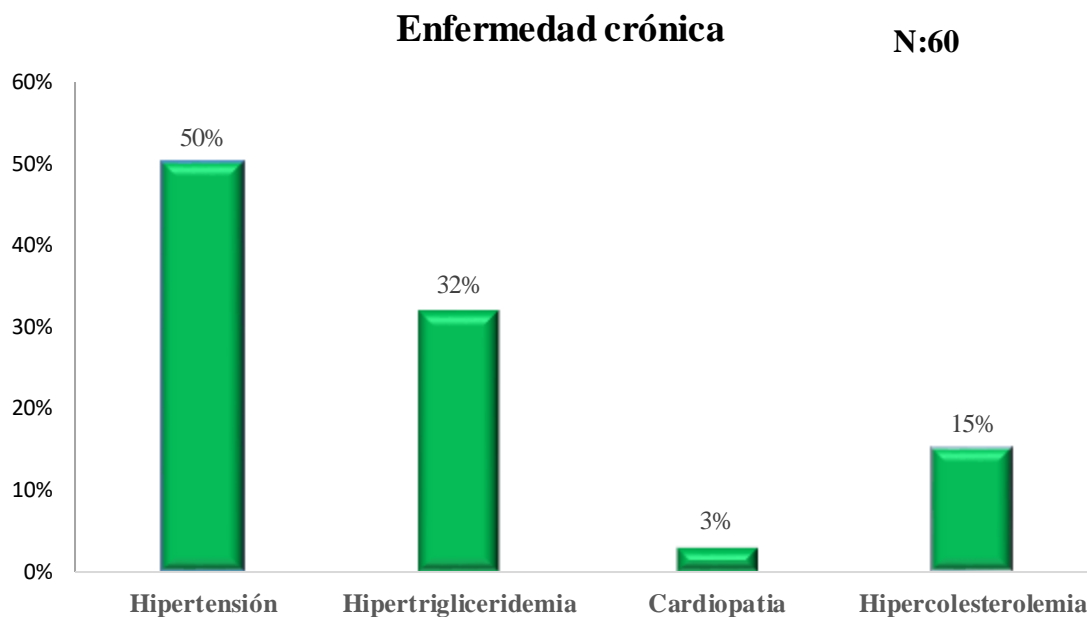
Acerca de la ocupación de los pacientes con diagnóstico de pie diabético, el 33% trabaja y un 67% no desempeñan ningún trabajo (**gráfico N. 5**).



**Grafico 5.** Porcentaje de pacientes que desempeñan o no algún trabajo, los cuales tienen diagnóstico de pie diabético manejados en el Hospital Dr. Fernando Vélez Paiz

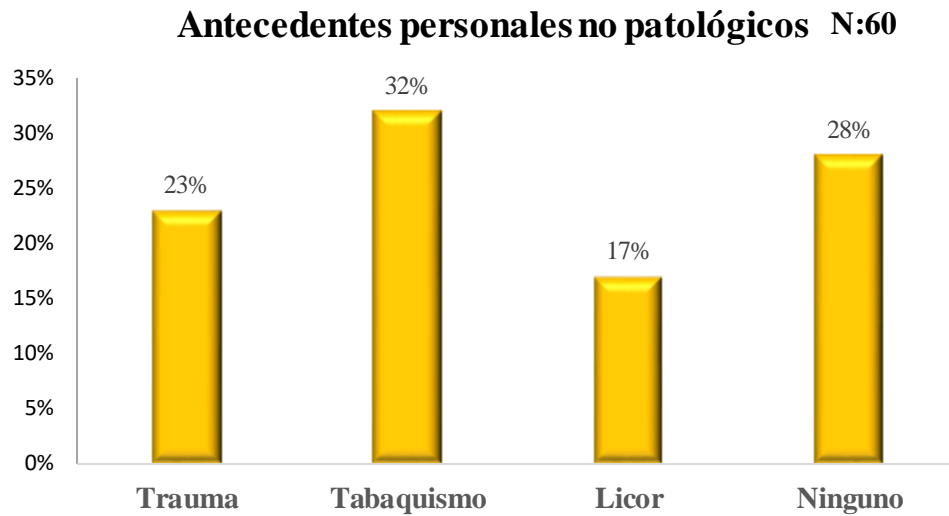
## 9.2 Antecedentes personales y datos clínicos, en pacientes que se les realizó ecografía Doppler arterial

Relacionado a las enfermedades crónicas que padecen los pacientes con diagnóstico de pie diabético, el 50% padecen de hipertensión arterial, hipertrigliceridemia 32% y 3% son cardiopatas (**gráfico N. 6**).



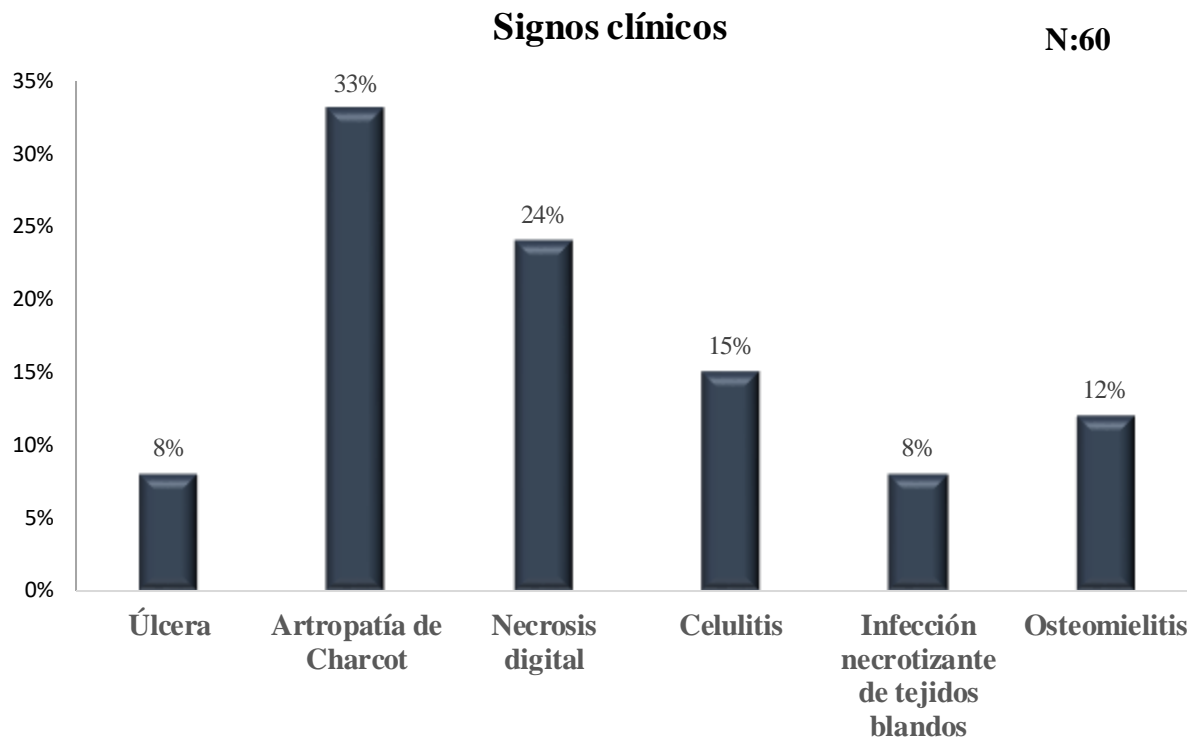
**Gráfico 6.** Enfermedades crónicas que padecen los pacientes con diagnóstico de pie diabético, manejados en el Hospital Dr. Fernando Vélez Paiz

Relacionado a los antecedentes personales no patológico, el 32% tienen hábito tabáquico, el 28% no tenían ningún antecedente, el 23% historia de trauma previo (**gráfico N. 7**)



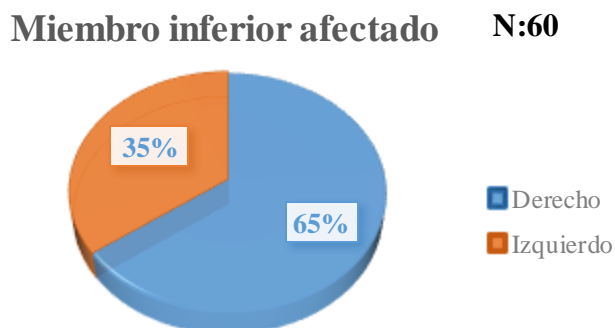
**Gráfico 7.** Antecedentes personales no patológicos de los pacientes con diagnóstico de pie diabético, manejados en el Hospital Dr. Fernando Vélez Paiz

En cuanto a los signos clínicos presentados por los pacientes con diagnóstico de pie diabético, artropatía de Charcot 33%, necrosis digital 24%, úlcera y la infección necrotizante de tejidos blandos 8% (**gráfico N. 8**).



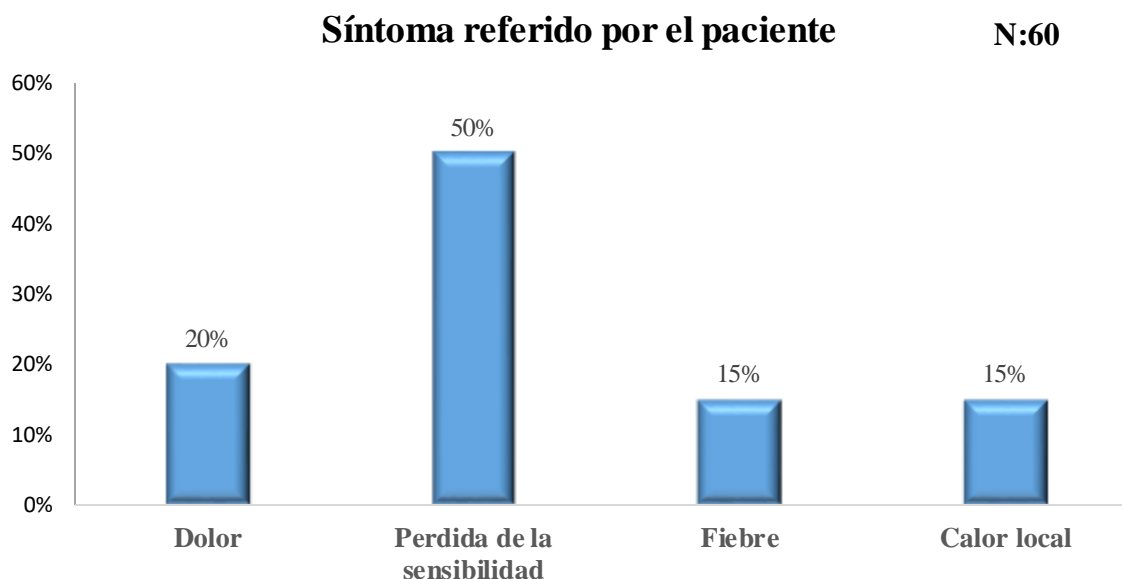
**Grafico 8.** Signos clínicos que presentaron los pacientes con diagnóstico de pie diabético, manejados en el Hospital Dr. Fernando Vélez Paiz

En relación al miembro inferior más afectado con diagnóstico de pie diabético, el 65% el miembro derecho y el 25% miembro izquierdo (**gráfico N. 9**).



**Gráfico 9.** Miembro inferior afectado en los pacientes con diagnóstico de pie diabético, manejados en el Hospital Dr. Fernando Vélez Paiz

Relacionado al síntoma referido por el paciente con diagnóstico de pie diabético, pérdida de sensibilidad 50%, 20% del dolor, y el 15% refirió fiebre y calor local (**gráfico N. 10**).



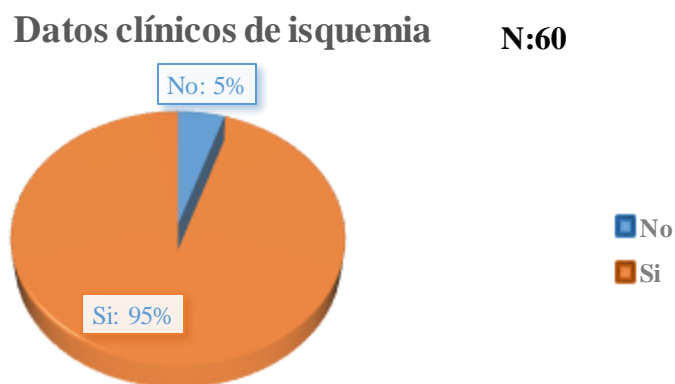
**Gráfico 10.** Síntomas referidos por los pacientes con diagnóstico de pie diabético, manejados en el Hospital Dr. Fernando Vélez Paiz

En relación a la clasificación WIFI, el 55% de los pacientes se les asignó 2 puntos en cuanto a la herida, en lo evaluado de isquemia al 47% de los pacientes le asignaron 1 punto y en relación a la infección de tejidos blandos al 42% le asignaron 2 puntos (**tabla N. 1**)

Grado de afectación del pie diabético		N:60
Clasificación WIFI	Numero	Porcentaje
Wound 1 (Herida)	11	18%
Wound 2 (Herida)	33	55%
Wound 3 (Herida)	16	27%
Ischemia 1 (Isquemia)	28	47%
Ischemia 2 (Isquemia)	27	45%
Ischemia 3 (Isquemia)	5	8%
Foot Infection 0 (Infección)	4	7%
Foot Infection 1 (Infección)	21	35%
Foot Infection 2 (Infección)	25	42%
Foot Infection 3 (Infección)	10	16%

**Tabla 1.** Grado de afectación del pie diabético, según clasificación WIFI por sus siglas en inglés: Wound (herida), Ischemia (isquemia) y Foot Infection (infección del pie), manejados en el Hospital Dr. Fernando Vélez Paiz

En cuanto a los datos clínicos de isquemia, el 95% de los pacientes con diagnóstico de pie diabético si tenían clínica de isquemia y solamente el 5% no había isquemia clínicamente (**gráfico N. 11**)



**Gráfico 11.** Pacientes que presentaron o no datos clínicos de isquemia, con diagnóstico de pie diabético, manejados en el Hospital Dr. Fernando Vélez Paiz

### 9.3 Hallazgos encontrados en ecografía Doppler arterial en pacientes con diagnóstico de pie diabético

Respecto a los hallazgos encontrados en la ecografía Doppler en la escala de grises, el 82% presentaron engrosamiento de la íntima media, el 100% placas ateromatosas, las cuales presentaron distribución difusa en el 43%, el 90% de estas placas no presentaron complicación alguna (tabla N. 2)

Hallazgos encontrados en la ecografía Doppler en escala de grises		N: 60	
Hallazgos		Número	Porcentaje
Engrosamiento intimal	Menor de 1 mm	11	18%
	Mayor de 1 mm	49	82%
Placas de ateroma	Si	60	100%
Extensión de las placas ateromatosas	Difuso	26	43%
	Muslo	10	17%
	Pierna	18	30%
	Pie	6	10%
Complicación de las placas ateromatosas	No	54	90%
	Si	6	10%

**Tabla 2.** Hallazgos encontrados en la ecografía Doppler en escala de grises en los pacientes con diagnóstico de pie diabético, manejados en el Hospital Dr. Fernando Vélez Paiz

Relacionado a los hallazgos encontrados en la ecografía Doppler color, el 73% presentaron flujo turbulento, el 60% no presentaron estenosis y el 40% si tenían, localizada en un 19% en la arteria tibial anterior, siendo el grado de estenosis entre 81-90% en el 18% de los casos (**tabla N. 3**)

<b>Hallazgos encontrados en ecografía Doppler color N: 60</b>		
<b>Hallazgos</b>	<b>Número</b>	<b>Porcentaje</b>
<b>Tipo de flujo</b>		
Laminar	1	2%
Turbulento	44	73%
Ausente	15	25%
<b>Presencia de estenosis</b>		
No	36	60%
Si	24	40%
<b>Localización de la estenosis</b>		
Arteria femoral común	1	2%
Arteria femoral superficial	2	3%
Poplítea	5	8%
Arteria tibial anterior	11	19%
Pedia	5	8%
No aplica	36	60%
<b>Porcentaje de estenosis</b>		
20-50%	1	2%
51-80%	5	8%
81-99%	11	18%
100%	7	12%
No aplica	36	60%

**Tabla 3.** Hallazgos encontrados en la ecografía Doppler color en los pacientes con diagnóstico de pie diabético, manejados en el Hospital Dr. Fernando Vélez Paiz



En cuanto a los hallazgos encontrados en la ecografía Doppler espectral, en relación a la velocidad picosistólica en la arteria femoral común el 98% están normales y el 2% están aumentadas, en la arteria femoral superficial el 90% las velocidades están normales y el 5% estaban disminuidas, en la arteria poplítea las velocidades fueron normales en el 73% y el 15% estuvieron disminuidas, en la arteria tibial anterior las velocidades que se obtuvieron fueron disminuidas en el 58%, el 20% no estaban evaluables, en la arteria tibial posterior las velocidades fueron disminuidas en el 61% y normales en el 25% y en la arteria pedia fueron disminuidas en el 52% y no evaluable en el 32% (**tabla N. 4**).

<b>Velocidad picosistólica de miembro pélvico afectado, obtenida mediante Doppler espectral</b>			
<b>N:60</b>			
<b>Velocidad picosistólica</b>		<b>Número</b>	<b>Porcentaje</b>
<b>Arteria femoral común</b>	Normal	59	98%
	Aumentada	1	2%
<b>Arteria femoral superficial</b>	Normal	54	90%
	Disminuida	3	5%
	Aumentada	2	3%
	No evaluable	1	2%
<b>Arteria poplítea</b>	Normal	44	73%
	Disminuida	9	15%
	Aumentada	3	5%
	No evaluable	4	7%
<b>Arteria tibial anterior</b>	Normal	11	18%
	Disminuida	35	58%
	Aumentada	2	4%
	No evaluable	12	20%
<b>Arteria tibial posterior</b>	Normal	15	25%
	Disminuida	37	61%
	Aumentada	4	7%
	No evaluable	4	7%
<b>Arteria pedia</b>	Normal	8	13%
	Disminuida	31	52%
	Aumentada	2	3%
	No evaluable	19	32%

**Tabla 4.** Hallazgos encontrados en la ecografía Doppler espectral, en relación a velocidad picosistólica, en los pacientes con diagnóstico de pie diabético, manejados en el Hospital Dr. Fernando Vélez Paiz

Respecto a los hallazgos encontrados en la ecografía Doppler espectral, en relación al índice de resistencia en la arteria femoral común el 2% están bajos, en la arteria femoral superficial el 94% los índices de resistencias están normales, en la arteria poplítea los índices de resistencias fueron normales en el 87% y el 7% no evaluables, en la arteria tibial anterior los índices de resistencias que se obtuvieron fueron normales en el 62%, en la arteria tibial posterior las velocidades fueron normales en el 70%, el 16% fueron altos y en la arteria pedia fueron normales en el 52% y el 7% fueron bajos (**tabla N. 5**)

<b>Índice de resistencia de las arterias evaluadas de miembro pélvico afectado</b>			<b>N : 60</b>
<b>Índice de resistencia de las arterias evaluadas</b>	<b>Número</b>	<b>Porcentaje</b>	
<b>Arteria femoral común</b>	Normal	59	98%
	Bajo	1	2%
<b>Arteria femoral superficial</b>	Normal	57	94%
	Alto	1	2%
	Bajo	1	2%
	No evaluable	1	2%
<b>Arteria poplítea</b>	Normal	52	87%
	Alto	2	3%
	Bajo	2	3%
	No evaluable	4	7%
<b>Arteria tibial anterior</b>	Normal	37	62%
	Alto	8	13%
	Bajo	3	5%
	No evaluable	12	20%
<b>Arteria tibial posterior</b>	Normal	42	70%
	Alto	10	16%
	Bajo	4	7%
	No evaluable	4	7%
<b>Arteria pedia</b>	Normal	31	52%
	Alto	6	10%
	Bajo	4	7%
	No evaluable	19	31%

**Tabla 5.** Hallazgos encontrados en la ecografía Doppler espectral, en relación al índice de resistencia, en los pacientes con diagnóstico de pie diabético, manejados en el Hospital Dr. Fernando Vélez Paiz

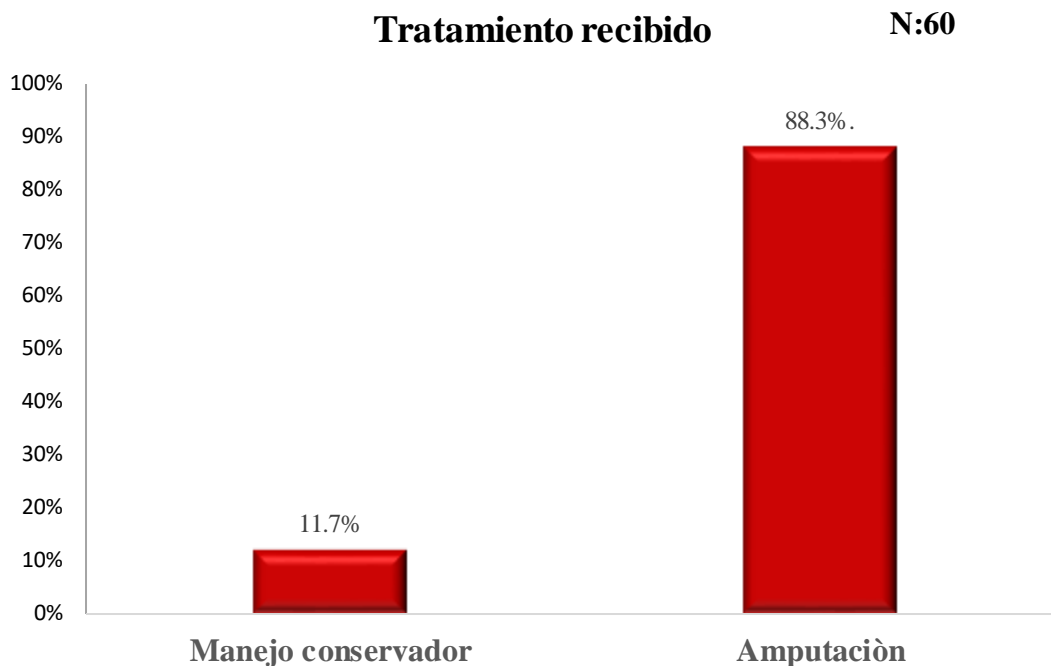
Respecto a los hallazgos encontrados en la ecografía Doppler espectral, en relación al tipo de onda, en la arteria femoral común el 100% fueron trifásicas, en la arteria femoral superficial el 92% las ondas fueron trifásicas, el 3% monofásicas y el 3% bifásicas, en la arteria poplítea fueron trifásicas en el 72% y el 5% fueron monofásicas, en la arteria tibial anterior el 57% fueron ondas bifásicas, en el 20% no se pudieron evaluar y el 10% fueron ondas monofásicas, en la arteria tibial posterior el 70% fueron ondas bifásicas y el 8% ondas monofásicas y en la arteria pedia fueron ondas monofásicas en el 40% y trifásicas en el 2% (tabla N. 6)

<b>Tipo de onda de las arterias evaluadas de miembro pélvico afectado N:60</b>			
<b>Arteria evaluada</b>	<b>Tipo de Onda</b>	<b>Número</b>	<b>Porcentaje</b>
<b>Arteria femoral común</b>	Trifásica	60	100%
<b>Arteria femoral superficial</b>	Trifásica	55	92%
	Bifásica	2	3%
	Monofásica	2	3%
	No evaluable	1	2%
<b>Arteria poplítea</b>	Trifásica	43	72%
	Bifásica	10	17%
	Monofásica	3	5%
	No evaluable	4	6%
<b>Arteria tibial anterior</b>	Trifásica	8	13%
	Bifásica	34	57%
	Monofásica	6	10%
	No evaluable	12	20%
<b>Arteria tibial posterior</b>	Trifásica	9	15%
	Bifásica	42	70%
	Monofásica	5	8%
	No evaluable	4	7%
<b>Arteria pedia</b>	Trifásica	1	2%
	Bifásica	16	27%
	Monofásica	24	40%
	No evaluable	19	31%

**Tabla 6.** Hallazgos encontrados en la ecografía Doppler espectral, en relación al tipo de onda, en los pacientes con diagnóstico de pie diabético, manejados en el Hospital Dr. Fernando Vélez Paiz

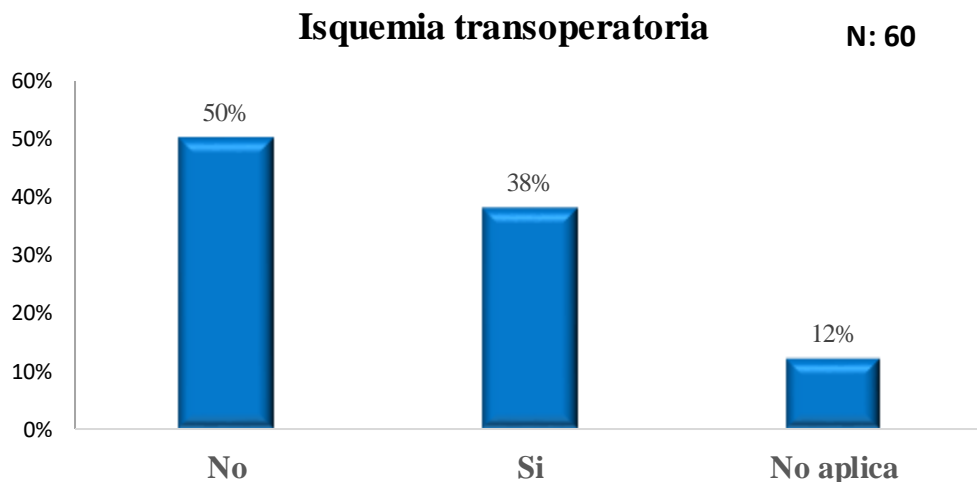
#### 9.4 Evolución y tratamiento de los pacientes con pie diabético en el servicio de Ortopedia

Respecto al tratamiento que recibió el paciente con diagnóstico de pie diabético, el 88.3% de los pacientes fueron amputados y el 11.7% recibieron manejo conservador (gráfico N. 12).



**Gráfico 12.** Tratamiento que recibieron los pacientes con diagnóstico de pie diabético, manejados en el Hospital Dr. Fernando Vélez Paiz

Relacionado la isquemia transoperatoria de los pacientes que fueron amputados con diagnóstico de pie diabético, el 50% no tenían signos de isquemia, el 38% si tenían isquemia y el 12% no aplica ya que fueron los pacientes con manejo conservador (**gráfico N. 13**).



**Grafico 13.** Isquemia transoperatoria diagnosticada en los pacientes amputados con diagnóstico de pie diabético, manejados en el Hospital Dr. Fernando Vélez Paiz

En cuanto a la evolución posterior al tratamiento recibido de los pacientes con diagnóstico de pie diabético, el 88% la evolución fue satisfactoria y el 12% no fue satisfactoria (**gráfico N. 14**).



**Grafico 14.** Evolución posterior al tratamiento recibido de los pacientes con diagnóstico de pie diabético, manejados en el Hospital Dr. Fernando Vélez Paiz

## 9.5 Correlación los hallazgos del Doppler arterial con los signos clínicos y hallazgos transoperatorios en pacientes con pie diabético

La prueba de Correlación de **Pearson**, realizada entre datos clínicos de isquemia y presencia de estenosis demostrada en el Doppler arterial, aportó las evidencias estadísticas de un valor de  $p = 0.342$ , el cual es mayor que el nivel crítico de comparación  $\alpha = 0.05$ , esto indica que se obtuvo una respuesta estadística **no** significativa entre la isquemia diagnosticada clínicamente y la estenosis demostrable mediante ecografía Doppler arterial, en los pacientes del estudio (**tabla N. 7**).

Correlación de Pearson		Doppler: Presencia de estenosis
Datos clínicos de isquemia	Correlación de Pearson	-.125
	Sig. (bilateral)	.342
	N	60

**Tabla 7.** Correlación de Pearson entre los datos clínicos de isquemia y presencia de estenosis demostrable por ecografía Doppler, en los pacientes con diagnóstico de pie diabético, manejados en el Hospital Dr. Fernando Vélez Paiz

La prueba de Correlación de **Pearson**, realizada entre el valor de presencia de estenosis demostrada en el Doppler arterial y la isquemia transoperatoria, aportó las evidencias estadísticas de un valor de  $p = 0.001$ , el cual es menor que el nivel crítico de comparación  $\alpha = 0.05$ , esto indica que se obtuvo una respuesta estadística significativa. Por lo tanto, la prueba de correlación de Pearson demostró que existe correlación significativa entre el valor de presencia de estenosis demostrada en el Doppler arterial y la isquemia transoperatoria, en los pacientes del estudio. El valor de correlación obtenido  $r = 0.407$ , lo cual indica que existe una correlación baja y positiva (**tabla N. 8**).

Correlación de Pearson		Isquemia transoperatoria
<b>Doppler: Presencia de estenosis</b>	Correlación de Pearson	.407**
	Sig. (bilateral)	.001
	N	60

**Tabla 8.** Correlación de Pearson entre presencia de estenosis demostrable por ecografía Doppler y la isquemia transoperatoria, en los pacientes con diagnóstico de pie diabético, manejados en el Hospital Dr. Fernando Vélez Paiz.

La prueba de asociación **Phi**, realizada entre los hallazgos de estenosis en Doppler y amputación realizada, aportó las evidencias estadísticas de un valor de  $p = 0.140$ , el cual es mayor que el nivel crítico de comparación  $\alpha=0.05$ , esto indica que se obtuvo una respuesta estadísticamente **no** significativa entre el hallazgo de estenosis por Doppler y amputación realizada (tabla 9). El análisis de contingencia permitió conocer que, solamente el 40% de los pacientes tenían estenosis en el Doppler y sin embargo se les realizó amputación del miembro afectado al 88.3% de todos los pacientes estudiados (tabla 9).

Análisis de contingencia			Amputación realizada		Total
			No	Si	
Doppler: Presencia de estenosis	No	Recuento	6	30	36
		% del total	10.0%	50.0%	60.0%
	Si	Recuento	1	23	24
		% del total	1.7%	38.3%	40.0%
Total		Recuento	7	53	60
		% del total	11.7%	88.3%	100.0%

Medidas simétricas			
		Valor	Significación aproximada
Nominal por nominal	Phi	.191	.140
	V de Cramer	.191	.140
N de casos válidos		60	

**Tabla 9.** Prueba de asociación **Phi**, entre estenosis en Doppler y amputación realizada.



## 10. Discusión de Resultados

### 10.1 Principales Hallazgos a partir de los Resultados Obtenidos

1. La mayoría de los pacientes estudiados fueron del sexo masculino, de la zona urbana, con edad promedio entre 50-80 años.
2. Los antecedentes personales patológicos que prevalecieron fue la hipertensión arterial y hipertrigliceridemia y en los antecedentes personales no patológicos sobresalió el hábito tabáquico y el antecedente de traumatismo. Los signos clínicos que más presentaron los pacientes en estudio fueron la artropatía de Charcot, el síntoma más predominante es la pérdida de la sensibilidad, siendo el miembro inferior más afectado fue el derecho, la clasificación más asignada según WIFI fue 2.1.2.
3. Los hallazgos encontrados en ecografía Doppler en escala de grises fueron engrosamiento de la íntima media y placas de ateroma calcificadas, las cuales tenían distribución difusa, condicionando flujo turbulento, ocasionando estenosis en bajo porcentaje de predominio en la pierna, siendo el grado de estenosis entre el 81-99%. Al Doppler color las velocidades picosistólicas en su mayor parte fueron normales únicamente en la arteria pedia estuvieron disminuidas, así como su IR que fue alto, los tipos de ondas en las arterias de la pierna fueron monofásicos y en la arteria pedia unas fueron monofásicas.
4. En casi todos los pacientes estudiados se encontró isquemia clínica. La mayor parte de los pacientes recibieron como tratamiento amputación del miembro afectado.
5. Se demostró una relación de asociación estadística significativa entre la estenosis demostrada por ecografía Doppler arterial con isquemia transoperatoria. Así mismo, se demostró que la isquemia clínica y la estenosis demostrada ecográficamente, no tuvieron asociación estadística significativa entre sí. No se demostró significancia mediante la prueba de Phi, en pacientes con estenosis en el Doppler y pacientes amputados.
6. La evolución de los pacientes con diagnóstico de pie diabético fue favorable en la mayor parte de los casos.

## 10.2 Limitaciones del estudio

1. La pandemia del covid-19 fue una de las limitantes ya que, a los pacientes con pie diabético, aunque se les realizaban todos los estudios médicos e imagenológicos pertinentes, estos eran trasladados a otro centro asistencial para su manejo definitivo.
2. En muchos casos no se encontró reflejada la clasificación WIFI en el expediente clínico, por lo cual no se pudieron tomar como parte de la muestra para nuestro estudio.
3. Hubo expedientes que no cumplían con los criterios de inclusión, ya que estaban incompletos.
4. Limitantes propias del paciente, como extensa infección, imposibilidad de posicionar el miembro afectado para la realización de la ecografía, edema, entre otras.

### 10.3 Relación de resultados obtenidos con las conclusiones de otras investigaciones

En la presente investigación se evaluó los hallazgos encontrados en ecografía Doppler arterial en pacientes con diagnóstico de pie diabético y su correlación con la clínica presentada, en el Hospital Dr. Fernando Vélez Paiz de la ciudad de Managua, con un total de 60 pacientes.

De acuerdo con los resultados encontrados, la edad predominante de los pacientes con diagnóstico de pie diabético fue entre el rango de 50-80 años, cabe destacar que la prevalencia del pie diabético como complicación de la enfermedad diabetes mellitus tipo II según guías clínicas (Álvarez Reyes 2017) es entre 45-65 años y otros estudios confirman que a mayor edad más es el riesgo de tener complicaciones tal como lo es el pie (Alvarez & Bernal, 2019).

La mayoría de los pacientes son provenientes del casco urbano, predominantemente masculinos, con escolaridad primaria incompleta, en cuanto al trabajo desempeñado, la mayoría no trabaja. Estos hallazgos coinciden con otros estudios realizados a nivel nacional, concluyendo que la mayoría son del sexo masculino, procedentes del área urbana y con niveles de educación primaria en su mayoría (Crespin, 2017).

La hipertensión fue la patología más frecuente, seguida de la hipertrigliceridemia y colesterolemia, en este último caso por los depósitos de triglicéridos y colesterol que se acumulan en las arterias y arteriolas distales con la formación de placas ateromatosas que conllevan a isquemia incluso a oclusión de la mismas y por lo tanto las complicaciones que se presentan regularmente en este tipo de casos. Estos mismos antecedentes son evidentes en la tesis de investigación realizada en el Hospital Dr Roberto Calderón, donde prevaleció la hipertensión arterial y la hipertrigliceridemia (López R. B., 2010).

En relación a los antecedentes personales no patológicos presentados por los pacientes, el que prevaleció fue el tabaquismo, se ha sugerido que el aumento de la resistencia a la insulina que experimentan las personas que fuman es provocado por la nicotina y resto de los productos químicos que se encuentran en el humo del tabaco. Otro factor de riesgo encontrado fue el antecedente de trauma, el traumatismo mecánico se produce habitualmente por causa de calzados mal ajustados; este constituye el factor precipitante más frecuente para la aparición de úlceras, con cerca del 50 %. Estos hallazgos son similares a los encontrados en el estudio nacional realizado por Mendoza, donde se evidencia el tabaquismo y el trauma como antecedente para complicación de pie diabético propiamente (Mendoza, 2015).

Dentro de los signos clínicos que presentan los pacientes con diagnóstico de pie diabético fue en su mayoría artropatía de Charcot seguido de la necrosis digital, también tuvo relevancia la celulitis y la úlcera, estos hallazgos son similares a los encontrados en el estudio realizado por Mendoza donde se evidenció que prevaleció la úlcera, ampollas y formación de abscesos, así como la deformidad de miembros inferiores en alto porcentaje (Mendoza, 2015).

Respecto al síntoma referido por el paciente con diagnóstico de pie diabético fue la pérdida de la sensibilidad en su mayoría, sabemos que la neuropatía sensitiva es causada por la lesión nerviosa periférica, es por ello que los pacientes muchas veces presentan lesiones y no se percatan de las mismas hasta que el proceso infeccioso ya está en estadios avanzados. Mismos hallazgos han sido encontrados en estudios nacionales donde se evidencia claramente que prevaleció la pérdida de la sensibilidad secundaria a neuropatía periférica (Mendoza, 2015).

En relación a la clasificación WIFI, cuya clasificación asigna un rango de puntos que van desde 0-3 puntos en cada acápite evaluado, se obtuvo, en cuanto a Wound (herida), a la mayor parte de los pacientes se le asignó 2 puntos, en la que hay pérdida de tejido y es abordable con amputación simple (1-2 dedos) o injerto de piel.

Relacionado a Ischemia (isquemia) a la mayor parte de los pacientes se les asignó 1 punto, en la que existe pérdida de tejido extensa abordable únicamente con reconstrucción compleja del pie. Respecto a Foot Infection (infección del pie) a la mayoría se le asignó 2 puntos, en esta categoría existe infección local con eritema >2 cm, o con afectación de estructuras profundas (por ejemplo, abscesos).

En general la clasificación WIFI en su conjunto fue: 2.1.2. En esta puntuación casi siempre es necesaria amputación del miembro afectado, el nivel de amputación lo decide el médico quirúrgico acorde al grado de afectación del pie en relación a infección y/o necrosis, exámenes de laboratorio y exámenes complementarios como imagenológicos. En los estudios realizados en el Hospital Dr Roberto Calderón por Crespín y López, se demostró afectación del pie diabético con una puntuación de 3 puntos en la clasificación de Warner que se utilizaba en ese momento en esa unidad asistencial (Crespín, 2017) y (López R. B., 2010).

Así mismo casi todos los pacientes si tuvieron clínica de isquemia, este hallazgo es similar a los descritos por Argeñal, donde la clasificación Warner fue III en su mayoría, con signos clínicos evidentes de isquemia (Argeñal, 2010-2011).

Es necesario recalcar los hallazgos encontrados en la ecografía Doppler arterial, lo más importante a mencionar que la mayoría de los pacientes evaluados tenían engrosamiento intimal, con presencia de placas ateromatosas las cuales no presentaron complicaciones en alto porcentaje, éstas tienen distribución difusa seguida del muslo, con flujo turbulento, sin embargo, éstas no condicionan estenosis importante en la mayoría de los casos. En una minoría si había estenosis demostrable por la ecografía, siendo el grado de estenosis entre el 81-99% , la cual tenía una localización predominantemente en la arteria tibial anterior seguida de la arteria pedía y poplítea, con estos criterios encontrados deciden el nivel de amputación más certero para una adecuada recuperación de loa pacientes, hallazgos similares fueron descritos por López en su investigación (López R. B., 2010).

Los tipos de ondas encontrados en la ecografía, en las arterias femoral común, arteria femoral superficial y arteria poplítea los tipos de ondas fueron trifásicas en su mayoría, en las arterias tibiales (anterior y posterior) las ondas fueron bifásicas y en la arteria peronea las ondas fueron monofásicas mayormente, estos hallazgos son similares a estudios en donde se reflejan que casi todos los pacientes evaluados tenían engrosamiento de la íntima media con formación de placas de ateroma, las cuales en su mayoría no tenían complicaciones, de distribución predominante en el muslo, siendo las velocidades picosistólicas, los índices de resistencia y los tipos de ondas de características normales, a excepción de la arteria peronea en los cuales los IR fueron altos y los tipos de ondas fueron monofásicas (Mercado, 2008), (Estrada, 2017) y (López R. B., 2010).

La mayoría de los pacientes recibieron como tratamiento definitivo amputación del miembro afectado, encontrándose isquemia transoperatoria en gran parte de los pacientes, estos hallazgos son similares acorde a la clasificación Warner que se le asignó a la mayoría de los pacientes con pie diabético (López R. B., 2010). En cuanto a la evolución posterior al tratamiento recibido en un alto porcentaje fue satisfactoria debido a la alta calidad y eficiencia con que son atendidos, con tecnología de última generación.

Se realizó la prueba de correlación de Pearson, la cual demostró que no hay una relación estadística mente significativa ( $p = 0.342$ ), entre isquemia por clínica y la estenosis demostrada por ecografía Doppler arterial, es decir que a pesar que a casi todos los pacientes evaluados se les diagnosticó isquemia clínicamente esto no fue demostrado de la misma manera tras la realización del Doppler arterial; esto se puede explicar ya que el método clínico es una técnica subjetiva y tiende a variar más dependiendo de la persona que lo evalué, mientras que el diagnóstico por ecografía Doppler a pesar que también es operador dependiente, permite evaluar de forma objetiva la funcionabilidad del sistema arterial y brindar una clasificación más específica del proceso isquémico. No se encontraron estudios nacionales e internacionales que haya realización este análisis de correlación.

Al realizar la prueba de correlación de Pearson entre la estenosis demostrable por medio de la ecografía Doppler arterial y la isquemia transoperatoria, se obtuvo un valor estadísticamente significativa ( $p = 0.001$ ), con una relación positiva y moderada ( $r = 0.407$ ), eso significa que la ecografía Doppler arterial realizada a los pacientes en estudio demuestra de forma significativa la presencia de estenosis confirmada con el hallazgo transquirúrgica de isquemia, esto es similar a lo demostrado en los estudios de López y Estrada (Estrada, 2017) y (López R. B., 2010).

En la presente investigación no se evidenció asociación significativa al realizar análisis de contingencia con la prueba de Phi entre la isquemia demostrada al Doppler arterial y los pacientes que se les realizó amputación posterior al estudio de imagen, esto se considera que se debe a que el total de los pacientes evaluados con Doppler y diagnosticados con estenosis significativa no fueron el mismo número de pacientes que finalmente fueron amputados; ya que si bien es cierto que los hallazgos en el Doppler ayudan a orientar a los médicos tratantes, este no es el único criterio utilizado para la toma de decisiones, principalmente para decidir si amputar o no un miembro y el nivel al que realizarlo. No existen otros estudios que evalúen la relación entre estos hallazgos antes mencionados.

## 11. Conclusiones

Fundamentada en las evidencias médicas y bioestadísticas aportadas en los Resultados obtenidos, la presente investigación llegó a las siguientes conclusiones:

1. Los pacientes presentaron una edad promedio 50-82 años en 82%. La mayoría fueron del sexo masculino en un 83% de los casos y del sexo femenino sólo un 37%. Los pacientes estudiados procedieron en un 75% de los casos de la zona urbana y en un 25% de la zona rural. El nivel de educación alcanzado fue en su mayoría primaria incompleta en el 27%, primaria completa en el 22%, secundaria completa en el 18% y universitario solamente el 10%. De estos pacientes estudiados el 67% no trabaja, únicamente el 33% realiza algún tipo de trabajo.
2. El 50% de los pacientes tienen como antecedente patológico hipertensión arterial, 32% tenían hipertrigliceridemia, 15% hipercolesterolemia y solo el 3% cardiopatas. En los antecedentes personales no patológicos el 32% tenían hábito tabáquico, el 23% trauma, el 17% licor y el 28% no tenían ningún antecedente de relevancia. El 33% de los pacientes en estudio tenían como signo clínico principal artropatía de Charcot, el 24% necrosis digital, 15% celulitis, el 12% presentó osteomielitis y el 8% tenían infección de tejidos blandos y úlcera, siendo el miembro inferior más afectado en el 65% el derecho. El 50% de los mismos refería pérdida de la sensibilidad, el 20% dolor y el 15% calor local y fiebre. La asignación de la escala de WIFI fue de 2.1.2 puntos, seguida de 3.2.2 puntos en menor porcentaje, siendo el 95% de estos pacientes diagnosticados con isquemia clínica y solo el 5% no tenían signos clínicos de isquemia.
3. El 82% tenían íntima media mayor de 1 mm, placas ateromatosas en 100%, con distribución en el 43% difusas. El 90% de las placas no estaban complicadas, flujo turbulento 73%, en el 25% flujo ausente, en el 40% si había estenosis, localizada en la arteria tibial anterior en el 19% y pedia en el 8%, el grado de estenosis fue de 81-99% en el 18% de los casos y oclusión total en el 12%. Las velocidades picosistólicas en la arteria femoral común, femoral superficial y poplítea fueron normales en el 98%, 90% y 73%, respectivamente, sin en las arterias tibiales (anterior y posterior) y pedia las velocidades fueron disminuidas, en el 58%, 61% y 52%, respectivamente. Los índices de resistencia en casi todas las arterias estudiadas fueron normales. Los tipos de ondas encontrados fueron ondas



fueron trifásicas en su mayoría, en las arterias tibiales anterior y posterior fueron 57% y 70%, bifásicas, respectivamente y arteria pedia 40% fueron monofásicas.

4. El 88.3 % de los pacientes incluidos en el estudio se les realizó amputación del miembro inferior afectado, de éstos el 50% no tenía signos de isquemia transoperatoria, siendo la evolución de los pacientes en el 88% satisfactoria.
5. Se realizó la prueba de correlación de Pearson, la cual demostró que no hay una relación estadística significativa ( $p = 0.342$ ), entre la isquemia clínica y estenosis demostrada por ecografía Doppler arterial. Se realizó la prueba de correlación de Pearson, la cual demostró que hay una relación estadística significativa ( $p = 0.001$ ), positiva y moderada ( $r = 0.407$ ), entre la estenosis demostrada por ecografía y la isquemia transquirúrgica. La prueba de asociación **Phi**, realizada entre estenosis en Doppler y amputación realizada, aportó las evidencias estadísticas de un valor de  $p = 0.140$ , estadísticamente **no** significativa entre estenosis por Doppler y amputación realizada.

## 12. Recomendaciones

Realizando un análisis exhaustivo de los resultados sus aplicaciones e implicaciones y considerando el problema de investigación, se presentan las siguientes recomendaciones.

### **Al Servicio Medicina Interna y Ortopedia del Hospital Dr. Fernando Vélez Paiz**

1. La ecografía Doppler arterial debe ser enviada con el fin de encontrar hallazgos que sirvan de complemento con la clínica presentada por el paciente para la toma de decisión en relación al manejo más adecuado para cada caso en particular.
2. En cada expediente clínico incluir la clasificación WIFI completa, que se le asigna al paciente con diagnóstico de pie diabético.

### **Al Servicio Radiología del Hospital Dr. Fernando Vélez Paiz**

Tener una comunicación fluida con los servicios implicados en el manejo de pie diabético, en relación a que pacientes realmente ameritan una ecografía Doppler arterial, ya que ésta requiere tiempo para su adecuada realización y en muchos casos existen limitantes que imposibilitan su óptima realización, de esta manera definir cuáles son los pacientes que serán beneficiados con este tipo de estudio, para dedicarle el tiempo oportuno para su realización.

### 13. Bibliografía

- Alvarez, D. C., & Bernal, Z. S. (2019). Factores predisponentes a la amputación de miembros inferiores en pacientes con pie diabético. *Estudio descriptivo transversal realizado en los Servicios de Cirugía de Hombres y Mujeres del Hospital de Roosevelt*.
- Arana, c. V., & Mendez, J. D. (2018). Fisiopatología de las complicaciones vasculares del pie diabético. *Artículo de revisión*.
- Argeñal, L. (2010-2011). Manejo y evolución de los pacientes ingresados con diagnóstico de pie diabético en el hospital Antonio Lenin Fonseca, Hospital Roberto Calderón y Hospital Bautista. *Tesis para optar al título de especialista en medicina interna*.
- Beltrán, B. C., Fernandez, V. A., & Morales, I. R. (2017). Tratamiento de la infección en el pie diabético. *Revista chilena de infectología*.
- Bonadio, B., Fram, D., Taminato, M., Sayad, R., Belasco, A., & Barbosa, D. (2014). Insuficiencia renal aguda después de un examen con contraste entre personas de edad avanzada. *Revista Latino-Americana de Enfermagem*, 37-44.
- Bravo López, R. (2011). Hallazgos en la ecografía Doppler arterial en inferiores en pacientes diabéticos. *Tesis para optar al título de especialista en Radiología*.
- Casanova, M. (2008). Epidemiology of diabetic foot: experience of CONAMED. *Epidemiología del pie diabético*.
- Chalikias G, D. I. (2016). Contrast-induced acute kidney injury: An update. *Cardiovasc Drugs Ther*, 215-28.
- Conde, F. A., Paredes, F. C., & Zacarias, C. R. (2002). Neuropatía diabética. *Artículo de revisión de medicina interna. Rev Hosp Gral Dr. M Gea González*.
- Conde, T. A., De la Torre, C., & García, D. I. (2017). Diabetic Foot. *Servicio de Dermatología. Complejo Hospitalario de Pontevedra. España*.
- Crespin. (2017). Manejo quirúrgico de pacientes con pie diabético en el Departamento de Ortopedia y Traumatología del Hospital Escuela Oscar Danilo Rosales Argüello-León. *Tesis para optar al título de medico especialista en ortopedia y traumatología*.
- Davenport, M., Perazella, M., Yee, J., Dillman, J., Fine, D., McDonald, R., . . . Weinreb, J. (2020). Use of Intravenous Iodinated Contrast Media in Patients with Kidney Disease: Consensus Statements from the American College of Radiology and the National Kidney Foundation. *Radiology*, 660-668.
- Del Castillo, F. (2014). Clinical practice guideline. *Archivos de Medicina*.
- Deng, D. F. (2020). Artículo de radiopaedia. Ecografía Doppler arterial. *Radiopaedia*.
- Descartes, R. (15 de 11 de 2019). *Filosofía René Descartes, Qué es la epistemología y para qué*. Obtenido de <http://epistemologia-filosofia.blogspot.com>
- Estrada, X. (2017). Evolución de los pacientes con diagnóstico de pie diabético. Sala de Ortopedia HEALF. *Tesis para optar al título de especialista en Medicina Interna*.
- Ferreira, J. L. (2017). Actualidad en nefropatía por medio de contraste. *Nefrología Latinoamericana*, 69-78.
- Ferreira, J. L. (2017). Actualidad en nefropatía por medio de contraste. *Nefrología Latinoamericana*, 69-78.
- FG, M., CN, D. C., UJ, S., & R., K. (2014). Contrast-induced acute kidney injury: Definition, epidemiology, and outcome. *BioMed Research International*.
- Gaolinelli, G. P. (2004). Principios y aplicaciones. *Ecografía Doppler. Vol. 15 N°2*.

- García, H. A., Flebes, S. R., & Moliner, C. M. (2016). Identification of the risk factors for the development of the neuropathic ulcerated wounds. *Revista Cubana de Angiología*.
- García, H. R. (2017). Validez del Eco-Doppler en el diagnóstico de la Enfermedad Arterial Periférica en personas diabéticas. *Máster Universitario en Gestión Integral e Investigación de las Heridas Crónicas*.
- Hernández, & Treminio. (2015). Principales factores de riesgo asociados a la aparición de pie diabético en. *Tesis para optar al título de médico y cirujano*.
- Hernández, D. M., & Gutiérrez, J. P. (2018). Diabetes mellitus in Mexico. Status of the epidemic. *Centro de Investigación en Evaluación y Encuestas, Instituto Nacional de Salud Pública. Cuernavaca, Morelos, México*.
- Hernández, O. (2008). Diagnóstico y tratamiento para la enfermedad arterial periférica. *Guía para la práctica clínica*.
- Hernández, R., Fernández, C., & Baptista, P. (2014). Metodología de la Investigación. Mexico: Mc Graw-Hill.
- Inzucchi, S., Rosenstock, J., & Umpiérrez, G. (2012). Neuropatía diabética. *The Journal of Clinical Endocrinology & Metabolism*.
- Isaka, Y., Hayashi, H., Aonuma, K., Horio, M., Terada, Y., Doi, K., . . . Awai, K. Y. (2020). Guideline on the use of iodinated contrast media in patients with kidney disease 2018. *Clinical and Experimental Nephrology*, 1-44.
- klein, B., Klein, R., & Moss, S. (2004). Complicaciones microvasculares en la diabetes mellitus tipo 2. *Revista de Endocrinología y Nutrición Vol. 12, No. 2 Supl. 1*.
- Lazareff, J. (4 de 12 de 2019). *Causalidad como herramienta para la investigación clínica. 6ta conferencia*. Obtenido de <http://msceducav.unan.edu.ni>
- Leow, K. S., Wu, Y. W., & Tan, C. H. (2015). Renal-related adverse effects of intravenous contrast media in computed tomography. *Singapore Med J*, 186-193.
- López, M. (1998). Diabetes mellitus y lesiones del pie. *Profesor de Traumatología y Ortopedia. Facultad de Medicina, UNAM. Asesor, Hospital Juárez de México, Secretaría de Salud, México, D.F.*
- López, R. B. (2010). Hallazgos a la ecografía Doppler arterial de miembros inferiores en pacientes diabéticos departamento de radiología, Hospital Escuela Dr Roberto Calderón, en el periodo noviembre 2010-enero 2011. *Tesis monográfica para optar al título de médico especialista en radiología*, 50.
- Marinel, Carreño, & Estadella. (2016). Procedimientos diagnósticos en el pie diabético. *Procedimientos diagnósticos en el pie diabético. Capítulo VI*.
- Mendoza. (2015). Factores de Riesgo Asociados a Amputaciones en pacientes con Diabetes Mellitus tipo 2, con pie diabético, atendidos en el Hospital Gaspar García Laviana, Rivas. *Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua, Managua*.
- Mercado, L. (2008). Control glucémico en pacientes con diabetes mellitus tipo 2 en consulta externa del servicio de medicina interna del hospital Antonio Lenin Fonseca. *Tesis para optar al título de médico y cirujano*.
- Merino, M. (2017). *Análisis del daño renal agudo secundario al uso de medio de contraste yodado en pacientes hospitalizados posterior a tomografía o angiografía*. Managua: Hospital Militar Escuela Dr. Alejandro Dávila Bolaños.
- Molina, N., Zaragoza, G., Morales, G., & Ramirez, M. (2017). Valor pronostico de la escala WIFI en pacientes con pie diabetico. *Angiologia*.

- Morris ZS, W. S. (2011). The answer is 17 years, what is the question: understanding time lags in translational research. *J R Soc Med* , 104(12):510–520.
- Pedroza, M., & Dicosky, L. (2006). Sistema de análisis estadístico con SPSS. INTA-IICA.
- Perez Porto, J. (18 de 07 de 2016). *Definición de Teoría crítica*. Obtenido de <http://definicion.de/teoria/critica/>
- Radiology Info.org. (2019). *Materiales de Contraste*. Illinois: Radiological Society of North America (RSNA), Copyright©.
- Regal, L., & Gonzalez, O. A. (2013-2019). Etiology and Pathogenesis of Diabetic Microangiopathy. *Etiopatogenia de la microangiopatía diabética. Consideraciones bioquímicas y moleculares. Revista Finlay*.
- Rodrigo , J., & Galleguillos, I. (2009). Diabetes and peripheral vascular disease. [*REV. Med. Clin. Condes*].
- Rodríguez Gurri, D. (2014). Implicación del traumatismo en la fisiopatología del pie diabético. *Revista Cubana de Medicina Militar*.
- Rosales, A. M., Bonilla, R. J., Gómez, B. A., Chaparro, C., & Pardo, G. J. (2018). Factors associated with diabetic foot outpatients. *Centro de Diabetes Cardiovascular*.
- Rubio, I. M., Gómez, H. H., & Jabalza, J. (2019). Ecografía Doppler: Principios básicos y guía práctica para residentes. *Sociedad Española de Radiología Médica. SERAM*.
- San Martín, A. (2017). Estudio eco-doppler de enfermedad arterial periférica y su correlación con escala de fontaine. *Estudio eco-doppler de enfermedad arterial periférica y su correlación con escala de fontaine*.
- Stacul, F., van der Molen, A., Reimer, P., Webb, J., Thomsen, H., Morcos, S., . . . Heinz-Peer, G. (2011). Contrast induced nephropathy: updated ESUR Contrast. *European Radiology*, 2527-2541.
- Thomsen HS, ESUR Contrast Media Safety Committee. (2018). *ESUR Guidelines on Contrast Agents, European Society of Urogenital Radiology*. Eur Radiol.
- Torres. (2019). *Psicología y Mente*. Obtenido de <http://psicologiament.com/psicologia/epistemologia>
- Valero, K., Merante, D., & Torres, M. (2012). Complicaciones microvasculares y macrovasculares de la diabetes mellitus. *Revista Venezolana de Endocrinología y Metabolismo, vol. 10, núm. 1*.
- Vásquez, S. M., Puente, M., & Viadé, J. (2016). Medicine - Programa de Formación Médica Continuada Acreditado. Volume 12, Issue 17,. *Diabetic neuropathy and diabetic foot*.
- Weits, J., Claggett, G., Farcouth, M., & Poter, J. (2016). Enfermedad arterial de miembros inferiores en la diabetes mellitus tipo 2. *Avances Cardiol 2014;34(Supl 2):S42-S51. Cap 4*.

## Anexos

### 1. Ficha de Recolección de Datos



UNIVERSIDAD  
NACIONAL  
AUTÓNOMA DE  
NICARAGUA,  
MANAGUA  
UNAN-MANAGUA



### Facultad de Ciencias Médicas

### Programa de Maestría en "Investigaciones Biomédicas" PROMIB

#### Ficha de Recolección de Datos

El presente formulario está diseñado con una serie de preguntas destinadas a dar solución a los objetivos de investigación en el estudio titulado: Determinar los hallazgos encontrados en la ecografía Doppler arterial en pacientes con diagnóstico de pie diabético y su correlación con la clínica presentada. Departamento de radiología. Hospital escuela- Dr. Fernando Vélez Paiz, en el período enero-diciembre 2021.

#### Ecografía Doppler arterial en paciente con pie diabético

##### 2. Características sociodemográficas

**Edad** Edad: \_\_\_\_\_

**Sexo** Masculino \_\_\_\_ Femenino \_\_\_\_

**Procedencia** Urbano \_\_\_\_ Rural \_\_\_\_

**Escolaridad**

Analfabeta	Si ____ No ____
Primaria completa	Si ____ No ____
Primaria incompleta	Si ____ No ____
Secundaria completa	Si ____ No ____
Secundaria incompleta	Si ____ No ____
Técnico	Si ____ No ____
Universitario	Si ____ No ____

**Trabajo** Si \_\_\_\_ No \_\_\_\_

##### 3. Antecedentes personales

**Antecedentes personales patológicos**

Enfermedad crónica	Si ____ No ____
3. Hipertensión	Si ____ No ____
4. Hipertrigliceridemia	Si ____ No ____
5. Cardiopatía	Si ____ No ____

Antecedentes personales no patológicos

6. Neuropatía periférica Si \_\_\_ No \_\_\_  
 7. Hipercolesterolemia Si \_\_\_ No \_\_\_  
 Trauma Si \_\_\_ No \_\_\_  
 Hábito tabáquico Si \_\_\_ No \_\_\_  
 Licor Si \_\_\_ No \_\_\_  
 Drogas Si \_\_\_ No \_\_\_

#### 4. Clínica presentada por el paciente

Signos

Si: \_\_\_ No: \_\_\_

8. Úlcera Si \_\_\_ No \_\_\_  
 9. Artropatía de Charcot Si \_\_\_ No \_\_\_  
 10. Necrosis digital Si \_\_\_ No \_\_\_  
 11. Celulitis Si \_\_\_ No \_\_\_  
 12. Infección necrotizante de tejidos blandos Si \_\_\_ No \_\_\_  
 13. Osteomielitis Si \_\_\_ No \_\_\_  
 14. Todos Si \_\_\_ No \_\_\_

Miembro inferior afectado

Derecho Si \_\_\_ No \_\_\_  
 Izquierdo Si \_\_\_ No \_\_\_

Clasificación WIFI

Grado 0 Si \_\_\_ No \_\_\_  
 Grado 1 Si \_\_\_ No \_\_\_  
 Grado 2 Si \_\_\_ No \_\_\_  
 Grado 3 Si \_\_\_ No \_\_\_  
 Si: \_\_\_ No: \_\_\_

Síntomas

15. Dolor Si \_\_\_ No \_\_\_  
 16. Pérdida de la sensibilidad Si \_\_\_ No \_\_\_  
 17. Fiebre Si \_\_\_ No \_\_\_  
 18. Calor local Si \_\_\_ No \_\_\_

#### 5. Hallazgos encontrados en la ecografía Doppler

Engrosamiento intimal

<1 mm Si \_\_\_ No \_\_\_  
 >1 mm Si \_\_\_ No \_\_\_

Calcificación intimal presente Si \_\_\_ No \_\_\_

Placas de ateroma Si \_\_\_ No \_\_\_  
 presente

Extensión de las placas

19. Difuso Si \_\_\_ No \_\_\_  
 20. Muslo Si \_\_\_ No \_\_\_  
 21. Pierna Si \_\_\_ No \_\_\_  
 22. Pie Si \_\_\_ No \_\_\_

Complicación de las placas de ateromatosis Si \_\_\_ No \_\_\_

**Tipo de flujo**

1. Laminar Si \_\_\_\_ No \_\_\_\_  
 6. Turbulento Si \_\_\_\_ No \_\_\_\_  
 7. Ausente Si \_\_\_\_ No \_\_\_\_

**Estenosis** Si \_\_\_\_ No \_\_\_\_

**Estenosis localización**

1. Arteria femoral común Si \_\_\_\_ No \_\_\_\_  
 1. Arteria femoral superficial Si \_\_\_\_ No \_\_\_\_  
 2. Arteria poplítea Si \_\_\_\_ No \_\_\_\_  
 3. Arteria tibial anterior Si \_\_\_\_ No \_\_\_\_  
 4. Arteria tibial posterior Si \_\_\_\_ No \_\_\_\_  
 5. Arteria pedia Si \_\_\_\_ No \_\_\_\_

**Porcentaje de estenosis**

1. Menor del 20% Si \_\_\_\_ No \_\_\_\_  
 2. 20-50% Si \_\_\_\_ No \_\_\_\_  
 3. 51-80% Si \_\_\_\_ No \_\_\_\_  
 4. 81-99% Si \_\_\_\_ No \_\_\_\_  
 5. 100% Si \_\_\_\_ No \_\_\_\_

Velocidades pico sistólicas (VPS)	Arteria	VPS	IR	Onda
	AFC	Normal Disminuida Aumentada	Normal Bajo Alto	Trifásica Bifásica Monofásica
AFS	Normal Disminuida Aumentada	Normal Bajo Alto	Trifásica Bifásica Monofásica	
Índice de resistencia (IR)	AFP	Normal Disminuida Aumentada	Normal Bajo Alto	Trifásica Bifásica Monofásica
	ArtPop	Normal Disminuida Aumentada	Normal Bajo Alto	Trifásica Bifásica Monofásica
Tipo de onda	ATA	Normal Disminuida Aumentada	Normal Bajo Alto	Trifásica Bifásica Monofásica
	ATP	Normal Disminuida Aumentada	Normal Bajo Alto	Trifásica Bifásica Monofásica
	Pedia	Normal Disminuida Aumentada	Normal Bajo Alto	Trifásica Bifásica Monofásica

**Afectación vascular periférica** Si \_\_\_\_ No \_\_\_\_

### 8. Tratamiento y evolución del paciente posterior a la ecografía Doppler

**Tratamiento** ¿Tratamiento conservador? Si \_\_\_\_ No \_\_\_\_



	¿Amputación?	Si ____ No ____
<b>Evolución del paciente</b>	Satisfactoria	Si ____ No ____
<b>posterior al tratamiento.</b>	No satisfactoria	Si ____ No ____