

La saturación de oxígeno de miembros inferiores en sujetos con y sin riesgos de enfermedad arterial periférica

Lower limb oxygen saturation in subjects with and without risk of peripheral arterial disease

Jenny López Miranda¹ , Elisabeth Pérez Montes de Oca¹ , Estefani Barbara González Moya² , Lenia Nápoles Alvarez¹ , Laura Plá Bolado¹ , Yariadna Rodríguez Pereira³ 

¹Universidad de Ciencias Médicas de La Habana. Facultad de Ciencias Médicas "Victoria de Girón". La Habana, Cuba.

²Universidad de Ciencias Médicas de La Habana. Facultad de Ciencias Médicas "Manuel Fajardo". Instituto Nacional de Oncología y Radiobiología. La Habana, Cuba.

³Universidad de Ciencias Médicas de La Habana. Facultad de Ciencias Médicas "Julio Trigo López". La Habana, Cuba.

RESUMEN

Introducción: La oclusión de las arterias de las extremidades inferiores, provoca cambios hemodinámicos con disminución de la presión de perfusión e isquemia de los tejidos. El índice tobillo brazo y la pulsioximetría pueden detectar estadios tempranos, asintomáticos de enfermedad arterial periférica en la población.

Objetivo: Evaluar la saturación de oxígeno de miembros inferiores en pacientes con y sin riesgos de enfermedad arterial periférica.

Métodos: Se realizó un estudio observacional, descriptivo, y transversal en el Instituto de Ciencias de Básicas y Preclínicas "Victoria de Girón", durante el segundo semestre del año 2023 y 1er trimestre del año 2024. Los sujetos fueron asignados a dos grupos con y sin factores de riesgo, se les realizó oximetría de las cuatro extremidades e índice tobillo brazo. La relación entre los niveles de saturación de oxígeno y el índice tobillo brazo se determinó mediante el estadístico Chi-cuadrado.

Resultados: Disminuyó la saturación en los miembros inferiores de los pacientes con factores de riesgo, pero no fue significativa. La posición óptima para explorar la saturación de oxígeno en los miembros inferiores fue la de decúbito supino con miembros inferiores elevados a 60°. No existió relación de dependencia entre los niveles de saturación de oxígeno y la prueba índice tobillo brazo.

Conclusiones: En los sujetos del estudio no se pudo demostrar que los niveles reducidos de la saturación de oxígeno en la región de arterias periféricas, fueran predictores de la hipoperfusión en extremidades inferiores, sin embargo, no se desecha como herramienta complementaria al examen físico.

Palabras clave: Enfermedad arterial periférica; Índice tobillo braquial; Saturación de oxígeno.

ABSTRACT

Introduction: Occlusion of lower extremity arteries causes hemodynamic changes with decreased perfusion pressure and tissue ischemia. The ankle-brachial index and pulse oximetry can detect early, asymptomatic stages of peripheral arterial disease in the population.

Objective: To evaluate lower extremity oxygen saturation in patients with and without risk of peripheral arterial disease.

Methods: An observational, descriptive, and cross-sectional study was conducted at the "Victoria de Girón" Institute of Basic and Preclinical Sciences during the second half of 2023 and the first quarter of 2024. Subjects were assigned to two groups with and without risk factors; they underwent oximetry of all four extremities and an ankle-brachial index. The relationship between oxygen saturation levels and the ankle-brachial index was determined using the Chi-square statistic.

Results: Oxygen saturation in the lower extremities decreased in patients with risk factors, but the decrease was not significant. The optimal position for assessing oxygen saturation in the lower extremities was the supine position with the lower extremities elevated at 60°. There was no relationship between oxygen saturation levels and the ankle-brachial index test.

Conclusions: In the study subjects, it was not possible to demonstrate that reduced oxygen saturation levels in the peripheral arterial region were predictors of lower extremity hypoperfusion; however, it is not ruled out as a complementary tool to the physical examination.

Keywords: Peripheral arterial disease; Ankle-brachial index; Oxygen saturation.

 OPEN ACCESS

Publicado: 06/05/2025

Recibido: 14/03/2025

Aceptado: 2/05/2025

Citar como:

López Miranda J, Pérez Montes de Oca E, González Moya EB, Nápoles Alvarez L, Plá Bolado L, Rodríguez Pereira Y. La saturación de oxígeno de miembros inferiores en sujetos con y sin riesgos de enfermedad arterial periférica. Revista 16 de abril [Internet]. 2025 [citado: fecha de acceso]; 64: e2320. Disponible en: http://www.rev16deabril.sld.cu/index.php/16_04/article/view/2023

INTRODUCCIÓN

La arteriosclerosis, es el término más antiguo y general que se utilizaba para referirse al engrosamiento y rigidez de la pared vascular según *Lobstein* en 1832, sin embargo, *Marchand* en 1904 creó el término de aterosclerosis, que desde el punto de vista clínico y morfológico es la variante más importante de la arteriosclerosis. La aterosclerosis es una enfermedad de origen multifactorial, con gran dependencia genética y familiar, que se agrava a consecuencia de un medio ambiente adverso y de estilos de vida no saludables¹.

Entre los factores de riesgo (FR) más relacionados a la enfermedad arterial periférica (EAP) están la edad, hipertensión arterial, tabaquismo, la hiperhomocisteinemia, diabetes mellitus (DM), obesidad, el sedentarismo y la hiperlipemia. Según destaca *Morales-Díaz*² estos factores de riesgo coinciden con las causas más comunes de ictus isquémico, otra de las enfermedades causadas por la aterosclerosis.

La EAP afecta a más de 236 millones de personas en todo el mundo. La EAP sintomática puede manifestarse a través de claudicación intermitente, isquemia crítica de una extremidad, la necesidad de revascularización o amputación de una extremidad. La EAP asintomática se asocia con un gran número de eventos cardiovasculares y muerte prematura³. En Cuba, durante el 2016, el número de defunciones por estas afecciones vasculares fue de 5000 fallecidos para ambos sexos y en 2022 fue de 8157. Existen numerosos reportes sobre la asociación de enfermedades cardiovasculares y cerebrovasculares con las afecciones vasculares periféricas. Las afecciones vasculares periféricas se comportan como fenómenos sistémicos que suponen un incremento del riesgo para sufrir fenómenos isquémicos a nivel de órganos esenciales como el corazón y el encéfalo^{4,5,6,7}.

Actualmente se considera que el índice tobillo-brazo (ITB) es el que presenta mejor rendimiento diagnóstico, ya que se trata de una prueba incruenta, fácil de realizar a la cabecera del paciente y con una elevada sensibilidad (> 90 %). La forma común de explorarlo precisa de un esfigmomanómetro convencional, una sonda de Doppler continuo manual y una pequeña cantidad de gel conductor. La medición de las presiones debe realizarse después de que el paciente haya permanecido tumbado en reposo durante 5-10 min. En individuos sanos la presión arterial sistólica del tobillo es 10-15 mmHg mayor que la presión sistólica braquial debido a la mayor resistencia vascular periférica en las arterias del tobillo. Los resultados del ITB se interpretan del siguiente modo: ITB > 1,3: vaso no compresible (calcificado); ITB 1-1,29: normal; ITB 0,90-0,99: resultado equívoco; - ITB 0,41-0,89: enfermedad arterial periférica ligera-moderada; ITB 0-0,4: enfermedad arterial periférica grave⁸⁻¹³.

El estándar de oro para el diagnóstico de la EAP solía ser la angiografía por sustracción digital (DSA), pero ha sido reemplazada por la angiografía por tomografía computarizada (ATC) o la angiografía por resonancia magnética (ARM) debido a la naturaleza invasiva y los riesgos potenciales asociados con el procedimiento. Sin embargo, la ATC y la ARM conllevan riesgos de radiación ionizante y toxicidad asociada al contraste, respectivamente, además de ser costosas. La ultrasonografía dúplex (DUS) tiene la ventaja de no ser invasiva, no implica el uso de contraste ni radiación ionizante y, por lo tanto, es más segura^{14,15}.

El desarrollo de la oximetría de pulso es, indiscutiblemente, el avance más importante en la vigilancia clínica en las últimas décadas. Los oxímetros de pulso, computan saturaciones de oxígeno en la sangre (SatO₂) usando fotoplestímetrografía con al menos 2 longitudes de onda de luz diferentes. Un componente importante en el funcionamiento de los oxímetros de pulso se relaciona con la oxihemoglobina (O₂Hb) y hemoglobina reducida (Hb) en una onda pulsátil durante determinado intervalo de tiempo, las cuales tienen diferentes espectros de absorción¹⁶.

La pulsioximetría mide la SatO₂ a través del lecho ungueal, del lóbulo de la oreja, etc., dependiendo del sensor, aprovechando la pulsatilidad del flujo arterial en esa zona, por lo que todas las situaciones de hipoperfusión local afectarán las medidas. En la actualidad se considera como el quinto signo vital de los pacientes y cuenta con muchas indicaciones tales como detección de hipoxemia, usos plestimográficos, monitorización de la circulación, circulación colateral, circulación en reimplantes, isquemia en enfermedades vasculares periféricas, viabilidad de intestino y adecuada circulación de miembros. El porcentaje de saturación de oxígeno, en un estado normal varía entre 95 % y 100 %^{17,18}.

La relación entre el ITB y la oximetría de pulso, ha sido escasamente reportada en la literatura. La diferencia estimada entre el 2 % al 5 % de los miembros ipsilaterales en la medición del SpO₂, se considera un método diagnóstico adicional efectivo para seleccionar pacientes con EAP. Sin embargo, esta consideración está circunscrita a pequeños tamaños de muestra, el sesgo inter observador y la consecuente variabilidad de las características clínicas, entre otras^{19,20,21}.

Dado el gran número de personas que presentan factores de riesgo de la EAP, se hace necesario encontrar métodos fáciles e inocuos para realizar diagnósticos presuntivos de EAP a nivel primario de salud y derivar la atención de los casos sospechosos a especialistas con el objetivo de intervenir de forma eficaz y temprana en la evolución de estos pacientes, y poder evitar las serias y limitantes complicaciones de la enfermedad como la amputación y la muerte.

Los niveles de saturación de oxígeno obtenidos por un oxímetro de pulso, pudieran ser utilizados para predecir la enfermedad arterial periférica en sujetos con factores de riesgo sin síntomas de la enfermedad. Por tanto, se planteó

como objetivo evaluar la saturación de oxígeno de miembros inferiores en sujetos con y sin riesgos de enfermedad arterial periférica.

MÉTODO

Tipo de estudio: Se realizó un estudio observacional, descriptivo, y transversal en el Instituto de Ciencias de Básicas y Preclínicas "Victoria de Girón", durante el segundo semestre del año 2023 y 1er trimestre del año 2024.

Población y muestra: La población de estudio estuvo constituida por todas las personas del Consultorio No.1 del área de salud, Policlínico Pulido Humarán de la Lisa en La Habana y del Instituto de Ciencias de Básicas y Preclínicas "Victoria de Girón", que cumplieron los criterios de selección, por lo cual fue de 72 sujetos

Criterios de selección en el estudio:

- Sujetos con edades entre 18 y 75 años de ambos sexos, con o sin riesgos de enfermedad arterial periférica.
- Consentimiento informado firmado, para participar en la investigación.
- Sujetos que no presentaban enfermedad pulmonar, hemoglobinopatías, neoplasias, enfermedades degenerativas, lesiones ortopédicas (que impidan la posición o el registro de la tensión arterial o la oximetría), embarazadas, personas con diagnóstico confirmado de enfermedad arterial periférica.

Variables: Edad (≤ 30 años, 31 – 50 años, > 50 años), sexo (masculino y femenino), actividad física (ligera, moderada, intensa), hábito de fumar, consumo de bebidas alcohólicas, consumo de dieta rica en grasas, diabetes mellitus, hipertensión arterial (sí o no), tipo de diabetes mellitus (tipo I o tipo II), dislipidemia, dolor en miembros inferiores, calambres (sí o no), índice tobillo brazo (< 0.9 Alterado, 0.9 – 1.3 Normal, > 1.3 Alterado) y saturación de oxígeno (%)

Recolección y procesamiento de la información: Para la realización de las tomas se le indicó al paciente acostarse en una camilla en decúbito supino sin zapatos, ni medias, ropa holgada, a una temperatura (entre 27-30 grados centígrados) e iluminación confortable. Después de pasados 5 minutos de estabilidad en esa posición se comenzó a tomar manualmente la tensión arterial del miembro superior derecho y ambos miembros inferiores con un esfigmomanómetro digital marca OMRON HEALTHCARE; INC. Modelo 7100REL (HEM-7102-WM) correctamente calibrado. La manguera del esfigmomanómetro en miembros superiores fue colocada paralela a la arteria braquial en el brazo a unos 2 cm del pliegue del codo. En los miembros inferiores la manguera fue colocada paralela a la dirección donde se inicia la arteria pedia.

Una vez terminada la medición de la tensión arterial se procedió a medir la saturación de oxígeno mediante el oxímetro de pulso marca Shenzhen Aeon Technology Modelo A320, en los cuatro miembros en posición decúbito supino plano. Posteriormente se elevaron los pies a una altura de 60 grados y se registró la saturación de oxígeno a esa altura. A continuación, se les indicó a los pacientes hacer en decúbito supino ejercicio físico, bicicleta, durante un minuto y luego se registró la saturación al finalizar el ejercicio.

En el miembro superior se registró la SatO₂ en el dedo índice, mientras que en el miembro inferior varió entre el dedo 2do, 3ro y 4to debido a la forma del mismo y su acople correcto en el oxímetro para un registro adecuado.

A continuación, se realizó la ecuación simple del ITB obteniéndose el resultado del mismo para cada pie. Se dividió la presión sistólica del miembro inferior entre la presión sistólica del miembro superior y se registró este resultado¹⁴.

A cada sujeto se le aplicó un cuestionario diseñado para el estudio. La información extraída de los formularios fue entrada a una base de datos en Microsoft Office Excel para su posterior procesamiento estadístico.

Las variables cuantitativas se estimaron mediante la media y la desviación estándar. Para comparar las medias en las variables cuantitativas se utilizó la Prueba t de Student para dos muestras independientes. Las variables cualitativas se estimaron a través de frecuencias absolutas y porcentos. Para determinar la relación entre variables cualitativas, se compararon las proporciones mediante el estadístico Chi-cuadrado. Se utilizó para el procesamiento de los datos el programa de análisis estadístico: SPSS versión 27.

Aspectos éticos: La investigación fue aprobada por el consejo académico de la maestría de ciencias básicas biomédicas de la facultad. Se garantizó la confidencialidad de los pacientes involucrados, independientemente del resultado obtenido. Se tuvieron en cuenta los principios éticos de la Declaración de Helsinki que rigen cualquier actividad médica con seres humanos.

RESULTADOS

El mayor porcentaje de los sujetos son del género femenino 50 (69.4 %). El 80.0 % de las mujeres presentaron edades mayores o iguales de 31 años al momento de ser incluidas en el estudio, en los hombres 12 (54.5 %) presentaron edades menores o iguales a 30 años. La edad promedio global fue de 44 ± 17 años, siendo superior en las mujeres con respecto a los hombres sin resultar significativa la diferencia. (Tabla. 1)

Tabla 1. Distribución de sujetos según edad y género

Edad	Género				Total	
	Femenino		Masculino		n	%
	n	%	n	%		
≤ 30	10	20.0	12	54.5	22	30.6
31 - 50	19	38.0	1	4.5	20	27.8
> 50	21	42.0	9	40.9	30	41.7
Total	50	69.4	22	30.6	72	100.0
Media ± DE	46 ± 16		38 ± 19		44 ± 17	

DE: Desviación estándar

La presencia de al menos un hábito tóxico relacionado con la EAP fue referida por 26 (36.1 %) de los sujetos. El 26.4 % (n=19) consumen dietas ricas en grasas, el 23.6 % (n=17) fuman cigarrillos o tabacos y 4 (5.6 %) sujetos consumen bebidas alcohólicas. El 40.3 % (n= 29) de los sujetos refieren al menos padecer una de las siguientes enfermedades: hipertensión arterial n=26 (36.1%), diabetes mellitus tipo II n=5 (6.9 %) y dislipidemia n=5 (6.9 %). (Tabla. 2)

Tabla 2. Sujetos según hábitos tóxicos y antecedentes patológicos personales relacionados con la EAP

Hábitos tóxicos	Total	
	n	%
Si	26	36.1
No	46	63.9
Total	72	100.0
Antecedentes patológicos personales	Total	
	n	%
Hipertensión arterial	26	36.1
Diabetes Mellitus (Tipo 2)	5	6.9
Dislipidemia	5	6.9

El 22.2 % de los sujetos clasifica la actividad física que realizan como ligera, el 56.9 % de moderada y el 20.8% de intensa. (Figura. 1)

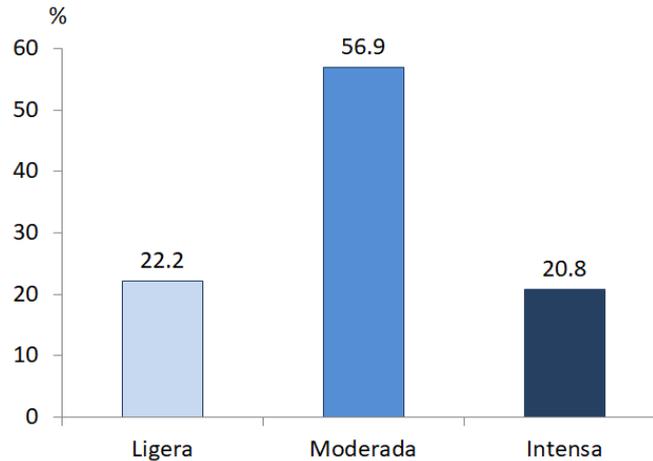


Figura 1. Distribución de sujetos según la práctica de actividad física

De los síntomas patognomónicos de la EAP, el 34.7 % (n=25) de los sujetos del estudio padecen al menos uno de ellos: dolor en miembros inferiores n=22 (30.6 %) y calambres n=20 (27.8 %).

Analizando la proporción de sujetos con edad ≥ 75 años, consumo de dieta rica en grasa, hábito de fumar, consumo de bebidas alcohólicas, HTA, DM y dislipidemia se puede afirmar que aproximadamente el 54 % de ellos padecen de factores de riesgo para la EAP.

Los porcentos más bajos de saturación de oxígeno se aprecian para MI derecho elevación 60°, a pesar de que son menores en los sujetos con factores de riesgo con respecto a los que no presentaron factores de riesgo (95.9 ± 4.0 vs 96.7 ± 6.4 , respectivamente), la diferencia no fue significativa ($p=0.520$). Para el resto de las posiciones, las diferencias entre los porcentos de saturación de oxígeno entre los sujetos con presencia o no de factores de riesgo de EAP, fueron no significativas. Los porcentos más bajos de saturación de oxígeno se aprecian para MI izquierdo ejercicio y MI izquierda elevación 60°. Para MI ejercicio, los porcentos fueron similares ($p=0.904$), hayan presentado o no factores de riesgo para la EAP. Para MI elevación 60°, el porcentaje fue menor en los sujetos con factores de riesgo con respecto a los que no presentaron (96.5 ± 5.1 vs 97.0 ± 4.7 , respectivamente), la diferencia no fue significativa ($p=0.677$). Para la posición decúbito supino, la diferencia entre los porcentos de saturación de oxígeno entre los sujetos con presencia o no de factores de riesgo de EAP, fue no significativa. (Tabla. 3)

Tabla 3. Comparación de medias de SatO2 en miembros según presencia de factor de riesgo de EAP					
SatO2 (%)	Factores de riesgo				t-Student (p)
	Si		No		
Miembros derechos	n	%	n	%	
Total	39	54.2	33	45.8	
Miembro superior	98.8 ± 1.1		99.0 ± 0.8		0.447
MI decúbito supino	98.2 ± 1.4		97.8 ± 2.0		0.375
MI elevación 60°	95.9 ± 4.0		96.7 ± 6.4		0.520
MI ejercicio	97.3 ± 4.0		97.9 ± 1.5		0.406
SatO2 (%)	Factores de riesgo				t-Student (p)
Miembros izquierdos					

	Si		No		
	n	%	n	%	
Total	39	54.2	33	45.8	
Miembro superior	98.7 ± 1.2		98.9 ± 0.8		0.326
MI decúbito supino	97.7 ± 3.5		98.2 ± 1.7		0.491
MI elevación 60°	96.5 ± 5.1		97.0 ± 4.7		0.677
MI ejercicio	96.7 ± 4.8		96.6 ± 5.5		0.904

Los valores son dados como la Media ± Desviación estándar

De manera global y por presencia o no de factores de riesgo, se observan diferencias no significativas para las tres posiciones. En los sujetos con factores de riesgo en la posición decúbito supino los porcentajes de saturación de oxígeno fueron menores en los miembros izquierdos y en los sujetos que no presentaron factores de riesgo, el comportamiento fue a la inversa, menores en los miembros derechos. En el resto de las posiciones el comportamiento en las diferencias entre los miembros derechos e izquierdos fueron similares para los sujetos con riesgo y sin riesgo. (Figura 2)

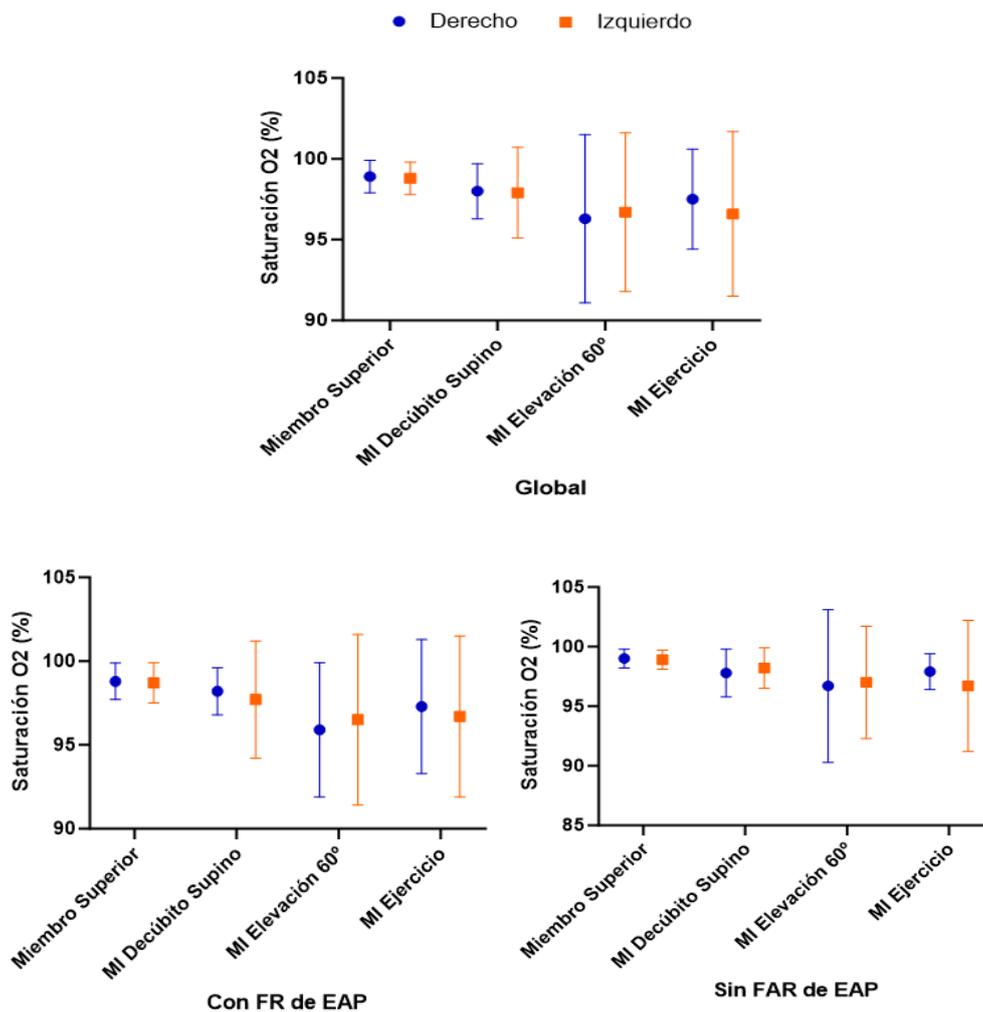


Figura 2. Comparación de medias de SatO2 en ambos miembros, global y según presencia de factor de riesgo de EAP

De manera global (tomando en consideración las tres posiciones), se obtuvo que 24 (33.3%) de los sujetos del estudio presentaron diferencias de SatO2 mayores de 3%, siendo mayor la proporción en los sujetos con presencia de factores de riesgo con respecto a los que no presentan factores de riesgo (38.5% vs 27.3%, respectivamente), diferencia no significativa. En la posición decúbito supino esta proporción es menor en los pacientes con FR, pero en las posiciones elevación 60° y ejercicio, la proporción se comporta igual que el global, siendo superiores las diferencias de SatO2 mayores de 3% en los sujetos con factores de riesgo. A pesar de que estas diferencias de SatO2 mayores de 3%, entre los sujetos con factores de riesgo y sin ellos no fueron estadísticamente significativas, si puede apreciarse sobre todo en la posición de elevación 60° un incremento en los sujetos con factores de riesgo. (Tabla. 4)

Tabla 4. Distribución de sujetos según diferencias de SatO2 mayores de 3 % entre miembro superior y miembro inferior derecho							
Diferencia SatO2 (>3%) Miembro derecho	Factores de riesgo				Total		
	Si		No		n	%	
	n	%	n	%			
Total	39	54.2	33	45.8	72	100.0	
Global*	Si	15	38.5	9	27.3	24	33.3
	No	24	61.5	24	72.7	48	66.7
Decúbito supino	3	7.7	3	9.1	6	8.3	
Elevación 60°	12	30.8	5	15.2	17	23.6	
Ejercicio	4	10.3	3	9.1	7	9.7	

* Chi-cuadrado de Pearson = 1.007, p = 0.316

En los sujetos con FR las mayores proporciones corresponden a la posición de elevación 60° y en el miembro derecho superior al izquierdo. (Figura 3)

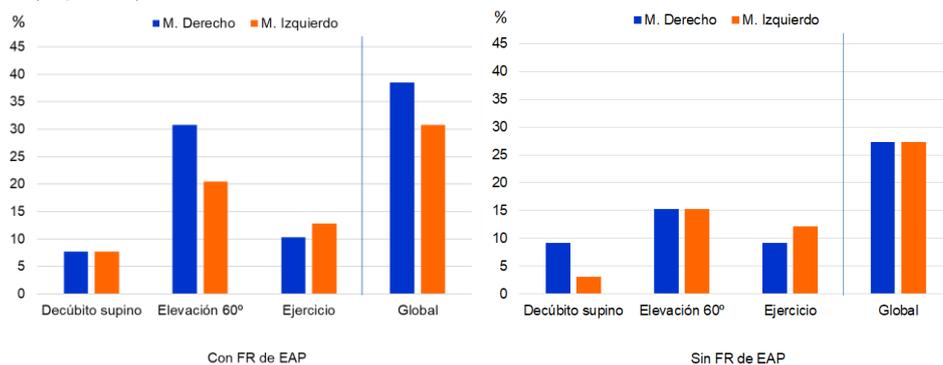


Figura 3. Comparación de diferencias de SatO2 mayores de 3 % en ambos miembros

Del total de sujetos incluidos, el 62 (86.1 %) presentaron valores del índice tobillo brazo dentro del rango normal y el 10 (13.9 %) dentro del rango alterado. No hubo diferencias significativas entre las proporciones de sujetos con factores de riesgo o no, en cada categoría del índice tobillo brazo (p=0.776).

De manera global, los sujetos con ITB normal tuvieron diferencia de SatO2 mayor de 3 % o no, en proporciones similares (51.6 % vs 48.4 %, respectivamente), y en los sujetos con ITB alterado, las proporciones de sujetos con diferencia de SatO2 mayor de 3% o no, fueron iguales. Igual resultado se obtuvo cuando se analizaron por separado los sujetos con factores de riesgo y los que no. Por los que podemos afirmar que en los sujetos del estudio no hubo relación de dependencia entre la saturación de oxígeno y el índice tobillo brazo.

En la posición de elevación 60° de los sujetos con factores de riesgo fue donde se apreció mayor diferencia entre la proporción de sujetos con ITB normal y alterado, pero sin llegar a ser significativa. (Figura 4)

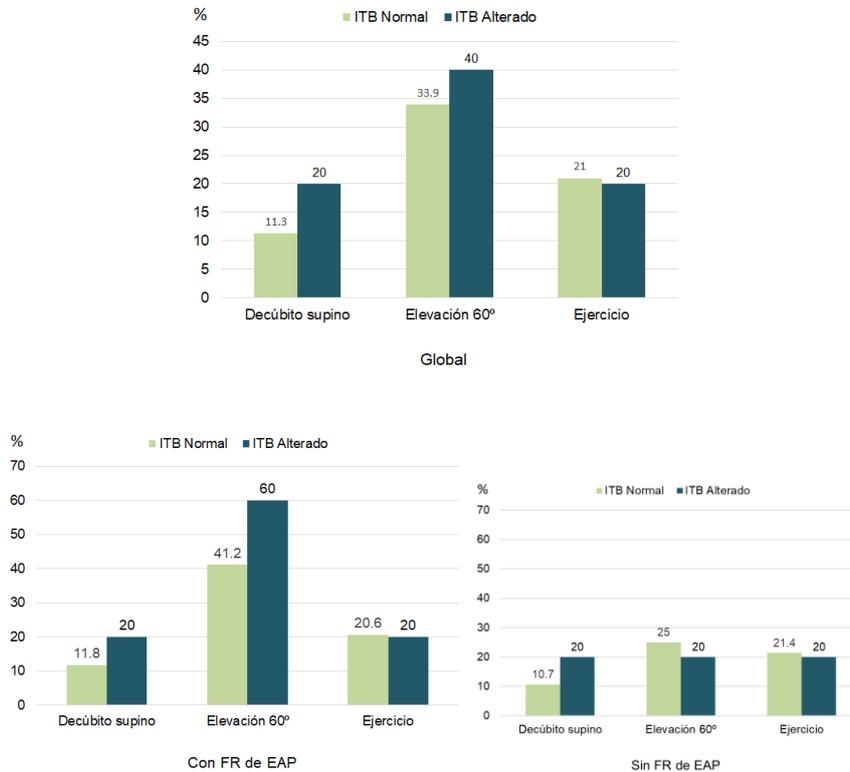


Figura 4. Distribución de sujetos según diferencias de SatO2 mayores de 3 % y el índice tobillo brazo, por posiciones

DISCUSIÓN

Estimar mediante la saturación de oxígeno un territorio mal perfundido no es tan novedoso pues en múltiples áreas de la medicina humana este método se ha empleado. En angiología existen múltiples estudios de aplicación del método. Lo que es más novedoso en este estudio es la medición de la saturación de oxígeno mediante un oxímetro de pulso portátil. Este instrumento tiene precios de mercado desde 20 y hasta 160 dólares en Amazon, lo cual puede considerarse apto para distintas economías. Después de la pandemia de covid muchos profesionales de la salud en el sector primario lo poseen.

La oximetría de pulso se basa en el mismo principio diagnóstico que otras de las formas de saber la presión de O2 periférica. Un ejemplo es mediante la medición de la tensión transcutánea de oxígeno (TcPO2) que implica la determinación de la tensión de oxígeno, el oxígeno se difunde desde la piel local con un electrodo Clark que actúa como sensor de gas. Esto permite una evaluación no invasiva de la microcirculación en una región local, dato muy útil para pacientes sin claudicación por neuropatías, ITB normales o altos. pronosticar evolución postratamientos^{22,23}.

En comparación con este método transcutáneo la medición de la saturación utilizada en el estudio que se presenta, mediante el oxímetro de pulso portátil fue más fácil, además de inocuo, y práctico. Un alto porcentaje de pacientes con riesgo de EAP manifestó valores de saturación menores, aunque estos menores valores no siempre fueron patológicos pues no eran menores del 95 % en mucho de los casos.

La mayor parte de la comparación de medias de saturación entre pacientes con y sin riesgos mostró que los pacientes con riesgos mantenían un nivel de saturación inferior a los pacientes sin riesgos, aunque estas diferencias no sean significativas, como se esperaba. También fue evidente que la postura que más denota una caída de saturación fue la del decúbito supino con pies elevados a 60 grados con respecto al plano horizontal.

Al analizar los resultados se observa que el tipo de ejercicio utilizado fue de muy corto plazo y sin gran esfuerzo. Lo cual fue insuficiente para aumentar las demandas metabólicas de los músculos y hacer que la demanda de oxígeno fuera mayor que la oferta en vasos con algo de obstrucción. La vasodilatación metabólica del ejercicio lejos de

manifestar caída de saturación en muchos pacientes lo que causaba era elevación de la saturación con respecto a la posición estática de los pies elevados.

Uno de los usos al determinar saturación de oxígeno transcutánea es durante pruebas de esfuerzos en cintas rodantes a velocidades de 2 a 5 Km/h con inclinación de 10 o más centímetros. Este esfuerzo, que dependiendo del paciente y la aparición del dolor puede durar 5-15 min o más, sí logra elevar lo suficiente el metabolismo muscular y evidenciar la caída de saturación en MI con compromiso de la perfusión sanguínea^{24,25,26}.

La sangre que circula por todo el organismo tiene la misma saturación de oxígeno. El método que utiliza el oxímetro de dedo para detectar el nivel de saturación, está basado en el oxígeno contenido en la Hb, y la absorción de luz, lo que nos hace entender que una diferencia de saturación debe estar relacionada con disminución de la irrigación sanguínea a ese territorio. El desempeño de estos instrumentos está descrito en un metaanálisis de *Santos-Martínez y otros* en el que se evaluaron 169 estudios con 41 tipos de oxímetros de pulso de 25 marcas diferentes y se estimó una exactitud del 2 % con determinaciones de la SpO2 entre el 70 % y el 100 %²⁷.

Otros autores han contribuido al estudio de la oximetría sobre todo en la DM y coinciden que una SatO2 disminuida representa un signo de hipoperfusión o isquemia temprano y por lo anterior, sería de utilidad que en el primer nivel de atención se cuente con pulsioxímetro²⁸.

Cuando se registra en el estudio la diferencia de saturación entre los miembros inferiores y superiores estamos buscando zonas que tengan una perfusión disminuida y lo asociamos estadísticamente a cada factor de riesgo o síntoma con el objetivo de explorar su valor predictivo de EAP. Una diferencia de más de 3 % no debe estar relacionada con el instrumento sino con un diferente flujo de sangre entre las regiones comparadas por eso consideramos que nuestros resultados deben ser analizados a la luz de esto.

Llama la atención que hay casi el mismo número de pacientes con y sin factores de riesgos con diferencias de SatO2 entre MS y MI mayor del 3 %. Entonces se evaluó la expresión de esta diferencia con cada factor de riesgo y de este análisis se observa que la mayoría de personas con factores de riesgo y/o síntomas presentaba diferencias de saturación mayores de la esperada.

Queda entender por qué personas que no tienen factores de riesgos presentan diferencias de saturación. El análisis nos induce a pensar que algunos de estos pacientes pudieran ser aparentemente sanos, pero pudieran tener morbilidades desconocidas que predisponen a la EAP, también pudieran haber influido otros aspectos de los cuáles no nos percatamos en algún momento como interferencias^{20,29}.

El ITB es un método diagnóstico usado en el mundo entero con muy buena aceptación, fácil de ejecutar y con una alta sensibilidad y especificidad cuando se ha comparado con métodos tan sensibles como las angiografías mediante resonancia o tomografía, o a través de Doppler^{30,31}.

No obstante, algunos estudios han reportado una sensibilidad muy baja del ITB cuando la obstrucción arterial es poca, o sea cuando la insuficiencia o baja perfusión es ligera, reportándose que hasta la mitad de los casos con EAP ligera demostrada han tenido resultados de ITB normales. Por lo que no siempre se pueden identificar individuos con enfermedad en estadios tempranos mediante el ITB. Es importante destacar que el ITB no puede detectar el punto exacto de estenosis arterial y puede presentar resultados falsos negativos en sujetos con calcificaciones vasculares, como pacientes de edad avanzada y pacientes con enfermedades renales avanzadas³².

En esta investigación de 72 pacientes solo 10 presentaron un ITB alterado. Ningún paciente había visitado una consulta de angiología ni recibido diagnóstico de EAP. Este método puede ser empleado para comparar los niveles de saturación de oxígeno dados por la oximetría del que estamos explorando su capacidad diagnóstica. En etapas tempranas de la enfermedad arterial el ITB no es tan sensible y pudiera ser que la oximetría fuera mejor predictor, pero los resultados del estudio no permitieron realizar tal afirmación.

Hay escasas investigaciones que correlacionen la oximetría con el ITB, un estudio realizado en Colombia en el 2018 selecciona la diferencia mayor que el 2 % entre miembros ipsilaterales como patológica. Este estudio tampoco resultó estadísticamente significativo, sin embargo, evidenció niveles de saturación inferiores en los pacientes con riesgos²¹. El estudio de *Gómez*¹⁴ del año 2018 coincide con lo expuesto con anterioridad. Se investigó la eficacia del uso de la oximetría de pulso, y consideró una diferencia de más del 2 % entre MS y MI como anormal. Los resultados fueron evaluados a la luz del eco Doppler y más del 88 % de los pacientes con el 2 % de saturación tenían estenosis arterial. En el análisis estadístico el rango de valores de la saturación es estrecho, lo que limita la capacidad discriminante de todas estas variables. Se puede fácilmente constatar que encontrar valores por debajo de 95 (marca el umbral de la normalidad) es infrecuente, aunque menos raro en la posición de los MI elevados. Esto claramente limita mucho las posibilidades de encontrar alguna capacidad para el tamizaje en esta variable.

CONCLUSIONES

La posición para la exploración de la saturación de oxígeno en los miembros inferiores con niveles más bajos, fue la de decúbulo supino con miembros inferiores elevados a 60° con respecto al plano horizontal. No existió relación de dependencia entre los niveles de saturación de oxígeno y la prueba índice tobillo brazo. En los sujetos del estudio no se inferiores, sin embargo, no se desecha como herramienta complementaria al examen físico. Pudo demostrar que los niveles reducidos de la saturación de oxígeno en la región de arterias periféricas, fueran predictores de la hipoperfusión en extremidades.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Copello-Millares M, Rodríguez-Hernández R, Labrada-Aguilera E, Santiago-Martínez Y, Bermudez-Aguilera Y. Factores de riesgo de aterosclerosis en ancianos fumadores de provincia Holguín, Cuba. *Revista Información Científica*. 2023; 102: [aprox. 7p]. Disponible en: http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1028-99332023000100035&lng=es.
2. Morales-Díaz A, Pérez-Montes-de-Oca E, Valladares-Reyes D, Hernández-García O, Marcheco-Moreira O, Smith-Groba J. Caracterización de pacientes con ictus isquémico. *Universidad Médica Pinareña [Internet]*. 2023; 19 Disponible en: <https://revgaleno.sld.cu/index.php/ump/article/view/909>
3. Lupilov A, Krause D, Klaassen-Mielke R, Trampisch HJ, Rudolf H. Effects of Three Different Methods Defining Onset of Peripheral Artery Disease on the Assessments of Incidence and Important Predictors - Results from the German Epidemiological Trial on Ankle Brachial Index (getABI). *Vasc Health Risk Manag*. 2021;17:421-9. Disponible en: <https://doi.org/10.2147/VHRM.S307675>
4. Martinella Portuondo I, Vega Mengana V, García Massó D, Morlot Ruíz A, Núñez Álvarez D. Caracterización clínica de pacientes portadores de enfermedad vascular periférica complicada. *Rev. med. militar*. 2018;47(2):0-0. Disponible en: http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0138-65572018000200004&lng=es.
5. Salud DdRMEd. Anuario Estadístico de Salud de Cuba 2022. Minsap. La Habana; 2023.
6. Regüeiferos Montoya JC, Suarez Rivero B, Toledo Fernández SO, Rosell Suárez A, Garzón Argudín JJ, Pérez Montes de Oca E. Complicaciones en el paciente diabético tipo 2 con comorbilidades. *Arch Hosp Univ "Gen Calixto García" [Internet]*. 2024;12(2):[aprox. 7p]. Disponible en: <https://revcalixto.sld.cu/index.php/ahcg/article/view/1220>
7. García YG, Formigo LG, Pi AP, Perera AE, Cedeño AA, Domínguez JAB. Enfoque actual de la enfermedad arterial periférica asintomática en personas con diabetes mellitus. *Rev Cub endocrinol*. 2021;32(1):1-22. Disponible en: http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1561-29532021000100007&lng=es.
8. Díaz-Perera Fernández G, Alemañy Díaz-Perera C, Alemañy Pérez E. Enfermedades consecuentes de la aterosclerosis en población atendida por cuatro consultorios médicos. *Rev Cub Med*. 2022;61(4): [aprox. 8p]. Disponible en: http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0034-75232022000400001&lng=es.
9. Guindo J, Martínez-Ruiz MD, Gusi G, Puntí J, Bermúdez P, Martínez-Rubio A. Métodos diagnósticos de la enfermedad arterial periférica. Importancia del índice tobillo-brazo como técnica de criba. *Rev Esp Cardiol* 2009;9(4):11-7. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S1131358709732856>
10. Forés R, Alzamora MT, Boixadera-Planas E, Vázquez A, Pera G, Torán P. Evolution of the prevalence of peripheral artery disease in clinical practice: A descriptive population study with real databases (SIDIAP-CMBD). *Atención primaria*. 2022;54(9):102437. Disponible en: <https://europepmc.org/article/med/35964545>
11. Takei Y. Can Upstroke Time be a More Significant Predictor for Cardiovascular Disease Than Ankle-Brachial Index? *J Atheroscler Thromb*. 2022;29(3):317-9. Disponible en: https://www.jstage.jst.go.jp/article/jat/29/3/29_ED171/_html/-char/en
12. Paskiewicz A, Wang FM, Yang C, Ballew SH, Kalbaugh CA, Selvin E, et al. Ankle-Brachial Index and Subsequent Risk of Severe Ischemic Leg Outcomes: The ARIC Study. *J Am Heart Assoc*. 2021;10(22):e021801. Disponible en: <https://www.ahajournals.org/doi/full/10.1161/JAHA.121.021801>
13. Jeon CH, Han SH, Chung NS, Hyun HS. The validity of ankle-brachial index for the differential diagnosis of peripheral arterial disease and lumbar spinal stenosis in patients with atypical claudication. *European spine journal : official publication of the European Spine Society, the European Spinal Deformity Society, and the European Section of the Cervical Spine Research Society*. 2012;21(6):1165-70. Disponible en: <https://link.springer.com/article/10.1007/s00586-011-2072-3>
14. Gómez Horna JM. Pruebas no invasivas asociadas a lesión arterial periférica en pie diabético Hospital Cayetano Heredia 2018. 2019. Disponible en: <https://hdl.handle.net/20.500.12759/4636>
15. Arias-Rodríguez Fabián D, Proaño-Proaña Pamela J, Posligua-Cevallos Steven L, Medina-Villamarín Loreley D, López-Andrango Ana E, Cuenca-Trujillo Kevin P. et al . Isquemia crónica que amenaza las extremidades inferiores: diagnóstico y tratamiento. Revisión bibliográfica enfocada al primer nivel de atención médica. *Rev. mex. angiología [Internet]*. 2023; 51(4): 125-133. Disponible en: <https://doi.org/10.24875/rma.22000023>.

16. Martínez-Sedas GD. El oxímetro de pulso: más información de la que pensamos. *Rev. mex. anesthesiol.* [Internet]. 2024; 47(1): 30-34. Disponible en: http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0484-79032024000100030&lng=es.
17. Castañeda-Jinete M, Maldonado-Pizarro IM, Vásquez-Soto CM, Hoyos-Castro FE, De Salas R. Efectividad de la oximetría de pulso como tamizaje de cardiopatías congénitas en recién nacidos. *Rev. Colomb. Cardiol.* [Internet]. 2024; 31(5): 292-300. Disponible en: http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0120-56332024000500292&lng=en.
18. Janampa Barrantes SM. Saturación de oxígeno en mayores de 18 años, cuantificada mediante oximetría de pulso, en la ciudad de Arequipa 2022. 2022. Disponible en: <https://repositorio.unsa.edu.pe/server/api/core/bitstreams/f50aedff-33e9-4534-b747-9b612c004987/content>
19. Marmanillo-Mendoza G, Zuñiga-Manrique R, Cornejo-DelValle O, Portilla Canqui L. Índice SatO2/FiO2 versus PaO2/FiO2 para predecir mortalidad en pacientes con COVID-19 en un hospital de altura. *Acta méd. peruana.* 2021;38(4):273-8. Disponible en: http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1728-59172021000400273&lng=es
20. Maruhashi T, Matsui S, Yusoff FM, Kishimoto S, Kajikawa M, Higashi Y. Falsely normalized ankle-brachial index despite the presence of lower-extremity peripheral artery disease: two case reports. *J Med Case Rep.* 2021;15(1):622-27. Disponible en: <https://link.springer.com/article/10.1186/s13256-021-03155-z>
21. Sanjuan J, Romero E, Medina R, Botache W, Ruiz G, Ramirez A, et al. Correlation Between Ankle Brachial Index and Lower Limbs Digital Pulse Oximetry: A Referral Center Experience, Prevalence Study. *Cureus.* 2020;12(1):e6762. Disponible en: https://assets.cureus.com/uploads/original_article/pdf/24341/1612429347-1612429343-20210204-18203-1efl18b.pdf
22. Danieluk A, Chlabicz S. Automated Measurements of Ankle-Brachial Index: A Narrative Review. *Journal of clinical medicine.* 2021;10(21): 5161. Disponible en: <https://www.mdpi.com/2077-0383/10/21/5161>
23. Martín-Rubio I, Marín-García B, Romero-Velasco E, Thuissard-Vasallo IJ, Bautista-Hernández A, Abad-Pérez D. Dispositivos oscilométricos frente a Doppler arterial en la medida del índice tobillo-brazo para el diagnóstico de la enfermedad arterial periférica. *Medicina Clínica.* 2024; 163(3): 128-131. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.medcli.2024.02.003>.
24. Díaz Izquierdo M, Carrera Martínez JL, Hernández Azahares I, Macías de Armas K. A propósito del artículo «¿Es útil el uso del índice tobillo-brazo en pacientes con diabetes en atención primaria?» *Atención primaria.* 2024; 56(6): 102919. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.aprim.2024.102919>
25. Semporé WY, Chao De La Barca JM, Hersant J, Ouédraogo N, Yaméogo TM, Henni S, et al. Exercise-Induced Plasma Metabolomic Profiles in Patients With Peripheral Arterial Disease. *Frontiers in physiology.* 2021; 12: 758085. Disponible en: <https://www.frontiersin.org/journals/physiology/articles/10.3389/fphys.2021.758085/full>
26. Mahé G, Catillon F, Tollenaere Q, Jéhannin P, Guilcher A, Le Pabic E, et al. Discordance of peripheral artery disease diagnosis using exercise transcutaneous oxygen pressure measurement and post-exercise ankle-brachial index. *Scientific reports.* 2020;10(1):7419. Disponible en: <https://www.nature.com/articles/s41598-020-64276-x>
27. Santos-Martínez LE, Ureña-Plascencia MV, Quevedo-Paredes J, Colín-Chávez NI, Durán- Vidauri JP, Soto-Márquez P. Diferencias en la saturación parcial de oxígeno obtenida de tres oxímetros de pulso. *Rev. Med. Inst. Mex. Seguro Soc.* 2020;58(4):385-93. Disponible en: <https://www.redalyc.org/journal/4577/457768632004/457768632004.pdf>
28. López MS, García IR, López LV, Susano LGN, Pérez ÁMS. Baja saturación de oxígeno como factor de riesgo para desarrollar pie diabético. *Atención Familiar.* 2019;26(2):52-7. Disponible en: https://revistas.unam.mx/index.php/atencion_familiar/article/view/68826
29. Mejía Salas H, Mejía Suárez M. Oximetría de pulso. *Rev Soc Bol Ped.* 2012;51(2):149-55. Disponible en: https://d1wqxtxs1xzle7.cloudfront.net/99178596/v51n2_a11-libre.pdf
30. Firnhaber JM, Powell CS. Lower Extremity Peripheral Artery Disease: Diagnosis and Treatment. *American family physician.* 2019;99(6):362-9. Disponible en: <https://www.aafp.org/pubs/afp/issues/2019/0315/p362.html>
31. Cervilla Suárez FJ, Muñoz Cobos F, García Ruiz A, Gálvez Alcaraz LF. ¿Es útil el uso del índice tobillo-brazo en pacientes con diabetes en atención primaria? *Atención Primaria.* 2024; 56: (1): 102769. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.aprim.2023.102769>.
32. Ugwu E, Anyanwu A, Olamoyegun M. Ankle brachial index as a surrogate to vascular imaging in evaluation of peripheral artery disease in patients with type 2 diabetes. *BMC Cardiovasc Disord.* 2021;21(10): 1-6. Disponible en: <https://link.springer.com/article/10.1186/s12872-020-01821-6>

AUTORÍA

Jenny López Miranda: conceptualización, curación de datos, análisis formal, validación, visualización.

Elisbeth Pérez Montes de Oca: conceptualización, curación de datos, análisis formal, validación, visualización, redacción-revisión y edición.

Estefani Barbara González Moya: validación, visualización, redacción-revisión y edición.

Lenia Nápoles Álvarez: curación de datos, análisis formal, validación, visualización.

Laura Plá Bolado: conceptualización, curación de datos, análisis formal, validación, visualización.

Yariadna Rodríguez Pereira: validación, visualización, redacción-revisión y edición.

FINANCIACIÓN

Los autores no recibieron financiación para la realización del presente estudio.

CONFLICTO DE INTERESES

Los autores declaran que no existe conflicto de intereses.



Este artículo de Revista 16 de abril está bajo una licencia Creative Commons Atribución-No Comercial 4.0. Esta licencia permite el uso, distribución y reproducción del artículo en cualquier medio, siempre y cuando se otorgue el crédito correspondiente al autor del artículo y al medio en que se publica, en este caso, Revista 16 de abril.