



Factores asociados al incremento del grosor de la íntima media de la arteria carótida en personas sin enfermedad cardiovascular sintomática

Associated factors to increased carotid intima-media thickness in asymptomatic people without cardiovascular disease

Aníbal Díaz-Lazo^{1,a}, José Beraun Barrantes^{2,b}, Raúl Montalvo^{3,c}

¹ Escuela de Posgrado. Universidad de Huánuco. Huánuco, Perú.

² Facultad de Medicina. Universidad de Huánuco. Huánuco, Perú.

³ Hospital Regional Daniel Alcides Carrión. Huancayo, Perú.

^a Médico cardiólogo.

^b Médico cirujano.

^c Médico infectólogo.

Correspondencia

Raúl Montalvo Ótivo
otivo3@hotmail.com

Recibido: 03/02/2024

Arbitrado por pares

Aprobado: 26/06/2024

Citar como: Díaz-Lazo A, Beraun Barrantes J, Montalvo R. Factores asociados al incremento del grosor de la íntima media de la arteria carótida en personas sin enfermedad cardiovascular sintomática. *Acta Med Peru.* 2024;41(3):199-205. doi: 10.35663/amp.2024.413.2795.

Este es un artículo Open Access publicado bajo la licencia Creative Commons Atribución 4.0 Internacional. (CC-BY 4.0)



RESUMEN

Se considera que el incremento del grosor de la íntima y media de la arteria carótida común (GIMA) puede ser un indicador temprano de enfermedad cardiovascular, incluso en pacientes asintomáticos, lo que puede constituirlo en una herramienta de identificación de potenciales puntos de intervención temprana. Este estudio tuvo como objetivo identificar los factores asociados al incremento del GIMA en pacientes asintomáticos atendidos en el Hospital Regional Docente Clínico Quirúrgico Daniel Alcides Carrión de Huancayo, desde julio de 2022 a junio del 2023. Se realizó una ecografía Doppler carotídea a 150 voluntarios sin enfermedad cardiovascular sintomática, considerándose valores mayores a 1 mm como un GIMA incrementado. El análisis multivariado reportó la hipertensión arterial [OR=4,89; IC95%: 1,64-14,57; p=0,004] y la edad ≥ 55 años [OR=4,26; IC95%: 1,28-14,16; p=0,018] como factores asociados a GIMA incrementado. Si bien los resultados ofrecidos son iniciales, se recomienda que futuros estudios profundicen en el análisis del papel de la edad y la HTA en la enfermedad aterosclerótica, especialmente en condiciones particulares como grandes alturas.

Palabras clave: Hipertensión esencial; Enfermedades de las arterias carótidas; Grosor íntima-media carotídeo (Fuente: DeCS BIREME).

ABSTRACT

The increase in the intima-media thickness of the common carotid artery (IMT) is considered a potential early indicator of cardiovascular disease, even in asymptomatic patients, making it a useful tool for identifying potential points for early intervention. This study aimed to identify factors associated with increased IMT in asymptomatic patients attended at the Hospital Regional Docente Clínico Quirúrgico Daniel Alcides Carrión in Huancayo, from July 2022 to June 2023. A carotid Doppler ultrasound was performed on 150 volunteers without symptomatic cardiovascular disease, considering values greater than 1 mm as indicative of increased IMT. Multivariate analysis reported arterial hypertension [OR=4.89; 95% CI: 1.64-14.57; p=0.004] and age \geq 55 years [OR=4.26; 95% CI: 1.28-14.16; p=0.018] as factors associated with increased IMT. While these results are preliminary, it is recommended that future studies further analyze the role of age and hypertension in atherosclerotic disease, particularly under specific conditions such as high-altitude environments.

Keywords: Essential hypertension; Carotid artery diseases; Carotid intima-media thickness (Source: NLM MeSH).

INTRODUCCIÓN

La enfermedad cardiovascular aterosclerótica, que incluye a la enfermedad coronaria y la enfermedad cerebrovascular, es la causa más importante de morbilidad y muerte prematura en todo el mundo ^[1]; se estima que para el año 2030 cerca de 23,3 millones de personas fallecerán producto de enfermedad cerebrovascular ^[2]. El grosor de la íntima media de la arteria carótida (GIMA) es un predictor de accidente cerebrovascular isquémico, debido a que refleja con precisión las primeras etapas de la aterosclerosis y el riesgo cardiovascular ^[3].

El incremento del grosor no solo refleja alteraciones locales en la arteria carótida, sino que es un marcador indirecto de la aterosclerosis generalizada y de accidente cerebrovascular ^[4,5]. El aumento del GIMA es el primer cambio estructural detectado en la aterosclerosis y se correlaciona significativamente con la presencia y progresión de la aterosclerosis en las arterias más pequeñas, como las arterias coronarias ^[6]. Por ello, las mediciones del GIMA por ultrasonografía Doppler se han convertido en una herramienta útil en la evaluación de la terapia y la selección de pacientes de alto riesgo ^[7].

En este último campo, la determinación del GIMA en arterias carótidas mediante ecografía Doppler en pacientes asintomáticos con riesgo intermedio evaluados según las tablas tradicionales permite reclasificar la enfermedad cardiovascular e identifica a candidatos a endarterectomía carotídea ^[8]. Sin embargo, más allá de un papel terapéutico inminente, identificar los factores asociados al incremento del GIMA en personas asintomáticas puede permitir identificar puntos de intervención no farmacológica (como cambios de estilos de vida) o farmacológica (estatinas, antihipertensivos) efectivos antes del desarrollo de una enfermedad cardiovascular manifiesta, evitando complicaciones graves como infartos de miocardio, accidentes cerebrovasculares o insuficiencia cardíaca ^[9].

En base a ello el objetivo del estudio fue identificar los factores asociados al incremento del GIMA en pacientes asintomáticos atendidos en el Hospital Regional Docente Clínico Quirúrgico Daniel Alcides Carrión de Huancayo, desde julio de 2022 a junio del 2023.

MATERIALES Y MÉTODOS

Estudio transversal realizado en el Laboratorio de Ecocardiografía del Servicio de Cardiología del Hospital Regional Docente Clínico Quirúrgico Daniel Alcides Carrión de Huancayo, desde julio de 2022 a junio del 2023. La población estuvo constituida por los pacientes atendidos en otros servicios de consultorio externo sin evidencia de enfermedad cardiovascular sintomática durante el periodo de estudio. Se calculó un tamaño muestral mínimo de 150 personas, considerándose un nivel de significación de 95%, error de 5%, potencia del 80%, y una frecuencia del 21% del evento de interés ^[10]. Se realizó un muestreo no probabilístico de tipo consecutivo, invitando a pacientes ambulatorios de todo género, con edades entre 40 a 70 años, a participar en el estudio de forma voluntaria a través de un proceso de consentimiento informado. Se excluyeron a las personas que refirieran poseer enfermedad infecciosa, enfermedad valvular, enfermedad isquémica aguda o crónica, enfermedad respiratoria, miocardiopatías o arritmias.

Se realizó a todos los participantes un estudio ultrasonográfico de arterias carótidas por un médico especialista en cardiología, según las recomendaciones vigentes: paciente en reposo, y en decúbito dorsal, medición del grosor de la íntima y media de ambas carótidas comunes izquierda y derecha en proyección anterior y lateral posterior en el segmento distal posterior de la arteria carótida común, a 1 cm de la bifurcación carotídea ^[11,12].

Para ello se utilizó un ecógrafo vivid S50 General Electric® con *software* ecográfico Doppler y transductor de 7,0 MHz. El GIMA fue definido como el grosor medido desde la interfase íntima-

lumen hasta la interfase media-adventicia de la arteria carótida y se consideró como «normal» a los valores por debajo de 1 mm^[13].

Se recolectó información sobre otras variables independientes, como la presencia de sedentarismo, que fue definida cuando el participante refirió realizar menos de 30 min de actividad física intensa, o menos de 60 min de actividad física moderada durante cinco días a la semana^[13,14]. Así mismo, el personal médico del estudio tomó la presión arterial en un solo momento al paciente en reposo y sentado utilizando un estetoscopio y esfigmomanómetro marca Riester®, colocándose el borde más bajo del brazalete a 2,5 cm por encima del doblez del codo. Con esta información se definió la presencia de hipertensión arterial a quienes presentaron mediciones mayores a 140/90 mmHg^[14]. El personal médico también fue capacitado previamente para medir el peso y talla de los participantes, colocando al paciente en bipedestación y descalzo en una balanza mecánica para adulto con tallímetro previamente calibrada de marca Usamed cl-hs0018® Se categorizó como obesidad a quienes obtenían un índice de masa corporal (IMC) $\geq 30 \text{ kg/m}^2$ ^[14].

Finalmente, se revisó en la historia clínica si los pacientes tenían antecedentes de DM2 o dislipidemia o si habían sido diagnosticados alguna vez por personal médico especializado^[15].

Así mismo, se midió la presión de pulso restando la presión diastólica de la presión sistólica, se consideró valores normales de 40 a 60 mmHg, y con la información ecográfica se definió la presencia de una placa de ateroma como un engrosamiento de la íntima-media $\geq 1,5 \text{ mm}$, un aumento focal del espesor de esta de 0,5 mm o el 50% del valor de la íntima-media de la arteria carótida circundante^[14].

Los datos fueron analizados mediante el programa estadístico STATA v.14.0 (StataCorp 2015)®. El análisis estadístico se realizó con un desenlace categórico producto de la aplicación de un punto de corte de 1 mm (GIMA normal: $\leq 1 \text{ mm}$; GIMA incrementado $>1 \text{ mm}$). Se ejecutó un análisis bivariado con pruebas de contraste de hipótesis para variables independientes categóricas (chi cuadrado), así como numéricas paramétricas (prueba t de Student) y no paramétricas (prueba U de Mann-Whitney). Se realizó un análisis de regresión logística multivariable, obteniéndose Odds ratio (OR) ajustados y sus respectivos intervalos de confianza al 95% (IC95%). Se consideró estadísticamente significativo un valor $p < 0,05$.

Para la ejecución del estudio se obtuvo la aprobación del Comité de Ética en Investigación del Hospital Regional Docente Clínico Quirúrgico Daniel Alcides Carrión de Huancayo (Carta N.º 12-04-2023/CEI-HRDC-DAC) y del Comité de Ética de la Universidad de Huánuco. Como se mencionó previamente, los participantes solo fueron incluidos previo proceso de consentimiento informado y los datos obtenidos fueron utilizados con fines de investigación, asegurando su conservación bajo estándares apropiados de reserva y confidencialidad.

RESULTADOS

Se incluyeron a 150 participantes con un promedio de edad de 59 ± 8 años con una proporción similar de sexo femenino y masculino. Setenta participantes (48%) refirieron antecedentes de HTA; 42 (29%) mencionaron tener obesidad y cinco (4%), sedentarismo. La presencia de placas de ateroma se evidenció en (52 %) de los evaluados y con presencia de estenosis carotídea en 37% de los participantes (Tabla 1).

El GIMA promedio en las arterias carótidas fue 0,98 mm (rango de 0,5-1,4 mm) y la proporción de GIMA engrosado ($>1 \text{ mm}$) en los participantes del estudio fue del 60%. Se encontró asociación estadísticamente significativa entre las categorías de GIMA y la edad, el sexo, los diagnósticos de HTA, DM2, tener una presión de pulso $>50 \text{ mmHg}$, los valores de presión arterial sistólica, diastólica, y media, y la presencia de placas de ateroma (Tabla 2).

En el análisis multivariable se encontró asociación entre la probabilidad de GIMA incrementado y la edad ≥ 55 años (OR=4,26; IC95%: 1,2-14,1, $p=0,018$), el antecedente de HTA (OR=5,45, IC95%: 1,6-14,5, $p=0,004$) y la presencia de placas de ateroma (OR= 4,12; IC95%: 1,51-11,2); (Tabla 3).

DISCUSIÓN

Esta investigación evidenció una relación entre la probabilidad de tener GIMA incrementado y la edad mayor a 55 años. Esto es consistente, primero, con un proceso biológico natural. Song *et al.* (2020) evidenciaron que en el periodo de tiempo entre los 30 a 79 años, la prevalencia de engrosamiento de GIMA aumenta en un 27,6% debido a un proceso de envejecimiento vascular que incluye la pérdida de elasticidad arterial, la acumulación de lípidos y aterosclerosis, estrés hemodinámico, inflamación crónica, y alteraciones metabólicas^[16]. Estos factores, en conjunto, promueven el engrosamiento de la pared arterial, lo que contribuye a afirmar que, en la práctica, el solo factor de la edad entre los 31 a 49 años es un factor protector para la aterosclerosis carotídea en comparación a la edad ≥ 65 años^[17].

Así mismo, este estudio encontró relación entre un GIMA incrementado y el diagnóstico de HTA. Lu *et al.* (2004) asociaron la hipertensión arterial a la aterosclerosis carotídea subclínica, sugiriendo que una evolución prolongada puede agravar la enfermedad, independientemente de las cifras de presión arterial^[18]. Por otro lado, el daño mecánico que provoca en las células endoteliales la exposición crónica a presión arterial elevada, desencadena la liberación de mediadores inflamatorios, lo que ocasionaría el incremento del grosor de la íntima y media de la arteria carótida, llevando a un círculo vicioso^[19]. Igualmente, es importante destacar la interacción del binomio HTA-edad con la probabilidad de tener GIMA incrementado. Rynkowska-Kidawa *et al.* (2018) encontraron que las variables «edad avanzada» y «mayor duración de la hipertensión arterial» ocasionaron un incremento del GIMA; sin embargo, el papel de la variable edad se modificaba significativamente en el subgrupo de

Tabla 1. Características generales de los participantes del estudio (n=150)

Variable	n	%
Edad (años) *	59 ± 8,1	40-70
≤ 55	34	21,5
> 55	116	78,5
Grupo etario		
40-50	28	18,1
51-60	47	31,9
61-70	75	50,0
Sexo		
Masculino	74	49,3
Femenino	76	50,7
IMC (kg/m ²) *	27,8 ± 4,5	19-49
Comorbilidades y conductas de riesgo		
HTA	70	48,6
DM2	25	17,4
Obesidad	42	29,2
Dislipidemia	44	30,6
Sedentarismo	5	3,5
Presión de pulso (mmHg)*	49,8 ± 12,6	27-100
Normal (30-50)	83	57,6
Alterado (>50)	61	42,4
Nivel de presión de pulso (mmHg)		
<30	2	1,4
30-50	84	58,3
51-60	36	25,0
61-70	24	16,7
Presión arterial (mmHg)		
90-119 / 60-89	58	40,3
120-139 / 80-89	56	38,9
≥140 / 90	30	20,8
Tiempo de HTA (años)		
1	73	50,7
2-5	26	18,1
6-10	32	22,2
>10	11	7,6
PAS*	124,7 ± 20,7	90-194
PAD*	74,4 ± 11,8	52-117
PAM*	90,8 ± 14,0	66,6-142,7
Placas de ateroma	52	36,1%
Estenosis carotídea	53	37,3%
<30%	47	31,3%
30 – 50%	5	3,3%
>50%	1	0,7%
GIMA *	0,98 ± 0,3	0,5-1,4

* Variable expresada en promedio ± desviación estándar y rango min-max. HTA: hipertensión arterial. DM2: diabetes tipo 2. IMC: índice de masa corporal. PAS: presión arterial sistólica. PAM: presión arterial media. GIMA: grosor de la arteria íntima media de la carótida. Fuente: datos propios.

personas que padecían HTA por más de 10 años, sugiriendo una posible modificación de efecto ^[11]. Esta investigación recolectó información relacionada al tiempo de enfermedad de los pacientes hipertensos; no obstante, la estrategia utilizada para el cálculo de tamaño muestral no permite realizar análisis estratificados con un cierto nivel de robustez que permita realizar conclusiones preliminares sobre el papel de esta variable en nuestra población. Se sugiere que futuros estudios consideren realizar análisis estratificados por factores como edad o el diagnóstico de HTA, con una debida planificación en el ámbito metodológico para obtener datos válidos que aclaren el papel de la edad y el tiempo de enfermedad en el desarrollo de GIMA incrementado.

Por otro lado, es importante señalar que el tiempo de enfermedad, en algunos casos, toma un papel referencial, ya que el daño cardiovascular puede estar presente desde mucho antes de una aparición manifiesta de alteraciones en cifras de presión arterial. Cúspide *et al.* (2015) señalaron que las personas con hipertensión enmascarada tienden a sufrir aterosclerosis carotídea temprana más que las personas normotensas ^[20], por lo que se considera que la prehipertensión arterial es una condición favorable para la generación del daño vascular y se sugiere su manejo para evitar la aparición de aterosclerosis carotídea ^[21].

Una de las fortalezas de este estudio es la generación de evidencia local en pacientes asintomáticos, residentes en condiciones de altura (3259 m.s.n.m.), en las que aún existen vacíos en el conocimiento sobre la fisiopatología tanto de la enfermedad aterosclerótica como de la enfermedad cardiovascular. Sin embargo, al ser un estudio inicial, su diseño solo permite evaluar el efecto de los factores asociados a la enfermedad cardiovascular sobre la aterosclerosis carotídea subclínica en un momento dado. Por otro lado, aspectos como las características y la severidad de las placas de ateroma tampoco fueron analizados. Así mismo, es importante asumir dos sesgos metodológicos importantes, primero, un probable sesgo de selección debido a que la inclusión de los participantes se dio de forma consecutiva, lo que puede impactar en los resultados a pesar de los criterios de exclusión estrictos que se colocaron. Adicionalmente, existe la posibilidad de que el análisis estadístico presentado (regresión logística) pueda sobrevalorar los valores de índices de asociación como el OR, debido a la alta frecuencia del desenlace de estudio encontrada en la población. Por ello, se sugiere que los resultados brindados sean tomados con discreción y sean refrendados por estudios posteriores en poblaciones similares a las de este estudio.

Se concluye que se encontró asociación entre tener un GIMA incrementado y el diagnóstico de HTA y una edad mayor de 55 años en pacientes asintomáticos atendidos en el Hospital Regional Docente Clínico Quirúrgico Daniel Alcides Carrión de Huancayo, desde julio de 2022 a junio del 2023.

Tabla 2. Factores asociados al incremento del grosor de la íntima media de arteria carótida (GIMA)

Variable	GIMA ≥ 1 mm (n = 90)		GIMA < 1 mm (n = 60)		Valor p
	n	%	n	%	
Edad (años) *	62 ± 0,72	42-70	57 ± 1,01	40-70	<0,001
≥55	78	86,7	9	15,0	<0,001
<55	12	13,3	51	85,0	
Sexo					
Masculino	51	56,7	23	38,3	0,042
Femenino	39	43,3	37	61,7	
IMC (kg/m2)*	27,9 ± 0,42	20-37	27,7 ± 5,2	19-48	0,079
HTA					
Sí	58	64,4	12	20,0	<0,001
No	32	35,6	48	80,0	
DM2					
Sí	20	22,2	5	8,3	0,041
No	79	87,8	55	91,7	
Obesidad					
Sí	27	30	15	25,0	0,579
No	63	70	45	75,0	
Dislipidemia					
Sí	27	30	17	28,3	0,158
No	63	70	43	71,7	
Sedentarismo					
Sí	3	3,3	2	3,3	0,659
No	87	96,7	58	96,7	
Presión de pulso					
>50 mmHg	46	51,1	15	25,0	0,002
≤50 mmHg	44	48,9	45	75,0	
PAS (mmHg)*	130,1±12,3	93-194	116,2±17,2	90-177	<0,001
120-140	34	72,3	13	27,6	<0,001
>140	24	85,7	4	14,3	
PAD (mmHg)*	76,9±12,2	52-102	70,5±9,8	54-117	0,002
80-89	21	24,1	7	12,3	0,13
>89	14	16,1	3	5,3	
PAM (mmHg)*	94,1±14,5	67-142,7	85,8±11,6	66,6-127	0,001
≤105 mmHg	70	77,8	56	93,3	0,012
>105 mmHg	20	22,2	4	6,7	
Presencia de placas de ateroma					
Sí	44	48,9	8	13,3	<0,001
No	46	51,1	52	86,7	

* Variable expresada en promedio ± desviación estándar y rango min-max. HTA: hipertensión arterial. DM2: diabetes tipo 2. IMC: índice de masa corporal. PAS: presión arterial sistólica. PAM: presión arterial media. GIMA: grosor de la arteria íntima media de la carótida. Fuente: datos propios.

Tabla 3. Análisis multivariable de factores asociados al incremento del grosor de la íntima media de arteria carótida (GIMA)

Variable	Modelo crudo		Modelo ajustado	
	OR (IC95%)	Valor p	OR (IC95%)	Valor p
Edad ≥ 55 años	5,45 (2,27-13,03)	<0,001	4,26 (1,28-14,16)	0,018
Sexo Masculino	2,05 (1,03-4,05)	0,037	1,42 (0,59-3,54)	0,451
IMC (kg/m ²)	1,01 (0,93-1,08)	0,790	No incluido	
Tiene HTA	5,45 (2,27-13,03)	<0,001	4,89 (1,64-14,57)	0,004
Tiene DM2	3,10 (1,09-8,82)	0,022	2,46 (0,74-8,12)	0,138
Tiene obesidad	1,26 (0,59-2,65)	0,610	No incluido	
Tiene dislipidemia	1,05 (0,51-2,19)	0,150	No incluido	
Sedentarismo	0,98 (0,158-6,07)	0,985	No incluido	
Presión de pulso (mmHg)				
>50	3,14 (1,52-6,48)	0,002	2,74 (0,98-5,36)	0,079
PAS (mmHg)				
120-140	3,61 (1,62-8,01)	0,002	1,43 (0,32-6,33)	0,637
140	8,27 (2,59-26,4)	<0,001	1,57 (0,05-48,8)	0,796
PAD (mmHg)				
80-89	2,71 (1,05-6,95)	0,038	2,05 (0,48-8,64)	0,326
>90	4,21 (1,14-15,59)	0,031	0,87 (0,06-12,2)	0,916
PAM (mmHg)				
>105 mmHg	3,95 (1,27-12,3)	0,017	1,32 (0,07-24,9)	0,849
Presencia de placas de ateroma	6,26 (2,65-14,77)	<0,001	4,12 (1,51-11,16)	0,005

OR: Odds ratio. IC95%: intervalos de confianza al 95%.

Contribuciones de los autoría: ADL, JBB, RM: conceptualización, metodología, investigación, curación de datos, análisis formal, redacción – borrador original, redacción – revisión y edición. ADL: financiamiento. RM: supervisión de las actividades. Todos los autores asumen la responsabilidad frente a todos los aspectos del manuscrito

Fuente de financiamiento: Estudio financiado por la Universidad de Huánuco (Fondo Concursable N.º 618-2022P-CD-UDH)

Conflictos de intereses: ADL y RM laboran en el hospital donde se realizó el estudio. JBB refiere no tener conflictos de interés.

ORCID

Aníbal Díaz-Lazo: <https://orcid.org/0000-0002-9282-9435>

José Beraun Barrantes: <https://orcid.org/0000-0001-8979-2734>

Raúl Montalvo: <https://orcid.org/0000-0003-0227-8850>

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Thrift AG, Howard G, Cadilhac DA. Global stroke statistics: an update of mortality data from countries using a broad code of "cerebrovascular diseases". *Int J Stroke*. 2017;12(8):796-801. doi: 10.1177/1747493017730782.
2. Organización Mundial de la Salud (OMS). Enfermedad Cardiovascular [Internet]. Ginebra: OMS; 2021 [citado el 6 de diciembre de 2023]. Disponible en: [https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/cardiovascular-diseases-\(cvds\)](https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/cardiovascular-diseases-(cvds))
3. Chambless LE, Folsom AR, Clegg LX, Sharrett AR, Shahar E, Nieto FJ, et al. Carotid wall thickness is predictive of incident clinical stroke: the Atherosclerosis Risk in Communities (ARIC) study. *Am J Epidemiol*. 2000;151(5):478-87. doi: 10.1093/oxfordjournals.aje.a010233.
4. Harris S. The association of carotid intima-media thickness (cIMT) and stroke: A cross sectional study. *Perspectives in Medicine*. 2012;1(1-12):164-166. doi: 10.1016/j.permed.2012.04.007.
5. Walubembe J, Ssinabulya I, Mubuke AG, Kagwa MM, Babirye D, Okot J, et al. Carotid Doppler findings among patients admitted with stroke in two tertiary care facilities in Uganda: A Hospital-based

- Cross-sectional Study. *Res Sq.* 2023;rs.3.rs-2800534. doi: 10.21203/rs.3.rs-2800534/v1.
6. Soneye MA, Adekanmi AJ, Obajimi MO, Aje A. Intima-media thickness of femoral arteries and carotids among an adult hypertensive Nigerian population: A case-control study to assess their use as surrogate markers of atherosclerosis. *Ann Afr Med.* 2019;18(3):158-166. doi: 10.4103/aam.aam_57_18.
 7. Fernández-Alvarez V, Linares Sánchez M, López Alvarez F, Suárez Nieto C, Mäkitie AA, Olsen KD, *et al.* Evaluation of Intima-Media Thickness and Arterial Stiffness as Early Ultrasound Biomarkers of Carotid Artery Atherosclerosis. *Cardiol Ther.* 2022;11(2):231-247. doi: 10.1007/s40119-022-00261-x.
 8. Lee CJ, Park S. The role of carotid ultrasound for cardiovascular risk stratification beyond traditional risk factors. *Yonsei Med J.* 2014;55(3):551-7. doi: 10.3349/ymj.2014.55.3.551.
 9. Naik V, Gamad RS, Bansod PP. Carotid artery segmentation in ultrasound images and measurement of intima-media thickness. *Biomed Res Int.* 2013;2013:801962. doi: 10.1155/2013/801962.
 10. Fernández-Friera L, Peñalvo JL, Fernández-Ortiz A, Ibañez B, Lopez-Melgar B, Laclaustra M. Prevalence, vascular distribution and multiterritorial extent of subclinical atherosclerosis in a middle-aged cohort: The PESA (Progression of Early Subclinical Atherosclerosis) Study. *Circulation.* 2015;131(24):2104-13 doi: 10.1161/CIRCULATIONAHA.114.014310.
 11. Rynkowska-Kidawa M, Kidawa M, Kapusta J, Irmanski R, Matysiak R, Kowalski J. Assessment of the intima and media of carotid arteries in the course of hypertension in the elderly. *Pol Mel J.* 2018;45(265):17-135.
 12. Kavoliyik U, Savas G, Yasan M, Murat Bucak H, Cesur B, CetinKaya Z. Evaluation of the relationship between spendo hypertension and the parameters of subclinical atherosclerosis. *Blood Press Momt.* 2021;26(1):1-7. doi: 10.1097/MBP.000000000000490.
 13. Jones DL, Rodriguez VJ, Alcaide ML, Barylski N, Cabral D, Rundek T, *et al.* Subclinical atherosclerosis among Young and middle aged adults using carotid intima-media-thickness measurements. *South Med J.* 2017;110(11):733-737 doi: 10.14423/SMJ.0000000000000728.
 14. Mancia G, Kreutz R, Brunstrom C, Burnierd M, Grassie G, Januszewicz A, *et al.* ESH Guidelines for the management of arterial hypertension The Task Force for the management of arterial hypertension of the European Society of Hypertension Endorsed by the European Renal Association (ERA) and the International Society of Hypertension (ISH). *J hyperten.* 2023;41(1):1-199. doi: 10.1097/HJH.0000000000003480.
 15. Díaz A. Factores de riesgo cardiovascular y disfunción endotelial en adultos que viven a gran altura. *Acta Med Peru.* 2016;33(4):289-295.
 16. Song P, Fang Z, Wang H, Cai Y, Rahimi K, Zhu Y, *et al.* Global and regional prevalence, burden, and risk factors for carotid atherosclerosis: a systematic review, meta-analysis, and modelling study. *Lancet Glob Health.* 2020;8(5):e721-e729. doi: 10.1016/S2214-109X(20)30117-0.
 17. Zhang C, Wang J, Ding S, Gan G, Li L, Li Y, *et al.* Relationship between lifestyle and metabolic factors and carotid atherosclerosis: A survey of 47,063 fatty and non-fatty liver patients in China. *Front Cardiovasc Med.* 2022;9:935185. doi: 10.3389/fcvm.2022.935185.
 18. Lu M, Wu L, Shi P, Kang S, Shi L, Wu Y. Hypertension and subclinical carotid atherosclerosis in a suburban general population in China. *J Hypertens.* 2004;22(9):1699-706. doi: 10.1097/00004872-200409000-00013.
 19. Liu R, Shao J. Research progress on risk factors related to intracranial artery, carotid artery, and coronary artery stenosis. *Front Cardiovasc Med.* 2022;9:970476. doi: 10.3389/fcvm.2022.970476.
 20. Cuspidi C, Sala C, Tadic M, Rescaldani M, De Giorgi GA, Grassi G, *et al.* Untreated masked hypertension and carotid atherosclerosis: a meta-analysis. *Blood Press.* 2015;24(2):65-71. doi: 10.3109/00365521.2014.992185.
 21. Cuspidi C, Sala C, Tadic M, Gherbesi E, Grassi G, Mancia G. Pre-hypertension and subclinical carotid damage: a meta-analysis. *J Hum Hypertens.* 2019;33(1):34-40. doi: 10.1038/s41371-018-0114-6.