

PUBLICACIÓN ANTICIPADA

Publicación anticipada

El Comité Editor de la Revista del Cuerpo Médico Hospital Nacional Almanzor Aguinaga Asenjo aprobó para publicación este manuscrito, teniendo en cuenta la revisión de pares que lo evaluaron y levantamiento de observaciones. Se publica anticipadamente en versión pdf en forma provisional con base en la última versión electrónica del manuscrito, pero sin que aún haya sido diagramado ni se le haya hecho la corrección de estilo. Siéntase libre de descargar, usar, distribuir y citar esta versión preliminar tal y como lo indicamos, pero recuerde que la versión electrónica final y en formato pdf pueden ser diferentes.

Advance publication

The Editorial Committee of the Journal Cuerpo Medico Hospital Nacional Almanzor Aguinaga Asenjo approved this manuscript for publication, taking into account the peer review that evaluated it and the collection of observations. It is published in advance in a provisional pdf version based on the latest electronic version of the manuscript, but without it having been diagrammed or style corrected yet. Feel free to download, use, distribute, and cite this preliminary version as directed, but remember that the final electronic and pdf versions may differ.

Citación provisional /Díaz-Lazo A, Beraún-Barrantes J, Montalvo R. Factores que influyen en la presencia de aterosclerosis carotídea en personas que viven en grandes altitudes. Rev. Cuerpo Med. HNAAA [Internet]. 27 de abril de 2025 [citado 27 de abril de 2025];18(1)DOI: [10.35434/rcmhnaaa.2025.181.2566](https://doi.org/10.35434/rcmhnaaa.2025.181.2566)

Recibido /03/08/2024

Aceptado / 02/02/2025

Publicación en Línea / 27/04/2025

Factores que influyen en la presencia de aterosclerosis carotídea en personas que viven en grandes altitudes

Factors that influence the presence of carotid atherosclerosis in people living at high altitudes

Anibal Diaz-Lazo^{1,a}, Jose Beraún-Barrantes^{2,b}, Raúl Montalvo^{3,c}

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

² Universidad de Huánuco. Huánuco, Perú.

³ Hospital regional Daniel Alcides Carrión. Huancayo, Perú.

^a Médico cardiólogo.

^b Médico cirujano.

^c Médico infectólogo.

ORCID

Anibal Diaz-Lazo 0000-0002-9282-9435

Jose Beraun Barrantes 0000-0001-8979-2734

Raúl Montalvo 0000-0003-0227-8850

Autor de correspondencia

Raúl Montalvo Otivo

otivo3@hotmail.com

Dirección: Calle Anís 210. Huancayo, Perú

Télefono: (+51)992406768

Contribuciones de Autoría:

AD: conceptualizó, diseñó metodología, condujo investigación, coordinación para el financiamiento, redactó borrador inicial. JB: Coordinó el trabajo, estuvo a cargo de la recolección de datos y revisión de la versión final. RM: Realizó el análisis de la base de datos, diseño metodológico, redactó y revisión de la versión final.

Financiamiento:

Financiado por la Universidad de Huánuco, Perú.

Conflictos de intereses:

Los autores niegan conflictos de intereses.

RESUMEN

Objetivo: Identificar los factores que influyen en la presencia de aterosclerosis carotídea en habitantes de gran altitud. **Material y Métodos:** Se realizó evaluación con ecografía Doppler carotídea a 144 personas mayores de 40 años procedentes y naturales de Huancayo Perú, ubicado entre 3000 y 4000 metros sobre el nivel del mar (m.s.n.m.). Se registraron los datos sociodemográficos y sus resultados de los estudios de laboratorio. Se compararon los factores que tuvieron asociación con la aterosclerosis carotídea mediante análisis de regresión logística. **Resultados:** La edad promedio de los participantes fue 59 años, un 50.7% fueron del sexo masculino y el índice de masa corporal promedio fue 27. En cuanto a las comorbilidades asociadas a la aterosclerosis carotídea, se identificó a la hipertensión arterial (HTA) (OR 2.63; IC 95%: 1.81-5.89; $p=0.018$); diabetes mellitus (OR 1.74; IC 95%: 1.04-3.48; $p=0.041$) y dislipidemia (OR 1.87; IC 95%: 1.09-3.63; $p=0.037$). La duración de HTA por 5 años a más aumenta en 70% la probabilidad de desarrollar aterosclerosis (IC 95%: 0.61-0.87). **Conclusiones:** Los factores asociados a la formación de aterosclerosis carotídea en habitantes de altitud fueron la HTA, diabetes mellitus, dislipidemia y la edad mayor de 55 años. Se recomienda el diagnóstico y control temprano de la HTA para reducir el riesgo de aterosclerosis.

Palabras claves: Hipertensión; Placa Aterosclerótica; Enfermedades de las Arterias Carótidas; altitud (**Fuente:** DeCS-BIREME).

ABSTRACT

Objective: The aim was identify the factors associated with the development of carotid atherosclerosis in high altitude inhabitants. **Material and Methods:** Evaluation with carotid Doppler ultrasound was carried out on 144 people over 40 years of age from and native to Huancayo, Peru, located between 3000 and 4000 meters above sea level (m.a.s.l), sociodemographic data and their results from the studies were recorded. laboratory. Factors affecting carotid atherosclerosis were compared using logistic regression analysis. **Results:** Of the total participants, the average age was 59 years, 73 people (50.7%) were male, the average body mass index was 27. The morbidities identified were arterial hypertension (HTA) (OR 2.63; 95% CI: 1.81-5.89; $p=0.018$), diabetes mellitus (OR 1.74; 95% CI: 1.04-3.48; $p=0.041$), and dyslipidemia (OR 1.87; 95% CI: 1.09-3.63; $p=0.037$). Duration of HTA for 5 years and over increases the probability of developing atherosclerosis by 70% (95% CI: 0.61-0.87). **Conclusions:** The factors associated with the formation of carotid atherosclerosis in high altitude inhabitants were HBP, diabetes mellitus, dyslipidemia and age over 55 years. Early diagnosis and control of HTN is recommended to reduce the risk of atherosclerosis.

Keywords: Hypertension; Plaque Atherosclerotic; Carotid Artery Diseases; Altitude (**Source:** MeSH-BIREME)

INTRODUCCIÓN

La aterosclerosis puede comenzar en edades tempranas de la vida y permanecer latente durante mucho tiempo antes de la manifestación de los primeros síntomas ⁽¹⁾, precede a los eventos cardiovasculares durante largo tiempo, por lo que el curso de la enfermedad puede ser modificado con cambios en el estilo de vida y el tratamiento prescrito ⁽²⁾. La identificación temprana y el manejo adecuado de la aterosclerosis son cruciales para prevenir sus complicaciones y mejorar los resultados de salud a largo plazo ⁽³⁾.

La aterosclerosis carotídea es un caso especial, pues su diagnóstico temprano facilita la prevención de eventos cardiovasculares que afectan la calidad de vida del paciente, como el trastorno isquémico transitorio, infarto al miocardio, accidente cerebro vascular, enfermedad arterial periférica, aneurismas, insuficiencia renal e hipertensión arterial (HTA) ^(4,5). Su abordaje mediante ecografía permite la medición del grosor de la íntima-media, pues es una técnica no invasiva, económica, segura, no radiactiva, validada y reproducible, de modo que permite cuantificar la carga de la enfermedad vascular subclínica y evaluar la eficacia de la terapia ⁽⁶⁾.

La edad, dislipidemia, HTA, diabetes mellitus y el consumo de tabaco son factores de riesgo para la formación de aterosclerosis, debido a su influencia en mecanismos que desencadenan daño endotelial, inflamación, estrés oxidativo, y alteraciones en la hemodinámica vascular. Uno de los factores más estudiados es la hipertensión arterial, la cual afecta alrededor de 1280 millones de adultos, en su mayoría, provenientes de países de ingresos bajos y medianos, según datos de la Organización Mundial de la Salud (OMS). Aproximadamente el 46% de los adultos desconoce tener HTA al momento del diagnóstico, y menos de la mitad de los adultos que son conscientes de su diagnóstico reciben tratamiento adecuado. Además, se ha observado un buen control de la HTA hasta en un 21% de adultos ⁽⁷⁾, convirtiéndola en la primera causa de mortalidad prevenible a nivel mundial ⁽⁸⁾.

Por otro lado, la exposición crónica a grandes altitudes está relacionada con cambios estructurales en la red endotelial. Esto sucede porque la producción de radicales libres, secundaria al estado de hipoxia crónica, conlleva a la inflamación endotelial, lo cual es exacerbado por otros factores, como la exposición constante a la radiación ultravioleta y las temperaturas extremas que pueden influir en la salud cardiovascular. A nivel del mar, se ha reportado que la formación de la aterosclerosis podría verse influenciada por algunos factores como el estilo de vida más sedentario, dietas más ricas en grasas y azúcares, así como la mayor contaminación del aire ⁽⁹⁾, mientras que los habitantes de gran altitud presentan un aumento en la producción de los glóbulos rojos debido a la baja presión de oxígeno, incrementando de esta forma la viscosidad sanguínea para compensar la hipoxia crónica, de la misma manera que las temperaturas extremas y la menor densidad del aire pueden también afectar la salud cardiovascular ⁽¹⁰⁾.

Es esencial realizar estudios sobre los factores que influyen en la presencia de la placa aterosclerótica en la altitud para entender la fisiopatología y los mecanismos de adaptación y los riesgos específicos en estas poblaciones. El objetivo de este estudio fue identificar a los factores que influyen en la presencia de aterosclerosis carotídea en personas que viven en grandes altitudes.

MATERIAL Y MÉTODO

Población y diseño de estudio

Se realizó el estudio observacional, analítico y transversal, en personas mayores de 40 años, oriundos y procedentes de la ciudad de Huancayo, Perú, considerado como gran altitud debido a su altitud media de 3800 m.s.n.m. y con presión barométrica de 480 mmHg.

Criterios de selección

Los criterios de inclusión fueron los pacientes mayores de 18 años de edad que residan en Huancayo por un tiempo no menor a 10 años, quienes acudieron al consultorio externo de cardiología como parte de alguna evaluación de riesgo prequirúrgico. Los criterios de exclusión fueron la presencia de algún antecedente de enfermedad cardiovascular como insuficiencia cardíaca, infarto de miocardio, accidente cerebro vascular, enfermedad arterial periférica, aneurisma de cualquier ubicación, insuficiencia renal y eventos de trombosis, además del no firmar el consentimiento informado.

Tamaño muestral

Para el cálculo del tamaño de la muestra se utilizó el método de proporciones mediante el software de análisis estadístico STATA versión 14.0; considerando una potencia del tamaño muestral del 80%; error alfa de 0,05. Se asignó la proporción de 25% de HTA como el factor más frecuentemente asociado al desarrollo de aterosclerosis en los habitantes de gran altitud y de 15% de HTA en los pacientes sin aterosclerosis en personas procedentes de gran altitud^(11,12). Suponiendo una pérdida del 10%, el número total fue 144.

La aterosclerosis fue definida como el grosor de la íntima y media de la arteria carótida ≥ 1.5 mm o un engrosamiento mayor al 50% del área circundante de la pared vascular. Se consideró HTA a los valores de presión arterial sistólica (PAS) ≥ 140 mmHg y/o presión arterial diastólica (PAD) ≥ 90 mmHg, o estar recibiendo tratamiento antihipertensivo. Se consideró la duración de la HTA como el tiempo transcurrido desde el diagnóstico de hipertensión hasta el momento del recojo de la información para el presente estudio, Para conocer dicha duración, se hizo preguntas específicas como “¿desde cuándo recibe medicación antihipertensiva?”

La dislipidemia se consideró con valores de colesterol total > 200 mg/dl, colesterol LDL > 100 mg/dl, colesterol HDL < 50 mg/dl (mujeres) o < 40 mg/dl (varones), o triglicéridos > 150 mg/dl (11). Para determinar el diagnóstico de diabetes, se consideró una glicemia en ayunas ≥ 126 mg/dl o estar recibiendo tratamiento antidiabético. Por su parte, se consideró sedentarismo si el paciente no realiza actividad física moderada por más de 150 minutos, o actividad intensa por más de 75 minutos por semana^(13,14).

Técnicas de procedimiento

El examen fue realizado por un médico especialista en cardiología. Los pacientes se colocaron en posición supina con la cabeza girada en 45° con respecto al lado examinado, tras lo cual se exploró ambas carótidas comunes, bulbo carotídeo y carótida interna para encontrar placas de ateroma, mientras que se midió grosor de la íntima y media mediante ecografía, tomando como referencia el lado posterior de la arteria carótida común distal, a 10 y 20 cm del bulbo^(15,16).

Análisis estadístico

Para describir las variables continuas se utilizó su medida de resumen y su respectiva medida de dispersión (media-desviación estándar, o mediana-rango intercuartílico)

mientras que las variables categóricas fueron representadas con frecuencias y porcentajes. Los datos continuos se compararon entre los grupos utilizando la prueba T de Student si tuvieron distribución normal, o la prueba de Mann-Whitney-Wilcoxon para distribuciones no normales. Para evaluar la normalidad de la distribución, se utilizó la prueba de Shapiro-Wilk, considerando significativo el valor de $p < 0.05$. El análisis de los datos categóricos se realizó utilizando la prueba de chi cuadrado (χ^2). Todo este análisis se llevó a cabo gracias a los paquetes de software STATA 14.

Se realizó un modelo logístico de regresión múltiple para identificar características independientes asociadas con la presencia de aterosclerosis, incluidas todas las variables con $p < 0,05$ del análisis bivariado. Este modelo de regresión fue utilizado debido a que varios factores evaluados tienen prevalencias menores del 10%, lo cual sería similar a lo calculado mediante razón de prevalencias. Del mismo modo, se realizó otro modelo logístico de regresión múltiple para explorar la asociación entre la duración del tiempo de hipertensión arterial y la presencia de placa carotídea, ajustando a la edad y el sexo.

Consideraciones éticas

El estudio se llevó a cabo siguiendo las recomendaciones de la investigación médica sugeridas por la Declaración de Helsinki, las Directrices para las Buenas Prácticas Clínicas y las regulaciones éticas válidas. El estudio fue aprobado por el comité de ética del Hospital Daniel Alcides Carrión de Huancayo (carta N° 36-2021; 16-02-2021 de la oficina de Docencia e investigación).

PUBLICACIÓN ANTICIPADA

RESULTADOS

De un total de 144 personas oriundas y procedentes de una ciudad ubicada a la altitud media de 3800 m.s.n.m., la edad promedio fue 59 años, el grupo etario mayor de 60 años representó el 50% de la población evaluada, 73% fueron de sexo femenino. En el grupo de pacientes con aterosclerosis, 84% tenían más de 55 años de edad ($p=0.029$). Las comorbilidades identificadas con mayor frecuencia fueron HTA (48.6%), seguido por dislipidemia (30.5%) y obesidad (29%). El promedio de la presión arterial sistólica (PAS) fue 124 mmHg, el promedio de la presión arterial media fue 99 mmHg y el promedio de presión de pulso fue 49 mmHg. El promedio de duración de HTA es de 1.82 años de los cuales, el 22% indica tener el diagnóstico de HTA entre 2 años y 5 años (**Tabla 1**).

Los pacientes que presentaron aterosclerosis carotídea representaron un 35% de la población (53 personas), cuyo promedio de edad fue 61 años, resultando más frecuente en el grupo etario de 61 a 70 años. La presencia de comorbilidades fue similar en ambos grupos, excepto para las variables hipertensión ($p=0.003$), dislipidemia ($p=0.034$) y diabetes mellitus ($p=0.038$). El análisis de las funciones vitales evidenció que no existe relación entre los valores evaluados y la presencia de placas ateromatosas.

TABLA 1. Características generales de los pacientes con y sin aterosclerosis, Huancayo.

VARIABLE	TOTAL 144		ATEROSCLEROSIS 52 (35,3%)		SIN ATEROSCLEROSIS 92 (64,7%)		p
	N	%	n	%	n	%	
Edad (años): media (Sd);rango	59(8.1)	40-70	61 (1,1)	42-70	58 (0,8)	40-70	0,052
Edad <55	31	21,5	8	15,4	23	25	0,029
Edad ≥55	113	78,5	44	84,62	69	75	
Grupo etario							
40-50	26	18,06	8	15,38	18	19,57	0,049
51-60	46	31,94	11	21,15	35	38,04	
61-70	72	50	33	63,4	39	42,39	
Sexo							
Masculino	71	49,31	31	59,6	40	43,5	0,08
Femenino	73	50,69	21	40,4	52	56,5	
IMC: media (Sd); rango	27,9(4,50)	19-48	26,76 (3,34)	20-34	28,8 (4,95)	19-48	0,026
Comorbilidad							
HTA	70	48,61	34	65,4	36	39,1	0,003
DM	25	17,36	14	27	11	12	0,038
Obesidad	42	29,17	12	24	30	32,61	0,257
Dislipidemia	44	30,56	28	52,8	16	16,4	0,034
Sedentarismo	5	3,5	2	3,8	3	3,7	1,000
Policitemia	5	3,5	3	5,77	2	2,2	0,352

VARIABLE	TOTAL 144		ATEROSCLEROSIS IS 52 (35,3%)		SIN ATEROSCLEROSIS S 92 (64,7%)		p
	N	%	n	%	n	%	
Presión de pulso (Pp): mediana; rango	49	27-100	51	30-77	48	27-100	0,179
Pp>50	61	42,4	26	50,0	35	38,04	0,219
Nivel de Presión de pulso							
30-50	84	58,33	26	50	58	63,4	0,118
51-60	36	25	13	25	23	25	
61-70	24	16,7	13	25	11	11,96	
Funciones Vitales							
FC media (Sd); rango	68,24 (9,4)	44-100	67,90 (9,24)	53-93	68,66 (9,7)	44-100	0,640
Sat media (Sd); rango	91,9(2,49)	76-96	92,30(2,12)	88-96	91,56 (2,66)	76-95	0,080
Características de la presión arterial							
PAS media (Sd); rango	124,36(29,7)	90-194	128,34 (20,16)	93-194	122,54 (20,9)	90-190	0,107
PAD media (Sd); rango	74,13(11,77)	52-117	75,97 (11,02)		73,51 (12,12)		0,230
PAM media (Sd); rango	90,22(5,282)	12,7- 142,7	93,42 (13,39)	67-142,7	89,4 (14,2)	66,6-132,7	0,098
Nivel PA: sistólica/diastólica							
90-119/60-89	58	40,28	16	30,7	42	45,65	0,167
120-139/80-89	56	38,9	22	42,3	34	36,9	
140/90	30	20,8	14	26,9	16	17,39	
Duración HTA (años)							
media (Sd); rango	1,82(3,44)	0-21	3,11(4,66)	0-21	1,12(2,27)	0-18	0,000
≤1 año	26	18,06	12	23,08	14	15,22	0,001
2 – 5	32	22,2	11	21,15	21	22,8	
6-10	11	7,6	9	17,31	2	2,17	
>10	2	1,4	2	3,85		0,0	

Sd: desviación estándar, HTA: hipertensión arterial, DM: Diabetes mellitus, Pp: presión de pulso, IMC: Índice de masa corporal, PAS: presión arterial sistólica, PAD: presión arterial diastólica, PAM: presión arterial media, FC: frecuencia cardiaca, SAT: saturación, PA: presión arterial, HTA: hipertensión; Pp: presión de pulso. Obesidad:

índice de masa corporal \geq a 30 kg/m². Índice de masa corporal (IMC): relación entre el peso y la talla al cuadrado.

En el análisis de los factores asociados a la presencia de aterosclerosis en los habitantes de gran altitud mediante el modelo multivariado, se encontró que la HTA presentó un odds ratio (OR) de 2.63 (IC 95%: 1.81-5.89), la presencia de diabetes mellitus obtuvo un OR de 1.74 (IC 95%: 1.04-3.48), la dislipidemia, un OR de 1.87 (IC 95%: 1.09-3.63) y la edad mayor igual de 55 años, un OR de 1.62 (IC 95%: 1.03-3.21). Respecto a la duración de la HTA, se evidenció que los pacientes con más de 5 años de padecimiento de la HTA tuvieron OR de 6.28 (IC 95%: 1.15-35.39). Los demás factores evaluados como la presión de pulso, obesidad, sedentarismo, policitemia, no mostraron asociación, todos estos factores fueron ajustados por sexo (**Tabla 2**). Este modelo se ajustó por sexo debido a la relevancia teórica de esta variable.

TABLA 2. Análisis de los factores asociados a la presencia de placas ateromatosas.

FACTOR	MODELO CRUDO		MODELO MULTIVARIADO*	
	OR (IC 95%)	Valor de p	OR (IC 95%)	Valor de p
Edad \geq55 años	1,83(1,05-3,45)	0,181	1,62(1,03-3,21)	0,031
Sexo masculino	1,91(0,96-3,82)	0,064		
HTA	2,93(1,44-5,9)	0,003	2,63(1,81-5,89)	0,018
Diabetes Mellitus	1,89(1,19-3,61)	0,038	1,74(1,04-3,48)	0,041
Obesidad	0,62(0,28-1,35)	0,229		
Dislipidemia	1,91(1,18-4,12)	0,034	1,87(1,09-3,63)	0,037
Sedentarismo	1,18(0,19-7,34)	0,85		
Policitemia	2,75(0,44-17,05)	0,276		
IMC				
	1,09(0,50-2,37)	0,50		
Sobrepeso				
Nivel de PA				
120-139/80-89	1,69(0,77-3,73)	0,187		
\geq 140/90	2,29(0,91-5,76)	0,076		
Duración HTA				
De 2 a 5 años	0,61(0,21-1,76)	0,363		
>5años	6,41(1,18-34,86)	0,031	6,28(1,15-35,39)	0,037
Nivel de Pp				
\leq 60mmHg	1,26(0,55-2,86)	0,581		
>60mmHg	2,63(1,04-6,65)	0,040	1,14(0,32-4,10)	0,832

HTA: Hipertensión, DM: diabetes mellitus, Pp: presión de pulso, IMC: índice de masa corporal, PAS: presión arterial sistólica, PAM: presión arterial media, PAD: presión arterial diastólica, FC: frecuencia cardiaca, Sat: saturación.*Determinado *Obtenido mediante regresión logística.

La probabilidad de desarrollar placas ateromatosas se incrementa a medida que aumenta los años de padecimiento de HTA, de tal forma que los pacientes con más de 10 años de HTA presentan 94% de probabilidad de desarrollar aterosclerosis (IC 95%: 0.74-0.97); para determinar esta probabilidad se estimaron los puntos corte de la duración en años de la HTA y utilizando el análisis de modelo de riesgos proporcionales de Cox, se determinó la probabilidad de desarrollar aterosclerosis según cada punto de corte (**Tabla 3**).

TABLA 3. Probabilidad de desarrollar aterosclerosis según la duración de hipertensión arterial (HTA) en años

Años de Hipertensión arterial	Probabilidad de desarrollar placas ateromatosas	IC 95%
1	35.3%	0.21-0.62
2	63.3%	0.41-0.74
3	64.6%	0.46-0.79
4	67.3%	0.56-0.81
5	69.3%	0.59-0.87
6	70.0%	0.61-0.87
7	76.3%	0.63-0.88
8	83.5	0.65-0.91
9	91.7%	0.67-0.94
>10	94.8%	0.74-0.97

IC 95%: Intervalo de confianza al 95%

DISCUSIÓN

La frecuencia de aterosclerosis subclínica oscila entre 22.4% y 69.3% ^(17,18). En este estudio la frecuencia fue 35.3%. Según Catena et al, evaluando pacientes hipertensos encontró que la edad, la presión arterial y la homocisteína predicen la presencia de aterosclerosis ⁽¹⁹⁾. Según otros estudios la HTA y los niveles de colesterol fueron asociados con la presencia de aterosclerosis ^(20,21). En esta serie, se encontró la asociación entre HTA y placa de ateroma carotídea de manera muy similar.

Aproximadamente 21% de las personas entre los 30 y 79 años tienen aterosclerosis, siendo más común en mayores de 65 años y más frecuente en los hombres que en las mujeres ⁽²²⁾. En esta casuística, se observa una mayor frecuencia a partir de los 61 años. De manera similar se reporta la prevalencia de aterosclerosis en varones del 36% y en mujeres del 24%, lo que podría explicarse por una interacción compleja de factores hormonales y biológicos incluso de comportamiento, como el mayor consumo de alcohol y tabaco ^(23,24).

En una población china, el engrosamiento de la íntima-media en la población general de normotensos fue de 0,67 mm, y de hipertensos sostenidos fue de 0,77 mm ⁽²⁵⁾, similar a los hallazgos del estudio de Soneye et al ⁽²²⁾, indicando un mayor engrosamiento en pacientes con HTA, lo que contrasta con el estudio, en donde no se observó diferencia. En adultos sanos de mediana edad, se consideran valores normales del grosor de la íntima-media carotídea entre 0,6 y 0,7 mm. En contraste, un grosor de 1,0 mm o más se ha relacionado con un aumento significativo del riesgo absoluto de enfermedades cardiovasculares ⁽²⁶⁾. Además, se ha reportado un incremento promedio del grosor de la íntima-media de 0,02 mm por año ⁽²⁰⁾. Asimismo, se ha observado que, por cada incremento de 0,1 mm del grosor de la íntima-media de la arteria carótida, se aumenta el riesgo de presentar un infarto de miocardio cardiaco entre el 10% y 15%; y de ictus cerebral entre el 13% y 18%. En nuestra serie, las personas con aterosclerosis presentaron un engrosamiento promedio de la íntima-media de 1,69 mm.

Si bien la literatura no muestra un consenso sobre la frecuencia de aterosclerosis en personas que viven a grandes altitudes, por lo general, dichos resultados no difieren de lo reportado en personas que viven a nivel del mar. La prevalencia de HTA a nivel del mar es 25% en mayores de 60 años, similar a pobladores de grandes altitudes ⁽⁸⁾. Existen algunos puntos clave que pueden ayudar a entender mejor la relación entre la altitud y la aterosclerosis, como ciertos mecanismos de adaptación protectores inducidos por la exposición a la hipoxia crónica en grandes altitudes, mientras que otros estudios indican que los riesgos cardiovasculares son similares a lo evidenciado en habitantes a nivel del mar ⁽²⁷⁾.

La HTA continúa siendo el factor de riesgo cardiovascular prevenible más importante, tanto en personas que habitan en grandes altitudes como a nivel del mar ⁽¹⁰⁾, y la presencia de aterosclerosis es similar en ambas poblaciones, pues los depósitos de lípidos, así como el incremento de calcio y de colágeno en el endotelio arterial, no están relacionados a la altitud ⁽¹⁷⁾.

La prevalencia de aterosclerosis carotídea subclínica en pacientes con diabetes estaba entre el 47% y el 90% ⁽²⁷⁾, similar al presente estudio, que reportó una frecuencia del 56,8%. La prevalencia de diabetes en personas que habitan en grandes altitudes no es consistentemente mayor que en aquellos que viven a nivel del mar. Algunos estudios

sugieren que la exposición crónica a altitudes elevadas podría tener un impacto en la prevalencia de diabetes, sin embargo, la evidencia no es concluyente ⁽²⁸⁾. En este estudio la prevalencia de estenosis de la carótida fue del 11%.

Las limitaciones del estudio fueron la falta de un grupo de comparación con habitantes a nivel del mar. Al ser un estudio transversal, no se evaluó adecuadamente la causalidad. Por ello, se debería hacer estudios prospectivos para corroborar esta asociación.

Se concluye que la presencia de HTA, diabetes mellitus, dislipidemia y la edad mayor de 55 años fueron los factores vinculados a la presencia de aterosclerosis en personas que habitan en grandes altitudes, estos factores son similares a los estudios realizados en habitantes a nivel del mar; con respecto a la duración de la HTA en pacientes que viven en altura la probabilidad de desarrollar esta esclerosis se incrementa a medida que aumenta los años de padecimiento de HTA. Los pacientes con más de 10 años de HTA presentan 94% de probabilidad de desarrollar aterosclerosis.

Los resultados de este trabajo pueden generar información vital para la generación de políticas públicas; siendo esta, un problema de salud pública, que vaya de la mano con programas de intervención estratégicos dirigidas a estas comunidades asentadas en la altitud.

PUBLICACIÓN ANTICIPADA

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. 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.
2. Papageorgiou N, Briasoulis A, Androulakis E, Tousoulis D. Imaging Subclinical Atherosclerosis: Where Do We Stand? *Curr Cardiol Rev.* 2017;13(1):47-55. doi: 10.2174/1573403x12666160803095855.
3. Stein JH, Korcarz CE, Post WS. Use of carotid ultrasound to identify subclinical vascular disease and evaluate cardiovascular disease risk: summary and discussion of the American Society of Echocardiography consensus statement. *Prev Cardiol.* 2009;12(1):34-8. doi: 10.1111/j.1751-7141.2008.00021.x.
4. Yang W, Nie Q, Sun Y, Zou D, Tang J, Wang M. Early prediction of atherosclerosis diagnosis with medical ambient intelligence. *Front Physiol.* 2023;14:1225636. doi: 10.3389/fphys.2023.1225636.
5. Masson W, Lobo M, Molinero G, Siniawski D. Discordant Lipid Pattern and Carotid Atherosclerotic Plaque. Importance of Remnant Cholesterol. *Arq Bras Cardiol.* 2017;108(6):526-532. doi: 10.5935/abc.20170069.
6. De Backer GG. The role of carotid ultrasonography for the primary prevention of cardiovascular disease in apparently healthy persons. *Eur J Prev Cardiol.* 2023;30(10):1005-1006. doi: 10.1093/eurjpc/zwad149.
7. World Health Organization (WHO). Global Hypertension Report 2023. World Health Organization; 2023 [citado el 2 de diciembre de 2024]. Disponible en: <https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/hypertension>
8. Mills KT, Bundy JD, Kelly TN, Reed JE, Kearney PM, Reynolds K, et al. Global Disparities of Hypertension Prevalence and Control: A Systematic Analysis of Population-Based Studies From 90 Countries. *Circulation.* 2016;134(6):441-50. doi: 10.1161/CIRCULATIONAHA.115.018912
9. Ruiz-Alejos A, Carrillo-Larco RM, Bernabé-Ortiz A. Prevalence and incidence of arterial hypertension in Peru: a systematic review and meta-analysis. *Rev Peru Med Exp Salud Publica.* 2021;38(4):521-529. doi: 10.17843/rpmesp.2021.384.8502.
10. Gok M, Karaman S, Erdem B. Evaluation of macular and choroidal thickness in healthy residents living at high altitude. *Indian J Ophthalmol.* 2022;70(5):1650-1655. doi: 10.4103/ijo.IJO_2079_21.
11. Cao Y, Zhao X, Watase H, Hippe DS, Wu Y, Zhang H, et al. Comparison of Carotid Atherosclerosis between Patients at High Altitude and Sea Level: A Chinese Atherosclerosis Risk Evaluation Study. *J Stroke Cerebrovasc Dis.* 2020;29(2):104448. doi: 10.1016/j.jstrokecerebrovasdis.2019.104448.
12. Diaz A. Factores de riesgo cardiovascular y disfunción endotelial en adultos que viven a gran altitud. *Act Med Peru.* 2016;33(4): 289-295. doi:10.35663/amp.2016.334.222
13. Cierpka-Kmieć K, Hering D. Tachycardia: The hidden cardiovascular risk factor in uncomplicated arterial hypertension. *Cardiol J.* 2020;27(6):857-867. doi: 10.5603/CJ.a2019.0021.
14. Bertoluci MC, Rocha VZ. Cardiovascular risk assessment in patients with diabetes. *Diabetol Metab Syndr.* 2017;9:25. doi: 10.1186/s13098-017-0225-1.
15. Mancusi C, Manzi MV, de Simone G, Morisco C, Lembo M, Pilato E, et al. Carotid Atherosclerosis Predicts Blood Pressure Control in Patients With

- Hypertension: The Campania Salute Network Registry. *J Am Heart Assoc.* 2022;11(5):e022345. doi: 10.1161/JAHA.121.022345.
16. Ibanez B, Fernández-Ortiz A, Fernández-Friera L, García-Lunar I, Andrés V, Fuster V. Progression of Early Subclinical Atherosclerosis (PESA) Study: JACC Focus Seminar 7/8. *J Am Coll Cardiol.* 2021;78(2):156-179. doi: 10.1016/j.jacc.2021.05.011.
 17. Cattazzo F, Lombardi R, Mantovani A, Bevilacqua M, Zoncapè M, Iogna Prat L, et al. Subclinical and clinical atherosclerosis in non-alcoholic fatty liver disease is associated with the presence of hypertension. *Nutr Metab Cardiovasc Dis.* 2022;32(12):2839-2847. doi: 10.1016/j.numecd.2022.08.005.
 18. Abizanda P, Atienzar P, Casado L, Romero L, Sánchez-Jurado PM, León M, et al. Cardiovascular risk factors are associated with subclinical atherosclerosis in high functioning older adults. *Maturitas.* 2010;67(1):54-9. doi: 10.1016/j.maturitas.2010.04.014.
 19. Catena C, Colussi G, Url-Michitsch M, Nait F, Sechi LA. Subclinical carotid artery disease and plasma homocysteine levels in patients with hypertension. *J Am Soc Hypertens.* 2015; 9(3): 167-75 doi: 10.1016/j.jash.2014.12.020
 20. David E, Martinelli O, Pacini P, Di Serafino M, Huang P, Dolcetti V, et al. New Technologies in the Assessment of Carotid Stenosis: Beyond the Color-Doppler Ultrasound-High Frame Rate Vector-Flow and 3D Arterial Analysis Ultrasound. *Diagnostics (Basel).* 2023;13(8):1478. doi: 10.3390/diagnostics13081478.
 21. Fukuhara M, Arima H, Ninomiya T, Hata J, Hirakawa Y, Doi Y, et al. White-coat and masked hypertension are associated with carotid atherosclerosis in a general population: the Hisayama study. *Stroke.* 2013;44(6):1512-7. doi: 10.1161/STROKEAHA.111.000704.
 22. 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.
 23. Kasliwal RR, Bansal M, Desai D, Sharma M. Carotid intima-media thickness: Current evidence, practices, and Indian experience. *Indian J Endocrinol Metab.* 2014 Jan;18(1):13-22. doi: 10.4103/2230-8210.126522.
 24. Coll B, Feinstein SB. Carotid intima-media thickness measurements: techniques and clinical relevance. *Curr Atheroscler Rep.* 2008;10(5):444-50. doi: 10.1007/s11883-008-0068-1.
 25. 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.
 26. Van den Oord SC, Akkus Z, Renaud G, Bosch JG, van der Steen AF, Sijbrands EJ, et al. Assessment of carotid atherosclerosis, intraplaque neovascularization, and plaque ulceration using quantitative contrast-enhanced ultrasound in asymptomatic patients with diabetes mellitus. *Eur Heart J Cardiovasc Imaging.* 2014;15(11):1213-8. doi: 10.1093/ehjci/jeu127.
 27. Jeevarethinam A, Venuraju S, Dumo A, Ruano S, Mehta VS, Rosenthal M, et al. Relationship between carotid atherosclerosis and coronary artery calcification in asymptomatic diabetic patients: A prospective multicenter study. *Clin Cardiol.* 2017;40(9):752-758. doi: 10.1002/clc.22727.
 28. Alvarez JM, Ruiz PG, David M, Devoto M, Caride A, Borracci RA. Long-term outcomes of symptomatic and asymptomatic patients undergoing carotid

endarterectomy in an average-volume community hospital. *Acta Chir Belg.*
2021;121(6):398-404. doi:10.1080/00015458.2020.1798112

