Artículo Original / Original Article

Indicadores de aterogenicidad en la predicción del síndrome metabólico en adultos, Trujillo-Perú

Atherogenicity indicators in the prediction of metabolic syndrome among adults in Trujillo-Peru

Jorge Luis Díaz-Ortega^{1*}. <https://orcid.org/0000-0002-6154-8913>

Adrián Quispe Tácanan¹. <https://orcid.org/0000-0002-9616-9622>

María Gallo Ancajima¹. <https://orcid.org/0000-0002-7988-4501>

Luz Castro Caracholi¹. <https://orcid.org/0000-0002-3179-0127>

Irma Yupari Azabache². <https://orcid.org/0000-0002-0030-0172>

1. Facultad de Ciencias de la Salud, Universidad César Vallejo, Trujillo, Perú.

2. Instituto de Investigación, Universidad César Vallejo, Trujillo, Perú.

*Dirigir correspondencia: Jorge Luis Díaz-Ortega.
Universidad César Vallejo,
Av. Larco 1770. Trujillo-Perú, Teléfono: 485000.
Email: jdiaz@ucv.edu.pe

Este trabajo fue recibido el 08 de marzo de 2021.
Aceptado con modificaciones: 06 de abril de 2021.
Aceptado para ser publicado: 15 de mayo de 2021.

RESUMEN

Objetivo: Evaluar los indicadores de aterogenicidad en la predicción del síndrome metabólico. **Métodos:** Se realizó un estudio descriptivo, transversal en adultos de la ciudad de Trujillo en 321 personas de 25 a 65 años que acudieron a cuatro centros de salud, de julio a diciembre de 2019. El síndrome metabólico se determinó mediante criterios de la Asociación Latinoamericana de Diabetes (ALAD) 2018 y del Adult Treatment Panel III (ATP III). **Resultados:** La presencia de síndrome metabólico según los criterios del ALAD y ATP III fue de 46,1% y 48,6% respectivamente. Los índices aterogénicos con valores de riesgo más prevalentes correspondieron al Colesterol No HDL 72%; Índice de Castelli 68,2% y el índice TG/HDL en 58,3% de los participantes. Tanto para el criterio ALAD como ATP III, el índice aterogénico que mostró la mejor predicción fue el TG/HDL seguido del índice de Castelli en el caso del ATP III. **Conclusión:** El índice de TG/HDL es el indicador con mejor predicción del síndrome metabólico.

Palabras clave: Colesterol; Curva ROC; Lipoproteínas; Síndrome metabólico; Triglicéridos.

ABSTRACT

Objective: To evaluate atherogenicity indicators in the prediction of metabolic syndrome. **Methods:** A descriptive, cross-sectional study was conducted in adults from the city of Trujillo in 321 people aged 25 to 65 years who accessed care at four health centers, between July-December 2019. Metabolic syndrome was determined by using criteria of the Latin

American Diabetes Association (LADA) 2018 and the Adult Treatment Panel III (ATP III). Results: The presence of metabolic syndrome according to LADA and ATP III criteria was 46.1% and 48.6%, respectively. The atherogenic indexes with the most prevalent risk values corresponded to non HDL cholesterol 72%; Castelli index 68.2% and TG/HDL index in 58.3% of the participants. For both LADA and ATP III criteria, the atherogenic index that showed the best prediction was TG/HDL followed by the Castelli index in the case of ATP III. Conclusion: The TG/HDL index is the indicator with the best prediction of metabolic syndrome.

Keywords: Cholesterol; Lipoproteins; Metabolic syndrome; ROC curve; Triglycerides.

INTRODUCCIÓN

El síndrome metabólico es un problema de salud pública que tiene una prevalencia estimada de 20% a 25% en la población general. Su prevalencia es mayor en adultos mayores, llegando al 42% en personas >60 años de edad¹. La prevalencia en América Latina para el 2015 se estimó en 29,5%². Un estudio realizado en 2019 en el Perú se encontró una prevalencia de síndrome metabólico correspondiente a 25,1%³; con predominio del género femenino observado también en otro estudio⁴. En la ciudad de Trujillo, en un estudio epidemiológico realizado en noviembre 2007 a octubre del 2009⁵, reportó una prevalencia de síndrome metabólico en adultos de 20 a 79 años de 16,1% y 28,4% según los criterios del National Cholesterol Education Program's Adults Treatment Panel III (ATPIII) y de la Federación Internacional de Diabetes (FID) respectivamente.

El síndrome metabólico (SM) está definida por una serie de factores de riesgo siendo la glucosa en ayunas elevada, presión arterial elevada, hipertrigliceridemia, niveles reducidos de lipoproteína de alta densidad (HDL) y obesidad abdominal⁶, y todos ellos asociados principalmente con la resistencia a la insulina⁷ que conllevan finalmente al deterioro de la capacidad del endotelio para mantener la homeostasis vascular⁸.

La obesidad es uno de los puntos discordantes en las definiciones del SM, debido a que la Federación Internacional de Diabetes (IFD; siglas en inglés) lo consideraba como criterio principal en la identificación del SM. Sin embargo, la Organización Mundial de la Salud (OMS) plantea que es la resistencia a la insulina o la diabetes y no la obesidad la que define SM, en tanto que para el ATPIII la obesidad forma parte de cinco factores de riesgo propuestos, pero no excluyente para el diagnóstico de síndrome metabólico⁹.

La Asociación Latinoamericana de Diabetes (ALAD) recomienda utilizar en la práctica clínica la definición de la IFD con los nuevos criterios latinoamericanos con respecto al perímetro de cintura abdominal con un punto de corte de 94 cm en hombres y 88 cm en mujeres. Sin embargo, es recomendable identificar el SM en los estudios epidemiológicos con el criterio de ATP III con el fin de poder comparar los resultados frente a los criterios del ALAD¹⁰.

Se han propuesto cocientes o índices lipoprotéicos para

proporcionar una mejor información de las lipoproteínas del perfil lipídico en su capacidad predictiva de riesgo coronario en pacientes con síndrome metabólico aunque con diferentes resultados. A través del análisis de curvas ROC se ha demostrado que el índice colesterol total (CT)/HDL-c, índice triglicéridos/HDL-c y colesterol no-HDL poseen capacidad predictiva de síndrome metabólico, al igual que su relación con la obesidad abdominal^{11,12}. Por tanto todos estos cocientes lipoprotéicos son de utilidad para el diagnóstico y pronóstico de la enfermedad cardiovascular¹³.

Así mismo también se ha demostrado que el índice CT/HDL-c al igual que el colesterol no-HDL son mejores indicadores pronósticos de enfermedad cardiovascular aterosclerótica que se relacionan con el grosor elevado de la íntima media de la carótida¹⁴.

Finalmente el índice TG/HDL-c podría utilizarse como un marcador secundario de insulinoresistencia, dado su aceptable sensibilidad y especificidad, y de menor costo en comparación con las técnicas para la determinación del índice del modelo homeostático (Homeostasis Model Assessment Insulin Resistance, HOMA - IR)^{15,16}.

El uso de los valores individuales de las fracciones lipídicas y lipoproteínas componentes del perfil lipídico, solo aportan una información cuantitativa, sin brindar el balance existente entre las lipoproteínas aterogénicas y antiaterogénicas. Por ello los índices aterogénicos que presentan mejor predicción del síndrome metabólico podrían ser incluidos en los análisis de laboratorio y contribuiría con los profesionales de salud en facilitar una mejor orientación a los pacientes.

El objetivo del presente estudio fue determinar los indicadores aterogénicos que predicen el síndrome metabólico en adultos de Trujillo, Perú.

MATERIAL Y METODOS

Diseño y muestra

El presente estudio es de tipo descriptivo, de enfoque cuantitativo, de corte transversal. La población estuvo conformada por adultos de la ciudad de Trujillo, Perú, de 25 a 65 años. La edad promedio $\pm$ desviación estándar para hombres fue de 46,6 $\pm$ 14,5 años y mujeres 47,3 $\pm$ 13,5 años. Se aplicó la fórmula de muestra para población infinita, considerando la prevalencia de SM del 25,1%³ y un error del 4,75%, obteniendo 321 personas (94 varones

y 227 mujeres) que asistieron de manera ambulatoria a cuatro Centros de Salud con mayor afluencia de pacientes: Los Jardines (87), San Martín (82), La Noria (78) y Los Granados (74). La selección de la muestra fue por conveniencia en el periodo julio-diciembre 2019. Se utilizó este tipo de muestreo para tener accesibilidad a los participantes, tomándose en cuenta que en la ciudad de Trujillo, según el Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI), existe mayor cantidad de mujeres que hombres y de esta manera se da la asistencia a los centros de salud seleccionados, por lo tanto la validez interna no se ha visto afectada.

En el estudio se incluyó a voluntarios que no presentaron tratamiento (85,7%); aquellos que tenían tratamiento farmacológico para diabetes mellitus 2 (3,4%), hipertensión (5,6%), dislipidemias (1,6%), dos tratamientos (3,4%) y tres tratamientos (0,3%) para los diagnósticos indicados. No se consideraron en el estudio a personas que presentaban algún defecto físico que no permitiera la evaluación antropométrica del perímetro abdominal, enfermedades de la coagulación, anemia.

Métodos

Para la determinación de la glicemia se utilizó un glucómetro (Accu Chek® Performa Nano, Roche Diabetes Care, Mannheim, Alemania) en la determinación de triglicéridos, colesterol total, HDL y LDL se utilizó un colesterómetro (Mission®, Acon Laboratories, Inc San Diego, Estados Unidos). Ambos equipos permitieron la obtención de los datos bioquímicos de los pacientes a partir de muestras capilares de manera inmediata, disminuir costo, y obtener la información completa que no se podría obtener por historias clínicas o de exámenes de laboratorios. Para el perímetro abdominal se utilizó una cinta métrica metálica "Cescorfi" y para la presión arterial sistólica y diastólica un tensiómetro digital (Ri Champion N, Rudolf Riester, Jungingen, Alemania).

Procedimientos

Las mediciones se hicieron entre los meses de julio y diciembre del 2019, en horario de 8 am a 10 am. Al momento de la punción los voluntarios estuvieron en ayuna nocturna de 8 a 10 h. Para ello, unos dos a tres días antes del procedimiento, en los consultorios externos de cada establecimiento se informó a las personas sobre las mediciones bioquímicas, y promovida por los internos de la Escuela de Nutrición de la Universidad César Vallejo. Luego de un reposo de cinco minutos, se le invitó a cada persona tomar asiento, con el brazo desnudo hasta el hombro, apoyado en una mesa a la altura del corazón para la toma de la presión arterial. Luego se procedió a obtener las muestras de sangre capilar fresca, para ello previamente se limpió con alcohol de 96° el dedo índice o medio, y una vez seco, se aplicó el dispositivo de punción Accu Chek Safe T Pro Plus, se limpió la primera gota de sangre, se presionó

ligeramente para obtener una segunda gota de sangre y se recolectó 35 µL hasta la línea de llenado en el tubo de transferencia capilar, inmediatamente se procedió a realizar las mediciones en el colesterómetro. En forma casi simultánea se tomó una muestra de sangre en una tira reactiva acoplada al glucómetro para la lectura de la glicemia. Luego se indicó a la persona ponerse de pie juntar sus pies, mostrar el torso desnudo y los brazos relajados a cada lado de su cuerpo. Se colocó la cinta métrica desde el punto medio entre la última costilla y la cresta iliaca, y se tomó la medición del perímetro abdominal al final de una espiración normal.

La caracterización del síndrome metabólico se realizó con los criterios del ALAD¹⁰, considerando la obesidad abdominal (perímetro de cintura ≥ 94 cm en hombres y ≥ 88 cm en mujeres) y dos de los cuatro criterios restantes: triglicéridos >150 mg/dL (o en tratamiento hipolipemiente específico); c-HDL <40 mg/dL en hombres o <50 mg/dL en mujeres (o en tratamiento con efecto sobre cHDL); presión arterial elevada: PAS ≥ 130 mmHg y/o PAD ≥ 85 mmHg o en tratamiento antihipertensivo y glicemia en ayunas ≥ 100 mg/dL, intolerancia a la glucosa o diabetes. Así mismo también se realizó de manera comparativa la identificación del síndrome metabólico con el criterio del ATPIII armonizado siguiendo los mismos criterios anteriormente descritos del ALAD siempre que el participante presente 3 de los 5 criterios de riesgo. Con respecto a los índices de aterogenicidad se utilizaron los valores de riesgo^{13,15,17}: a) Índice de Castelli o Colesterol Total/HDL-c con valores >5 riesgo en varones y $>4,5$ el riesgo en mujeres; b) Índice: TG/HDL-c superior a 3; c) Colesterol No HDL: >130 mg/dL ; y d) LDL-c/HDL-c: $>3,5$ riesgo en varones; >3 riesgo en mujeres.

El protocolo de investigación fue aprobado por el Comité de Ética de la Universidad César Vallejo. Se orientó a los participantes en cuanto al protocolo de investigación a desarrollar, enfocado en los principios de la autonomía, respeto, beneficencia, no maleficencia y de justicia¹⁸, así como el respeto de la confidencialidad de los resultados de los participantes, los cuales aceptaron su consentimiento.

Análisis estadístico

Para el análisis de los resultados se utilizó el programa estadístico SPSS 26; se realizó estadística descriptiva, y se aplicó pruebas estadísticas de Chi Cuadrado y el análisis de curva ROC (Receiver Operating Characteristic curve)¹⁹ para identificar la capacidad predictiva de los indicadores de aterogenicidad en el síndrome metabólico. El punto de corte se determinó identificando el mayor índice de Youden, calculado según la fórmula (sensibilidad + especificidad -1).

RESULTADOS

Descripción de la muestra: Las características bioquímicas, antropométricas y hemodinámicas según

Tabla 1. Características bioquímicas, antropométricas y hemodinámicas según sexo.

Características Género	Género		Diagnóstico				Sig.(p)
			Riesgo	Normal	Promedio	Desviación Estándar	
Colesterol (mg/dL)	M	n	124	103	206,7	42,8	0,01
		%	54,6	45,4			
	H	n	41	53	194,2	42,2	
		%	43,6	56,4			
HDL-c (mg/dL)	M	n	126	101	50,9	17,2	0,00
		%	55,5	44,5			
	H	n	65	29	35,3	13,1	
		%	69,1	30,9			
LDL-c (mg/dL)	M	n	165	62	123,6	38,9	0,18
		%	72,7	27,3			
	H	n	65	29	117,7	37,8	
		%	69,1	30,9			
Triglicéridos (mg/dL)	M	n	115	112	160,9	73,7	0,01
		%	50,7	49,3			
	H	n	57	37	201,4	112,8	
		%	60,6	39,4			
Glicemia (mg/dL)	M	n	92	135	106,6	41,6	0,60
		%	40,5	59,5			
	H	n	42	52	107	45,6	
		%	44,7	55,3			
Perímetro abdominal (cm)	M	n	146	81	90,9	11,1	0,00
		%	64,3	35,7			
	H	n	57	37	96,2	11,2	
		%	60,6	39,4			
Presión arterial (mmHg)	M	n	55	172	119/72	17/10	0,00
		%	24,2	75,8			
	H	n	39	55	127/79	18/11	
		%	41,5	58,5			
EDAD	M	>50 años		< de 50			0,62
		n	102	125	47,3	13,5	
	H	%	44,9	55,1			
		n	41	53	46,6	14,5	
	H	%	43,6	56,4			
		%					

M: Mujeres; H: Hombres.

sexo se muestran en la tabla 1, en donde con mayor porcentaje en valor de riesgo en las mujeres se encuentran el LDL-c (72,7%), perímetro abdominal (64,3%), HDL-c (55,5%). En los hombres los valores en riesgo con mayor porcentaje están en el LDL-c y HDL-c (ambos 69,1%), perímetro abdominal y triglicéridos (ambos 60,6%). Las mujeres presentan mayores valores de colesterol que los hombres con un promedio de 207 ± 43 mg/dL ($p = 0,01$), sin embargo, en relación a la concentración de LDL-c hombres y mujeres alcanzaron valores de 124 ± 39 mg/dL y 118 mg/dL respectivamente sin diferencia significativa ($p = 0,18$). En los varones se observa que la concentración de HDL-c esta disminuida con $35,3 \pm 13,1$ mg/dL, en tanto que en las mujeres sus valores se aproximan al valor normal, con una concentración de $50,9 \pm 17,2$ mg/dL. Así mismo la hipertrigliceridemia es más alta en los hombres que en las mujeres ($p = 0,01$) con 201 ± 112 mg/dL. La glicemia se encuentra superando el valor establecido por el ALAD (100 mg/dL) en hombres y mujeres, pero no difiriendo entre sí. En cuanto al perímetro abdominal mujeres y hombres superan ligeramente los valores normales de los criterios para síndrome metabólico con valores $91,0 \pm 11,1$ cm y $96,2 \pm 11,2$ cm respectivamente y difieren entre sí ($p < 0,01$). La presión arterial fue la característica de riesgo menos prevalente tanto en mujeres y hombres con 24,2% y 41,5% respectivamente; siendo la presión sistólica/diastólica en las mujeres $119/72 \pm 17/10$ mm Hg, en tanto que en los hombres es correspondiente a $127/79 \pm 18/11$ mm Hg, difiriendo significativamente ($p < 0,01$).

Síndrome metabólico: La identificación por los criterios de diagnóstico del ALAD y el ATP III correspondieron al 46,1% y 48,6% de los participantes; no diferenciándose entre sí ($p > 0,05$), según prueba estadística Chi Cuadrado.

Índices aterogénicos: En los pobladores adultos de la ciudad de Trujillo alcanzaron diagnóstico de riesgo en el 72,0% correspondiente para Colesterol No HDL-c; 68,2% para índice de Castelli; 58,3% para TG/HDL-c y 43,6% para LDL-c/HDL-c.

Capacidad predictiva de los indicadores aterogénicos para el síndrome metabólico diagnosticado por ALAD : En la tabla 2 se aprecia los valores del área bajo la curva ROC para cada uno de los indicadores aterogénicos, en el cual TG/HDL-c es la que mejor capacidad predictiva para síndrome metabólico, con 0,753 (IC: 0,700-0,806) de área bajo la curva, y teniendo 2,23 como punto de corte que determina la sensibilidad y especificidad más alta para síndrome metabólico cuando es diagnosticado por los criterios del ALAD. Esto también se evidencia en la figura 1a puesto que se observa que el área bajo la curva para TG/HDL-c delimitada en color naranja, es la más cercana a 1, teniendo el 75,3% de probabilidad de que la predicción sea acertada¹⁹.

Capacidad predictiva de los indicadores aterogénicos para el síndrome metabólico diagnosticado por ATP III: Al considerar los criterios del ATP III para la identificación de síndrome metabólico, en la tabla 3, nuevamente el índice TG/HDL-c es la que mejor capacidad predictiva presenta para síndrome metabólico con 0,825 (IC: 0,779-0,870) de área bajo la curva ROC y 3,61 como punto de corte que determina la sensibilidad y especificidad más alta para síndrome metabólico. El índice de Castelli también presenta una buena capacidad predictiva con 0,757 (IC: 0,705-0,810) de área bajo la curva. En la figura 1b se observa el área bajo la curva para el índice TG/HDL-c delimitado en color naranja, más cercana a 1, con 82,5% de probabilidad de que la predicción de síndrome metabólico sea acertada¹⁹, seguido de la curva del índice de Castelli en color azul.

Tabla 2. Evaluación de la capacidad predictiva de los indicadores aterogénicos en el síndrome metabólico por diagnóstico por ALAD en pobladores adultos del Distrito de Trujillo, 2019.

Indicadores aterogénicos	Área	Error estándar	Significancia	95% de intervalo de confianza asintótico		Punto de corte
				Límite inferior	Límite superior	
TG/HDL-c	0,753	0,027	<0,001	0,700	0,806	2,23
Col No HDL-c	0,667	0,030	<0,001	0,608	0,726	145*
LDL/HDL-c	0,662	0,030	<0,001	0,603	0,721	1,89
Índice de Castelli	0,685	0,029	<0,001	0,627	0,742	3.85

Nota: Análisis de Curva ROC, *expresado en mg/dL

Tabla 3. Evaluación la capacidad predictiva de los indicadores aterogénicos en el síndrome metabólico por diagnostico por ATPIII en pobladores adultos del Distrito de Trujillo, 2019.

Indicadores aterogénicos	Área	Error estándar	Significancia	95% de intervalo de confianza al 95% asintótico		Punto de corte
				Límite inferior	Límite superior	
TG/HDL-c	0,825	0,023	<0,001	0,779	0,870	3,61
Col No HDL-c	0,701	0,029	<0,001	0,644	0,758	152*
LDL/HDL-c	0,717	0,028	<0,001	0,661	0,773	3,35
CASTELLI	0,757	0,027	<0,001	0,705	0,810	4,05

Nota: Análisis de Curva ROC. *expresado en mg/dL.

Figura 1: Evaluación de la capacidad predictiva de los indicadores aterogénicos en el diagnóstico del síndrome metabólico según a) ALAD y b) ATPIII en pobladores adultos del Distrito de Trujillo, 2019.

DISCUSIÓN

En el presente estudio la alta proporción encontrada de obesidad abdominal como en los niveles elevados en los componentes del perfil lipídico, supondría en cierta manera que todos los indicadores de aterogenicidad obtenidos de estos componentes podrían predecir el SM. Sin embargo, se observó el mayor poder predictivo del SM con el índice TG/HDL al establecer los criterios del ATP III y ALAD.

Las características de riesgo más prevalentes difieren en diversas investigaciones tanto en hombres como en mujeres, así por ejemplo se ha encontrado en otros estudios como característica más prevalente en ambos sexos, los valores inferiores de HDL-c²⁰, la obesidad abdominal²¹, en otros de manera general a la presión arterial²² y la hiperglicemia e hipercolesterolemia²³ a comparación del presente estudio donde el LDL-c alto fue el más prevalente, aunque secundados por la obesidad abdominal y el HDL-c bajo en mujeres y hombres respectivamente.

La obesidad principal criterio del ALAD, se presentó mayoritariamente en las personas con síndrome metabólico. Diversos estudios y con diferentes grupos de personas ya sea instituciones privadas, y en otros que acuden a centros hospitalarios, se han encontrado prevalencias de obesidad abdominal que van del 25,0 al 50,0%^{24,25,26,27}.

La obesidad abdominal favorece la aparición de dislipidemia e hipertensión arterial, así como la alteración de la concentración de glucosa en ayunas⁷. Esta tendencia fisiológica se debe a que el tejido adiposo visceral componente de la grasa abdominal libera citoquinas inflamatorias produciendo efectos en el hígado como acumulación de grasa, liberación de apolipoproteína B, esencial para la estructura del LDL-c y reducción de la sensibilidad a la insulina²⁸.

Los indicadores colesterol No HDL-c, índice de Castelli y TG/HDL-c con alta prevalencia para el diagnóstico de riesgo a enfermedad cardiovascular observados en los adultos de la ciudad de Trujillo, también han sido observados en Ecuador por De La Torre²⁹, inclusive en más del 85% de un grupo de trabajadores, y en el caso del LDL-c/HDL-c también alcanzó una proporción importante con diagnóstico de riesgo alto de presentar aterosclerosis en un 57%. Así mismo Col No HDL-c y TG/HDL-c resultaron ser los más prevalentes en adultos venezolanos en un estudio realizado por García³⁰, encontrándose de esta manera resultados variables. Los índices aterogénicos LDL-c/HDL-c; Colesterol Total/HDL-c y TG/HDL-c son relaciones matemáticas de marcadores lipídicos fuertemente asociados para incrementar el riesgo de enfermedades cardiovasculares³¹ y riesgo de mortalidad³² debido probablemente en su relación con el grosor de la media e íntima de las arterias carótida y arteria coronaria en la evaluación de un proceso aterogénico³³ aspecto importante a considerar para la prevención y/o tratamiento de su desarrollo.

Una persona identificada con síndrome metabólico se vincula con un fuerte riesgo de enfermedad cardiovascular, esto permite que la evaluación de la predicción del síndrome metabólico considerando los índices lipídicos sea una

herramienta útil para la prevención de una enfermedad iniciada por una aterosclerosis. En el presente estudio se observa que el índice TG/HDL-c es el mejor predictor de síndrome metabólico al utilizar los criterios del ALAD inclusive con un valor predictivo más alto que el encontrado por González¹¹ en Venezuela, Zhang³⁴ en adultos de Xinjiang (China) y que podría estar relacionado con la elevada proporción de personas con concentración alta de triglicéridos y bajos niveles de HDL (ambos por encima del 50%) observados en los adultos de la ciudad de Trujillo. Santos et al.³⁵ indican que el índice TG/HDL-c estima la presencia de partículas de LDL densas y pequeñas (LDL sd) las cuales son más aterogénicas debido a su baja afinidad por el receptor de LDL y más susceptible a la oxidación que las LDL normal. Las proporciones de TG/HDL-c superiores a 2,00 son indicativas de LDLsd (partículas $\leq 25,5$ nm), valor que es superado ligeramente por el punto de corte para síndrome metabólico de 2,23 encontrado en el grupo de adultos del presente estudio y que supone un alto riesgo de presentar una enfermedad cardiovascular.

Al considerar los criterios del ATP III, tanto TG/HDL-c y el índice de Castelli pueden ser considerados como predictores de síndrome metabólico, en especial cuando solo se dispone de los datos del perfil lipídico. Sin embargo lo encontrado sólo coincide con el estudio de Khazaal³⁶, quien encontró al índice aterogénico de plasma (IAP) como el indicador más predictor del síndrome metabólico que es el Log [TG]/[HDL], pero también al índice LDL/HDL; no observado en los pobladores de Trujillo, probablemente a la edad más delimitada en los adultos iraquíes en el rango de 43-68 años y en donde se concentraría una mayor proporción de pacientes con LDL elevado. Sin embargo, es importante mencionar que el índice de Castelli o CT/HDL es mejor predictor que el LDL/HDL, debido a que hay mayor concentración de colesterol en la lipoproteína VLDL presente en personas con elevados valores de TG y que la relación LDL/HDL puede subestimar la magnitud del estado dislipidémico en estos pacientes³⁶, como podría suceder con el 60,6% y 50,7% de hombres y mujeres respectivamente con hipertrigliceridemia participantes en el presente trabajo. La mayor capacidad predictiva observada por parte del índice TG/HDL-c se debe probablemente a su mejor asociación con la insulinoresistencia que se vincula con el síndrome metabólico^{15,37,38,39}, en comparación con otros índices.

Una limitante que podría conllevar a un sesgo de validez externa en el presente estudio sería el menor número de varones que participaron y que por tanto no permite establecer si el índice de TG/HDL tiene similar poder predictivo del SM según sexo, si se aplica las curvas ROC por separado. Existe también un probable sesgo en la medición de los parámetros bioquímicos con capilares por hipotensión, humedad, nivel de hematocrito, nivel de triglicéridos o hiperuricemia⁴⁰ no previstos en el momento de la toma de muestra debido a que las evaluaciones se desarrollaron en el consultorio externo de los establecimientos

y sin manejo de historias clínicas. Así mismo el 63% de los participantes que tuvieron al menos un tratamiento (14,3%) influye positivamente en un 9% en los resultados tanto en la determinación diagnóstica del SM, y afectar probablemente en su predicción con al índice TG/HDL-c como al de Castelli cuando se usan los criterios del ALAD y ATPIII, desde una buena capacidad predictiva a regular.

CONCLUSIONES

El índice TG/HDL-c presenta mayor capacidad predictiva para síndrome metabólico cuando se usan los criterios de diagnóstico del síndrome metabólico del ALAD, en tanto cuando se utilizan los criterios del ATP III, los índices de TG/HDL-c y el de Castelli son buenos predictores del síndrome metabólico.

Recomendaciones. Se sugiere utilizar al índice de TG/HDL-c como un indicador de identificación de síndrome metabólico y probable riesgo cardiovascular en los análisis del perfil lipídico en los pacientes.

Financiamiento. El presente trabajo ha sido financiado por la Universidad César Vallejo, y aprobado por Resolución de Vicerrectorado de Investigación N°012-2019-VI-UCV, con código N°37.

REFERENCIAS

1. Espósito R, De Medeiros P, Souza F, Gouveia A, Soares C, Oliveira H, et al. Prevalence of the metabolic syndrome according to different criteria in the male population during the Blue November Campaign in Natal, RN, Northeastern Brazil. *Diabetes Metab Syndr Obes*. 2018; 11: 401-408.
2. Márquez F, Macedo G, Viramontes-Hörner D, Fernández J, Salas J, Vizmanos B. The prevalence of metabolic syndrome in Latin America: A systematic review. *Public Health Nutr*. 2011; 14: 1702-1713.
3. Arsentales V, Tenorio M, Bernabé A. Association between work-related physical activity and metabolic syndrome: A population-based study in Peru. *Rev Chil Nutr*. 2019; 46: 392-399.
4. Pajuelo J, Sanchez J. Adult metabolic syndrome in Peru. *Am J Med*. 2007; 68: 38-46.
5. Galarreta C, Donet J, Huaman J. Metabolic syndrome in Trujillo adults according to different definitions. *Acta Med Per*. 2009; 26: 217-225.
6. Linares E, Castillo K, Ríos M, Huamán J. Study of correlation between diagnostic hypertriglyceridemic waist and metabolic syndrome in adults in Trujillo, Peru. *Rev Peru Med Exp Salud Pública*. 2014; 31: 254-260.
7. Fernández-Travieso J. Metabolic syndrome and cardiovascular risk. *Rev CENIC Cien bol*. 2016; 47: 106-119.
8. De Lorenzo A, Escobar S, Tibiricá E. Systemic endothelial dysfunction: A common pathway for COVID-19, cardiovascular and metabolic diseases. *Nut Metab Cardiovasc Dis*. 2020; 30: 1401-1402.
9. Zimmet P, Alberti K, Serrano M. A new International Diabetes Federation (IDF) worldwide definition of the metabolic syndrome: The rationale and the results. *Rev Esp Cardiol*. 2005; 58: 1371-1376.
10. Gotthelf S, Rivas P. Metabolic syndrome and obesity according to IFD/LAAD criteria in adults in the city of Salta. *Rev Salud*

11. González R. Atherogenic risk indicators as predictors of metabolic syndrome in a population in the Sifontes Municipality of Bolívar state, Venezuela. *Saber*. 2016; 28: 221-229.
12. Essiarab F, Taki H, Lebrazi H, Sabri M, Saile R. Usefulness of lipid ratios and atherogenic index of plasma in obese moroccan women with or without metabolic syndrome. *Ethn Dis*. 2014; 24: 207-12.
13. Millán J, Pinto X, Muñoz A, Zuñiga M, Rubiés J, Pallardo L, et al. Lipoprotein ratios: physiological significance and clinical utility of atherogenic indices in cardiovascular prevention. *Clin Invest Arterioscl*. 2010; 22: 25-32.
14. Acevedo M, Krämer V, Tagle R, Corbalán R, Arnaiz P, Berrios X, et al. Total/HDL cholesterol ratio and non HDL cholesterol as predictors for increased intima media thickness. *Rev Med Chile*. 2012; 140: 969-976.
15. Soutelo J, Graffigna M, Honfi M, Migliano M, Aranguren M, Proietti A. Triglicéridos/HDL-cholesterol ratio: In adolescents without cardiovascular risk factors. *Arch Latinoam Nutr*. 2012; 62: 162-171.
16. González A, Simental L, Elizondo S. Elevated triglycerides/HDL-cholesterol ratio associated with insulin resistance. *Cir Cir*. 2011; 79: 126-131.
17. Millán J, Hernández A, Ascaso J, Blasco M, Brea A, Díaz A, et al. The real measurement of non-HDL-cholesterol: Atherogenic cholesterol. *Clin Invest Arterioscler*. 2016; 28: 265-270.
18. Soraya M. Application of ethical principles to research methodology. *Enferm Cardiol*. 2013; (58-59): 27-30.
19. Cerda J, Cifuentes L. Using ROC curves in clinical investigation. Theoretical and practical issues. *Rev Chil Infectol*. 2012; 9: 138-141.
20. Quiroz D, Quiroz D, Bognanno F, Marin M. Prevalence of metabolic syndrome and risk factors kariña ethnicity, Bolívar State, Venezuela. *Rev Cient Cienc Med*. 2018; 21: 7-13.
21. Chimbo J, Chuchuca A, Wong S, Encalada L. Metabolic syndrome and physical activity in elderly people from the Ecuadorian highlands. *Rev Salud Pública*. 2017; 19: 754-759.
22. Gómez F, González M, Legra M, Pereña L, López A. Prevalence of metabolic syndrome in the population aged 15-74 in Guantanamo municipality. *Rev Inf Cient*. 2017; 96: 454-465.
23. Piñeros F, Rodríguez J. Risk factors associated with glycemic control and metabolic syndrome in patients with type 2 diabetes mellitus. Villavicencio, Colombia. *Univ Salud*. 2019; 21: 61-71.
24. Adams K, Chirinos J. Prevalence of risk factors for metabolic syndrome and its components in community kitchen users in a district in Lima, Peru. *Rev Peru Med Exp Salud Pública*. 2017; 35: 39-45.
25. Trujillo B, Trujillo E, Trujillo M, Brizuela M, García M, González G, et al. Frequency of metabolic syndrome and risk factors in adults with and without diabetes mellitus and arterial hypertension. *Rev Salud Pública*. 2017; 19: 609-616.
26. Bezold Cayro JD, Moori Apolinario SE. Dietary patterns and prevalence of the metabolic syndrome in confesional adults. *Apunt Univ*. 2017; 7: 64-83.
27. Aliaga E, Tello T, Varela L, Seclen S, Ortiz P, Chavez H. Frequency of metabolic syndrome in older adults in the District of San Martín de Porres in Lima, Peru according to the criteria of ATP III and IDF. *Rev Med Hered*. 2014; 25: 142-148.
28. Dos Prazeres E, Sabino C, Dornelas A, Galvão I, Da Silva A, Kruze I. Ratio of visceral to subcutaneous fat as a predictor of cardiometabolic risk. *Rev Chil Nutr*. 2018; 45: 28-36.

29. De La Torre K, Acosta Z, Aragundi V. Clinical utility of atherogenic indices for cardiovascular risk assessment: an approach from the clinical laboratory. *Rev Dom Cien.* 2019; 5: 57-70.
30. García L, Carías D, Acosta E. Lipid and non-lipid cardiovascular risk factors in an adult population. *Acta Bioquím Clin Latinoam.* 2016; 50: 609-622.
31. Bhardwaj S, Pharm I, Sci B, Bhardwaj S, Bhattacharjee J, Bhatnagar M, et al. Atherogenic index of plasma, Castelli risk index and atherogenic coefficient-new parameters in assessing cardiovascular risk. *Int J Pharm Biol Sci.* 2013; 3: 359-364.
32. Edwards M, Blaha M, Loprinzi P. Atherogenic index of plasma and triglyceride/high-density lipoprotein cholesterol ratio predict mortality risk better than individual cholesterol risk factors, among an older adult population. *Mayo Clin Proc.* 2017; 92: 680-681.
33. Yangoua H, Azantsa B, Kuate D, Ntentie F, Nguedjo M, Nkougni J, et al. Characterization of dyslipidemia and assessment of atherogenic risk amongst Cameroonian living in Yaounde: A cross sectional study. *J Biosci Med.* 2019; 7: 35-50.
34. Zhang XH, Zhang M, He J, Yan YZ, Ma JL, Wang K, et al. Comparison of anthropometric and atherogenic indices as screening tools of metabolic syndrome in the Kazakh adult population in Xinjiang. *Int J Environ Res Public Health.* 2016; 13: 428.
35. Santos A, Vieira M, Deus D, De Oliveira J, Morikawa T, Aras R, et al. Atherogenic indices and hdl particle size as laboratory parameters to evaluate cardiovascular risk in the presence of dyslipidemia. *J Biophys Chem.* 2014; 5: 24-32.
36. Khazaál MS. Atherogenic index of plasma (AIP) as a parameter in predicting cardiovascular risk in males compared to the conventional dyslipidemic indices (cholesterol ratios). *J Med.* 2013; 6: 1506-1513.
37. Von Bibra H, Saha S, Hapfelmeier A, Müller G, Schwarz P. Impact of the triglyceride/high-density lipoprotein cholesterol ratio and the hypertriglyceremic-waist phenotype to predict the metabolic syndrome and insulin resistance. *Horm Metab Res.* 2017; 49(07): 542-549.
38. Pérez M, Cuartas S. Type 2 diabetes mellitus and the metabolic syndrome, usefulness of the triglyceride/HDL cholesterol indexes in pediatrics. *Rev Cubana Pediatr.* 2016; 88: 335-347.
39. Karelis A, Pasternyk S, Messier L, St-Pierre D, Lavoie J, Garrel D, Rabasa-Lhoret R. Relationship between insulin sensitivity and the triglyceride-HDL-C ratio in overweight and obese postmenopausal women: a MONET study. *Appl Physiol Nutr Metab.* 2007; 32: 1089-1096.
40. Gygliola P, Tarquino G, Chambi E, Averanga K, Salcedo L. Glucose determination: The use of glucometers as a rapid test of analysis. *J Selva Andina Res Soc.* 2020; 11: 38-48.