

# Índice cardiometabólico como predictor de factores de riesgo cardiovascular en adolescentes

## Cardiometabolic index as a predictor of cardiovascular risk factors in adolescents

Edgar Acosta-García y María Concepción-Páez

Recibido 25 noviembre 2016 / Enviado para modificación 23 junio 2017 / Aceptado 7 diciembre 2017

### RESUMEN

EA: Lic. Bioanálisis. Ph. D. Nutrición. M. Sc. Nutrición. Instituto de Investigaciones en Nutrición (INVENUT-UC), Facultad de Ciencias de la Salud. Universidad de Carabobo. Carabobo. Venezuela.

edgaracosta1357@hotmail.com

MP: Lic. Biología. Ph. D. Nutrición. M. Sc. Nutrición. Instituto de Investigación en Nutrición (INVENUT-UC). Facultad de Ciencias de la Salud, Universidad de Carabobo. Carabobo. Venezuela. mariacpaez22@gmail.com

**Objetivo** Evaluar la capacidad del Índice Cardiometabólico (ICM) para predecir alteraciones en las concentraciones en ayuno de glucosa, dislipidemia e hipertensión en adolescentes.

**Métodos** El estudio fue descriptivo, correlacional y transversal. Se evaluaron 278 adolescentes de entre 12 y 15 años. Se determinó las concentraciones de glicemia, triglicéridos, HDL-c y se calculó el índice TG/HDL-c. Se midió el peso, talla y circunferencia de cintura y se determinó el Índice de Masa Corporal, el de conicidad y la relación cintura talla (Rel. CC-T). El producto de la Rel. CC-T y TG/HDL-c constituyó el índice cardiometabólico (ICM). Se determinó la presión arterial.

**Resultados** El área bajo la curva ROC del ICM como predictor de dislipidemia, hipertensión (HTA) y glucosa alterada en ayunas (GAA) fue de 0,777 (IC 95%=0,712-0,842), 0,710 (IC 95%=0,559-0,853) y 0,564 (IC 95%=0,447-0,682), respectivamente.

**Conclusión** En la muestra estudiada el ICM mostró capacidad de predecir dislipidemia e HTA, pero no para GAA.

**Palabras Clave:** Adolescente; dislipidemias; hipertensión (*fuentes: DeCS, BIREME*).

### ABSTRACT

**Objective** To evaluate the ability of the Cardiometabolic Index (CMI) to predict alterations in fasting glucose concentrations, dyslipidemia and hypertension in adolescents.

**Materials and Methods** Descriptive, correlational and cross-sectional study. 278 adolescents aged between 12 and 15 years were evaluated. Serum glucose, triglycerides and HDL-C were determined and the TG/HD-C ratio was estimated. Weight, height and waist circumference were measured and body mass index, conicity index and waist-to-height ratio (WHtR) were determined. The product of WHtR and TG/HDL-C was the Cardiometabolic Index (CMI). Blood pressure was determined.

**Results** The area under the ROC curve of the CMI as a predictor of dyslipidemia, hypertension (AHT) and impaired fasting glucose (IFG) was 0.777 (CI 95% = 0.712 to 0.842), 0.710 (CI 95% = 0.559 to 0.853) and 0.564 (CI 95% = 0.447 to 0.682), respectively.

**Conclusion** In the studied sample, CMI showed ability to predict dyslipidemia and hypertension, but not IFG.

**Key Words:** Adolescent; dyslipidemia; hypertension (*source: MeSH, NLM*).

La presión arterial elevada, las alteraciones de las concentraciones séricas de glucosa y lípidos se encuentran entre los factores de riesgo de enfermedades cardiovasculares (FRCV), al igual que el consumo de alcohol, el tabaquismo, el sedentarismo y la obesidad (1). Por su parte, el agrupamiento de los FRCV, actualmente se

conoce como síndrome metabólico (SM), el cual se asocia a la resistencia a la insulina (RI) (2-4). En estados de RI y diabetes mellitus tipo II, se presenta un tipo de dislipidemia que se caracteriza por niveles séricos elevados de triglicéridos y bajos de HDL-c, los cuales se acompañan partículas pequeñas y densas de LDL-c, la que influyen en la aparición de la aterosclerosis e incrementa el riesgo de padecer enfermedades cardiovasculares (5,6). La relación TG/HDL-c ha mostrado ser un reflejo de las partículas de LDL-c pequeñas y densas, y se ha propuesto como un buen discriminador de enfermedad cardiovascular (7,8).

En adultos, se han propuesto otros marcadores como buenos predictores de enfermedad cardiovascular y diabetes, tal es el caso del Producto de Acumulación de Lípidos (PAL), el cual considera las concentraciones séricas de triglicéridos, la circunferencia de cintura (CC) y un factor de corrección tanto para el sexo masculino como para el femenino (9,10).

Por su parte, los indicadores antropométricos CC y la relación CC-Talla (Rel. CC-T), también se han empleado con la finalidad de predecir enfermedades cardiovasculares tanto en niños, adolescentes y adultos. Sin embargo, una revisión sistemática realizada en el 2010 revela que la Rel. CC-T constituye un mejor predictor de enfermedad cardiovascular que la CC y el Índice de Masa Corporal (IMC) (11).

Recientemente, Wakabayashi y Daimon (2015) proponen el uso de un índice denominado cardiometabólico (ICM), el cual contempla la adiposidad y los lípidos sanguíneos para su determinación y permite predecir diabetes mellitus en adultos con sensibilidad y especificidad diagnóstica de entre 60 y 79 % (12).

La utilidad del ICM como herramienta para la predicción de FRCV como las alteraciones en las concentraciones séricas de glucosa y lípidos, así como también la hipertensión, no ha sido evaluada en adolescentes. Por lo tanto, en el presente estudio se pretendió evaluar en una muestra de adolescentes la capacidad que pudiera presentar el ICM de predecir alteraciones en las concentraciones séricas en ayuno de glucosa, dislipidemia e hipertensión.

## MATERIALES Y MÉTODOS

La investigación se llevó a cabo según los principios éticos para las investigaciones médicas en seres humanos (13). El estudio fue descriptivo, correlacional, de campo y corte transversal. La población estuvo conformada por 500 adolescentes de ambos sexos y aparentemente sanos con edades entre 11 y 18 años que asistieron a una Unidad Educativa del Municipio Naguanagua, Estado Carabobo, Venezuela, entre 2009 y 2010. La muestra estuvo constituida por todos los adolescentes de ambos sexos

con edades entre 12 y 15 años (n=278). A los adolescentes de la muestra de la muestra, se les consultó sobre su interés de participar en la investigación y aquellos quienes aceptaron, se les solicitó el consentimiento escrito de los padres y representantes.

### Recolección y procesamiento de la muestra

Se extrajo la muestra de sangre por punción venosa del pliegue del codo luego de un periodo de ayuno de 12 a 14 horas. La muestra se centrifugó durante 10 min a 7600 x g. Las concentraciones séricas de glicemia, TG, colesterol asociado a las lipoproteínas de alta densidad (HDL-c) se determinaron por el método enzimático colorimétrico Wiener Lab. Se calculó la relación TG/HDL-c como indicador de riesgo cardiovascular. La glucosa alterada en ayunas (GAA) se definió como las concentraciones séricas de glucosa superiores al percentil 90 para la muestra, mientras que la dislipidemia fue definida como las concentraciones de TG superiores al percentil 90 para la edad y sexo de la población venezolana (14) y/o HDL-c inferior a 40 mg/dL (15). Todas las reacciones enzimáticas colorimétricas se determinaron utilizando un analizador semiautomatizado, modelo BTS-310 (16).

Los datos de peso, talla y CC fueron recopilados por un antropometrista experimentado del Instituto de Investigaciones en Nutrición de la Universidad de Carabobo (INVEsnut), previamente entrenado y estandarizado empleando los métodos descritos por la Organización Mundial de la Salud (OMS) (17). El peso se determinó con una balanza de pie marca Health-o-Meter, ajustada a cero antes de cada medición y registrándose en unidades de kilogramos (kg). La talla se obtuvo mediante el empleo de una cinta métrica fijada a la pared y se registró en unidades de centímetros (cm). La CC se midió con una cinta métrica no extensible, con la cual se rodeó el abdomen empleando como punto somático el punto medio entre el borde superior de las crestas ilíacas y los bordes inferiores de las costillas flotantes (18). El Índice de Masa Corporal (IMC) se calculó dividiendo el peso corporal (kg) entre la estatura (m) al cuadrado, mientras que el índice de conicidad (IC) se calculó mediante la ecuación propuesta por Valdez (1991) (19). Se dividió la CC entre la talla para la obtención de la Rel. CC-T. Adicionalmente, con el producto de la Rel. CC-T y el índice TG/HDL-c, se construyó el ICM (12).

Los factores de riesgo (FR) evaluados en la presente investigación fueron la GAA, la dislipidemia y la presión arterial (PA) elevada.

### Análisis estadístico

La distribución estadística de las variables continuas se evaluó mediante la prueba de Kolmogorov-Smirnov. Los

resultados de las variables continuas se expresaron en términos de varianza y rango, mientras que las discretas en frecuencias relativas. Las comparaciones de los resultados de las variables se realizaron mediante las pruebas U de Mann-Whitney, Kruskal Whallis y estadístico Z. Adicionalmente, la capacidad predictiva de las variables se verificó mediante el Área Bajo la Curva ROC. El nivel de significancia utilizado fue igual a 0,05 ( $\alpha=0,05$ ) y se empleó el programa estadístico SPSS 17.0 para el análisis estadístico.

## RESULTADOS

Se evaluaron 278 adolescentes con edades de  $14,2 \pm 1,6$  años, cuyas características generales se muestran en la Tabla 1. Entre las distintas variables estudiadas, resalta que la edad, el peso, la talla y la CC fue significativamente superior en el sexo masculino. Además, también fueron los

adolescentes del sexo masculino quienes presentaron las concentraciones séricas de HDL-c significativamente más bajas, y en consecuencia, también mostraron la mayor frecuencia de dislipidemia que el sexo femenino.

Los niveles séricos de las variables bioquímicas y la frecuencia de los FR estudiados en la muestra se presentan en la Tabla 2, en la que se presentan según los cuartiles correspondientes a los valores del ICM. Se observa que cuando los valores del ICM se ubican por debajo del primer cuartil ( $Q_1$ ), las concentraciones séricas de glucosa son más bajas que cuando el mismo se sitúa en los cuartiles superiores. Por su parte, los niveles séricos de TG y la relación TG/HDL-c se incrementan a medida que también lo hace el ICM. En cuanto a los niveles séricos del HDL-c, estos decrecen a medida que el ICM se ubica en los cuartiles superiores, llegando a ser significativamente más bajas cuando aquel se ubica por encima del cuartil superior ( $Q_3$ ).

**Tabla 1.** Estadísticos descriptivos de las características generales y frecuencias de factores de riesgo de toda la muestra estudiada y según el sexo

Variable	Todos (n=278)	Sexo		p
		Masculino (n=97)	Femenino (n=181)	
† Edad (años)	14,0(6,0)	15,0(6,0)	14,0(6,0)	0,010*
† Peso (kg)	51,8(72,9)	57,7(69,8)	49,8(54,5)	0,000**
† Talla (cm)	158,2(45,3)	165,5(41,9)	155,5(35,5)	0,000**
† ICM	0,51(3,49)	0,52(3,49)	0,51(2,29)	0,551
† CC (cm)	70,1(50,0)	71,5(50,0)	69,7(44,6)	0,007**
† Rel CC-T	0,44(0,30)	0,44(0,25)	0,44(0,28)	0,499
† IC	1,15(0,36)	1,14(0,33)	1,13(0,33)	0,640
† IMC (kgm <sup>-2</sup> )	20,4(19,3)	20,9(19,3)	20,4(18,0)	0,135
† Glucosa (mgdL-1)	76,0(40,0)	77,0(36,0)	76,0(37,0)	0,192
† TG (mgdL-1)	49,0(211,0)	49,0(211,0)	50,0(137,0)	0,692
† HDL-c (mgdL-1)	41,0(40,0)	39,0(38,0)	42,0(37,0)	0,000**
† TG/HDL-c	1,18(6,95)	1,21(6,95)	1,17(4,69)	0,377
GAA (%)	10,8	11,5	10,5	0,987
Dislipidemia (%)	40,3	48,5	37,5	0,002**
Hipertensión (%)	3,4	1,4	4,5	0,765

†Los resultados se expresan en Mediana (Rango); TG: Triglicéridos; CT: Colesterol total; GAA: Glucosa alterada en ayunas; ICM: Índice cardiometabólico; CC: Circunferencia de cintura; Rel CC-T: Relación circunferencia de cintura-Talla; IC: Índice de conicidad; IMC: Índice de masa corporal; \*p<0,05/ \*\*p<0,01

**Tabla 2.** Estadísticos descriptivos de las variables bioquímicas, según los cuartiles de los valores del ICM

Variable	Cuartiles correspondientes a los valores del ICM				p
	<Q1	Q1-Q2	Q2-Q3	>Q3	
Glucosa (mgdL-1)	75,0(33,0)b	76,0(33,0)ab	78,0(36,0)ab	78,0(35,0)a	0,002*
TG (mgdL-1)	31,0(29,0)d	41,5(41,0)c	58,5(68,0)b	83,0(182,0)a	0,000*
HDL-c (mgdL-1)	46,5(35,0)a	42,5(31,0)ab	41,0(32,0)b	36,0(30,0)c	0,000*
TG/HDL-c	0,69(0,45)d	1,01(0,61)c	1,44(0,95)b	2,25 (6,03)a	0,000*

Los resultados se expresan en Mediana (Rango); TG: Triglicéridos; GAA: Glucosa alterada en ayunas; ICM: Índice cardiometabólico; \*p<0,01

En cuanto a la frecuencia de los FR estudiados, en la Tabla 3 se observa que aquella es superior cuando el ICM se ubica en los cuartiles más elevados. Específicamente, en el caso de la GAA y la hipertensión, sus

frecuencias son superiores cuando el ICM se sitúa por encima del segundo cuartil ( $Q_2$ ), mientras que la dislipidemia se incrementa en cada uno de los cuartiles del ICM, siendo superior cuando este último supera el  $Q_3$ .

Adicionalmente, la frecuencia de al menos uno de los FR evaluados es superior cuando el ICM supera el valor correspondiente a su Q3.

**Tabla 3.** Distribución de frecuencias de factores de riesgo, según los cuartiles de los valores del ICM

Variable	Cuartiles correspondientes a los valores del ICM			
	<Q1	Q1-Q2	Q2-Q3	>Q3
GAA (%)	10,3	2,9	15,2	14,7
Dislipidemia (%)	19,3	25,0	38,8	77,6
Hipertensión (%)	--	2,0	6,7	5,5
Al menos uno de los tres FR (%)	25,0	20,0	40,9	73,5

ICM: Índice cardiometabólico; GAA: Glucosa alterada en ayunas; FR: Factor de riesgo

El ABC ROC de los indicadores ICM, CC, Rel. CC-T, IC e IMC como predictores de los FR estudiados en la

presente investigación se muestra en la Tabla 4. Se observa que ninguno de los indicadores mostró un ABC significativa para la predicción de GAA, mientras que el ICM fue el único con capacidad de predecir hipertensión, debido a que mostró un ABC significativa ( $p < 0,001$ ) con respecto a dicha alteración. Adicionalmente, todos los indicadores a excepción del IC mostraron ABC significativa para la predicción de dislipidemia. Sin embargo, fue el ICM el que presentó mayor capacidad predictiva de la misma, al ser su ABC superior ( $p < 0,001$ ). Solo los indicadores ICM y Rel. CC-T mostraron ABC significativa para la predicción de la menos uno de los FR estudiados, pero fue el primero de los mencionados el que evidenció mayor ABC ( $p < 0,001$ ), y por tanto, mayor capacidad de predecir al menos uno de los FR mencionados.

**Tabla 4.** Área bajo la curva ROC de indicadores antropométricos como predictores de factores de riesgo cardiovasculares

FR	Área Bajo la Curva ROC				
	ICM	CC	Rel CC-T	IC	IMC
Hipert.	0,710 (0,559-0,853)**	0,596 (0,428-0,765)	0,585 (0,388-0,781)	0,546 (0,328-0,764)	0,595 (0,431-0,759)
GAA	0,564 (0,447-0,682)	0,529 (0,427-0,631)	0,580 (0,481-0,680)	0,584 (0,493-0,675)	0,520 (0,409-0,631)
Dislipid.	0,777 (0,712-0,842)**	0,603 (0,524-0,682)*	0,584 (0,503-0,664)*	0,557 (0,476-0,637)	0,616 (0,536-0,696)*
Al menos uno de los tres FR	0,731 (0,667-0,795)**	0,555 (0,484-0,625)	0,576 (0,506-0,647)*	0,557 (0,486-0,627)	0,568 (0,497-0,640)

Los resultados se expresan en ABC (IC<sub>95%</sub>); Hpert: hipertensión; Dislip: dislipidemia; ICM: índice cardiometabólico; CC: Circunferencia de cintura; Rel CC-T: relación circunferencia de cintura-Talla; GAA: Glucosa alterada en ayunas; IC: Índice de conicidad; IMC: Índice de masa corporal; FR: Factor de riesgo; \* $p < 0,05$ ; \*\* $p < 0,01$

## DISCUSIÓN

Los adolescentes del sexo masculino presentaron concentraciones séricas de HDL-c más bajas que el sexo femenino, así como también exhibieron mayor frecuencia de dislipidemia. Las enfermedades cardiovasculares constituyen la principal causa de muerte en todo el mundo y las dislipidemias contribuyen con el establecimiento de estas, por lo que su detección temprana contribuye con la prevención de la aterosclerosis (20). Los resultados encontrados en el presente trabajo coinciden con los realizados por otros investigadores en adolescentes venezolanos (21, 22). Las bajas concentraciones séricas de HDL-c del sexo masculino en comparación con el femenino, pudiera estar reflejando el comienzo del establecimiento de un perfil alterado en el varón adulto debido probablemente a una baja actividad física y al consumo de una dieta no balanceada.

Las concentraciones de glucosa y triglicéridos, así como el índice TG/HDL-c fueron más elevadas y los niveles séricos de HDL-c más bajos cuando el ICM se encontraba en el cuartil superior. El ICM contempla la adiposidad y los lípidos sanguíneos, por lo que se requiere del

producto de la Rel. CC-T y el índice TG/HDL-c para su determinación (12). La Rel. CC-T constituye un indicador de la distribución visceral, abdominal o central de la grasa corporal (23) y correlaciona muy bien con factores de riesgo cardiovascular como la dislipidemia y diabetes (24,25). Por otro lado, la Rel. CC-T ha demostrado ser un buen predictor de riesgo cardiovascular en adultos (26). Además, el exceso de tejido adiposo visceral puede incrementar el flujo de ácidos grasos libres hacia el hígado, lo cual aumentaría la síntesis de lipoproteínas de muy baja densidad (VLDL) y los niveles séricos de TG, los cuales junto a sus equivalentes intracelulares (acil CoA de cadena larga) interfieren con la ruta de señalización de la insulina. En conjunto, esto puede explicar el hecho de que en los cuartiles superiores del ICM se ubiquen también valores elevados tanto de TG como del índice TG/HDL-c, así como también concentraciones bajas de HDL-c (27).

Adicionalmente, las concentraciones séricas de glucosa más elevadas en los cuartiles superiores del ICM pudieran explicarse debido a la conexión existente entre la dislipidemia y la resistencia a la insulina, ya que el exceso de tejido adiposo (particularmente el tejido adiposo visceral)

podría contribuir con la resistencia a la insulina mediante la producción de IL-6 y TNF- $\alpha$ , los cuales interfieren con la señalización de la insulina de forma directa o por medio de la activación de la lipólisis, incrementando los niveles séricos de ácidos grasos libres, los que ejercen un papel principal en el establecimiento de la resistencia a la insulina y la disminución de la translocación de los GLUT-4 promoviendo la hiperglicemia (27-29).

El ICM presentó capacidad de predecir hipertensión y dislipidemia pero no alteraciones de la glucosa en ayuno. De forma aislada, la Rel. CC-T ha demostrado tener capacidad de predecir factores de riesgo cardiovascular como la diabetes, la hipertensión y dislipidemia en adultos de ambos sexos (25,26). Por su parte, el índice TG/HDL-C ha demostrado estar altamente relacionado con la insulino-resistencia (30), y un estudio realizado por Hayat et al. (31) demostró una correlación positiva y significativa entre el índice HOMA y la relación TG/c-HDL, así como también entre el índice HOMA y los niveles plasmáticos de TG. Adicionalmente, el producto de la Rel. CC-T y el índice TG/HDL-C (ICM) demostró ser capaz de predecir hiperglicemia y diabetes mellitus tanto en mujeres y hombres adultos de Japón (12). Sin embargo, en la presente investigación el ICM solo fue capaz de predecir hipertensión y dislipidemia, pero no alteraciones de la glucosa en ayuno. La falta de investigaciones sobre la capacidad de predecir factores de riesgo cardiovascular que pudiera tener el ICM en adolescentes, no permite comparar los resultados hallados en la actual investigación.

**Agradecimientos:** A la Comunidad Educativa de la Institución que permitió el desarrollo de la etapa de recolección de información del presente trabajo en sus instalaciones. A los adolescentes evaluados y a sus padres o representantes por permitir la participación de los mismos en esta investigación.

**Conflicto de intereses:** Ninguno.

## REFERENCIAS

1. Organización Mundial de la Salud. El método progresivo de la OMS/OPS: Vigilancia de los factores de riesgo para las enfermedades no transmisibles. Ginebra: OMS; 2001.
2. Reaven GM. Role of insulin resistance in human disease. *Diabetes*. 1988; 37: 1595-607.
3. DeFronzo RA, Ferrannini E. Insulin resistance: a multifaceted syndrome responsible for NIDDM, obesity, hypertension, dyslipidaemia, and atherosclerotic cardiovascular disease. *Diabetes Care*. 1991; 14:173-94.
4. Martínez-Vila E, Irimia P. Factores de riesgo del ictus. *An Sis San Navarra*. 2000; 23 (3):25-31.
5. Mooradian AD. Dyslipidemia in type 2 diabetes mellitus. *Nat Clin Pract Endocrinol Metab*. 2009;5:150-9.
6. Dunn FL. Management of dyslipidemia in people with type 2 diabetes mellitus. *Rev Endocr Metab Disord*. 2010;11:41-51.
7. Gaziano JM, Hennekens CH, O'Donnell CJ, Breslow JL, Buring JE. Fasting triglycerides, high-density lipoprotein, and risk of myocardial infarction. *Circulation*. 1997;96: 2520-5.
8. Jeppesen J, Hein HO, Suadicani P, Gyntelberg F. Relation of high TG-low HDL cholesterol and LDL cholesterol to the incidence of ischemic heart disease. An 8-year follow-up in the Copenhagen Male Study. *Arterioscler Thromb Vasc Biol*. 1997; 17:1114-20.
9. Kahn HS. The "lipid accumulation product" performs better than the body mass index for recognizing cardiovascular risk: a population-based comparison. *BMC Cardiovasc Disord*. 2005; 5:26.
10. Kahn HS. The lipid accumulation product is better than BMI for identifying diabetes: a population-based comparison. *Diabetes Care*. 2006;29:151-3.
11. Browning LM, Hsieh SD, Ashwell M. A systematic review of waist-to-height ratio as a screening tool for the prediction of cardiovascular disease and diabetes: 0.5 could be a suitable global boundary value. *Nutr Res Rev*. 2010; 23:247-269.
12. Wakabayashi I, Daimon T. The "cardiometabolic index" as a new marker determined by adiposity and blood lipids for discrimination of diabetes mellitus. *Clin Chim Acta*. 438 (2015): 274-8.
13. Declaración de Helsinki de la Asociación Médica Mundial. Principios éticos para las investigaciones médicas en seres vivos. Asamblea Médica Mundial; Fortaleza, Brasil; 2013.
14. Bosch V, Layrisse M, Arends T, Bianco N, Echeverría G, Hernández B. Bioquímica general. En: Estudio Nacional de Crecimiento y Desarrollo Humano de la República de Venezuela. H. Méndez Castellano (Ed). Tomo III. Fundacredesa. Caracas. 1226-91; 1996.
15. Maulino N, Macías de Tomei C, García de Blanco M, Malagola I, Mejías A, Machado de Ponte L, et al. Consenso sobre síndrome metabólico en niños y adolescentes. *Arch Venez Puer Ped*. 2009; 72(2):73-7.
16. Biosystems. Reagents & Instruments. Manual del Usuario. Barcelona, España; 2010.
17. World Health Organization. Technical Report Series No 854. Physical Status: The use and interpretation of anthropometry. Geneva; 1995.
18. Lohman TG, Roche AF and Martorell R (eds). Anthropometric standardization reference manual. Champaign, IL: Human Kinetics; 1988.
19. Valdez R. A simple model-based index of abdominal adiposity. *J Clin Epidemiol*. 1991; 119:71-80.
20. Ramzan M, Ali I, Ramzan F, Ramzan F, Ramzan MH. Waist circumference and lipid profile among primary school children. *JPMI*. 2011; 25(3): 222-6.
21. Molero-Conejo E, Morales LM, Fernández V, Raleigh X, Casanova A, Connell L, et al. Insulina, leptina y hormona de crecimiento y su relación con índice de masa corporal e índice de obesidad en adolescentes. *Arch Latinoam Nutr*. 2006; 56(1):29-35.
22. Carías D, Cioccia AM, Gutiérrez M, Hevia P, Pérez A. Indicadores bioquímicos del estado nutricional de adolescentes pre-universitarios de Caracas. *An Venez Nutr*. 2009; 22(1):12-9.
23. HSIEH SD, MUTO T. The superiority of waist-to-height ratio as an anthropometric index to evaluate clustering of coronary risk factors among non-obese men and women. *Prev Med*. 2005; 40:216-20.
24. Koch E, Díaz C, Romero T, Kirchbaum A, Manríquez L, Paredes M, et al. Razón cintura-estatura como un predictor de mortalidad en población chilena: un estudio de 8 años de seguimiento en la cohorte del proyecto San Francisco. *Rev Chil Cardiol*. 2007; 26:415-428.
25. Hsieh SD, Yoshinaga H, Muto T. Waist-to-height ratio, a simple and practical index for assessing central fat distribution and metabolic risk in Japanese men and women. *Int J Obes Relat Metab Disord*. 2003; 27:610-16.
26. Koch E, Romero T, Manríquez L, Taylor A, Román C, Paredes M, et al. Razón cintura-estatura: Un mejor predictor antropométrico de riesgo cardiovascular y mortalidad en adultos chilenos. Nomograma diagnóstico utilizado en el Proyecto San Francisco. *Rev Chil Cardiol*. 2008; 27 (1):23-35.

27. Frayn KN. Adipose tissue and the insulin resistance syndrome. *Proc Nutr Soc.* 2001; 60:375-80.
28. Acosta Garcia E. Vigencia del síndrome metabólico. *Acta Bioquim Clin Latinoam.* 2011; 45 (3):423-30.
29. Coniglio RI, Nellem J, Sibeche N, Colombo O. Síndrome metabólico: frecuencia de sus componentes y riesgo global de cardiopatía coronaria. *Acta Bioquim Clin Latinoam.* 2011; 45(3):413-21.
30. Li C, Ford E, Meng Y, Mokdad A, Reaven G. Does the association of the triglyceride to high-density lipoprotein cholesterol ratio with fasting insulin differ by race/ethnicity? *Cardiovasc Diabetol.* 2008; 7:4.
31. Hayat S, Ahmad F, Ijaz A, Sattar A Dilawar M y Hashin R. Spectrum of lipid and lipoprotein Indices in human subjects with insulin resistance syndrome. *J Ayub Med Coll Abbottabad.* 2008; 20:17-21.