

## RELACIÓN CIRCUNFERENCIA DE CINTURA/TALLA: PREDICTOR DE INSULINO-RESISTENCIA Y RIESGO CARDIOMETABOLICO AGRUPADO EN ADOLESCENTES

Nelina Ruiz (1,2), Airam Rangel (2), Carla Rodríguez (2),  
Dra. Lisette Rodríguez (2), Valeria Rodríguez (2), Prof. Indira Varela (2).

Recibido: 7/1/2015  
Aceptado 15/3/2015

### RESUMEN

**Introducción:** la literatura reciente muestra las ventajas del empleo de la relación circunferencia de cintura/talla (CC/T), pero existe poca información sobre la aplicación de este indicador en la detección de factores de riesgo cardiometabólico (RCM) en adolescentes venezolanos. **Objetivo:** asociar el aumento de CC/T a la presencia de insulino-resistencia (RI) y agrupamiento de factores de RCM y evaluar su capacidad para predecir éstos en adolescentes. **Métodos:** estudio transversal de 96 adolescentes (12-17 años) de la ciudad de Valencia, Venezuela, en los que se midió peso, talla, circunferencia de cintura (CC), presión arterial, estado de maduración sexual, glucosa, colesterol total (CT), triglicéridos (TGL), HDLc e insulina. Se calculó índice de masa corporal (IMC), CC/T, índice HOMA-IR y puntaje de RCM agrupado; se estableció presencia de síndrome metabólico (SM). **Resultados:** Después de ajustar por edad, sexo y estado de maduración sexual, los adolescentes con  $CC/T \geq 0,5$  mostraron valores promedios de CT, TGL, relación CT/HDLc, insulinemia, índice HOMA-IR y puntaje de RCM agrupado significativamente más elevados respecto de los jóvenes con  $CC/T < 0,5$ . La elevación del CC/T predijo significativamente la presencia de RI, SM y RCM agrupado elevado. La capacidad de CC/T para predecir SM y RCM agrupado elevado fue similar a la mostrada por el IMC, puntaje Z del IMC y CC. **Conclusiones:** la relación CC/T predijo la presencia de insulino-resistencia y agrupamiento de factores de RCM en adolescentes, independientemente de la edad, sexo y estado de maduración sexual, validando su empleo en atención primaria para la detección de adolescentes en alto riesgo.

**Palabras Clave:** circunferencia abdominal, resistencia a la insulina, síndrome X metabólico, adolescente, maduración sexual.

### Waist to height index: predictor of insulin resistance and clustered cardiometabolic risk in adolescents

### SUMMARY

**Introduction:** Recent literature shows the advantages of the employment of the waist to height ratio (WHTR), but there exists very little information about the application of this anthropometric indicator for the detection of cardiometabolic risk (CMR) factors in Venezuelan adolescents. **Objective:** to associate the increase of the WHTR with the presence of insulin resistance and clustering of CMR factors and to evaluate its ability to predict these alterations in adolescents. **Methods:** This was a cross-sectional design study. Weight, height, waist circumference (WC), blood pressure, state of sexual maturation, glucose, total cholesterol (TC), triglycerides (TGL), HDL cholesterol and insulin were assessed in 96 adolescents (aged 12-17 years) from Valencia, Venezuela. Body mass index (BMI), WHTR, HOMA-IR index and clustered CMR score were calculated; the presence of metabolic syndrome was established. **Results:** After adjust for age, sex and the state of sexual maturation, the adolescents with  $WHTR \geq 0,5$  had significantly higher TC, TGL, total-to-HDL cholesterol ratio, insulin, HOMA-IR index and clustered CMR score compared with  $WHTR < 0,5$ . The elevation of the WHTR predicted significantly insulin resistance, metabolic syndrome and high clustered CMR. The ability of WHTR to predict metabolic syndrome and high clustered CMR was similar to that shown by the BMI, BMI Z-score and WC. **Conclusions:** the WHTR predicted the presence of insulin resistance and clustering of CMR factors in adolescents, independently of the age, sex and the state of sexual maturation, validating its employment in primary health care for detection the adolescents in high risk.

**Key words:** waist-height ratio, waist circumference, insulin resistance, metabolic syndrome X, adolescent, sexual development.

### INTRODUCCION

Los cambios físicos y psicológicos experimentados por los adolescentes pueden facilitar la instalación de factores de riesgo cardiometabólico durante la adolescencia y/o el afianzamiento de aquellos adquiridos desde la infancia. La exposición simultánea a varios factores de riesgo cardiometabólico (RCM) tiene un efecto multiplicador más que aditivo, acelerando la evolución de los procesos fisiopatológicos involucrados en el desarrollo de la diabetes y la aterosclerosis (1). La agrupación de ciertos factores de RCM define el síndrome metabólico (SM) (2).

Un meta-análisis de estudios transversales y prospectivos en adultos ha concluido que la capacidad de la relación circunferencia de cintura/talla (CC/T) podría ser superior para la detección de diversos factores de RCM, respecto del índice de masa corporal (IMC) (3). A diferencia de la circunferencia de cintura y el IMC, la relación CC/T no requiere ubicarse en distribuciones percentilares específicas para sexo y edad; adicionalmente tiene el mismo punto de corte para niños y adultos (4), lo cual facilita su interpretación por parte de clínicos y pacientes. Por el momento, la información sobre el poder predictivo de CC/T para el agrupamiento de factores de riesgo en adolescentes venezolanos no es amplia, sin embargo, Freedman y cols. (5) demostraron que la capacidad de CC/T para predecir el agrupamiento de seis factores de riesgo evaluados en el Estudio de Bogalusa fue similar a la del IMC. Asimismo, Khoury y cols. (6) encontraron que el aumento de CC/T se asoció significativamente con la frecuencia de SM en niños y adolescentes estadounidenses.

- (1) Instituto de Investigaciones en Nutrición (INVENUT), Facultad de Ciencias de la Salud, Universidad de Carabobo, Venezuela.
- (2) Departamento de Morfofisiopatología de la Escuela de Bioanálisis, Facultad de Ciencias de la Salud, Universidad de Carabobo, Venezuela.

Autor corresponsal: Nelina Ruiz. Teléfono: +58 [241] 8426674.  
E-mail: nelinaruiz@yahoo.com

En Venezuela para el año 2012, las enfermedades del corazón, las enfermedades cerebrovasculares y la diabetes representaron la primera, tercera y quinta causa de muerte, respectivamente (7). Tal situación obliga a evaluar la capacidad de diferentes indicadores para identificar los individuos que en las primeras dos décadas de su vida se encuentran en alto RCM y deben ser abordados prioritariamente por los profesionales de la salud. El objetivo de este estudio fue, por tanto, asociar el aumento de la relación CC/T a la presencia de resistencia a la insulina y agrupamiento de factores de RCM así como evaluar su capacidad para predecir éstos en un grupo de adolescentes de la ciudad de Valencia, Venezuela.

## METODOLOGIA

### Población, muestra y recolección de datos

Se trató de un estudio de campo descriptivo y correlacional, de corte transversal y diseño no experimental, en el que se aplicó muestreo no probabilístico e intencional.

La población estuvo constituida por 297 adolescentes de ambos sexos con edades comprendidas entre 12 y 17 años que asistieron a una unidad educativa ubicada en el Municipio Valencia, Estado Carabobo, Venezuela, durante el periodo escolar 2012-2013. Se cumplieron todos los acuerdos de la Declaración de Helsinki. La dirección de la institución conoció y aprobó la realización de la investigación. Los objetivos y protocolo del estudio se explicaron suficientemente a los jóvenes y sus representantes, solicitándose consentimiento informado firmado. Ciento un adolescentes aceptaron participar y se sometieron a la evaluación prevista, quedando constituida la muestra por 96 adolescentes. Los criterios de exclusión aplicados fueron: diagnóstico previo de enfermedad cardiovascular, hipertensión arterial no controlada, cáncer, diabetes mellitus, disfunción tubular renal, insuficiencia renal o hepática, enfermedades neurológicas, autoinmunes o inflamatorias crónicas, enfermedad tiroidea o suprarrenal, cirugía o trauma mayor reciente, intoxicación por plomo, bajo régimen de pérdida de peso o tratamiento con insulina o corticoides.

Mediante encuesta se obtuvieron datos personales, antecedentes personales y familiares en primer grado de consanguinidad de hipertensión arterial (HTA), enfermedad cardíaca isquémica (ECI), accidente cerebrovascular (ACV), diabetes mellitus (DM), antecedente de padre o madre del adolescente con infarto de miocardio antes de los 55 años de edad, otros antecedentes médicos personales y medicamentos consumidos.

Medidas antropométricas, toma de presión arterial y evaluación de la maduración sexual

Se determinó el peso y la talla con una balanza (Health o Meter) previamente calibrada (precisión= 0,1g y 0,1cm respectivamente), colocando al adolescente de pie, con la cabeza en plano de Frankfort y con los hombros relajados para evitar lordosis (8). Para realizar ambas medidas antropométricas el adolescente se mantuvo descalzo, sin medias y con el unifor-

me escolar; retirándose todo tipo de prenda accesorio (correas, pulseras, cadenas, zarcillos y cualquier adorno de cabello). Para la medición de la circunferencia de cintura (CC) se empleó una cinta métrica de igual precisión, uno de los evaluadores mantuvo la zona abdominal del adolescente libre de ropa mientras otro evaluador realizó la medición a la altura del punto medio entre la última costilla y la cresta ilíaca, al final de la espiración no forzada y con el sujeto en bipedestación. Aplicando el software Anthro Plus versión 1.02, desarrollado con base a la referencia de la OMS 2007 para niños y adolescentes de 5 a 19 años (9). Se obtuvo el puntaje Z (Z-score) para el IMC ( $\text{kg}/\text{m}^2$ ). El puntaje Z del IMC permitió clasificar los adolescentes en: bajo peso (menos de -2 Z score), normopeso (entre -2 Z score y +1 Z score), sobrepeso (entre +1 Z score y +2 Z score) y obeso ( $> +2$  Z score) (9). Se calculó CC/T (con ambas medidas expresadas en centímetros), considerándose elevado cuando fue  $\geq 0,5$  (4).

La presión arterial se midió siguiendo las recomendaciones de la Academia Americana de Pediatría en el IV Reporte sobre Diagnóstico, Evaluación y Tratamiento de la Presión Arterial en Niños y Adolescentes (IV Task Force) (10). El mismo evaluador se encargó de realizar todas las mediciones de presión arterial, empleando un esfigmomanómetro aneróide con un brazalete apropiado de acuerdo al diámetro del brazo.

Se estableció el estado de maduración sexual de los adolescentes estudiados a través del método de autoevaluación de su desarrollo puberal al mostrarles fotografías estandarizadas de los estadios de Tanner, que van entre el grado 1 (ausencia de desarrollo) hasta el 5 (desarrollo completo) con base al desarrollo de la mama en el caso del sexo femenino, desarrollo genital en el sexo masculino y en el desarrollo del vello púbico en ambos sexos (11, 12). Los adolescentes recibieron explicaciones sobre las características de cada etapa para que señalaran la etapa que mejor indicaba su propio desarrollo.

### Análisis Bioquímicos

Se solicitó a los adolescentes estudiados consumir una cena ligera (sin exceso de grasas) y cumplir ayuno por doce a catorce horas antes de la extracción de sangre. Por punción venosa en el pliegue del codo se extrajeron 10 mL de sangre. Mediante centrifugación se separó el suero en el cual se determinó glucosa, colesterol total (CT) y triglicéridos (TGL) mediante métodos enzimáticos-colorimétricos; el colesterol unido a HDL (HDLc) se midió previa precipitación con reactivo de fosfotungstato. Se calculó la relación de riesgo cardiovascular CT/HDLc.

La determinación de insulina se realizó mediante un inmunoensayo enzimático de fase sólida basado en la técnica de sándwich directo, utilizando un kit comercial (DRG® International) cuyos coeficientes de variación intraensayo e interensayo son de 3,4% y 3,0%, respectivamente. A los fines de establecer resistencia a la insulina (RI) se calculó el índice HOMA-IR (homeostasis model assessment insulin resistance):  $\text{insulinemia } (\mu\text{U}/\text{mL}) \times \text{glicemia en ayunas } (\text{mmol}/\text{L}) / 22,5$  (13). El índice HOMA-IR se categorizó de acuerdo al

sexo y estadio de maduración puberal, considerándose elevado cuando se encontró por encima o igual al P90 informado por Barja y cols. (14).

**Síndrome metabólico y puntaje de RCM agrupado**

Para establecer la presencia de SM se aplicaron los criterios de Cook y cols. (2). Se estableció el componente de obesidad abdominal del SM empleando la referencia de CC para adolescentes del Estado Lara (15), mientras que para la elevación de la presión arterial se consideró la adaptación del IV Task Force presentada por Rodríguez y cols. (16) para niños, niñas y adolescentes venezolanos.

Adicionalmente se obtuvo un puntaje de RCM agrupado (PRCMA), para lo que se calcularon por separado puntajes Z individuales ((valor-media)/desviación estándar) por edad y sexo, de los siguientes factores: presión arterial sistólica, triglicéridos, relación CT/HDLc, índice HOMA-IR e IMC. Se sumaron los puntajes Z individuales para obtener el PRCMA; valores bajos del puntaje fueron indicativos de un mejor perfil de RCM. Todos aquellos adolescentes cuyo PRCMA fue igual o mayor a una desviación estándar de la media del puntaje para edad y sexo fueron categorizados en “elevado RCM agrupado”. Este método ha sido aplicado previamente por otros autores (17, 18).

**Análisis Estadísticos**

Se calcularon estadísticos descriptivos de tendencia central y de dispersión para las variables continuas así como frecuencias absolutas y relativas para las variables categóricas. Se empleó el test de Kolmogorov-Smirnov para conocer si las variables siguieron la distribución normal. La prueba t-student o la U de Mann-Whitney, según el caso, permitió comparar los indicadores antropométricos y bioquímicos evaluados según sexo. El análisis multivariado de covarianza (MANCOVA), ajustado por edad, sexo y estado de maduración sexual, permitió comparar el nivel de los indicadores evaluados y del PRCMA entre los participantes con y sin  $CC/T \geq 0,5$ . Se empleó el análisis de regresión logística para calcular la razón de posibilidades (odd ratio) para IR, SM y elevado RCMa cuando  $CC/T$  fue  $\geq 0,5$ , ajustando por edad, sexo y estado de maduración sexual. Se obtuvieron curvas ROC (receiver operating characteristic curve) de  $CC/T$  para la detección de IR, SM y elevado RCMa y se calculó el área bajo la curva (ABC) y su intervalo de confianza al 95% usando un método no paramétrico; adicionalmente, aplicando el método de Hanley y McNeil, se calcularon los valores de p para comparar la ABC de  $CC/T$  con las obtenidas con los otros indicadores antropométricos obtenidos (IMC, puntaje Z del IMC y CC).

Tabla 1. Características descriptivas de la muestra total y según sexo.

Variable	Grupo Total	Masculino	Femenino
	(n=96)	(n=27)	(n=69)
Edad (años)	14,5±1,4	14,4±1,4	14,5±1,4
Peso (kg)	57,4±14,5	62,4±14,3*	55,4±14,2
Talla (cm)	160±8,8	167±9,0**	157±7,1
IMC (kg/m2)	22,3±4,6	22,2±4,4	22,4±4,7
Puntaje Z del IMC	0,48±1,30	0,56±1,40	0,45±1,27
CC (cm)	72,4±11,6	72,7±11,1	71,5±11,8
Relación CC/T	0,45±0,07	0,45±0,07	0,46±0,07
PAS (mm Hg)	105,9±10,5	111,1±10,1*	103,9±10,0
PAD (mm Hg)	64,7±7,4	63,7±7,5	65,1±7,4
Glicemia (mg/dL)	85,3±6,0	86,8±5,7	84,8±6,0
CT (mg/dL)	140,6±29,4	135,0±31,2	142,8±28,5
HDLc (mg/dL)	33,1±6,2	32,3±5,5	33,4±6,4
TGL (mg/dL)	67,7±35,2	60,1±35,0	70,4±35,2
Relación CT/HDLc	4,3±1,0	4,2±0,8	4,4±1,0
Insulina (mUI/mL)	12,4±5,6	11,7±6,0	12,7±5,5
Indice HOMA-IR	2,6±1,2	2,5±1,3	2,7±1,2
PRCMA	0,44±3,58	0,42±3,64	0,45±3,59

Resultados expresados como media aritmética±desviación estándar.

\* p<0,05 \*\* p<0,01. Prueba de t-Student o U de Mann-Whitney según el caso.

IMC: índice de masa corporal CC: circunferencia de cintura CC/T: circunferencia de cintura/talla CT: colesterol total HDLc: colesterol unido a la lipoproteína de alta densidad TGL: triglicéridos HOMA-IR: homeostasis model assessment insulín resistance PRCMA: puntaje de riesgo cardiometabólico agrupado.

Tabla 2. Indicadores de riesgo cardiometabólico según elevación de la relación circunferencia de cintura/talla en adolescentes.

Indicador	Relación CC/T		F	p
	< 0,5*	$\geq 0,5^{**}$		
CC (cm)	68,1±6,8	91,3±9,0	4,26	<0,001
PAS (mm Hg)	105,0±10,4	110,6±9,8	11,53	0,057
PAD (mm Hg)	64,2±7,6	66,9±6,3	7,48	0,283
Glicemia (mg/dL)	85,7±5,8	83,4±6,5	0,21	0,237
CT (mg/dL)	136,1±25,8	160,3±36,2	5,44	0,002
HDLc (mg/dL)	33,7±6,4	30,1±4,3	0,50	0,054
TGL (mg/dL)	63,1±34,0	87,8,3±34,2	58,73	0,011
Relación CT/HDLc	4,1±0,8	5,3±1,2	9,71	<0,001
Insulina (mUI/mL)	11,4±4,7	16,7±7,1	1,47	<0,001
Indice HOMA-IR	2,4±1,0	3,5±1,5	1,13	0,001
PRCMA	-0,56±2,80	4,79±3,38	26,60	<0,001

Resultados expresados como media aritmética±desviación estándar.

\* n=78 \*\* n=18.

Análisis Multivariado de covarianza (MANCOVA), ajustado por las siguientes covariables: edad, sexo y estado de maduración sexual.

CC/T: relación circunferencia de cintura/talla CC: circunferencia de cintura CT: colesterol total HDLc: colesterol unido a la lipoproteína de alta densidad TGL: triglicéridos HOMA-IR: homeostasis model assessment insulín resistance PRCMA: puntaje de riesgo cardiometabólico agrupado.

Se consideró como nivel de significancia  $p < 0,05$ . El análisis de ROC se llevó a cabo con ayuda del programa MedCalc versión 14.10.2 para Windows; el resto de los análisis se realizaron con el programa PASW Statistics versión 18.0 para Windows.

### RESULTADOS

El grupo de 96 adolescentes evaluados mostró una edad promedio de  $14,5 \pm 1,4$  años y 59,4% ( $n=57$ ) tenía 15 o más años. La distribución por sexo mostró predominio del sexo femenino (71,9%,  $n= 69$ ). La evaluación del

Tabla 3. Frecuencia y razón de posibilidades para insulino-resistencia, síndrome metabólico y elevado riesgo cardiometabólico agrupado según relación circunferencia de cintura/talla en adolescentes.

Alteración	Relación CC/T		OR (IC 95%)	p
	< 0,5* n (%)	$\geq 0,5^{**}$ n (%)		
Insulino-resistencia	3 (3,8)	5 (27,8)	18,22 (2,26-146,69)	0,006
SM	4 (5,1)	2 (22,2)	5,29 (1,18-23,66)	0,029
Elevado RCMa	5 (6,4)	10 (55,6)	18,25 (4,98-66,84)	<0,001

\* $n=78$  \*\*  $n= 18$ .

Análisis de regresión logística, ajustado por las siguientes covariables: edad, sexo y estado de maduración sexual.

Porcentajes calculados con base al número total de casos en cada categoría de CC/T.

CC/T: circunferencia de cintura/talla OR: odd ratio o razón de posibilidades SM: síndrome metabólico RCMa: puntaje de riesgo cardiometabólico agrupado.

Tabla 4. Área bajo la Curva de la relación circunferencia de cintura/talla para detectar la presencia de insulino-resistencia, síndrome metabólico y elevado riesgo cardiometabólico agrupado. Comparación con otros indicadores antropométricos.

Indicador Antropométrico	ABC (IC 95%)	ES	pa	pb
Insulino-resistencia				
Relación CC/T	0,717 (0,616-0,805)	0,104	0,0358	---
IMC	0,690 (0,588-0,781)	0,0828	0,0624	---
Puntaje Z del IMC	0,779 (0,683-0,857)	0,0356	0,0007	0,3048
CC	0,703 (0,601-0,792)	0,114	0,0750	---
Síndrome Metabólico				
Relación CC/T	0,836 (0,746-0,904)	0,0440	<0,0001	---
IMC	0,875 (0,792-0,934)	0,0432	<0,0001	0,1096
Puntaje Z del IMC	0,889 (0,809-0,944)	0,0356	<0,0001	0,0482
CC	0,837 (0,748-0,905)	0,0452	<0,0001	0,9529
Elevado Riesgo Cardiometabólico Agrupado				
Relación CC/T	0,874 (0,790-0,933)	0,0429	<0,0001	---
IMC	0,913 (0,838-0,961)	0,0330	<0,0001	0,1631
Puntaje Z del IMC	0,912 (0,836-0,960)	0,0351	<0,0001	0,1809
CC	0,920 (0,847-0,966)	0,0286	<0,0001	0,0726

a Nivel de significancia para la hipótesis nula de  $ABC=0,5$ .

b Nivel de significancia para la hipótesis nula de  $ABC_{indicador}=ABCCC/T$ .

ABC: área bajo la curva IC: intervalo de confianza ES: error estándar CC/T: circunferencia de cintura/talla IMC: índice de masa corporal CC: circunferencia de cintura.

estado de maduración sexual reveló que la mayoría de los adolescentes se ubicó en los estadios de Tanner III y IV (I= 2,1%; II= 8,3%; III= 38,5%; IV= 44,8; V= 6,3%). En la muestra total, las frecuencias de antecedente familiar de HTA, ECI, ACV, DM y enfermedad cardiovascular prematura (infarto de miocardio antes de los 55 años de edad) fueron: 30,2%, 5,2%, 1,0%, 5,2% y 2,1%, respectivamente. Los valores promedios de las variables estudiadas se muestran en la Tabla 1, evidenciándose mayor peso, talla y presión arterial sistólica entre los adolescentes masculinos. La relación CC/T no varió con la edad.

De acuerdo al puntaje Z del IMC, 4,2% mostró bajo peso, 20,8% sobrepeso y 13,5% obesidad. La frecuencia de obesidad abdominal ( $CC/T \geq 0,5$ ) fue de 18,8% ( $n=18$ ), sin diferencias significativas entre sexos (femenino: 18,8%; masculino: 18,5%). Se diagnosticó IR en ocho adolescentes (8,3%), el mismo porcentaje se detectó de SM. Quince adolescentes mostraron RCMa elevado (15,6%).

Después de ajustar por edad, sexo y estado de maduración sexual, los adolescentes con elevación de CC/T mostraron mayor PRCMa así como valores promedios de CC, CT, TGL, relación CT/HDLc, insulinemia e índice HOMA-IR significativamente más elevados respecto de los jóvenes con CC/T normal (Tabla 2). El análisis de regresión logística ajustado por edad, sexo y estado de maduración sexual demostró que la elevación de CC/T predijo significativamente la presencia de RI, SM y RCMa elevado (Tabla 3).

La Fig.1 muestra las curvas ROC de la relación CC/T para predecir la presencia de RI, SM y RCMa elevado. El ABC del CC/T y el límite inferior del intervalo de confianza de dicha área fue mayor de 0,5 para las tres alteraciones, la relación CC/T fue capaz de predecir significativamente la RI, SM y RCMa elevado al igual que lo hizo el puntaje Z del IMC (Tabla 4). El IMC y la CC no predijeron significativamente la RI. Las ABC de CC/T no difirieron significativamente al compararlas con las obtenidas del IMC, puntaje Z del IMC o CC para la presencia de RI o RCMa elevado. Solo el ABC del puntaje Z del IMC para SM fue significativamente mayor respecto del ABC de CC/T (Tabla 4).

### DISCUSION

Actualmente existe necesidad de evaluar el comportamiento de los indicadores antropométricos no tradicionales frente a los factores de



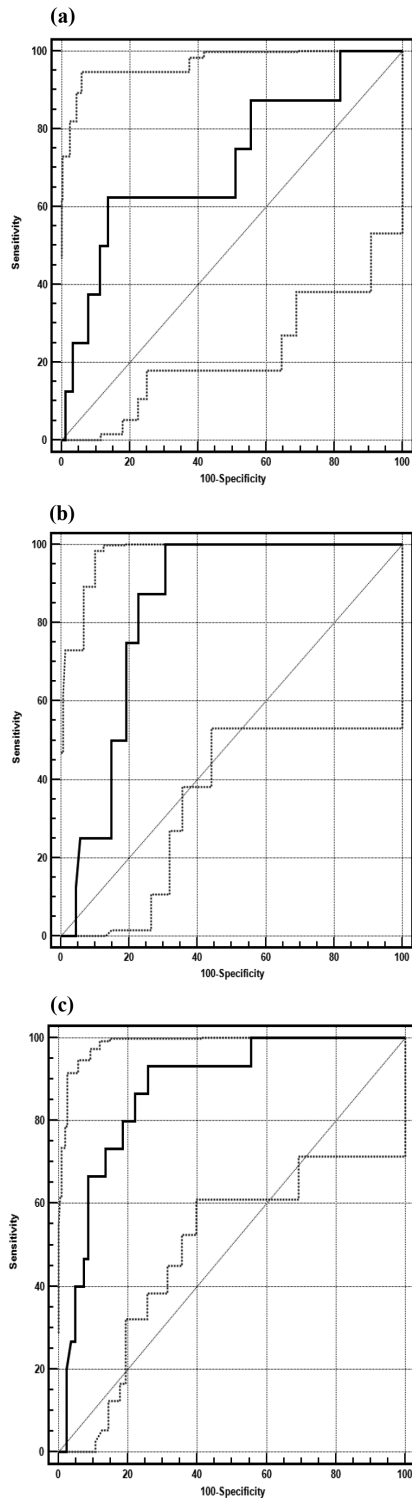


Fig 1. Curvas ROC (receiver operating characteristic curve) de la relación circunferencia de cintura/talla para detectar la presencia de (a) Insulino-resistencia, (b) Síndrome Metabólico y (c) Elevado Riesgo Cardiometabólico Agrupado.

RCM en poblaciones específicas, con el fin de establecer si representan herramientas convenientes aplicables en atención primaria al tamizaje de individuos a riesgo, especialmente de niños y adolescentes. Tal es el caso de la relación circunferencia de cintura/talla, un índice que en el Estudio norteamericano de Bogalusa demostró ser útil para detectar obesidad central y perfil de RCM adverso no solo en niños con sobrepeso/obesidad sino también en aquellos que mantuvieron su peso dentro de lo normal (19). En Venezuela, existe muy poca información sobre la relación CC/T. Pérez y cols. (20) encontraron una relación CC/T promedio que varió entre  $0,44 \pm 0,04$ ,  $0,42 \pm 0,03$  y  $0,43 \pm 0,04$  en adolescentes de 10-12, 13-15 y 16-17 años provenientes de tres ciudades venezolanas (Caracas, Valencia y Mérida), sin diferencias por edad. Por su parte, Ribeiro y cols. (21) demostraron una relación CC/T media de 0,45 en adolescentes brasileños, sin diferencias por género. Tales resultados son muy similares a los observados en el grupo de adolescentes valencianos evaluado en la presente investigación, confirmándose también que CC/T no difirió según el género, como han informado otros autores (22).

A pesar de que el presente trabajo no tuvo como objetivo principal establecer la prevalencia del exceso de peso, obesidad abdominal y alteraciones metabólicas, es importante comentar las frecuencias observadas. De acuerdo al puntaje Z del IMC y la referencia de la OMS, el exceso de peso (sobrepeso y obesidad) se presentó en 34,3% de los adolescentes estudiados, lo cual fue similar a la observado en púberes venezolanos (30,6% masculino; 31,6% femenino) a través de la aplicación de misma referencia de la OMS para IMC (23); no obstante, la cifra de exceso de peso informada por el Instituto Nacional de Nutrición venezolano en 2011, de acuerdo a IMC y referencia norteamericana (24), fue inferior a la informada en esta investigación.

En el grupo estudiado, la obesidad abdominal ( $CC/T \geq 0,5$ ) se encontró en

19% de los adolescentes evaluados, porcentaje inferior al reportado recientemente por Morales y Montilva en adolescentes larenses (25), a pesar de que ambos estudios emplearon el mismo punto de corte para establecer dicho trastorno. Para nuestro conocimiento, no existen otros estudios que hayan informado la frecuencia de aumento de la relación CC/T en adolescentes venezolanos, las diferencias observadas probablemente reflejan las variaciones geográficas en la prevalencia de obesidad abdominal relacionadas con hábitos de ingesta dietética y de actividad física, factores de origen genético y/o condiciones socioeconómicas. Por otro lado, la frecuencia de obesidad abdominal encontrada en este trabajo fue más elevada que la reportada entre adolescentes ingleses (26) y españoles (27).

La comparación de las cifras de RI y SM entre trabajos realizados en adolescentes es difícil debido a la diversidad de patrones de referencia, puntos de cortes y criterios para establecer ambas condiciones. La frecuencia de RI en este trabajo fue pronunciadamente menor a la encontrada por Acosta y cols. en adolescentes valencianos (28) y por Morales y Montilva en jóvenes larenses (29), diferencias que probablemente tiene su origen en la aplicación en el presente estudio de puntos de cortes ajustados por sexo y estado de maduración sexual. Empleando el mismo criterio para establecer la presencia de SM, la frecuencia de dicho trastorno fue idéntica a la demostrada en adolescentes zulianos (30) pero mayor a la observada en adolescentes merideños (31) y colombianos (32).

En esta investigación, adicionalmente, se calculó el PRCMa como una variable continua que reunió dos factores que no se involucran en la definición de SM, el índice HOMA-IR y la relación CT/HDLc. Este es el primer reporte de este puntaje en una muestra de adolescentes venezolanos. Este puntaje es específico de la muestra estudiada puesto que se calculó como la suma de los puntajes Z de las variables que se incluyeron, por lo que no es posible compararlo

con otros estudios, sin embargo, destaca que en 15,6% de los adolescentes evaluados se encontró elevado RCM agrupado, duplicando la frecuencia que mostraron la RI y el SM. Un estudio previo mostró que el agrupamiento de factores de RCM (33) fue también prevalente entre adultos de la ciudad de Valencia, Venezuela, por lo que en conjunto las evidencias apuntarían hacia una situación que debe ser atendida prioritariamente por el sistema de salud venezolano, ya que el agrupamiento de factores de RCM en la infancia y adolescencia se ha asociado a aterogénesis acelerada en la adultez (34), con consecuencias adversas en el perfil de morbi-mortalidad de la población.

En los adolescentes que presentaron obesidad abdominal ( $CC/T \geq 0,5$ ) se evidenciaron valores significativamente más elevados de colesterol total, triglicéridos, relación  $CT/HDLc$ , insulínemia, índice HOMA-IR y del PRCMa; también tendieron a presentar mayor presión arterial sistólica y menor concentración de  $HDLc$ . Estos hallazgos coinciden con las observaciones de otros autores en niños y adolescentes norteamericanos (19) e ingleses (26). El empeoramiento de los niveles de la mayoría de los indicadores de RCM evaluados así como del puntaje de agregamiento de factores de RCM al incrementarse la adiposidad central es consistente con el rol fisiopatológico que se le atribuye al depósito excesivo de grasa intraabdominal, actuando como un órgano endocrino funcional que secreta hormonas y citoquinas (leptina, resistina, factor de necrosis tumoral- $\alpha$ , interleuquina-6, etc.) que provocan desregulación metabólica al promover liberación de ácidos grasos desde los adipocitos, infiltración de macrófagos en el tejido adiposo, lipogénesis y neoglucogénesis hepática, insulino-resistencia, depósito ectópico de grasa y activación tanto del sistema renina-angiotensina-aldosterona como del sistema nervioso simpático (35).

La probabilidad de presentar RI o SM fue significativamente mayor entre los adolescentes que mostraron una relación  $CC/T \geq 0,5$  independientemente de su edad, sexo y estado de maduración sexual. Esto se suma a las evidencias disponibles que muestran la capacidad de dicho indicador antropométrico no solo para detectar la disminución de la sensibilidad a la insulina (36) sino también la presencia de SM (5). Adicionalmente, nuestro estudio también estableció que el aumento continuo del RCMA fue más probable entre los adolescentes con  $CC/T$  elevada, como fue demostrado anteriormente por otros autores (4, 26). Estos resultados soportan la utilidad del punto de corte de 0,5 para la relación  $CC/T$ . Si bien algunos autores han cuestionado la aplicación del mismo para cualquier edad y sexo, pues podrían existir puntos más sensibles y específicos considerando diferencias étnicas, etarias y de género, el mensaje de que “tu cintura debe medir menos que la mitad de tu estatura” parece ser más amigable y mucho más fácil de transmitir y recordar para los adolescentes que cualquier otro que implique un valor definido.

Según el análisis de curvas ROC, la relación  $CC/T$  fue capaz de identificar correctamente los adolescentes con RI,

SM o elevado RCMA. La capacidad de  $CC/T$  para detectar tales alteraciones fue equivalente a la demostrada por el IMC, su puntaje Z y la CC, ya que las ABC de  $CC/T$  no difirieron significativamente de las encontradas para los otros indicadores antropométricos, a excepción del ABC para SM que fue significativamente menor a la observada para el puntaje Z del IMC. Considerando que la aplicación de la relación  $CC/T$  resulta fácil y sencilla al no requerir conversión a puntajes Z o percentiles, como si es preciso para el IMC o la CC, estos resultados en conjunto con los arriba comentados permiten sugerir el empleo de la relación  $CC/T$  en atención primaria para detectar adolescentes en alto riesgo cardiometabólico y realizar el seguimiento individual al iniciar medidas orientadas a mejorar su estilo de vida.

El presente estudio fue de tipo transversal por lo que no es posible establecer relaciones de causalidad sino de asociación y su capacidad para estimar el riesgo de presentar las alteraciones evaluadas es limitada. De igual modo, el tamaño muestral fue pequeño, predominando el sexo femenino y el grupo etario de 15 a 17 años. Pese a estas limitaciones, un importante avance de este trabajo fue la inclusión de la evaluación del estado de maduración sexual, condición que en la mayoría de las investigaciones previas no existió. Es preciso resaltar que el desarrollo sexual se estableció por autoevaluación, modalidad que si bien respeta la intimidad del adolescente y propicia su participación en el estudio, también puede provocar sobre o subestimación del estado de maduración sexual, por lo que futuras investigaciones deberán emplear la observación objetiva por personal entrenado para la determinación del estadio de maduración sexual.

En conclusión, la relación circunferencia de cintura/talla predijo la presencia de resistencia a la insulina, síndrome metabólico y elevado riesgo cardiometabólico agrupado en adolescentes, independientemente de la edad, sexo y estado de maduración sexual, y con la misma capacidad predictiva del índice de masa corporal y circunferencia de cintura. Se requieren investigaciones adicionales que confirmen estos resultados en muestras de mayor tamaño así como estudios dirigidos a establecer la necesidad de aplicar en la población venezolana puntos de corte específicos para la relación  $CC/T$  (discriminados por edad y sexo).

## REFERENCIAS

1. Machado L, Macías-Tomei C, Mejías A, Sparano A, Arias Gómez A. Consulta de detección temprana de factores de riesgo cardiometabólico en pediatría. Arch Venez Puer Ped 2013;76(2):79-84.
2. Cook S, Weitzman M, Auinger P, Nguyen M, Dietz W. Prevalence of a metabolic syndrome phenotype in adolescents: findings from the third National Health and Nutrition Examination Survey, 1988-1994. Arch Pediatr Adolesc Med 2003;157(8):821-827.
3. Savva SC, Lamnisos D, Kafatos AG. Predicting cardiometabolic risk: waist-to-height ratio or BMI. A meta-analysis. Diabetes Metab Syndr Obes 2013;6:403-419.
4. Ashwell M, Hsieh SD. Six reasons why the waist-to-height

- ratio is a rapid and effective global indicator for health risks of obesity and how its use could simplify the international public health message on obesity. *Int J Food Sci Nutr* 2005;56(5):303-307.
5. Freedman DS, Kahn HS, Mei Z, Grummer-Strawn LM, Dietz WH, Srinivasan SR et al. Relation of body mass index and waist-to-height ratio to cardiovascular disease risk factors in children and adolescents: the Bogalusa Heart Study. *Am J Clin Nutr* 2007;86(1):33-40.
  6. Khoury M, Manlhiot C, McCrindle BW. Role of the waist/height ratio in the cardiometabolic risk assessment of children classified by body mass index. *J Am Coll Cardiol* 2013;62(8):742-751.
  7. Ministerio para el Poder Popular para la Salud. Anuario de mortalidad 2012. Caracas: MPPS; 2014.
  8. Izaguirre de Espinoza I, López de Blanco M. Evaluación del crecimiento y de la maduración física. En: Sociedad Venezolana de Pediatría y Puericultura, ed. *Nutrición Pediátrica*. Caracas: Editorial Médica Panamericana; 2009:1-40.
  9. De Onis M, Onyango AW, Borghi E, Siyam A et al. Development of a WHO growth reference for school-aged children and adolescents. *Bull World Health Organ* 2007;85(9):660-667.
  10. National High Blood Pressure Education Program Working Group on High Blood Pressure in Children and Adolescents. The fourth report on the diagnosis, evaluation, and treatment of high blood pressure in children and adolescents. *Pediatrics* 2004;114(2 Suppl 4th Report):555-576.
  11. Marshall WA, Tanner JM. Variations in Pattern of Pubertal Changes in Girls. *Arch Dis Child* 1969;44(235):291-303.
  12. Marshall WA, Tanner JM. Variations in the Pattern of Pubertal Changes in Boys. *Arch Dis Child* 1970;45(239):13-23.
  13. Matthews D, Hosker J, Rudenski A, Naylor B, Teacher D, Turner R. Homeostasis model assessment insulin resistance and cell function from fasting plasma glucose and insulin concentration in man. *Diabetologia* 1985;28(7):412-419.
  14. Barja S, Arnaiz P, Domínguez A, Villarroel L, Cassis B, Castillo O et al. Insulinemia e índice HOMA en niños y adolescentes chilenos. *Rev Méd Chile* 2011;139(11):1435-1443.
  15. Morales A, Balza M, González M, Piña M, Zeman P, García D. Primeras curvas de percentiles de la circunferencia de cintura en un grupo de adolescentes del estado Lara, Venezuela. *Med Interna (Caracas)* 2010;26(3):174-181.
  16. Rodríguez A, Sanz R, Mendoza J, Gollo O, Vera Y, Vásquez E et al. Adaptación de los Puntos de Corte del IV Task Force para la Clasificación de la Presión Arterial en Niños, Niñas y Adolescentes Venezolanos. *Acta Cient Estud* 2009;7(3):136-149.
  17. Andersen LB, Harro M, Sardinha LB, Froberg K, Ekelund U, Brage S et al. Physical activity and clustered cardiovascular risk in children: a cross-sectional study (The European Youth Heart Study). *Lancet* 2006;368(9532):299-304.
  18. Boddy LM, Murphy MH, Cunningham C, Breslin G, Fowweather L, Gobbi R et al. Physical activity, cardiorespiratory fitness, and clustered cardiometabolic risk in 10- to 12-year-old school children: The REACH Y6 study. *Am J Hum Biol* 2014;26(4):446-451.
  19. Mokha JS, Srinivasan SR, Dasmahapatra P, Fernandez C, Chen W, Xu J et al. Utility of waist-to-height ratio in assessing the status of central obesity and related cardiometabolic risk profile among normal weight and overweight/obese children: The Bogalusa Heart Study. *BMC Pediatr* 2010;10:73. doi: 10.1186/1471-2431-10-73. Disponible en: <http://www.biomedcentral.com/1471-2431/10/73>. Fecha de consulta: 15 de diciembre, 2014
  20. Pérez BM, Landaeta-Jiménez M, Amador J, Vásquez M, Marrodán MD. Sensibilidad y especificidad de indicadores antropométricos de adiposidad y distribución de grasa en niños y adolescentes venezolanos. *FEB* 2009;34(2):84-90.
  21. Ribeiro RC, Coutinho M, Bramorski MA, Giuliano IC, Pavan J. Association of the Waist-to-Height Ratio with Cardiovascular Risk Factors in Children and Adolescents: The Three Cities Heart Study. *Int J Prev Med* 2010;1(1):39-49.
  22. Taylor RW, Williams SM, Grant AM, Taylor BJ, Goulding A. Predictive ability of waist-to-height in relation to adiposity in children is not improved with age and sex-specific values. *Obesity (Silver Spring)* 2011;19(5):1062-1068.
  23. Macías-Tomei C, López-Blanco M, Vásquez M, Méndez-Pérez B, Ramírez G. Capacidad del índice de masa corporal por tres referencias, para predecir el diagnóstico integral en prepúberes y púberes venezolanos. *Arch Venez Puer Ped* 2012;75(2):38-44.
  24. Instituto Nacional de Nutrición. *Sobrepeso y obesidad en Venezuela (prevalencia y factores condicionantes)*. Caracas: Gente de Maíz Fondo Editorial; 2011.
  25. Morales A, Montilva M. Obesidad global vs central y algunos factores de riesgo en adolescentes de un municipio venezolano. *Rev Venez Salud Pública* 2014;2(2):15-22.
  26. Bailey DP, Savory LA, Denton SJ, Davies BR, Kerr CJ. The hypertriglyceridemic waist, waist-to-height ratio, and cardiometabolic risk. *J Pediatr* 2013;162(4):746-752.
  27. Schröder H, Ribas L, Koebnick C, Funtikova A, Gomez SF, Fito M et al. Prevalence of Abdominal Obesity in Spanish Children and Adolescents. Do We Need Waist Circumference Measurements in Pediatric Practice?. *PLoS One* 2014; 9(1): e87549. doi: 10.1371/journal.pone.0087549
  28. Acosta E, Carías D, Páez M, Naddaf G, Domínguez Z. Exceso de peso, resistencia a la insulina y dislipidemia en adolescentes. *Acta Bioquím Clín Latinoam* 2012;46 (3):365-73.
  29. Morales A, Montilva M. Perfil clínico-metabólico relacionado con el riesgo cardiovascular en adolescentes escolarizados de Barquisimeto, Venezuela. *An Venez Nutr* 2012; 25(2):55-63.
  30. Vargas ME, Araujo S, Souki A, García D, Chávez M, Vega M et al. Prevalencia de Síndrome Metabólico y de sus componentes individuales en niños y adolescentes de tres parroquias del municipio Maracaibo, estado Zulia. *Rev Síndrome Cardiometabólico* 2011;I(3):52-59.
  31. Villalobos M, Mederico M, Paoli M, Briceño Y, Zerpa Y, Gómez-Pérez R et al. Metabolic syndrome in children and adolescents from Mérida city, Venezuela: Comparison of results using local and international reference values (CREDEFAR study). *Endocrinol Nutr* 2014;61(9):474-485.
  32. Agudelo GM, Bedoya G, Estrada A, Patiño FA, Muñoz AM, Velásquez CM. Variations in the prevalence of metabolic syndrome in adolescents according to different criteria used for diagnosis: which definition should be chosen for this age group?. *Metab Syndr Relat Disord* 2014;12(4):202-209.
  33. Ruiz N, Espinoza M, Barrios E, Reigosa A. Factores cardiometabólicos en una comunidad de la ciudad de Valencia, Venezuela. *Rev Salud Pública (Bogotá)* 2009; 11(3):383-394.
  34. Rodríguez-Colon SM, Mo J, Duan Y, Liu J, Caulfield JE, Jin X et al. Metabolic syndrome clusters and the risk of incident stroke: The atherosclerosis risk in communities (ARIC) study. *Stroke* 2009;40(1):200-205.
  35. Coelho M, Oliveira T, Fernandes R. Biochemistry of adipose tissue: an endocrine organ. *Arch Med Sci* 2013;9(2):191-200.
  36. Carneiro IB, Sampaio HA, Carioca AA, Pinto FJ, Damasceno NR. [Old and new anthropometric indices as insulin resistance predictors in adolescents]. *Arq Bras Endocrinol Metabol* 2014;58(8):838-43. [Artículo en Portugués]