

## CAPACIDAD DEL ÍNDICE DE MASA CORPORAL POR TRES REFERENCIAS, PARA PREDECIR EL DIAGNÓSTICO INTEGRAL EN PREPÚBERES Y PÚBERES VENEZOLANOS

Coromoto Macías-Tomei (1), Mercedes López-Blanco (2), Maura Vásquez (3),  
Betty Méndez-Pérez (4), Guillermo Ramírez (3).

Recibido: 19-02-2012  
Aceptado: 25-04-2012

### RESUMEN

**Introducción:** Los nuevos estándares de crecimiento de la Organización Mundial de la Salud (OMS) motivaron la validación de esta herramienta para uso clínico y salud pública. **Objetivo:** Comparar la capacidad predictiva del Índice de Masa Corporal (IMC) según tres referencias antropométricas con respecto al diagnóstico clínico integral (DCI). **Metodología:** Se analizó el IMC por el Estudio Nacional de Crecimiento y Desarrollo Humanos (ENCDH), Estudio Transversal de Caracas (ETC) y (OMS 2007) en 198 prepúberes y púberes venezolanos sanos entre 5-17 años (95 masculinos, 103 femeninos). El desarrollo puberal se estimó mediante estadios de Tanner: Prepúberes (G1/B1), Púberes ( $\geq G 2 / \geq B 2$ ). Las categorías del IMC (normal, déficit, exceso) se contrastaron con el diagnóstico clínico. Se calcularon concordancias (Kappa), sensibilidad, especificidad y valor predictivo, para  $p < 0,05$ . **Resultados:** Las tres referencias subestimaron el déficit, especialmente en sexo femenino. ENCDH sobrestimó el sobrepeso en estas últimas y OMS lo hizo en ambos sexos. Un ANOVA no paramétrico reportó diferencias significativas en IMC entre las tres referencias. Los valores Kappa mostraron alta concordancia en varones (0,68-0,85) y moderada en niñas (0,55-0,60), con porcentajes altos de falsos negativos, (femenino 64-73%; masculino 31-44%). Para el exceso, los porcentajes de falsos negativos fueron menores (4-7% masculino; 17-20% femenino). Las referencias nacionales evidenciaron mayores valores predictivos que la internacional. **Conclusiones:** IMC discriminó adecuadamente para normalidad y exceso, pero no para déficit, especialmente en prepúberes y púberes femeninas. Los valores predictivos deben ser analizados en muestras más numerosas, con una redefinición de los valores límite para identificar el déficit.

**Palabras clave:** índice de masa corporal, valores de referencia, diagnóstico clínico, pubertad, niños, adolescentes.

### Capacity of Body Mass Index to predict a comprehensive diagnosis in Venezuelan prepubertal and pubertal boys and girls

### SUMMARY

**Background:** New World Health Organization (WHO) Growth Standards motivated countries to analyze its application in local public health programs as well as in clinical assistance. **Objective:** To compare the predictive capacity of the Body Mass Index (BMI) according to three anthropometric references with regard to the comprehensive clinical diagnosis (CCD). **Methods:** BMI was analyzed by Estudio Nacional de Crecimiento y Desarrollo Humanos (ENCDH), Estudio Transversal de Caracas (ETC) and WHO 2007 in 198 healthy prepubertal and pubertal boys and girls 5-17 years (95 boys, 103 girls). Pubertal development was assessed by Tanner's stages: Prepubertal (G1/B1), Pubertal ( $\geq G 2 / \geq B 2$ ). BMI categories (normal, low, high) were contrasted with CDD: Concordance (Kappa-values), Sensitivity, Specificity and Predictive Value were calculated with significance for  $p < 0.05$ . **Results:** Thinness was underestimated by the three references with regard to the CCD in both sexes, especially in girls. Overweight was overestimated by ENCDH in girls and by WHO in boys and girls. Non parametric ANOVA showed significant differences between BMI categories with the three references. High concordance (Kappa 0.68-0.85) was found in boys, moderate in girls (0.55-0.60) with high percentages of false negatives (64-73% in girls, 31-44% for boys). False negatives were lower for overweight, (boys 4-7%; girls 17-20%). Predictive Values were higher with national references than with WHO standards. **Conclusions:** BMI discriminated adequately between normality and overweight, but not for underweight, especially in girls. Predictive Values must be analyzed in larger samples and cut offs point for underweight should be redefined.

**Key words:** body mass index, reference values, comprehensive clinical diagnosis, puberty, children, adolescents.

### INTRODUCCIÓN

La recomendación de la Organización Mundial de la Salud (OMS) de utilizar nuevos estándares internacionales para evaluar el crecimiento físico y el estado nutricional, ha motivado a diferentes países a explorar esta propuesta, con el fin de generar patrones locales de aplicación e interven-

ción en salud pública y en clínica (1).

Aun cuando el Índice de Masa Corporal (IMC) es un índice global de corpulencia que no permite diferenciar la masa grasa de la masa magra, y por tanto no es una medida precisa de adiposidad a nivel individual (2), es sin embargo, uno de los indicadores más utilizados para caracterizar el estado nutricional, no sólo en adultos sino también en niños y adolescentes, y ha sido empleado tanto en estudios epidemiológicos como clínicos (3). A tal fin, el Comité de Expertos sobre Obesidad en Pediatría recomienda el IMC, a pesar como se afirma, de no ser una medida directa de la grasa, pero tomando en consideración su alta correlación con ésta y además, como indicador de elección para estimar sobrepeso (percentiles 85-95) y obesidad ( $\geq p 95$ ). A esto se añade como fortaleza del índice, una importante asociación con indicadores de riesgo cardiometabólico y enfermedades crónicas relacionadas con la nutrición (ECRN) (4).

- (1) Universidad Simón Bolívar, Postgrado de Nutrición Clínica Opción Pediatría. Departamento de Procesos Biológicos y Bioquímicos.
- (2) Coordinadora del Grupo de Transición Alimentaria y Nutricional (TAN). Vicepresidenta de Fundación Bengoa.
- (3) Universidad Central de Venezuela, Postgrado de Estadística.
- (4) Universidad Central de Venezuela. Instituto de Investigaciones Económicas y Sociales. Unidad de Bioantropología, Actividad física y Salud

Autor Corresponsal:  
Coromoto Macías-Tomei  
Teléfonos: +582129063970 / +584142774180  
Correo electrónico: coritomei@yahoo.com

Sin embargo y aun tomando en consideración las limitaciones antes señaladas, se han planteado para su uso diferentes opciones por parte de investigadores, algunas de las cuales se basan en el grado de sensibilidad y especificidad según la escala de percentiles del índice en consideración y proponen por tanto, que el IMC venga acompañado de indicadores de composición corporal, ya que ciertos resultados muestran que un IMC por encima del percentil 95 tiene una gran especificidad y una sensibilidad moderada - alta y un valor predictivo positivo alto para la grasa corporal. Por otra parte, un IMC entre los percentiles 85 y 94 es errático e inconsistente (5,6), y se ha argumentado así mismo, que los cambios en percentiles del IMC no reflejan los cambios en adiposidad (7).

Otros autores también señalan como una limitante los cambios que experimenta el índice con la edad; al respecto Malina (8) afirma que éste presenta una gran variación en niños y adolescentes, la cual se manifiesta inicialmente por el aumento hasta los 2 años, seguido de una disminución y luego nuevamente por un aumento, característica denominada como “rebote adiposo” por Rolland-Cachera y colaboradores (9,10). En esta misma línea y basándose en poblaciones venezolanas, López-Blanco y colaboradores (11) y Macías-Tomei y colaboradores (12), destacan la variabilidad del índice en referencia con una tendencia a la disminución, de acuerdo con el ritmo o tempo de maduración: temprana, promedio o tardía, en ese mismo orden.

Como evidencia de la aplicación de este índice para estimar el estado nutricional, se puede citar a Hall y Cole, quienes respaldan la iniciativa del gobierno británico de exigir a los colegios las mediciones y el cálculo del IMC cada año, con la recomendación de que el resultado sea enviado a los padres, ya que es bueno como despistaje en la prevención de obesidad, aun cuando es una alternativa imperfecta debido a la gran variabilidad individual y a su inconsistencia en predecir el riesgo (13). Así mismo, Inocuchi y colaboradores en 2011 sostienen que el IMC puede considerarse como un indicador apropiado para estimar los cambios anuales de la adiposidad durante el crecimiento, debido a su alta tendencia a la canalización (14). Esta característica resultó similar a lo encontrado en niños y adolescentes de 8-12 años del Estudio Longitudinal del Área Metropolitana de Caracas (12,15).

Cuando se consideran las opiniones sobre la conveniencia de usar las referencias locales versus las internacionales, se encuentran criterios divergentes. En este sentido, Karlberg e investigadores de Hong Kong, argumentaron que no había en ese momento una referencia única y justificaban los esfuerzos de los países para construir sus propias referencias para el uso en clínica y ponían como ejemplo las grandes diferencias en talla y en los valores del IMC entre europeos del norte y los del sur (16).

En 2002, investigadores chilenos utilizaron las z scores del IMC del National Center for Health and Statistics (NCHS, 1977) y del IMC del International Obesity Task

Force (IOTF), quienes concluyeron que los resultados cambiaron de acuerdo con la referencia usada y confirmando que no existía un “estándar de oro”, ya que el IMC era una alternativa para conocer el comportamiento tanto de la masa grasa como de la magra (17). Desde el punto de vista metodológico, el IMC tiene además como limitación el exceso de referencias y el hecho de que no se identifican los valores límite que traducen riesgo de complicaciones clínicas (18). La conclusión de un estudio representativo de poblaciones de USA, Brasil, Gran Bretaña, Hong Kong, Singapur y los Países Bajos (19) apoya esta afirmación en cuanto a que los valores límite de las referencias que se usan para definir delgadez en niños y adolescentes con el IMC, tomando como base el valor límite de  $< 17 \text{ kg/m}^2$  a los 18 años, está más en relación con la masa libre de grasa que con la grasa corporal. Cuando se evaluó la referencia recomendada por la OMS en niños belgas y noruegos, se encontraron desviaciones fuera de los límites normales ( $> \pm 2 \text{ DE}$ ), de modo tal que se recomendaron referencias locales (20). De igual manera, Atalah y colaboradores en escolares chilenos evaluaron las diferencias entre las prevalencias de la OMS 2007 y de las anteriores de NCHS, concluyendo que hay mayor prevalencia de sobrepeso con las desviaciones estándar de OMS y aún más con los percentiles (21).

Un grupo de investigadores de once países con nivel de ingreso bajo, liderizado por Rousham de Gran Bretaña, analizaron más de 20.000 escolares entre 5 y 19 años y encontraron que el déficit fue mayor cuando el IMC de OMS se comparó con el peso para la talla de la NCHS (22).

Investigadores internacionales de Italia, Gran Bretaña, Holanda, Alemania, Noruega, Bélgica y Argentina analizaron la conveniencia de usar un estándar único y acordaron emplearlo siempre y cuando estuviera condicionado a identificar el riesgo de enfermedades. En vista de ello, opinan que las referencias locales van a seguir usándose en la práctica clínica (23). Tomando en consideración las distintas opiniones expuestas con anterioridad, el objetivo del presente estudio fue comparar la capacidad predictiva del índice de masa corporal (IMC) basado en referencias nacionales e internacional, con el diagnóstico clínico integral individual en prepúberes y púberes.

## METODOLOGIA

Se realizó un estudio de tipo transversal, la muestra se recolectó entre los años 2001 y 2008, se evaluaron 198 niños y adolescentes (98 varones y 103 niñas), con edades comprendidas entre los 5 y los 17 años quienes asistieron a consulta privada especializada en Caracas, y que provenían de diferentes regiones del país. Se excluyeron aquellos con peso bajo al nacer, déficit primario del crecimiento y patologías crónicas previamente diagnosticadas. A cada uno de los participantes se le realizó una evaluación del crecimiento, maduración y estado nutricional (dietético, bioquímico y

antropométrico mediante indicadores de dimensiones corporales y de composición corporal) con la finalidad de establecer el Diagnóstico Clínico Integral (DCI).

Se obtuvieron mediciones de peso y talla siguiendo las técnicas del Programa Biológico Internacional (24,25) realizadas por uno de los autores (CMT) previamente entrenada y estandarizada en mediciones antropométricas. Se calculó el índice de masa corporal (IMC):  $\text{Peso} / \text{Talla}^2$ . Se utilizaron los valores de referencia venezolanos del Estudio Nacional de Crecimiento y Desarrollo Humanos (ENCDH) (26,27) y del Estudio Transversal de Caracas (28); como referencia internacional se usaron los nuevos estándares de la OMS del año 2007, para niños y adolescentes entre los 5-18 años (29). Las categorías del IMC se obtuvieron de acuerdo con los valores límite para clasificación, según las referencias nacionales: Normal:  $\geq p.10 - \leq p.90$ ; Déficit (bajo):  $< p.10$  y Exceso (alto):  $> p.90$ . Al considerar la referencia internacional (OMS, 2007): Normal:  $> p.15 - \leq p.85$ ; Déficit (bajo):  $\leq p.15$  y Exceso (alto):  $> p.85$ .

La maduración sexual se evaluó mediante inspección clínica usando los estadios de maduración de Tanner de Genitales (G) en los varones y de Glándula Mamaria (GM) en las niñas (30-32), a partir de los mismos, se establecieron dos grupos utilizando el siguiente criterio: Prepúberes (G1/GM1) y Púberes ( $\geq G 2 / \geq GM 2$ ). La edad de la menarquia (EM) se obtuvo mediante el método del recordatorio ("edad real de la menarquia"), el cual se considera válido en esta muestra tomando en consideración el breve intervalo entre la menarquia y la presente evaluación (33,34). De acuerdo con la presencia o ausencia de menarquia, se consideraron dos grupos para el análisis: Premenarquia y Post-menarquia.

Análisis estadístico: El análisis estadístico de los datos se realizó utilizando el paquete SPSS versión 17.0. En primer lugar, se realizó una prueba ANOVA por rangos de Friedman (ANOVA\_RF) (35), en forma separada para cada sexo y para cada categoría de pubertad (prepúberes y púberes), para determinar diferencias y/o semejanzas en la clasificación del estado nutricional obtenido a partir del IMC por las referencias venezolanas (ENCDH, ETC) y la internacional (OMS, 2007). También se calculó el coeficiente Kappa (36) con el fin de evaluar la concordancia de la clasificación de las categorías del IMC por las tres referencias con respecto al DCI; con el objeto de apreciar el desempeño del IMC como test diagnóstico para el DCI, se calcularon la sensibilidad (S) y especificidad (E) para cada referencia, y medidas de capacidad predictiva como el valor predictivo positivo (VPP) y el valor predictivo negativo (VPN) (37). Se consideró como significativo un p-valor menor a 0,05 para todas las pruebas.

## RESULTADOS

Se compararon los porcentajes de déficit y exceso diagnosticados por el IMC para las referencias nacionales y la internacional con los correspondientes porcentajes arrojados por el diagnóstico integral – considerado como patrón de oro-. En la muestra total del sexo masculino, se encontró una subestimación del déficit para el Estudio Transversal de Caracas (ETC) y OMS; así como también una sobreestimación del exceso solo al considerar la referencia internacional (Cuadro 1).

**Cuadro 1.**  
**Índice de Masa Corporal por categorías, según referencias nacionales e internacional y diagnóstico clínico integral.**

IMC	NORMAL		DÉFICIT		EXCESO	
	n	%	n	%	n	%
ENCDH *	60	63,1	10	16,5	25	26,3
ETC **	58	61,1	12	12,6	25	26,3
OMS***	4	50,5	13	13,7	34	35,8
<b>Dx Clínico Integral</b>	<b>52</b>	<b>54,7</b>	<b>16</b>	<b>16,9</b>	<b>27</b>	<b>28,4</b>

Fuente: ENCDH: Estudio Nacional de Crecimiento y Desarrollo Humanos, 1996 (26,27); ETC: Estudio Transversal de Caracas, 1986 (28); OMS, 2007 (29)

En el sexo femenino encontró un comportamiento similar al de los varones, con una mayor subestimación del déficit por ENCDH (2,9%) y OMS (3,9%) cuando se comparó con el correspondiente al diagnóstico clínico integral (10,7%). Estas dos referencias sobrestimaron el exceso, 32% (ENCDH) y 33% OMS, con respecto al obtenido mediante el diagnóstico clínico integral (28,1%): en cuanto a la referencia ETC, los porcentajes tanto para el déficit como para el exceso fueron similares a los del DCI (Cuadro 2).

**Cuadro 2.**  
**Índice de Masa Corporal por categorías, según referencias nacionales e internacional y diagnóstico clínico integral.**

IMC	NORMAL		DÉFICIT		EXCESO	
	n	%	n	%	n	%
ENCDH *	67	65,1	3	2,9	33	32,0
ETC **	68	66,0	6	5,8	29	28,2
OMS***	65	63,1	4	3,9	34	33,0
<b>Dx Clínico Integral</b>	<b>63</b>	<b>61,2</b>	<b>11</b>	<b>10,7</b>	<b>29</b>	<b>28,1</b>

Fuente: ENCDH: Estudio Nacional de Crecimiento y Desarrollo Humanos, 1996 (26,27); ETC: Estudio Transversal de Caracas, 1986 (28); OMS 2007 (29)

Por su parte, los resultados del ANOVA\_RF revelaron diferencias significativas en el perfil de clasificación del estado nutricional según las distintas referencias del IMC (Masculino:  $p=0,018$ ; Femenino:  $p=0,007$ ). En particular, las clasificaciones del IMC obtenidas por las referencias ENCDH y OMS, para el sexo femenino, sobrestimaron el exceso al compararse con el DCI; mientras que para el sexo masculino, la sobreestimación se observó solo para la clasificación obtenida por OMS. Por su parte, tanto para el

sexo femenino como el masculino, la clasificación IMC de todas las referencias subestimó el déficit correspondiente al DCI, excepto para IMC-ENCDH en el sexo masculino (Cuadros 1 y 2).

En los prepúberes masculinos el déficit según el diagnóstico clínico integral fue 28,3%, superando el déficit diagnosticado por IMC para las tres referencias (17,4-21,7%); por el contrario, en los púberes el déficit del IMC de acuerdo a las referencias nacionales fue bajo (4,1%), algo mayor al considerar la referencia internacional (8,2%). El porcentaje de prepúberes en la categoría de exceso del IMC para las referencias nacionales, resultó similar al observado por el DCI ((28,3%); mientras que el IMC-OMS sobreestimó el exceso (41,3%) al compararse con la estimación DCI (Figura 1).

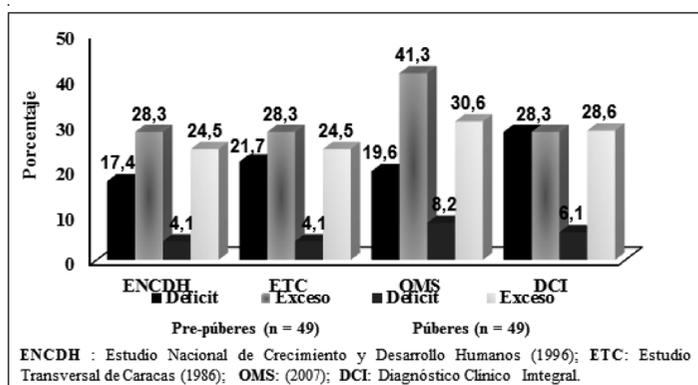


Figura 1. Categorías del Índice de Masa Corporal en prepúberes y púberes masculinos, de acuerdo a referencias nacionales e internacional y diagnóstico clínico integral.

Las prevalencias en la categoría del déficit para IMC, en las prepúberes femeninas, resultaron más bajas por las tres referencias (2,2% a 4,3%) que el déficit obtenido por DCI (15,2%). Mientras que en las púberes, el déficit IMC, tanto para ENCDH y OMS (3,5%) fue menor que el déficit diagnosticado por la referencia IMC-ETC y por el DCI (7,0%). En lo que corresponde a las prepúberes, la prevalencia del exceso determinado por IMC para las tres referencias (26,1% a 34,8%), fue superior al exceso de acuerdo al DCI (21,8%), más marcado con el ENCDH y OMS; observándose un comportamiento inverso en el grupo de las púberes, en quienes la magnitud de la prevalencia en la categoría de exceso IMC para las tres referencias osciló entre 29,8% y 31,6%, valores inferiores al porcentaje encontrado mediante DCI (33,3%) (Figura 2).

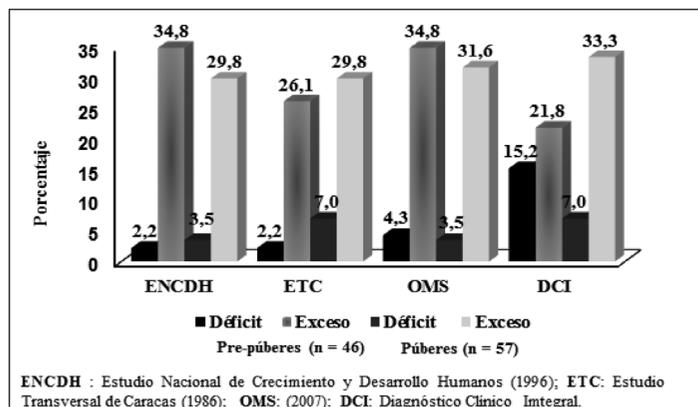


Figura 2. Categorías del Índice de Masa Corporal en prepúberes y púberes femeninas, de acuerdo a referencias nacionales e internacional y diagnóstico clínico integral.

Cuando se consideró el comportamiento del IMC en las púberes de acuerdo a la presencia o ausencia de la menarquia, en aquellas en las que no había ocurrido el evento (n= 28) el IMC por las tres referencias, no detectó déficit, cabe observar que solamente una niña fue diagnosticada con déficit de acuerdo al DCI. En lo relativo al diagnóstico del exceso, se encontraron niveles similares en la prevalencia DCI (46,4%) al compararse con la obtenida por el IMC para las dos referencias nacionales, siendo superior la observada por el IMC-OMS (50,0%). En las púberes post-menarquia (n= 29), el déficit según el DCI (10,3%) resultó inferior al detectado por las referencias IMC-ENCDH y OMS, y superior al arrojado por IMC-ETC (6,8%); contrariamente las categorías de exceso IMC por las tres referencias (13,8% a 20,7%), subestimaron el exceso encontrado al considerar el DCI.

En el grupo de prepúberes de sexo masculino se encontraron valores de Kappa de magnitud importante correspondiente a las referencias nacionales: 0,760 (ENCDH) y 0,831 (ETC), siendo éstos aun más elevados en los púberes; mientras que los menores, se encontraron con el IMC-OMS (Kappa= 0,603). Estos valores indicaron una alta y significativa concordancia (p-valor=0,000) entre el IMC de cada una de las tres referencias con respecto al diagnóstico clínico integral. En las niñas púberes se encontraron altos y significativos valores Kappa, que oscilaron entre 0,618 (IMC-OMS) y 0,662 (IMC-ETC); en las prepúberes, la concordancia fue de nivel moderado, aun cuando significativa oscilando entre: 0,471 (IMC-OMS) y 0,520 (IMC-ETC) (Valores no mostrados).

*Análisis Epidemiológico*

En los sujetos de sexo masculino el IMC resultó ser un excelente clasificador del exceso, independientemente de la referencia utilizada, lo que se confirma por los altos niveles de la sensibilidad (92,6% a 96,3%). Sin embargo, vale resaltar el marcado descenso en la sensibilidad para el diagnóstico del déficit (56,3% a 68,8%), lo cual es indicativo de una pérdida de potencialidad del IMC como clasificador en este caso, con niveles muy altos en las tasas de error al clasificar niños como normales cuando realmente presentan un estado nutricional deficitario. En lo que respecta a la especificidad, ésta fue de magnitudes altas, tanto para el déficit como para el exceso, independientemente de la referencia utilizada.

Por su parte, la capacidad predictiva del IMC para diagnosticar tanto el déficit como el exceso en el DIC resultó ser muy buena para las referencias nacionales, según lo indican los altos porcentajes de VPP mayores de 90% en todos los casos, mientras que hubo una disminución importante al utilizar la referencia OMS. En lo relativo a la magnitud de los

VPN, éstos indican una alta precisión en la predicción de la condición de normalidad (Cuadro 3).

En el sexo femenino, el IMC logró discriminar bastante bien entre la normalidad y el exceso, en lo que corresponde a las dos referencias nacionales (ENCDH y ETC) y a la internacional, ya que los valores de la sensibilidad oscilaron entre 79,3% y 82,8%. Sin embargo, los niveles de sensibilidad para detectar el déficit resultaron bajos para todas las referencias, lo que produciría altas tasas de clasificación incorrectas evidenciadas en fracciones de falsos negativos (FFN) entre 63 y 72%. El mejor comportamiento se encontró con el IMC-ETC al compararlo con las otras dos referencias, en términos de un marcado descenso de diez puntos porcentuales en la FFN (Cuadro 3).

**Cuadro 3. Sensibilidad, especificidad y valores predictivos del índice de masa corporal de acuerdo a referencias nacionales e internacional**

Masculino (n= 95)						
	IMC-ENCDH *		IMC-ETC **		IMC-OMS ***	
	Déficit	Exceso	Déficit	Exceso	Déficit	Exceso
<b>Sensibilidad</b>	56,3	92,6	68,8	92,6	63,5	96,3
<b>Especificidad</b>	98,1	100,0	98,1	100,0	93,2	83,7
<b>VPP</b>	90,0	100,0	91,7	100,0	76,9	76,5
<b>VPN</b>	87,9	96,2	91,1	96,2	87,2	97,6

Femenino (n= 103)						
	IMC-ENCDH *		IMC-ETC **		IMC-OMS ***	
	Déficit	Exceso	Déficit	Exceso	Déficit	Exceso
<b>Sensibilidad</b>	27,3	82,8	36,4	79,3	27,3	82,8
<b>Especificidad</b>	100,0	85,7	96,5	90,2	98,1	83,9
<b>VPP</b>	100,0	72,7	66,7	79,3	75,0	70,6
<b>VPN</b>	87,1	91,5	88,7	90,2	86,7	91,2

VPP: valor predictivo positivo; VPN: valor predictivo negativo

Fuente: ENCDH: Estudio Nacional de Crecimiento y Desarrollo Humanos, 1996 (26,27);

ETC: Estudio Transversal de Caracas, 1986 (28); OMS, 2007 (29)

## DISCUSIÓN

En el análisis que hace Michaelsen en 2010 en cuanto a si se deben implementar los estándares de la OMS como referencias nacionales, concluye que aunque muchos países han adoptado los estándares de 0 a 5 años y las referencias de 5 a 19 años, otros han combinado los estándares de 0 a 5 años (aceptado como el “deber ser” para las poblaciones), con referencias locales después de esta última edad (38).

En el año 2006, investigadores mexicanos compararon las prevalencias de sobrepeso y obesidad utilizando el IMC del CDC, con el de OMS/NCHS 1995 y del IOTF y reportaron importantes diferencias en las prevalencias, mayores siempre con las referencias WHO/NCHS, tal como se encontró en el presente estudio; además señalaron que sería ideal contar con referencias propias (39). Estos hallazgos concuerdan con la investigación realizada en niños y adolescentes chilenos evaluados por Kain y colaboradores en 2002, en la

cual también encontraron diferencias de acuerdo con la referencia utilizada, sin embargo destacan que el IMC aun cuando no es el patrón de oro para evaluar el estado nutricional, constituye una alternativa para una adecuada aproximación al conocimiento de las masas magra y grasa (17).

Del mismo modo en adolescentes bolivianos, el uso de las referencias internacionales del CDC 2000 y OMS 2007, resultó en una subestimación de la delgadez y una sobrestimación del sobrepeso y obesidad. Los investigadores concluyen que el uso de referencias internacionales produce errores en el diagnóstico del estado nutricional en los adolescentes estudiados (40). Según los hallazgos de la presente investigación, el IMC no es un buen predictor de déficit; resultando mejor para la predicción de exceso. Esto coincide

con los hallazgos de Pérez y colaboradores en 2009, quienes reportaron que el IMC resultó un buen estimador para clasificar el sobrepeso en niños y adolescentes de 7-17 años y se comportó como buen estimador de la adiposidad medida por el área grasa (41).

Es oportuno considerar las variaciones en los porcentajes de déficit y exceso de acuerdo con el sexo y a la categoría de la pubertad (prepúberes y púberes), ya que las mismas introducen cambios importantes tal como lo revelan los resultados encontrados en esta muestra de niños y adolescentes; los mismos evidenciaron mayores porcentajes de exceso que de déficit del IMC, de mayor magnitud en los púberes de uno y otro sexo, así como también en las prepúberes femeninas. Este comportamiento es similar a lo reportado por Malina en 2012 quien señala que las grandes diferencias en la adolescencia están influenciadas por el ritmo o tempo del brote puberal en talla y peso, así como también por los estadios de pubertad y edad de la menarquia (8). Buyken y colaboradores también encontraron estas mismas diferencias en prepúberes y púberes alemanes, en especial en el sexo femenino conforme al ritmo de maduración, las niñas con un IMC alto antes del inicio del brote puberal en talla iniciaron la pubertad año y medio antes que aquéllas con un IMC bajo (42).

La capacidad predictiva del IMC puede variar según el grado de adiposidad; en niños y adolescentes con sobrepeso el IMC puede considerarse un buen predictor de adiposidad, mientras que en niños relativamente delgados, las variaciones podrían ser atribuibles a la masa libre de grasa tal como señalan Freedman y Sherry, quienes reportan que un IMC alto tiene una sensibilidad y valor predictivo positivo moderadamente altos (70-80%) con una alta especificidad (95%) (5). En otra muestra de población venezolana, el análisis de la composición corporal de niñas y adolescentes de Caracas y Mérida dio como resultado que el IMC fue adecuado para identificar riesgo, con una sensibilidad y especificidad altas, en adolescentes post-menarquia (43). Estos resultados son bastante similares a los encontrados en el presente estudio en niños y adolescentes con un IMC en la ca-

tegoría de exceso.

Aun cuando el diagnóstico del déficit de acuerdo a las referencias nacionales del IMC, fue menor que el correspondiente al diagnóstico clínico integral, en especial en las prepúberes del sexo femenino, en esta muestra se puede considerar que fueron mejores predictoras del estado nutricional. Sin embargo y a pesar de que la referencia de OMS sobrestimó el exceso y dejó de detectar el déficit, se justifica el uso de la referencia internacional para estudios comparativos en el análisis de resultados poblacionales. Esto coincide con lo reportado por Johnson y colaboradores en 2012 quienes discutieron el uso del estándar OMS en un país que está entrando en la transición alimentaria y epidemiológica como la India y cuyos niveles de déficit en peso alcanzan casi 50%. Aún después de ajustar las curvas, el peso y la talla de los niños rurales se ubicaron en percentiles bajos; sin embargo, la estimación del estado nutricional resultó mejor con los nuevos estándares de OMS que con la referencia anterior de NCHS (44). (46).

Las prevalencias de sobrepeso y obesidad, difieren substancialmente de acuerdo a la referencia y valores límite utilizados. No existiendo aún un criterio único, cada una de las referencias debe utilizarse con precaución (45). La tendencia a subestimación del déficit y sobrestimación del exceso encontradas en los niños y adolescentes en la presente investigación, sobre todo con la referencia internacional, coincide con los hallazgos reportados en otros estudios a nivel mundial como el de Cole y colaboradores (19) y en especial en niños y adolescentes latinoamericanos, evaluados por Atalah y colaboradores en escolares chilenos, quienes señalan que se necesitan mesas de trabajo en los distintos países para analizar estos hallazgos (21).

## CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

En esta muestra, la capacidad predictiva del IMC resultó mayor para las referencias nacionales (ENCDH y ETC), en comparación con la internacional de OMS. El IMC como clasificador por las tres referencias discriminó adecuadamente entre normalidad y exceso. El mayor porcentaje de falsos negativos se encontró en el sexo femenino, en especial en el diagnóstico del déficit.

- Con base en los hallazgos obtenidos, se pueden hacer las siguientes recomendaciones:
- Utilizar valores de referencia nacionales o latinoamericanos
- Analizar el comportamiento del IMC tomando en cuenta la presencia o ausencia de pubertad y incluir una muestra de mayor tamaño, para considerar la posibilidad de ajuste de los valores límite en la clasificación de las diferentes categorías del IMC. Es de gran importancia de igual manera, incorporar en el diagnóstico, indicadores de composición corporal: áreas grasa y muscular del brazo.

## REFERENCIAS

1. Onís M de, Onyango AW, Borghi E, Siyam A, Nishida CH, Sickmann J. Development of a WHO growth reference for school aged children and adolescents. *WHO Bull* 2007, 85: 660-667.
2. Bergman RN, Stefanovski D, Buchanan TA, Sumner AE, Reynolds JC, Sebring N, et al. A better index of body adiposity. *Obesity* 2011; 19(5):1083-1089.
3. Freedman DS, Ogden CL, Berenson GS, Horlick M. Body mass index and body fatness in childhood. *Curr Op Clin Nutr Metab Care* 2005; 8: 618-623
4. Barlow S and the Expert Committee. Expert Committee Recommendations Regarding the Prevention, Assessment, and Treatment of Child and Adolescent Overweight and Obesity: Summary Report. *Pediatrics* 2007; 120: S164-S192
5. Freedman DS, Sherry B. The validity of BMI as an indicator of body fatness and risk among children. *Pediatrics* 2009a; 124 (Suppl. 1): S23 -S34
6. Freedman DS, Wang J, Thornton JC, Mei Z, Sopher AB, Pierson RN, et al. Classification of Body Fatness by Body Mass Index-for-Age Categories among children. *Arch Pediatr Adolesc Med* 2009b; 163 (9):805-811.
7. Demerath EW, Schubert C, Maynard LM, Sun SS, Chumlea WC, Pickoff A, et al. Do Changes in Body Mass Index Percentile Reflect Changes in Body Composition in Children? Data from the Fels Longitudinal Study. *Pediatrics* 2006; 117 (3): 487-495
8. Malina R. Body Mass Index In: *Measuring Progress in Obesity Prevention. Workshop Report. Institute of Medicine. Committee on Accelerating Progress in Obesity Prevention Food and Nutrition Board. The National Academics Press. Washington, DC 2012, pp: 42-48.*
9. Rolland-Cachera MF, Deheeger M, Bellisle F, Sempé M, et al. Adiposity rebound in children: A simple indicator for predicting obesity. *A J Clin Nutr* 1984;39:129-135
10. Rolland-Cachera MF, Deheeger M, Maillot M, Bellisle E. Early adiposity rebound: causes and consequences for obesity in children and adults. *Int J Obes* 2006; 30: Suppl 4 : S11-17.
11. López-Blanco M, Espinoza I, Macías-Tomei C, Blanco-Cedres L. Maduración temprana: Factor de riesgo de sobrepeso y obesidad durante la pubertad?. *Arch Latinoam Nutr* 1999; 49(1): 13-19.
12. Macías-Tomei C, López-Blanco M, Blanco-Cedres L, Vásquez-Ramírez M. Patterns of body mass and muscular components in children and adolescents of Caracas. *Acta Med Auxol* 2001; 33(3):139-144.
13. Hall DMB, Cole TJ. What is the use of BMI? *Arch Dis Child* 2006;91:283-286 doi:10.1136/adc.2005.077339
14. Inocuchi M, Matsuo N, Takayama H, Hasegawa T. BMI z-score is the optimal measure of annual adiposity change in elementary school children. *Ann Hum Biol* 2011; 38(6): 747-751.
15. Blanco-Cedres L, Macías-Tomei C, López-Blanco M. Relación entre la maduración temprana, índice de masa corporal y el comportamiento longitudinal de la presión arterial sistólica. *Acta Cient Venez* 2000; 51:252-256.
16. Karlberg J, Cheung YB, Luo ZC. An update on the update of growth charts. *Acta Paediatr* 1999; 88: 797-802
17. Kain J, Uuay R, Vio F, Albalá C. Trends in overweight and obesity prevalence in Chilean children. Comparison of three definitions. *Eur J Clin Nutr* 2002;56:200-204
18. Flegal KM, Tabak CJ, Ogden CL. Overweight in children: definitions and interpretation. *Health Educ Res* 2006; 21(6):755-760

19. Cole TJ, Flegal K, Nicholls D, Jackson A. Body mass index cut offs to define thinness in children and adolescents: international survey. *BMJ* 2007; 335: 194-201. (doi:10.1136/bmj.39238.399444.55) [Consultado: 8 mayo de 2008].
20. Júlíusson PB, Roelants M, Hoppenbrouwers K, Hauspie R, Bjerknes R. Growth of Belgian and Norwegian children compared to the WHO growth standards: prevalence below -2 and above +2 SD and the effect of breastfeeding. *Arch Dis Child* 2011; 96: 916-921
21. Atalah E, Loaiza S, Taibo M. Estado Nutricional en escolares chilenos según la referencia NCHS y OMS. *Nutr Hosp* 2012; 27 (1):1-6
22. Rousham EK, Roschnik N, Baylon MAB, Bobrow EA, Burkhanova M, Gerda Champion M, et al. A comparison of the National Center for Health Statistics and New World Health Organization growth references for school-age children and adolescents with the use of data from 11 low-income countries. *Am J Clin Nutr* 2011; doi:10.3945/ajcn.110008300.
23. Milani S, Buckler JMH, Kelnar CJH, Benso L, Gilli G, Nicoletti I, et al. The use of local reference growth charts for clinical use or universal standard: A balanced appraisal. *J Endocrinol Invest* 2012; 35: 224-226
24. Weiner JS, Lourie JA. *Human Biology. A guide to field methods.* IBP Handbook N° 9. Academic Press. London 1981; 439 p.
25. Fundacredesa. *Manual de Procedimientos: Línea Temática Crecimiento, maduración física, estado nutricional y variables clínicas de la población venezolana.* Caracas 2005; 64 p. (Documento Técnico).
26. Landaeta-Jiménez M, López-Blanco M, Méndez Castellano H. Índice de Masa Corporal de Venezolanos. Variaciones en el crecimiento según estrato social. IV Congreso Español de Antropología Biológica. Zaragoza, España 1995:42.
27. López-Blanco M, Landaeta-Jiménez, Izaguirre-Espinoza I, Macías-Tomei C. Crecimiento Físico. En: H. Méndez Castellano (editor). *Estudio Nacional de Crecimiento y Desarrollo Humanos de la República de Venezuela: Proyecto Venezuela Vol. II.* Editorial Técnica Salesiana. Caracas 1996; pp. 407-693.
28. Méndez Castellano H, López Contreras-Blanco M, Landaeta-Jiménez M, González-Tineo A, Pereira I. Estudio Transversal de Caracas. *Arch Venez Puer Ped* 1986; 49:111-155.
29. World Health Organization. *Growth Reference Data for Children from 5 to 19 Years.* Geneva 2007. Disponible en: [www.who.int/growthref/en/](http://www.who.int/growthref/en/) [Consultado: 8 octubre 2009].
30. Tanner JM. *Growth at adolescence.* Blackwell Scientific Publications. 2nd Ed. Oxford 1962; 155p.
31. Marshall WA, Tanner JM. Variations in the pattern of pubertal changes in girls. *Arch Dis Child* 1969; 44: 291-303.
32. Marshall WA, Tanner JM. Variations in the pattern of pubertal changes in boys. *Arch Dis Child* 1970; 45: 13-23.
33. Izaguirre-Espinoza I, López Contreras-Blanco M, Macías-Tomei C. Estimación de la edad de la menarquia en un estudio longitudinal: comparación de métodos. *Acta Cient Venez* 1989;40:215-221
34. Macías-Tomei C. Evaluación de la Maduración Sexual. En: M. López, I. Izaguirre, C. Macías (editores). *Crecimiento y Desarrollo: Bases para el Diagnóstico y Seguimiento Clínico.* Editorial Médica Panamericana. Caracas 2012, pp. 153-161.
35. Siegel S, Castellan J. *Non Parametrical Statistics for the Behavioral Sciences.* Mc Graw Hill. Ann Arbor, MI 1988; 399 p.
36. Wickens T. *Multiway contingency tables analysis for the social sciences.* L. Erbaum Assoc Publisher. New Jersey 1980; 440 p.
37. Pepe M. *The Statistical Evaluation of Medical Tests for Classification and Prediction.* Oxford Statistical Science Series. Oxford University Press. Oxford 2003; 318 p.
38. Michaelsen KF. WHO Growth Standards should they be implemented as national standards?. *JPGN* 2010; 51 (Suppl. 3): S151-S152
39. Ramírez E, Grijalva-Haro MI, Valencia ME. Prevalencia de sobrepeso y obesidad en el noroeste de México por tres referencias del índice de masa corporal: diferencias en la clasificación. *Arch Latinoam Nutr* 2006; 56 (3):251-256
40. Baya Botti A, Pérez-Cueto F, Vásquez PA, Kolsteren PW. International BMI-for-age references underestimate thinness and overestimate overweight and obesity in Bolivian adolescents. *Nutr Hosp* 2010; 25(3):428-436
41. Pérez BM, Landaeta-Jiménez, M, Amador J, Vásquez M. Sensibilidad y Especificidad de indicadores antropométricos de adiposidad y distribución de grasa en niños y adolescentes venezolanos. *Interciencia* 2009; 34(2): 84-90
42. Buyken A, Karaolis-Danckert N, Remer T. Association of prepubertal body composition in healthy girls and boys with the timing of early and late pubertal markers. *Am J Clin Nutr* 2009; 89: 221-230.
43. Pérez BM, Landaeta-Jiménez M, Amador J, Vásquez M. Sensibilidad y especificidad del índice de masa corporal y conciencia para el diagnóstico de la adiposidad de grasa en niñas y adolescentes. Memoria de las IV Jornadas de FaCES-UCV. Caracas 2007, pp. 926-939.
44. Reilly JJ, Dorosty AR, Emmett PM and the ALSPAC Study Team: Identification of the obese child: adequacy of the body mass index for clinical practice and epidemiology. *Int J Obes Relat Metab Disord* 2000; 24:1623-1627.
45. Johnson W, Vazir S, Fernández-Rao S, Kankipati VR, Balakrishna N, Griffiths PL. Using the WHO 2006 child growth standards to assess the growth and nutritional status of rural south Indian infants. *Ann Hum Biol* 2012;39(2):91-101