

# Índice de masa corporal en niños del Estudio Longitudinal de Caracas\*

Mercedes López-Blanco<sup>1</sup>, Coromoto Macías-Tomei<sup>2</sup>, Isbelia Izaguirre-Espinoza<sup>2</sup>, Robert Colmenares<sup>3</sup>

**RESUMEN** El Índice de Masa Corporal (IMC) ( $P/T^2$ ) se realizó en 250 varones y 196 niñas entre 4 y 18 años del Estudio Longitudinal de Caracas. Los percentiles se compararon con el Estudio Transversal de Caracas (ETC) y con los percentiles 10, 50 y 90 del NHANES I y HHANES. Los niños se clasificaron con el ETC y contrastaron mediante una prueba "t". La menor corpulencia, 15,0 kg/m<sup>2</sup>, se observó a los 7 años en varones y 8 años en niñas, y la mayor a los 16 años en varones (21,1 kg/m<sup>2</sup>) y 15 años en niñas (20,1 kg/m<sup>2</sup>); el incremento mínimo a los 10,5 años (0,2 kg/m<sup>2</sup>) en varones y 8,5 años (0,3 kg/m<sup>2</sup>) en niñas y el incremento máximo (1,1 kg/m<sup>2</sup>) a los 13,5 años en varones y 11,5 años en niñas. Los percentiles fueron iguales al ETC en niñas, similares en varones y diferentes a los norteamericanos; esto justifica usar referencias nacionales. *An Venez Nutr* 1991;4:37-44

**PALABRAS CLAVE:** Índice de masa corporal, corpulencia, composición corporal, valores de referencia.

## Introducción

El Índice de Masa Corporal (IMC) o Índice de Quetelet (1) es un índice de corpulencia y, según muchos investigadores, un índice de adiposidad, por su correlación con la grasa corporal y su independencia con la talla y por el hecho de ser un índice práctico y de fácil obtención (2-11). Frisancho, por el contrario, opina que los indicadores derivados del peso y de la talla que se usan para inferir una malnutrición por déficit o exceso son insuficientes para hacer el diagnóstico diferencial entre un niño liviano y un desnutrido y un niño musculoso y un obeso, y recomienda indicadores más específicos de músculo y grasa (12). Forbes (13) señala que niños y púberes de un mismo peso y talla no tienen la misma composición corporal y objeta el uso del IMC para el diagnóstico de obesidad. Por otro lado, Marshall et al (14), al comparar la validez de algunos indicadores de obesidad en púberes, encontraron que el IMC relativo tenía una sensibilidad de 100%, pero una especificidad de 93% y un valor predictivo de sólo 0,55, más bajo que el de la simple inspección ocular. Es por esto que se recomienda que se hable de sobrepeso o sobrepeso extremo cuando se encuentre un IMC sobre la norma o muy sobre la norma, y que se utilice en conjunto con un indicador más específico de grasa para el diagnóstico de obesidad (12, 15-19). Por lo tanto, se considera al IMC como un indicador mixto, tanto de dimensiones corporales como de composición corporal (20).

Los cambios en la corpulencia dependen de la variabilidad de las masas magra y grasa y, aunque en principio esta última presenta las mayores fluctuaciones, la masa magra también varía de acuerdo a la edad, al sexo, al grado de maduración y a la actividad física (13, 15-17). Además, hay que considerar los factores genéticos que determinan diferencias étnicas e individuales en la composición corporal de acuerdo al somatotipo (21). El aumento de la masa magra ocurre en forma paralela al aumento de la talla. El predominio de los varones es leve antes de la pubertad, con un comienzo del brote puberal a los doce años y una ganancia máxima a los catorce años, aunque el brote es más intenso y sostenido que el de la talla. En las niñas, el brote puberal en masa magra es de poca intensidad y de menor duración, lo cual produce

\* Investigación financiada parcialmente por la subvención SI-541 de CONICIT, por la Fundación Polar y por la Fundación Cavendes, con el apoyo de Fundacredesa.

1. División de Investigaciones Biológicas, Fundacredesa. Profesor Asociado USB.
2. Departamento de Auxología y Técnicas Auxiliares, División de Investigaciones Biológicas, Fundacredesa.
3. Departamento de Estadística. División de Investigaciones sobre la Población, Fundacredesa.

Solicitar copias a: Mercedes López-Blanco, Fundacredesa, Apartado 61660, Chacao, Caracas 1060, Venezuela.

una diferencia cada vez mayor entre los sexos y no se observa el predominio femenino puberal característico del peso y de la talla (13). Por el contrario, el patrón de crecimiento de la grasa subcutánea es diferente y caracterizado por un primer período de acumulación de grasa hasta el final del primer año, una pérdida en el preescolar y un segundo período de acumulación de grasa en el prepúber. En la pubertad, los varones pierden grasa, en especial en las extremidades, mientras que las niñas la siguen acumulando, con una diferencia cada vez mayor entre los sexos, ya que las mujeres se hacen cada vez más adiposas que los hombres (13, 22). El segundo período de acumulación de grasa, que comienza entre los cinco y medio y siete años, es de especial importancia, ya que se ha encontrado una alta correlación entre un comienzo precoz y una alta adiposidad al final del crecimiento, tanto en términos de  $P/T^2$  como de grasa subcutánea, de modo tal que la edad de comienzo constituye un factor de riesgo de obesidad (3,4).

Las curvas del IMC durante la infancia y el período prepupal reflejan el cúmulo de grasa subcutánea y se asemejan a las curvas de los pliegues subcutáneos, mientras que, durante la pubertad, las curvas del IMC presentan las características de curvas en "S" de masa magra, peso y talla, con un predominio masculino en corpulencia cada vez mayor, aunque el predominio femenino en IMC, de mayor duración que el observado en peso y talla, parece reflejar el cúmulo de grasa subcutánea de las niñas durante la pubertad (17).

Cronk y Roche, en 1982, elaboraron percentiles derivados del First Health and Nutrition Examination Survey (NHANES I) del National Center for Health Statistics, entre cinco y sesenta años de edad (5) y Frisancho, en 1990, presentó percentiles derivados del NHANES I y II entre uno y setenta y cuatro años, separados para blancos y negros, debido a diferencias étnicas (12). Roche et al, en 1990, presentaron la distribución centilar de mexicano-americanos entre uno y diecinueve años que formaron parte del Hispanic Health and Nutrition Examination Survey (HHANES) y la compararon con la correspondiente a niños blancos del NHANES II. Los mexicano-americanos resultaron más pequeños, pesados y con una mayor corpulencia después de los cinco años, en especial en los percentiles por encima de la mediana, atribuible a un ritmo de maduración más temprano y a una mayor cantidad de grasa troncular, en relación a los niños blancos del NHANES II (11, 23). Por otro lado, Rolland Cachera et al elaboraron percentiles de un estudio longitudinal en 494 niños franceses seguidos desde el año de edad, 116 de los cuales fueron medidos hasta los dieciséis años (2-4).

En Venezuela, López-Blanco et al, en 1988, elaboraron y ajustaron percentiles para el IMC derivados de los valores de peso y talla del Estudio Transversal de Caracas (ETC), norma provisional para Venezuela (24), correspondientes a 2.793 varones y 2.599 niñas de los

estratos altos de Caracas entre el nacimiento y los dieciocho años y recomendaron su uso, en conjunto con la distribución de peso y talla del ETC como indicador del estado nutricional actual, en todo varón que midiera más de 145 cm y niña que midiera más de 135 cm (por no disponer de valores de peso para la talla de la OMS). También recomendaron su uso, preferiblemente con un indicador específico del tejido graso, para el diagnóstico de obesidad (17). Zabala et al y Hernández-Valera et al, estudiaron el IMC en preescolares y escolares del Distrito Federal y del Estado Miranda (8, 9) y calcularon percentiles a partir de los datos de peso y talla de 10.137 niños y 10.505 niñas de la Encuesta Nacional de Nutrición, entre dos y diecinueve años edad de todos los estratos sociales (10).

En este trabajo, se presentan los resultados del IMC del Estudio Longitudinal del Área Metropolitana de Caracas (ELAMC), realizado entre 1976 y 1982, en forma de un corte transversal, como un análisis previo a la elaboración de los patrones dinámicos que van a ser utilizados en clínica.

#### Materiales y Métodos

La muestra corresponde a 250 varones y 196 niñas del ELAMC, estudio semilongitudinal mixto sin reemplazo, realizado en niños de estratos sociales altos, según el método de Graffar, modificado por Méndez Castellano (25), entre los cuatro y los dieciocho años. Se consideraron para este análisis las visitas anuales (1.167 en varones y 872 en niñas) y que correspondían, de acuerdo al diseño del estudio, a la fecha de cumpleaños más o menos un mes, o sea a la edad exacta ( $4\pm, 5\pm\dots$ ), con una edad de inicio a los cuatro, ocho y doce años (26).

Para el cálculo del IMC se utilizó la fórmula: peso en kilogramos sobre talla en metros cuadrados ( $P/T^2 = \text{kg}/\text{m}^2$ ); las estadísticas se calcularon con una subrutina del SPSS (27). Los percentiles 3, 10, 25, 50, 75, 90 y 97 se estimaron tanto por posición como por las desviaciones estándar, se eligieron los primeros debido a que el  $P/T^2$  no presenta una distribución normal; éstos se ajustaron por el método de los promedios móviles de 3 a 4 períodos, de acuerdo con las fluctuaciones, considerando la tendencia original de la distribución; el ajuste se realizó entre los cuatro y los dieciséis años en los varones y entre los cuatro y los quince años en las niñas, para un total de 1.127 y 850 visitas, respectivamente. Los percentiles ajustados se compararon con los correspondientes a la referencia nacional, derivados del Estudio Transversal de Caracas (ETC) en niños de estratos sociales altos (17). También se compararon con los percentiles 10, 50 y 90 de la referencia norteamericana derivados de datos del NHANES I en niños blancos y ajustados por Cronk y Roche (5) y con los correspondientes al HHANES en niños mexicano-americanos (11). Estos percentiles se eligieron debido a su importancia como puntos de corte en el diagnóstico.

Finalmente, se aplicó el método de clasificación con los valores de referencia del IMC del ETC (17) para los cuales se consideraron las siguientes categorías: *muy sobre la norma* (MSN):  $x > p97$ ; *sobre la norma* (SN):  $p90 < X < p97$ ; *normal* (N):  $p10 < X < p90$ ; *bajo la norma* (BN):  $p3 < X < p10$ ; *muy bajo la norma* (MBN):  $X < p3$ . El análisis consistió, en primer lugar, en la evaluación individual, seguido por el cálculo de las prevalencias agrupadas por edad y discriminadas en todas las categorías posibles. Los resultados por edad y sexo se contrastaron mediante una prueba "t" de proporciones (28) con los resultados correspondiente al ETC (17).

**Resultados**

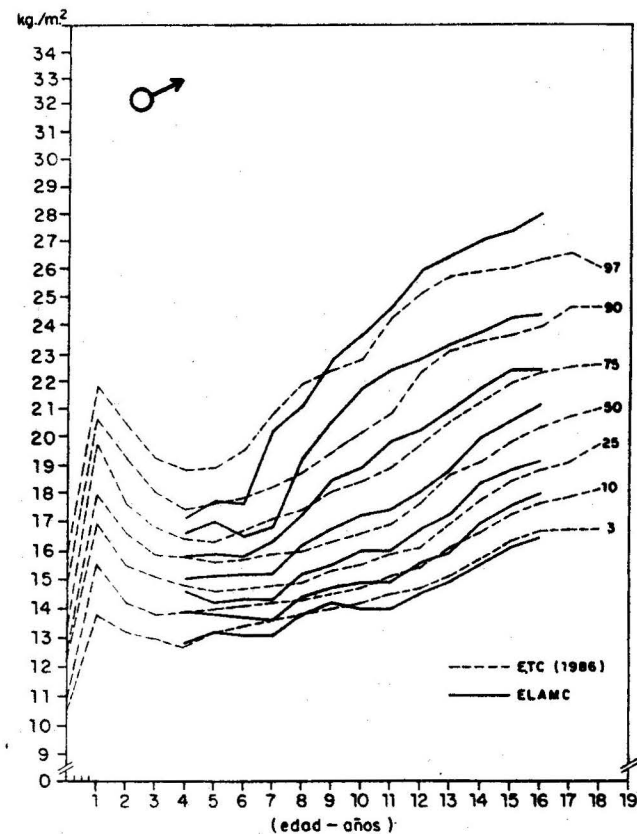
*Comportamiento de los percentiles*

En los varones, el IMC permaneció estable hasta los siete años, con valores alrededor de 15,0 kg/m<sup>2</sup> en la mediana, y después aumentó progresivamente hasta alcanzar 21,1 kg/m<sup>2</sup> a los dieciséis años. El incremento mínimo prepuberal, de 0,2 kg/m<sup>2</sup>, ocurrió a los diez y medio años y el incremento máximo puberal, de 1,1 kg/m<sup>2</sup>, a los trece y medio años. El comportamiento fue similar en los percentiles 3, 10 y 25, mientras que en los percentiles por encima de la mediana, el aumento de los valores ocurrió más temprano, después de los seis años, en forma rápida e intensa en los percentiles 90 y 97. Esto produjo una distribución particular, con una amplitud entre los percentiles 3 y 97 muy estrecha hasta los seis años, de sólo 4,5 kg/m<sup>2</sup>, y una amplitud máxima de aproximadamente 11,5 kg/m<sup>2</sup> entre los doce y los dieciséis años (Gráfico 1).

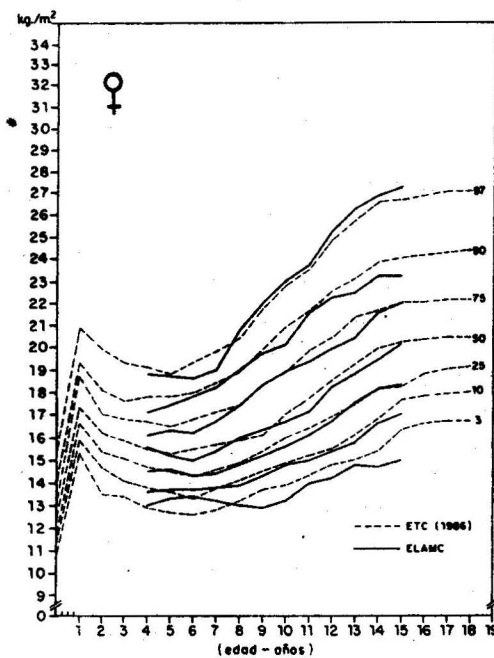
En las niñas, el IMC a nivel de la mediana descendió entre los cuatro y los seis años hasta 15,0 kg/m<sup>2</sup> y luego aumentó progresivamente hasta alcanzar 20,1 kg/m<sup>2</sup> a los quince años. En la mediana y en los percentiles por encima de ésta, el aumento del índice comenzó a partir de los seis años, mientras que en los percentiles 25 y 10, se observó a los siete y ocho años, respectivamente. El incremento mínimo prepuberal, de 0,3 kg/m<sup>2</sup> ocurrió a los ocho y medio años y el incremento máximo puberal, de 1,1 kg/m<sup>2</sup>, a los once y medio años. En los otros percentiles, con excepción de los percentiles 3 y 97, el comportamiento fue similar: en el percentil 97 el aumento de los valores fue rápido e intenso después de los siete años y en el percentil 3 se observó un aumento paradójico entre los cuatro y los seis años, lo cual resultó en una amplitud entre los percentiles extremos de sólo 5,2 kg/m<sup>2</sup> a los seis años. La máxima amplitud se observó a los quince años y alcanzó 12,2 kg/m<sup>2</sup> (Gráfico 2).

Los varones superaron en corpulencia a las niñas, a excepción de los cuatro, cinco, siete y doce años; el predominio femenino puberal se limitó a esta última edad y fue de poca magnitud: 0,2 kg/m<sup>2</sup>. A los quince años, los varones tenían un IMC apenas 0,4 kg/m<sup>2</sup> mayor que el de las niñas. Las mayores diferencias se observaron en la parte dinámica en relación al incremen-

**Gráfico 1**  
Índice de masa corporal (P/T<sup>2</sup>) de varones del Estudio Longitudinal del Area Metropolitana de Caracas (ELAMC). Comparación con el Estudio Transversal de Caracas (ETC) 1988



**Gráfico 2**  
Índice de masa corporal (P/T<sup>2</sup>) de niñas del Estudio Longitudinal del Area Metropolitana de Caracas (ELAMC). Comparación con el Estudio Transversal de Caracas (ETC) 1988



to prepupal o edad de arranque (EA) y al incremento máximo puberal o edad de máximo incremento (EMI) y se puede resumir de la siguiente forma:

	Varones	$\Delta$	Niñas
EA (años)	10,5	2,0	8,5
Incremento en EA (kg/m <sup>2</sup> )	0,2	-0,1	0,3
EMI (años)	13,5	2,0	11,5
Incremento en EMI (kg/m <sup>2</sup> )	1,1	0	1,1

#### Comparación con los valores de referencia nacional e internacional

Al comparar las distribuciones centilares con la referencia nacional del ETC, se observaron diferencias en los valores, debido a la menor corpulencia de los niños del ELAMC hasta los siete años y a la menor dispersión de los valores. Por otro lado, a partir de los ocho años, la mediana del ELAMC superó a la del ETC, hasta 0,8 kg/m<sup>2</sup> entre los catorce y los dieciséis años; la mayor corpulencia de la muestra a estas edades fue más evidente en los percentiles por encima de la mediana, donde la dispersión de los valores del ELAMC fue mayor. Por ejemplo, en el percentil 90, las mayores diferencias negativas en relación al ETC (-1,4 kg/m<sup>2</sup>) se observaron a los seis y siete años y las mayores diferencias positivas (1,6 kg/m<sup>2</sup>) a los diez y once años (Gráfico 1). Por el contrario, la distribución centilar de las niñas de ambos estudios fue muy similar, en especial en los percentiles 10, 25 y 50, aunque las niñas del ELAMC presentaron una menor corpulencia en los percentiles 75 y 90 con diferencias de poca magnitud que alcanzaron 0,8 kg/m<sup>2</sup> a los diez y quince años. En el percentil 97, se observaron diferencias mayores entre los cinco y siete años, debido a la menor dispersión de los valores del ELAMC. Sin embargo, las únicas diferencias significativas correspondieron al percentil 3, debido al ascenso paradójico descrito entre los seis y siete años y a los valores bajos del ELAMC a partir de los nueve años, los cuales alcanzaron una diferencia negativa de 1,3 kg/m<sup>2</sup> a los 15 años (Gráfico 2). Las diferencias entre los sexos, o sea el dimorfismo sexual del ELAMC, presentó un comportamiento distinto al del ETC, ya que la mediana de referencia nacional de los varones superó a la de las niñas hasta la pubertad, el predominio femenino puberal se extendió desde los diez hasta los dieciséis años y alcanzó 0,9 kg/m<sup>2</sup>; de mayor duración y magnitud que el del ELAMC.

Al comparar los percentiles 10, 50 y 90 con los norteamericanos de referencia del NHANES I, las diferencias más relevantes se encontraron en la parte superior de la distribución. En los varones, los valores correspondientes a la mediana fueron similares a los de la referencia hasta los trece años y los superaron después de los catorce años, hasta alcanzar una diferencia positiva de 0,5 kg/m<sup>2</sup> a los catorce y quince años. En el percentil 10 la similitud fue mayor, aunque a los siete años y entre los

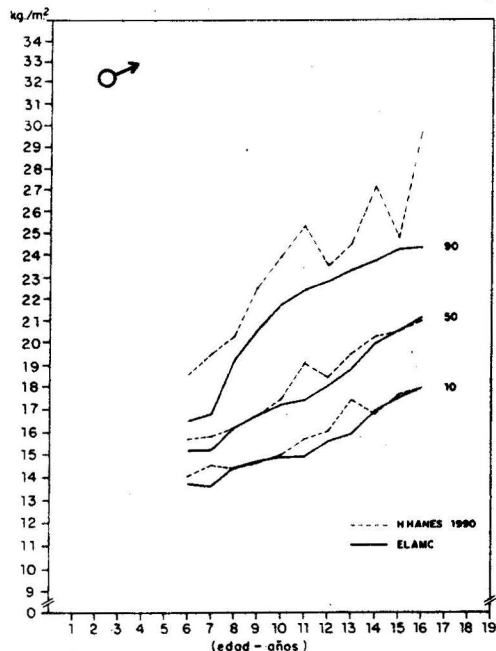
once y trece años se encontraron diferencias negativas que alcanzaron 0,3 kg/m<sup>2</sup> y 0,4 kg/m<sup>2</sup>, debido a la menor corpulencia en el ELAMC. En el percentil 90, esta menor corpulencia resultó en grandes diferencias negativas, en especial a los seis y siete años (-1,7 kg/m<sup>2</sup>) y entre los catorce y dieciséis años (-1,0 kg/m<sup>2</sup> a -2,9 kg/m<sup>2</sup>). En las niñas, la menor corpulencia fue evidente a todas las edades y en toda la distribución, con una diferencia máxima de -1,1 kg/m<sup>2</sup> a los once años en la mediana, -0,6 kg/m<sup>2</sup> entre los once y los trece años en el percentil 10 y entre -2,3 kg/m<sup>2</sup> y -3,3 kg/m<sup>2</sup> a partir de los diez años en el percentil 90, en relación a la referencia. El dimorfismo sexual del ELAMC presentó un comportamiento distinto, ya que la mediana de los varones norteamericanos superó a la de las niñas, a excepción del predominio femenino puberal, entre los ocho y quince años y que alcanzó 0,6 kg/m<sup>2</sup>; de mayor duración y magnitud que el del ELAMC.

Al comparar los mismos percentiles con los correspondientes a los mexicano-americanos del HHANES, las diferencias fueron de mayor magnitud, en especial en la parte superior de la distribución. En los varones, la mediana del ELAMC fue siempre inferior a la del HHANES, con una diferencia máxima de 1,7 kg/m<sup>2</sup> a los once años y, aunque en el percentil 10 se observó mayor similitud, a los siete y trece años las diferencias negativas alcanzaron 0,9 kg/m<sup>2</sup> y 1,5 kg/m<sup>2</sup>, respectivamente; la menor corpulencia fue más evidente en el percentil 90 a todas las edades, con una diferencia negativa máxima que superó a los 5,0 kg/m<sup>2</sup> a los dieciséis años (Gráfico 3). En las niñas, la menor corpulencia en el ELAMC fue evidente a todas las edades y en toda la distribución; con diferencias máximas entre -1,0 kg/m<sup>2</sup> a -2,0 kg/m<sup>2</sup>, tanto en el percentil 10 a partir de los doce años como en el percentil 50 a partir de los nueve años, y de -2,5 kg/m<sup>2</sup> a -5,0 kg/m<sup>2</sup> en el percentil 90 a partir de los ocho años (Gráfico 4). El dimorfismo sexual del ELAMC presentó un comportamiento distinto, ya que el predominio femenino del HHANES se observó entre los ocho y diez años y entre los doce y dieciséis años y alcanzó 1,2 kg/m<sup>2</sup>; de mayor duración y magnitud que el del ELAMC.

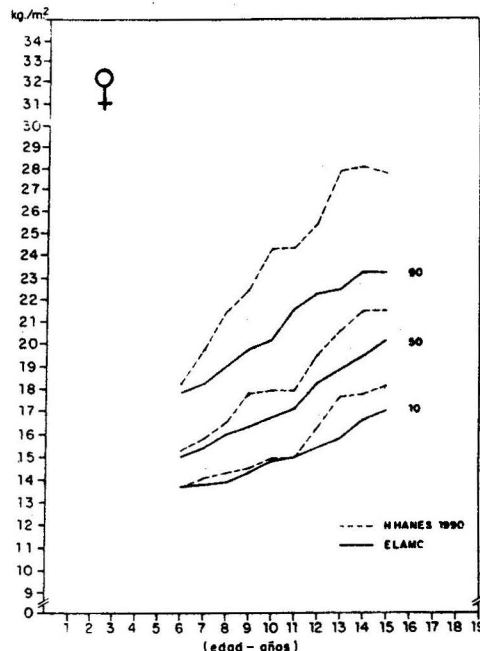
#### Clasificación con el índice de masa corporal: prevalencias

En los varones, la normalidad osciló entre 89,6% a los cuatro años hasta 71,6% a los once años, con una prevalencia de 78,8% para todas las edades (Cuadro 1). El déficit para todas las edades fue de 8,6%, menor al 10% esperado de acuerdo a la referencia; 5,6% correspondió a la categoría *bajo la norma* y 3% a la de *muy bajo la norma* y varió con la edad, con valores altos a los cinco, seis y siete años entre 12,8% y 18,2%, mientras que a partir de los ocho años el déficit se encontró prácticamente dentro de lo esperado. La prevalencia promedio de exceso para todas las edades, de 12,6%, apenas superó el 10% esperado; 8,7% correspondió a la categoría *sobre la norma* y 3,9%

**Gráfico 3**  
Indice de masa corporal (P/T<sup>3</sup>) de varones del Estudio Longitudinal del Area Metropolitana de Caracas (ELAMC). Comparación con el HHANES 1990



**Gráfico 4**  
Indice de masa corporal (P/T<sup>3</sup>) de niñas del Estudio Longitudinal del Area Metropolitana de Caracas (ELAMC). Comparación con el HHANES 1990



**Cuadro 1**

Clasificación de acuerdo al índice de masa corporal (IMC) del estudio transversal de Caracas (ETC): varones y niñas del ELAMC

SEXO	Edad (años)	n (total)	SOBRE LA NORMA				NORMAL		BAJO LA NORMA							
			Total		MSN		SN		N		BN		MBN		Total	
			n	%	n	%	n	%	n	%	n	%	n	%	n	%
VARONES	4±	58	1	1,8	-	-	1	1,8	52	89,6	5	8,6	-	-	5	8,6
	5±	59	4	6,8	-	-	4	6,8	45	76,3	9	15,2	1	1,7	10	17,0
	6±	55	2	3,6	-	-	2	3,6	46	83,6	4	7,3	3	5,5	7	12,8
	7±	44	1	2,3	-	-	1	2,3	35	79,5	5	11,4	3	6,8	8	18,2
	8±	110	16	14,5	2	1,8	14	2,7	85	77,3	8	7,3	1	0,9	9	8,2
	9±	93	16	17,2	4	4,3	12	12,9	72	77,4	4	4,3	1	1,1	5	5,4
	10±	84	17	20,2	6	7,1	11	13,1	63	75,0	1	1,2	3	3,6	4	4,8
	11±	74	13	17,5	4	5,4	9	12,1	53	71,6	5	6,8	3	4,1	8	10,9
	12±	171	21	12,3	5	2,9	16	9,4	138	80,7	5	2,9	7	4,1	12	7,0
	13±	141	16	11,4	7	5,0	9	6,4	110	78,0	11	7,8	4	2,8	15	10,6
NIÑAS	14±	105	14	13,3	4	3,8	10	9,5	86	81,9	1	1,0	4	3,8	5	4,8
	15±	78	13	16,7	6	7,7	7	9,0	59	75,6	5	6,4	1	1,3	6	7,7
	16±	55	8	14,6	4	7,3	4	7,3	45	81,8	-	-	2	3,6	2	3,6
	17±	20	3	15,0	1	5,0	2	10,0	15	75,0	-	-	2	10,0	2	10,0
	18±	20	2	10,0	2	10,0	-	-	16	80,0	2	10,0	-	-	2	10,0
	4± - 18±	1.167	147	12,6	45	3,9	102	8,7	920	78,8	65	5,6	35	3,0	100	8,6
NIÑAS	4±	50	2	4,0	2	4,0	-	-	43	86,0	4	8,0	1	2,0	5	10,0
	5±	50	6	12,0	2	4,0	4	8,0	42	84,0	2	4,0	-	-	2	4,0
	6±	42	2	4,8	1	2,4	1	2,4	40	95,2	-	-	-	-	-	-
	7±	36	3	8,3	-	-	3	8,3	31	86,1	2	5,6	-	-	2	5,6
	8±	105	18	17,2	5	4,8	13	12,4	77	73,3	6	5,7	4	3,8	10	9,5
	9±	87	9	10,3	4	4,6	5	5,7	64	73,6	10	11,5	4	4,6	14	16,1
	10±	79	6	7,6	3	3,8	3	3,8	65	82,3	4	5,1	4	5,1	8	10,2
	11±	74	8	10,8	2	2,7	6	8,1	56	75,7	7	9,5	3	4,1	10	13,6
	12±	122	10	8,2	5	4,1	5	4,1	100	82,0	5	4,1	7	5,7	12	9,8
	13±	86	7	8,2	3	3,5	4	4,7	70	81,4	7	8,1	2	2,3	9	10,4
14±	49	4	8,2	3	6,1	1	2,1	40	81,6	4	8,2	1	2,1	5	10,2	
15±	41	5	12,2	2	4,9	3	7,3	31	75,6	3	7,3	2	4,9	5	12,2	
16±	29	2	6,8	1	3,4	1	3,4	23	79,3	2	6,9	2	6,9	4	13,8	
17±	22	-	-	-	-	-	-	22	100,0	-	-	-	-	-	-	
4± - 17±	872	82	9,4	33	3,8	49	5,6	704	80,8	56	6,4	30	3,4	86	9,9	

SN = sobre la norma

MSN = muy sobre la norma

BN = bajo la norma

MBN = muy bajo la norma

a la de *muy sobre la norma*. Los porcentajes *sobre la norma* aumentaron con la edad y a partir de los nueve años superaron la prevalencia esperada para alcanzar el nivel más alto a los diez años (20,2%), con una diferencia significativa para un  $p < 0,05$  (Cuadro 1).

En las niñas, la normalidad osciló entre 95,2% a los seis años hasta 73,3% a los ocho y nueve años, con un promedio de 80,8% para todas las edades. La prevalencia del déficit para todas las edades se encontró dentro de lo esperado (9,9%): 6,4% correspondió a la categoría *bajo la norma* y 3,4% a la de *muy bajo la norma*. Estos porcentajes, a partir de los ocho años, superaron el 10% esperado, a excepción de los doce años cuando la prevalencia *bajo la norma* fue del 9,8%. A los nueve años se observó un déficit importante (16,1%), aunque sin significación estadística en relación a la referencia. La prevalencia de sobrepeso para todas las edades fue similar a la del déficit: 9,4%, con un 5,6% *sobre la norma* y 3,8% *muy sobre la norma*. Estas prevalencias se encontraron alrededor de lo esperado a todas las edades, a excepción de los cinco, ocho y quince años, con el valor más alto a los ocho años (17,2%), aunque sin significación estadística en relación a la referencia (Cuadro 1).

## Discusión

El comportamiento global del IMC en los niños del ELAMC se encontró dentro de lo esperado y aumentó progresivamente con la edad. El hallazgo de una mayor corpulencia en las niñas a los cuatro, cinco y siete años es el resultado de los valores bajos del IMC en los varones de la muestra a esas edades. El predominio femenino puberal fue de corta duración y de poca magnitud cuando se compara con los resultados del ETC, NHANES I y HHANES (17,5,11) y es atribuible a los valores altos del IMC en los varones de la muestra durante la pubertad. Se puede decir que, a nivel de la mediana, la corpulencia de los varones y de las niñas del ELAMC resultó más similar que lo esperado, aunque bajo el punto de vista dinámico, tanto el incremento mínimo prepuberal como el incremento máximo puberal, ocurrieron dos años antes en las niñas, lo cual refleja el ritmo de crecimiento o "tempo" más rápido de éstas en relación a los varones.

Por el contrario, al estudiar la dispersión de los valores del IMC, se encontraron grandes diferencias entre los dos sexos. El comportamiento de los percentiles en las niñas fue similar al de la mediana (a excepción de los percentiles extremos, en particular el percentil 3) y se produjo una distribución centilar dentro de lo esperado y similar a la del ETC. En los varones, el comportamiento de los percentiles 3, 10 y 25 fue similar al de la mediana, mientras que en los percentiles que se sitúan por encima de ésta el IMC presentó valores muy bajos antes de los seis-siete años y muy altos después de estas edades, produciendo una distribución muy particular, con una amplitud estrecha entre los percentiles en las primeras

edades y una gran amplitud después de los seis-siete años, diferente a la distribución del ETC. Se puede decir que la baja corpulencia de los varones del ELAMC en las primeras edades y la mayor corpulencia después de los siete años, fue más evidente en los percentiles por encima de la mediana. El aumento del IMC en el período prepuberal se observó, en los varones, a partir de los seis años en los percentiles superiores a la mediana y un año después, a los siete años, en la mediana y en los percentiles inferiores a ésta. En las niñas, este aumento se observó a los seis años en la mediana y en todos los percentiles superiores a ésta, mientras que en los percentiles 25 y 10 ocurrió más tarde, a los siete y ocho años, respectivamente. Estas edades coinciden con las señaladas por Rolland Cachera et al (3,4) para el segundo período de acumulación de grasa. También el hallazgo de un comienzo más temprano en el aumento de corpulencia en los percentiles superiores a la mediana, y más tardío en los percentiles inferiores a la misma, es consistente con la alta correlación encontrada por estos autores entre un comienzo precoz del aumento del IMC con una alta corpulencia y/o adiposidad al final del crecimiento.

Cuando se compararon los percentiles 10, 50 y 90 con los norteamericanos de referencia (5), las diferencias más relevantes en los varones se encontraron a nivel del percentil 90, donde la menor corpulencia del ELAMC produjo diferencias negativas de 1,0 kg/m<sup>2</sup> a 2,0 kg/m<sup>2</sup> en algunas edades, mientras que la menor corpulencia de las niñas fue evidente a todas las edades y en toda la distribución, alcanzando diferencias entre 2,0 kg/m<sup>2</sup> y 3,5 kg/m<sup>2</sup> en el percentil 90, a partir de los diez años. Más aún, cuando se compararon estos mismos percentiles con los correspondientes a los mexicano-americanos del HHANES (11), estas diferencias fueron aún mayores, alcanzando, en el percentil 90, más de 5,0 kg/m<sup>2</sup> en los varones a los dieciséis años y entre 2,5 kg/m<sup>2</sup> y 5,0 kg/m<sup>2</sup> en las niñas a partir de los ocho años. Se puede concluir que la menor corpulencia de los venezolanos de estratos sociales altos de esta muestra, en especial de las niñas, en relación a los norteamericanos descendientes de europeos y a los mexicano-americanos, es notoria. *Estos hallazgos, por sí solos, justifican la utilización de los valores de referencia nacionales para la evaluación nutricional y para el seguimiento clínico.*

En las niñas, la similitud de la distribución centilar del IMC con la referencia nacional del ETC se refleja en las prevalencias en donde el exceso y el déficit se encontraron dentro de lo esperado o apenas por encima de lo esperado, a excepción de los ocho y nueve años, cuando las prevalencias fueron altas. La alta prevalencia del IMC sobre la norma a los ocho años es el resultado de una distribución sesgada hacia los pesos altos con una talla normal (29) y se explica por el hecho de que el percentil 90 del ETC presentó una diferencia negativa de -0,5 kg/m<sup>2</sup>. La alta prevalencia del déficit a los nueve años no puede explicarse por diferencias en el percentil 10 de las

distribuciones, ya que éstas fueron mínimas. El hecho de que el inicio del brote puberal en talla y peso se ha reportado entre los ocho y medio y nueve y medio años puede estar relacionado con este comportamiento (16, 29); la edad del incremento mínimo en la mediana del IMC en las niñas ocurrió a los ocho y medio años, punto medio entre las edades del exceso y déficit máximos.

Las diferencias en las distribuciones del ELAMC y del ETC en los varones explican las altas prevalencias de déficit a los cinco y siete años y de exceso entre los nueve-once y quince-dieciséis años. El déficit es el resultado de una distribución sesgada hacia los pesos bajos con una talla normal o baja a estas edades (29), y refleja las diferencias negativas entre los percentiles 10 del ELAMC y del ETC ( $0,4 \text{ kg/m}^2$  a  $0,6 \text{ kg/m}^2$ ). Las altas prevalencias de exceso se deben a un sesgo en la distribución de peso hacia valores altos durante la pubertad y, en última instancia, a las diferencias positivas entre los percentiles 90 del ELAMC y ETC, las cuales alcanzaron  $1,7 \text{ kg/m}^2$  entre los nueve y once años, donde se encontró la única diferencia estadísticamente significativa. Esto podría estar relacionado con el inicio del brote puberal a los diez y medio años, además de reflejar un sobrepeso importante y una verdadera tendencia a la obesidad. En una publicación previa, al analizar los indicadores de músculo y grasa en varones de cuatro, ocho y doce años del ELAMC, se encontró que el tejido muscular aumentó con la edad y fue máximo a los doce años, en forma consistente con la maduración, mientras que la obesidad fue mayor a los ocho años. También se observó que el 24% de los niños que clasificaron *sobre la norma* por peso-talla no eran obesos, sino musculosos (16).

Es indudable que los cambios del IMC pueden deberse al ritmo de maduración y estar relacionados con el brote puberal, tanto en su inicio como en su pico máximo en términos de peso y talla, pero, además, pueden reflejar cambios importantes en la composición corporal, en especial en la cantidad de grasa. El análisis longitudinal individual y su relación con las velocidades de talla y peso, así como también la correlación en forma secuencial con los indicadores de composición corporal, permitirán aclarar este comportamiento.

#### Recomendaciones

- 1) El IMC, como indicador de corpulencia, debe utilizarse junto con un indicador más específico de grasa corporal para el diagnóstico de obesidad. Sin embargo, se puede usar en forma aislada si no se dispone de una medida de grasa subcutánea.
- 2) El IMC puede ser un sustituto del peso para la talla (P-T), como indicador del estado nutricional actual, en todo varón que mida más de 1,45 cm y en toda niña que mida más de 1,35 cm, para los cuales no existen valores de referencia de P-T de la OMS.

- 3) Se deben usar como valores de referencia los percentiles del IMC derivados del ETC para la evaluación nutricional y el seguimiento clínico, en conjunto con los percentiles de talla y peso del ETC y no se deben utilizar los valores de referencia norteamericanos.
- 4) Es importante elaborar los patrones de referencia a partir de los datos de peso y talla del ELAMC para ser utilizados con los percentiles de velocidad de peso y talla en el seguimiento-clínico.
- 5) Es necesario completar el análisis secuencial individual del IMC y estudiar su comportamiento en relación al brote puberal en peso y talla, considerando el ritmo de maduración particular de cada niño, como también estudiar su correlación con los indicadores de composición corporal para determinar su utilidad como indicador de grasa corporal.
- 6) Se recomienda realizar estudios secuenciales de canalización para determinar si el comportamiento del IMC, durante el crecimiento, constituye un factor de riesgo de obesidad en el adulto.

#### Agradecimiento

Agradecemos a Fundacredesa por su apoyo y, en especial, a los doctores Maritza Landaeta de Jiménez y Hernán Méndez Castellano; a la Fundación Cavendes y a la Fundación Polar por su respaldo económico.

#### Referencias

1. Comas J. Manual de Antropología Física. Ciudad de México, México: Fondo de Cultura Económica, 1957:698.
2. Rolland-Cachera MF, Sempé M, Guilloud-Bataille M, Patois E, Pégugnot Guggenbuhl F, Fautrad V. Adiposity indices in children. *Am J Clin Nutr* 1982;36:178-84.
3. Rolland-Cachera MF, Deheeger M, Bellisier F, Sempé M, Guilloud-Bataille M, Patois E. Adiposity rebound in children: a simple indicator for predicting obesity. *Am J Clin Nutr* 1984;39:129-35.
4. Rolland-Cachera MF, Deheeger M, Guilloud-Bataille M, Avons P, Patois E, Sempé M. Tracking the development of adiposity from one month of age to adulthood. *Ann Hum Biol* 1987;14,3:219-29.
5. Cronk CE, Roche AF. Race and sex specific reference data for triceps and subscapular skinfolds and weight/stature<sup>2</sup>. *Am J Clin Nutr* 1982;35:347-54.
6. Cronk CE, Roche AF, Cameron-Chumlea W, Kent R. Longitudinal trends of weight/stature<sup>2</sup> in childhood in relationship to adulthood body fat measures. *Hum Biol* 1982;54:751-64.
7. Baumgartner R, Siervogel R, Roche AF. Clustering of cardiovascular risk factors in association with indices of adiposity and adipose tissue distribution in adults. *Am J Hum Biol* 1989;1:43-52.

8. Zabala MT, Arenas O, Hernández-Valera Y, Henríquez G: Índice de masa corporal ( $P/T^2 \times 100$ ) en escolares del Distrito Federal y el Estado Miranda. Encuesta Nacional de Nutrición 1981. [Trabajo presentado en las XXII Jornadas Nacionales de Pediatría y Puericultura]. Mérida, Venezuela: 1984.
9. Hernández-Valera Y, Henríquez G, Arenas O, García Blanco M, Cardona Y. Índice de masa corporal  $P/T^2$ . Valores para diagnóstico de la desnutrición en niños venezolanos de 2 a 10 años de edad. [Trabajo presentado en las XXV Jornadas Nacionales de Pediatría y Puericultura]. Porlamar, Venezuela: 1986.
10. Hernández-Valera Y, Arenas O, Henríquez G. Índice de masa corporal ( $P/T^2$ ) en niños y adolescentes venezolanos. *Rev Cub Ped* 1989;61:323-33.
11. Roche AF, Guo S, Baumgartner RN, Chumlea WC, Ryan AS, Kuczmarski RJ. Reference data for weight, stature and weight/stature<sup>2</sup> in Mexican Americans from the Hispanic Health and Nutrition Examination Survey (HHANES 1982-1984). En: *Growth of Mexican American Children: Data from the Hispanic Health and Nutrition Examination Survey (1982-1984)*. *Am J Clin Nutr* 1990;51:917-24.
12. Frisancho AR. Anthropometric standards for the assessment of growth and nutritional status. Ann Arbor, MI: The University of Michigan Press, 1990:189.
13. Forbes GD. Body composition in adolescence. En: Falkner F, Tanner JM, eds. *Human Growth, a comprehensive treatise. Postnatal Growth*. New York, NY: 1986;2:119-45.
14. Marshall DJ, Hazlett CB, Spady DW, Quinney HA. Comparison of convenient indicators of obesity. *Am J Clin Nutr* 1990;51:22-8.
15. López-Blanco M. Evaluación del desarrollo del tejido muscular y adiposo en preescolares y escolares de los estratos altos de Caracas. [Tesis Doctoral]. Maracaibo, Venezuela: Universidad del Zulia, 1985.
16. López-Blanco M. Indicadores de músculo y grasa en varones de los estratos socioeconómicos altos de Caracas. *Arch Latinoamer Nutr* 1988;38:815-33.
17. López-Blanco M, Landaeta-Jiménez M, Méndez Castellano H, Colmenares R. Índice de masa corporal (peso  $\text{kg}/\text{m}^2$ ). *Arch Venez Puer Ped* 1988;51:10-7.
18. U.S. Department of Health and Human Service, U.S. Department of Agriculture, Joint Nutrition Monitoring Evaluation Committee. *Nutrition monitoring in the United States*. Washington, DC: U.S. Government Printing Office, 1986. (DHHS Pub. Nº 86-1255. Public Health Service).
19. U.S. Department of Health and Human Service, U.S. Department of Agriculture, Joint Nutrition Monitoring Evaluation Committee. *Nutrition monitoring in the United States. An update report on nutrition monitoring*. Washington, DC: U.S. Government Printing Office, 1989. (DHHS Pub. Nº 89-1255. Public Health Service).
20. López-Blanco M, Landaeta-Jiménez M, eds: *Manual de Crecimiento y Desarrollo*. Caracas, Venezuela: 1991:186.
21. Pérez BM. Los atletas venezolanos. Su tipo físico. Caracas, Venezuela: Ediciones FACES, UCV 1981:198.
22. Tanner JM, Whitehouse DH, Takaishi M. Revised standards for triceps and subscapular skinfolds in British children. *Arch Dis Ch* 1975;50:142-45.
23. Kaplowitz H, Martorell R, Mendoza FS. Fatness and fat distribution in Mexican-American children and youths from the Hispanic Health and Nutrition Examination Survey. *Am J Hum Biol* 1989;1:631-48.
24. Méndez Castellano H, López-Blanco M, Landaeta-Jiménez M, González-Tineo A, Pereira I. Estudio Transversal de Caracas. *Arch Venez Puer Ped* 1986;49:111-55.
25. Méndez Castellano H, Méndez MC. Estratificación social y biología humana. *Arch Venez Puer Ped* 1986;49:93-110.
26. López-Blanco M, Izaguirre-Espinoza I, Macías-Tomei C. Estudio Longitudinal Mixto del Area Metropolitana de Caracas. *Arch Venez Puer Ped* 1986;49:156-71.
27. Nie NH, Hadlai Hull C, Jenkins I, Steinbrennerk S, Bent D. *Statistical package for the social sciences*. 2ª ed. New York, NY: Mc Graw-Hill, 1975.
28. Chou YL. *Análisis estadístico*. Ciudad de México, México: Ed. Interamericana, 1975.
29. López-Blanco M, Izaguirre-Espinoza I, Macías-Tomei C, Saab L. Estudio Longitudinal del Area Metropolitana de Caracas: Aspectos físicos del crecimiento y desarrollo. Informe Preliminar. Caracas, Venezuela: 1990.

## Body mass index in children from the Caracas Longitudinal Study

**ABSTRACT** The body mass index ( $W/H^2$ ) of 250 boys and 196 girls, 4 to 18 years, from the Caracas Longitudinal Study (ELAMC) are presented. Percentiles were compared to those from the Caracas Cross Sectional Study (ETC) and with the 10th, 50th and 90th centiles from NHANES I and HHANES. Children were classified using the ETC and prevalences compared with a "t" test for proportions. The lowest value,  $15,0 \text{ kg}/\text{m}^2$ , was observed at age 7 in boys and 8 in girls and the highest,  $21,1 \text{ kg}/\text{m}^2$  and  $20,1 \text{ kg}/\text{m}^2$ , at ages 15 and 16. The lowest increment occurred at 10,5 years in boys ( $0,2 \text{ kg}/\text{m}^2$ ) and 8,5 years in girls ( $0,3 \text{ kg}/\text{m}^2$ ) and the highest ( $1,1 \text{ kg}/\text{m}^2$ ) at 13,5 years in boys and 11,5 years in girls. The centile distributions were similar to those of the ETC, while BMI of the ELAMC children was lower than the HHANES, specially in girls. This justifies the use of the national reference values. *An Venez Nutr* 1991;4:37-44

**KEY WORDS:** Body mass index, obesity indicators, body composition, reference values.