

INDICADORES DE MUSCULO Y GRASA EN VARONES DE LOS ESTRATOS SOCIOECONOMICOS ALTOS DE CARACAS^{1, 2}

*Mercedes López-Contreras de Blanco*³

FUNDACREDESA
Caracas, Venezuela

RESUMEN

Se estudiaron 271 varones de cuatro, ocho y 12 años de los estratos socioeconómicos altos de Caracas, con el objeto de probar la sensibilidad y la especificidad de los indicadores antropométricos de músculo y grasa en la evaluación, tanto del desarrollo de los tejidos muscular y grasa, como del estado nutricional. Las variables peso, talla, circunferencia de brazo y pliegue de tríceps se tomaron según normas estándares; las áreas muscular y grasa del brazo se calcularon a partir de estas dos últimas variables. El análisis estadístico consistió en el cálculo de los estadísticos usuales, en la comparación con normas de referencia norteamericanas, y en un análisis de correlación y regresión. En la evaluación nutricional se usaron los parámetros peso/edad, peso/talla y talla/edad, las dos medidas del brazo y las dos áreas derivadas de ellas. Para el análisis de sensibilidad y especificidad de estos indicadores, se consideró como verdaderos malnutridos a los identificados como tal por el método de OMS. Se analizaron y se contrastaron las prevalencias, y se realizó un análisis individual de los malnutridos.

La circunferencia de brazo fue el indicador más sensible y el que mejor predijo el estado nutricional; el pliegue de tríceps fue el peor predictor. Las áreas muscular y grasa ocuparon una posición intermedia. En promedio, los niños de cuatro años resultaron ser más pequeños, livianos y mucho menos adiposos que los de referencia; los de ocho y 12 años eran más altos, pesados, corpulentos y musculosos que los de referencia. Se observó un déficit de grasa a los cuatro años y un exceso de músculo

Manuscrito modificado recibido: 4-3-88.

- 1 Esta investigación fue financiada en su mayor parte, por la subvención SL-541 de CONICIT.
- 2 Tesis presentada para optar al título de Doctor en Ciencias Médicas.
- 3 Profesor Asociado de la Universidad Simón Bolívar, Jefe de la Unidad de Investigaciones Biológicas, FUNDACREDESA, y Miembro del Consejo Directivo de la Fundación CAVENDES.

Dirección para solicitud de reimpresos: FUNDACREDESA, Apartado Postal 61660, Chacao, Caracas 1060-A, Venezuela.

que aumentó con la edad, que es consistente con el desarrollo puberal más temprano de los venezolanos. La mayor prevalencia de obesidad fue a los ocho años. De los 50 niños identificados como malnutridos según la OMS, 28% eran normales en músculo y grasa; de los 100 niños identificados como malnutridos en músculo y grasa, 66% eran normales de acuerdo con las normas de OMS. Más aún, 24% de los niños clasificados con sobrepeso de acuerdo al parámetro peso/talla, no eran obesos sino que tenían exceso de músculo. Estas discrepancias son atribuibles en parte a problemas metodológicos, pero también a que los indicadores de músculo y grasa, así como el peso y la talla miden cosas distintas. El peso para la talla mide la corpulencia, pero no parece adecuado para evaluar la composición corporal. Se recomienda usar el peso para la talla en conjunto con las áreas muscular y grasa.

Es necesario elaborar normas de referencia nacionales y revisar los puntos de corte de las clasificaciones, a fin de mejorar la sensibilidad y el valor predictivo de estos indicadores.

INTRODUCCION

El peso mide la masa corporal. Esta se divide en un componente graso, que representa entre el 15 y el 20% del peso corporal, y un componente magro, que representa el 75 y el 85% del peso corporal. La grasa subcutánea constituye una tercera parte de la masa grasa total; la masa magra se divide, a su vez, en esqueleto, vísceras y masa muscular; a esta última corresponde, aproximadamente, 40% del peso corporal (1, 2). Este esquema de un adulto europeo de 65.0 kg, varía de acuerdo a la raza, el somatotipo, el ejercicio, la edad, el sexo y el estado nutricional (3-5). La masa magra aumenta durante el crecimiento en forma similar al peso y a la talla; el predominio en el sexo masculino es discreto antes de la pubertad, pero en el momento del brote o estirón puberal se acelera el crecimiento del músculo y del esqueleto en los varones mucho más que en las niñas. Al mismo tiempo, los varones pierden grasa subcutánea, especialmente en las extremidades, mientras que las niñas acumulan cada vez más grasa (6, 7).

Los indicadores antropométricos más usados para medir el estado nutricional son el peso para la edad, el peso para la talla, y la talla para la edad; éstos miden la variabilidad de la masa corporal total. Cuando ocurre un déficit nutricional, el peso para la edad disminuye, luego el peso para la talla y, finalmente, puede disminuir la talla para la edad (8). Los componentes graso y magro disminuyen en ese orden, reflejando la utilización secuencial de las reservas energéticas (grasa) y proteínicas (músculo) (9). Cuando ocurre un exceso de la ingesta, aumenta el peso para la edad y luego el peso para la talla. Para hablar de obesidad, debe existir un aumento del componente graso. Es necesario señalar que un peso para talla alto puede reflejar un aumento en la masa grasa, en la masa magra, o en ambas cosas; de tal modo que un peso para talla alto no es sinónimo de obesidad (8).

Los indicadores antropométricos de músculo y grasa también se utilizan para medir el estado nutricional. El pliegue de tríceps refleja en menor o mayor grado la grasa subcutánea del cuerpo, por su relación entre moderada y alta con otros pliegues cutáneos y con algunos métodos físico-químicos que miden la grasa corporal (10). La circunferencia de brazo

incluye la medición del músculo y de la grasa subcutánea; como no puede discriminar entre los componentes muscular y graso, se ha recomendado su utilización en conjunto con el pliegue de tríceps para el cálculo de las variables compuestas. área muscular y área grasa del brazo. El cálculo de estas áreas es aproximado en vista de que se asume que el brazo es un cilindro y no se considera el diámetro del hueso, ni la compresibilidad del pliegue cutáneo adiposo. Esto hace que se sobreestime el componente muscular y que se subestime el componente graso. Sin embargo, el área grasa es más representativa de la grasa subcutánea que el pliegue de tríceps, ya que éste, como un anillo, aumenta o disminuye al disminuir o aumentar el músculo subyacente (6, 11, 12).

El presente trabajo tuvo como objetivo probar la sensibilidad y la especificidad de los indicadores antropométricos de músculo y grasa para evaluar, tanto el desarrollo de los tejidos muscular y graso, como el estado nutricional, en una muestra de varones preadolescentes y adolescentes de los estratos altos de Caracas.

MATERIAL Y METODOS

La muestra fue seleccionada del Estudio Longitudinal del Area Metropolitana de Caracas, realizado en niños venezolanos de estratos socioeconómicos altos entre 1976 y 1982, muestra no probabilística, seleccionada en dos etapas (13). Se escogieron 268 varones que iniciaron el estudio: 116 de 12 años (43.30/o), 89 de ocho años (33.20/o), y 63 de cuatro años (23.50/o).

Las variables peso, talla, circunferencia de brazo y pliegue de tríceps, se obtuvieron de acuerdo a las técnicas recomendadas por el Programa Biológico Internacional, que se encuentran en el Manual de Procedimiento de FUNDACREDESA (14). El error de medición intramedidor (desviaciones típicas de las diferencias entre duplicaciones), fue de 0.4 - 0.5 mm para el pliegue de tríceps, 0.3 - 0.4 cm para la talla, y de 0.2 cm para la circunferencia de brazo. Las variables compuestas, área muscular (AM) y área grasa (AG) se calcularon según las fórmulas:

$$AM \text{ (mm}^2\text{)} = \frac{[CB - \eta(\text{PTr})]^2}{4\eta}$$

$$AG \text{ (mm}^2\text{)} = \frac{\text{PTr}(CB) - \eta(\text{PTr})^2}{2} - \frac{\eta(\text{PTr})^2}{4}$$

El análisis incluyó el cálculo de los estadísticos usuales para cada variable y su comparación con las normas de referencia del NCHS (15). Además de realizar un análisis de correlación lineal entre las distintas variables, la circunferencia de brazo, el pliegue de tríceps, el área muscular y el área grasa, se han usado como variables independientes en un modelo de regresión con la variable dependiente peso.

La evaluación nutricional antropométrica, con los indicadores peso para edad, talla para edad y peso para talla, se lleva a cabo mediante la clasificación en base a percentiles y desviaciones estándar, recomendada por la OMS (modificada), la cual agrupa a los sujetos muestra en siete categorías

para cada indicador. Se considera como "normal" todo valor por encima del percentil 10 y hasta el percentil 90; como "sobre la norma" o alto a todo valor por encima del percentil 90, y como "bajo la norma" o deficitario, a todo valor igual o por debajo del percentil 10:

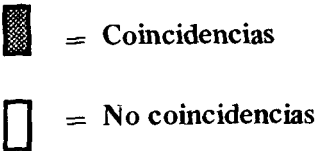
Muy sobre la norma	(MSN)		$x > P 97$
Sobre la norma	(SN)	P 90	$< x \leq P 97$
Normal	(N)	P 10	$< x \leq P 90$
Zona crítica	(ZC)	P 3	$< x \leq P 10$
Déficit leve	(DL)	-3 DE	$< x \leq P 3$
Déficit moderado	(DM)	-4 DE	$< x \leq -3 DE$
Déficit grave	(DG)		$x \leq -4 DE$

La *evaluación final del estado nutricional* se hace usando los tres indicadores en conjunto y se considera la variabilidad de la talla: talla alta por encima del percentil 90 y talla baja entre los percentiles 10 y 3. Esto resulta en 12 categorías posibles: tres "sobre la norma", cuatro "normales" y cinco "bajo la norma" (8, 16).

La *evaluación nutricional antropométrica*, con los indicadores de músculo y grasa, se lleva a cabo mediante la clasificación por percentiles de Frisancho (modificada), la cual agrupa a los sujetos muestra en cinco categorías posibles, considerando como "normal" a todo valor por encima del percentil 10 y hasta el percentil 90, como "sobre la norma" o de "alta reserva calórica" a todo valor por encima de este último en el pliegue de tríceps y en el área grasa; como "sobre la norma" o de "alta reserva proteínica" a todo valor por encima del percentil 90 en el área muscular, y como "sobre la norma" o de "alta reserva proteínico-calórica" a todo valor por encima de éste en la circunferencia de brazo. Igualmente, como "bajo la norma" o de "baja reserva" a todo valor por debajo del límite inferior. Los percentiles 95 y 5 se han escogido como puntos de corte para las clasificaciones de "muy alta reserva" y de "muy baja reserva", respectivamente. Los clasificados como malnutridos por los indicadores área muscular y área grasa se agruparon finalmente, en seis categorías, con el objeto de realizar un análisis a nivel individual: alto músculo (AMu); alta grasa (AGr); alto músculo-alta grasa (AMu-AGr); bajo músculo (BMu); baja grasa (BGr) y bajo músculo-baja grasa (BMu-BGr) (11, 12, 17).

La significación estadística entre las distintas frecuencias obtenidas se mide mediante la prueba del X^2 .

Para el *análisis de coincidencias* se han elaborado tablas de contingencia con los sujetos clasificados por los distintos métodos de evaluación nutricional antropométrica. Las coincidencias incluyen a los clasificados en las tres categorías: normal, "sobre la norma" y "bajo la norma":

	SN	N	BN	
SN				
N				
BN				

El análisis de prevalencias, siguiendo el método de Galen y Gambino (18), considera como verdaderos malnutridos, en forma arbitraria, a los clasificados “sobre la norma” y “bajo la norma” por OMS: (D +), y como verdaderos normales a los “normales” por OMS: (D-). Los verdaderos positivos (VP) y verdaderos negativos (VN) coinciden con la clasificación de OMS, y los falsos positivos (FP) y falsos negativos (FN) no coinciden con OMS. Los denominados P_r+ y P_r- son los clasificados como positivos o negativos por el procedimiento estudiado. La sensibilidad se define como la proporción de positividad en los verdaderos malnutridos:

$$S = \frac{VP}{D(+)} \times 100.$$

La especificidad se define como la proporción de negatividad en los bien nutridos:

$$E = \frac{VN}{D(-)} \times 100.$$

La eficiencia es la proporción de ambas en la muestra total. El valor predictivo positivo se define como la proporción de positividad dentro de los clasificados como positivos por el procedimiento estudiado:

$$VPr(+) = \frac{VP}{Pr(+)} \times 100.$$

	+	-	D
+	VP	FN	(+)
-	FP	VN	(-)
Pr	(+)	(-)	TOTAL

- VP = Verdaderos positivos
- FP = Falsos positivos
- VN = Verdaderos negativos
- FN = Falsos negativos
- D = Diagnóstico verdadero
- (D+) = malnutridos por OMS
- (D-) = Bien nutridos por OMS
- Pr = Procedimiento diagnóstico estudiado
- Pr(+) = Malnutridos por el indicador estudiado
- Pr(-) = Bien nutridos por el indicador estudiado

RESULTADOS Y DISCUSION

Los estadísticos usuales de las distintas variables se exponen en la Tabla 1. Al comparar las medianas de la muestra con las de referencia (11, 12, 15), las menores diferencias corresponden a la circunferencia de brazo y a la talla, y las mayores diferencias al pliegue de tríceps y al área grasa. El área muscular ocupa una posición intermedia.

A los cuatro años, la mediana de peso fue casi 1.0 kg inferior a la mediana de referencia, mientras que a los ocho y 12 años, las medianas muestrales fueron 1.98 y 2.0 kg superiores a la referencia. A los cuatro años, la mediana de talla fue apenas 0.5 cm inferior a la referencia, mientras que la superó en más de 1.0 cm a los ocho años y en 0.25 cm a los 12 años. Las medias calculadas de peso para talla coincidieron a los cuatro años con la mediana de referencia; sin embargo, la superaron ampliamente a los ocho y 12 años. A los cuatro años, la mediana de circunferencia braquial fue apenas 0.6 cm inferior a la mediana de referencia, mientras que a los ocho y 12 años las medianas prácticamente coincidieron con la referencia. Las correspondientes al área muscular superaron en 31.6, 157.9 y 34.7 mm² a las de referencia a los cuatro, ocho y 12 años, respectivamente. En contraste, las medianas del pliegue de tríceps fueron 1.6, 0.4 y 2.0 mm más bajas que la referencia, y las del área grasa, 145.8, 61.3 y 249.4 mm² inferiores a la referencia, a estas tres edades.

Se puede decir que los niños incluidos en el estudio, a los cuatro años eran algo más pequeños y livianos, aunque similares en corpulencia a los de referencia, y que a los ocho y 12 años eran más altos, más pesados y corpulentos que los de referencia. También se puede decir que, en promedio, los niños del estudio fueron similares en circunferencia braquial a los norteamericanos de referencia, pero que eran más musculosos, en particular a los ocho años, y menos adiposos, en particular a los cuatro años, que los niños de referencia.

La *correlación* entre las medias varía de acuerdo a la edad y de acuerdo al indicador. Los coeficientes de correlación más altos correspondieron al grupo de ocho años, todos estadísticamente significativos ($\alpha = 0.05$), y los más bajos al grupo de cuatro años. En la Tabla 2 se observa que la correlación fue alta entre el peso y las demás variables, y baja entre la talla y las demás variables, con excepción de la correlación de ésta con el peso. Las correlaciones más altas del peso se observaron entre éste y la circunferencia de brazo: 0.7 a 0.9. La correlación entre el peso y el área grasa fue siempre mayor que la correspondiente al peso y al pliegue de tríceps y fue alta a los ocho y 12 años, pero baja a los cuatro años. La correlación del peso con el área muscular fue alta a todas las edades. La circunferencia de brazo correlacionó bien con el área muscular a todas las edades (0.9), y con el área grasa a los ocho y 12 años, aun cuando su correlación con el área muscular fue siempre mayor. Los coeficientes más altos correspondieron a la relación área grasa-pliegue de tríceps, ya que el área grasa se deriva del primero; los más bajos se observaron entre las variables que miden grasa y talla.

Los valores de los coeficientes de determinación, en forma similar a las correlaciones, fueron altos para la circunferencia de brazo, intermedios para el área grasa y el área muscular, y bajos para el pliegue de tríceps. La circunferencia de brazo es la variable que mejor predice el peso, de

TABLA 1

VARIABLES ANTROPOMETRICAS EN VARONES DE CUATRO, OCHO Y 12 AÑOS DE EDAD

Variables	4 años (N: 63)			8 años (n: 89)			12 años (n: 116)		
	Media (± error estándar)	Desviación típica	Mediana	Media (± error estándar)	Desviación típica	Mediana	Media (± Error estándar)	Desviación típica	Mediana
Peso (kg)	15.96 ± 0.225	1.79	15.73	27.88 ± 0.511	4.82	27.28	42.95 ± 0.797	8.58	41.85
Talla (cm)	102.20 ± 0.506	4.02	102.40	128.27 ± 0.574	5.41	128.33	150.18 ± 0.627	6.75	149.95
Circunferencia del brazo (cm)	16.63 ± 0.138	1.09	16.50	19.62 ± 0.215	2.03	19.20	22.83 ± 0.267	2.87	22.45
Pliegue del triceps (mm)	7.62 ± 0.19	1.51	7.43	8.37 ± 0.299	2.82	7.58	9.76 ± 0.316	3.39	8.98
Area muscu- lar (mm)	1619.39 ± 27.67	219.59	1610.60	2313.29 ± 40.390	381.07	2246.90	3152.69 ± 72.225	777.89	3056.65
Area grasa (mm)	580.69 ± 16.97	134.68	576.20	783.46 ± 35.280	332.88	663.70	1060.12 ± 42.656	459.42	922.55

Fuente: Estudio Longitudinal del Area Metropolitana de Caracas. 1976 — 1982 (Datos sin publicar).

TABLA 2
CORRELACION ENTRE VARIABLES ANTROPOMETRICAS EN VARONES DE
CUATRO, OCHO Y 12 AÑOS DE EDAD

Edad (años)	Variables	Peso	Talla	Circunferencia del brazo	Pliegue del triceps	Area muscular
4 (n:63)	Peso	—	—	—	—	—
	Talla	0.7788 s = 0.001*	—	—	—	—
	Circunferencia del brazo	0.7095 s = 0.001*	0.3843	—	—	—
	Pliegue del triceps	0.2656 s = 0.035	0.1242 s = 0.332	4.4836 s = 0.001*	—	—
	Area muscular	0.6798 s = 0.001*	0.3768 s = 0.002*	0.9036 s = 0.001*	0.0647 s = 0.614	—
	Area grasa	0.4455 s = 0.001*	0.2240 s = 0.078	0.7102 s = 0.001*	0.9571 s = 0.001*	0.3439 s = 0.006
	Peso	—	—	—	—	—
	Talla	0.7135 s = 0.001*	—	—	—	—
	Circunferencia del brazo	0.9170 s = 0.001*	0.4979 s = 0.001*	—	—	—
	Pliegue del triceps	0.8014 s = 0.001*	0.3846 s = 0.001*	0.8239 s = 0.001*	—	—
Area muscular	0.8317 s = 0.001*	0.4705 s = 0.001*	0.9351 s = 0.001*	0.5858 s = 0.001*	—	
Area grasa	0.8561 s = 0.001*	0.4077 s = 0.001*	0.9011 s = 0.001*	0.9863 s = 0.001*	0.6974 s = 0.001*	
12 (n:116)	Peso	—	—	—	—	—
	Talla	0.5878 s = 0.001*	—	—	—	—
	Circunferencia del brazo	0.7748 s = 0.001*	0.1999 s = 0.031	—	—	—
	Pliegue del triceps	0.6196 s = 0.001*	0.0926 s = 0.0323	0.6137 s = 0.001*	—	—
	Area muscular	0.6932 s = 0.001*	0.2051 s = 0.027	0.9391 s = 0.001*	0.3178 s = 0.001*	—
	Area grasa	0.7236 s = 0.001*	0.1226 s = 0.190	0.8133 s = 0.001*	0.9493 s = 0.001*	0.5792 s = 0.001*

* Estadísticamente significativo para $\alpha = 0.05$.

tal modo que por cada centímetro de circunferencia de brazo, el peso varió 2.3, 2.2 y 1.1 kg a los 12, ocho y cuatro años, respectivamente. El peor predictor de peso fue el pliegue de tríceps, ya que por cada unidad de esta variable, el peso varió 1.6 kg a los 12, 1.4 kg a los ocho, y 0.4 kg a los cuatro años. El área muscular y el área grasa son predictores intermedios. Se puede decir que la circunferencia de brazo es la variable que más se correlaciona y que mejor predice el peso y que el pliegue de tríceps la que menos se correlaciona y que peor predice el peso.

Al utilizar los *indicadores antropométricos de peso y talla*, se evidenció una tendencia al déficit nutricional a los cuatro años, con prevalencias "bajo la norma" en peso-edad y talla-edad de 14.3 y 15.9^o/o y de 4.8^o/o en peso-talla. Al considerar los tres indicadores en conjunto, sólo un niño clasificó "sobre la norma" (1.6^o/o) y cinco clasificaron "bajo la norma" (7.9^o/o). A los ocho años, por el contrario, se evidenció una tendencia a clasificar "sobre la norma" con prevalencias de 24.7, 12.4 y 17.9^o/o en peso-edad, talla-edad y peso-talla, respectivamente. Al considerar los tres indicadores en conjunto, 16 niños clasificaron "sobre la norma" (17.9^o/o) y tres "bajo la norma" (3.4^o/o). En la Figura 1 se aprecia esta misma tendencia a los 12 años, con prevalencias "sobre la norma" de 9.4^o/o en peso-edad y talla-edad y de 17.2^o/o en peso-talla. En la *evaluación nutricional*, al considerar los tres indicadores en conjunto, 20 niños clasificaron "sobre la norma" (17.2^o/o) y seis "bajo la norma" (5.2^o/o). Al contrastar estas prevalencias, no hubo diferencias significativas entre los niños de ocho y 12 años, pero sí entre éstos y los de cuatro años, a expensas de las distribuciones "sobre la norma" a los ocho y 12 años. Esto coincide con el mayor peso y corpulencia descritos cuando las medias y medianas muestrales se comparan con las de referencia. Por el contrario, las prevalencias de talla-edad fueron similares para los tres grupos de edad (Tabla 3).

Al utilizar los *indicadores antropométricos de músculo y grasa*, a los cuatro años, se evidenció una tendencia al déficit de grasa, con 18 niños "bajo la norma" en pliegue de tríceps (28.6^o/o) y 16 niños en área grasa (25.4^o/o); de estos últimos, siete correspondían al nivel de "muy baja reserva calórica". Sólo un niño estuvo "sobre la norma" en pliegue de tríceps, y ninguno en área grasa. Por el contrario, las prevalencias "sobre la norma" y "bajo la norma" de la circunferencia de brazo se encontraron dentro del 10^o/o esperado, y la prevalencia "sobre la norma" del área muscular apenas la superó; esto refleja un desarrollo muscular similar a la referencia. A los ocho años el comportamiento es distinto, ya que se observó una tendencia al exceso de músculo en 20 niños (un 22.5^o/o), y una circunferencia de brazo "sobre la norma" en 11 niños (12.4^o/o) con una baja prevalencia de déficit para ambos indicadores. La tendencia al déficit de grasa fue menor que a los cuatro años, aun cuando 14 niños (15.7^o/o) clasificaron "bajo la norma" en pliegue de tríceps, y 10 niños (11.2^o/o) "bajo la norma" en área grasa; de estos últimos, cuatro clasificaron como "muy baja reserva calórica". No obstante que las prevalencias "sobre la norma" en grasa se encontraron dentro del 10^o/o esperado, de los siete niños "sobre la norma" en área grasa (7.9^o/o), tres clasificaron como "muy alta reserva calórica". A los 12 años, el comportamiento fue similar al grupo de ocho años, pero el exceso de músculo fue mayor: 29 niños, o sea un 25^o/o. La tendencia al déficit en grasa fue igual a la descrita a los ocho años: 20 niños (17.2^o/o) clasificaron como bajos en

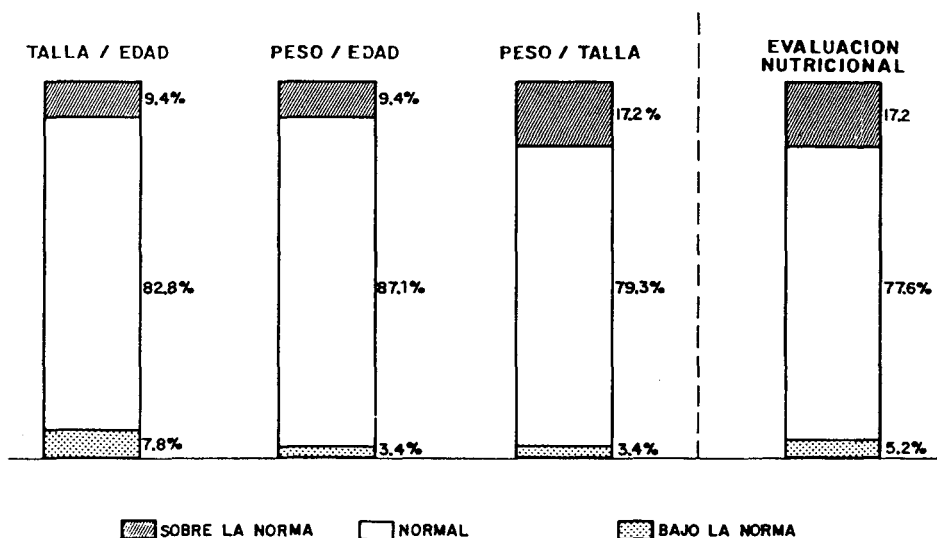


FIGURA 1

Evaluación nutricional por el método de OMS (modificado) en varones de 12 años de edad

pliegue de tríceps. De los 13 niños "bajo la norma" en área grasa (11.20/o), siete correspondían al nivel de "muy baja reserva calórica", y solamente tres clasificaron como de alta reserva calórica: 2.60/o (Figura 2).

Estos hallazgos pueden atribuirse, en parte, a la sobreestimación del área muscular y subestimación del área grasa anteriormente señaladas, pero también reflejan la variabilidad biológica normal. El predominio de músculo aumenta con la edad, y todos los niños altos en músculo a los 12 años ya habían iniciado la pubertad; entre los niños de cuatro y de 12 años, las diferencias estadísticamente significativas son a expensas del predominio de músculo en esta edad. También se observan diferencias significativas en área grasa entre los niños de cuatro años y los otros dos grupos de edad, debido al marcado déficit de los preescolares (Tabla 4).

Las coincidencias entre las clasificaciones de la circunferencia de brazo y del área grasa fueron mayores que las coincidencias entre la circunferencia de brazo y el pliegue de tríceps. Esto es similar a lo descrito en el análisis de correlación. La concordancia circunferencia de brazo-área grasa

TABLA 3

EVALUACION NUTRICIONAL ANTROPOMETRICA POR EL METODO
DE LA OMS EN VARONES DE CUATRO, OCHO Y 12 AÑOS DE EDAD:
DIFERENCIAS ENTRE PREVALENCIAS
VALORES DE X²

	4 años vs. 8 años	4 años vs. 12 años	8 años vs. 12 años
Talla-edad	1.51	1.52	1.51
Peso-edad	11.63*	7.81*	10.25*
SN	8.84*	0.52	13.78*
BN	4.40*	8.86*	0.57
Peso-talla	11.43*	8.10*	1.20
SN	9.99*	9.66*	
BN	1.50	0.50	
Evaluación nutricional	11.41*	8.08*	0.34
SN	9.99*	9.66*	
BN	1.53	0.54	

* = X² Significativa a nivel de $\alpha = 0.05$.

aumentó con la edad, alcanzando 87^o/o a los 12 años y superando a la correspondiente a circunferencia de brazo-área muscular, con excepción de los de cuatro años de edad; este comportamiento difirió del que se describe en el análisis de correlación, en el que la relación entre la circunferencia de brazo y el área muscular fue mayor. Esta diferencia podría explicarse por la variación que se introduce al usar puntos de corte arbitrarios en las clasificaciones. Las coincidencias entre las clasificaciones de peso-talla y las de los indicadores de músculo y grasa, a los cuatro y ocho años, superaron a las coincidencias entre estas últimas y las clasificaciones de peso-edad. Las mayores coincidencias se encontraron entre el peso y el área muscular, y el peso y la circunferencia de brazo, entre 78 y 85^o/o, siempre de mayor magnitud para el peso-talla que para el peso-edad. La concordancia del peso con los indicadores de grasa fue menor, aun cuando la correspondiente al área grasa siempre superó a la del pliegue de tríceps. A los 12 años, las coincidencias de los indicadores de músculo y grasa con el peso-edad superaron ligeramente a las coincidencias con el peso-talla, de tal modo que las correspondientes al peso-edad y a la circunferencia de brazo fueron las más altas: 87^o/o. La concordancia entre el peso-edad y el área grasa fue de 83.6^o/o y superó a la correspondiente a peso-edad/área muscular. Las menores coincidencias se observaron entre el peso-talla y el pliegue de tríceps: 66.4^o/o. Este comportamiento fue similar al descrito en el análisis de correlación a los cuatro y 12 años.

En el análisis de prevalencias y, a pesar de la alta concordancia

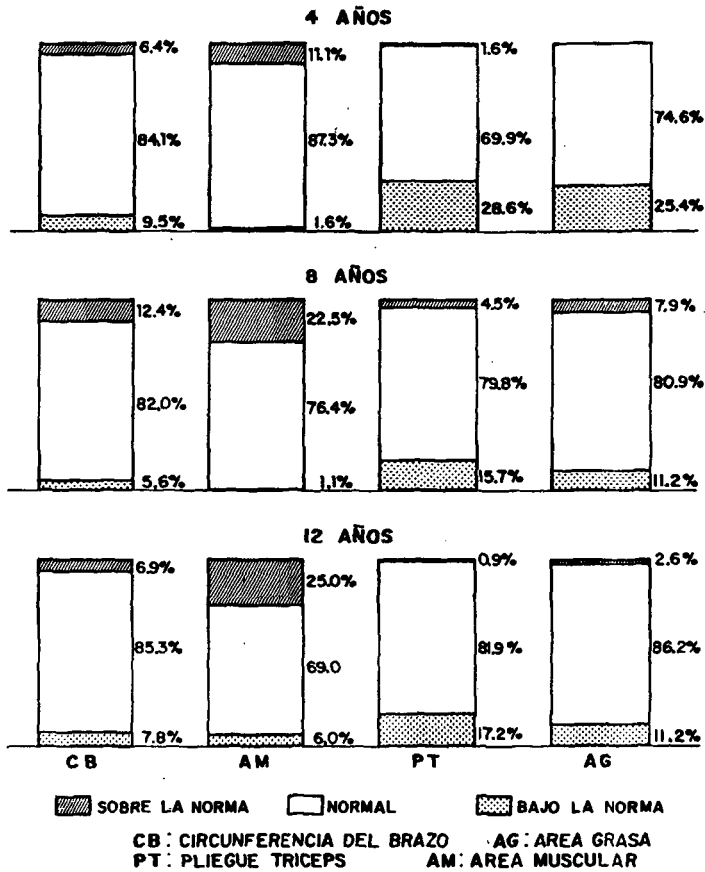


FIGURA 2

Evaluación nutricional por los indicadores de músculo y grasa en varones de cuatro, ocho y 12 años de edad

TABLA 4

EVALUACION NUTRICIONAL ANTROPOMETRICA POR LOS INDICADORES
DE MUSCULO Y GRASA EN VARONES DE CUATRO, OCHO Y 12 AÑOS
DE EDAD: DIFERENCIAS ENTRE PREVALENCIAS
VALORES DE X²

	4 años vs 8 años	4 años vs 12 años	8 años vs 12 años
Circunferencia de brazo	2.08	1.61	1.96
Area muscular	3.95	5.81 (+) SN 4.88* BN 1.92	2.38
Pliegue de tríceps	4.01	1.39	2.64
Area grasa	8.39** SN 3.53 BN 5.17*	12.49** SN 0.53 BN. 5.76*	2.05

* X² significativa a nivel de $\alpha = 0.05$

** X² significativa a nivel de $\alpha = 0.01$

(+) significativa a nivel de $\alpha = 0.05$, previa a la corrección de Yates.

observada entre el peso-talla y los indicadores de músculo y grasa, la sensibilidad y el valor predictivo fueron muy bajos. La sensibilidad más alta correspondió al área muscular a los ocho y 12 años: 65 y 58^o/o, respectivamente, y a la circunferencia de brazo a los ocho años: 59^o/o; la sensibilidad más baja al pliegue de tríceps y al área grasa, por debajo del 50^o/o. El valor predictivo más alto correspondió a la circunferencia de brazo a los ocho y 12 años y sólo alcanzó 52^o/o. Por el contrario, la especificidad fue alta para la circunferencia de brazo y el área muscular a los cuatro años, y para todos los indicadores a los ocho y 12 años: por encima del 80^o/o. En resumen, la eficiencia de la circunferencia de brazo fue la más alta: 80.9 a 85.4^o/o, y la del pliegue de tríceps, la más baja: 0 a 22^o/o; el área muscular y el área grasa ocuparon una posición intermedia.

El hallazgo de altas coincidencias entre las clasificaciones de peso-talla y las clasificaciones de los indicadores de músculo y grasa, en contraste con la baja sensibilidad y al bajo valor predictivo encontrados, se debe a que en el análisis de concordancia se incluyó a los clasificados como "normales" además de los clasificados "sobre la norma" y "bajo la norma" en la comparación, mientras que en el análisis de prevalencias solamente se consideró a los clasificados como malnutridos, o sea a los clasificados "sobre la norma" y "bajo la norma".

En el *análisis individual* se observó que, del total de 50 niños clasificados como malnutridos por la OMS, un 28^o/o son normales en área muscular y área grasa; esta normalidad es mayor a los cuatro años y disminuye con la edad. Casi la mitad, 40^o/o de los niños, se encontraban

“sobre la norma” en músculo (AMu), proporción que aumentó con la edad hasta 52^o/o en el grupo de 12 años, lo que refleja el desarrollo progresivo de la masa magra durante la pubertad, ya que a los 12 años el 80^o/o de los niños eran púberes; no obstante, también hay que considerar la sobreestimación del área muscular del brazo. El 4^o/o de los niños se encontraban “sobre la norma” en área grasa (AGr) y 14^o/o tanto en área muscular como en área grasa (AMu - AGr), para un total de 18^o/o de obesidad. A los ocho años, 31.6^o/o de los niños clasificados por la OMS como malnutridos, presentaron un área grasa “sobre la norma”, mientras que a los 12 años, sólo un 12^o/o de estos niños eran altos en grasa o en músculo más grasa. Estas proporciones están seguramente subestimadas por problemas inherentes a la fórmula empleada y también debido a los puntos de corte escogidos. Es importante señalar que 10 niños clasificaron apenas por debajo del percentil 90 de área grasa; la verdadera prevalencia de obesidad sería 38^o/o en vez de 18^o/o. Todos los niños con área grasa “sobre la norma” tenían un peso-talla alto; por el contrario, sólo 24^o/o de los niños con peso-talla “sobre la norma” clasificaron como obesos. Si se considera a los 10 niños limítrofes antes descritos, que representan un 27^o/o, el 51^o/o de los niños con un peso-talla “sobre la norma” serían obesos; un 25^o/o adicional acusaron un área grasa por encima del percentil 75, y un 24^o/o un área grasa normal a baja, de tal modo que estos últimos no eran obesos, sino corpulentos y musculosos. La prevalencia total de área grasa “bajo la norma” (BMu - BGr y BGr) fue de 12^o/o, con un déficit en grasa mayor a los cuatro y 12 años (aproximadamente 16^o/o) y menor a los ocho. Únicamente la mitad de los niños con un peso-talla “bajo la norma” clasificaron como de “baja reserva calórica” (Figura 3).

De los 100 niños malnutridos en músculo y grasa, 66 clasificaron, según la OMS, como normales, 28 “sobre la norma”, y seis “bajo la norma”. Casi la mitad, 48^o/o, se ubicaron “sobre la norma” en músculo (AMu), proporción que aumentó con la edad hasta 54.2^o/o a los 12 años, lo que refleja el aumento normal de la masa magra: todos los 28 niños con alto músculo a los 12 años habían iniciado la pubertad. Es importante señalar, de nuevo, que los venezolanos son de maduración temprana en relación a los norteamericanos y que esta tendencia es aún mayor en los estratos altos (19, 20). Sólo 3^o/o acusaron un área grasa “sobre la norma” (AGr) y 7^o/o un predominio tanto de músculo como de grasa (AMu - AGr), para un total de 10^o/o de obesidad. De este total, 71.4^o/o correspondió a niños de ocho años, y el resto a los de 12 años, todos con un peso para talla alto. Esta prevalencia se subestimó mientras que la de alto músculo se sobreestimó, por las razones antes expuestas. El déficit de reserva calórica, en su mayor parte como baja grasa (BGr), fue alta: 34^o/o. De este total, 44.1^o/o correspondió a los cuatro años (Figura 4).

El predominio de un área muscular “sobre la norma” es consistente con lo observado al comparar las medianas muestrales con las normas de referencia: los niños que integraron el estudio, a pesar de tener una circunferencia braquial y talla similares a los niños norteamericanos, tenían mayor cantidad de músculo en el brazo. Esta característica, unida a un peso y una corpulencia que sobrepasó a la referencia a los ocho y 12 años puede explicarse, en gran parte, por la maduración más temprana

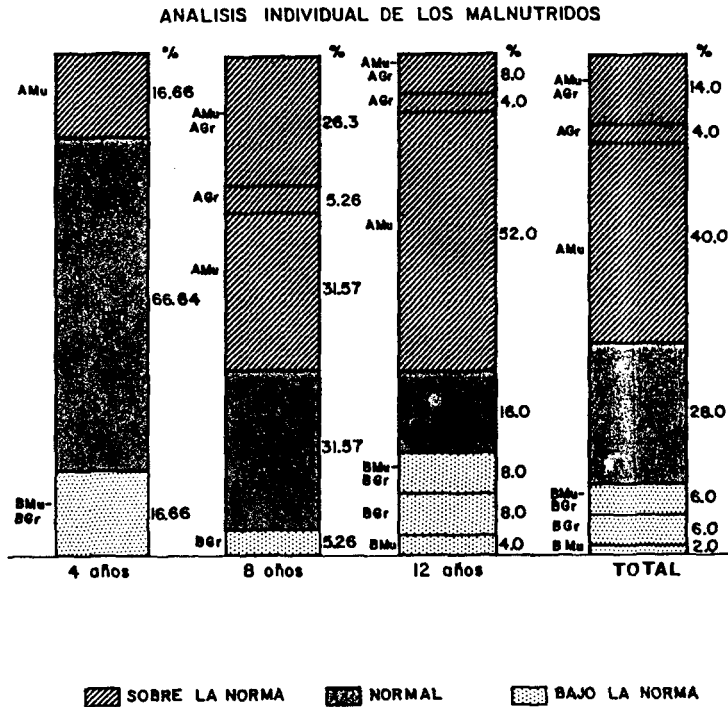


FIGURA 3

Malnutridos según la OMS: agrupación por músculo y grasa

de los venezolanos, en particular y, según se dijo, en los estratos socioeconómicos altos. En el análisis individual se evidencia claramente el aumento del componente muscular con la edad (Figura 4).

El predominio de baja grasa del análisis individual, también es consistente con lo observado al comparar las medianas muestrales con las de referencia: los niños del estudio, a pesar de que a los ocho y 12 años tenían peso y una corpulencia que superaba a la referencia, y una circunferencia braquial similar a la referencia, tenían menos grasa subcutánea en el brazo que los norteamericanos. Aun cuando los cuatro y los 12 años

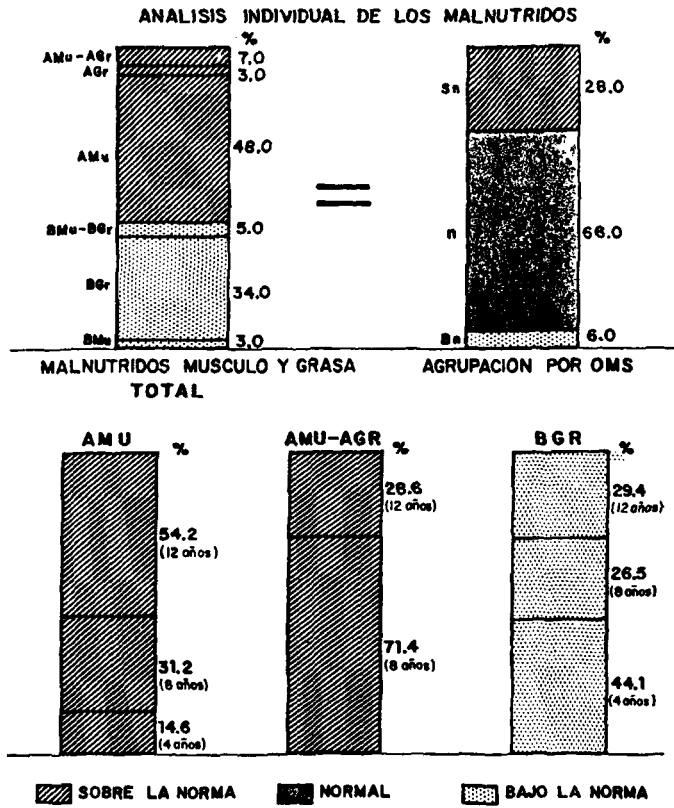


FIGURA 4

Malnutridos en músculo y grasa: agrupación por la OMS.

son edades en que normalmente existe poca acumulación o pérdida de grasa, el importante déficit observado en los preescolares, parece ser una característica propia de esta muestra (6, 7).

Las discrepancias observadas entre los malnutridos por los indicadores de músculo y grasa y los malnutridos por la clasificación de OMS pueden deberse a: 1) factores inherentes a las fórmulas usadas en el cálculo de las áreas de músculo y grasa del brazo; 2) a los puntos de corte escogidos; 3) a que se utilizaron normas de referencia derivadas de una población que no es venezolana; y 4) a que los indicadores de peso y talla y los indicadores de músculo y grasa *miden cosas diferentes*. Es importante subrayar aquí que en una cuarta parte de los niños con un peso para talla "sobre la norma" no había obesidad, ni siquiera una tendencia a la obesidad y que sólo la mitad de los niños con déficit en peso-talla presentaron una "baja reserva calórica".

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

1. El peso mide la masa corporal y el peso para talla la corpulencia, pero no son adecuados para evaluar la composición corporal.
2. Los indicadores de músculo y grasa del brazo reflejan los componentes muscular y graso del cuerpo, pero son malos predictores del estado nutricional, definido en términos de peso y talla. La circunferencia de brazo es el mejor predictor y el pliegue de tríceps el peor predictor. No obstante, como la circunferencia no discrimina entre los componentes graso y magro, es recomendable usar las áreas muscular y grasa del brazo, juntamente con el peso para la talla.
3. Se necesitan normas de referencia nacionales para estos indicadores, debido a las diferencias encontradas entre la composición corporal de los venezolanos y de los norteamericanos.
4. Es necesario revisar los puntos de corte escogidos para las diferentes clasificaciones; con este fin se debe realizar tanto un análisis de concidencias como un análisis de prevalencias, con puntos de corte diferentes, con el objeto de maximizar la sensibilidad y el valor predictivo de los indicadores.
5. Es necesario buscar un factor de corrección para las fórmulas empleadas en el cálculo de las áreas muscular y grasa, con el objeto de minimizar los errores de sobreestimación y subestimación de los tejidos muscular y graso del brazo.
6. Se recomienda aplicar esta metodología a una muestra donde exista mayor malnutrición por déficit, por ejemplo, en los estratos socioeconómicos bajos de la población, con la finalidad de establecer comparaciones, tanto de las prevalencias de malnutrición como del desarrollo del tejido muscular y adiposo entre estratos sociales extremos.

SUMMARY

MUSCLE AND FAT INDICATORS IN BOYS OF THE UPPER SOCIOECONOMIC STRATA OF CARACAS

A sample of 271 boys, aged four, eight and 12 years, belonging to the upper

socioeconomic strata of Caracas, was studied in order to test the sensibility and specificity of arm muscle and fat indicators, as evaluators of the muscle and fat tissues development, as well as of the nutritional status. Weight, height, arm circumference and triceps skinfold were measured following standardized techniques; muscle and fat areas were calculated from arm circumference and skinfold measurements. For statistical analysis, results were compared with North American reference standards, and correlation and regression analyses were performed. Nutritional assessment was performed using weight-for-age, height-for-age and weight-for-height, arm circumference and skinfold, plus the two derived areas. Malnourished children were identified using WHO guidelines in height and weight. Prevalences were compared and the sensibility, specificity and predictive values were studied. Malnourished children were analyzed individually.

Arm circumference was the best predictor of nutritional status and triceps skinfold the worst predictor; muscle and fat areas were moderate predictors. On the average, four-year olds were smaller, lighter and much leaner than the reference, and eight and 12-year olds were taller, heavier and more muscular than the reference. Low fat was most prevalent in four-year olds, while high muscle increased with age and was highest at age 12, consistent with pubertal development. Obesity was most prevalent in eight-year olds. Twenty-eight per cent of the 50 children identified as malnourished in weight and height according to WHO, were normal in muscle and fat, and 66% of the 100 identified as malnourished in muscle and fat were normal according to WHO guidelines. Furthermore, 24% of children classified as overweight by weight-for-height were not obese but high in muscle. It is concluded that muscle and fat areas reflect muscle and fat components but are poor indicators of malnutrition, expressed in terms of weight and height. On the other hand, weight and height do not measure body composition. Weight-for-height should be used in combination with muscle and fat areas. National reference standards are needed and cut-off points should be revised, in order to maximize the efficiency and predictive values of these indicators.

AGRADECIMIENTO

La autora expresa su agradecimiento a sus profesores asesores Guillermo Tovar y Omar Arenas. Asimismo, a Hernán Méndez-Castellano y todo el personal de FUNDACREDESA, en especial a Maritza Landaeta de Jiménez, Isbelia Izaguirre de Espinoza, Coromoto Macias de Tomei y Marlene Fossi. Agradece también a Robert Colmenares, Mercedes Vera, Sobeida Landaeta, Sally Aguilar y Franklin Aguilar su valiosa colaboración en la elaboración técnica de este trabajo.

BIBLIOGRAFIA

1. Drinkwater, D.T. & W.D. Ross. Anthropometric fractioning of body mass. En: **Kinanthropometry II**. Ostin, Beunen, Simmons (Ed.), Baltimore, Univ. Park, Press, 1980, p. 178-179.
2. Malina, R.M. The measurement of body composition. En: **Human Physical Growth and Maturation. Methodologies and Factors**. F.E. Johnson, A.F. Roche & Susanne (Eds.). New York, Plenum Press, 1980, p. 35-51.
3. Eveleth, P.B. & J.M. Tanner. **Worldwide Variation in Human Growth**. London, Cambridge University Press, 1976.

4. Malina, R.M., B.W. Meileski & R.F. Shoup. Anthropometric body composition and maturity characteristics of selected school-age athletes. *Ped. Clin. NA*, **29**: 1035-1323, 1982.
5. Malina, R.M. Human growth, maturation and regular physical activity. *Acta Med. Auxol.*, **15**: 5-27, 1983.
6. Tanner, J.M., P.C.R. Hughes & R.H. Whitehouse. Radiologically determined widths of bone muscle and fat in the upper arm and calf from age 3 to 18 years. *Ann. Hum. Biol.*, **10**: 119-124, 1981.
7. Forbes, G.B. Body composition in adolescence. En: **Human Growth. Vol 2. Postnatal Growth.** F. Falkner & J.M. Tanner (Eds.). New York, Plenum Press, 1986, p. 119-145.
8. López Contreras de Blanco, M., M. Landaeta de Jiménez & H. Méndez Castellano. Evaluación nutricional antropométrica: Combinación de tres indicadores. *Arch. Ven. Puer y Ped.*, **31**: 740-757, 1983.
9. Frisancho, A. R. Functional response to experimental starvation and chronic undernutrition of adults. En: **Human Adaptation.** St. Louis Mo., C.V. Mosby Co. (Eds.). 1981, p. 169-192.
10. Forbes, G.B. & G.H. Amirhakimi. Skinfold thickness and body fat in children. *Hum. Biol.*, **42**: 401-418, 1970.
11. Frisancho, A.R. Triceps skinfold and upper arm muscle size norms for assessment of nutritional status. *Am. J. Clin. Nutr.*, **27**: 1052-1058, 1974.
12. Frisancho, A.R. New norms of upper limb fat and muscle areas for assessment of nutritional status. *Am. J. Clin. Nutr.*, **34**: 2540-2545, 1981.
13. López Contreras, M.E., I. de Espinoza, M. Fossi, C.M. de Tomei, E.B. de Weissinger, R.B. de Rogondino, E.M. de Leandro & M.M. de Mijares. **Design and Preliminary Reports of a Mixed Longitudinal Study of Caracas' Children and Adolescents.** Presented in AUXO III, Brussels, 1982.
14. FUNDACREDESA. Manual de Procedimientos (folleto mimeografiado), 1978.
15. Hammill, P.V.V., T.A. Drizd, C.I. Johnson, R.B. Reed & A.F. Roche. NCHS growth curves for children - birth to 18 years. Rockville, MD, U.S. Department of Health, Education and Welfare, 1977. (DHEW Publication No. (PHS) 78-1650).
16. Organización Mundial de la Salud. Medición del efecto nutricional de programas de suplementación alimentaria de grupos vulnerables. Ginebra, OMS, 1980.
17. Frisancho, A.R. Role of calorie and protein reserves in human growth during childhood and adolescence in a mestizo Peruvian population. En: **Social and Biological Predictors of Nutritional Status. Physical Growth and Behavioural Development.** L.S. Greene and F.E. Johnston (Eds.). New York, N.Y., Academic Press, 1980, p. 49-58.
18. Galen, R.S. & S.R. Gambino. **Beyond Normality. The Predictive Value and Efficiency of Medical Diagnosis.** New York, N.Y., John Wiley and Sons, 1975.
19. López Contreras, M., G. Tovar Escobar, N. Farid-Coupal, M. Landaeta de Jiménez & H. Méndez Castellano. Estudios comparados de la estatura y edad de la menarquia según estrato socioeconómico en Venezuela. *Arch. Latinoamer. Nutr.*, **31**: 740-757, 1981.
20. FUNDACREDESA. Estado Zulia. Proyecto Venezuela. Servicio Gráfico Editorial, 1984.