

Composición corporal en niños y en jóvenes del sexo masculino

M. P. Morellón

Cátedra de Biofísica Médica
Facultad de Medicina
50009 Zaragoza (España)

(Recibido el 4 de junio de 1985)

M. P. MORELLON. *Body Composition in Boys and Young Men*. Rev. esp. Fisiol., 42 (2), 219-226. 1986.

The fat content from density, in 189 boys and young men, aged 8-23, has been determined in two ways: skinfold and underwater weighing. Since the residual volume was calculated theoretically, a comparative study has been made with the results obtained by each of the three different formulas given by Allen, Weng and Solymar. The possible relationship between density and other indexes such as relative body weight and body mass index has also been examined.

Key words: Body composition, Densitometry, Skinfold, Residual volume.

El peso corporal de una persona, independientemente de sus características antropométricas, no es un índice exacto de su estado de nutrición, por lo que se vienen buscando sistemas que permitan fijar la cantidad de grasa que entra en la composición de un cuerpo humano. Si además, como ocurre con frecuencia, se ha de hacer una valoración relativa del peso, hay que referirse forzosamente a los pesos que figuran en tablas, con las grandes limitaciones y riesgo de errores que esto supone (11). De aquí el interés que tiene encontrar un sistema óptimo para la medición de la grasa cutánea.

El cálculo de la cantidad de grasa corporal a partir de la densidad, se sistematizó desde los trabajos de BROZEK *et al.*

encontrándose numerosas publicaciones sobre el tema (5, 9-11, 15, 19).

En cuanto a la predicción de grasa corporal a partir de los pliegues cutáneos, también ha sido objeto de estudio, por parte de varios autores, como el de ALLEN *et al.* (1) realizado en adultos de ambos sexos; el de PARIZKOVA (16) con adolescentes; el de BROOK (3) sobre niños y niñas de 1 a 11 años. Y más recientemente el de ROCHE (17) con sujetos de edades entre 6 y 49 años y el de MALINA (13) en jóvenes deportistas.

El objeto de este trabajo es la caracterización de la composición corporal de muchachos, de edades comprendidas entre los 8 y los 23 años, todos ellos de sexo masculino, por medición de pliegues cutáneos y por densitometría.

Material y Métodos

El total de la muestra lo componen 189 jóvenes, de sexo masculino, estudiantes, teóricamente sanos y clínicamente asintomáticos, distribuidos para su estudio en los grupos siguientes: 1) de 8-12 años ($n=80$); 2) de 13-18 años ($n=72$); y 3) de 18-23 años ($n=37$).

Los chicos han sido previamente aleccionados de la importancia de su colaboración voluntaria y es de destacar el entusiasmo con que han actuado.

Para determinar la densidad corporal por el método de pesada bajo el agua el material necesario es muy sencillo: se dispone de una bañera-piscina de $2 \times 1 \times 0,60$ m fabricada en fibra de vidrio, en la que se introduce una camilla de tubo de cloruro de polivinilo, con perforaciones en toda su extensión, para permitir la libre circulación de agua en su interior, con un soporte en tela de nylon.

La balanza es un modelo habitual en el mercado, calibrada en kilogramos, has-

ta un máximo de 10 kg y con subdivisiones cada 50 g. Está suspendida de un soporte de hierro, como muestra la figura 1, acabando en un gancho de amarre al que se sujeta la camilla, cuando el muchacho se encuentra ya totalmente sumergido en el agua y sentado sobre ella, con objeto de evitar el riesgo de superar los 10 kg de peso que la balanza tiene de límite.

El material restante consiste en un tubo de plástico, con boquilla para respiración, unas pinzas para obturar la nariz y una balanza de las de uso normal en clínica para hacer la pesada en medio aéreo, y una talla graduada en centímetros.

La bañera se llena con agua a 38°C , comprobando las variaciones que pueda haber para calcular su densidad.

Se pesa y talla al muchacho al que previamente se le ha aconsejado evacuar su vejiga urinaria y se anota su nombre y edad en años y meses. Se le explica cómo debe realizar una espiración forzada al máximo con objeto de que en el pulmón sólo permanezca el volumen residual, y que durante unos 8-10 s deberá permanecer sin tomar aire de nuevo. En este intervalo de tiempo se anota el peso que aparece en la balanza.

A continuación se le invita a ponerlo en práctica introduciéndose en la bañera en la que previamente se ha colocado la camilla. Una vez sentado en ella y con el tubo respiratorio y las pinzas nasales ya en su sitio, se sitúa en posición de decúbito supino, sumergiéndose totalmente en el agua, y se procede a suspender la camilla manualmente del gancho de amarre mencionado. El pesaje propiamente dicho comienza en el momento en que el chico se relaja y respira tranquilamente por el tubo, esperando una señal del exterior, que suele ser un pequeño golpe en la bañera, para hacer su espiración forzada.

Esta operación se repite, dos o tres veces de ensayo previo, y otras diez más, de las cuales se toma como válida la me-

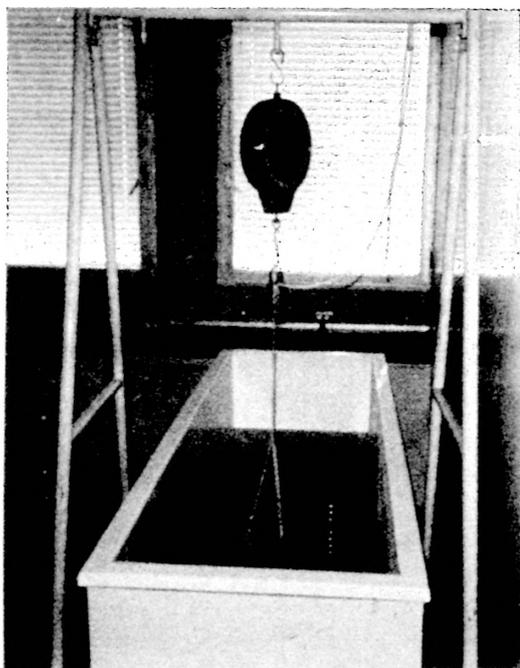


Fig. 1. Dispositivo experimental.

dia aritmética de las tres mayores pesadas, ya que son las que corresponden al máximo esfuerzo espiratorio. Esta circunstancia se aprecia a simple vista, ya que en estos casos el cuerpo del muchacho en la camilla, desciende y permanece en el fondo de la bañera durante los 8-10 s previstos, mientras que si está nervioso o contraído el resultado no es válido. Hay que recalcar pues la importancia de una explicación previa amplia y convincente, tratando de inspirarle la confianza necesaria para que se tranquilice y se relaje perfectamente durante la prueba.

La grasa subcutánea se mide con un calibrador Holtain, colocándolo con la mano derecha en el punto preciso, mientras que con la izquierda se toma un pellizco separando en lo posible la piel y la dermis de los planos profundos. Dada la dificultad, especialmente en sujetos obesos, la medición se repite 10 veces en cada uno de los cuatro puntos siguientes:

El bíceps, en el punto medio entre la cabeza del húmero y la flexura del codo, y el tríceps, en el punto medio entre el acromion y el olécranon, ambos en brazo izquierdo. El subescapular se mide justo bajo el ángulo de la escápula izquierda, y el supraíliaco justo encima de la cresta ilíaca. La media aritmética de las cuatro series de 10 medidas, y la suma de estas cifras es la que se aplica en las fórmulas.

Valoración de los datos obtenidos. El volumen residual (VR) se valora teóricamente a partir de tres fórmulas diferentes: la de ALLEN (1): $VR = (0,0144 \times \text{X peso en kg}) + (0,0118 \times \text{edad en decimal de años}) - 0,225$; la de WENG y LEVINSON (21): $VR \text{ (litros)} = 0,033 \times \text{X } e^{0,021 \times h \text{ (cm)}}$; y la de SOLYMAR *et al.* (20): $VR = 0,2118361 \times h \text{ (m)}^{2,663}$.

A partir de estos valores de VR se determinan las distintas densidades (D1, D2 y D3, respectivamente). Su cálculo se basa en el principio de Arquímedes:

peso en el aire menos peso en el agua es igual al peso del volumen de agua equivalente al volumen del muchacho. La densidad del agua se calcula a la temperatura medida en la prueba.

De este volumen se descuentan dos volúmenes de aire: el volumen residual que se ha calculado, y el aire intestinal que se valora en 0,1 l. Así se tiene la relación: $\text{Peso en el aire/volumen} = \text{Densidad del muchacho}$.

Cálculo de la cantidad de grasa. De las densidades se pasa a la cantidad de grasa (Fb) en tanto por uno mediante la fórmula de BROZEK *et al.* (4) ($Fb = 4,235/\text{densidad} - 3,827$); con ellas se obtiene «grasa 1», «grasa 2» y «grasa 3».

Cálculo de la densidad a partir de los pliegues cutáneos. Se emplean dos fórmulas diferentes: La de DURNING y RAHAMAN (7) ($D = 1,1533 - 0,0643 \log \Sigma \text{ pliegues cutáneos}$) y la de BROOK (3) ($D = 1,1690 - 0,0788 \log \Sigma \text{ pliegues cutáneos}$).

Otros cálculos. Se han obtenido en cada caso los índices de masa corporal (BMI) y de peso corporal relativo (PCR), y se ha buscado su relación con las densidades.

Se han empleado, en los casos hasta los 18 años, las tablas norteamericanas de crecimiento del Centro Nacional para Estadística de la Salud (13), y hasta los 23 años las tablas Geigy (6).

Resultados y Discusión

Las densidades medias determinadas por pesada hidrostática, y las obtenidas a partir de las medidas de pliegues cutáneos, empleando las fórmulas citadas figuran en la tabla I. La comparación de los resultados de ambas series muestran una elevada correlación positiva ($p < 0,01$) (figs. 2, 3 y 4).

Tabla 1. Valores medios obtenidos en los parámetros investigados.

	Grupos								
	8-12 años (N = 80)			13-18 años (N = 72)			18-23 años (N = 37)		
	Media	Desviación típica	Error típico	Media	Desviación típica	Error típico	Media	Desviación típica	Error típico
Edad (años)	11,210	1,090	0,122	15,260	1,191	0,140	18,840	0,814	0,134
Peso (kg)	37,650	8,957	1,001	59,930	8,994	1,060	69,753	8,713	1,432
Talla (m)	1,442	0,082	0,009	1,695	0,094	0,011	1,748	0,071	0,011
Peso hidrostático (kg)	1,346	0,317	0,035	2,902	0,651	0,077	3,390	0,726	0,119
Σ pliegues cutáneos	36,562	13,968	1,489	31,328	9,416	1,015	36,230	14,583	2,224
Densidad A (g · ml ⁻¹)	1,056	0,010	0,002	1,058	0,008	0,009	1,054	0,009	0,002
Densidad B (g · ml ⁻¹)	1,050	0,010	0,002	1,052	0,010	0,001	1,048	0,012	0,002
BMI (peso/talla ²)	18,470	1,985	0,212	20,549	2,136	0,230	22,811	2,590	0,394
PCR (peso/p. tablas × 100)	106,490	12,945	1,380	100,791	13,205	1,424	102,424	11,583	1,766
Densidad 1 (g · ml ⁻¹)	1,044	0,010	0,001	1,060	0,009	0,001	1,060	0,012	0,002
Grasa 1 (%)	22,980	3,906	0,416	16,957	3,591	0,387	16,688	4,707	0,718
Densidad 2 (g · ml ⁻¹)	1,050	0,012	0,001	1,067	0,011	0,001	1,066	0,014	0,002
Grasa 2 (%)	20,395	4,521	0,482	14,274	4,140	0,446	14,782	5,077	0,774
Densidad 3 (g · ml ⁻¹)	1,047	0,011	0,001	1,061	0,010	0,001	1,060	0,013	0,001
Grasa 3 (%)	21,765	4,434	0,473	16,455	3,872	0,418	17,008	4,942	0,754

N = Valor de la muestra.

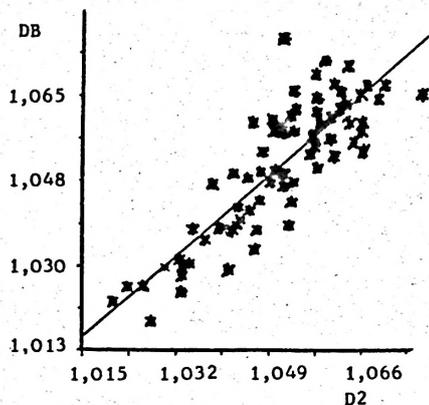


Fig. 2. Correlación entre la densidad corporal determinada por pesada hidrostática (D2) y la calculada a partir de los pliegues cutáneos (DB), en el grupo de 8 a 12 años ($n=80$). D2, calculada según la fórmula de WENG y LEVISON (21); DB, según la fórmula de BROOK (3). Regresión de DB sobre D2: $r=0,853$; $y=0,948x+0,054$; $ee=0,006$.

Los porcentajes de grasa entran en la escala de los que da BROOK (3) para niños, midiendo pliegues cutáneos (13,8 a 36,5 %), justificándose estas cifras ya que se trata de una mezcla de niños obesos con otros de corta estatura.

Para MALINA *et al.* (13), la cantidad de grasa desciende hasta situarse entre un 13 y un 16 % para chicos de 8 a 12 años, y entre un 9,4 y 8 % para edades de 13-17 años. Estos bajos valores de grasa parecen deberse a que estudia sólo deportistas. También para él, el tanto por ciento de grasa va descendiendo hasta los 17 años. En nuestros datos se comprueba que a partir de los 17-18 años se estabiliza.

PARIZCOVA (16) mide 10 diferentes pliegues cutáneos y los compara con la densidad por pesada hidrostática en 66 chicos de 9-12 años, obteniendo un coeficiente de $r=-0,8959$ ($p<0,001$), y para 57 de 13-17 años, de $r=-0,9160$ ($p<0,001$), coeficientes análogos a los nuestros (tabla II).

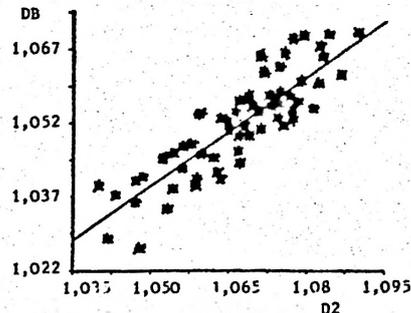


Fig. 3. Correlación entre la densidad corporal determinada por pesada hidrostática (D2) y la calculada a partir de los pliegues cutáneos (DB), en el grupo de 13 a 18 años ($n=72$). D2 y DB, calculadas según se indica en la figura 2. Regresión de DB sobre D2: $r=0,858$; $y=0,739x+0,263$; $ee=0,005$.

El mismo coeficiente calculado por SHEPHARD *et al.* (18), en chicos de 10-12 años, pero estudiando únicamente tres medidas de pliegues cutáneos, no pasa de $r=-0,48$ ($\pm 0,17$), aunque él mismo atribuye este bajo coeficiente a problemas técnicos de habituación del sujeto en la pesada bajo el agua.

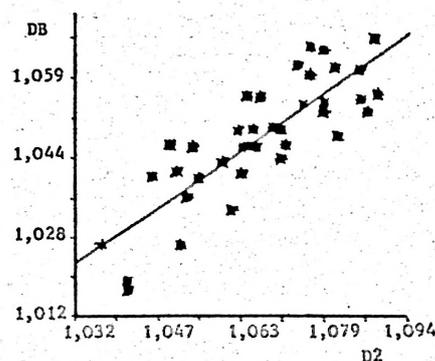


Fig. 4. Correlación entre la densidad corporal determinada por pesada hidrostática (D2) y la calculada a partir de los pliegues cutáneos (DB), en el grupo de 18 a 23 años ($n=37$). D2 y DB, calculadas según se indica en la figura 2. Regresión de DB sobre D2: $r=0,831$; $y=0,705x+0,294$; $ee=0,006$.

Tabla II. Coeficientes de correlación y rectas de regresión entre los parámetros investigados.

	$y = D1 \text{ g} \cdot \text{ml}^{-1}$	$y = D2 \text{ g} \cdot \text{ml}^{-1}$	$y = D3 \text{ g} \cdot \text{ml}^{-1}$
8-12 AÑOS			
$x = \log \Sigma$ skinfold (mm)	$r = -0,8464$ ($p < 0,01$) $x = -13,73y + 15,84$ ($ee = 0,005$)	$r = -0,872$ ($p < 0,01$) $x = -12,04y + 14,16$ ($ee = 0,005$)	$r = -0,8794$ ($p < 0,01$) $x = -12,46y + 14,56$ ($ee = 0,005$)
$x = \text{PCR}$	$r = -0,521$ ($p < 0,01$) $x = -689,95y + 826,77$ ($ee = 0,008$)	$r = -0,6236$ ($p < 0,01$) $x = -702,87y + 845,02$ ($ee = 0,009$)	$r = -0,5921$ ($p < 0,01$) $x = -684,92y + 823,68$ ($ee = 0,009$)
$x = \text{BMI}$	$r = -0,7165$ ($p < 0,01$) $x = -143,91y + 168,71$ ($ee = 0,007$)	$r = -0,7776$ ($p < 0,01$) $x = -137,58y + 163,03$ ($ee = 0,007$)	$r = -0,7983$ ($p < 0,01$) $x = -140,03y + 165,1$ ($ee = 0,007$)
13-18 AÑOS			
$x = \log \Sigma$ skinfold (mm)	$r = -0,8135$ ($p < 0,01$) $x = -10,67y + 12,79$ ($ee = 0,005$)	$r = -0,8622$ ($p < 0,01$) $x = -9,6y + 11,72$ ($ee = 0,005$)	$r = -0,8627$ ($p < 0,01$) $x = -10,35y + 12,47$ ($ee = 0,005$)
$x = \text{PCR}$	$r = -0,4763$ ($p < 0,01$) $x = -747,34y + 893,9$ ($ee = 0,008$)	$r = -0,6878$ ($p < 0,01$) $x = -820,05y + 976,68$ ($ee = 0,008$)	$r = -0,6299$ ($p < 0,01$) $x = 809,88y + 961,15$ ($ee = 0,008$)
$x = \text{BMI}$	$r = -0,4101$ ($p < 0,01$) $x = -89,74y + 115,88$ ($ee = 0,008$)	$r = -0,5418$ ($p < 0,01$) $x = -100,54y + 128,03$ ($ee = 0,009$)	$r = -0,5346$ ($p < 0,01$) $x = -106,99y + 134,28$ ($ee = 0,009$)
18-25 AÑOS			
$x = \log \Sigma$ skinfold (mm)	$r = -0,789$ ($p < 0,01$) $x = -9,11y + 11,21$ ($ee = 0,008$)	$r = -0,8338$ ($p < 0,01$) $x = -8,88y + 11,01$ ($ee = 0,007$)	$r = -0,8237$ ($p < 0,01$) $x = -9,07y + 11,16$ ($ee = 0,007$)
$x = \text{PCR}$	$r = -0,4319$ ($p < 0,02$) $x = -373,34y + 499,05$ ($ee = 0,012$)	$r = -0,5669$ ($p < 0,01$) $x = -452,08y + 585,01$ ($ee = 0,012$)	$r = -0,5191$ ($p < 0,01$) $x = -427,93y + 556,68$ ($ee = 0,012$)
$x = \text{BMI}$	$r = -0,4209$ ($p < 0,02$) $x = -81,77y + 109,64$ ($ee = 0,012$)	$r = -0,5618$ ($p < 0,01$) $x = -100,69y + 130,25$ ($ee = 0,012$)	$r = -0,5108$ ($p < 0,01$) $x = -94,63y + 123,22$ ($ee = 0,012$)

Abreviaturas: $\log \Sigma$ skinfold = logaritmo de la suma de los pliegues cutáneos. PCR = Peso del individuo, peso en tablas $\times 100$. BMI = Peso/talla². p = probabilidad asociada. ee = error estándar de estimación.

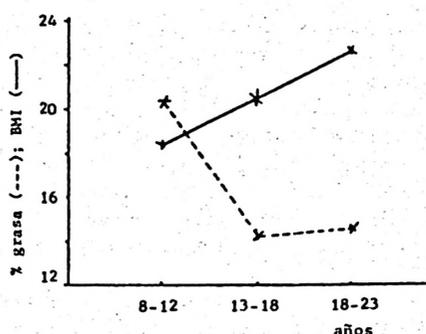


Fig. 5. Relación entre los valores promedio de BMI y el porcentaje de grasa 2, en los diferentes grupos de edades.

BMI (índice de masa corporal), peso/talla²; % de grasa, calculada a partir de la fórmula de WENG y LEVISON (20) para el cálculo del volumen residual.

ALLEN (2) estableció una parábola, no una recta como otros autores, relacionando la suma en milímetros de 10 pliegues cutáneos a la que descuenta 40 mm, con el porcentaje de grasa calculado a partir de peso hidrostático. Emplea una muestra de 87 adultos, hombres y mujeres, sin concretar edades, que en la nube de puntos aparecen en dos grupos con una clara distribución por sexos, a lo largo de la curva. Por todo ello no se puede establecer una comparación objetiva.

NOVAK (15), hace su estudio de densidad por peso bajo el agua, sobre una muestra no representativa de 21 niños de 12-14 años para los que obtiene una densidad de 1.0654 (SD = 0,020) y en 19 chicos de 14-16 años y 17 de 16-18 años, obtiene una densidad media de 1,0743 (SD = 0,030) la misma en ambos grupos, algo superiores a las que aparecen en la tabla I.

En cuanto al BMI, ROCHE *et al.* (17) lo estudia comparándolo con el porcentaje de grasa obtenido por pliegues cutáneos, en edades de 8-13, 13-18 y 18-49 años, encontrando unos coeficientes de $r = +0,68, 0,61$ y $0,77$ ($p < 0,01$) respectivamente; mientras que en este trabajo, el mismo BMI comparándolo con

la densidad por peso hidrostático, para las edades 8-12, 13-18 y 18-23 años, da unos coeficientes de $r = -0,78, 0,54$ y $0,56$ ($p < 0,01$).

En el presente estudio se observa que el BMI crece linealmente con la edad en los tres grupos, mientras que el porcentaje de grasa desciende hasta prácticamente estabilizarse tras la pubertad, no encontrando diferencias sustanciales entre los grupos segundo y tercero (fig. 5).

Agradecimiento

Mi profundo agradecimiento al Prof. Grande-Covian quien ha empleado tantas horas de su valioso tiempo en orientar, dirigir y revisar este trabajo, siendo para mí un estímulo constante y una lección permanente de buen hacer científico y humano.

Resumen

Se determina el tanto por ciento de grasa a partir de la densidad, en 189 muchachos, varones, de 8 a 23 años, empleando dos técnicas distintas: pliegues cutáneos y densitometría por pesada hidrostática. El volumen residual se calcula teóricamente y se hace un estudio comparativo de las tres fórmulas propuestas para su cálculo por Allen, Weng y Solymar. Se examina también la posible relación entre la densidad y otros índices como el peso corporal relativo y el índice de masa corporal.

Bibliografía

1. Allen, T. H.: *Aerosp. Med.*, **34**, 907-909, 1963.
2. Allen, T. H., Peng, M. T., Chen, K. P., Huang, T. F., Chang, G. y Fang, H. S.: *Metabolism*, **5**, 346-352, 1956.
3. Brook, C. G. D.: *Arch. Dis. Child.*, **46**, 182-184, 1971.
4. Brozek, J., Grande, F., Anderson, J. T. y Keys, A.: *N.Y. Acad. Sci.*, **110**, 113-140, 1963.
5. Burskirk, E. R.: *National Acad. Sci., National Res. Council. Wash.*, 90-106, 1961.

6. Documenta Geigy: Tablas científicas. J. R. Geigy, S. A. Basilea, 1965, 634.
7. Durning, J. V. y Rahaman, M. M.: *Br. J. Nutr.*, **21**, 681-689, 1967.
8. Durning, J. V. G. A. y Womersley, J.: *Br. J. Nutr.*, **32**, 77-79, 1974.
9. Garrow, J. S., Stalley, S., Diethelm, R., Pittet, Ph., Hesp, R. y Halliday, D.: *Br. J. Nutr.*, **42**, 173-183, 1979.
10. Gnaedinger, R. H., Reineke, E. P., Pearson, A. M., Van Huss, W. D., Vessel, J. A. y Montoye, H. J.: *Ann. N.Y. Acad. Sci.*, **110**, 96-108, 1963.
11. Goldman, R. F. y Buskirk, E. R.: *National Acad. Sci. National Res. Council, Wash.*, 78-89, 1961.
12. Grande, F.: En «Obesity in perspective» (Bray, G. A., edit.). Dept. Health Education and Welfare, 1975, Vol. II, pp. 189-203.
13. Malina, R. M., Meleski, B. W. y Shoup, R. F.: En «Clínicas Pediátricas de Norteamérica, Medicina del deporte». Intera-
mericana, Méjico, 1982, Vol. 6, pp. 1283-1301.
14. National Center for Health Statistic, Growth, Charts, U.S. Dep. Health Education and Welfare, Public Heart Service. Rockville, Md., 1976, pp. 75-107.
15. Novak, L. P.: *N.Y. Acad. Sci.*, **110**, 545-577, 1963.
16. Parizkova, J.: *Metab. Clin. Exptl.*, **10**, 794-807, 1961.
17. Roche, A. F., Siervogel, R. M., Cameron, W. y Webb, P.: *Am. J. Clin. Nutr.*, **34**, 2831-2838, 1981.
18. Shephard, J., Jones, G., Ishii, K., Kaneko, M. y Olbrecht, J.: *Am. J. Clin. Nutr.*, **22**, 1175-1189, 1969.
19. Smith, D. P. y Boyce, R. W.: *Am. J. Clin. Nutr.*, **30**, 560-564, 1977.
20. Solymar, L., Aronsson, P. H., Bake, B. y Bjure, J.: *Eur. J. Resp. Dis.*, **61**, 275-286, 1980.
21. Weng, T. R. y Levison, H.: *Am. Rev. Resp. Dis.*, **99**, 879-894, 1973.