

EVOLUCION ANTROPOMETRICA DE LA TALLA, PESO Y AGUA TOTAL CORPORAL PRE- Y POST-MENARCA

Sabina M. Zurlo de Mirotti, Aída M. E. Lesa, Margarita Barrón de Carbonetti, Hebe Roitter

Centro Universitario de Atención del Adolescente
Cátedra de Pediatría y Neonatología U.N.C. Corrientes 654 - 5000 Córdoba
Area Médica de la Escuela Superior de Comercio "M. Belgrano" U.N.C.

RESUMEN

El objetivo fue evaluar la evolución antropométrica de la talla, peso y agua total corporal 1 año antes y hasta un año después de la menarca en adolescentes escolarizadas de Córdoba de clase media superior de un establecimiento secundario de doble escolaridad de la U.N.C. Se realizó un estudio longitudinal de 48 adolescentes. El control se hizo cada 6 meses y al momento de la menarca. Se relevaron 20 variables antropométricas de las que se utilizaron talla y peso en este trabajo, se calculó el agua total corporal (ATC) por la ecuación de Mellits y Cheek y se valoró la maduración biológica de acuerdo a los criterios de Tanner. Se calcularon los incrementos en talla, peso y agua total corporal pre- y post-menarca, con ± 1 DE, así como el promedio de las variables estudiadas ± 1 DE. El incremento en talla y peso 12 meses antes de la menarca fue de 7,813 cm ($\pm 1,61$) y 7,488 Kg ($\pm 2,3$) respectivamente, con mayor velocidad en el primer semestre. Después de la menarca, en los 12 meses siguientes, tanto la talla como el peso aumentan, más la primera que el segundo, pero el incremento es menor que en el año anterior a la menarca. El aumento en los 12 meses posteriores es de un promedio de 3,480 cm ($\pm 1,18$) para la talla y de 2,524 kg ($\pm 1,90$) para el peso, con mayor velocidad en el primer semestre. De la misma manera el agua total corporal va disminuyendo, como un índice de grasa corporal, se correlaciona inversamente con el aumento de peso en grasa. Concluyendo, estos resultados se correlacionan perfectamente con el fenómeno biológico estudiado, de acuerdo a los patrones descriptos por otros autores en otros países con otras características raciales. La aparición de la menarca es un buen parámetro para predecir, con bastante aproximación, sin recurrir a otros cálculos, la talla final en una niña.

INTRODUCCION

La adolescencia corresponde a la última gran etapa evolutiva del ser humano, donde se alcanza entre el 20 y el 25% finales de la talla. Ocurre, también, un cambio en la composición corporal, con aumento de la masa magra de manera sostenida desde el inicio hasta la finalización de la pubertad (1). Esta masa magra es cualitativa y cuantitativamente mayor en el varón que en la mujer. La masa grasa, que en promedio es el doble en la mujer que en el varón a esta edad, aumenta de manera semejante durante esta etapa de desarrollo puberal y en la niña aumenta en mayor medida a partir de alcanzado el pico de máxima velocidad de crecimiento lineal. En este momento, en que aumenta la masa grasa y comienza la declinación de la curva de crecimiento en talla se produce la primera menstruación o menarca (10, 18). En circunstancias normales el pico de máximo crecimiento lineal ha ocurrido un año antes de la aparición de la menarca (12, 16, 18), y el crecimiento en la adolescente está casi completo, por tal motivo, el potencial de crecimiento después de la menarquía es limitado, unos 5-6 cm en promedio (4, 12, 19), para alcanzar la talla final adulta. Sin duda, en promedio, la menarca ocurre en el momento de máxima desaceleración del crecimiento estatural, que es el momento en que la velocidad desciende más agudamente (14, 19), y el aumento de la cantidad de grasa en la mujer deberá alcanzar un porcentaje mínimo, así como un peso crítico corporal, lo que sería necesario según Frisch, para la iniciación y mantenimiento de los ciclos menstruales (2, 3, 5-9, 12, 15).

En un grupo de niñas seguidas longitudinalmente cada 6 meses, se evaluó la evolución del crecimiento en talla, peso y agua total corporal desde un año antes y hasta un año después de la menarca, a los fines de corroborar

si seguían este mismo patrón de desarrollo y crecimiento. Es importante el uso de las medidas antropométricas para el seguimiento de los adolescentes en las escuelas, dentro de los programas de control de salud de los que se obtienen datos adicionales aplicables en la práctica médica, tal como lo describen otros autores (17).

MATERIAL Y METODO

Se estudió longitudinalmente una muestra compuesta por 48 niñas, sanas, bien nutridas, alumnas de un establecimiento secundario dependiente de la U.N.C., de doble escolaridad, pertenecientes a un nivel socioeconómico medio-superior y que ingresan al mismo a la edad de 10,5 años. El seguimiento de las mismas se hizo durante 20 años, y del total estudiadas se seleccionaron las 48 niñas que reunían los requisitos para la realización del presente trabajo, lo que implicaba haber sido examinada exactamente un año antes y 6 meses antes de la primera menstruación y a quienes después de ésta se las pudo seguir controlando por un año más.

El control se realizó cada 6 meses y al momento mismo de la menarca. Se las valoró desde el punto de vista antropométrico, según técnicas establecidas (20), en 20 variables, utilizándose en este trabajo talla y peso. Se calculó el agua total corporal (ATC) de acuerdo a la ecuación de Mellits y Cheek (7, 11) y se realizó un examen clínico completo y de maduración biológica.

De acuerdo a los datos obtenidos se calculó el incremento en talla y peso cada 6 meses desde un año antes y hasta un año después de la menarca, así como la evolución del agua total corporal (ATC) en los mismo períodos, obteniéndose el promedio (\bar{X}) de cada una de las variables con ± 1 DE. Se construyeron los gráficos correspondientes.

RESULTADOS

Del procesamiento de los datos surge que un año antes de la menarca la talla y el peso promedio era de 150,25 cm ($\pm 7,06$) y 37,463 Kg ($\pm 3,55$) respectivamente. El incremento total en ambas variables durante el año anterior a la aparición de la primera menstruación fue de 7,813 cm ($\pm 1,61$) para la talla y 7,488 Kg ($\pm 2,3$) para el peso,

notándose que el aumento fue mayor durante el primer semestre en que la talla aumenta 4,509 cm en relación a los 3,304 cm ($\pm 1,33$) en la segunda parte del año y el peso se eleva 4,253 Kg en el primer semestre y 3,253 Kg ($\pm 1,76$) en el segundo. (Tabla I)

Tabla I: Crecimiento en Talla y Peso desde un año antes y hasta un año después de la menarca

Talla cm Peso Kg	\bar{X}	Incr. \bar{X}
1 A A	T: 150,250 ($\pm 7,06$) P: 37,463 ($\pm 3,55$)	7,813 ($\pm 1,61$) 7,488 ($\pm 2,30$)
6 M A	T: 153,935 ($\pm 6,55$) P: 42,396 ($\pm 3,76$)	3,304 ($\pm 1,33$) 3,235 ($\pm 1,76$)
MENARCA		
6 M D	T: 158,591 ($\pm 5,60$) P: 47,300 ($\pm 4,46$)	2,091 ($\pm 0,88$) 2,448 ($\pm 1,91$)
1 A D	T: 159,320 ($\pm 5,75$) P: 48,060 ($\pm 5,07$)	3,480 ($\pm 1,18$) 2,524 ($\pm 1,90$)

La curva dibujada en la Figura 1 muestra como la menarca hace su aparición en el momento de desaceleración aguda de la velocidad de crecimiento (Tiempo 0) y como continúa esa desaceleración aunque sigue el aumento en ambas variables, durante el año siguiente a la menarquía, en que la talla tiene un incremento total de 3,480 cm ($\pm 1,18$) y el peso 2,504 Kg ($\pm 1,90$). Aquí también notamos que el incremento mayor se da durante el primer semestre que sigue a la menarca.

La talla y el peso promedio alcanzado al año posterior a la aparición de la primera menstruación fue de 159,32 cm ($\pm 5,75$) y 48,060 Kg ($\pm 5,07$) respectivamente (Tabla I). En las Figuras 2 y 3 se muestra la evolución antropométrica de la talla y el peso pre- y post-menarca, notándose cómo la talla tiende a frenarse y la curva de peso es ascendente.

El aumento de peso es debido en mayor medida al aumento de la masa grasa y como el cálculo de ésta se hace en base al porcentaje del agua total corporal (ATC), la curva dibujada en la figura 4 muestra cómo el porcentaje de agua desciende a medida que nos acercamos al momento de la menarquía y cómo continúa su des-

censo después de ésta, aunque más lentamente. Esto indica aumento del porcentaje de grasa corporal, ya que existe una relación inversa entre ellas, a mayor porcentaje de grasa corresponde menor porcentaje de agua y viceversa. En la Tabla II se observa la evolución de ambos porcentajes y del ATC, donde se consignan los valores promedios de cada variable desde un año antes y hasta un año después de la primera menstruación. Al preciso momento de la menarca los valores promedio son de 25,216 litros ($\pm 1,7$) para el ATC, de 55,270% para el agua corporal ($\pm 2,1$) y 23,237% ($\pm 3,52$) para la grasa corporal.

Tabla II: Evolución de agua total corporal, porcentajes de agua y grasa desde un año antes a un año después de la menarca

	Un Año Antes	6 Meses Antes	A la Menarca	6 Meses Después	Un Año Después
	\bar{x}	\bar{x}	\bar{x}	\bar{x}	\bar{x}
ATC	22,266 l ($\pm 1,795$)	24,077 l ($\pm 1,762$)	25,216 l ($\pm 1,7$)	26,030 l ($\pm 1,715$)	26,333 l ($\pm 1,781$)
% AT	59,556 ($\pm 2,683$)	56,917 ($\pm 2,377$)	55,270 ($\pm 2,1$)	55,232 ($\pm 2,765$)	55,059 ($\pm 3,088$)
% Gr	17,283 ($\pm 2,683$)	20,949 ($\pm 3,302$)	23,237 ($\pm 3,52$)	23,283 ($\pm 3,840$)	23,529 ($\pm 4,289$)

Después de la menarca, según R.I. Fried, en el 83,1% de las niñas el crecimiento es menor de 10 cm (promedio 6 cm), lo cual es aceptado por la mayoría de los autores (12, 18, 19), y el 16,9% podrían llegar a crecer más de 10 cm (4).

Como hemos consignado más arriba, durante el año que sigue a la menarca el aumento de la talla fue de 3,480 cm. Como el potencial de crecimiento continúa, teniendo en cuenta que el mismo cesa alrededor de los 17,3 años (13), era de esperar que el incremento total alcanzado posterior a la menarca fuera en promedio 5-6 cm, tal como lo describen los distintos autores. Según nuestra propia experiencia, en una muestra mayor estudiada a los fines de elaborar las tablas locales de crecimiento en talla y peso en ambos sexos -en edades comprendidas entre los 10,5 y 19,5 años- comprobamos que hubo niñas entre los 17 y 19 años que aumentaron su estatura 0,5 cm por año (20). Estos resultados no marcan diferencia con aquellos patrones de crecimiento y están de acuerdo a lo observado por nosotros en nuestras niñas.

Rev Fac Cienc Méd Córdoba 53 (1): 17 - 22, 1995

DISCUSION

Los cambios producidos en los últimos decenios en nuestra sociedad han planteado a las adolescentes nuevos desafíos, así como también nuevas oportunidades. La competencia académica, social, etc., hace que las expectativas sobre la talla final adulta que vayan a alcanzar sea un motivo más de preocupación.

En este momento ya no las angustia, como en décadas anteriores, el ser altas, sino más bien es que lo desean, pues sus parámetros son los modelos exitosas que se muestran en todos los medios de comunicación. Ahora más bien, lo frustrante para ellas es quedar con baja estatura. Por lo tanto, establecer el potencial de crecimiento posterior a la menarca en nuestras niñas nos proporciona un conocimiento adicional sobre lo que puede esperarse, en términos de ese crecimiento lineal después de ese evento y darle al profesional médico una herramienta válida para poder llegar a predecir, con cierta precisión, la talla final adulta de una niña que concurre a la consulta con ese interrogante.

Concluimos, también, en que no existen diferencias en este aspecto entre nuestras niñas y las estudiadas en otras latitudes.

SUMMARY

The aim of the survey was to assess the anthropometric evolution of height, weight and total body water 1 year prior and until 1 year after the menarche in a higher middle level scholar adolescents group from a double-time secondary school belonging to Córdoba National University.

A longitudinal study of 48 adolescents was performed. The control was made every six months and at the time of menarche, Twenty anthropometric variables were relieved from which height and weight were used, the total body water (TBW) was determined by Mellits and Cheek equation and biological maturation was assessed according to Tanner criteria. Height and weight, and total body water increase pre- and post-menarche was determined, with ± 1 SD, as well as the average of studied variables ± 1 SD.

Height and weight increase was of 7.813 cm (± 1.61) and 7.488 Kg (± 2.3) respectively 12 months

prior menarche, with a major speed in the first semester. After menarche, in the following months, height as much as weight increase, more the former than the latter, but there is less increase than in the year previously to menarche. The increase in the 12 posterior months has an average of 3.480 cm (± 1.18) for height and 2,524 Kg (± 1.90) for weight, with a major speed in the first semester. Likewise, the total body water decrease as an index of the body fat and is inversely correlated with the increase of weight in fat.

We conclude that these results are perfectly correlated with the studied biological phenomenon, according to patterns described by other authors in other countries with different racial features. The onset of menarche is a good parameter to predict, rather approximately, without using another estimates, the final height in a girl.

BIBLIOGRAFIA

1. Barnes H N: Physical Growth and development during Puberty. *Med Clin of North Am* 59:1305, 1975
2. Boyar R M, Katz J, Finkelstein J W et al.: Anorexia Nervosa: Inmaturity of the 24-hour luteinizing hormone secretory pattern. *N Eng J Med* 291:861-864, 1974.
3. Braisted J R, Mellin L, Gong E S et al.: The adolescent ballet dancer. *J Adolesc Health Care* 6:365-369, 1985.
4. Fried R I, Smith E E: Postmenarcheal Growth Patterns. *J Pediat* 61:562-565, 1962.
5. Frisch R E, Revelle R: Height and Weight at Menarche and Hypothesis of Menarche. *Arch Dis Child* 46:695-701, 1971.
6. Frisch R E, McArthur J W: Menstrual Cycles, fatness as a determinant of minimum weight for height necessary for their maintenance or onset. *Science* 185:949-951, 1974.
7. Frisch R E: Body composition and the onset of puberty: Effects of undernutrition and physical exercise. In: *Adolescence in females*. Year book Publishers Inc., Chicago, 1985, p.131-152.
8. Frisch R E: Obesidad y Fertilidad. *Investigación y Ciencia* 140:68-73, 1988.
9. Mansfield M J, Emans S J: Anorexia Nervosa, Deportes y Amenorrea. *Clin Ped N Am* 3:571-589, 1989.
10. Marshall W A, Tanner J M: Variation in the pattern of Pubertal Changes in Girls. *Arch Dis Childh* 44:291-303, 1969.
11. Mellits E D, Cheek D: The assessment of body water and fatness from infancy to adulthood. In: Brozek J (ed): *Physical Growth and Body Composition*, *Child Dev* 35:12-26, 1970.
12. Neistein L S: Problemas menstruales en las adolescentes. *Clin Ped N Am* 5:1221-1246, 1990.
13. Roche A, Davila G: Growth after puberty. En *Actas XIV Congreso Internacional de Pediatría*, Bs. As., Argentina, 5:138-152, 1974.
14. Reindollar R H, McDonough P G: Etiología y valoración del retraso del desarrollo sexual. *Clin Ped N Am*: 2:267-286, 1981.
15. Schwartz B, Cumming D C, Riordan E et al.: Exercise associated amenorrhea: A distinct entity? *Am J Obstet Gynecol* 141:662-668, 1981.
16. Soules M R: Amenorrea de la Adolescente. *Clin Ped N Am* 4:1159-1181, 1987.
17. Stuart H C, Meredith H J: Use of body measure in school health program. *Am J Pub Health* 36:1365, 1941.
18. Tanner J M: *Growth at adolescence*. Blackwell Scientific Publications, Oxford 2nd Ed., 1962.
19. Tanner J M: El hombre antes del hombre. El crecimiento físico desde la concepción hasta la madurez. *La Pubertad*, Cap. V. Fondo de Cultura Económica, México, 77-96, 1986.
20. Zurlo de Mirotti S M: Estudio biométrico de crecimiento y desarrollo en adolescentes de Córdoba. Muestra de un nivel socioeconómico medio-superior. Tesis doctoral, Facultad de Ciencias Médicas Univ. Nac. de Córdoba, 1982.

Figura 1: Evolución Antropométrica.
Incrementos de Peso y Talla

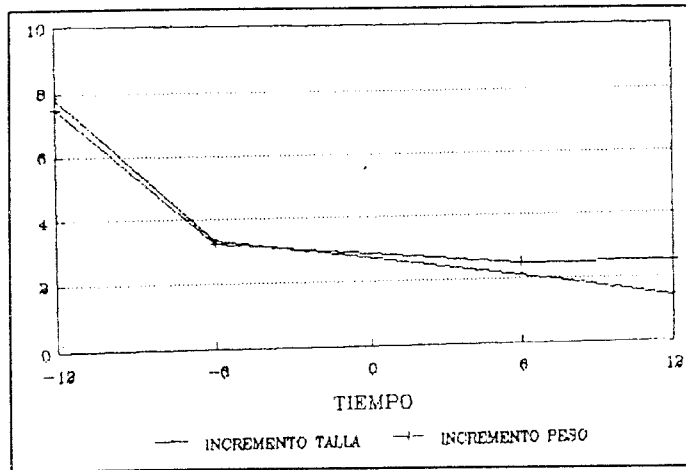


Figura 2: Evolución Antropométrica.
Talla

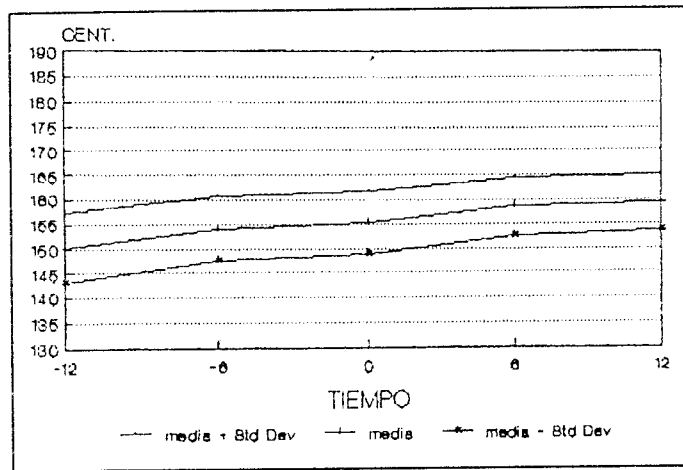


Figura 3: Evolución Antropométrica.
Peso

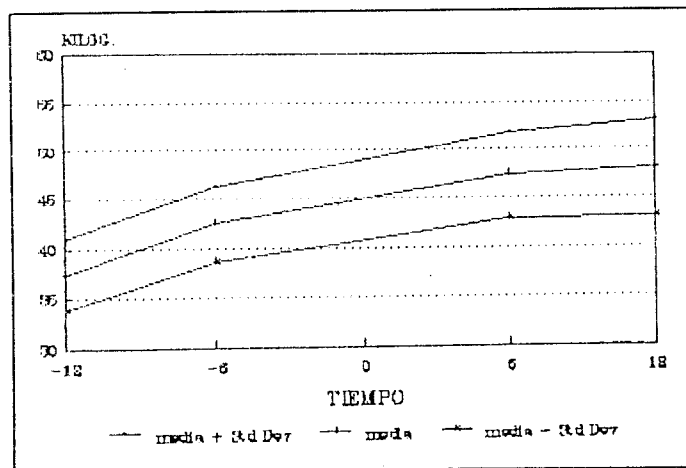
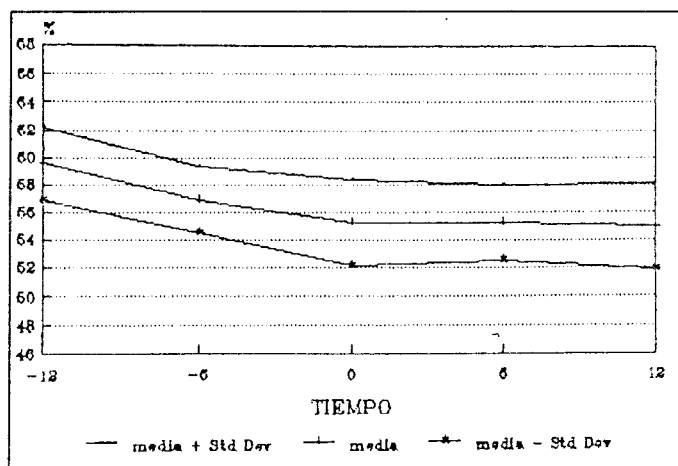


Figura 4: Evolución Antropométrica.
Porcentaje de Agua

COMPOSICION CORPORAL A LA MENARCA. ESTIMACION DEL PESO CORPORAL TOTAL, DEL AGUA CORPORAL TOTAL, DEL PESO CORPORAL MAGRO Y GRASO.

Sabina M. Zurlo de Mirotti, Aida M. E. Lesa, Margarita Barrón de Carbonetti, Hebe Roitter, Susana Villagra de Lacuara

Centro Universitario de Atención del Adolescente
Cátedra de Pediatría y Neonatología U.N.C. Corrientes 654 - 5000 Córdoba
Area Médica de la Escuela Superior de Comercio "M. Belgrano" U.N.C.

RESUMEN

El objetivo es corroborar en nuestro medio la observación efectuada por otros autores y descripta en la literatura, acerca de la obtención de un peso corporal crítico y un porcentaje de grasa adecuados -en base al cálculo del agua corporal total (ACT)- para el inicio y desarrollo de los eventos puberales. La muestra abarcó 92 niñas, sanas, bien nutridas, de un establecimiento secundario U.N.C. clase media superior. Se utilizó el método longitudinal con control cada 6 meses y al momento de la menarca. De las 20 variables antropométricas relevadas se utilizaron aquí talla, peso y pliegues cutáneos (tricip., subesc., abdominal). Se evaluó la maduración biológica según criterios de Tanner. Se calculó: Promedio peso y talla, ACT por la ecuación de Mellits y Cheek, como porcentaje del peso corporal (PC) $ACT/PC \times 100$, peso de la masa magra (PMM) $ACT/0,72$ y del porcentaje de grasa (G) $G/PC \times 100$ (peso grasa: PC-PMM) y promedio y percentiles de los pliegues cutáneos para cada niña al momento de la menarca. Se calcularon los percentiles 5/10/25/50/75/90/95 del porcentaje de grasa en relación al porcentaje de agua corporal. Resultados: a la menarca: Promedio de peso $45,885 \pm 5,706$, de talla $155,625 \text{ cm} \pm 6,363$, de ACT $25,216 \text{ lt} \pm 2,142$, de % ACT $55,270 \pm 3,108$, de % G $23,237 \pm 4,317$, del pliegue tricipital 12,25 mm, subescapular 9,22 mm y abdominal 13 mm. De los percentiles calculados para el porcentaje de grasa, siempre referido al de agua, al percentil 5 le corresponde el 60,791% de agua lo que equivale al 15,568% de grasa, porcentaje mínimo para iniciar los ciclos menstruales en nuestras niñas. La Dra. R. E. Frisch da como mínimo el valor correspondiente al 10° percentil, que coincide

con nuestros resultados, 17,391% de grasa para un 51,352% de agua para el mismo percentil, habiendo obtenido nosotros un valor menor, el del 5° percentil, al que consideramos como el mínimo porcentaje de grasa para la aparición de la menarca. El tener en cuenta la grasa corporal y poder calcular su porcentaje es un buen indicador, para que junto con otros parámetros, se pueda estimar la iniciación de los ciclos menstruales.

INTRODUCCION

Una cantidad determinada de grasa corporal es importante y necesaria para que se produzcan los eventos puberales (36), fundamentalmente la aparición de la menarca o primera menstruación, la que estaría relacionada con un promedio de peso corporal crítico. Ello ha sido observado y descripto por R. E. Frisch (13, 15, 17, 18, 23) y observado por otros autores (30, 31). El peso promedio de las niñas al comienzo del incremento del mismo no difiere entre las que maduran temprana o tardíamente, mientras que el promedio de talla -al tiempo de iniciación del brote de crecimiento en altura- varía significativamente con la edad (12, 15).

Similarmente, en el momento de máxima velocidad de ganancia de peso, el promedio de éste es el mismo en las que maduran precoz o tardíamente. No ocurre así para la talla (11, 13). Ello significaría que independientemente de la talla y de la edad de la menarca, el peso promedio en ese momento -la menarca- es igual para todas, maduradoras tempranas o tardías. Y sería el fundamento de las amenorreas secundarias a la pérdida de peso observadas en bailarinas (20, 45), atletas (1, 6, 24, 27) y mujeres con dieta alimentaria estricta (16), o pérdida brusca de peso sin nece-

sidad de estar por debajo del mínimo. Lo mismo que la menarca diferida (a veces hasta los 19 o 20 años) en aquellas mujeres que no alcanzaron el porcentaje de grasa o peso corporal crítico, hecho observable comúnmente en las gimnastas deportivas (4, 16, 19, 21, 22, 24, 30, 34, 40, 45), la maduración retrasada en las niñas malnutridas (8, 14) o con anorexia nerviosa (3, 26).

Nuestro presente estudio informa sobre los resultados que hemos obtenido al reproducir el trabajo de R. Frisch, en relación a la necesidad de poseer un porcentaje mínimo de grasa corporal para la iniciación de los ciclos menstruales. Ha sido efectivizado en alumnas de una escuela secundaria de nuestro medio. El seguimiento del grupo seleccionado ha significado la observación permanente, continuada en el tiempo, durante 10 años.

No se desconocen las controversias que aquel trabajo primitivo originó (29) ni se ignora que aún no existen explicaciones acabadas que lo hayan desechado. Los resultados que se publican corresponden a la observación metódica, consecuente, a intervalos reducidos, de niñas en edad de menarca.

MATERIAL Y METODO

La muestra abarcó 92 niñas en edades comprendidas entre 10,5 a 15,5 años, sanas, eutróficas, pertenecientes a un establecimiento secundario de doble escolaridad dependiente de la U.N.C. de nivel socioeconómico-superior. Se utilizó el método longitudinal de seguimiento con controles semestrales, a la edad y momento preciso de la menarca y hasta un año después de la misma. Se evaluaron antropométricamente 20 variables. Para este trabajo se utilizaron: talla, peso y pliegues cutáneo-adiposos (tricipital, subescapular, abdominal) medidos con calibre de Harpenden. Se evaluó la maduración biológica siguiendo los criterios de Tanner (42) para completar el examen clínico.

El diseño del protocolo fue hecho de modo que las niñas consideradas dentro de él vinieran a la consulta el día exacto del comienzo de sus ciclos menstruales. Quién no lo comunicó en ese preciso momento fue excluida de la investigación. Los controles fueron efectivizados cada 6 meses, desde su ingreso escolar a los 10,5 años

y hasta la aparición de su menarca (promedio 12,36 años) hasta un año después de la misma. El seguimiento durante el año posterior a la aparición de la menarca se hizo siguiendo el patrón que se había venido observando antes de la misma. A continuación de la misma se las examina justo a los 6 y 12 meses después.

Con los datos recogidos durante el seguimiento longitudinal se calculó: el promedio del peso y la talla al momento de la menarca, del agua total corporal, como porcentaje del peso corporal total, del peso de la masa magra y de la grasa, para cada una de las niñas en el momento mencionado. El agua total corporal (ACT) fue calculada por la ecuación de Mellits y Cheek (19, 24, 37). El peso corporal magro (PM) se obtuvo dividiendo el agua total por 0,72 (7, 24, 25). Después de la infancia el agua constituye el 72% de la masa magra del cuerpo. Conociendo la cantidad de agua, se determina el peso de la masa magra. Equivale al agua dividido por 0,72 (25). El peso de la grasa (PG) se obtuvo restando el peso de la masa magra del peso corporal total. A este resultado se lo divide por el peso corporal total y se lo multiplica por 100 (24) y se obtiene el porcentaje de grasa corporal (%G). Se calcularon los percentiles 5, 10, 25, 75, 90 y 95 para el porcentaje de grasa y agua corporal, para los pliegues y su sumatoria, así como para la talla y el peso. Se hizo la regresión entre porcentaje de grasa y la sumatoria de los pliegues.

Las fórmulas utilizadas fueron las siguientes (24):

$$\begin{aligned} \text{ACT} &= -10,313 + (0,252 \cdot \text{Peso(Kg)}) + \\ & (0,154 \cdot \text{Talla(cm)}) \\ \text{PM} &= \text{ACT}/0,72 \\ \text{PG} &= \text{PT} - \text{PM} \\ \%G &= \text{PG}/\text{PT} \times 100 \\ \%ACT &= \text{ATC} / \text{PT} \times 100 \end{aligned}$$

RESULTADOS

El procesamiento de los datos recogidos arrojó como resultado que la talla y el peso promedio a la menarca, en nuestras niñas, es de 155,6 cm \pm 0,469 y 45,9 Kg \pm 0,5 respectivamente. Para la Dra. Frisch 158,5 cm \pm 0,5 y 47,8 Kg \pm 0,5 para las mismas variables. La edad promedio es de 12,36 años para nuestra muestra y de 12,9 años para Frisch (24).

En la Tabla I se objetivan los percentiles 25, 50 y 75 de peso y talla. Demuestran que con la edad, en cada uno de ellos e independientemente del incremento en la talla, el peso se mantiene con ligeras variantes dentro del mismo promedio. Ello avaiaría la hipótesis del peso corporal crítico.

Tabla I: Percentiles de Talla y Peso a la Menarca

EDAD	n	PESO			TALLA		
		25	50	75	25	50	75
<=11,9	16	39,5	42,2	48,4	147,6	150,7	156,7
12-12,9	38	41,6	46,1	49,6	151,8	156,0	159,1
13-13,9	23	41,0	48,0	54,0	152,5	160,0	164,5
14 +	10	44,0	46,6	49,0	151,5	156,2	161,2

En el mismo momento el promedio de ACT, para todas las observaciones fue de 25,216 litros $\pm 0,158$. El porcentaje medio de agua fue de 55,270 $\pm 2,29$, y el porcentaje promedio de grasa corporal fue de 23,237 $\pm 0,318$. En la Tabla II se observa la evolución de estas variables desde un año antes a un año después de la menarca, tema desarrollado en otro trabajo aún no publicado.

Tabla II: Evolución del Agua Total, Porcentaje de Agua y Grasa desde un año antes a un año después de la Menarca

Variable	1 año antes	6 meses antes	A LA MENARCA	6 meses después	1 año después
ACT	22,266	24,746	25,216 (DE 2,1)	26,030	26,333
% ACT	59,556	58,446	55,270 (DE 3,1)	55,232	55,059
% G	17,283	18,825	23,237 (DE 4,3)	23,286	23,529

Al percentilar estos resultados observamos que entre los percentiles 5 al 95 correspondientes al porcentaje de agua y de grasa existe una relación inversa, pero que es coincidente -únicamente- en el percentil 50°. Así al percentil 5 del porcentaje de grasa (15,568%) le corresponde el percentil 95 del porcentaje de agua (60,791%). En la Tabla III se han ordenado los valores de acuerdo a su correspondencia y en la Figura 1 se han dibujado los percentiles 10, 50 y 90. Esta correlación inversa de los percentiles tiene su explicación en el hecho que la grasa corporal retiene poca agua (entre un 5 y 10%) (25); cuanto más grasa se posea menor será el porcentaje de agua del cuerpo y viceversa. Por lo tanto el ACT como porcentaje del peso corporal es un índice clínico más importante que el peso total, como índice de grasa.

En la Figura 1 el percentil 10 cuyo valor es de 17,391 de grasa (59,5% de agua) se consideraría

como el porcentaje mínimo necesario para iniciar los ciclos menstruales. No obstante en nuestras niñas hay un pequeño grupo que inició sus menstruaciones con un porcentaje de grasa del 15,568% (60,791 de agua), correspondiendo al 5° percentil, dato a tener en cuenta para no aferrarnos absolutamente al valor 17,3% de grasa, sino que hay una pequeña franja que tiene su menarca por debajo de ese valor.

Tabla III: Correspondencia de los Valores Percentilicos de Agua Total Corporal, Porcentaje de Agua y Porcentaje de Grasa.

Percentil	ACT lit.	% de Agua	% de Grasa
5	28,698	60,791	15,568
10	27,854	59,479	17,391
25	27,128	57,440	20,223
50	25,286	55,063	23,524
75	23,476	52,841	26,610
90	22,511	51,352	28,677
95	21,512	50,876	29,339

Al preciso momento de la menarca el cálculo del peso de la masa magra arroja un valor promedio de 35,02 Kg (DE 2,98) con un mínimo de 27,92 Kg y un máximo de 41,82 KG; al mismo tiempo el peso de la grasa corporal da un promedio de 10,86 Kg (DE 3,17), con un mínimo de 4,39 Kg y un máximo de 20,11 Kg (Tabla IV). El valor promedio hallado por la Dra. Frisch (15), también similar a los resultados obtenidos por Forbes (1972) (citado por la autora mencionada), para esos mismos parámetros fue de 36,3 Kg para la masa magra y 11,5 Kg para la grasa.

Tabla IV: Menarca: Peso de la Masa Magra y de la Grasa

Variable	Promedio	D. Est.	Mínimo	Máximo	n
Peso Graso	10,86	3,17	4,39	20,11	92
Peso Magro	35,02	2,98	27,92	41,82	92

Los datos de los pliegues cutáneo-adiposos fueron valorados y percentilados 1) individualmente y 2) en su sumatoria. En la Tabla V se puede visualizar la correspondencia de cada variable en su percentil respectivo, obviamente al momento de la menarca.

Se analizó la correspondencia que podría existir entre el porcentaje de grasa con cada pliegue en particular y con la sumatoria de los mismos, encontrándose que es con esta última (la sumatoria) con quien se correlaciona mejor.

De esta manera para la estimación del porcentaje de grasa corporal se tomó la suma de los

pliegues evaluados, tricipital, subescapular y abdominal. Previo a la estimación de la recta de regresión se eliminaron dos casos extremos, en los cuales la sumatoria se alejaba más de 3 desvíos standard, así como a 4 niñas que no tenían medidos los pliegues. Con los 86 casos restantes se obtuvo la siguiente ecuación:

$$\% \text{Grasa} = 12,16 + (0,313 \times \text{Sumat.Pliegues}) \quad (A)$$

En la Figura 2 se ha representado esta ecuación, además de los límites de confianza del 95%. Para obtener estos límites, conociendo la

suma de los pliegues, debe aplicarse la fórmula siguiente:

$$12,16 + (0,313 \times \text{Sumat.Pliegues}) \pm 1,66 \times 3,41 \sqrt{1,01 + (\text{Sum.Pl.} - 34,8)^2 / 5365} \quad (B)$$

De esta manera, con la suma de los pliegues en un caso particular, aplicando la fórmula (A) se obtiene el valor promedio esperado del porcentaje de grasa. Con la aplicación de la fórmula (B) se tiene en cuenta la dispersión de la variable, obteniéndose los límites inferior y superior que incluyan el 90% de los casos.

Tabla V. Correspondencia de los Valores Percentílicos de Agua Total Corporal, de porcentaje de Agua, de porcentaje de Grasa, Pliegues Tricipital, Subescapular, Abdominal y Sumatoria, Peso y Talla a la Menarca

Percentil	ACT Lit.	% de Agua	% de Grasa	Pliegue Tricip. (mm)	Pliegue Subesc. (mm)	Pliegue Abdominal (mm)	Sumatoria Pliegues	Talla (cm)	Peso (Kg)
5	28,698	60,791	15,568	7,8	6,0	7,2	21,0	145,00	37,50
10	27,858	59,479	17,391	8,5	6,5	8,5	23,5	147,50	38,95
25	27,128	57,440	20,223	10,5	7,5	11,0	29,0	150,50	41,50
50	25,286	55,063	23,524	13,0	9,0	13,0	35,0	155,50	46,15
75	23,476	52,841	26,610	15,0	11,2	15,0	41,2	160,00	50,00
90	22,511	51,352	28,677	17,0	13,0	17,5	47,5	164,25	53,50
95	21,512	50,876	29,339	19,2	15,5	19,0	53,7	167,00	54,50

La lectura de la Figura 2, a partir de ubicar la suma de los pliegues en el eje horizontal, permite estimar tanto la media como los límites de confianza del porcentaje de grasa sobre las rectas graficadas, sin necesidad del cálculo de las fórmulas (A) y (B).

La ecuación obtenida indica una relación significativa entre las variables. El coeficiente 0,313, con un error standard de 0,04 es altamente significativo. El R^2 de 0,34 es también significativo; no obstante, su valor relativamente bajo indica que faltaría incluir otras variables explicativas del porcentaje de grasa cual sería agregar la medición de otros pliegues, tales como el suprailíaco, el del muslo y pantorrilla, para abarcar todos los segmentos corporales.

Es por esta razón que el error standard de la regresión es relativamente importante, lo cual determina cierto alejamiento entre los límites inferior y superior de estimación. Estos límites seguramente se acercarían si se contara con la medición de otros pliegues.

La evaluación de los estadios puberales, para completar el examen clínico, revela que la menarca hace su aparición en mayor porcentaje en los grados 3 y 4 de desarrollo mamario y de vello pubiano, coincidiendo con la observación efectuada por nosotros y expuestas en otros trabajos (46) algunos no publicados aún.

DISCUSION

El método más sencillo y menos preciso consiste en estimar la grasa corporal a partir de la talla y el peso, y la medición de los pliegues cutáneo-adiposos producen una estimación más precisa del porcentaje de grasa que aquellos aisladamente (29, 41). No obstante la correlación entre el porcentaje de grasa por la consideración de la talla y el peso y la sumatoria de los pliegues, en este trabajo, es altamente positiva.

Al reproducir este trabajo la metodología utilizada por la Dra. Frisch (19, 24, 25) para tratar de demostrar la hipótesis de la necesidad de un "peso crítico corporal" y de un porcentaje de grasa mínimo para la aparición de la menarca, y poder comparar los resultados, los nuestros arrojan una diferencia en el promedio de talla de 3 cm menos, así como 2 Kg menos de peso. En cambio existe una correspondencia real en el porcentaje de grasa correspondiente al 10° percentil y dado por esa autora como el mínimo para la iniciación de los ciclos menstruales (18, 24, 25) y que es del 17,3% (59,5% de agua). A esto se lo podría explicar diciendo que independientemente de la talla y de la edad la cantidad de grasa presente en el momento de la iniciación de los ciclos menstruales se mantiene en su porcentaje adecuado, con disminución del porcentaje de agua

y aumento de la grasa. Existe, también, similitud en los otros percentiles graficados, el 50° y el 90°, con los valores de esta autora. Si bien en nuestra muestra un 5% de las niñas comenzó sus menstruaciones con un porcentaje de grasa del 15,5%, el 17,3% puede considerarse como el punto crítico a partir del cual una niña biológicamente madura puede estar próxima a iniciar sus ciclos menstruales y es de gran ayuda para el médico esta determinación ante la consulta, cuando la familia piensa en un retraso de la menarca.

En cuanto al peso magro y al de la grasa, nuestros resultados promedio no difieren significativamente de los de Frisch (15) y Forbes (1972), citado por la autora mencionada.

Se valoraron también, los pliegues cutáneo-adiposos a los fines de correlacionar los mismos con el porcentaje de grasa y tratar de hacer más práctica la evaluación clínica de un parámetro tan importante como el cálculo del porcentaje de grasa. Con la sumatoria de los mismos se obtiene una mayor correlación, no obstante existir con cada uno por separado, y se obtiene una ecuación que aplicada individualmente nos da el valor promedio esperado para esa niña, y que es igual al porcentaje de grasa correspondiente al 50° percentil calculado con el método del porcentaje de agua como índice de grasa corporal. De manera que la simple medida de los pliegues, la aplicación de las fórmulas (A) y (B) o su ubicación en la Figura 2 podemos obtener de una forma más práctica el porcentaje de grasa correspondiente a un individuo en particular, así como la utilización de las líneas percentílicas dadas en la Figura 1, necesitando para ello tener el peso y la talla correspondiente y uniendo las líneas horizontal y vertical, en el punto que marcará de este modo su ubicación en el gráfico.

Aunque los investigadores que emplean mediciones más precisas para determinar la composición corporal, como por ejemplo la hidrodensitometría, no se inclinan en favor de la teoría de la grasa crítica de Frisch (28, 33, 35), tampoco han aclarado bien la función de los cambios de la composición corporal en la regulación del funcionamiento menstrual.

Son muchos los autores (5, 32, 44) que señalan la recuperación de la menstruación en depor-

tistas amenorreicas cuando recuperan peso y disminuyen la intensidad del entrenamiento. Aún cuando nuestra observación no es la de deportistas, aquello puede usarse como testimonio, ya que el estudio se efectuó durante el desarrollo normal del adolescente no sometido a ningún estrés particular (ej. deporte de competición) sino durante el desarrollo de una pubertad biológicamente normal para un grupo de nuestro medio. En nuestra experiencia profesional, las niñas no deportistas que bajaron de peso por efecto de las dietas de adelgazamiento y presentaron amenorrea, restauraron las menstruaciones cuando se elevó el peso corporal al nivel crítico necesario para esa niña en particular.

Se vuelve a coincidir con la Dra. Frisch en su trabajo de 1990 (26) donde presenta evidencia de que un alto porcentaje de grasa corporal (26,28% para ella) es necesario en la mujer madura para regular los ciclos ovulatorios, a los que alcanza la adolescente cuando llega a su madurez. El adecuado porcentaje de grasa corporal en la mujer puede influenciar directamente la habilidad reproductiva (20, 38, 39): 1) como fuente extragonadal de estrógenos, por aromatización de los andrógenos a estrógenos; 2) influenciando la dirección del metabolismo estrogénico hacia formas más o menos potentes; 3) cambiando las propiedades de enlace de las hormonas sexuales a las globulinas que las transportan.

Es decir, que la composición corporal está estrechamente ligada al buen funcionamiento del eje hipotálamo-hipofisario-gonadal que regula los ciclos menstruales en su aparición y mantenimiento (2, 19, 10), así como la habilidad reproductiva de la mujer, tanto como en el varón (25,43).

CONCLUSION

Existe una manifiesta tendencia al incremento del porcentaje de grasa corporal y a la disminución del porcentaje de agua total, como un índice de grasa, al acercarse la menarca. Esto sirve para predecir la aparición de la misma. El porcentaje mínimo de grasa necesario para iniciar los ciclos menstruales es de 17,3 correspondiente al 10° percentil.

SUMMARY

Our aim was to confirm in our environment what has been observed and described by other writers about the importance of achieving a "critical body weight" and an adequate "fat percentage" -on the basis of the calculation of total body water- for the initiation and development of pubertal events. This study included 92 girls, healthy, well nourished, belonging to upper middle class from a high school of The National University of Córdoba. The longitudinal method of control was used every 6 months and at the precise moment of menarche. Out of 20 antropometrical variables observed height, weight and skin folds (tricipital, subscapular and abdominal) were used. The biological maturation was evaluated according to Tanner's criteria. It was estimated the average of weight an height, TBW as percentage of body weight, lean body and fat weight, fat percentage and skin folds percentiles for each girl at menarche. A regression between fat percentage and skin folds was done. Percentiles 5 to 95 of fat percentage in relation to body water percentage were estimated. At menarche the average for the different variables are: Height 155.6 cm \pm 0.469; Weight 45.8 Kg \pm 0,5; TBW 25.216 lit. \pm 0.158; %TBW 55.270 \pm 2.29; %F 23.237 \pm 0.318; lean body weight 35.02 Kg (S.D. 2.98); fat weight 10.86 Kg (S. D. 3.17). The addition of skin folds was correlated to fat percentage , thus, an equation was obtained for the average calculation of such percentage %F= 12.16 + (0.313 x fold addition). The minium percentage for the onset of menstrual cycles is 17.3% and corresponds to percentile 10. However, there is a 5% of girls who start to menstruate with a 15.5% of fat and none of them is below that value. The reasons mentioned above suggest that is necessary to obtain a "critical body weight" as well as a "fat percentage" minimum for the onset and maintenance of menstrual cycles, among our girls, similar o what has been obtained by doctor Frisch.

BIBLIOGRAFIA

1. Anonymus: Running, Jumping... amenorrhea. *Lancet* 2:638-640, 1982.
2. Beaumont P J, George C W, Pimstone B L et al.: Body weight and the pituitary response to hypothalamic releassing hormones in patients with anorexia nervosa. *J Clin Endocrinol Metab* 43:487-490, 1976.
3. Boyar R M, Katz J, Finkelstein J W et al.: Anorexia Nervosa: Inmaturity of the 24-hour luteinizing hormone secretory pattern. *N Eng J Med* 291:861-864, 1974.
4. Claessens A L, Malina R M, Lefevre J, Beunen G, Stijnen V et al.: Growth and menarcheal status of elite female gymnasts. *Med Sci Sports Exere* 24:755-763, 1992.
5. Cohen J L, Chung S K, May P B Jr et al.: Exercise, body weight and amenorrhea in professional ballet dancers. *Physician and Sports Medicine*, 10:92-101, 1982.
6. Dale E, Gerlach DH, Wilhite A L: Menstrual dysfunction in distance runners. *Obstet Gynecol* 54:47-50, 1979
7. Delwaide P A, Crenier E J: Body potassium as Related to Lean Body Mass Measured by Total Water Determination and by Anthropometric method. *Human Biol* 45:509-512, 1973.
8. Dreizen S, Sperakis Ch N, Stone R E: A comparison of skeletal growth and maturation in under-nourished and well-nourished girls before and after menarche. *Pediatrics* 70:256-263, 1967
9. Fishman J, Boyar R M, Heilman L: Influence of body weight on estradiol metabolism in young women. *J Clin Endocrinol Metab* 41:989-991, 1975.
10. Fishman J: Alterations in strogen metabolism induced by body weight changes implications in puberty. In *Adolescence in Females*, Editorial Board, Year Book Medical Publishers, Inc. Chicago p 117-130, 1985.
11. Frisch R E, Revelle R: The height and weight of adolescence boys and girls at the time of peak velocity of growth in height and weight: Longitudinal data. *Human Biol* 41:536-539, 1969.
12. Frisch R E, Revelle R: Height and Weight at menarche of critical body weight at adolescent events. *Science* 169:397-399, 1970.

13. Frisch R E, Revelle R: Height and Weight at Menarche and a Hypothesis of Menarche. *Arch Dis Child* 46:695-701, 1971.
14. Frisch R E: Weight at Menarche: similarity for well nourished and undernourished girls at differing ages, and evidence for historical constancy. *Pediatrics* 50:445-491, 1972.
15. Frisch R E, Revelle R, Cook S: Components of Weight at Menarche and the initiation of the adolescent Growth Spurts in girls: Estimated Total Water, Lean Body Weight and Fat. *Human Biol* 45:469-483, 1973.
16. Frisch R E, McArthur J W: Menstrual Cycles: fatness as a determinant of minimum weight for height necessary for their maintenance or onset. *Science* 185:949-951, 1974.
17. Frisch R E: Fatness of girls from Menarche to Age 18 Years, with a Nomogram. *Human Biol* 48:353-359, 1976.
18. Frisch R E: Population, Food Intake, and Fertility. *Science* 199:22-30, 1978.
19. Frisch R E, Wyshack G, Vincent L: Delayed Menarche and Amenorrhea of Ballet Dancers. *N Engl J Med* 303:17-19, 1980.
20. Frisch R E, Canick J A, Tulchinsky D: Human Fatty Marrow Aromatized Androgen to Estrogen. *J Clin Endocrinol Metab* 51:394-395, 1980.
21. Frisch R E, Von Gotz-Welbergen A, McArthur J W et al.: Delayed Menarche and Amenorrhea of College Athletes in Relation to Age of Onset of Training. *JAMA* 246:1559-1561, 1981.
22. Frisch R E: What's below the Surface? *N Engl J Med* 22:1019-1020, 1981.
23. Frisch R E: Fatness, Menarche, and Female Fertility. *Perspectives in Biology and Medicine* 28:611-633, 1985.
24. Frisch R E: Body composition and the onset of puberty: Effects of undernutrition and physical exercise. In: *Adolescence in females*. Yearbook Publishers Ed. Board Inc., Chicago, 1985, p.131-152.
25. Frisch R E: Obesidad y Fertilidad. *Investigación y Ciencia* 140:68-76, 1988.
26. Frisch R E: The right weight: body fat, menarche and ovulation. *Baillieres Clin Obstet Gynaecol* 4: 419-439, 1990.
27. Frisch R E, Snow R, Gerard E L et al.: Magnetic resonance imaging of body fat of athletes compared with controls, and the oxidative metabolism of estradiol. *Metabolism* 41: 191-193, 1992.
28. Hergenroeder A C, Klish W J: Composición corporal en los deportistas adolescentes. *Clin Ped N Am* 5:1111-1137, 1990.
29. Johnston F E, Roche A F, Schell L M et al.: Critical weight at menarche. *Am J Dis Child* 129:19-23, 1975.
30. Kennedy J C, Mitra J: Body Weight and Food Intake as Initiation Factors for Puberty in the Rat. *J Physiol* 166:408-411, 1963.
31. Kennedy J C: Interactions between Feeding behavior and Hormones during Growth. *Ann N Y Acad Sci* 157:1049-1051, 1969.
32. Lindberg J S, Powell M, Hunt M M et al.: Increased vertebral bone mineral in response to reduce exercise in amenorrheic runners. *West J Med* 146:39-42, 1987.
33. Louks A B, Horvath S M: Exercise Induced Stress Responses of Amenorrheic and Eumenorrheic Runners. *J Clin Endocr Metab* 59:1109-1120, 1984.
34. Malina R M, Spirduso W W, Tate C: Age at menarche and selected menstrual characteristics in athletes at different competitive levels and in different sports. *Med Sci Sports* 10:218-223, 1978.
35. Malina R M: Physical Growth and Maturity Characteristics of Young Athletes. *Human Kinetics Publishers, Champaign* 11:73-94, 1982.
36. Marshall W A, Tanner J M: Growth and Physiological Development during Adolescence. *Annual Review of Medicine* 19:283-290, 1968.
37. Mellits E D, Cheek D: The assessment of body water and fatness from infancy to adulthood. In: Brozek J (ed): *Physical Growth and Body Composition*, *Child Dev* 35:12-26, 1970.
38. Nimrod A, Ryan K J: Aromatization of Androgens by Human Abdominal and Breast Fat Tissue. *J Clin Endocrinol Metab* 40:367-370, 1975.
39. Nisker J A, Hammond G L, Siiteri P K: More on Fatness and Reproduction. *N Engl J Med* 303:1124-1127, 1980.
40. Rutherford O M: Spine and total body bone mineral density in amenorrheic endurance athletes. *J Appl Physiol* 74:2904-2908, 1993.

- 41. SlaughterMH., LohmanTG, et al.: Skinfold Equations for Estimation of Body Fatness in Children and Youth. Human Biol. 60:709-723, 1988.
- 42. Tanner J M: Growth at adolescence. Blackwell Scientific Publications, Oxford 2nd Ed., 1962.
- 43. Theintz G E, Howald H, Weiss V, et. al.: Evidence for a reduction of growth potential in adolescent female gymnasts. J Pediat. 122:306-313, 1993.
- 44. Vigersky R A, Andresen A E, Thompson R Het al.: Hypotalamic Dysfunction in Secondary Amenorrhea Associated with Simple Weight Loss. N Engl Med 297:1141-1145, 1977.
- 45. Warren E M: The Effects of Exercise on Pubertal Progression and Reproductive Functions in Girls. J Clin Endocrinol Metab 51:1150-1157, 1980.
- 46. Zurlo de Mirotti SM: Estudio biométrico de crecimiento y desarrollo en adolescentes de Córdoba. Muestra de un nivel socioeconómico medio-superior. Tesis doctoral, Facultad de Ciencias Médicas Univ. Nac. de Córdoba, 1982.

Figura 1: Peso para la Talla a la Menarca según percentil de porc.de agua corporal

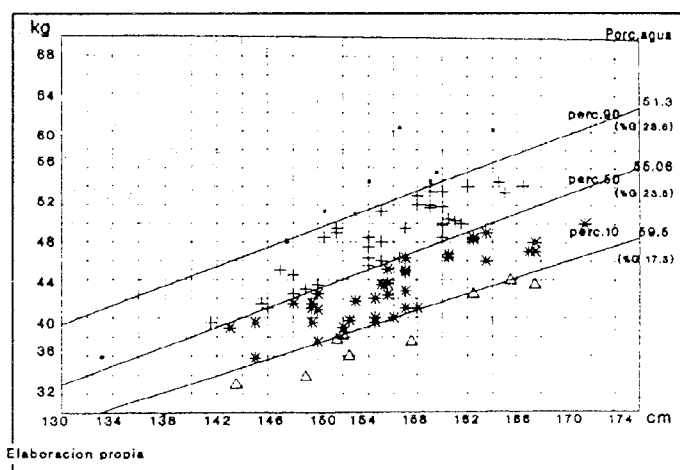


Figura 2: Estimación del Porcentaje de Grasa según suma de pliegues

