

Distribución de la adiposidad en nadadores según categorías de pubertad

Betty Pérez¹, Consuelo Prado², Julieta Aréchiga³, Esteban Arroyo^{1,4}

Resumen. La distribución de la adiposidad al igual que otros componentes del físico humano, experimenta cambios a lo largo de la ontogenia. El objetivo de esta investigación fue analizar la distribución de la adiposidad en 178 nadadores venezolanos, clasificados por maduración sexual (prepúber, púber inicial y púber avanzado). Se utilizó el análisis de componentes principales (ACP), a partir de las regresiones lineales de los logaritmos de ocho pliegues de tejido adiposo. En los nadadores se identificaron 3 ACP para el prepúber y púber avanzado y 2 en el inicial. El Primer Componente (PC1) en el prepúber está asociado con la adiposidad total; en inicial y avanzado, indica un patrón de distribución tronco-extremidad que compromete a todos los pliegues del tronco tanto superior como inferior. En las nadadoras se identificaron 2 componentes en el prepúber y 3 en inicial y avanzado, en estas últimas se acumula el mayor porcentaje de varianza (81.5%). Los PC1 en los tres grados de maduración están asociados con la adiposidad total, el Segundo Componente (PC2) indica la distribución tronco-extremidad. La agrupación por categorías de maduración es bastante consistente ya que el patrón de dispersión de las edades cronológicas no genera una variabilidad considerable. La centralidad en los varones se corresponde con la misma tendencia observada en la población no atlética venezolana. Finalmente se establece la necesidad de considerar como variable pivotal cada uno de los estadios de maduración cuya importancia se ha señalado en la detección de talentos de niños y adolescentes. *An Venez Nutr 2007;20 (2): 76-83.*

Palabras clave: Nadadores, antropometría, composición corporal, pliegues, componentes principales, Venezuela.

Body fat distribution in young swimmers according to pubertal development

Abstract. Physical growth is a continuous that begins prenatally and continues as postnatal life progress. As such, the distribution of fat in the body also changes. The aim of this paper was to analyze body fat distribution of 178 Venezuelan swimmers previously classified by sexual development traits (prepuberty, initial puberty and advanced puberty). Principal components analysis using logarithms of linear regression of eight skinfolds was used to evaluate fatness and fat patterning. Three principal components emerged for prepuber and advanced male swimmers, and two components for initial puberts. A first component (PC1) at the prepuberty state was positively related to all skinfolds sites; represents the level of fatness, while the other two states of maturation identifies trunk-extremity pattern. In the female group two components emerged at the prepuber and three at initial and advanced puberts, this latter stage of maturity accounted for the greatest percentage of variance (81.5%). In all, PC1 indicates adiposity while (PC2) showed a trunk-oriented pattern of distribution. Grouping by stage of secondary sex characteristics was consistent since dispersion as indicated for chronological age did not depicted a considerable variation. Data suggest that swimmers follow the same tendency of a trunk-oriented pattern of distribution observed in Venezuelan non-athletic population. Need to take into account classification of athletes by sexual development traits is highlighted, as a clue to detect talent and performance of children and youths. *An Venez Nutr 2007;20 (2): 76-83.*

Key words: Swimmers, anthropometry, body composition, skinfolds, principal components, Venezuela

Introducción

Los cambios que ocurren durante el desarrollo puberal no sólo afectan la velocidad del crecimiento en talla y peso, sino que también inciden en los distintos compartimientos

de la composición corporal en general, entre ellos el tejido adiposo y su distribución (1). De acuerdo a Rogol (2), estas modificaciones se derivan de la actividad conjunta de varios ejes endocrinos y de la hormona del crecimiento.

La adiposidad y su distribución es un tema relevante que ha sido tratado en la literatura científica, por razones epidemiológicas y por la importancia que esta característica tiene en la detección de talento y en el desempeño atlético en general. Este último evidencia cierta asociación con la maduración, la cual a su vez, es un indicador que puede explicar los cambios en la fuerza, velocidad y resistencia de los jóvenes atletas. Varios investigadores han descrito las modificaciones que se producen tanto en la adiposidad como en su distribución por efectos de la edad, sexo, grupo étnico y maduración (3,4).

1. Instituto de Investigaciones Económicas y Sociales. Unidad de Bioantropología, Actividad Física y Salud. FaCES. Universidad Central de Venezuela.

2. Departamento de Antropología. Facultad de Ciencias Biológicas. Universidad Autónoma de Madrid.

3. Instituto de Investigaciones Antropológicas. Universidad Nacional Autónoma de México.

4. Escuela de Antropología. FaCES. Universidad Central de Venezuela.

Financiamiento: Consejo de Desarrollo Científico y Humanístico de la Universidad Central de Venezuela (PG 05-30-474100).

Solicitar copia a: Dra. Betty M. Pérez, e-mail: mariusa@movistar.net.ve

En Venezuela sin embargo, son escasas las publicaciones en torno a esta temática (5), especialmente en relación al comportamiento de estas características en grupos de nadadores infantiles y juveniles cuando se les clasifica de acuerdo a la maduración sexual. Se conoce que durante la pubertad las diferencias en el físico se hacen más manifiestas no solo en individuos de sexos opuestos, sino también en aquellos de un mismo sexo que difieren en características de maduración, manifestándose principalmente en los maduradores tempranos, como es el caso de los nadadores, (6) en una marcada aceleración del crecimiento con cambios en la composición y en las proporciones de las dimensiones corporales (7).

De acuerdo a estos criterios, los profesionales de las ciencias aplicadas al deporte deberían tomar en cuenta la evaluación de la maduración, en sus diferentes componentes, entre ellos la distribución de la adiposidad, como una información importante previa a la dosificación del entrenamiento, sobre todo en aquellas especialidades como en la natación, donde las características de tamaño, fortaleza y resistencia, adquieren singular relevancia para un mejor desempeño deportivo (8). Por otra parte la adiposidad y su distribución en atletas, podría considerarse como un buen indicador de la calidad del entrenamiento en los distintos ciclos de la preparación de los mismos, ya que autores como Koutedakis, et al (9) y Landers, et al, (10), han encontrado cambios en el tejido adiposo de acuerdo a la intensidad de la actividad física.

En función de lo anteriormente planteado, el propósito específico de este estudio, es dar a conocer un perfil de la adiposidad subcutánea y su patrón de distribución, en un grupo de nadadores venezolanos, clasificados a priori por categorías de maduración sexual, aspecto que es de interés para los propios atletas y entrenadores, dado que la variación en este elemento de la composición corporal, influye en el desempeño deportivo, competencias por grupos etáreos y en la identificación, selección y desarrollo de talento (11). Los datos se derivan de un proyecto de investigación más amplio, en el cual se analizan diferentes aspectos biológicos, nutricionales y socioeconómicos de este grupo de deportistas (12).

Métodos

La población objeto del estudio estuvo conformada por los atletas federados de natación, adscritos a la Asociación de Deportes Acuáticos del Estado Miranda, Venezuela, entendiéndose como tal, aquellos que practican regularmente esta especialidad deportiva con fines competitivos, bajo un estricto control del entrenamiento.

Se evaluaron en total 178 nadadores (114 masculinos ÷

=12,71 ± 2,47 años y 64 femeninos ÷ =12.72 ± 2,79 años), entre los 7 y 18 años. En su totalidad, el estudio censal cubrió el 63 % de los nadadores federados del Estado Miranda. Los deportistas se citaron a partir de las 3 p.m., antes de comenzar su entrenamiento diario, para realizar las evaluaciones antropométricas y de maduración sexual, en un local acondicionado para tal fin, asignado por cada uno de los clubes participantes

Los lineamientos utilizados para la recolección de los datos antropométricos siguieron el perfil propuesto por la Sociedad Internacional para el Avance de la Kinantropometría (ISAK), específicamente en cuanto a la señalización y localización de los puntos antropométricos así como también, lo relativo al error técnico de medición alcanzado: < 5% para los pliegues de tejido adiposo (13). La valoración de la adiposidad y su distribución se realizó con ocho pliegues: tríceps, subescapular, bíceps, cresta ilíaca, supraespinal, abdominal, muslo frontal y pantorrilla medial. En todas las ocasiones, para la toma de las medidas se contó con el apoyo de un anotador. Es oportuno señalar que la fase de trabajo de campo se ajustó a los principios éticos que deben regir la recolección de la información, obteniéndose previamente el consentimiento informado de padres y atletas (13).

El equipo antropométrico consistió en: estadiómetro portátil Harpenden, con rango de 700 mm a 2060 mm, para medir la talla de pie del sujeto. Balanza Taylor con una precisión de 0,5 kg para obtener el peso. Cintas métricas Lufkin, de metal, flexibles, calibradas en centímetros, con gradación milimétrica para la localización precisa de algunos puntos anatómicos de referencia y pliegues específicos. Calibrador Slim Guide para la evaluación de los pliegues adiposos, de precisión comprobada (13,14), con una escala de 0 a 85 mm y una presión constante de 10 gr. por mm².

Para analizar el desarrollo de los caracteres sexuales secundarios se utilizó el método de la auto-evaluación de acuerdo a los cinco estadios de desarrollo de Tanner: glándula mamaria (GM) en el sexo femenino y de los genitales (G) en el sexo masculino; los estadios de desarrollo del vello pubiano (VP) y vello axilar (VA) en los varones y en las niñas (15,16), agrupados en las tres categorías propuestas por Nicoletti (17): Prepúberes (GM1/G1), Púberes Iniciales (GM2-3 / G2-3) y Púberes Avanzados (GM4-5 / G4 -5).

Análisis estadístico

El análisis de los componentes principales se ha utilizado en diferentes investigaciones para evaluar la acumulación

de tejido graso en distintas regiones del cuerpo, tanto en población general (18,19), como en grupos de deportistas (20), característica que se considera como un rasgo individual con pocos efectos derivados del medio ambiente (21).

En el tratamiento de los datos se aplicaron las recomendaciones metodológicas de Healy y Tanner (22), para minimizar el efecto de la adiposidad total, adaptándose de la manera siguiente: Se obtuvo la sumatoria de los 8 pliegues considerados en este estudio. A cada pliegue y a la correspondiente sumatoria, se le realizaron transformaciones logarítmicas. El efecto del primer componente se controló mediante una regresión lineal simple sobre los logaritmos de cada pliegue y se tomó como variable dependiente, el logaritmo de la sumatoria de los pliegues. Los residuos de cada regresión, se consideraron como nuevas variables para hacer un Análisis de Componentes Principales (ACP) en ellos, el efecto de la adiposidad total fue controlado de manera que los componentes reflejaran las combinaciones de los pliegues. Se tomaron aquellos componentes con autovalores mayores que 1. También se consideraron como significativas, el valor de las puntuaciones de las variable dentro de cada componente mayor o igual a 0,5. Adicionalmente, se realizaron las pruebas de KMO (Kaiser-Meyer-Olkin) y de esfericidad de Bartlett (23), para conocer la confiabilidad de los ACP. Estas se consideraron aceptables debido a que las pruebas KMO y Bartlett resultaron significativas. El análisis se realizó en primer lugar por sexo y posteriormente por categorías de maduración sexual. Todos los cálculos se realizaron con el paquete SPSS ver. 13.0 y SPAD ver 4.5.

Resultados

En el Cuadro 1, se presenta la edad del grupo en referencia, la estadística descriptiva de los pliegues de tejido adiposo y la sumatoria de los mismos, expresadas en medias y desviaciones típicas para cada sexo. Como se puede apreciar, el sexo femenino posee valores mayores para estas variables. En la Figura 1 se observa esta característica representada por la sumatoria de los ocho pliegues. El valor de la mediana de los logaritmos de la sumatoria de los pliegues es mayor en el sexo femenino, mientras que la longitud de los "bigotes" en el sexo masculino representa una mayor dispersión.

En el Cuadro 2, se muestran los valores de las coordenadas en los dos componentes para los grupos masculinos y femeninos respectivamente, así como también el porcentaje de varianza explicado y el acumulado para ambos grupos. Los dos primeros componentes representan un 53,69% de la varianza total para el sexo masculino, mientras que para el sexo femenino los dos primeros componentes representan el 59,26%.

Cuadro 1. Estadística descriptiva de los pliegues de tejido adiposo, por sexo.

	Masculinos (n = 114) Media \pm Ds	Femeninos (n = 64) Media \pm Ds
Edad	12,71 \pm 2,47	12,72 \pm 2,79
Pliegue Abdominal	9,98 \pm 4,64	13,18 \pm 4,99
Pliegue del Bíceps	5,19 \pm 2,30	6,67 \pm 2,11
Pliegue de la Cresta Ilíaca	10,64 \pm 5,13	14,44 \pm 5,74
Pliegue del Muslo	12,98 \pm 4,63	16,76 \pm 4,55
Pliegue de la Pantorrilla	10,05 \pm 3,90	11,92 \pm 3,28
Pliegue Supraespinal	6,66 \pm 3,33	9,52 \pm 3,61
Pliegue Subescapular	6,89 \pm 2,16	9,01 \pm 3,43
Pliegue del Tríceps	9,93 \pm 3,48	11,01 \pm 3,29
Suma 8 Pliegues	71,33 \pm 26,57	92,51 \pm 23,86

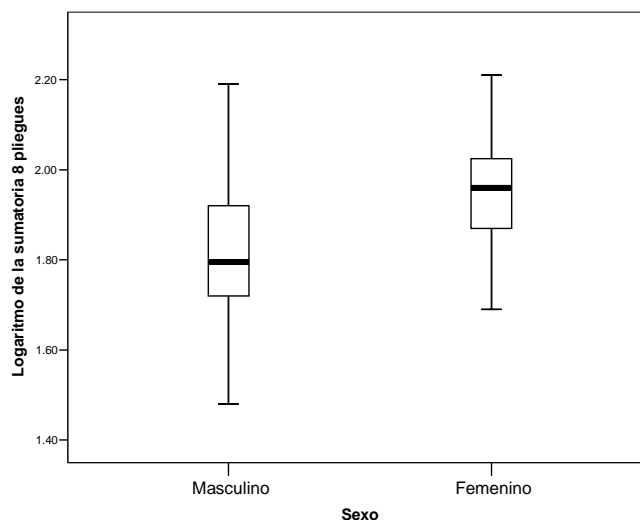


Figura 1. Boxplot del logaritmo de la sumatoria de los 8 pliegues.

Se observa que para el sexo masculino, el primer componente (PC1), separa a los pliegues de las extremidades (bíceps, tríceps, muslo y pantorrilla), con signo negativo y los pliegues del tronco (subescapular, abdominal, supraespinal y cresta ilíaca), con signo positivo. Esta situación define un patrón de distribución de grasa tronco-extremidad, la principal oposición se observa debido a los mayores valores registrados para el pliegue abdominal (0,720) y pliegue del tríceps (-0,566). Este primer componente explica un 31,59% de la varianza total. El segundo componente (PC2), representa la adiposidad total, debido a que todos los pliegues poseen un mismo signo, caracterizado fundamentalmente por el pliegue del bíceps (0,611), subescapular (0,597) y pantorrilla (0,554). Este componente explica el 22,10% de la varianza total.

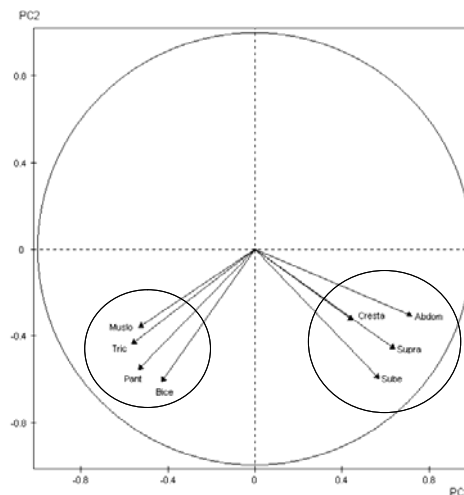
Cuadro 2. Coordenadas de los residuos de las regresiones de los logaritmos de cada pliegue, para los dos primeros componentes del ACP en uno y otro sexo.

	Masculino N = 114		Femenino N = 64	
	PC1	PC2	PC1	PC2
Res Reg Log ¹ Bíceps	-0,430	0,611	0,743	-0,041
Res Reg Log Tríceps	-0,566	0,438	0,544	-0,310
Res Reg Log Subescapular	0,570	0,597	0,604	0,416
Res Reg Log Abdominal	0,720	0,306	0,575	0,612
Res Reg Log Supraespinal	0,640	0,458	0,701	0,411
Res Reg Log Cresta	0,446	0,326	0,514	0,104
Res Reg Log Muslo	-0,534	0,362	0,647	-0,615
Res Reg Log Pantorrilla	-0,533	0,554	0,789	-0,442
Autovalor	2,527	1,768	3,342	1,400
% Explicado	31,59%	22,10%	41,77%	17,49%
% Acumulado	53,69%	59,26%		

¹ Residuos de las Regresiones de los Logaritmos

El sexo femenino presenta una configuración distinta. El primer componente (PC1), representa la adiposidad total, ya que todos los pliegues poseen el mismo signo. Los valores mayores se ubican en los pliegues de la pantorrilla (0,789), bíceps (0,743), y supraespinal (0,701). Este componente representa un 41,77% de la varianza total. El segundo componente (PC2), separa a los pliegues de las extremidades, con signo negativo y los pliegues del tronco, con signo positivo. Esta característica al igual que en los atletas masculinos, define un patrón de distribución de grasa tronco-extremidad, la principal oposición en función de los mayores valores, se ubica entre el pliegue abdominal (0,612), y el pliegue del muslo (-0,615). Este componente representa un 17,49% de la varianza total. La representación simultánea de los dos componentes para uno y otro sexo se exhiben en las Figuras 2y 3 y presentan la distribución de grasa tronco-extremidad.

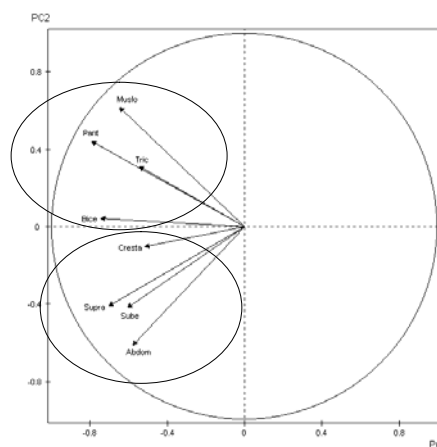
Dado el periodo de cambio y maduración somato funcional de los rangos de edad incluidos en el estudio, se procedió al calculo de un segundo ACP con los logaritmos de la sumatoria de los pliegues. En este caso se consideró el grado de maduración sexual: prepúber, púber inicial y púber avanzado, cuyas estadísticas descriptivas discriminadas por sexo, se presentan en el Cuadro 3. Durante la pubertad inicial en los varones se observó un incremento de los valores de los pliegues y sumatoria de los mismos, el cual disminuyó en el púber avanzado, a excepción del pliegue subescapular. En el sexo femenino, por el contrario, estos valores aumentaron según avanza el proceso de maduración. En este grupo el pliegue del bíceps constituyó la excepción. El comportamiento de los pliegues en conjunto, expresado por la sumatoria de los mismos, se puede observar en la Figura 4.



Leyenda: Muslo: Pliegue del Muslo Medio, Tric: Pliegue del Tríceps, Pant: Pliegue de la Pantorrilla, Bice: Pliegue del Bíceps, Cresta: Pliegue de la Cresta Ilíaca, Abdom: Pliegue Abdominal, Supra: Pliegue Supraespinal, Sube: Pliegue Subescapular

Figura 2. Distribución de la adiposidad a partir de los dos primeros componentes del ACP en masculinos.

En el Cuadro 4, se dan a conocer los valores de las coordenadas de los primeros componentes para uno y otro sexo, por característica de maduración. En el sexo masculino, sólo el púber inicial obtuvo dos componentes con autovalores mayores a uno, mientras que en las otras dos etapas de maduración se tomaron los tres primeros por las razones anteriormente señaladas. Para el sexo femenino en la categoría prepúber se obtuvieron dos componentes con autovalores mayores a uno, mientras en los otros dos se tomaron los tres primeros por cumplir con esta condición.



Leyenda: Muslo: Pliegue del Muslo Medio, Tric: Pliegue del Tríceps, Pant: Pliegue de la Pantorrilla, Bice: Pliegue del Bíceps, Cresta: Pliegue de la Cresta Ilíaca, Abdom: Pliegue Abdominal, Supra: Pliegue Supraespinal, Sube: Pliegue Subescapular.

Figura 3. Distribución de la adiposidad a partir de los dos primeros componentes del ACP en femeninos.

Cuadro 3. Estadística descriptiva de los pliegues de tejido adiposo por sexo y maduración.

	Sexo Masculino		
	Prepúber (n = 24) Media ± DS	Púber Inicial (n = 60) Media ± DS	Púber Avanzado (n = 30) Media ± DS
Edad	9,61±1,61	12,61±1,60	15,40±1,50
Pliegue Abdominal	9,45±5,58	10,27±4,39	9,85 ± 4,55
Pliegue Bíceps	5,75±3,18	5,52±2,09	4,08±1,41
Pliegue Cresta Ilíaca	10,68±6,95	10,75±4,39	10,41±4,98
Pliegue Muslo	13,26±5,17	13,76±4,81	11,20±3,26
Pliegue Pantorrilla	9,69±4,35	10,78±4,02	8,86±2,97
Pliegue Supraespinal	6,54±4,15	6,80±3,35	6,48±2,59
Pliegue Subescapular	6,58±2,75	6,71±2,01	7,49±1,87
Pliegue Tríceps	9,16±4,47	9,51±3,16	7,60±2,91
Suma 8 Pliegues	71,11±35,23	74,09±24,84	65,97±21,59

	Sexo Femenino		
	Prepúber (n = 16) Media±DS	Púber Inicial (n = 35) Media±DS	Púber Avanzado (n = 13) Media±DS
Edad	9,74±1,41	13,03±2,21	15,58±1,82
Pliegue Abdominal	10,67±4,43	13,55±5,02	15,25±4,62
Pliegue Bíceps	6,81±2,21	6,75±2,09	6,27±2,20
Pliegue Cresta Ilíaca	11,11±4,06	14,87±5,20	17,37±7,16
Pliegue Muslo	15,43±3,94	16,92±3,71	17,99±6,78
Pliegue. Pantorrilla	11,88±3,76	11,79±3,20	12,32±3,11
Pliegue. Supraespinal	8,48±3,81	9,82±3,29	10,00±4,20
Pliegue Subescapular	7,98±3,44	8,78±2,75	10,92±4,49
Pliegue Tríceps	10,44±3,27	10,95±3,29	11,87±3,42
Suma 8 Pliegues	82,80±23,12	93,43±20,66	101,99±29,75

Para el sexo masculino se puede observar que en el prepúber, el primer componente (PC1), representa la adiposidad total, por cuanto todos los pliegues poseen el mismo signo, el patrón de distribución de la adiposidad por otra parte se encuentra repartido entre el segundo (PC2) y tercer componente (PC3). La adiposidad total (PC1), se definió principalmente por la pantorrilla (0,77), subescapular (0,74) y tríceps (0,73). Los PC2 y PC3, representaron una distribución central de la grasa, dado que sus mayores valores correspondieron al supraespinal (-0,63) y abdominal (-0,59) para el PC2, y la cresta ilíaca (0,77) en el PC3. Estos tres componentes capturaron el 72,2% de la variabilidad total. En el púber inicial, el PC1 mostró la oposición entre los pliegues de las extremidades y los pliegues del tronco. El principal contraste se observó entre el pliegue abdominal (0,76) y el pliegue de la pantorrilla (-0,51). El PC2, representó la adiposidad total, destacándose el pliegue del tríceps (0,68) y del bíceps (0,67). Estos dos componentes son responsables del 50,3% de la variabilidad total. En el púber avanzado, el PC1, contrastó los pliegues de las extremidades, con signo negativo, y los pliegues del tronco con signo positivo. En la principal oposición destacó el pliegue abdominal (0,77) y tríceps (-0,71). El PC2, representó la adiposidad total,

resaltando el pliegue del bíceps (0,86) y subescapular (0,68), entre otros. Finalmente el PC3, subrayó la distribución central de la grasa, representada por el pliegue de la cresta ilíaca (0,69). Estos tres componentes constituyeron el 70,7% de la varianza total.

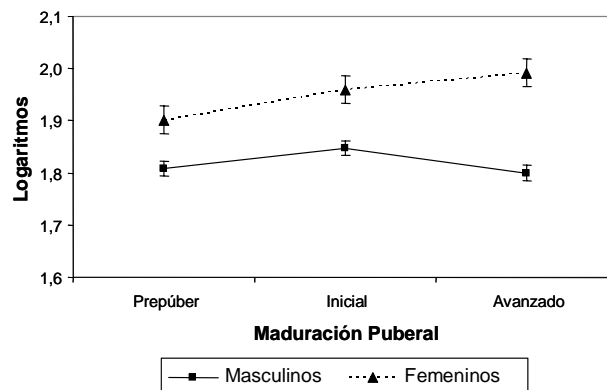


Figura 4. Logaritmos de la sumatoria de los pliegues por sexo y maduración puberal.

Para el sexo femenino, se apreció que en las prepúberes, el PC1 representó la adiposidad total, dado que todos los pliegues poseen el mismo signo. Se destacó por sus mayores valores el pliegue del bíceps (0,80), muslo (0,77), y pantorrilla (0,76). El PC2, opone los pliegues de las extremidades, con signo negativo, versus los pliegues del tronco, con signo positivo. El principal contraste, lo presentó el pliegue abdominal (0,65) y tríceps (-0,58). Estos dos componentes capturaron el 75,1% de la varianza total. En la pubertad inicial, el PC1 representó a la adiposidad total, destacándose el pliegue de la pantorrilla (0,80) y muslo (0,70), entre otros. La distribución de la adiposidad se encontró repartida entre el PC2 y PC3. El PC2, contrastó el pliegue abdominal (0,76), con el pliegue del muslo (-0,64). El PC3, evidenció la distribución periférica de la grasa, representada por el pliegue del tríceps (0,89). Estos tres componentes acumularon el 69,1% de la varianza total. En la púber avanzada, el PC1 da cuenta de la adiposidad total, acentuándose en el pliegue abdominal (0,87), pantorrilla (0,77) y bíceps (0,77), principalmente. Al igual que en la púber inicial, la distribución de la adiposidad, se encontró repartida entre el PC2 y PC3. Para el PC2, el contraste se observó entre el pliegue del muslo (0,79) y el subescapular (-0,53), mientras que en el PC3, la oposición se presentó entre el pliegue del tríceps (-0,56) y supraespinal (0,50). Estos tres componentes acumularon el 81,5% de la varianza total.

Cuadro 4. Coordenadas de los residuos de las regresiones de los Logaritmos de cada pliegue, para los dos primeros componentes del ACP por sexo y maduración.

	Sexo Masculino								
	Prepúber (n = 24)			Púber Inicial (n = 60)		Púber Avanzado (n = 30)			
	PC1	PC2	PC3	PC1	PC2	PC1	PC2	PC3	
Res Reg Log Bíceps	0,62	0,47	-0,35	-0,14	0,67	-0,15	0,86	0,2	
Res Reg Log Tríceps	0,73	0,24	-0,19	-0,29	0,68	-0,71	0,11	0,45	
Res Reg Log Subescapular	0,74	-0,29	-0,03	0,6	0,5	0,37	0,68	-0,11	
Res Reg Log Abdominal	0,56	-0,59	0,35	0,76	0,17	0,77	0,06	-0,37	
Res Reg Log Supraespinal	0,6	-0,63	-0,09	0,72	0,08	0,6	0,58	0,01	
Res Reg Log Cresta	0,03	0,4	0,77	0,51	0,4	0,51	0,19	0,69	
Res Reg Log Muslo	0,67	0,22	0,48	-0,49	0,3	-0,54	0,35	-0,41	
Res Reg Log Pantorrilla	0,77	0,38	-0,14	-0,51	0,49	-0,56	0,62	-0,18	
Autovalor	3,18	1,47	1,13	2,32	1,7	2,49	2,09	1,08	
% Explicado	39,80%	18,30%	14,10%	29,00%	21,20%	31,10%	26,20%	13,50%	
% Acumulado	39,80%	58,10%	72,20%	50,30%		31,10%	57,20%	70,70%	

	Sexo Femenino								
	Prepúber (n = 16)		Púber inicial (n = 35)			Púber Avanzada (n = 13)			
	PC1	PC2	PC1	PC2	PC3	PC1	PC2	PC3	
Res Reg Log Bíceps	0,8	-0,14	0,66	0,24	0,04	0,77	-0,21	0,32	
Res Reg Log Tríceps	0,71	-0,58	0,25	-0,05	0,89	0,68	0,3	-0,56	
Res Reg Log Subescapular	0,67	0,48	0,6	0,39	0,24	0,59	-0,53	-0,28	
Res Reg Log Abdominal	0,63	0,65	0,44	0,76	0,05	0,87	0,1	-0,1	
Res Reg Log Supraespinal	0,7	0,61	0,65	0,29	-0,47	0,76	-0,37	0,5	
Res Reg Log Cresta	0,71	0,15	0,45	-0,32	0,21	0,72	-0,29	-0,02	
Res Reg Log Muslo	0,77	-0,46	0,7	-0,64	-0,02	0,34	0,79	0,46	
Res Reg Log Pantorrilla	0,76	-0,51	0,8	-0,38	-0,24	0,77	0,53	-0,17	
Autovalor	4,15	1,86	2,81	1,54	1,18	3,97	1,55	1	
% Explicado	51,80%	23,30%	35,20%	19,20%	14,70%	49,60%	19,30%	12,50%	
% Acumulado	75,10%		35,20%	54,40%	69,10%	49,60%	69,00%	81,50%	

Discusión

La influencia de la maduración en las variables somáticas se considera como un factor de primer orden en la interpretación de los datos antropométricos, especialmente cuando se valoran individuos o grupos de adolescentes, en los cuales tomar en cuenta solo la edad cronológica, puede conducir a errores en la interpretación de los resultados (24). Sin embargo otros autores (1), señalan la conveniencia de considerar además de los factores de maduración, la edad cronológica, porque hasta cierto punto su omisión, podría reducir la variación dentro de la muestra.

En este sentido la agrupación por categorías de maduración es bastante consistente, ya que el patrón de dispersión de las edades cronológicas dentro de cada uno de estos grupos, no genera una variabilidad considerable. Pese a que los varones mostraron mayor dispersión que las niñas, en cuanto a los pliegues y sumatoria, fueron las nadadoras quienes evidenciaron mayor varianza acumulada.

El estudio que se presenta exploró la distribución de la adiposidad en un grupo de nadadores venezolanos

clasificados por maduración sexual. El análisis de los componentes principales utilizado en la población de nadadores, valoró la oposición entre los pliegues adiposos de las extremidades en relación a los del tronco tanto superior como inferior, en las tres categorías de maduración consideradas. Para cumplir este objetivo se utilizaron los logaritmos de cada pliegue en particular y de las sumatorias respectivas, metodología que de acuerdo a Mueller y Reid (25), soslaya las diferencias en la varianza de las medidas, evitando de esta manera, el efecto de la adiposidad total sobre la distribución de la grasa.

De manera similar a lo encontrado por Schneider y Meyer (8), en nadadores brasileros, el dimorfismo sexual en la adiposidad se inicia en los prepúberes. En el trabajo que se presenta, la adiposidad total alcanzó su máxima expresión en los púberes iniciales, luego de lo cual se produjo un descenso en los valores, conducta acorde con el fenómeno biológico presente en el desarrollo ontogenético. En las nadadoras, el incremento es lineal aunque discreto en los tres grupos puberales.

Los resultados señalan que en el sexo masculino el patrón

de grasa tronco-extremidad compromete a todos los pliegues del tronco tanto superior como inferior, a diferencia de lo encontrado por Koziel y Malina (26) en población no atlética pero similar en edad, en cuyo caso, la migración de la adiposidad subcutánea desde las extremidades hacia el tronco involucra principalmente la parte inferior del mismo.

Los varones presentaron una distribución ligeramente más centralizada que las mujeres en todas las fases del desarrollo puberal. En los primeros, los pliegues de la región del tronco representados por el supraespinal, abdominal y cresta iliaca en los prepúberes y púberes avanzados, son los que tienen las más altas correlaciones con el correspondiente componente de distribución. En el púber inicial interviene además el subescapular.

Las atletas por otra parte presentaron pliegues más gruesos y en consecuencia, mayor adiposidad generalizada. Este fenómeno se refleja en su aparición en los primeros componentes de cada grupo de maduración sexual considerados, en las cuales se acumula el mayor porcentaje de varianza explicada.

En relación al patrón de distribución, las prepúberes exhibieron una mayor correlación de los pliegues del tronco con el componente de distribución. A diferencia de los varones, en ellas la etapa de desarrollo inicial y avanzada incorpora además pliegues de las extremidades superior e inferior.

El patrón de adiposidad centralizado observado en los nadadores se corresponde con la misma tendencia presente en la población venezolana, caracterizada por una canalización alta en el pliegue subescapular, con tendencia en la pubertad a presentar un patrón centrípeto de adiposidad en los varones, así como una canalización temprana, después de los 12 años (27). Ambas características, maduración temprana asociada con centripetalidad en nadadores, han sido reseñadas en investigaciones anteriores (6, 28).

Los resultados encontrados en esta investigación, fueron consistentes al establecer las agrupaciones en prepúber, púber Inicial y púber avanzado, y reflejan en cierta medida el patrón biológico de la distribución de adiposidad durante las etapas de la pubertad. Lo consistente de los resultados en los grupos de maduración reafirma el comportamiento homogéneo observado en población no atlética venezolana, en la cual los períodos puberales son cortos y su variabilidad no es muy amplia (29).

La Federación Internacional de Natación Amateur (FINA) toma en cuenta sólo la edad cronológica para la división

en las distintas categorías de competencia, esto por tanto representó una limitante del estudio a la hora de considerar la edad atlética como una variable que pudiese influir en la distribución de la adiposidad, ya que en este estudio, los deportistas fueron agrupados por categorías de maduración sexual, las cuales no siempre se compaginan exactamente con la edad cronológica.

Este estudio podría conducir en un futuro cercano a que se realicen investigaciones sobre el mismo tema, pero tomando como variable pivotal cada uno de los estadios de maduración cuya importancia también se ha señalado en la detección de talentos de niños y adolescentes. (30). La ausencia de este criterio impide por lo demás realizar mayores comparaciones (10). De hecho la literatura deportiva venezolana señala un modesto número de publicaciones, donde el tema de la clasificación por estadios de maduración se toma como objetivo principal, ya que como se ha señalado con anterioridad, la maduración influye en forma definitiva en la performance atlética.

Agradecimientos

Agradecemos a todos los nadadores del Estado Miranda su participación voluntaria en el proyecto. Valoramos en alto grado las sugerencias estadísticas de las profesoras Maura Vásquez y Zhandra Flores. Esta investigación fue posible gracias al financiamiento otorgado por el Consejo de Desarrollo Científico y Humanístico de la Universidad Central de Venezuela (PG 05-30-474100)

Referencias

1. Malina R, Bouchard C, Bar-Or O. Growth, maturation, and physical activity. 2nd ed. Human Kinetics. Champaign, IL; 2004.
2. Rogol A.D. Neuroendocrinology of puberty and the clinical treatment of growth disorders. En: Johnston FE, Zemel B, Eveleth PB editors. Human growth in context: London: Smith-Gordon ;1999. p. 121-29.
3. Maia J, Costa A. Sexual dimorphism in fat patterning in young track and field athletes. En: Duquet W, y Day J. E&FN Spain editors. Kinanthropometry IV. 1993. p. 181-8.
4. Malina R, Koziel S, Bielicki T. Variation in subcutaneous adipose tissue distribution associated with age, sex, and maturation. Am J Hum Biol. 1999; 11:189-200.
5. García P, Flores Z, Rodríguez A, Rondón R. Aptitud física, maduración y morfología en niños y jóvenes nadadores. An Antrop 2003; 37: 23-27
6. Macías-Tomei C. Maduración sexual y ósea. En: Pérez B, Landaeta-Jiménez M editoras. Perfil Biológico y Nutricional de los Nadadores del Estado Miranda. Ediciones del Vicerrectorado Académico de la Universidad Central de Venezuela; 2004: 121 – 140.
7. Susanne C, Bodzsár E. On physique and body composition. En: Bodzsár E, Susanne C, editors. Physique and Body Composition. Variability and Sources of Variations. Budapest: Eötvös University Press. 2004; 3: p. 9-40
8. Schneider P, Meyer F. Anthropometric and muscle strength evaluation in prepubescent and pubescent swimmer boys and girls. Rev Bras Med Esporte. 2005; 11(4):200-3

Distribución de la adiposidad en nadadores según categorías de pubertad

9. Koutedakis Y, Bouziotas C, Flouris A, Nelson P. Longitudinal modeling of adiposity in periadolescent Greek schoolchildren. *Medicine & Science in Sports & Exercise*. 2005; 2070-4
10. Landers G, Blanksby B, Ackland T, Smith D Kinanthropometric differences between World Championship senior and junior elite triathletes. En: Maximising Olympic distance triathlon performance South Pacific Resort Noosa, Australia : incorporating the Inaugural ITY Coaching Conference, Queensland, Central Queensland University. 1999; 74-87. tomado en Internet: <http://www.ausport.gov.au/fulltext/1999/triathlon/landers.blanksby.ackland.smith.pdf>
11. Malina R. Crescita e maturazione di bambini ed adolescenti praticanti atletica leggera. *Federazione Italiana di Atletica Leggera*, suplemento ai nn.1 e 2. 2006.
12. Pérez B, Landaeta-Jiménez M. Perfil Biológico y Nutricional de los Nadadores del Estado Miranda. Ediciones del Vicerrectorado Académico de la Universidad Central de Venezuela, 2004.
13. Gore CH, Olds T, Carter L, Norton K. Accreditation in anthropometry. National Sports Research Center. Australian Sport Commission; 1998.
14. Carlyon R, Bryant R, Walker R. Apparatus for precision calibration of skinfold calipers. *Am J Hum Biol* 1998; 10(6): 689-97.
15. Marshall W, Tanner J. Variation in the pattern of puberal changes in girls. *Arch Dis Child*. 1969; 44: 291-303
16. Marshall W, Tanner J. Variation in the pattern of puberal changes in boys. *Arch Dis Child*. 1970; 44: 13-23
17. Nicoletti I. Condizionamenti della statura e standard condizionati. En: *La crescita del bambino italiano*. Firenze: Centro Studi Auxologici. 1992. p. 23 – 40.
18. Landaeta-Jiménez M, Pérez B, Escalante Y. Adiposidad y patrón de grasa en jóvenes venezolanos por estrato social. *Arch Latinoam Nutr* 2002; 52 (2):128-136
19. Rebato E, Salces I, San Martín L, Rosique J. Fat distribution in relation to sex and socioeconomic status in children 4-19 years. *Am J Hum Biol* 1998; 10(6): 799-806
20. Mueller W, Shoup R, Malina R. Fat patterning in athletes in relation to ethnic origin and sport. *Ann Hum Biol* 1982; 9(4): 371-6
21. Garn S. Relative fat patternig: an individual characteristic. *Hum Biol* 1955; 27:75-89.
22. Healy MJ, Tanner JM. Size and shape in relation to growth and form. *Symp Zool Soc* 1981; 46: 19-35.
23. Hair J, Anderson R, Tatham R, Black W. *Multivariate data analysis*. 5º ed. New Jersey Prentice Hall.; 1998.
24. Himes J. Growth reference data for adolescents: maturation-related misclassification and its accommodation. En: Johnston FE, Zemel B, Eveleth PB, editors. *Human growth in context*. London: Smith-Gordon; 1999. p. 95-100
25. Mueller W, Reid R. A multivariate analysis of fatness and relative fat patterning. *Am J Phys Anthropol* 1979; 50: 199-208.
26. Koziel S, Malina R. Variation in relative fat distribution associated with maturational timing: The Wroclaw Growth study. *Ann Hum Biol*. 2005; 32(6): 691 – 701.
27. López-Blanco M, Macías-Tomei C, Vásquez-Ramírez M, Blanco-Cedres L. Canalización del patrón de distribución de grasa en niños y adolescentes de Caracas. *Arch Ven Puer Ped*. 2000; 63:82-94.
28. Malina R. Physical growth and biological maturation of young athletes. *Exerc Sport Rev*. 1994; 22: 389 – 433.
29. Macías-Tomei C, López-Blanco M, Espinoza I, Vásquez-Ramírez M. Pubertal development in Caracas upper-middle class boys and girls in a longitudinal context. *Am J Hum Biol*. 2000; 12: 88-96.
30. Matsudo V. Prediction of Future Athletic Excellence. En: . Bar-Or O, editor. *The Child and Adolescent Athlete*. New York: Blackwell Publishing. 1996. p. 92-112.

Recibido: 02-03-2007

Aceptado:31-07-2007