

## **Caracterización antropométrica y maduración ósea de nadadores venezolanos.**

*Marinés Salazar-Lioggi dice<sup>1,2</sup>, Esteban Arroyo<sup>1,2</sup> y Betty Pérez<sup>1</sup>.*

<sup>1</sup>Unidad de Bioantropología, Actividad Física y Salud, Instituto de Investigaciones Económicas y Sociales y <sup>2</sup>Escuela de Antropología, Facultad de Ciencias Económicas y Sociales, FACES, Universidad Central de Venezuela. Caracas, Venezuela.  
Correo electrónico: mloggi dice@cantv.net

**Palabras clave:** Antropometría, edad ósea, natación, Venezuela.

**Resumen.** El conocimiento de las condiciones morfo-fisiológicas de los jóvenes atletas, es fundamental para asignar dosificaciones correctas de las cargas de entrenamientos y obtener mejores resultados en las competencias sin afectar la salud de los deportistas. La presente investigación se propone clasificar a un grupo de nadadores masculinos del Estado Miranda en función de sus características antropométricas y de maduración ósea, usando métodos multivariantes: Análisis de Componentes Principales (ACP) y la Clasificación Automática. Fueron evaluados 114 nadadores con edades comprendidas entre 7,00 y 18,99 años. Se tomaron 12 variables antropométricas siguiendo los lineamientos de la Sociedad Internacional para el Avance de la Kinantropometría (ISAK), y se consideraron la Edad Ósea, Composición Corporal en 5 componentes e índices Braquial (IB), Crural (IC); Córmico o Esquelético, y el Acromio-Iliaco. Se obtuvieron tres grupos bien definidos y homogéneos entre sí. En el primero están ubicados los nadadores con menores valores, tanto en edad como en dimensiones corporales. En el segundo, aquellos que se encuentran en una etapa intermedia caracterizados fundamentalmente por un marcado desarrollo del diámetro bicrestal. En el tercer grupo se localizan los de mayores valores, los cuales mostraron la forma típica del nadador de tronco trapezoidal. La mayoría de los nadadores presentaron una edad ósea adelantada respecto a su edad cronológica. Esta agrupación de los nadadores resultó una buena guía para determinar las características bio-morfológicas de los atletas.

## **Anthropometric characteristics and skeletal maturity of male Venezuelan swimmers.**

*Invest Clín 2006; 47(2): 143 - 154*

**Key words:** Anthropometry, skeletal age, swimmers, Venezuela.

**Abstract.** Knowledge of the morph-physiological conditions of young athletes, it of the utmost importance for planning better training programs and to identify those characteristics that lead to a better performance. This paper aims to classify a group of 114 male Venezuelan swimmers of the Miranda State contingent, aged between 7.00 and 18.99 years old, based on their anthropometric characteristics and skeletal maturity. For this purpose multivariate methods: Analysis of Principal Components (APC) and the Automatic Classification were employed. Anthropometric variables followed the International Society for the Advancement of Kinanthropometry (ISAK) guidelines. Skeletal maturity and five indexes of body composition: brachial, crural, cormic and acromiale-iliac indexes, were additionally considered in the analysis. Three groups emerged very well defined and homogenous within and between groups. The first group identifies the younger swimmers with the smallest values in corporal dimensions. The second group comprises those swimmers characterized fundamentally by a greater development of the bicrestal diameter. In the third group, greater values of the anthropometrical variables were found, that shaped the typical profile of the swimmers, mainly characterized by a trapezoidal trunk. Most of the swimmers are advanced in skeletal age related to chronological age. This clustering of the swimmers permits a suitable way to identify the bio-morphological characteristics of the athletes.

*Recibido: 16-05-2005. Aceptado: 08-12-2005.*

### **INTRODUCCIÓN**

Los cambios morfológicos característicos de cada etapa de crecimiento y desarrollo son factores que condicionan los niveles de capacidad y rendimiento físico que pueden alcanzarse (1). Conocer estas características del joven atleta permitirá utilizar la información para el adecuado inicio, seguimiento y dosificación del entrenamiento, además de hacer predicciones sobre una determinada habilidad atlética futura. Por otra parte hay que tener siempre en consideración que las características morfológicas y de maduración, están programadas

genéticamente e influenciada por factores medio ambientales.

Las mediciones antropométricas tienen como finalidad analizar diferentes características corporales, las cuales han sido ampliamente usadas y recomendadas en auxología para la evaluación del biotipo de la población y detección de niveles de los riesgos nutricionales y de salud (2, 3). Sin embargo para aproximarse a la comprensión de un determinado fenómeno biológico poblacional, es necesario obtener una visión multidimensional de todas las variables en forma simultánea (4).

La evaluación de la edad ósea es un procedimiento muy utilizado para determi-

nar la madurez biológica, la cual se realiza a través de una radiografía de la mano y muñeca (5). Este método junto con los parámetros antropométricos, permite ubicar al individuo dentro de un grupo específico y aunado a una evaluación técnica, puede predecir con cierta exactitud las posibilidades futuras de un atleta.

El crecimiento y desarrollo es un proceso morfo-fisiológico complejo en el que influyen numerosos factores. No está rigurosamente comprobado que el ejercicio físico estimule el crecimiento, aunque puede tener tanto efectos positivos como negativos. Sin embargo, debido a la complejidad del mismo, el ejercicio físico intenso durante estos periodos de la vida puede tener efectos negativos, si se realiza sin el debido control de los especialistas (6). En otros términos, el entrenamiento atlético no parece acelerar o desacelerar el crecimiento y la maduración de los jóvenes atletas (7). Es importante señalar, que el pronóstico de las particularidades individuales del desarrollo del deportista adquiere un valor especial en deportes de iniciación temprana, como la natación (8).

El conocimiento de lo que ocurre en el organismo infantil, va permitir también una adecuada dosificación de las cargas de entrenamiento. Pérez (9), señala que la práctica deportiva dentro del contexto del crecimiento y desarrollo resulta muy importante sobre todo cuando en deportes como la natación, gimnasia, entre otros, se maneja el concepto de niños-campeones. El conocimiento de las características antropométricas y la composición corporal desde una perspectiva auxológica proporciona una excelente guía para la identificación del mejor y más saludable rendimiento atlético.

Es oportuno señalar que independientemente de los logros deportivos, los entrenadores deben tomar en cuenta la salud y el bienestar del atleta. El Colegio Americano de Medicina del Deporte (10), emite la si-

guiente opinión: Los programas de aptitud física para niños y jóvenes deben implementarse teniendo como meta primordial, fomentar la adopción de un estilo de vida que incluya el ejercicio para desarrollar y mantener la aptitud física necesaria, a fin de lograr una capacidad funcional adecuada y mejorar la salud.

En Venezuela se ha venido trabajando, sobre la caracterización biotipológica del atleta (11, 12). Sin embargo, en cuanto al aspecto específico del crecimiento y estado de maduración de los niños y jóvenes nadadores venezolanos existe escasa información, aunque recientemente, el tema ha pasado a ser del interés de algunos investigadores Landaeta-Jiménez (13), Macías de Tomei (14), García y col. (15), García y Salazar (16).

En consideración a lo antes mencionado, la presente investigación propone clasificar a un grupo de nadadores masculinos del estado Miranda en Venezuela, en función de sus características antropométricas y de maduración ósea. Esta información será de utilidad para los técnicos quienes están en contacto directo con los jóvenes atletas.

## POBLACIÓN Y MÉTODOS

Se trata de un estudio de tipo descriptivo, transeccional o transversal: se recolectaron los datos en un solo momento, en un tiempo único (sincrónica).

Se estudiaron 114 nadadores con edades comprendidas entre 7,00 y 18,99 años, quienes practican regularmente esta especialidad con fines competitivos y se encuentran adscritos a la Asociación de Deportes Acuáticos del Estado Miranda, Venezuela. La muestra seleccionada comprendió al 63% de los nadadores federados de esa entidad. Este trabajo forma parte de un proyecto multidisciplinario que contempla diversas áreas como: crecimiento físico, compo-

sición corporal, maduración, estado nutricional, consumo de alimentos, y condición socio-económica.

Las variables antropométricas se tomaron de acuerdo a los lineamientos de la Sociedad Internacional para el Avance de la Kinantropometría (ISAK – siglas en inglés) (17). Se consideraron los límites de tolerancia para los errores técnicos de medición (18), de 12 variables absolutas: talla, talla sentado, peso, envergadura o brazada, 6 longitudes (acromial-radial, radial-stilion, trocánter-tibial, tibial-piso, mano y pie), y 2 diámetros (biacromial y bicrestal). Estas variables han sido reportadas por varios investigadores, como las que mejor caracterizan a los atletas de esta especialidad (19-21).

Las medidas fueron hechas por antropometristas certificados, en los Nivel 1 y 2 de ISAK, quienes fueron supervisados por un instructor Nivel 3 de ISAK (B.P.) y quien también midió todos los sujetos. Se consideraron los criterios de ISAK para los errores técnicos de medición; 5% para los pliegues y el 1% para las otras variables (18, 20).

Para caracterizar mejor al grupo de atletas, se incluyeron diferentes variables derivadas como son: Composición Corporal en 5 componentes según el método de Kerr-Ross (22); Somatotipo Antropométrico de Heath and Carter (23); e índices Braquial (IB), Crural (IC); Córnic o Esquelético, y Acromio-Iliaco (24). Como aspecto importante, se incluyó la maduración esquelética, evaluada mediante el método de Tanner-Whitehouse (TW2) (5). La misma se realizó a partir del análisis de la radiografía de la mano y muñeca izquierda, en 88 nadadores, de los 114 atletas incluidos en la muestra. Esta situación obedeció a que los atletas, no completaron el mismo número de las diferentes encuestas contempladas en el proyecto, debido a razones económicas, de tiempo y de logística, aunque el punto de referencia fue siempre el aspecto antropométrico.

### Análisis de los datos

Se realizó un Análisis de Componentes Principales (ACP) utilizando las 12 variables antropométricas absolutas y los 5 componentes de la composición corporal, con la finalidad de establecer los patrones que definen a los individuos de acuerdo con sus variables. Se empleó la Clasificación Automática, con el propósito de producir agrupamientos de los individuos según los patrones de las variables definidos por el ACP. Para explicar mejor la definición de cada grupo se usaron las variables derivadas, señaladas con anterioridad, que no participaron en los cálculos.

El Análisis de Componentes Principales (ACP), permite obtener asociaciones entre individuos y variables en subespacios de mejor ajuste (usando el criterio mínimo cuadrático) llamados Ejes Factoriales que se explican en términos de la inercia, la cual es una interpretación geométrica de la dispersión de las variables/individuos. Estos poseen unas coordenadas asociadas a cada eje factorial que se interpretan como una correlación con su respectivo eje y ayudan en la comprensión de la representación gráfica (25, 26).

La Clasificación Automática es una técnica de agrupación, que construye un árbol jerárquico utilizando el método de los “vecinos más próximos” (*neighbor-joining*), en función de la distancia de Ward, basándose en las coordenadas factoriales definidas por el ACP (25-28). Para el procesamiento de la información se empleó el programa SPAD 4.5 (29).

## RESULTADOS

La Tabla I, presenta las variables usadas en el cálculo del ACP para todos los individuos, así como las coordenadas factoriales para los dos primeros ejes, debido a que ambos acumulan el 83,22% de la inercia, esto se puede interpretar como la variabili-

**TABLA I**  
COORDENADAS FACTORIALES DE LAS VARIABLES USADAS PARA EL ACP  
EN LOS DOS PRIMEROS EJES

Variables	Coordenadas	
	Eje 1	Eje 2
Talla	-0,98	0,07
Talla sentada	-0,92	-0,04
Peso	-0,97	-0,12
Long Acromial-Radial	-0,93	0,09
Long Radial-Stilion	-0,94	0,08
Long de la Mano	-0,88	0,12
Long Trocánter-Tibial	-0,87	0,05
Long Tibial-Piso	-0,59	0,19
Long del Pie	-0,91	0,12
Envergadura	-0,97	0,04
Diámetro Biacromial	-0,92	-0,11
Diámetro Bicrestal	-0,36	0,85
Masa de la Piel	-0,98	-0,04
Masa del Tejido Adiposo	-0,78	-0,13
Masa del Tejido Muscular	-0,92	-0,2
Masa Residual	-0,92	-0,19
Masa Ósea del Cuerpo*	-0,91	-0,18
Inercia Explicada	77,49%	5,73%
<b>Inercia Acumulada</b>	<b>83,22%</b>	

\* No incluye la masa ósea de la cabeza

Los valores representan las coordenadas factoriales de cada variable para cada eje. Los porcentajes corresponden a la inercia de cada eje, así como a la inercia acumulada.

dad asociada a cada eje factorial. El primer eje presenta altas correlaciones para todas las variables con excepción del Diámetro Bicrestal (-0,36) y la Longitud Tibial-Piso (-0,59). El signo negativo indica que hacia el extremo izquierdo del eje, se ubican aquellos individuos más corpulentos y con longitudes mayores. Por su parte, el segundo eje está caracterizado por una fuerte correlación con el Diámetro Bicrestal (0,85), el cual está definiendo a un grupo de nadadores con un claro desarrollo de esta varia-

ble, en contraste con el resto de sus medidas. En este primer análisis se apreció una diferenciación entre aquellos nadadores que poseen un mayor desarrollo de todas sus medidas, excepto el diámetro bicrestal, y quienes se caracterizaron solo por su mayor desarrollo del diámetro bicrestal. En la Fig. 1, se aprecia la representatividad y distribución de las variables para los dos primeros ejes.

Utilizando los dos primeros ejes factoriales del ACP, la Clasificación Automática

definió tres Clases o Grupos, basados en el criterio de la Inercia Inter e Intra (Tabla II). Una Inercia Inter de 100% indicaría que se han obtenido tantos grupos como individuos se posean y en consecuencia la Inercia Intra sería de 0%. En este sentido, una Inercia Inter. de 79% para tres grupos, significa que se encuentran bien diferenciados o separados entre sí. La Inercia Intra. de 21% se encuentra distribuida entre los 3

grupos (clases) de nadadores, señalando que son bastante homogéneos al interno de cada uno.

Las Clases quedaron conformadas con 43, 39 y 32 nadadores, respectivamente. La segunda clase posee la menor inercia (6%), lo que indica la menor variabilidad entre sus integrantes, le sigue la Clase 1, con un 7% y La Clase 3, presentó una variabilidad un poco mayor (8%). La distribución de los

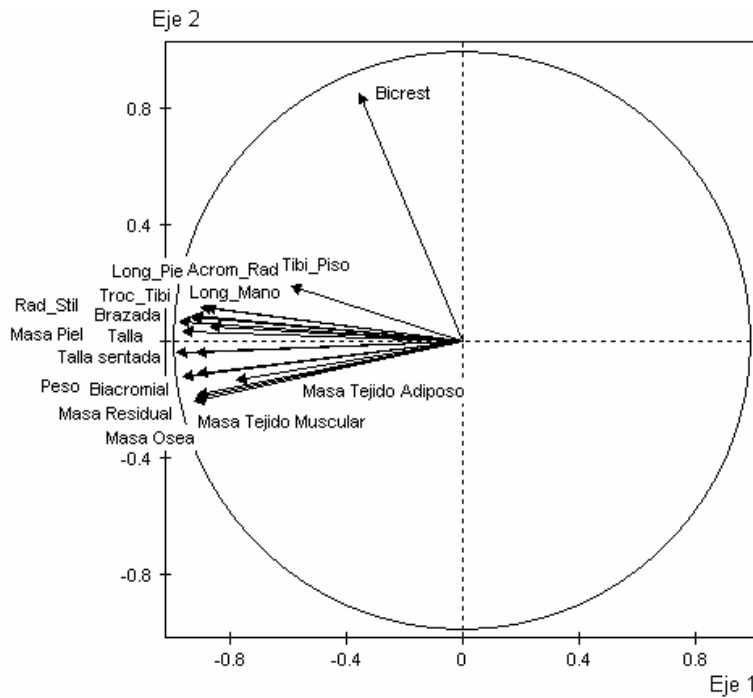
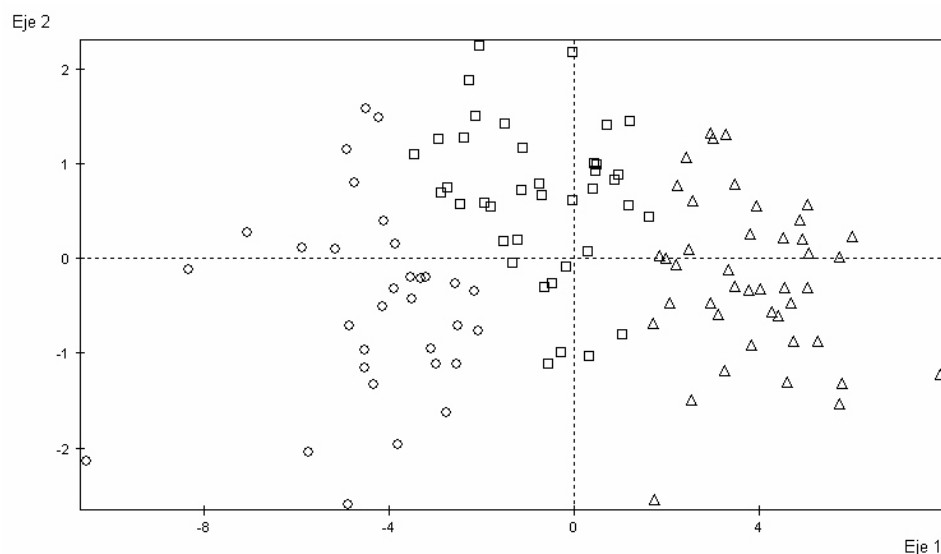


Fig. 1. Representación de las Variables Usadas en el ACP a partir de los dos primeros Ejes Factoriales.

**TABLA II**  
CLASIFICACIÓN AUTOMÁTICA EN 3 CLASES

Inercia Inter: 79%		N	%
Clases	Inercia Intra		
Clase 1	7%	43	38%
Clase 2	6%	39	34%
Clase 3	8%	32	28%
Total	21%	114	100%

Los porcentajes de la columna izquierda representan, la inercia inter e intra de cada clase. Los valores correspondientes a la columna N, representan la cantidad de individuos en cada clase y los porcentajes en la columna derecha, representan el porcentaje de individuos en función del total.



La clase 1, se simboliza con un triángulo, la clase 2, con un cuadrado, y la clase 3, con un círculo.

Fig. 2. Distribución de los Individuos en las 3 Clases a partir de los 2 primeros Ejes Factoriales del ACP

Individuos en función de sus variables y agrupadas en clases se aprecia en la Fig. 2.

Los valores promedio y su desviación estándar para todas las variables de cada clase se observan en la Tabla III. Las variables más significativas, según los valores test, y por lo tanto, que mejor definen a la Clase 1 fueron: Talla (-8,70), Envergadura o Brazada (-8,69), Masa de Piel (-8,52), Longitud Radial-Stilion (-8,50), Longitud Acromial-Radial (-8,30), Talla Sentada (-8,27), Longitud del Pie (-8,26), y Longitud de la Mano (-8,07). Las variables que mejor caracterizan a la Clase 2, fueron: Diámetro Bicrestal (4,42), Longitud de Pie (2,57), Longitud de mano (2,05), Longitud Tibial-Piso (2,05), Radial-Stilion (1,92), Talla (1,81), Masa del Tejido Adiposo (1,79) y la Longitud Acromial-Radial (1,66). A la Clase 3, la precisan las variables: Masa de Tejido Muscular (8,24), Diámetro Biacromial (8,13), Masa Residual (8,11), Masa ósea (8,08), Peso, Masa de la Piel (7,78), Envergadura o Brazada (7,70), Talla (7,46), entre las más significativas.

Las variables que no participaron en el ACP, se ubican en la Tabla IV. Se observa

que en promedio, la edad ósea está adelantada con respecto a la edad cronológica para las clases 2 y 3, pero en la clase 1, el promedio de la edad ósea es menor al promedio de la edad cronológica. En cuanto al Somatotipo, se aprecia un predominio de la Mesomorfia, seguido de la Ectomorfia. El Índice Braquial (IB) muestra un antebrazo (long radial-stilion) corto en la clase 1 y largo para las clases 2 y 3. Mientras que el Índice Crural (IC) indica un mayor crecimiento de la longitud de la Tibia en todas las clases. Por su parte, el Índice Córnic indica que estos atletas son Metricórnicos, es decir, tienen los segmentos inferiores más largos que el tronco superior para todas las clases. Por último, se encontró que en el índice acromio – iliaco, las clases 1 y 2 tienen un tronco intermedio, mientras que la clase 3 posee un tronco de tipo trapezoidal.

## DISCUSIÓN

Los huesos del esqueleto son uno de los componentes primarios de muchas de las dimensiones antropométricas usadas en

**TABLA III**  
**CARACTERIZACIÓN DE LAS 3 CLASES A PARTIR DE LAS VARIABLES USADAS EN EL ACP**

Variables	Clase 1 (n = 43)		Clase 2 (n = 39)		Clase 3 (n = 32)	
	Media	Ds	Media	Ds	Media	Ds
Talla (cm)	138,7	7,0	157,9	6,6	171,2	7,3
Talla Sentada (cm)	71,8	4,3	80,6	3,5	87,4	3,7
Peso (kg)	33,4	5,2	47,7	5,4	61,9	8,1
Long Acromial-Radial (cm)	25,8	1,7	29,6	1,7	32,3	1,6
Long Radial-Stillion (cm)	20,5	1,5	24,0	1,2	26,3	1,5
Long de la Mano (cm)	16,0	1,1	18,1	1,0	19,4	0,8
Long Trocánter-Tibial (cm)	33,6	2,9	38,5	2,8	41,8	3,5
Long Tibial-Piso (cm)	39,8	5,7	44,9	2,8	46,9	2,5
Long del Pie (cm)	21,8	1,4	24,6	1,2	25,9	1,1
Brazada o Envergadura (cm)	140,2	7,2	161,3	7,2	177,3	8,2
Diámetro Biacromial (cm)	30,1	1,7	34,2	2,2	39,1	2,4
Diámetro Bicrestal (cm)	21,1	2,5	24,3	2,5	22,6	2,8
Masa de la Piel (kg)	2,4	0,2	3,0	0,2	3,6	0,3
Masa del Tejido Adiposo (kg)	9,2	2,5	13,3	2,9	15,6	3,1
Masa del Tejido Muscular (kg)	12,9	2,5	19,1	3,5	28,3	5,2
Masa Residual (kg)	3,9	0,6	5,5	0,9	7,6	1,2
Masa Ósea (kg) *	3,3	0,5	4,6	0,8	6,4	1,0

\* No incluye la masa ósea de la cabeza.

Las letras representan diferencias significativas en distintos niveles (a = p > 0,001 y b = p > 0,05). Los valores representan la media, la desviación estándar y los valores test, para cada variable por clase.



**TABLA IV**  
 CARACTERIZACIÓN DE LAS 3 CLASES A PARTIR DE LAS VARIABLES  
 QUE NO PARTICIPARON EN EL ACP

Variables	Clase 1		Clase 2		Clase 3	
	Media $\pm$ Ds	n (%)	Media $\pm$ Ds	n (%)	Media $\pm$ Ds	n (%)
Edad Cronológica	10,3 $\pm$ 1,2		13,1 $\pm$ 1,3		15,4 $\pm$ 1,4	
Edad Ósea*	9,97 $\pm$ 1,9		13,8 $\pm$ 1,5		16,4 $\pm$ 1,4	
Adelantados		11 (34%)		24 (75%)		19 (79%)
Tardíos		21 (66%)		8 (25%)		5 (21%)
Endomorfia	2,0 $\pm$ 1		2,3 $\pm$ 1		2,3 $\pm$ 0,7	
Mesomorfia	4,6 $\pm$ 1		4,4 $\pm$ 1		4,5 $\pm$ 0,9	
Ectomorfia	3,0 $\pm$ 1		3,4 $\pm$ 1,2		3,2 $\pm$ 1	
BI %	79,6 $\pm$ 4		81,3 $\pm$ 4,6		81,4 $\pm$ 3	
CI %	86,1 $\pm$ 13		86,1 $\pm$ 8,3		89,4 $\pm$ 8,7	
Córmico %	51,9 $\pm$ 3,3		51,1 $\pm$ 1,2		51,1 $\pm$ 1,3	
Acromio-Iliaco %	70,3 $\pm$ 9,3		71,3 $\pm$ 7,99		58,0 $\pm$ 7,4	

\* La Edad Ósea se calculó para 88 sujetos agrupados en: Clase 1: 32; Clase 2: 32; Clase 3: 24.

Los valores representan la media  $\pm$  la desviación estándar para cada clase. n representa la cantidad absoluta de individuos y su porcentaje con respecto al total de cada clase

los estudios de crecimiento, por ejemplo; estatura, longitud de la pierna, y anchura biacromial (7). Su valoración es de suma importancia en nuestro caso, ya que el sistema de selección y pronósticos en la natación en un alto porcentaje se basa en mediciones antropométricas (8).

La utilización conjunta del ACP y Clasificación Automática, permitió diferenciar claramente tres grupos de nadadores en función de sus características antropométricas. En el primer grupo (Clase 1), se encuentran los nadadores más pequeños, son los de menor edad y así mismo poseen los menores valores de dimensiones corporales, respecto a los otros dos grupos. Se observa que la mayoría de las longitudes son significativas, porque son precisamente dichas dimensiones las que se desarrollan en este período de crecimiento. De esta manera el índice Crural (CI), refleja un desarrollo distal de las extremidades inferiores, aspecto que

coincide con la información reportada en poblaciones no atléticas (30, 31). A su vez los resultados del índice Braquial (BI), parecen indicar que el antebrazo no ha alcanzado todo su desarrollo, lo cual es característico en estas edades.

En el segundo grupo (Clase 2), se encuentran los nadadores con un desarrollo intermedio. Sin embargo están definidos por poseer la cadera más ancha (diámetro bicrestal), respecto a los otros grupos. Esto parece indicar una tendencia rectangular del tronco, debido a una correlación positiva con el diámetro biacromial (datos no mostrados), es el único grupo que presenta esta característica. También se mantienen valores significativos para algunas longitudes. Se aprecia también un incremento del tejido adiposo y muscular, debido a factores biológicos característicos de esta edad (32), en los cuales también influyen la práctica y ejercitación deportiva (33). La tercer-

ra agrupación (clase 3) presenta a los nadadores con un mayor desarrollo. Están definidos por las medidas de cada uno de sus componentes de composición corporal, a saber: masa de tejido muscular, masa residual, masa ósea, peso y masa de la piel, por cuanto la mayoría se encuentra en el período máximo de crecimiento corporal.

En natación las mejores *performances* en gran medida, dependen del nivel de desarrollo de todas las cualidades físicas, psicológicas y morfológicas. Así, los nadadores de alta calificación presentan un buen desarrollo físico; lo cual garantiza excelentes características hidrodinámicas (34). De acuerdo a Karpaman (35), en el sistema de selección de talentos en la natación, es conveniente dar preferencia a aquellos que poseen las mayores dimensiones corporales. Faulkner (36), Guillet y Genety (1) y Tanner (31), entre otros, coinciden en mencionar que existe una gran variación en los tipos de crecimiento, desarrollo y madurez en los niños de edad similar y buen estado de salud, por lo tanto, las proporciones de crecimiento en las longitudes de los huesos varían de manera individual y con la edad. Es importante de igual manera destacar que el crecimiento longitudinal de los huesos está influenciado por los factores hormonales y nutricionales (7). Así mismo estos autores sugieren que la apreciación de las condiciones físicas del niño debe basarse en el nivel de maduración individual, lo cual incide directamente en el desempeño de la actividad física. Es por ello que en este trabajo y aplicando el método multivariante se logró identificar tres grupos de nadadores caracterizados por diferentes cambios corporales.

El rendimiento deportivo está directamente relacionado con el desarrollo biológico (33), y por ende, con la edad ósea; los atletas que se encuentran adelantados en relación a esta característica, tienden a lograr mejores resultados deportivos de for-

ma inmediata que aquellos que son tardíos. En esta investigación, en promedio, la edad ósea está adelantada en todos los grupos. La mayoría de los investigadores coinciden en señalar que los nadadores tanto masculinos como femeninos son de maduración promedio o levemente avanzados (37). Sin embargo, es importante destacar que la clase 1 presenta un 66% de retardo en su maduración ósea. Estos hallazgos son importantes de tomar en consideración al momento de diseñar y planificar una estrategia de entrenamiento individualizado en el atleta.

Otro aspecto interesante a destacar es la forma del tronco. Según la clasificación de Pospisil (24), el tercer grupo (clase 3) posee un tronco de tipo trapezoidal, es decir, estos atletas comienzan a aproximarse a "la forma de nadadores". Mientras que el primer y segundo grupo, poseen un tronco de tipo intermedio. Muchos de los atletas del segundo grupo, de acuerdo con sus características antropométricas, poseen una tendencia a desarrollar un tronco de tipo rectangular, forma poco compatible con la práctica de la natación. Fontdevilla (38), señalan que los nadadores presentan un predominio del diámetro biacromial sobre el diámetro bicrestal sobre todo en el caso de las hembras, dando lugar al típico tronco del nadador en forma de triángulo invertido.

Los resultados indican que la clasificación o agrupación de los nadadores a partir de sus características antropométricas, es una buena guía para determinar las condiciones bio-tipológicas de los atletas. Estos en conjunto con la maduración ósea, permitirá el diseño de una orientación y selección deportiva más adecuada, así como también la mejor elección de medios y métodos de entrenamiento, tipo de carga y pronóstico de los posibles resultados sin afectar el estado de salud de los atletas.

Una mejor caracterización de este grupo de nadadores se podría obtener incluyen-

do los indicadores de maduración sexual, razón por la cual se recomienda profundizar los aspectos de interés presentados en este estudio.

### AGRADECIMIENTO

A los nadadores sin cuya colaboración hubiese sido imposible la realización de este trabajo. Al Consejo de Desarrollo Científico y Humanístico (CDCH) de la Universidad Central de Venezuela por financiar este proyecto. N° PG-05-30-3801-00

### REFERENCIAS

1. **Guillet R, Genety J.** Manual de medicina del deporte. (2ed). Fondo Editorial de Masson. 1985. Barcelona. pp.110.
2. **Cameron N.** The methods of auxological anthropometry. En: Human growth. A comprehensive treatise. 1986. Vol 3: 3-46. Falkner, F. and Tanner, J. M. (eds). 2ª ed. Plenum Press, New York.
3. **OMS. Organización Mundial de la Salud.** El estado físico: uso e interpretación de la antropometría. Informe de un comité de expertos de la OMS. 1995. Serie Informes Técnicos N° 854. Ginebra. OMS pp. 452.
4. **Arenas O, Pérez B, Castillo T.** Variables Antropométricas y su potencial discriminatorio en grupos de individuos estratificados por sexo y edad. Acta Cient Venez 1988; 39:375-379.
5. **Tanner JM, Whitehouse RH, Marshall WA, Healy MJ, Goldstein H.** Assessment of Skeletal Maturity and Prediction of Adult Height (TW2 Method). 1983. 2nd Ed. London. Academic Press. 106 pp.
6. **Marín B.** El Ejercicio Físico y el Deporte durante el Crecimiento. Olimpismo y Medicina Deportiva Problemas y Soluciones del Deporte Infantil y Juvenil. 1996. Edita: Comité Olímpico Español. Madrid. pp 220.
7. **Malina R, Bouchard C, Bar-Or.** Growth, Maturtion and Physical Activity. Human Kinetics. 2004. 2ªEd.United States of America. pp. 3-710.
8. **Bulgakova N, Vorontsov A, y Radigina I.** La correlación de los ritmos de desarrollo y crecimiento de los índices morfofuncionales fundamentales de los nadadores jóvenes. Revista Teoría y Práctica de la Cultura Física 1985; 2:22-28.
9. **Pérez B.** Efectos del Entrenamiento sobre el Crecimiento y Desarrollo en Niños y Adolescentes. Revista de la Asociación para el Progreso de la Investigación Universitaria. 1997. 4:102-111.
10. **American College Sports Medicine.** Posiciones y Opiniones. 1990. Universidad de Puerto Rico. Puerto Rico. pp 10.
11. **Pérez B.** Los Atletas Venezolanos: su tipo físico. 1981. Universidad Central de Venezuela. Caracas. pp 197.
12. **García P, Flores Z, Salazar-Lioggiodice M, Rodríguez A.** Predicción de talla adulta en niños y jóvenes que practican natación. 2004. García, P. y Rodríguez, A (comp). Ediciones OPSU. Caracas. pp 49-56.
13. **Landaeta-Jiménez M.** Crecimiento físico, composición corporal y estado nutricional. En: Perfil Biológico y Nutricional de los Nadadores del Estado Miranda. 2004. Pérez, B. y Landaeta-Jiménez (eds). Ediciones del Vicerrectorado Académico UCV. Universidad Central de Venezuela. Caracas. pp. 53-120.
14. **Macías-Tomei C.** Maduración sexual y ósea. En: Perfil Biológico y Nutricional de los Nadadores del Estado Miranda. 2004. Pérez, B. y Landaeta-Jiménez (eds). Ediciones del Vicerrectorado Académico UCV. Universidad Central de Venezuela. Caracas. pp. 121-140.
15. **García P, Flores Z, Rodríguez A, Rondón R.** Aptitud Física, Maduración y Morfología en Niños y Jóvenes Nadadores. 2004. García, P. y Rodríguez, A (comp). Ediciones OPSU. Caracas. pp 139-149.
16. **García P, Salazar M.** Edad esquelética y edad morfológica en jóvenes nadadores. An Venez Nutr 2000; 14: 9-14.
17. **International Society for the Advancement of Kinanthropometry (ISAK) Estándares Internacionales para la Valoración Antropométrica.** Título Original: International Standard for anthropometric Assessment. Australia. Traduce: Albarrán M, y

- Holway F. Revisado y editado: Pérez B. Publicado por la Sociedad Internacional para el Avance de la Kinantropometría. 2001. 133 pp.
18. **Gore Ch, Olds T, Carter L, Norton K.** Accreditation in anthropometry. National Sports Research Center. 1998. Australian Sports Commission. pp 66.
  19. **Pancorbo S.** Importancia de la estatura en la natación de alto rendimiento. Boletín Científico N° 1/2. 1985. Inder, Cuba. pp 18.
  20. **Pérez B, Vasquez M, Tomei C, Landaeta-Jimenez M, Ramírez G.** Anthropometrics characteristics of young Venezuelan male swimmers according with biological maturity status. (Resumen). Memorias del X International Congress of Auxology: Human Growth in Sickness and Health. 2004. Florence, Italy. P 174-175.
  21. **Aréchi ga J, Osornio T, Ramírez C, Prado C, Carmenate M, Pérez B.** Profil morphologique des nageurs mexicains. Biométrie Humaine et Anthropologie. 2005. Tome 22 (3-4): 127-132.
  22. **Ross W, Kerr D.** Fraccionament de la massa corporal: un nou metode per utilitzar en nutricio clinica i medicina esportiva. Apunts 1991; 18:175-187.
  23. **Heath BH, Carter JEL.** A modified somatotype. Am J Phys Anthropol 1967; 27: 57-74.
  24. **Pospisil M.** Prácticas de Antropología Física. 1987. Selección de temas. Editorial Científico-Técnica. La Habana, Cuba. pp 71.
  25. **Lebart L, Morineau A, Fenelon JP.** Tratamiento estadístico de datos. 1985. Macombo S.A, Barcelona, España. pp 520.
  26. **Peña D.** Análisis de Datos Multivariantes. 2002. Mc Graw-Hill Interamericana de España, S. A. U. Madrid, España. pp 539.
  27. **Benzécri JP.** Construction d'une classification ascendante hiérarchique par la recherche en voisins réciproques. Cahiers de l'Analyse des Données. 1982; 7:209-218.
  28. **Sánchez-Carrión J.** Introducción a las técnicas de análisis multivariante aplicadas a las ciencias sociales. 1984. CIS, Madrid, España.
  29. **Lebart L, Morineau A, Lambert T, Pleuvret P.** SPAD.N (Système Portable d'Analyse des Données Numériques). Manual de Referencia ver. 2.5. 1994. Centre International de Statistique et d'Informatique Appliquées. (CISIA), Saint-Mandé, France.
  30. **Valls A.** Introducción a la Antropología, fundamentos de la evolución y de la variabilidad biológica del hombre. 1980. Editorial Laboral. Barcelona. España. pp 260.
  31. **Tanner JM.** El Hombre antes del Hombre. 1986. Fondo de Cultura Económica. México D.F. pp 283.
  32. **Landaeta-Jiménez M, López-Blanco M, Méndez-Castellano H.** Arm muscle and arm fat areas: Reference values for children and adolescents. Project Venezuela. Auxology 94'. Humanbiol. Budapest. 1994. 25: 555-562.
  33. **Malina R.** Physical growth and biological maturation of young athletes. Exere Sport Sci Rev 1994; 22:389-433.
  34. **Leiva J, Gil A.** Características Morfológicas y de Fuerza como Criterio para la Orientación y Selección de Nadadores Velocistas en el Valle del Cauca. Kinesis. 1996. 12. Valle del Cauca. pp. 2-15.
  35. **Karpman UL.** Medicina Deportiva. 1989. Editorial Pueblo y Educación. La Habana. pp 316.
  36. **Faulkner R.** Maturation. En Measurement in Pediatric Exercise Science. Docherty (Ed). Human Kinetics. 1996. Canadá. pp. 129-153.
  37. **Carter L.** Factores Morfológicos que limitan el Rendimiento Humano. PubliCE Standard. 2003. 28/07/2003. Pid: 139.
  38. **Fontdevilla F, Carrio R.** Influencia del ejercicio físico en los patrones de crecimiento en nadadores entre los 10 y 14 años. Apunts. 1992. 31: 199-213.