

INSTITUTO DE MEDICINA DEPORTIVA

## Relación de la edad biológica con indicadores morfológicos y funcionales en niños de 11-12 años

Por:

Dr. ALDO LOPEZ GALARRAGA,\* Lic. CARLOS RODRIGUEZ ALONSO,\*\*  
Dr. JOSE JORDAN,\*\*\* Téc. ELENA GARCIA MORE\*\*\*\*  
y Téc. ORLANDO GONZALEZ GUERRA\*\*\*\*\*

López Galarraga, A. y otros. *Relación de la edad biológica con indicadores morfológicos y funcionales en niños de 11-12 años*. Rev Cub Ped 54: 1, 1982.

Se estudiaron 69 niños escolares, no deportistas, y 37 niños con entrenamiento sistemático en polo acuático<sup>1</sup> y gimnástica,<sup>2</sup> cuyo rango de edades oscilaba entre los 11,0 y 12,7 años de edad decimal (ED), con el objetivo de determinar la interrelación de la madurez biológica o esquelética (EO) con Indicadores funcionales y las características morfológicas. Las mediciones antropométricas realizadas incluyen el peso, la talla, grosor de los pliegues cutáneos de la región subescapular y el tríceps y los valores absolutos y relativos de la composición corporal en masa corporal activa (MCA) y grasa de depósito determinada por la metodología de *Parizková* con el calibrador Holtain. La capacidad funcional cardiorrespiratoria se evaluó a través del consumo máximo de oxígeno ( $VO_2$ Máx) y la capacidad física de trabajo ( $PWC_{170}$ ) medidas con cargas submáximas en un cicloergómetro Monark, según metodología del programa biológico internacional (IBP) y utilizando un analizador de gases tipo Sphyrolit II. La EO se determinó mediante el método TW II. Los resultados obtenidos nos permiten concluir en una mejor adaptación cardiorrespiratoria al ejercicio, mayores valores en las características morfológicas y una EO algo mayor en los niños entrenados que en los no entrenados, siendo los valores significativos al 1% para los valores absolutos y relativos de  $VO_2$  Máx y  $PWC_{170}$  y talla y del 5% para la madurez esquelética. No hubo diferencias significativas en el peso. Asimismo pudimos inferir de la comparación entre "adelantados" y "retardados" biológicos en su desarrollo, una dependencia genética del  $VO_2$ Máx, no así para la  $PWC_{170}$ . Se reafirma finalmente la necesidad del empleo de indicadores biológicos del desarrollo físico y la capacidad funcional en la selección de talentos deportivos.

### INTRODUCCION

Al ser cada vez menor la edad promedio de los atletas que desempeñan altos rendimientos (*Tanner, 1971*)<sup>3</sup> y deportes como la natación y la gimnástica requerir un comienzo de su entrenamiento a edades precoces, cada día es mayor el interés de los investigadores de la medicina del deporte por conocer todo lo relacionado con la capacidad funcional cardio-

\* Especialista de I grado en medicina deportiva. Departamento de Desarrollo físico del IMD.

\*\* Licenciado en Biología. Jefe del departamento de desarrollo físico del IMD.

\*\*\* Doctor en Ciencias, Profesor titular de Pediatría. Facultad de Medicina No. 1, ISCMH.

\*\*\*\* Técnica antropometrista del departamento de desarrollo físico del IMD.

\*\*\*\*\* Técnico de rayos X del IMD.

respiratoria de niños que entrenan de forma sistemática (Labitzke, 1969),<sup>4</sup> y la influencia que sobre ella tienen los diferentes grados de madurez biológica que surgen durante el período de crecimiento y desarrollo del niño. Según han comprobado Venerando y Milano-Comparetti en 1973, la capacidad de rendimiento y la aptitud física están estrechamente relacionadas a las características biométricas del hombre, en su mayoría, determinadas por los caracteres genéticos. Como consecuencia de esto surgen durante el proceso de crecimiento y desarrollo grandes variaciones interindividuales dentro de un mismo grupo de edad, las cuales pueden estar influidas por los factores genéticos o la nutrición, como han afirmado Tanner<sup>5</sup> en 1962 y Tittel<sup>6</sup> en 1967, todo lo cual cobra gran importancia en el campo del deporte escolar. Asimismo son numerosos los estudios que han demostrado la estrecha relación entre las medidas antropométricas y la edad biológica, específicamente representada por la edad ósea, de ahí que este indicador sea considerado como uno de los más representativos del grado de desarrollo biológico alcanzado por el niño durante la ontogénesis.

Por otra parte, la determinación de la capacidad funcional cardiorrespiratoria ha estado generalmente basada en tests ergométricos, sin que aún se haya llegado a la apropiada estandarización de los mismos. Por medio de dichos tests es posible estimar la capacidad física de trabajo para una frecuencia cardíaca óptima ( $CFT_{170}$ ) y el consumo máximo de oxígeno, ya sea por método directo o indirecto. Dada la influencia que el entrenamiento deportivo tiene sobre la composición corporal, en masa corporal activa (MCA) y grasa de depósito, siendo el consumo máximo de oxígeno ( $VO_2$  Máx) una función de la misma al tener el  $O_2$  participación activa en el metabolismo energético del músculo. Es por ello que se hace necesaria la expresión del  $VO_2$  Máx en función de la MCA, para tener una idea más exacta de la utilización del oxígeno durante el ejercicio.

Por todo lo anterior y dada la clasificación del deporte escolar en categorías de rendimiento basadas en la edad cronológica del niño, con la posible aparición de fenómenos individuales de discrepancia en rendimiento y desarrollo, el objetivo de nuestro trabajo ha sido establecer la relación entre la madurez biológica y la capacidad funcional cardiorrespiratoria de niños que practican deportes de forma sistemática y de aquellos que así no lo hacen para dar a los entrenadores y profesores de educación física una mejor orientación sobre la aplicación de las cargas físicas de entrenamiento a niños en general y la selección de los mismos para la práctica en las diferentes disciplinas deportivas.

#### MATERIAL Y METODO

Se empleó una muestra representativa y estrictamente aleatoria constituida por 69 niños escolares sanos que no practicaban deportes sistemáticamente y 37 niños pertenecientes a escuelas deportivas especializadas con entrenamiento sistemático, de los cuales 19 practicaban el polo acuático y 18 la gimnástica, cuyas edades estaban comprendidas entre los 11,0 y 12,7 años de edad decimal (ED).

Los indicadores antropométricos estudiados fueron el peso, la talla, el porcentaje de grasa, la masa corporal activa absoluta (kg) y el índice de sustancia corporal activa (AKS) informado por Wutschek en 1970, que informa el valor relativo de la sustancia o masa corporal activa con respecto a la talla, cuya fórmula es:  $MCA \text{ en g/talla}^3$ . Para la determinación de la composición corporal se empleó la ecuación de regresión aportada por Parizková y Roth en 1972,<sup>2</sup> tomando para ello los pliegues cutáneos del tríceps y la de la región subescapular. Los instrumentos utilizados fueron una pesa de balanza, un estadiómetro y un calibrador de grasa, ambos tipo Harpenden. La edad biológica (EB) de los niños estudiados fue determinada mediante estimación de la edad ósea y a partir de una radiografía de la mano izquierda, siguiendo la técnica descrita por Tanner y Whitehouse en 1962.<sup>7</sup> Todas las radiografías fueron evaluadas a ciegas por el autor y un evaluador con experiencia y trabajos publicados (Rodríguez y colaboradores, 1975),<sup>8</sup> bajo la asesoría del profesor J. Jordán, quien aplicó por primera vez en Cuba este sistema (Jordán y colaboradores, 1975),<sup>9</sup> y ha realizado periódicamente pruebas de interconfiabilidad con los autores.

A cada uno de los sujetos se les sometió a una prueba de esfuerzo en un cicloergómetro tipo Monark, con cargas submáximas y máximas y a una frecuencia de pedaleo de 50 RPM, controlada por metrónomo, para tratar de determinar la capacidad física de trabajo para 170 pulsaciones por minuto ( $CFT_{170}$ ) y la capacidad aeróbica máxima ( $VO_2 \text{ Máx.}$ ). La dosificación de las cargas para la  $CFT_{170}$  se hizo según la metodología del Programa Biológico Internacional (IBP), modificada para nuestra población y la metodología de Stoida<sup>10</sup> (comunicación personal, 1976), siendo la potencia promedio de la primera carga, según pulso de reposo y peso del sujeto de 25 watts o 0,5 kp y el tiempo de duración de dicha carga de 5 min. La potencia de la segunda carga estuvo dada por la relación, magnitud de la primera carga entre frecuencia del pulso obtenida en los 15 seg. del minuto final de la misma. Entre la primera y la segunda carga se dio un intervalo de descanso de 3 minutos, sin embargo, al concluir los 5 minutos de la segunda carga se incrementó escalonadamente la potencia a razón de 12,5 watts o 0,25 kp por minuto hasta llevar al niño al agotamiento. La toma de frecuencia cardíaca se hizo mediante registro electrocardiográfico en un equipo de la Nihon Khoden y la determinación de la  $CFT_{170}$  se hizo mediante la fórmula de Karpman,<sup>11</sup> (figura 1).

El  $VO_2 \text{ Máx}$  fue estimado por método directo durante el trabajo en el cicloergómetro y mediante un analizador electrofísico de gases, con sistema abierto, del tipo Spyrolit II de la VEB, Junkalor, Dessau a temperatura ambiente entre 20 y 21°C para condiciones STPD.

El procedimiento estadístico consistió en la determinación de medidas de tendencia central y variabilidad, comparación de las medias muestrales de los grupos estudiados en busca de diferencias significativas (prueba t) y análisis de correlación simple y múltiple de las variables ED y EB con el resto de las variables y con todas a la vez.

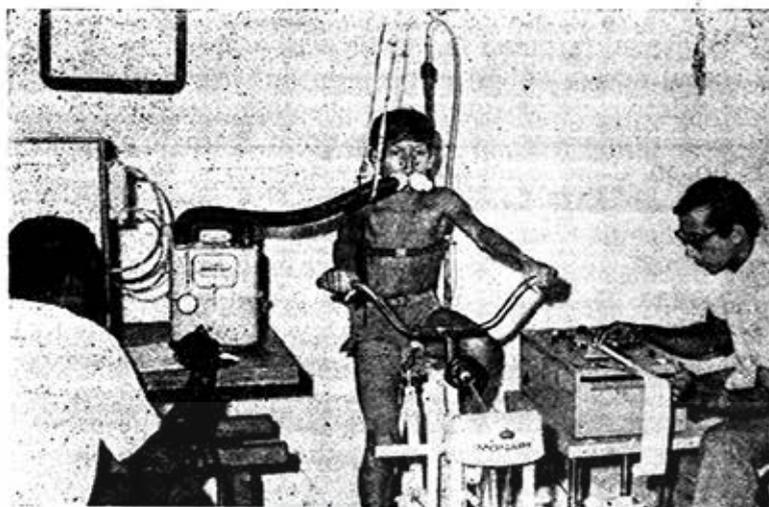


Figura 1. Realización de una prueba de esfuerzo en el ciclo-ergómetro por uno de los niños estudiados.

#### RESULTADOS Y DISCUSION

La observación en el cuadro I de los valores promedio y las desviaciones estándares de las diferentes variables en los grupos estudiados nos muestra valores más elevados en los niños atletas que en los no atletas en todos los parámetros analizados, con excepción del porcentaje de grasa, en el cual los niños atletas mostraron cifras más elevadas que las de los niños deportistas. A su vez los polistas tenían valores de EB, ED, peso, talla, porcentaje de grasa, MCA,  $CFT_{170}$ ,  $VO_2Máx$ , y  $VO_2Máx/MCA$  superiores a los de los gimnastas, mientras que éstos tenían valores de  $CFT_{170}/kg$ ,  $CFT/MCA$ ,  $VO_2Máx./kg$  y AKS más altos que los de los polistas. Asimismo la prueba *t* demostró una diferencia significativa y mayor a 1% para los valores de talla, MCA, AKS,  $CFT_{170}$ ,  $CFT_{170}/kg$ ,  $CFT_{170}/MCA$ ,  $VO_2Máx$ ,  $VO_2Máx/kg$  y  $VO_2Máx/MCA$  de los niños atletas con relación a los no atletas (cuadro II). Estos resultados concuerdan con los de diversos autores como *Schleusing y Luther, 1969*;<sup>12</sup> *Labitske, 1969*<sup>1</sup> y *Eklom, 1971*,<sup>13</sup> quienes plantean que el rendimiento y la adaptación cardiorrespiratoria al esfuerzo también se confecciona por el hecho de presentar los no atletas un mayor porcentaje de grasa (diferencia significativa al 1%), lo cual se explica por la poca actividad física y menor capacidad aeróbica de los mismos con la consecuente poca movilización de los metabolitos grasos durante el escaso trabajo muscular (*Parizková, 1974*).<sup>1</sup> También hubo diferencia significativa y mayor entre las EB de entrenados, y no entrenados, pero al 5%. Sin embargo, no hubo diferencias significativas en la ED y el peso corporal de ambos grupos lo cual achacamos en primer lugar por haber sido escogida la muestra precisamente sobre la base de una ED prefijada y en segundo lugar por estar constituida la muestra atlética por dos grupos de niños pertenecientes a disciplinas deportivas diferentes y con

### CUADRO I

VALORES PROMEDIO Y DESVIACION ESTANDAR DE LOS DIFERENTES PARAMETROS ANTROPOMETRICOS Y FUNCIONALES EN TODOS LOS GRUPOS ESTUDIADOS

Edad cronológica	11,8 ± 0,5	12,0 ± 0,3	11,8 ± 0,2	11,9 ± 0,4
Edad biológica	10,7 ± 1,7	12,4 ± 1,1	11,0 ± 1,7	11,5 ± 1,7
Peso (Kg)	32,3 ± 5,9	42,2 ± 5,7	36,5 ± 8,4	37,4 ± 7,6
Talla (cm)	138,3 ± 8,7	151,3 ± 7,0	143,0 ± 7,3	145,0 ± 10,3
Grasa (%)	13,0 ± 2,3	18,4 ± 4,3	18,0 ± 5,3	15,8 ± 4,5
M.C.A. (Kg)	28,1 ± 4,8	34,3 ± 4,3	29,5 ± 4,1	31,3 ± 5,6
C.F.T. <sub>1,70</sub>	448,9 ± 83,8	509,1 ± 80,2	394,1 ± 117,4	459,8 ± 132,6
C.F.T. <sub>1,70</sub> /kg peso	14,2 ± 3,3	12,2 ± 2,2		
CFT <sub>1,70</sub> /			11,2 ± 3,5	13,2 ± 2,9
kg MCA	16,4 ± 3,9	15,0 ± 2,6	13,5 ± 4,1	15,7 ± 3,3
VO <sub>2</sub> Máx	1,47 ± 0,25	1,89 ± 0,41		
VO <sub>2</sub> Máx/			1,50 ± 0,40	1,69 ± 0,39
Kg peso	45,7 ± 5,2	45,5 ± 11,4	4,11 ± 9,0	45,6 ± 8,8
VO <sub>2</sub> Máx/				
kg MCA	52,7 ± 6,2	55,9 ± 14,2	49,6 ± 13,0	54,3 ± 11,2
AKS	1,06 ± 0,08	0,99 ± 0,07	1,01 ± 0,13	1,02 ± 0,09

características morfológicas muy disímiles dando lugar esto a una compensación dentro de dicha muestra.

Debemos señalar que si bien hubo diferencia significativa entre atletas y no atletas en cuanto a EB, este indicador depende fundamentalmente de factores endógenos de tipo genético (Tanner, 1962 y 1971),<sup>3,5</sup> con posible incidencia tanto en la muestra de los entrenados como en las de los no entrenados, lo cual pudiera explicar las grandes diferencias morfológicas que se observan en niños que inician la práctica deportiva en el período prepuberal. En estas diferencias morfológicas en las que generalmente se fijan los entrenadores cuando se va a seleccionar a los llamados "talentos" deportivos. Sin embargo, el desconocer la EB de los mismos puede implicar la elección de niños "adelantados" o "retardados" dada la conocida relación de la madurez biológica con el desarrollo somático y los caracteres biométricos. Ejemplo de esto es el diferente grado de madurez ósea que poseían dos niños de la misma categoría de 11-12 años (figura 2 y gráfico).

En la comparación entre los grupos de niños atletas, gimnastas y polistas, se pudo comprobar una diferencia significativa al 1% y a favor de los segundos en EB, peso, talla, porcentaje de grasa, MCA, CFT<sub>1,70</sub>, VO<sub>2</sub>Máx (índices absolutos) y el VO<sub>2</sub>Máx/MCA (índice funcional relativo), mien-

**CUADRO II**  
**RESULTADOS DE LA PRUEBA T DE STUDENT, EN LA COMPARACION**  
**DE LOS GRUPOS ESTUDIADOS**

Grupos	EB	EC	Peso	Talla	% Grasa	MCA	CFT170	CFT 170/Kg	CFT 270/MCA	VO <sub>2</sub> Máx	VO <sub>2</sub> Máx/Kg	VO <sub>2</sub> Máx/MCA	AKS
Atletas y no atletas	>	—	—	<	<	<	>	>	>	>	>	>	>
	0,05	—	—	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
Polistas y no atletas	>	—	>	>	>	>	>	>	>	>	>	>	>
	0,01	—	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
Gimnastas y no atletas	—	—	<	>	<	>	>	>	>	>	>	>	>
	—	—	0,01	0,01	0,01	0,05	0,01	0,01	0,05	0,01	0,01	0,01	0,01
Polistas y gimnastas	>	—	>	>	>	>	>	>	>	>	>	>	>
	0,01	—	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	—	0,01	—	0,01	0,01

Leyenda: > = Predominio del 1er. grupo sobre el 2do

< = Predominio del 2do. grupo sobre el 1ro.

0,01 = Significativa al 1%

0,02 = Significativa al 5%

— = No diferencia significativa.

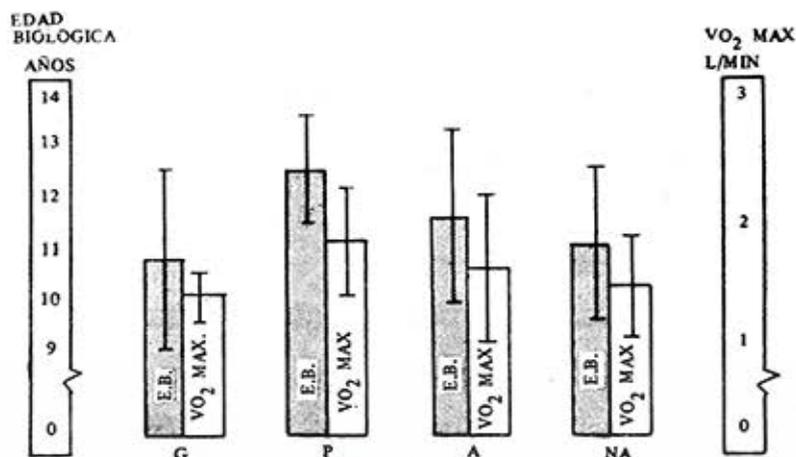


Figura 2. Niños gimnastas pertenecientes a la categoría de once-doce años con 7,7 años de diferencia en edad ósea y sólo 1,2 años en edad cronológica. Tallas: 157,1 cm y 126,4 cm.

tras que en AKS y  $CFT_{170}$  (índices relativos) la diferencia fue igualmente significativa y mayor al 1% para los primeros. No hubo, sin embargo, diferencias en ED,  $CFT_{170}/MCA$  y el  $VO_2 \text{ Máx}/kg$ , todo lo cual se explica antes que todo por la composición de la muestra atlética. Igualmente se pudiera achacar este predominio de los polistas sobre los gimnastas a que una mayor EB implica mayores dimensiones corporales y características biométricas, lo cual ha sido demostrado con altas correlaciones por Tanner, 1962,<sup>5</sup> Hollman y Bouchard, 1970.<sup>14</sup>

Asimismo los resultados del porcentaje de grasa y del  $VO_2 \text{ Máx}$ , bien pudieran explicarse por el mayor depósito de grasa que poseen los sujetos que practican la natación como medio de aislamiento térmico y para facilitar la flotabilidad, y por ser los deportes de resistencia, como la natación y el polo acuático, de gran activación de los procesos aeróbicos en quienes los practican (Sobolavá y colaboradores, 1971).<sup>15</sup> Otros autores han planteado incluso, que la capacidad aeróbica está determinada fundamentalmente por dimensiones físicas y funcionales, resultantes de la interacción de la constitución genética y los factores ambientales, tal es el caso de

## Gráfico



Comparación de valores promedio de la edad biológica y el consumo máximo de oxígeno ( $VO_2$ Máx) en los diferentes grupos de gimnastas, polistas, atletas en general y no atletas.

Cotes y Davies, 1969;<sup>16</sup> Shepard, 1971;<sup>17</sup> Ekblom, 1971,<sup>13</sup> y Eriksson, 1972.<sup>15</sup> Igualmente Sprynarová y Parizková plantearon en 1968, la proporcionalidad del  $VO_2$  Máx a los índices antropométricos,<sup>19</sup> los que están controlados a su vez tanto por factores endógenos como exógenos. Esto pudiera explicar en parte el hecho de que los niños no entrenados presentarán valores de peso, talla y  $VO_2$  Máx más elevados que los niños gimnastas, ya que si bien éstos son escogidos sobre la base de su menor talla y peso promedio, también las características anaeróbicas del trabajo muscular en gimnástica hacen que los que la practiquen, desarrollen poco el sistema de transporte de oxígeno y por consecuencia sus valores de  $VO_2$ Máx sean más bajos que los de los atletas de otros deportes (Drazil, 1971 y 1974).<sup>20,11</sup>

El mayor  $VO_2$ Máx observado en los niños no entrenados también pudiera explicarse por influencias genéticas en la magnitud de utilización metabólica del oxígeno, según han demostrado Klissóouras en 1971 y 1973,<sup>22,23</sup> en estudios hechos en gemelos monocigóticos y dicigóticos, los cuales concluyen que para los fines de un desempeño atlético máximo se debe tener en cuenta la constitución genética del sujeto.

Los análisis de correlación simple de la Ed y la EB con el resto de las variables estudiadas, se hizo tomando como criterio de confiabilidad a los valores informados por Hebbink, Borms y Clarys, en 1971, durante un estudio de la CFT<sub>170</sub> en niños de 10 y 15 años y su correlación con la variabilidad de la madurez esquelética.<sup>24</sup> Se demostró una alta correlación, al 1% de la EB con los indicadores antropométricos absolutos (peso, talla y MCA) en la muestra de los niños entrenados y específicamente en los polistas. Igual ocurrió en el grupo de los no atletas, pero con la excepción

de que la correlación de la EB con el peso fue significativa sólo al 5%. Esto reafirma los planteamientos de *Tanner* en 1962 y de *Hollmann* y *Bouchard* en 1970, con respecto al control genético de los caracteres biométricos en la población normal.<sup>5,14</sup>

A su vez, el  $VO_2Máx$  correlacionó significativamente con la EB, al 5% en los entrenados y al 1% en los no entrenados. En cambio, hubo ausencia de correlación de la  $CFT_{1:0}$  con la EB en ambos grupos. Esto corrobora el planteamiento de *Eriksson* en 1972,<sup>18</sup> quien luego de un estudio de la influencia del entrenamiento sobre el suministro de oxígeno, señalaba que como función somática, la mejor utilización del oxígeno estaba determinada tanto por factores endógenos (caracteres genéticos) como exógenos (medio). Igualmente, *Sirotkina* y *Lisitskaya* en 1973,<sup>25</sup> han imputado igualmente a los caracteres hereditarios, la amplia variedad dentro de los límites por ella encontrados, en la magnitud de la  $CFT_{1:0}$  en un grupo homogéneo de adolescentes entrenados.

La ausencia de correlación de la ED con los índices antropométricos y el  $VO_2Máx$ , pudiera justificar una vez más el planteamiento de la dependencia genética en estos índices y la hipótesis de que la EB es un estimador más fehaciente de los caracteres hereditarios y morfológicos del niño que la ED.

La correlación múltiple de la ED con el resto de las variables mostró una estrecha dependencia estadística (alta correlación) y valores más altos que los de la ED con las mismas variables, lo cual corrobora nuevamente la dependencia genética de los caracteres somáticos y los indicadores de la capacidad funcional ( $VO_2Máx$ ), siendo en los niños entrenados donde más altas fueron las correlaciones múltiples al alcanzar los polistas valores de  $r = 0,97$  y los gimnastas de  $r = 0,94$  (cuadros III y IV).

Con el objetivo de demostrar más objetivamente la relación de la EB con los índices morfológicos y funcionales, se presenta un gráfico de barras en el cual se comparan los valores promedio de EB y de  $VO_2Máx$  en los diferentes grupos estudiados, donde se observa que los polistas, con mayor EB promedio, son los de mayor  $VO_2Máx$  promedio (ver gráfico). Con el mismo objetivo se hizo comparación de dos grupos de niños entrenados con madurez biológica diferente, pero de igual categoría de participación deportiva escolar, pudiéndose comprobar una diferencia significativa al 1% y mayor para la EB, peso talla y MCA de los niños biológicamente "adelantados" (cuadro V).

Es decir, que estos niños eran más desarrollados, más pesados, más altos y de mayor MCA que los biológicamente "retardados", todo lo cual corroboran los planteamientos de *Hebbelink*, *Borms* y *Clarys* en 1971.<sup>24</sup> Igualmente se demostró una diferencia significativa el 5% y mayor a favor de los "adelantados" con respecto a la magnitud absoluta del consumo máximo de oxígeno, lo cual concuerda con los planteamientos de *Sprynarová* y *Parizková*, 1968.<sup>19</sup> No obstante ya desde 1952, *Astrand* planteaba que el  $VO_2Máx$  era proporcional a las dimensiones corporales del niño,<sup>26</sup> *Hollmann*, *Bouchard* y *Herkenrath* confirmaban en 1965 el desarrollo armónico

### CUADRO III

CORRELACION MULTIPLE DE LA EDAD CRONOLÓGICA Y LA EDAD BIOLÓGICA CON LOS PARAMETROS ANTROPOMÉTRICOS Y FUNCIONALES EN NIÑOS POLISTAS

Edad cronológica	R	Edad biológica	R
Con CFT <sub>170</sub>	0,703	Con MCA	0,755
Agreg. AKS	0,713	Agreg. % grasa	0,766
Agreg. % grasa	0,725	Agreg. peso	0,861
Agreg. Edad Biol.	0,729	Agreg. talla	0,894
Agreg. CFT <sub>170</sub> /Kg	0,754	Agreg. AKS	0,897
Agreg. MCA	0,766	Agreg. VO <sub>2</sub> Máx/Kg	0,899
Agreg. CFT <sub>170</sub> /MCA	0,788	Agreg. VO <sub>2</sub> Máx/MCA	0,908
Agreg. VO <sub>2</sub> Máx/Kg	0,804	Agreg. CFT 170	0,914
Agreg. VO <sub>2</sub> Máx	0,825	Agreg. CFT <sub>170</sub> /Kg	0,960
Agreg. VO <sub>2</sub> Máx/MCA	0,826	Agreg. CFT <sub>170</sub> /MCA	0,965
Agreg. peso	0,827	Edad cronológica	0,967
Agreg. talla	0,827	Agreg. VO <sub>2</sub> Máx	0,967

### CUADRO IV

CORRELACION MULTIPLE DE LA EDAD CRONOLÓGICA Y LA EDAD BIOLÓGICA CON LOS PARAMETROS ANTROPOMÉTRICOS Y FUNCIONALES EN NIÑOS GIMNASTAS

Edad cronológica	R	Edad Biológica	R
Con MCA	0,673	Con talla	0,666
Agreg. Peso	0,741	Agreg. % Grasa	0,686
Agreg. % Grasa	0,764	Agreg. CFT <sub>170</sub> /Kg	0,694
Agreg. Edad biológica	0,792	Agreg. CFT <sub>170</sub> /MCA	0,751
Agreg. Talla	0,807	Agreg. VO <sub>2</sub> Máx/Kg	0,773
Agreg. AKS	0,820	Agreg. Edad cronológica	0,789
Agreg. VO <sub>2</sub> Máx	0,830	Agreg. CFT 170	0,799
Agreg. CFT <sub>170</sub> /Kg	0,835	Agreg. VO <sub>2</sub> Máx	0,829
Agreg. CFT <sub>170</sub> /MCA	0,841	Agreg. AKS	0,851
Agreg. VO <sub>2</sub> Máx/MCA	0,849	Agreg. VO <sub>2</sub> Máx/MCA	0,863
Agreg. VO <sub>2</sub> Máx/Kg	0,852	Agreg. MCA	0,872
Agreg. CFT 170	0,853	Agreg. peso	0,938

## CUADRO V

COMPARACION DE DOS GRUPOS DE NIÑOS ENTRENADOS DE DIFERENTE GRADO DE MADUREZ BIOLÓGICA MEDIANTE LA PRUEBA T DE ESTUDENT

Índices	Valores promedio y desviación estándar		Nivel de Significación (α)
	Grupo I (n = 7) "Adelantado"	Grupo II (n = 11) "Retardado"	
Edad biológica	13,8 ± 0,8	9,6 ± 0,9	10,1 0,01
Talla (cm)	155,8 ± 5,7	134,6 ± 6,6	6,99 0,01
Peso (kg)	46,5 ± 5,6	30,5 ± 4,3	6,85 0,01
MCA (kg)	38,4 ± 5,1	26,4 ± 3,3	6,81 0,01
VO <sub>2</sub> Máx (L/min)	1,88 ± 0,4	1,44 ± 0,3	2,89 0,05
CFT <sub>170</sub> (kgm/min)	515 ± 103,3	475 ± 82,2	0,91 —

Legenda: 0,01 = Significativo al 1%, 0,05 = Significativo al 5%

del sistema óseo y el VO<sub>2</sub>Máx en niños de 8 a 18 años<sup>27</sup> e igualmente observaba *Labitske* en 1971, que el aumento del VO<sub>2</sub> Máx se producía simultáneamente con el de la EB,<sup>28</sup> determinada por osificación de la mano de niños nadadores de ambos sexos con diversos niveles de rendimiento. Debe señalarse, sin embargo, la ausencia de diferencia significativa entre "adelantados" y "retardados" en cuanto a la CFT<sub>170</sub>, lo que se pudiera explicar por ser este índice funcional un orientador de la aptitud física y no del desarrollo, por lo cual niños "retardados" en su maduración esquelética pudieran tener un mismo nivel de adaptación a los esfuerzos físicos que niños "adelantados" a pesar de encontrarse en esos momentos en desventajas físicas.

Nuevamente estos resultados concuerdan con las conclusiones de *Hebelinck*, *Borms* y *Clarys*, quienes en 1971, señalaron que el estar "retardado" o "adelantado" en la osificación del esqueleto no implica necesariamente cambios en la CFT<sub>170</sub>.<sup>24</sup> También es notable el hecho de que los valores más altos de CFT<sub>170</sub> y VO<sub>2</sub>Máx (743 kgm/min y 2,81 L/min) hayan sido los observados en un niño no entrenado que resultó ser a su vez un "adelantado". Si bien esto concuerda con hallazgos de *Hollmann*, *Bouchard* y *Herkenrath* en 1965,<sup>27</sup> no debe ser tomado como pauta, pues sólo se trata de un caso aislado, pero pudiera ser un ejemplo más de como los factores genéticos pueden influir en la adaptación funcional y el desarrollo motor de un sujeto, tal como ha planteado *Klissouras* en 1971<sup>22</sup> y 1973,<sup>23</sup> para la capacidad aeróbica máxima y *Sirotkina* y *Lisitskaya*,<sup>19</sup> en el mismo año, para el caso CFT.

Un ejemplo más ilustrativo de la influencia de la EB en los rendimientos de niños entrenados, en natación y gimnástica, durante su participación en competencias lo constituyen los datos obtenidos de nuestro Departamento de Desarrollo Físico, con relación a los ganadores de todos los eventos de natación y la mayoría de los de la gimnástica en los pasados

XIII Juegos Escolares y Juveniles Nacionales, celebrados en La Habana y Santa Clara, en 1975, los que resultaron ser sujetos biológicamente "muy adelantados". En este caso debe señalarse que las radiografías de mano para estimación de la EO o biológica, en el caso de los nadadores, habían sido realizadas con un año de antelación a las competencias.

Tomando en consideración el año menos de EC por lo antes señalado, observamos que en la categoría infantil B (11-12 años), 7 nadadores con un adelanto biológico de 1 año y 11 meses, acapararon el 78% de los primeros lugares, el 56% de los segundos y el 33% de los terceros, del total de eventos efectuados. En el momento de estimación de su madurez esquelética, estos sujetos tenían un promedio de 11,3 años de edad de ED y 13,2 años de EB con idénticos coeficientes de variación (0,05) para ambas variables. Véase cómo ya, desde un año antes de la competencia, estos niños se encontraban biológicamente "pasados" de categoría propiamente dicho. Estos "superdotados", descritos también por *Estruch y Galilea Muñoz* en 1966,<sup>29</sup> tenían pues una franca ventaja en su desarrollo tanto morfológico como fisiológico con respecto al resto de los competidores. Sin embargo, es imprescindible destacar que en esta misma categoría un nadador obtuvo el primer lugar en el evento de 200 m. estilo mariposa, siendo un "retardado" biológico, pues poseía una ED de 10,6 años en el momento de hacerle la radiografía de mano (un año atrás) y 10,2 de EB. Debemos decir entonces que este atleta es el verdadero superdotado, pues a pesar de encontrarse en desventaja de desarrollo con respecto a sus contrarios, obtuvo un magnífico resultado y quedándole a la vez mucho mayor potencial biológico por desarrollar que los demás.

Estos resultados se comprobaron de forma idéntica para la categoría juvenil A.

Esta información rechaza categóricamente la hipótesis planteada por *Bugyi* en 1970, sobre la influencia del entrenamiento sistemático en el adelanto del desarrollo biológico de jóvenes atletas que practican la natación.<sup>30</sup>

También se señala el caso de un gimnasta participante en dichos juegos en la misma categoría de 11 y 12 años, el cual obtuvo 3 primeros lugares en el máximo acumulador del polítlón gimnástico, anillas y barra fija y dos terceros en caballo con arzones y barras paralelas, para ser el máximo ganador de medallas en dichas competencias de gimnástica, teniendo en esos momentos una EC de 12,4 años, sin embargo, la EO era de 15,1 años (estimada en este trabajo), o sea un adelanto biológico de 2 años y 8 meses. Estos datos demuestran que este niño de acuerdo con su desarrollo biológico debía haber competido en dos categorías inmediatas superiores (juvenil B).

A modo de ilustración, en cuanto a diferencias morfológicas entre este niño "superdotado" y otro de su misma categoría de participación y "retardado", se presenta la fotografía de estos dos niños gimnastas participantes en la categoría de 11 y 12 años en dichos Juegos Escolares y con una diferencia de 7,7 años en edad biológica y 31,3 cm en talla. (figura 2).

## CONCLUSIONES

1. Los niños entrenados, además de tener mejor adaptación cardiorrespiratoria al esfuerzo físico y mayores valores en los indicadores morfológicos, presentaron una madurez esquelética algo mayor que los no entrenados. A su vez, los entrenados y biológicamente "adelantados", tenían valores significativamente mayores en los índices antropométricos y funcionales que los "retardados".
2. La estrecha dependencia observada entre la EB y los índices antropométricos, avalada por conclusiones similares de otros autores, nos permite señalar en este trabajo la influencia genética existente sobre los mismos.
3. Dadas las diferencias morfológicas observadas entre gimnastas y polistas, debido a las disímiles dimensiones corporales que estas disciplinas deportivas exigen de los que la practican, creemos necesario se tomen en cuenta los parámetros antropométricos para una mejor selección de futuros campeones en estos deportes.
4. De los estudios realizados por otros autores y los resultados encontrados por nosotros, podemos inferir que entre el consumo máximo de oxígeno ( $VO_2Máx$ ) y la capacidad física de trabajo para 170 pulsaciones ( $CFT_{170}$ ), el primero es un mejor estimador genético y la segunda una mejor estimadora de la aptitud física. No obstante, es necesario profundizar estos estudios con otras muestras de niños cubanos. Sugerimos, pues, se tenga en cuenta a la determinación del  $VO_2Máx$  cuando se quiera tener una mejor información de las posibilidades funcionales de un niño cuando llegue a su madurez final.
5. El ejemplo señalado en los resultados de niños "adelantados" y "retardados" en los pasados XIII Juegos Nacionales Escolares, reitera las conclusiones hechas por el Departamento de Desarrollo Físico de nuestro IMD, en el estudio de la determinación de la edad ósea en nadadores, de que es necesario aplicar las cargas de entrenamiento con base a la EB de los niños atletas y utilizar al mismo tiempo este indicador para la predicción del futuro deportivo de los mismos. Por todo lo anterior creemos necesario que al hacer la selección de "talentos" para nuestras Escuelas de Iniciación Deportiva y específicamente para aquéllos deportes que comienzan su entrenamiento a edades tempranas de la vida, deben emplearse indicadores genéticos del desarrollo físico y funcional (algunos aquí estudiados) y considerar igualmente a la EB, por las posibilidades de información que la misma puede ofrecer sobre el potencial de crecimiento y desarrollo humano.

## SUMMARY

López Galarraga, A. et al. *Relationship between biological age and functional and morphological indexes in children aged 11 to 12 years*. Rev Cub Ped 54: 1, 1982.

Sixty nine scholar children non-sport practicing, and 37 children systematically trained for aquatic polo<sup>1</sup> and gymnastic<sup>2</sup> which decimal age (DA) ranged between 11,0 and 12,7

years were studied with the object of determining biological or eskeletal maturity (BA) interrelation to functional indexes and morphological characteristics. Antropometric measuring carried out include weight, height, subscapular region and triceps cutaneous fold density and relative and absolute values for body composition in active body mass (ABM) and depot fat determined by Parizková's methodology with Holtain caliper. Cardio-respiratory functional capacity was evaluated through maximum oxygen volume ( $\text{Max O}_2\text{V}$ ) and physical work capacity ( $\text{PWC}_{170}$ ) measured with submaximum loads by a Monark cycloergometer, according to the methodology of the International Biological Programme (IBP) and employing a Spyrolit II gas analyzer. Biological or skeletal maturity (BA) was determined by TW II method. The results obtained allow us to conclude that trained children have a better cardiorespiratory adaptation to exercise, higher values for morphological characteristics and a little higher BA when compared to non-trained children, being 1% significant values for  $\text{Max O}_2\text{V}$  and  $\text{PWC}_{170}$ , and height absolute and relative values, and 5% for bone maturity. There was no significant differences in weight. Thus, from comparison between their biological "retarding" and "precocious" development we could infer a  $\text{Max O}_2\text{V}$  genetical dependence, no being so for  $\text{PWC}_{170}$ . Finally, need to use biological indexes for physical development and functional capacity in selecting sportive talents is reassured.

## RÉSUMÉ

López Galarraga, A. et al. *Rapport entre l'âge biologique et les indicateurs morphologiques et 11,0*, en vue de détermier la corrélation entre la maturité biologique ou squelettique

Nous avons étudié 69 écoliers, non sportifs, et 37 enfants avec un entraînement systématique de water-polo<sup>1</sup> et gymnastique<sup>2</sup> dont l'âge décimal (AD) oscillait entre 12,7 ans et 11,0, en vue de détermier la corrélation entre la maturité biologique ou squelettique (AO) et les indicateurs fonctionnels et les caractéristiques morphologiques. Les mesurages anthropométriques réalisés incluent le poids, la taille, l'épaisseur des plis cutanés de la région sous-scapulaire et du triceps, ainsi que les valeurs absolues et relatives de la composition corporelle en masse corporelle active (MCA) et graisse de dépôt déterminée par la méthodologie de Parizková par l'étalonnage Holtain. La capacité fonctionnelle cardio-respiratoire a été évaluée à travers la consommation maximale d'oxygène ( $\text{VO}_2\text{Máx.}$ ) et la capacité physique de travail ( $\text{PWC}_{170}$ ), mesurées avec des charges sous-maximales avec un cyclo-argomètre Monark, suivant la méthodologie du programme biologique international (IBP) et au moyen de l'emploi d'un analyseur de gaz type Spyrolit II. L'AO a été déterminé moyennant la méthode TW II. Les résultats obtenus nous permettent de conclure que les enfants entraînés ont une meilleure adaptation cardio-respiratoire à l'exercice, des valeurs plus élevées dans les caractéristiques morphologiques et un AO un peu supérieur que les enfants non ostraînés, étant les valeurs significatives à 1% pour les valeurs absolues et relatives de  $\text{VO}_2\text{ Max.}$  et de  $\text{PWC}_{170}$  et taille, et de 5% pour la maturité squelettique. En ce qui concerne le poids, les différences ont été non significatives. En outre, à partir de la comparaison du développement entre les "avancés" et les "retardés" biologiques, nous pensons à une dépendance génétique du  $\text{VO}_2\text{ Max.}$ , mais pas pour la  $\text{PWC}_{170}$ . Enfin, on réaffirme le besoin d'employer des indicateurs biologiques du développement physique et la capacité fonctionnelle dans la sélection des athlètes.

## BIBLIOGRAFIA

1. Parizková, J. Body composition, nutrition and exercise. *Med Sport* 37: 1, 1974.
2. Parizková, J.; Z. Roth. Body fat assessment in children from skinfold thickness measures by the Holtain caliper (Tanner-Whitehouse). *Hum Biol* 44: 4, 613-620, 1972.
3. Tanner, J.M. Nuestros hijos crecen más rápidamente. *Sandorama* 11: 33, 1971.
4. Labitzke, H. Trainingsbedingte Anpassungsfähigkeit des Herg-Kreislanf-Systems bei 11 jährigen Kindern. *Med Sport* 9: 244-248, 1969.

5. *Tanner, J.M.* Growth at adolescence. Blackwell Scientific Publications, Oxford, 2da ed., 1962.
6. *Tittel, K.* Die Entwicklung Akzeleration. Richtlinien für anthro pometrischen Erforschungen. DHFK. 1, 11-13, 1967.
7. *Tanner, J.M. et al.* A new system for estimating skeletal maturity from the hand wrist, with standard derived from a study of 2600 healthy British children. Part II-The Scoring System. International Children Center, Paris, 1962.
8. *Rodriguez, L. et al.* Determinación de la edad ósea en nadadores jóvenes mediante el método TW II (estudio preliminar para pronóstico de entrenamiento a edades tempranas). Bol Cient Téc INDER. No. 1-2, 49, año XIII, 1975.
9. *Jordán, J. et al.* The growth and development study of Cuban child during 1972 as a public health control: design and methods. Ann Hum Biol 2: 2, 153-171, 1975.
10. *Stoída, J.* Metodología o métodos cardiológicos para la evaluación del estado funcional del deportista. Lab Fisiol Cardiovascular, I.M.D., 1976 (comunicación personal).
11. *Karpman, V.L. y otros.* Prueba PWC<sub>170</sub> para determinar la capacidad física de trabajo. Teor Prakt Fiz Koult 10: 37, 1969.
12. *Schleusing, G.; T.H. Luther.* Spiroergometrische normwerte bei kindern und jugendlichen. Med Sport 9: 226, 1969.
13. *Eklblom, B.* Effect of physical training in children and adolescents. Acta Paediat Scand (Suppl. 217) 60, 1971.  
muskellkraft bei 8-bis 18 Jährigen jungen. Z Kreislanf 59: 160, 1970.
15. *Sobolova, V. et al.* The age influence and sport training over physical fitness, Acta Paediat Scand (Suppl. 217), 1971.  
nologischen und biologischen Alter, zu spirvergome trischem Daten und Skelettu-
14. *Hollmann, W.; C. Bonchard.* Untersuchungen über die Beziehungen zwidchen chro-
16. *Cotes, J.E.; C.T.M. Davies.* Underlying factors in exercise capacity: A study in physiological anthropometry. Proc Roy Soc Med 62: 620, 1969.
17. *Shepard, R.J.* Physical work capacity in schoolboys. II. In: Shepard, R.J. ed.: Frontiers of Fitness. C. Thomas publisher, Springfield, Illinois, 1971.
18. *Eriksson, B.O.* Physical training, oxygen supply and muscle metabolism in 11-13 year old boys. Acta Physiol Scand (Suppl. 384) 1972.
19. *Sprynarova, S.; J. Parizková.* Estudio dinámico sobre las relaciones entre las posibilidades aeróbicas y la composición corporal en varones jóvenes. Teor Prakt Fiz Koult 31: 3, 70-73, 1968.
20. *Drazie, V.* Applied physiology and clinical examination in Gymnastics. In Larson, L.A. and D.E. Hermann. Eds: Encyclopedia of Medicine and Sports Sciences. The Mac Millan Co. New York, 1971.
21. *Drazie, V.* Fysiologické problémy gymnastice. Gymnastika 24: 1, 2, 1974.
22. *Klissouras, V.* Inherit capacity of adaptative variation: J Appl Physiol. 31: 338, 1971.
23. *Klissouras, V.* Prediction of potential atheletic performance with special reference to inheritance. J Sports Med Phys Fitness 13: 2, 100, 1973.
24. *Hebbelinck, M. y otros.* La variabilidad de la edad esquelética y las correlaciones con la capacidad de trabajo en niños de 5to. grado de primaria. Kinanthropologie, (Lieja) 3/2: 125-35, 1971.
25. *Sirotkina, B.A.; T.S. Lisitskaya.* Investigación de la capacidad física de trabajo de los deportistas adolescentes y los jóvenes de la misma edad que no practican deportes. Teor Prakt Fiz Koult 36: 3, 48-49, 1973.
26. *Astrand, P.O.* Experimental studies of physical capacity in relation to sex and age. Copenhagen, 1952.
27. *Hollmann, W. et al.* Die Entwicklung der leistungsfähigkeit des kardiopulmonal en system bei Kindern und Jugendlichen des achten bis achzehnten Lebensjahres. Sportarzt und Sportmedizin 16: 7, 255, 1965.

28. *Labitzke, H.* Über Beziehungen zwischen biologischen alter (Ossifikationsalter) und der Körperlänge, der Körperoberfläche sowie der maximalen Sauerstoffaufnahme. *Med Spor* 11: 82-86, 1971.
29. *Estruch Battle, J.; J. Galilea Muñoz.* Problemas médicos de "superdotados" juveniles. *Med Ed Fis Deporte* 1: 1966.
30. *Bugyi, B.; I. Kansz.* Radiographic determination of the skeletal age of young swimmers. *J Sports Med Phys Fitness* 10: 269, 1970.

Recibido: agosto 10, 1981.

Aprobado: setiembre 8, 1981.

Dr. Aldo López Galarraga,  
Instituto de Medicina Deportiva.  
Santa Catalina 12453.  
La Habana 5.

INSTITUTO DE MEDICINA DEPORTIVA

## El uso de indicadores antropométricos como criterio de madurez biológica en niños gimnastas de 6 a 8 años de edad

Por:

Dr. ALDO LOPEZ GALARRAGA,\* Dra. IDELSE PAREDES SEGREDO,\*  
Téc. ELENA GARCIA MORE\*\* y Téc. ORLANDO GONZALEZ GUERRA\*\*\*

López Galarraga, A. y otros. *El uso de indicadores antropométricos como criterio de madurez biológica en niños gimnastas de 6 a 8 años de edad.* *Rev Cub Ped* 54: 1, 1982.

Se estudiaron 63 niños de uno y otro sexos, pertenecientes a la Academia Provincial de Gimnástica de Ciudad de La Habana, desglosados en subgrupos de 6, 7 y 8 años de edad cronológica y totalizando 32 varones y 31 hembras. Se tomaron 9 medidas antropométricas para la elaboración de los indicadores del desarrollo físico, complejo "C" y el Índice de Desarrollo Corporal (IDC) según *Wutscherk*, y se estableció su relación con la madurez biológica, estimada a través de la edad ósea (EO) por el método TW II. Se observó gran variabilidad en EO en los grupos estudiados y evidentes diferencias intersexos en los valores del complejo "C" y el IDC. A pesar de la disímil correlación de estos indicadores con la EO, lo que parece responder a las características estructurales de los integrantes de la muestra, los valores de  $r = 0,50$  para la EO y el complejo "C"

\* Especialista de I grado en medicina deportiva, del Instituto de Medicina Deportiva (IMD).

\*\* Técnica antropometrista del IMD.

\*\*\* Técnico de Rayos X del IMD.