

Efecto de la maduración biológica sobre variables de aptitud física en niños y jóvenes tenistas venezolanos

FLORES-ESTEVEZ Z, RODRÍGUEZ-BER-
MÚDEZ A, GARCÍA-AVENDAÑO P, BRITO
NAVARRO P

Rev. Esp. Antrop. Fís. (2008) **28**: 37-45
Aceptado : 21 mayo 2008

¹ Unidad Rendimiento Humano, Deporte y Salud, Instituto de Investigaciones “Rodolfo Quintero”, Facultad de Ciencias Económicas y Sociales-Universidad Central de Venezuela.
uxmalfeliz@yahoo.com

Palabras clave: maduración biológica, aptitud física, edad morfológica, tenis de campo, deporte

El objetivo de esta investigación fue evaluar el efecto de la maduración biológica, estimada a partir de la edad morfológica, sobre variables de aptitud física, en un grupo de niños y jóvenes tenistas de uno y otro sexo, con edades comprendidas entre 9-14 años. La muestra quedó conformada por 71 atletas, 34 chicos y 37 chicas. La edad morfológica se obtuvo a partir de mediciones antropométricas, de acuerdo con la propuesta de Siret y col. (1991) y las variables de aptitud física se evaluaron siguiendo el protocolo EUROFIT. Para efectos de interpretación, los individuos se clasificaron en maduradores promedio y adelantados. El análisis estadístico contempló un análisis multivariante de la covarianza (MANCOVA) de dos vías, utilizando como factores el sexo y el nivel de maduración y como covariable, la edad decimal. En todas las pruebas, se rechazó la hipótesis nula cuando $p < 0,05$. Los resultados indicaron efectos estadísticamente significativos de la edad decimal, así como dimorfismo sexual para la aptitud física. No se apreciaron diferencias entre maduradores promedios y adelantados en las valencias físicas consideradas, a excepción de la dinamometría de la mano. Se concluye que en los tenistas, la fuerza se encuentra afectada por el desarrollo y la maduración biológica, recomendándose su inclusión en las evaluaciones biomédicas para la planificación y dosificación de los entrenamientos.

© 2008 Sociedad Española de Antropología Física

Introducción

El estudio y reconocimiento de los procesos morfológicos y fisiológicos del organismo, enfocados hacia la práctica deportiva, ha sido de utilidad para los profesores de educación física y entrenadores de distintas disciplinas; en particular cuando el interés consiste en la evaluación de niños y jóvenes con miras a la práctica orientada a la alta competencia. En deportes de iniciación temprana tales como el tenis, natación y gimnasia, entre otros, donde el grado de exigencia y compromiso es muy elevado, el empleo de técnicas y conocimientos biomédicos (morfofisiológicos, psicológicos, biomecánicos, médico-deportivos y medioambientales) dentro de una perspectiva auxológica, se hace indispensable para llegar a una mejor planificación del inicio, seguimiento y dosificación del entrenamiento (Buti y col., 1984; Bar-Or, 1987; Arnot y Gaines, 1991; Beunen, 1991; Malina, 1996). Pérez (1997) indica que para favorecer una vida deportiva más prolongada, es necesario poseer una concepción más amplia de los elementos que pueden considerarse como indicadores de maduración del individuo, tales como: maduración esquelética, caracteres sexuales secundarios y la maduración neuromuscular, entre otros, y que se expresan directamente en el desarrollo físico. Las variaciones o modificaciones en estos indicadores ocurren en el marco de la ontogénesis, la cual implica transformaciones en el fenotipo, expresadas en cambios morfológicos y funcionales en todos los sistemas orgánicos, así como el aumento de la capacidad de rendimiento

general; cada uno de los cuales permite caracterizar –a partir de diversos enfoques– las diferencias individuales y temporales en la aparición de las distintas características biológicas respecto de la manifestación promedio en una determinada población.

Un aspecto determinante en las investigaciones con niños deportistas lo constituye el estudio de los niveles de maduración biológica (adelantado, promedio y tardío), ya que las variaciones que se encuentran en ésta, afectan la capacidad motora y funcional, expresada en valencias físicas susceptibles de ser valoradas a partir de pruebas generales y específicas de aptitud física (Coelho y col., 2002; Pérez y col., 2002; García y col., 2004). En este orden de ideas, Wutscherk (1973) propuso el Índice de Desarrollo Corporal (IDC) como alternativa a los métodos radiográficos empleados para estimar el nivel de maduración biológica. Para ello, se apoyó en el uso de mediciones antropométricas simples. Posteriormente, Siret y col. (1991) introducen algunas modificaciones al procedimiento, dando lugar al IDC_m, y derivando la edad morfológica como indicador de la edad biológica, la cual puede obtenerse a partir de la aplicación de una ecuación de regresión múltiple que contiene al IDC_m y la edad decimal del individuo como variables independientes. Este resultado se expresa en años y meses, al igual que la edad ósea. Investigaciones adicionales (Siret y Pancorbo, 1985; León Pérez, 1990; García Avendaño, 1996; García y Salazar, 2001; García y col.; 2004), han mostrado su confiabilidad en la valoración del grado de madurez biológica en atletas, observando alta correlación con la edad ósea valorada a través del método de TW2 (Tanner y col., 1983) y la valoración de caracteres sexuales secundarios (Tanner y Marshall, 1986), tanto en chicos como en chicas. Es por ello que la edad morfológica puede considerarse una alternativa viable comparable con los métodos clásicos utilizados para el estudio de la madurez biológica.

Por otra parte, el IDC_m, al estar basado en mediciones antropométricas, presenta algunas ventajas como son: fácil aplicación en investigaciones de campo, lo que facilita a su vez, la obtención de muestras numerosas, así como la interpretación de los resultados de forma relativamente rápida, sin necesidad de contar con equipos altamente especializados ni someter al sujeto a procedimientos invasivos (Pancorbo, 2002; Fröhner, 2003; Martín y col., 2004). Dentro de esta perspectiva, el objeto de esta investigación fue analizar el efecto de la maduración biológica, estimada a partir de la edad morfológica, como indicador del desarrollo físico (grado de maduración), sobre el comportamiento de algunas variables antropométricas y de aptitud física (fuerza, potencia y coordinación), en un grupo de niños y jóvenes tenistas de uno y otro sexo.

Material y métodos

El estudio se realizó a partir de una muestra conformada por 71 tenistas de campo, 34 sujetos masculinos y 37 femeninos con edades comprendidas entre 9-14 años, seleccionados de forma intencional de una población de practicantes sistemáticos de esta disciplina deportiva, adscritos a la Federación Venezolana de Tenis durante el año 2004, siendo el estudio de corte transversal. Se practicaron las siguientes mediciones antropométricas: anchuras biacromial y bicrestal; perímetros del antebrazo (en los chicos) y del muslo máximo (en las chicas); estatura y masa corporal, siguiendo los lineamientos de ISAK (2001). Las mismas fueron utilizadas para obtener el Índice de Desarrollo Corporal Modificado (IDC_m), necesario para la estimación del indicador del nivel de maduración biológica conocido como edad morfológica, siguiendo el procedimiento descrito por Siret y col. (1991), el cual plantea en primer término, obtener el IDC_m de acuerdo con las siguientes ecuaciones:

$$\text{IDC}_m = \frac{\{(0,5[\text{ABA} + \text{ABC}])\{0,5[\text{PMD} + \text{PMI}] \pm \text{FC}\}\}}{\text{Estatura}(\text{cm}) \times 10} \quad (\text{chicas})$$

$$\text{IDC}_m = \frac{\{(0,5[\text{ABA} + \text{ABC}])\{[\text{PAD} + \text{PAI}] \pm \text{FC}\}\}}{\text{Estatura}(\text{cm}) \times 10} \quad (\text{chicos})$$

donde: ABA = Anchura Biacromial; ABC = Anchura Bicrestal; PMD y PMI = Perímetros máximos del muslo derecho e izquierdo respectivamente; PAD y PAI = Perímetros máximos de los antebrazos derecho e izquierdo respectivamente (todos, incluida la estatura, medidos en centímetros); FC = Factor de Corrección, el cual depende del valor del Índice de Rohrer y del sexo del individuo y se obtiene mediante las siguientes expresiones:

$$\begin{aligned} \text{Sexo femenino: FC} &= - 14,8768 (\text{Índice de Rohrer}) + 18,4472 \\ \text{Sexo masculino: FC} &= - 16,0735 (\text{Índice de Rohrer}) + 18,1653 \end{aligned}$$

Una vez obtenido el valor del IDCm de cada individuo, se utilizaron las siguientes ecuaciones de regresión, elaboradas por Siret y col. (1991), para uno y otro sexo, con la finalidad de calcular la edad morfológica:

$$\begin{aligned} \text{EM} &= 0,5116 (\text{Edec}) + 13,4607 (\text{IDCm}) - 4,1461 \quad (\text{sexo masculino}) \\ \text{EM} &= 0,4015 (\text{Edec}) + 9,5469 (\text{IDCm}) - 0,5586 \quad (\text{sexo femenino}) \end{aligned}$$

donde: EM = Edad Morfológica; Edec = Edad Decimal; IDCm = Índice de Desarrollo Corporal Modificado.

El nivel de maduración para cada individuo se estableció de acuerdo con lo sugerido por García Avendaño (1996):

$$\text{Si: } \begin{cases} \text{EM}_i - \text{ED}_i > 1 & \text{- madurador adelantado (desarrollo acelerado)} \\ -1 \leq \text{EM}_i - \text{ED}_i \leq 1 & \text{- madurador promedio (desarrollo normal)} \\ \text{EM}_i - \text{ED}_i < -1 & \text{- madurador tardío (desarrollo retardado)} \end{cases}$$

donde: EM_i y ED_i son respectivamente los valores de las edades morfológica y decimal en el i-ésimo individuo.

Finalmente, para valorar la aptitud física, se aplicaron pruebas generales (salto vertical, dinamometría, lanzamiento de balón y salto largo), de acuerdo con el protocolo EUROFIT (1992); así como pruebas específicas para el tenis de campo, tales como: tiempo de reacción y abanico (Arnot y Gaines, 1991), orientadas a evaluar la fuerza, potencia y coordinación, valencias necesarias para la práctica de este deporte.

Análisis Estadístico

En el análisis estadístico se controlaron los efectos de la maduración, estimada en términos de la edad morfológica sobre las variables antropométricas y de aptitud física, utilizando un análisis multivariante de la covarianza de dos vías (MANCOVA), que esencialmente es una técnica que permite analizar los efectos de dos factores sobre los vectores de medias de los grupos generados por la combinación de los niveles de cada factor; retirando el efecto lineal de una o más variables perturbadoras. Previo a la aplicación del MANCOVA, se verificaron los supuestos de normalidad y de igualdad de matrices de covarianza, este último a partir del estadístico M de Box (Rencher, 1998). En este caso, se decidió emplear como covariable la edad decimal, debido a que, por lo limitado del tamaño muestral, no era factible realizar las comparaciones separadamente por edades simples.

Los resultados del MANCOVA permitieron obtener las medias ajustadas para las variables antropométricas y de aptitud física, separadamente para uno y otro sexo; a partir de las cuales se evaluaron las diferencias por género y nivel de maduración no explicadas a partir de los efectos lineales la edad decimal, utilizando para el procesamiento de los datos el paquete estadístico SPSS, versión 13.0, rechazándose las hipótesis de interés cuando $p < 0,05$.

Resultados

En la Tabla 1 se muestran los resultados correspondientes a los valores promedios ajustados por la edad decimal, las variables antropométricas y de aptitud física, según el género y nivel de maduración de la muestra de tenistas analizada, así como su correspondiente error estándar. En cuanto al nivel de maduración, se aprecia que la mayor cantidad de atletas (independientemente del género) se encuentra en un estadio promedio con una edad morfológica ligeramente superior a la decimal en 0,4 años, mientras que los maduradores adelantados evidenciaron diferencias de 1,5 años en las chicas y 1,3 años en los chicos. Cabe destacar que en la muestra bajo estudio no se apreciaron maduradores tardíos.

Por otra parte, las dimensiones antropométricas simples exhibieron los valores más elevados en el grupo de maduradores adelantados en uno y otro sexo (consistente con lo biológicamente esperado), mostrando las mayores diferencias por grupo la estatura, la masa corporal y el perímetro máximo del muslo en el caso de los chicos y la masa corporal en las chicas. También se apreció que, en la muestra bajo estudio, los masculinos aventajaron a las féminas en todas las variables.

Los parámetros de aptitud física considerados presentan diferencias menos marcadas entre los grupos de maduración. En general, los tenistas de sexo masculino mostraron valores medios más elevados que las de sexo femenino en todas las variables, exceptuando el tiempo de reacción. En el caso particular de los chicos clasificados como maduradores adelantados, mostraron un rendimiento medio más alto que el grupo de maduradores promedio en las pruebas de dinamometría, lanzamiento del balón, salto largo y abanico. Las chicas exhibieron un patrón casi idéntico al de los chicos para estas pruebas incluyendo el salto vertical (Figura 1). Los efectos multivariantes de la edad decimal, el nivel de maduración y el sexo sobre las variables antropométricas y de aptitud física se muestran en la Tabla 2.

En todos los casos, todos los factores considerados presentaron significación estadística ($p < 0,05$), con excepción de la interacción entre el sexo y el nivel de maduración. Esto implica, que todas las variables estudiadas muestran conjuntamente dimorfismo sexual y que los grupos de maduración evidencian diferencias morfológicas y en cuanto a la aptitud física. En función de lo

Tabla 1. Medias ajustadas de las variables antropométricas y de la aptitud física, de acuerdo con el sexo y el nivel de maduración*

Variables	Chicos				Chicas			
	\bar{x}	EEE	Adelantados	EEE	\bar{x}	EEE	Adelantados	EEE
Edad morfológica	13,04	0,397	12,98	0,615	12,49	0,306	12,56	0,535
Edad decimal	12,76	0,415	11,63	0,576	12,23	0,307	11,03	0,545
Antropométricas								
Estatura	151,03	1,219	159,31	1,914	146,09	1,571	155,24	2,042
Masa corporal	43,00	1,318	54,17	2,071	37,37	1,152	47,32	1,498
A. Biacromial	32,87	0,258	35,53	0,406	30,70	0,407	34,29	0,529
A. Bicrestal	23,10	0,295	25,14	0,463	21,75	0,261	24,01	0,339
P. Antebrazo	21,75	0,234	24,15	0,367	20,15	0,220	21,91	0,287
P. Muslo max.	46,91	0,920	52,45	1,445	45,19	0,719	50,95	0,934
Aptitud física								
Salto vertical	29,19	1,254	31,65	1,970	26,42	1,043	28,42	1,356
Dinamometría	19,15	0,891	26,19	1,400	14,70	0,740	20,82	0,962
Lanzam. del balón	5,78	0,261	6,68	0,410	4,57	0,269	4,97	0,350
Tiempo de reacción	1,55	1,080	1,66	0,170	1,70	0,139	1,70	0,181
Salto largo	16,25	0,294	15,23	0,462	16,77	0,183	16,74	0,237
Abanico	1,74	0,038	1,79	0,059	1,59	0,041	1,53	0,054

* Se ha controlado el efecto de la edad decimal.

\bar{x} : Media estimada a partir del modelo, EEE: Error estándar de la estimación

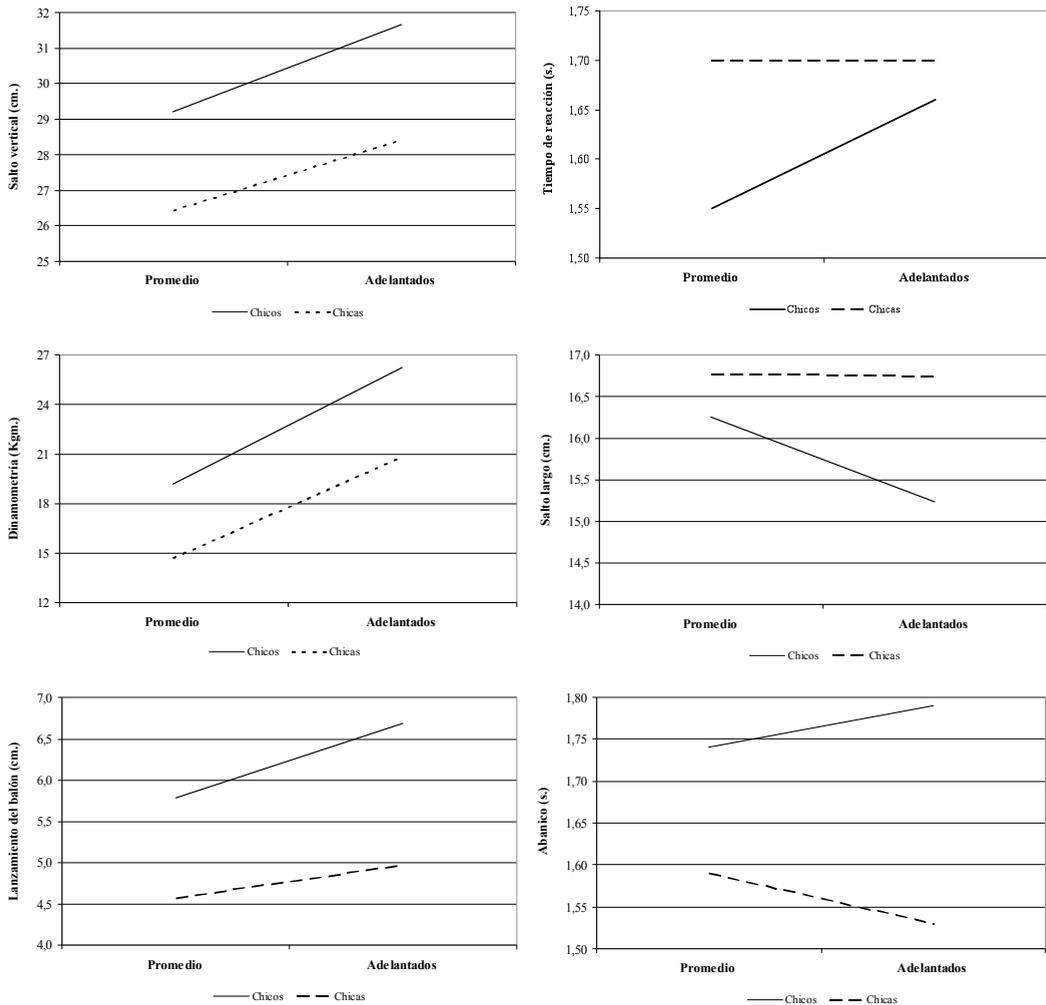


Figura 1. Valores medios ajustados para las variables de aptitud física por sexo y nivel de actividad física

antes expuesto y para facilitar las interpretaciones, los efectos de los distintos factores sobre cada variable se evaluaron separadamente para chicos y chicas.

La edad decimal exhibió efectos estadísticamente significativos sobre todas las variables antropométricas ($p < 0,05$) tanto en chicos como en chicas, así como de acuerdo con el nivel de maduración (promedio y adelantado), encontrándose que la anchura biacromial y el perímetro del antebrazo en chicos y las anchuras biacromial, bicrestal y la masa corporal en chicas estuvieron más fuertemente influenciadas por la maduración (Tabla 3). En el caso de las variables de aptitud física, se apreciaron efectos significativos de la edad decimal sobre casi todas las valencias; con excepción del tiempo de reacción en las chicas (Tabla 4). Adicionalmente, se encontraron diferencias estadísticamente significativas en cuanto a la aptitud física, entre los grupos definidos por el nivel de maduración únicamente en la dinamometría de la mano en uno y otro sexo.

Tabla 2. Efectos multivariantes de las variables antropométricas y de aptitud física por sexo y nivel de maduración, controlando el efecto lineal de la edad decimal.

Efectos	Variables antropométricas			Variables de aptitud física		
	Λ de Wilks	F	p	Λ de Wilks	F	p
Intercepto	0,015*	665,066*	0,000	0,063*	150,076*	0,000
Edad decimal (covariable)	0,190*	43,479*	0,000	0,266*	28,087*	0,000
Sexo	0,531*	8,966*	0,000	0,778*	2,897*	0,015
Nivel de maduración	0,399*	15,345*	0,000	0,582*	7,292*	0,000
Sexo*Nivel de maduración	0,954	0,492	0,812	0,950	0,530	0,783

* Indica efectos significativos sobre el conjunto de variables analizadas, $p < 0,05$

Tabla 3. Significación de los efectos para cada variable antropométrica por sexo

	Modelo corregido		Intercepto		Edad decimal		Nivel de maduración	
	F	p	F	p	F	p	F	p
Chicos								
Estatura	57,646*	0,000	167,815*	0,000	114,491*	0,000	12,951*	0,001
Masa corporal	39,164*	0,000	3,075	0,089	73,578*	0,000	20,154*	0,000
A. biacromial	70,172*	0,000	169,794*	0,000	133,714*	0,000	29,633*	0,000
A. bicrestal	24,904*	0,000	70,982*	0,000	45,777*	0,000	13,464*	0,001
P. antebrazo	39,442*	0,000	101,270*	0,000	66,930*	0,000	29,515*	0,000
P. muslo	13,341*	0,000	28,000*	0,000	22,494*	0,000	10,178*	0,003
Chicas								
Estatura	34,949*	0,000	85,143*	0,000	69,352*	0,000	11,963*	0,001
Masa corporal	51,530*	0,000	10,576*	0,003	99,344*	0,000	26,258*	0,000
A. biacromial	27,337*	0,000	63,429*	0,000	44,352*	0,000	27,454*	0,000
A. bicrestal	60,604*	0,000	26,619*	0,000	118,599*	0,000	26,372*	0,000
P. antebrazo	27,614*	0,000	109,938*	0,000	48,629*	0,000	22,430*	0,000
P. muslo	42,178*	0,000	10,550*	0,003	80,840*	0,000	22,650*	0,000

* Indica la presencia de efectos significativos del factor sobre cada variable, $p < 0,05$

Tabla 4. Significación de los efectos para cada variable de aptitud física, de acuerdo con el sexo.

	Modelo corregido		Intercepto		Edad decimal		Nivel de maduración	
	F	p	F	p	F	p	F	p
Chicos								
Salto vertical	9,856*	0,000	0,003	0,954	19,703*	0,000	1,079	0,307
Dinamometría	42,673*	0,000	18,778*	0,000	81,576*	0,000	17,510*	0,000
Lanzamiento del balón	14,263*	0,000	0,799	0,378	28,285*	0,000	3,364	0,076
Tiempo de reacción	0,452	0,641	11,565*	0,002	0,414	0,525	0,262	0,612
Salto largo	5,124*	0,012	168,482*	0,000	9,065*	0,005	3,315	0,078
Abanico	10,325*	0,000	17,207*	0,000	20,402*	0,000	0,452	0,506
Chicas								
Salto vertical	3,551*	0,040	4,663*	0,038	7,025*	0,012	1,301	0,262
Dinamometría	48,665*	0,000	28,356*	0,000	94,129*	0,000	24,064*	0,000
Lanzamiento del balón	5,497*	0,009	0,004	0,950	10,936*	0,002	0,758	0,390
Tiempo de reacción	1,423	0,255	14,745*	0,001	2,541	0,120	0,000	0,994
Salto largo	7,889*	0,002	423,834*	0,000	14,281*	0,001	0,008	0,928
Abanico	1,245	0,301	34,461*	0,000	1,118	0,298	0,570	0,456

* Indica efectos significativos del factor sobre la variable, $p < 0,05$

Discusión

En la muestra de tenistas analizada se encontraron proporciones similares en los niveles de maduración a las que señala Makarenko (1991) para la población general, donde aproximadamente 13% revela un nivel de maduración adelantada, mientras que cerca del 70% madura a ritmo medio. Asimismo, indica que se presentan casos en los cuales existe un adelanto de más de dos años de los maduradores adelantados respecto de aquéllos con un nivel promedio y una diferencia idéntica, pero en sentido inverso entre estos últimos y los tardíos. Incluso, las diferencias en la velocidad del proceso de desarrollo físico entre niños de una misma edad cronológica pueden alcanzar cuatro años.

Los hallazgos obtenidos en este estudio señalan un menor desempeño de las chicas con respecto los chicos en las pruebas de aptitud física consideradas como indicadores de la fuerza, velocidad, agilidad y coordinación. Resultados similares han sido reportados para otros deportes por Nicoletti y col. (1984); Alonso y Ceballos (1985); Alonso y Cuevas (1985); Hernandez y col. (1985); Buenen (1991); Malina (1996); Marín (1996); García y col. (2003), indicando que en este tipo de pruebas el desempeño de las niñas, para una variedad de esfuerzos motores (piques, saltos largos y altos, alcanzar y lanzar a distancia, entre otras) mejoran linealmente desde la niñez hasta los 13 – 14 años de edad, seguidos por una nivelación en meseta en la capacidad para la performance en algunos esfuerzos y una declinación en otras. Contrariamente, los niños tienen una marcada aceleración de la fuerza y de otras variables de la aptitud física, presentando evidentes explosiones durante la adolescencia (13-14 años) como consecuencia del efecto conjunto del organismo con procesos hormonales que conducen a un incremento de la masa muscular y de la fuerza. En términos generales, los chicos y chicas con un nivel de maduración adelantado, se distinguen por presentar mayor fuerza muscular, capacidad de trabajo y altos indicadores correspondientes a la valoración de los sistemas cardiovascular y respiratorio (Makarenko, 1991).

El comportamiento antes señalado también ha sido reportado por Heras (1997), en un estudio longitudinal realizado para uno y otro sexo, en donde se demostró que el ritmo de ganancia se incrementa de una manera significativa en los chicos poco antes del pico máximo de velocidad en crecimiento; mientras que en las chicas se presenta en forma lineal, sin evidencia de cambios bruscos en dicha variable. Por su parte, Peña (1991) sostiene que los cambios en la respuesta del organismo asociados al entrenamiento en el corto plazo, no son permanentes y varían de acuerdo al tipo de estímulo que representa el programa de entrenamiento aplicado. Así, algunos cambios fisiológicos pueden apreciarse como una respuesta rápida al ejercicio intenso, pero otros, como los morfológicos, requieren de tiempos más prolongados para poder ser observados. En el caso particular de los tenistas, estos señalamientos adquieren mayor importancia, ya que los golpes, la percepción temporal de esos golpes, así como agilidad y rapidez con que se alcanza la pelota a tiempo para ejecutarlos, representan el 95% del juego. Al mismo tiempo, la explosión de los miembros inferiores contribuye a un juego rápido y una completa amplitud de movimientos en los hombros y caderas, permitiendo un desempeño más eficiente (Arnot y Gaines, 1991).

Por otra parte, la ausencia de diferencias significativas encontradas en las variables de aptitud física entre maduradores promedio y adelantados en la muestra de tenistas analizada (Tabla 4), podría explicarse debido a que la variabilidad en el nivel de maduración representa un factor de confusión sobre las variables de aptitud física, impidiendo en algunos casos detectar diferencias estadísticamente significativas entre grupos de individuos que presentan dispersión similar en cuanto a su nivel de maduración (Malina y col., 2004). Adicionalmente, como en este caso se controló el efecto lineal de la edad decimal, esta similitud observada entre los maduradores promedio y los adelantados podría deberse al efecto del entrenamiento, que también es considerado un elemento perturbador (Bar-Or, 1987; Volkov y Filin, 1989; Makarenko, 1991; Fröhner, 2003; Martin y col., 2004). En este orden de ideas, Bar-Or (1987), señala la importancia del conocimiento de los cambios introducidos por el entrenamiento, equiparándolos con aquellos que acompañan el

crecimiento y la maduración, donde las exigencias en cuanto a cargas y volúmenes de entrenamiento deben ser dosificadas para llegar a resultados óptimos en el desempeño.

En esta investigación, este último elemento no fue incluido en el diseño del modelo estadístico utilizado para las comparaciones entre maduradores promedio y adelantados, debido a que no se contaba con datos confiables para esta variable. No obstante, lo más probable es que esta ausencia de diferencias estadísticamente significativas no se deba al efecto confundidor de uno solo de estos factores, sino que más bien sea producto de la interacción conjunta de varios de ellos, incluidos elementos tales como el diseño muestral empleado y el tamaño de la muestra en sí mismo.

En general, los hallazgos encontrados sugieren que la fuerza, se encuentra afectada por la maduración y el desarrollo biológico alcanzados a una edad cronológica determinada, así como probablemente por el entrenamiento. Este hecho, evidencia la necesidad de tener presente durante las evaluaciones biomédicas el nivel de maduración alcanzado por los deportistas, para poder orientar de manera adecuada la planificación y dosificación de los entrenamientos en función de fortalecer su salud y rendimiento deportivo. Sólo así se podrán concretar tareas y plazos de preparación durante un período de tiempo dado.

Agradecimientos

A la directiva y atletas del Centro Nacional de Tenis “Santa Rosa de Lima” por el apoyo brindado durante la recolección de los datos. Al Consejo de Desarrollo Científico y Humanístico de la Universidad Central de Venezuela, por el financiamiento de esta investigación a través del proyecto PG-05-30-4735-03. A los evaluadores, quienes con sus sugerencias, contribuyeron significativamente a mejorar el trabajo.

Bibliografía

- ALONSO R, CEBALLOS J (1985) Análisis del desarrollo fisicomotor en los alumnos vinculados a un programa de educación física. En: Alonso R y H Pila (Eds.) *Experiencias en un método para la preparación de atletas*. Editorial de Ciencias Médicas, La Habana. pp: 31–52.
- ALONSO R, CUEVAS A (1985) Análisis del desarrollo morfofuncional y deportivo de mediofondistas escolares sometidos a un entrenamiento multilateral. En: Alonso R y H Pila (Eds.) *Experiencias en un método para la preparación de atletas*. Editorial de Ciencias Médicas, La Habana. pp: 53–90.
- ARNOT R, GAINES C (1991) *Seleccione su deporte*. Ed. Paidotribo. Barcelona. 453 pp
- BAR-OR O (1987) Adaptabilidad de los sistemas musculoesquelético, cardiovascular y respiratorio. En: Dirix A, Knuttgen HG y K Tittel. (Eds.) *Libro olímpico de la medicina deportiva*. Ediciones Doyma. Barcelona. pp: 279-285
- BUTI T, ELLIOT B, MORTON A (1984) Physiological and anthropometric profiles of elite prepubescent tennis players. *The Physician and Sports Medicine* **12** (1): 9-14.
- BUENEN G, MALINA R (1991) Physical activity and growth, maturation and performance. A longitudinal study. *Applied Sciences Epidemiology* **24**(5): 576–585.
- COEHLO E, SILVA MJ, FIGUEIREDO AJ, GONCALVES CE, RAMOS MI (2002) Fundamentos auxológicos do treino com jovens: conceitos, evidências, equívocos e recomendações. *Treino Desportivo* **19**: 4-14.
- EUROFIT (1992) Test europeo de aptitud física. Ed. Instituto de Ciencias de la Educación Física y del Deporte. Ministerio de Educación y Ciencia. Madrid
- FAGUNDES C (2001) Perfil corporal de tenistas participantes do campeonato brasileiro de ténis, ambos os sexos, categoria 16 anos: um relato cineantropométrico. *Revista de Treinamento Desportivo* **6**(1): 53–71.
- FRÖHNER G (2003) Esfuerzo físico y entrenamiento en niños y jóvenes. Ed. Paidotribo. Barcelona. 223 pp.
- GARCÍA AVENDAÑO P (1996) El niño, el deporte y la antropología. Ediciones FACES/UCV, Caracas. 105 pp.
- GARCÍA AVENDAÑO P (1998) Indicadores maduración biológica en niñas y jóvenes, su importancia en el deporte. *Tribuna del Investigador* **5**(2): 59-71.
- GARCÍA P, SALAZAR M (2001) Edad esquelética y edad morfológica en jóvenes nadadores. *An. Venez. Nutr.* **14**(1): 5-19.
- GARCÍA P, FLORES Z, RODRÍGUEZ A, RONDÓN R (2003) Aptitud física, maduración y morfología en niños y jóvenes nadadores. *An. Antrop.* **37**: 23-37
- HERAS P (1997) Crecimiento y rendimiento motor en función del pico de crecimiento de la talla (PHV): estudio longitudinal de una muestra de chicos y chicas menorquinas. *Apunts* **32**: 223-241.
- HERNANDEZ A, MACHIN A, ALONSO R (1985) Estudio comparativo antropométrico de voleibolistas en

- edades escolares. En: *Experiencias en un método para la preparación de atletas*. Eds. Alonso R y H Pila. Editorial de Ciencias Médicas, La Habana. pp: 91-114.
- ISAK, International Society for the Advancement of Kinanthropometry (2001) International standards for anthropometric assessment. Australia. 133 pp.
- LEÓN PÉREZ S (1990) Análisis del desarrollo físico de remeros en juvenil. *El Deporte Científico*. Ed. Centro Provincial de Informática, La Habana. pp: 4-10.
- LÓPEZ BLANCO M, LANDAETA JIMENEZ M (1991) Manual de crecimiento y desarrollo. Ed. FUNDA-CREDESA/SERONO/Sociedad Venezolana de Puericultura y Pediatría. Caracas.
- MAKARENKO LP (1991) El nadador joven. Ed. Vneshtorgizdat. Moscú. 317 pp.
- MALINA RM, BOUCHARD C, BAR-OR O (2004) Growth, maturation, and physical activity. Second Edition. Ed. Human Kinetics. Champaign. 711 pp.
- MALINA RM (1996) Crecimiento, performance, actividad y entrenamiento durante la adolescencia. *Actualización en Ciencias del Deporte* 4(11): 45-55.
- MARÍN B (1996) El ejercicio físico y el deporte durante el crecimiento. En: Marcos Becerro JF y R Santoja Gómez (Eds.) *Olimpismo y medicina deportiva*. Rafael Santoja Editores. pp: 73-90
- MARTIN D, NICOLAUS J, OSTROWSKI C, ROST K (2004) Metodología general del entrenamiento infantil y juvenil. Ed. Paidotribo. Barcelona. 511 pp.
- NICOLETTI I, MARELLA M, SALVINI A, DAL MONTE A, FANIA M, MANNO R, MONINO C, MERNI F, CARBONARO G (1984) Nuovi orientamenti per l'avviamento dei giovani allo sport. Ed. Società Stampa Sportiva, Roma. 341 pp.
- PANCORBO A (2002) Medicina del deporte y ciencias aplicadas al alto rendimiento y la salud. EDUCS-Editora da Universidade de Caixas do Sul. Caixas do Sul. 570 pp.
- PEÑA ME (1991) Crecimiento y respuesta morfofuncional al ejercicio. Ed. Instituto Nacional de Antropología e Historia. México. 119 pp.
- PÉREZ BM (1997) Efectos del entrenamiento sobre el crecimiento y desarrollo en niños y adolescentes. *Tribuna del Investigador* 4(2): 102-111.
- PÉREZ B, MACÍAS-TOMEI C, LANDAETA-JIMÉNEZ M (2002) Morphology and performance in water physical fitness test according to sexual and skeletal maturity in a group of venezuelan swimmers. *Biom. Hum. et Anthropol.* 20(2): 125-130.
- RENCHER AC (1998) Multivariate statistical inference and its applications. Ed. John Wiley & Sons. New York. 559 pp.
- SIRET JR, PANCORBO A (1985) Uso del índice de desarrollo corporal modificado (IDCm) en la determinación de la edad biológica de nadadores cubanos de 9 a 18 años. *Boletín Científico Técnico del Deporte de Matanzas* 4: 1-11.
- SIRET J, PANCORBO A, LOZANO F, MOREJÓN M (1991) Edad morfológica. Evaluación antropométrica de la edad biológica. *Rev. Cubana Med. Dep. Cult. Fis.* 2(1): 7-13.
- TANNER J, WHITENHOUSE R, CAMERON W, MARSHALL W, HEALY M, GOLDSTEIN H (1983) Assessment of skeletal maturity and prediction of adult height (TW2 method). (2ed). Academic Press. Londres.
- ANNER JM, MARSHALL WM (1986) Puberty. En: F. Falkner y JM Tanner (Eds.). *Human growth, a comprehensive treatise*. Plenum Press. New York. Vol 2. pp: 171-209.
- VOLKOV VM, FILIN VP (1989) Selección deportiva. Ed. Vneshtorgizdat. Moscú. 174 pp.
- WUTSCHERK H (1974) Die Bestimmung des biologischen alters. *Theorie und praxis der körperkultur* 23: 159-170.

Abstract

The aim of this study was to evaluate the effect of biological maturity, estimated by the morphological age on physical fitness variables, in a child and youth tennis players group of both sexes, with age ranged between 9-14 years-old. The sample has been conformed by 71 athletes (34 boys and 37 girls). The morphological age was obtained according to Siret et al. (1991) procedure, and the physical fitness variables was assessed following the EUROFIT protocol. For the data interpretation, the individuals were classified in "average" and "advanced" maturators. The statistical analysis included a two-way multivariate analysis of covariance (MANCOVA), employing as factors the gender and maturity level and the decimal age as a covariable. In all test, the null hypothesis was rejected when $p\text{-value} < 0.05$. The results indicated statistically significant effects for the level of maturity, as well as sexual dimorphism in all physical fitness variables. Differences between "average" and "advanced" maturators were not found, except for the hand dynamometry. We concluded that the strong is affected by the biological development and maturity, recommending its inclusion in the biomedical assessment.

Key words: biological maturity, physical fitness, morphological age, tennis, sport

Biological maturity effect on physical fitness in Venezuelan child and youth tennis players