

See discussions, stats, and author profiles for this publication at: <https://www.researchgate.net/publication/267034734>

Revista Electrónica Actividad Física y Ciencias VOL 5, Nº 2. 2013 RELACIÓN ENTRE EL GRADO DE DESARROLLO MORFOLÓGICO Y LA CAPACIDAD DE TRABAJO FÍSICO EN LOS NIÑOS ENTRE 8 Y 13 AÑOS...

Article · December 2013

CITATIONS

0

READS

422

1 author:



Pedro Gamardo

Universidad Pedagógica Experimental Libertador

12 PUBLICATIONS 1 CITATION

SEE PROFILE

Some of the authors of this publication are also working on these related projects:



IMPACTO DEL NUEVO PROCESO DE CAMBIO CURRICULAR SOBRE LA SALUD FÍSICA DE LOS ESTUDIANTES DEL CE FERMÍN TORO [View project](#)



IMPACTO DEL NUEVO PROCESO DE CAMBIO CURRICULAR SOBRE LA SALUD FÍSICA DE LOS ESTUDIANTES DEL CE FERMÍN TORO [View project](#)

**RELACIÓN ENTRE EL GRADO DE DESARROLLO MORFOLÓGICO Y LA
CAPACIDAD DE TRABAJO FÍSICO EN LOS NIÑOS ENTRE 8 Y 13 AÑOS DE
EDAD DE AMBOS SEXOS INTEGRANTES DEL CLUB DE NATACIÓN
PEDAGÓGICO DE CARACAS**

Dr Pedro Felipe Gamardo Hernández.

Instituto Pedagógico de Caracas.

pgamardo@hotmail.com.

Caracas, Venezuela.

Msc Jennifer Alzate Hernández.

CENACADE Carabobo.

Jenh_1983@hotmail.com.

Valencia, Venezuela.

(Recibido: Septiembre 2013 para Publicación: Diciembre 2013)

RESUMEN

La investigación tuvo como objetivo establecer la relación entre la maduración corporal y la capacidad física en 32 niños con edades comprendidas entre 8 y 13 años de ambos sexos integrantes del club de natación del Instituto Pedagógico de Caracas. Los objetivos específicos fueron: (a) determinar el nivel de madurez mediante el Índice de Desarrollo Corporal modificado (IDC_m, Siret y Pancorbo 1991); (b) determinar la capacidad funcional a través del Test PWC₁₇₀ y (c) relacionar el Índice de Desarrollo Corporal modificado y capacidad física de trabajo físico. La metodología se basó en un trabajo de campo y correlacional. Los resultados indican que los niños y niñas presentaron un desarrollo físico *promedio* y *acelerado*; la capacidad de trabajo físico fue mayor en los niños, en los que mostró diferencias de acuerdo a la edad y con la estatura; en las niñas las diferencias significativas se hallaron en la edad, estatura y nivel de maduración ($p < 0,05$). En los niños se encontró correlación significativa de *moderada* a *fuerte* entre la edad, masa corporal y la estatura con el PWC₁₇₀; las niñas mostraron asociación significativa *moderada* a *fuerte* entre la edad decimal, masa corporal, estatura y nivel de maduración con la capacidad de trabajo estimada. La estatura y el grado de desarrollo físico inciden en la capacidad de trabajo físico de los niños, por tanto es un factor a tomar en cuenta al momento de la evaluación física y de la dosificación del entrenamiento.

Descriptores: Desarrollo corporal, Capacidad física de trabajo, niños

Relation between the degree of morphological development and the physical work capacity in children between 8 and 13 years old of both sexes who are members of the swimming Club of the Pedagogical Institute of Caracas

Abstract

The research was aimed to establish the relation between body maturity and physical capacity of 32 children aged between 8 and 13 years of both sexes who belong to the swimming club of the Pedagogical Institute of Caracas. Specific objectives were: (a) to determine the grade of maturity by modified Body Development Index (mBDI, Siret et al. 1991); (b) to determine functional capacity with PWC170 Test, and (c) to correlate modified Body Development Index and physical work capacity. Methods were based on field and correlational work. Results indicated that both boys and girls showed physical development in the mean and accelerated categories; physical work capacity was higher in boys than girls and regarding the age there were significant differences ($p < 0.05$). Strong correlation was found 0.80 ($p < 0.00$) between height and work capacity; moderate (0.55 and 0.65) between age and body weight ($p < 0.001$). The degree of physical development affects physical work capacity of children; therefore, it is a factor to take into account when performing physical evaluation.

Keywords: Body development, Physical work capacity, Children

INTRODUCCIÓN

La capacidad física permite a las personas afrontar las exigencias de la vida cotidiana y entre sus componentes están los relacionados con la salud, así se puede mencionar: la fuerza muscular, la resistencia muscular, la capacidad aeróbica, la flexibilidad y la composición corporal. Existe diferencia entre el nivel de capacidad física de los niños y los adultos y por ello es necesario conocer su relación con el nivel de desarrollo.

Acikada (2004), afirma que la participación temprana de los niños en el deporte ha dado lugar al estudio de las respuestas funcionales provocadas por la carga física impuesta por el entrenamiento sistematizado, generando diferencias respecto a la respuesta de los adultos por su relación con el crecimiento y la maduración. El rendimiento estimado por evaluación de las cualidades físicas-motoras, permite orientar la planificación y

prescripción de la carga física aun cuando el objetivo de la misma se oriente al mantenimiento de la salud y/o al entrenamiento físico deportivo, (Flores Esteves, García , & Rodríguez, 2007).

Las investigaciones orientadas hacia la determinación de la capacidad física en población infantil se han apoyado en pruebas de esfuerzo físico estandarizado, con ajustes en la metodología y en los equipos con el fin de adaptar su aplicación en niños. Algunos autores han reportado resultados en los que relacionan el test PWC₁₇₀ (del inglés power work capacity) con hábitos de actividad física y encontraron que existe una estrecha relación entre estas variables, (Watson & O'Donovan, 1977); (Rowland, Rambusch, Staab, Unnithan, & Siconolfi, 1993). Concluyeron que esta prueba física tiene buena predictibilidad para el consumo de oxígeno y su variabilidad es amplia, considerando un error estándar entre 10 a 15 por ciento.

Esta investigación tuvo como objetivo determinar la relación entre la capacidad de trabajo físico y nivel de maduración en niños que participan de un programa de entrenamiento deportivo. Por ello, se propuso estimar la relación entre desarrollo físico y capacidad física, con las pruebas para estimar el Índice de Desarrollo Corporal modificado, (Siret et al. 1991) y la capacidad de trabajo mediante la prueba denominada PWC₁₇₀ (Carvajal y Martínez, 2002). A partir de los resultados se elaboró un marco referencial para evaluaciones futuras que se realicen en la escuela de natación.

El desarrollo físico de la persona consiste en un proceso de adaptación corporal según las necesidades biológicas de maduración, va dirigido a la incorporación de nuevas funciones y varía, no sólo por el patrón genético, sino que por un factor como el entrenamiento físico, puede modificarse y lo adaptarse a una exigencia mayor de trabajo físico. En este sentido, la relación estrecha entre capacidad física para afrontar el trabajo y

la maduración biológica son factores importantes y determinante en la evaluación de la aptitud física durante la etapa infantil.

Cuando se trata de la valoración de la capacidad física, los autores han propuesto diversidad de metodologías que permiten identificar los componentes físicos y fisiológicos relacionados con la misma, entendiéndose ésta como el nivel de trabajo físico, mecánico e intenso, que un individuo puede realizar durante un tiempo prolongado sin que éste sea fatigante ni altere el proceso de adaptación orgánica del ejecutante. Son reconocidos como indicadores físicos: el tiempo de ejecución, la distancia recorrida, los kilogramos movilizados; fisiológicos: la frecuencia cardíaca, concentración de lactato, consumo de oxígeno, cociente respiratorio.

A los deportistas infantiles venezolanos se les ha evaluado la aptitud física, basándose los autores en pruebas físicas generales. Los trabajos realizados muestran el uso de: salto vertical, dinamometría, lanzamiento de balón y salto largo, (Flores et al. 2007); resistencia aeróbica, flexibilidad y fuerza muscular; relación entre variables antropométricas, fuerza muscular y nivel de madurez biológica, (Tovar, 2010) y rendimiento anaeróbico, (Vallenilla, 2011). A partir de estas propuestas de evaluación se subraya la importancia del rendimiento muscular, atendiendo a las características de la actividad practicada, el rendimiento energético considerando la resistencia aeróbica y anaeróbica, así como también, la edad de los individuos.

En cuanto al entrenamiento físico sistematizado se conoce que genera diferencias en la respuesta biológica entre adultos y niños esto por la influencia del crecimiento y la maduración sexual. En este sentido, (Borms, 1986); (Bale, Mayhew, Piper, Ball, & Willman, 1992); (Benefice & Malina, 1996); (Meen, 2000); (Koşar & Demirel, 2004); (Ara et al., 2004); (Macfarlane & Tomkinson, 2007) y (Butterfield, Lehnhard, Mason, &

McCormick, 2008) afirman que existe una relación entre los cambios que se producen con la edad y el rendimiento motor en niños. El rendimiento físico, estimado por evaluación de las cualidades físicas, permite orientar la planificación y prescripción de la carga física aun si el objetivo de la misma se orienta al mantenimiento de la salud y/o al entrenamiento físico deportivo (Flores et al 2007).

Otras investigaciones se han centrado en el estudio de los cambios que genera la actividad física en las variables antropométricas relacionadas con el crecimiento y el desarrollo (Geladas, Nassis, & Pavlicevic, 2005); (McMurray, Harrell, Creighton, Wang, & Bangdiwala, 2008) con el fin de aproximarse al máximo potencial físico infantil derivado de la maduración. En ese sentido, (Mohamed et al., 2009), (Figueiredo, Gonçalves, Coelho E Silva, & Malina, 2009), (Robert M Malina, 2011), empleando métodos antropométricos, estimaron la relación entre la edad esquelética y la edad cronológica.

El Índice de Desarrollo Corporal (IDC) fue originalmente formulado por Wutscherk en 1973 y modificado por Siret, et al, en 1991, crea lo que se conoce como IDCm que en definitiva representa la edad morfológica o edad biológica. Así también, (Cameron, 1993), afirmó que las mediciones de las variables antropométricas son confiables para determinar estos indicadores.

Los resultados obtenidos por García, (1996); García y Salazar, (2001) y García et al. (2003), apoyadas en el método del Índice de Desarrollo Corporal modificado, resaltan la confiabilidad en la valoración del grado de madurez biológica en atletas de edad temprana, a su vez los resultados obtenidos han mostrado una relación con la edad ósea cuando se ha comparado a través del método de los caracteres sexuales secundarios (Tanner y Marshall, 1989). La clasificación resultante por la aplicación del modelo se fundamenta en una escala cualitativa de tres niveles para determinar la maduración infantil en: *adelantada*,

promedio y tardía, (Siret, et al. 1991). El procedimiento es sencillo en su aplicación cuando se trata de investigaciones con una población numerosa y la interpretación de los resultados se hace de forma relativamente rápida, sin necesidad de contar con equipos altamente especializados ni someter al sujeto a procedimientos invasivos, (Pancorbo , 2002); (Fröhner, 2003); (Martin, Nicolaus, Ostrowski y Rost, 2004).

Con relación a la capacidad física en niños, (Matecki et al., 2001), (Kwak et al., 2009); (Tiffin, Arnott, Moore, & Summerbell, 2011) y (Ahn & Fedewa, 2011), relacionaron los niveles de actividad física con el rendimiento en la población infantil y concluyeron que existe asociación entre estas variables y afirmaron que el efecto fue significativo en los resultados de las evaluaciones.

El interés por conocer cómo se relacionan los componentes antropométricos y la capacidad física de trabajo, particularmente en una de las escuelas deportivas con sede en la ciudad de Caracas, motivó el estudio de la población infantil que realiza su preparación deportiva en el Instituto Pedagógico de Caracas. En los espacios que ocupan la piscina puede observarse un número importante de niños y niñas que realizan actividades de preparación físico-deportivas. Como parte de la organización de los sujetos que participan, se les agrupa y presta atención solo considerando la edad cronológica como único dato de interés, por ello se propuso realizar un diagnóstico de la capacidad física y conocer el nivel de maduración individual, y la relación que puede existir entre estas variables, para que cada niño que participa conozca su nivel inicial de respuesta fisiológica de cada niño que permita afrontar estas actividades, de acuerdo con su desarrollo y valorar su progreso.

En este sentido, Bar-Or (1984) y (Salazar-Lioggiodice, Arroyo, & Pérez, 2006), afirmaron que es importante conocer el estado de la maduración y las condiciones morfofuncionales, así como los cambios inducidos por el entrenamiento físico, para lograr

la óptima planificación y mejora de los programas de entrenamiento físico, con el fin de obtener mejor rendimiento.

Tomando en cuenta que el rendimiento físico es el resultado de la influencia de factores endógenos y exógenos y considerando que estos factores son susceptibles de valorarse, surgen las siguientes interrogantes:

¿El nivel de capacidad física de los niños es adecuado para afrontar las actividades físico-deportivas?, ¿Los niños que presentan un mayor nivel de capacidad física, son aquellos que responden más eficientemente al esfuerzo físico estandarizado?, ¿El nivel de maduración de estos niños está acorde con su edad cronológica y nivel de capacidad física individual?

Por lo anteriormente expuesto, esta investigación tuvo como objetivo determinar la relación entre la capacidad de trabajo físico y nivel de maduración individual. Finalmente, para orientar el desarrollo de la investigación se formuló el problema de investigación en los siguientes términos: ¿Cuál es el grado de relación que existe entre la capacidad de trabajo físico y el desarrollo morfológico de los niños entre 8 y 13 años de edad, de ambos sexos, integrantes del Club de Natación del Pedagógico de Caracas inscritos hasta el mes de mayo del año 2011?

Por ello, se propuso establecer la relación entre el grado de desarrollo morfológico y la capacidad de trabajo físico en los niños entre 8 y 13 años de edad, de ambos sexos, integrantes del Club de Natación Pedagógico de Caracas.

Par el logro del objetivo general se establecieron los siguientes objetivos específicos:

- Determinar el nivel de madurez mediante el Índice de Desarrollo Corporal modificado (IDCm, Siret y Pancorbo1991).
- Determinar la capacidad de trabajo físico mediante el Test PWC₁₇₀.

- Relacionar la capacidad de trabajo físico y el Índice de Desarrollo Corporal modificado.

Importancia del estudio

La necesidad de disponer de datos relacionados con la capacidad física infantil y el nivel de maduración en la población de este club y de otros a nivel Metropolitano hicieron viable el desarrollo del estudio. En el proceso de entrenamiento físico infantil se hace necesario conocer la potencialidad física de la población que participa en un programa de formación deportiva. Esto, con la idea de utilizar la correcta dosificación del esfuerzo físico, a partir de la respuesta fisiológica individual. Así mismo, llevar el seguimiento del desempeño de los participantes permite reorientar el programa al momento en que se determine que su alcance no se encuentra en el camino propuesto con anticipación.

Esta investigación será un punto de referencia para otros clubes deportivos que están en la búsqueda de los beneficios de la metodología de la evaluación propuesta de la capacidad física de trabajo y la determinación del nivel de maduración en población infantil y adolescente. Se resalta el carácter científico con el que debe fundamentarse el entrenamiento físico, porque el conocimiento obtenido se logrará manteniendo el rigor metodológico. Así mismo robustecerá el respaldo científico que posee el diseño de entrenamiento físico que utiliza el club de natación Pedagógico de Caracas, en pro de la salud y proyección deportiva de los niños que desarrollan allí sus actividades.

MARCO METODOLÓGICO

Es una investigación de campo, de nivel correlacional (Arias 2006). La población estuvo conformada por todos los niños y niñas inscritos hasta el mes de mayo de 2011 en el club de natación del Pedagógico de Caracas, que desarrollaron sus actividades los días

sábados en horario comprendido desde las 8:00 am hasta las 02 pm. La muestra de estudio fue no probabilística e intencional, siendo evaluados de manera voluntaria un total de 32 sujetos, 14 niños y 19 niñas, entre 8 y 13 años de edad. La experiencia mínima en la práctica de la natación fue de seis meses y la máxima de 8 años. Todos los niños presentaron una condición saludable que les permitía practicar adicionalmente otra actividad deportiva en la semana.

Los instrumentos utilizados para el registro de los datos fueron: una planilla para información demográfica individual y las variables antropométricas y una planilla diseñada digitalmente, que contenía preguntas relacionadas con los hábitos de actividad física, ubicadas en un computador de escritorio.

Los sujetos fueron convocados al Laboratorio de Fisiología del Ejercicio del Departamento de Educación Física del Instituto Pedagógico de Caracas, para realizar las pruebas los días sábados, a partir de las 08:00 am, acompañados de sus padres quienes autorizaron previamente por escrito su participación en el estudio y para que aportaran la información relacionada con sus representados. Seguidamente se les dio toda la información relacionada con el objetivo de las evaluaciones y lo que se esperaba que realizaran durante las mismas.

Determinación del (IDCm) Índice de Desarrollo Corporal Modificado

Los sujetos acudieron el día de la evaluación respetando los lineamientos propuestos por la International Society Advance of Kinantropometry (ISAK), presentándose con ropa ligera y en condición de ayuno, se realizó la localización y marcación de los puntos antropométricos respetando el error técnico de medición que fue menor al (5%).

En una ficha individual se registró mediciones absolutas del peso corporal en una balanza Health o Meter, estatura de pie y estatura sentado mediante estadiómetro Sanny. Toma de siete (7) pliegues cutáneos, bíceps, tríceps, subescapular, supraespinal, abdominal, muslo anterior medio y pantorrilla con caliper Slimguide; diámetros, Diámetro Biacromial (DBA), Diámetro Biiliocrestal (DBC), de húmero y fémur con antropómetro Sanny. Circunferencias de Antebrazo derecho (CAD) y Circunferencia Antebrazo Izquierdo (CAI) con cinta métrica metálica flexible Sanny Medical SN-4010, estos valores fueron tomados por un antropometrista acreditado por la ISAK y un anotador. Los datos fueron utilizados en la ecuación de Siret y Pancorbo (1991).

Para el sexo masculino:

$$\text{IDCm} = \frac{\{(0,5[\text{DBA}+\text{DBC}]) (\text{CAD}+\text{CAI})+\text{FC}\}}{\text{Talla (cm)} * 10}$$

Para el sexo femenino:

$$\text{IDCm} = \frac{\{(0,5[\text{DBA}+\text{DBC}]) (0,5 [\text{CDM}+\text{CMI})+\text{FC}\}}{\text{Talla (cm)} * 10}$$

La capacidad de trabajo físico se estimó a través del Test PWC₁₇₀ descrito en Carvajal y Martínez (2002). Las variables registradas en esta prueba fueron: frecuencia cardíaca antes, durante y después del esfuerzo, número de etapas alcanzadas. La potencia mecánica final se estimó con la ecuación:

$$\text{PWC}_{170} (\text{vatios}) = C1+(C2-C1) * \frac{87\% \text{FCMT}-\text{F1}}{\text{F2}-\text{F1}}$$

Donde: C1= vatios de la primera carga; C2 vatios de la segunda carga; FCMT= Frecuencia cardíaca máxima teórica (220- edad); F1=Frecuencia cardíaca generada en la primera carga; F2= Frecuencia cardíaca generada en la segunda carga.

Al momento de la prueba los sujetos vistieron indumentaria cómoda: pantalón corto, franela de algodón y calzado flexible. Antes de iniciar la prueba y junto a sus representantes completaron una encuesta que tuvo como objetivo recaudar información acerca de las actividades diarias que realizaban paralelas a sus actividades de los días sábados en la piscina. Se le permitió realizar un período de calentamiento para determinar el ajuste de la carga y la coordinación con el tempo del metrónomo. Unos iniciaron con una carga de 12,5 vatios y otros con 25 vatios tomado de la estatura de cada sujeto según el protocolo.

A cada sujeto se le ofreció una demostración y explicación del protocolo con las siguientes instrucciones: pedalear a 60 revoluciones por minuto durante toda la prueba, para ello se dispuso de un metrónomo Yamaha modelo 1013788, en un cicloergómetro marca Monark Ergomedic 894Ea, adaptado; se registró de la frecuencia cardíaca minuto a minuto con un pulsómetro marca Polar, modelo CRX5 BIKE y un cronómetro CASIO Modelo HS-60W. La prueba concluyó con la etapa en la que alcanzaron la frecuencia cardíaca preestablecida de 170 latidos por minuto, seguidamente se disminuyó la carga y continuaron pedaleando durante cinco minutos. La prueba estuvo asistida por 02 Fisiólogos del ejercicio y un asistente.

ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS

Se utilizaron básicamente cuatro tipos de procesamiento estadísticos: descriptivo para organizarla información por variable y por sujeto. Se reportaron media, desviación típica e intervalo de confianza al 95%. Comprobación de la distribución normal de la muestra aplicado prueba K-S. *Análisis de la Varianza (ANOVA)* en la estimación de la diferencia

de medias. Por último correlación de variables, con un nivel de significancia al 1% y al 5%.

Los valores descriptivos se muestran en el cuadro 1, se observa que la masa corporal promedio fue superior en los niños; la estatura y la edad se mostraron similares para ambos grupos. Mientras las niñas resultaron mayores según la edad morfológica, lo que indica que éstas se encontraban en la etapa púber, en lo concerniente a la potencia final estimada los niños reportaron mayor capacidad física.

Cuadro 1. Distribución de los valores descriptivos por edad de las variables evaluadas, de acuerdo al sexo y a la edad

	Masa corporal (kg)		Estatura (cm)		Edad decimal (años)		Edad morfológica (años)		PWC170 Pronosticado (vatios)	
	Niñas	Niños	Niñas	Niños	Niñas	Niños	Niñas	Niños	Niñas	Niños
N	19	13	19	13	19	13	19	13	19	13
Media	39,74	41,08	143,42	144,62	10,05	10	12,01	11,18	70,53	92,38
Desv. típ.	8,68	9,3	8,3	11,15	1,35	1,47	1,28	1,69	18,69	30,01
Mínimo	26	27	127	127	8	8	9,89	8,07	45	43
Máximo	61	52	156	167	13	13	14,35	13,67	108	146

Los valores porcentuales de las categorías presentadas, de acuerdo con el sexo, fue *maduración promedio* niños 31,58; niñas 38,46 por ciento; *maduración acelerada* niños 68,42 y niñas 61,54 por ciento respectivamente. Todos los grupos etarios, ambos sexos, mostraron sujetos tipificados como *maduradores promedio* y *maduradores acelerados*, a excepción de los grupos de 12 y 13 años que solo presentaron sujetos considerados de *maduración acelerada*.

En cuanto a las diferencias significativas ($p < 0,05$) se observa que estuvieron influenciadas principalmente por los componentes del físico en ambos grupos (cuadro 2 y 3), aun cuando el factor de comparación varió entre la edad decimal, la estatura y en las niñas el nivel de maduración.

Cuadro 2. Diferencias significativas en los niños considerando los factores edad decimal y estatura

	Edad decimal		PWC170 Pronosticado	Estatura	
	F	Sig.		F	Sig.
Estatura	7,051	0,012		29,607	0,033
Edad morfológica	4,1	0,046			
PWC170 Pronosticado	8,071	0,008			

Cuadro 3. Diferencias significancia en las niñas considerando los factores edad decimal, nivel de maduración y estatura

	Edad decimal		Estatura		Nivel de maduración			
	F	Sig.	F	Sig.	F	Sig.		
Masa corporal	2,53	0,082	Masa corporal	11,712	0,007	Masa corporal	9,317	0,007
Estatura	6,953	0,002	Edad morfológica	8,577	0,014	Estatura	8,702	0,009
PWC170 Pronosticado	4,307	0,016			PWC170 Pronosticado	10,457	0,005	

De acuerdo con el nivel de maduración, hubo diferencias significativas ($p < 0,05$) de la capacidad de trabajo físico, en los sujetos catalogados como *acelerados* de niños y niñas. Los gráficos 1 y 2 muestran los registros al final de la prueba.

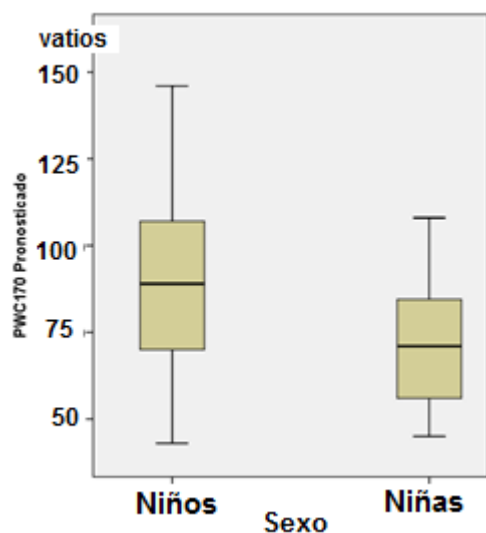


Gráfico 1. Potencia máxima alcanzada según el sexo

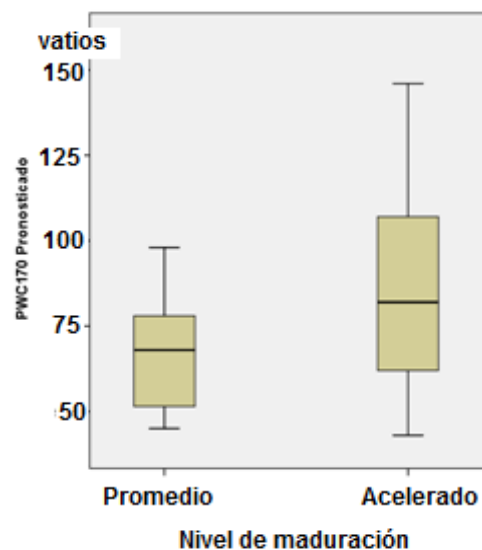


Gráfico 2. Potencia máxima alcanzada según nivel de maduración

No se encontró diferencia significativa en la masa corporal, estatura, nivel de maduración edad decimal y edad morfológica cuando el factor de comparación fue el sexo. Solo reportó diferencia significativa ($p < 0,016$) en el PWC_{170} estimado.

En términos de las correlaciones, se muestra relación significativa entre variables antropométricas y la capacidad física definida como PWC_{170} (cuadro 4 y 5). Los niños mostraron asociación entre las variables antropométricas; la estatura fue el parámetro que mostró una relación muy *fuerte* con la capacidad de trabajo ($p < 0,01$). La edad decimal y la edad morfológica mostraron relación *media* ($p < 0,01$) y con la masa corporal; estos valores, sin influencia de la maduración, son indicadores que muestran a los niños en la etapa prepuberal sin cambios importantes.

Cuadro 4. Principales correlaciones del grupo de niños

	Estatura	Edad morfológica	PWC_{170} Pronosticado
Edad decimal	,630*	,794**	,585*
Masa corporal	,839**		,777**
Estatura			,936**

*. La correlación es significativa al nivel 0,05 (bilateral).

**.. La correlación es significativa al nivel 0,01 (bilateral).

La capacidad física (PWC_{170}) muestra la influencia de la estatura corporal, así lo indica el nivel de asociación *muy fuerte* ($p < 0,01$) con éste parámetro.

El nivel de asociación de las variables evaluadas en las niñas estuvo entre *media* y *fuerte* ($p < 0,01$), siendo entre la edad decimal y la estatura corporal la que presentó mayor intensidad, el mayor número de relación entre los componentes corporales de las niñas, parece indicar que se encuentran susceptibles de los cambios propios de la pubertad.

Cuadro 5. Principales correlaciones del grupo de niñas

	Masa corporal	Estatura	Nivel maduración	Edad morfológica	PWC ₁₇₀ Pronosticado
Edad decimal	,564*	,809**			,684**
Masa corporal		,748**	,595**	,753**	,641**
Estatura			,582**		,746**
Nivel maduración					,617**

*. La correlación es significativa al nivel 0,05 (bilateral).

***. La correlación es significativa al nivel 0,01 (bilateral).

Esta asociación muestra que las niñas son más pesadas y más altas ($p < 0,05$) cuando la edad es mayor ($p < 0,01$). Igualmente, la asociación entre estatura corporal con el nivel de maduración ($p < 0,01$) puede estar explicada por el hecho de encontrarse en la edad de aparición de la menarquia. La masa corporal mostró relación *moderada* con los componentes del físico y el nivel de maduración relaciona solo con la capacidad física de forma *moderada*. Al igual que en los niños, se reportó relación significativa ($p < 0,01$) de la capacidad física, edad decimal, masa corporal, estatura -mayor relación- y el nivel de maduración.

DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS

Las diferencias en la respuesta fisiológica al esfuerzo continuo entre los niños y las niñas puede deberse a variables como la estura y el peso corporal, siendo menor el nivel de actividad generalmente en las niñas, Malina y otros (1995). Durante la pubertad se producen cambios corporales notables, por ejemplo en las niñas se observa un aumento notable de la grasa corporal a los 7 años y hacia los 16 años presentan el doble de grasa que los niños, (Kulin & Müller, 1996); comparativamente disponen de menor masa muscular que los niños; otro cambio lo representa el aumento de la estatura de un 30 a un 50 por ciento, (Benefice & Malina, 1996).

En ese sentido, se han reportado que niñas postmenárquicas fueron significativamente más altas que las niñas premenárquicas (Pivarnik, Fulton, Taylor, & Snider, 1993) y se encontró correlación significativa ($r=62$) entre una variable indicadora del esfuerzo prolongado como el consumo de oxígeno y la estatura.

Algunos autores afirman que al comparar el crecimiento de varones y hembras de la misma edad se observa un desequilibrio provocado por la entrada tardía a la pubertad de los varones, (Iuliano-Burns, Hopper, & Seeman, 2009), resultando las hembras más maduras. Por ello, (Matecki, Prioux, Amsallem, Mercier, Prefaut & Ramonatxo 2001) plantearon que en la interpretación de las evaluaciones ergométricas, a edad temprana, debe considerarse la variabilidad producto de la estatura, el sexo y la masa corporal.

Los parámetros antropométricos masa corporal, estatura y la edad condicionan la respuesta al esfuerzo de resistencia sumado al efecto suplementario de la madurez, (Armstrong, Welsman, & Chia, 2001). La masa magra es influenciada por la maduración, por tanto, se genera más potencia mecánica en los sujetos de maduración adelantada. Estos señalamientos coinciden con los de Baxter-Jones, Eisenmann, Mirwald, Faulkner y Bailey (2008); (Cumming & Keynes, 1967) y (Malina, Eisenmann, Cumming, Ribeiro, & Aroso, 2004).

La variabilidad para establecer el inicio de la pubertad es el resultado de factores endógenos, así lo confirman estudios realizados en sujetos gemelos. Concuerta con lo expresado por (Silventoinen, Haukka, Dunkel, Tynelius, & Rasmussen, 2008) cuando afirmaron, que durante la pubertad, el crecimiento es estrictamente regulado por influencia genética. Y en el caso de los niños que maduran temprano muestran estatura alta en la adultez temprana.

De acuerdo con el nivel de maduración de ambos grupos los sujetos considerados de nivel madurativo *acelerado*, se comportaron de forma más eficiente durante la prueba que el denominado *promedio*. Esto ratifica que en los grupos de niños la capacidad de trabajo está en dependencia con la edad y del nivel de maduración, en ese sentido, la diferencia se encuentra en el tamaño del esqueleto mostrada en la etapa pre púber, similar para niños u niñas y el paso a la pubertad en la que pasa a ser mucho mayor entre el inicio de la pubertad y la adultez, (Markou, Theodoropoulou, Tsekouras, Vagenakis, & Georgopoulos, 2010). Las diferencias son atribuibles al sexo, porque en los niños la capacidad física para ejercitarse es mayor, (Guo et al., 2003), e influye en ella la mayor variación de la respuesta fisiológica durante la etapa pre púber mientras los púberes son más estables, (Sady & Katch, 1981).

Así pues, la evaluación de la capacidad física comprende la interrelación entre los factores endógenos y exógenos que influyen en su determinación, por ello, no conviene estudiarla aisladamente de los cambios que se producen durante el crecimiento y el desarrollo, (Koşar & Demirel, 2004). Cuando se conoce la relación entre maduración y capacidad física se cuenta con información determinante para programar el entrenamiento, permitiendo un mejor desarrollo del rendimiento de los deportistas infantiles a partir de sus propias características morfo funcionales, Salazar-Lioggio dice, Arroyo y Pérez (2006). Es posible que el plan de entrenamiento aplicado durante la etapa prepuberal modifique, de manera positiva por ejemplo la fuerza muscular, sin afectar negativamente la estatura y/o peso corporal, Malina (2006).

En cuanto al protocolo de las pruebas modificadas para favorecer la cuantificación de la capacidad física a edades tempranas se ha probado su efectividad en poblaciones de diferentes edades. Al considerar la estatura corporal de los niños, para dosificar el esfuerzo

durante la prueba PWC₁₇₀, se logra un mejor ajuste del protocolo, (Marinov, Kostianev y Turnovska, 2003). Con la prueba PWC₁₇₀ se logra estimar de manera aproximada el consumo máximo de oxígeno, como indicador de capacidad de trabajo físico, (Rowland, Rambusch, Staab, Unnithan, & Siconolfi, 1993), por tanto la energía derivada de procesos oxidativos se aprovecha de manera más eficiente.

CONCLUSIONES

Los niños y niñas que se ubicaron en la categoría de maduración *acelerada* resultaron ser los sujetos más altos, más pesados y alcanzaron mayor nivel de capacidad física.

El empleo de la prueba PWC₁₇₀ y de la estatura corporal permite diferenciar el nivel de capacidad física individual debido a la relación con parámetros del crecimiento.

A partir de estos hallazgos se recomienda a padres y entrenadores monitorear los cambios que se producen durante la infancia y la llegada de la pubertad, pues impactan de manera importante sobre la capacidad física de trabajo, por su fuerte interacción entre los factores genéticos y ambientales. El conocimiento de los cambios morfo-funcionales permitirán, dosificar el esfuerzo físico, de manera individualizada, y orientar asertivamente la adaptación biológica al entrenamiento deportivo de acuerdo con la edad y el dimorfismo sexual.

REFERENCIAS

- Acikada, C. (2004). Training in children. *Acta Orthop Traumatol Turc*, 38(0), 16-26.
- Ahn, S., & Fedewa, A. L. (2011). A meta-analysis of the relationship between children's physical activity and mental health. *Journal of pediatric psychology*, 36(4), 385-397.

- Ara, I., Vicente-Rodríguez, G., Jimenez-Ramirez, J., Dorado, C., Serrano-Sanchez, J. A., & Calbet, J. A. L. (2004). Regular participation in sports is associated with enhanced physical fitness and lower fat mass in prepubertal boys. *International journal of obesity and related metabolic disorders: journal of the International Association for the Study of Obesity*, 28(12), 1585-1593.
- Armstrong, N., Welsman, J. R. (2001). Peak oxygen uptake in relation to growth and maturation in 11-to 17 year-old humans. *European Journal of applied Physiology*. Vol. 85 Issue 6.[Revista en línea]Disponible: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed>. [Consulta: 2011, Diciembre 2]
- Arias, F. (2006). El Proyecto de Investigación: Guía para su Elaboración. Caracas: Episteme, C.A.
- Bale, P., Mayhew, J. L., Piper, F. C., Ball, T. E., & Willman, M. K. (1992). Biological and performance variables in relation to age in male and female adolescent athletes. *The Journal of sports medicine and physical fitness*, 32(2), 142-148.
- Bar-Or, O. (1984). Health Benefits of Physical Activity During Childhood and Adolescence. [Artículo en línea]. Disponible: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed>. [Consulta: 2012, Agosto 3].
- Baxter-Jones, A. D., Eisenmann, J. C., Mirwald, R. L., Faulkner, R. A., Bailey, D. A. (2008). The influence of physical activity on lean mass accrual during adolescence: a longitudinal analysis. *J Appl Physiol*. 105(2):734-41. [Revista en línea]. Disponible: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed>. [Consulta: 2012, Agosto 3].
- Benefice, E., & Malina, R. (1996). Body size, body composition and motor performances of mild-to-moderately undernourished Senegalese children. *Annals of human biology*, 23(4), 307-321.
- Borms, J. (1986). The child and exercise: an overview. *Journal of sports sciences*, 4(1), 3-20.
- Butterfield, S. A., Lehnhard, R. A., Mason, C. A., & McCormick, R. (2008). Aerobic performance by children in grades 4 to 8: a repeated-measures study. *Perceptual and motor skills*, 107(3), 775-790.
- Cameron, N. (1993). Assessment of growth and maturation during adolescence. *Hormone research*, 39 Suppl 3, 9-17.

- Cumming, G. R., & Keynes, R. (1967). A fitness performance test for school children and its correlation with physical working capacity and maximal oxygen uptake. *Canadian Medical Association journal*, 96(18), 1262-1269.
- Figueiredo, A. J., Gonçalves, C. E., Coelho E Silva, M. J., & Malina, R. M. (2009). Youth soccer players, 11-14 years: maturity, size, function, skill and goal orientation. *Annals of human biology*, 36(1), 60-73.
- Fröhner, G. (2003): Esfuerzo físico y entrenamiento en niños y jóvenes. Ed. Paidotribo. Barcelona. (p.223).
- García Avendaño, P. (1996). El niño, el deporte y la Antropología. Caracas: Arcabuz. Editores, S.R.L.
- García, P. y Salazar, M. (2001). *Edad esquelética y edad morfológica en nadadores*. Revista Anales Venezolanos de Nutrición [Revista en línea]. Disponible: <http://www.scielo.org.ve/scielo>. [Consulta: 2011, Septiembre 11].
- García A. P., Rodríguez, B. a., Suarez, R. Y., Flores, E. Z.y Rondón, R. (2003). Aptitud física, maduración y morfología en niños y jóvenes nadadores. *An Antrop.* 37: 23-37.
- Geladas, N. D., Nassis, G. P., & Pavlicevic, S. (2005). Somatic and physical traits affecting sprint swimming performance in young swimmers. *International journal of sports medicine*, 26(2), 139-144. doi:10.1055/s-2004-817862
- Guo, Y., Zhou, A., Gao, W., Li, F., Li, Y., Yang, J., ... Zhang, H. (2003). [Evaluation of physiological index on treadmill exercise testing of 294 healthy children in Shanghai area]. *Zhonghua er ke za zhi. Chinese journal of pediatrics*, 41(5), 338-343.
- Iuliano-Burns, S., Hopper, J., & Seeman, E. (2009). The age of puberty determines sexual dimorphism in bone structure: a male/female co-twin control study. *The Journal of clinical endocrinology and metabolism*, 94(5), 1638-1643. doi:10.1210/jc.2008-1522
- Koşar, N. S., & Demirel, H. A. (2004). [Physiological characteristics of child athletes]. *Acta orthopaedica et traumatologica turcica*, 38 Suppl 1, 1-15.
- Kulin, H. E., & Müller, J. (1996). The biological aspects of puberty. *Pediatrics in review / American Academy of Pediatrics*, 17(3), 75-86.

- Kwak, L., Kremers, S. P. J., Bergman, P., Ruiz, J. R., Rizzo, N. S., & Sjöström, M. (2009). Associations between physical activity, fitness, and academic achievement. *The Journal of pediatrics*, 155(6), 914-918.
- Macfarlane, D. J., & Tomkinson, G. R. (2007). Evolution and variability in fitness test performance of Asian children and adolescents. *Medicine and sport science*, 50, 143-167.
- Malina, R. M. (2011). Skeletal age and age verification in youth sport. *Sports medicine (Auckland, N.Z.)*, 41(11), 925-947.
- Malina, R. M. (2006). Weight training in youth-growth, maturation, and safety: an evidence-based review. *Clin J Sport Med*. 16(6):478-87. [Revista en línea]. Disponible: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed>. [Consulta: 2012, Julio 8]
- Malina, R. M., Beunen, G. P., Classens, A. L., Lefevre, J., VandenEynde, B. V., Renson, R., Vanreusel, B., Simons, J. (1995). Fatness and physical fitness of girls 7 to 17 years. *Obes Res*. 3(3):221-31.[Revista en línea]. Disponible: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed>. [Consulta: 2012, Agosto 3].
- Malina, R. M., Eisenmann, J. C., Cumming, S. P., Ribeiro, B., & Aroso, J. (2004). Maturity-associated variation in the growth and functional capacities of youth football (soccer) players 13-15 years. *European journal of applied physiology*, 91(5-6), 555-562.
- Marinov, B., Kostianev, S., Turnovska, T. (2003). Modified treadmill protocol for evaluation of physical fitness in pediatric age group--comparison with Bruce and Balke protocols. *Acta Physiol Pharmacol Bulg*. 27(2-3):47-51. [Revista en línea]. Disponible: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed>. [Consulta: 2011, Diciembre 2]
- Markou, K. B., Theodoropoulou, A., Tsekouras, A., Vagenakis, A. G., & Georgopoulos, N. A. (2010). Bone acquisition during adolescence in athletes. *Annals of the New York Academy of Sciences*, 1205, 12-16.
- Martin, D., Nicolaus, J., Ostrowski, C. y Rost, K. (2004). Metodología general del entrenamiento infantil y juvenil. Ed. Paidotribo. Barcelona. (p.511)
- Matecki, S., Prioux, J., Amsallem, F., Mercier, J., Prefaut, C., Ramonatxo, M., & Groupe EFR pédiatriques de la Société de Physiologie. (2001). [Maximal oxygen uptake in

- healthy children: factors of variation and available standards]. *Revue des maladies respiratoires*, 18(5), 499-506.
- McMurray, R. G., Harrell, J. S., Creighton, D., Wang, Z., & Bangdiwala, S. I. (2008). Influence of physical activity on change in weight status as children become adolescents. *International journal of pediatric obesity: IJPO: an official journal of the International Association for the Study of Obesity*, 3(2), 69-77.
- Meen, H. D. (2000). [Physical activity in children and adolescents in relation to growth and development]. *Tidsskrift for den Norske lægeforening: tidsskrift for praktisk medicin, ny række*, 120(24), 2908-2914.
- Mohamed, H., Vaeyens, R., Matthys, S., Multael, M., Lefevre, J., Lenoir, M., & Philpaerts, R. (2009). Anthropometric and performance measures for the development of a talent detection and identification model in youth handball. *Journal of sports sciences*, 27(3), 257-266.
- 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. (pp.570).
- Pivarnik, J. M., Fulton, J. E., Taylor, W. C., & Snider, S. A. (1993). Aerobic capacity in black adolescent girls. *Research quarterly for exercise and sport*, 64(2), 202-207.
- Rowland, T. W., Rambusch, J. M., Staab, J. S., Unnithan, V. B., & Siconolfi, S. F. (1993). Accuracy of physical working capacity (PWC170) in estimating aerobic fitness in children. *The Journal of sports medicine and physical fitness*, 33(2), 184-188.
- Sady, S. P., & Katch, V. L. (1981). Relative endurance and physiological responses: a study of individual differences in prepubescent boys and adult men. *Research quarterly for exercise and sport*, 52(2), 246-255.
- Salazar-Lioggiodice, M., Arroyo, E., & Pérez, B. (2006). [Anthropometric characteristics and skeletal maturity of male Venezuelan swimmers]. *Investigación clínica*, 47(2), 143-154.
- Silventoinen, K., Haukka, J., Dunkel, L., Tynelius, P., & Rasmussen, F. (2008). Genetics of pubertal timing and its associations with relative weight in childhood and adult height: the Swedish Young Male Twins Study. *Pediatrics*, 121(4), e885-891.
- 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 y Marshall (1989) Evaluación del Crecimiento y Maduración Física. Editorial Panamericana; Buenos Aires.
- Tiffin, P. A., Arnott, B., Moore, H. J., & Summerbell, C. D. (2011). Modelling the relationship between obesity and mental health in children and adolescents: findings from the Health Survey for England 2007. *Child and adolescent psychiatry and mental health*, 5, 31.
- Tovar Blanco, W. (2010). *Relación entre el nivel madurez biológica y cualidad física fuerza de los nadadores federados del centro de natación Caracas durante el periodo de preparación general en el mes de Diciembre 2009*. Trabajo de grado de maestría no publicado, Universidad Pedagógica Experimental Libertador, Instituto Pedagógico de Caracas, Caracas.
- Vallenilla Salvato, M. (2011). *Evaluación de la potencia anaeróbica máxima en futbolistas de categorías menores del Distrito Capital*. Trabajo de grado de maestría no publicado, Universidad Pedagógica Experimental Libertador, Instituto Pedagógico de Caracas, Caracas.
- Watson, A.W., O'Donovan, D. J. (1977). Influence of level of habitual activity on physical working capacity and body composition of post-puberal school boys. *Q J Exp Physiol Cogn Med Sci.* 62(4):325-32.[Revista en línea]. Disponible: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed>. [Consulta: 2011,Diciembre 2]
- Wutscherk, H. (1974). Die Bestimmung des biologischenalters. 23: 159-170. [Revista en línea] Disponible: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed>. [Consulta: 2011, Diciembre 2].