

CENTRO PROVINCIAL DE MEDICINA DEPORTIVA DE MATANZAS

Estudio comparativo de la capacidad física de trabajo: PWC_{170} en dos muestras de la población escolar comprendida entre 9 y 11 años de edad

Lic. José Raúl Siret Alfonso*

Dr. Oscar Ramírez**

Dr. Armando Pancorbo**

Dr. Marcos A. Acebo**

Siret, J. R. y otros: *Estudio comparativo de la capacidad física de trabajo: PWC_{170} en dos muestras de la población escolar comprendida entre 9 y 11 años de edad.*

Se trabaja con 2 grupos de niños entre 9 y 11 años de edad. Se informa que el grupo 1 se integra con los alumnos de la EIDE (Escuela de Iniciación Deportiva Escolar) "Luis Augusto Turcios Lima", de la Ciudad de Matanzas, los cuales practican distintos deportes sistemáticamente. Se informa que dentro de este grupo se estudian 62 hembras y 62 varones. El grupo 2 se forma con alumnos de la Escuela "Mártires del Golcuria", la cual forma parte del Sistema General de Educación, en la que se seleccionan en forma aleatoria 78 varones y 81 hembras. Se expresa que en ambos grupos se determina el PWC_{170} , el peso y la talla. Se comparan los resultados obtenidos en ambos grupos mediante el *test* de Fisher y el *test* de Student.

INTRODUCCION

En la literatura internacional numerosos autores, entre los que podemos citar a H. Wahlund¹, I. Astrand,² P. O., Astrand,³ V. L. Karpan⁴ y R. Montesinos⁵ han medido la capacidad física de trabajo a 170 ppm (PWC_{170}) en hombres y mujeres entrenados y no entrenados por grupos de edad.

En nuestro país se han realizado por J. A. Yáñez,⁶ Yáñez y otros⁷ y W. Delgado,⁸ entre otros, estudios encaminados a la determinación de este parámetro en alumnos de las EIDE (Escuela de Iniciación Deportiva Escolar), de edades comprendidas entre 12 y 16 años.

* Licenciado en Biomedicina Deportiva.

** Especialista de I Grado en Medicina Deportiva.

No obstante, en la literatura nacional consultada, no encontramos ningún trabajo que abordara el estudio de este parámetro en la población infantil comprendida en las edades de 9 a 11 años y que, además, estableciera comparaciones de los valores del mismo entre los estudiantes de las EIDE y los estudiantes de las otras escuela del Sistema General de Educación.

Teniendo en cuenta que los escolares comprendidos en estas edades, a través de los juegos que normalmente desarrollan, mantienen en términos generales una actividad física superior a la que desarrollan al incrementar su edad cronológica y mental, consideramos conveniente determinar en qué medida la práctica sistemática de un deporte, es decir, el entrenamiento deportivo, contribuía a un mayor desarrollo de la capacidad física de trabajo en éstos.

Lo anterior reviste una importancia aún mayor en estos momentos en que se ha emprendido una intensa campaña de lucha contra el sedentarismo y por la masividad en el deporte, la cual abarca a toda la población del país, independientemente de los grupos de edades de las personas que la integran.

Por otro lado, consideramos que el presente trabajo puede contribuir a una mejor comprensión de la necesidad de intensificar los programas de educación física que se desarrollan actualmente en las escuelas del Sistema General de Educación, que comienzan desde las edades escolares más tempranas, así como a establecer valores de referencia que nos permitan conocer y evaluar la función cardiovascular de nuestra población escolar entre los 9 y 11 años, tanto en las EIDE como en las demás escuelas no deportivas.

MATERIAL Y METODO

Se estudiaron en total 283 niños, de los cuales 124 provenían de la EIDE "Luis Augusto Turcios Lima", de Matanzas, y 159 de la Escuela "Mártires del Goicuría", comprendida dentro del Sistema General de Educación. La muestra de la EIDE se integró con 62 varones y 62 hembras y la de la escuela "Mártires del Goicuría" con 78 varones y 81 hembras.

Los alumnos de la EIDE están dedicados a la práctica de natación, gimnástica, voleibol, gimnasia rítmica, nado sincronizado, clavado, polo acuático, baloncesto, beisbol y atletismo. La muestra de la escuela "Mártires del Goicuría" se tomó de forma aleatoria.

La distribución por edades fue la siguiente:

A todos los muchachos se les aplicó el test del PWC_{170} , el cual ha sido recomendado por el Programa Internacional de Biología,⁹ el que se basa en la relación directa entre la potencia de carga a que se somete un sujeto y la frecuencia cardíaca de éste, durante la ejecución de la misma (tabla 1).

El test se aplicó en la forma propuesta por Karpman y otros,⁴ los cuales demostraron que conociendo las potencias de dos cargas submáximas rea-

Tabla 1. *Distribución por edades y sexos de los muchachos que integraron las 2 muestras estudiadas*

Edad (Años)	EIDE		Golcuria	
	Varones	Hembras	Varones	Hembras
9	21	14	29	30
10	19	20	25	17
11	22	28	24	34

lizadas por un individuo (N_1 y N_2), así como la frecuencia cardíaca al final de cada una de las mismas (f_1 y f_2) era posible calcular la capacidad de trabajo físico de dicho individuo, cuando su corazón latía a una frecuencia de 170 ppm, aplicando la siguiente fórmula:

$$PWC_{170} = N_1 + (N_2 - N_1) \frac{170 - f_1}{f_2 - f_1}$$

La exactitud de la determinación del PWC_{170} depende en gran medida de la frecuencia cardíaca; por tanto, mientras más cerca esté f_2 de las 170 ppm, y mientras mayor sea la diferencia, dentro de cierto rango entre f_2 y f_1 , menor será la influencia en los cálculos de PWC_{170} de las oscilaciones casuales del ritmo cardíaco, las cuales pueden manifestarse tanto con un pulso bajo durante la carga, como también por la relación no lineal de sus altas magnitudes.

Teniendo en cuenta lo anterior para la dosificación de las cargas en la presente investigación, partimos de los resultados del trabajo realizado por Y. Stoida y M. González,¹⁰ los cuales se basaron tanto en la bien conocida Ley Fisiológica que establece la proporcionalidad directa entre la disminución de la frecuencia cardíaca en reposo y el aumento de la capacidad física de trabajo, como en la relación directa entre el peso del individuo y este parámetro, por lo que partiendo de la frecuencia cardíaca en reposo y del peso tuvimos la posibilidad de predecir en forma bastante aproximada las cargas que debíamos imponer a cada sujeto para lograr los objetivos propuestos.

Para la ejecución de la prueba se emplearon un veloergómetro mecánico de la firma Monark, un manómetro Taktell, un estetoscopio y un cronómetro.

Cada sujeto estudiado, después de graduarle el sillín del veloergómetro y teniendo en cuenta el largo de sus piernas, ejecutó en el mismo dos ciclos de pedaleo de 5 minutos cada uno, a 50 rpm, con un intervalo de 3 minutos de descanso entre los mismos, y en los últimos 15 segundos de cada ciclo se determinó la frecuencia cardíaca mediante la auscultación precordial.

La frecuencia cardíaca en reposo se determinó después de un período inicial de 15 minutos en reposo en posición decúbito supino.

Se determinó, además, el PWC relativo, así como el peso y la talla de los muchachos estudiados.

RESULTADOS

Como resultado del estudio realizado se obtuvieron los datos que se observan en la tabla 2.

Tanto en lo que respecta al PWC absoluto como al relativo, los valores fueron significativamente mayores en los alumnos de la EIDE, como puede verse en la tabla 3.

Los resultados son semejantes a los obtenidos para los varones de la misma edad.

En las tablas 4 y 5 se repiten en forma aproximada los resultados de las tablas anteriores.

En la tabla 6, además de las diferencias presentadas en las anteriores, se observa la existencia de diferencia significativa en cuanto a la talla en la muestra de la EIDE (tablas 6 y 7).

Tabla 2. Valores medios de PWC_{170} PWC_{170}/kg , peso y talla de los varones de 9 años de la EIDE y de la escuela "Mártires del Goicuría"

Edad: 9 años Sexo: masculino					
	N	Peso kg	Talla cm	PWC_{170} $kg^{-1} min^{-1}$	$PWC_{170} kg^{-1}$ $kg min kg^{-1}$
EIDE (\bar{x})	21	29,1 ± 3,7	132,5 ± 6,0	556,4 ± 98,2	19,4 ± 4,0
Goicuría (\bar{x})	29	32,5 ± 5,0	135,3 ± 5,0	497,3 ± 87,8	15,9 ± 3,5
Test de Fisher		NS p > 0,20	NS p > 0,20	NS p > 0,20	NS p > 0,20
Test t de Student		NS p < 0,01	NS p > 0,10	S p < 0,05	S p < 0,001

Tabla 3. Valores medios de PWC_{170} PWC_{170}/kg , peso y talla de las hembras de 9 años de edad de cada una de las muestras estudiadas

Edad: 9 años Sexo: femenino					
	N	Peso kg	Talla cm	PWC_{170} $kg min^{-1}$	$PWC_{170} kg^{-1}$ $kg min kg^{-1}$
EIDE (\bar{x})	14	31,7 ± 6,3	137,6 ± 8,2	545,3 ± 80,1	18,6 ± 4,4
Goicuría (\bar{x})	30	36,5 ± 10,2	136,8 ± 5,9	491,0 ± 83,8	14,4 ± 4,8
Test de Fisher		NS p > 0,20	NS p > 0,20	NS p > 0,20	NS p > 0,20
Test t de Student		NS p > 0,20	NS p > 0,80	S p < 0,05	S p < 0,01

Tabla 4. Valores medios de PWC_{170} , PWC_{170}/kg , peso y talla de los varones de 10 años de la EIDE y la escuela "Mártires del Golcuria"

Edad: 10 años Sexo: masculino					
	N	Peso kg	Talla cm	PWC_{170} kg min ⁻¹	PWC_{170} kg ⁻¹ kg min kg ⁻¹
EIDE (\bar{x})	19	33,6 ± 5,8	140,8 ± 9,6	573,1 ± 139	17,4 ± 4,2
Golcuria (\bar{x})	25	32,6 ± 5,9	139,9 ± 9,6	501,0 ± 104,0	15,6 ± 3,5
Test de Fisher		NS p > 0,20	NS p > 0,20	NS p > 0,20	NS p > 0,20
Test t de Student		NS p > 0,60	NS p > 0,7	S p < 0,05	S p < 0,05

Tabla 5. Valores medios de PWC_{170} , PWC_{170}/kg , peso y talla de las hembras de 10 años de la EIDE y de la escuela "Mártires del Golcuria"

Edad: 11 años Sexo: femenino					
	N	Peso kg	Talla cm	PWC_{170} kg min ⁻¹	PWC_{170} kg ⁻¹ kg min kg ⁻¹
EIDE (\bar{x})	20	35,1 ± 5,9	141,8 ± 7,7	590,9 ± 105,4	16,9 ± 3,1
Golcuria (\bar{x})	17	33,0 ± 6,6	138,8 ± 7,7	480,3 ± 99,7	15,0 ± 3,6
Test de Fisher		NS p > 0,20	NS p > 0,20	NS p > 0,20	NS p > 0,20
Test t de Student		NS p > 0,20	NS p > 0,30	S p < 0,01	S p < 0,05

Tabla 6. Valores medios de PWC_{170} , PWC_{170}/kg , peso y talla de los valores de 11 años de la EIDE y de la escuela "Mártires del Golcuria"

Edad: 11 años Sexo: masculino					
	N	Peso kg	Talla cm	PWC_{170} kg min ⁻¹	PWC_{170} kg ⁻¹ kg min kg ⁻¹
EIDE (\bar{x})	22	38,4 ± 4,4	147,4 ± 5,8	658,6 ± 91,1	17,1 ± 1,9
Golcuria (\bar{x})	24	38,5 ± 5,3	140,8 ± 5,6	519,6 ± 64,7	13,5 ± 2,7
Test de Fisher		NS p > 0,20	NS p > 0,20	NS p > 0,10	NS p > 0,10
Test t de Student		NS p > 0,20	S p < 0,01	S p < 0,001	S p < 0,001

Nota: En las dos últimas líneas de las tablas, se reflejan los niveles de significación obtenidos como resultado de la aplicación de los tests de Fisher y Student.

NS — Diferencia no significativa

S — Diferencia significativa

± — Desviación estándar.

Tabla 7. Valores medios de PWC_{170} , PWC_{170}/kg , peso y talla de las hembras de 11 años de las 22 muestras estudiadas

Edad: 11 años Sexo: femenino					
	N	Peso kg	Talla cm	PWC_{170} $kg\ min^{-1}$	$PWC_{170}\ kg^{-1}$ $kg\ min\ kg^{-1}$
EIDE (\bar{x})	28	$40,1 \pm 9,1$	$150,4 \pm 10,4$	$645,2 \pm 159,6$	$16,3 \pm 3,2$
Golcuría (\bar{x})	34	$38,9 \pm 9,1$	$145,6 \pm 7,3$	$520,0 \pm 111,4$	$13,3 \pm 3,4$
Test de Fisher		NS $p > 0,20$	NS $p > 0,05$	NS $p > 0,05$	NS $p > 0,20$
Test t de Student		NS $p > 0,05$	S $p < 0,05$	S $p < 0,001$	S $p < 0,001$

DISCUSION

En ninguno de los grupos de edades estudiados se encontraron diferencias significativas de valor de PWC absoluto ($P > 0,20$), al comparar entre sí los valores obtenidos para cada sexo, por lo que nuestros resultados coinciden con los de P. O. Astrand,³ con relación a que en los períodos que anteceden a la pubertad no se detectan diferencias significativas entre hembras y varones en lo que a la capacidad física y trabajo se refiere.

El valor medio de la capacidad física de trabajo absoluto en ambas muestras tiene una tendencia al crecimiento en forma directamente proporcional al incremento de la edad (figura).

El incremento del PWC_{170} en relación directa con el incremento de la edad, es producto del aumento en el grado de madurez del sistema cardio-respiratorio en los grupos estudiados, resultados similares han sido informados por P. O. Astrand.³

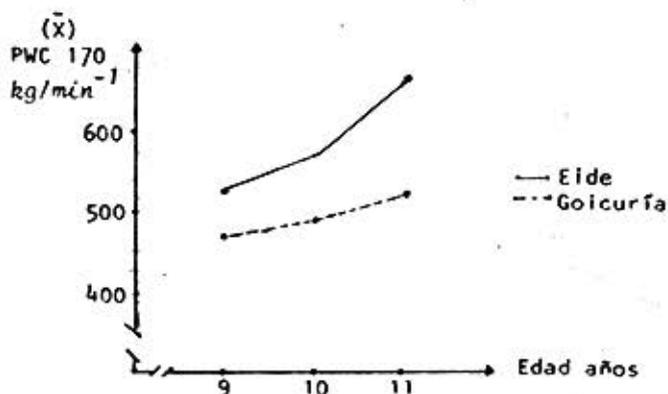


Figura. Aumento de la capacidad física de trabajo con el incremento de la edad (varones + hembras).

Como se puede observar en el gráfico, los valores medios registrados en los alumnos de la EIDE son superiores a los registrados para los alumnos de la Escuela "Mártires del Goicurúa", lo que es fácilmente explicable si tenemos en cuenta la influencia que sobre éste parámetro ejerce la práctica sistemática del deporte.

En lo que respecta a los valores de frecuencia cardíaca en reposo, frecuencia al finalizar la primera y la segunda carga y la intensidad de las cargas aplicadas, se obtuvieron los resultados que se observan en la tabla 8.

La frecuencia cardíaca en reposo, así como la frecuencia cardíaca después de la primera carga, presentan diferencias significativas del ($P < 0,01$) valores medios al comparar ambos grupos estudiados, siendo las de los alumnos de la EIDE inferiores a las de los alumnos de la escuela "Mártires del Goicurúa", lo cual indica una mayor eficiencia del sistema cardiorrespiratorio de los mismos.

Los valores de este parámetro después de la segunda carga no registraron diferencias significativas entre ambos grupos ($P > 0,30$), a pesar de que la segunda carga aplicada a los alumnos de la EIDE fue significativamente mayor ($P < 0,01$) que la aplicación a los alumnos de la escuela "Mártires del Goicurúa", es que puede explicarse teniendo en cuenta que las cargas durante la segunda fase de la prueba en el veloergómetro se calcularon para que ambos grupos terminaran con una frecuencia cardíaca lo más cercana posible a las 170 ppm (tabla 9).

Al comparar nuestros resultados con los obtenidos por Montesinos y otros⁵ en muchachos no deportistas de edades entre 14 y 17 años, vemos

Tabla 8. Medidas de la frecuencia cardíaca en reposo, frecuencia cardíaca al finalizar la primera y segunda carga, o intensidad de las cargas impuestas a cada grupo

	EIDE	Goicurúa	Test de Fisher	Test t de Student
FCR	74,1 ± 6,5	8,20 ± 9,7	NS p > 0,20	S p < 0,01
FC ₁	125,2 ± 13,5	139,7 ± 10,2	NS p > 0,20	S p < 0,01
FC ₁₁	170,2 ± 7,3	172,8 ± 8,4	NS p > 0,20	NS p > 0,30
N ₁ (Kg Min ⁻¹)	300	300		
N ₂ (Kg Min ⁻¹)	581 ± 32,5	515,5 ± 54,7	NS p > 0,20	S p < 0,001

Tabla 9. Valores de PWC₁₇₀ obtenidos para todos los grupos de edades estudiados (hembras más varones, varones solos y hembras solas)

	PWC 170 Kg Min ⁻¹ Deportista	PWC 170 Kg Min ⁻¹ No deportista
Todos	594,9 ± 108,5	501,5 ± 99,5
Varones	596,0 ± 107,3	506,0 ± 87,5
Hembras	593,8 ± 113,8	497,0 ± 189,3

que el valor del PWC_{170} obtenido por ellos para los varones ($707,8 \pm 150,1$ *kg/min*) y las hembras ($542,6 \pm 105,7$ *kg/min*) de todas las edades, es significativamente mayor ($P < 0,001$) que el obtenido por nosotros para las hembras y varones no deportistas de todas las edades estudiadas (tabla 9), lo cual era de esperarse por las diferencias de edades existentes entre ambos grupos.

Sin embargo, en el caso del grupo de muchachos deportistas estudiados por nosotros, vemos que el valor de PWC_{170} para las hembras de todas las edades (tabla 9), fue significativamente mayor ($P < 0,001$) que el obtenido por ellos para las muchachas no deportistas de mayor edad ($542,6 \pm 105,7$), lo cual puede atribuirse, entre otros factores, a la práctica sistemática de deportes que realiza este grupo de niñas.

En el caso de los varones, el valor de PWC_{170} obtenido por ellos para todas las edades fue significativamente mayor ($P < 0,001$) que el obtenido por nosotros.

No obstante lo anterior ($707,8 \pm 150,1$ contra $596 \pm 107,3$) los valores obtenidos por ellos para la edad de 14 años es sólo ligeramente mayor que la obtenida por nosotros para todas las edades estudiadas, lo cual posiblemente implique la no existencia de diferencias significativas entre ambas ($608,8$ contra $594,9 \pm 108,5$). Esto sería otra confirmación de la influencia beneficiosa de la práctica sistemática del deporte.

CONCLUSIONES

Después del análisis de los resultados obtenidos, podemos formular las siguientes conclusiones:

1. Resulta evidente que el entrenamiento deportivo sistemático y bien dosificado ejerce un efecto favorable al incremento de la capacidad física de trabajo y, por ende, contribuye a la aceleración de la maduración de las funciones cardiorrespiratorias del individuo.
2. Es necesario realizar un estudio detallado de la posibilidad de elevar la intensidad, duración y motivación de los programas de Educación Física y Deportes que se imparten en las escuelas del Sistema General de Educación, a fin de mejorar los índices de capacidad física de trabajo de los alumnos de las mismas.
3. Consideramos que el presente trabajo puede contribuir a la creación de las bases de un sistema de índices de referencia para la valoración de este parámetro en la población escolar desde los 9 hasta los 11 años de edad.

SUMMARY

Siret, J. R. et al. *Comparative study of physical working capacity: PWC_{170} in two samples of school population aged 9-11 years.*

A work upon two groups of children aged 9-11 years, is carried out. It is reported that group 1 is formed with children studying at the "Luis Augusto Turcios Lima", EIDE (School

for Sports Initiation), Matanzas City, who practice different sports, systematically. The group is formed by 62 females and 62 males. The group 2 is formed with students from the "Mártires del Goicuría" School, which belongs to the General Education System, where 78 males and 81 females were selected at random. In both groups, PWC₁₇₀, weight and height were determined. Results obtained in both groups are compared by means of the Fisher's test and Students' test.

RÉSUMÉ

Siret, J. R. et al.: *Etude comparative de la capacité physique de travail: PWC₁₇₀ dans deux échantillons de la population scolaire âgée entre 9 et 11 ans.*

L'étude a porté sur 2 groupes d'enfants âgés entre 9 et 11 ans. Le premier groupe est composé par des élèves de l'École d'Initiation aux Sports (EIDE) "Luis Augusto Turcios Lima", de la ville de Matanzas, qui pratiquent différents sports systématiquement. Ce groupe comprenait 62 filles et 62 garçons. Le deuxième groupe est formé par des élèves de l'école "Mártires del Goicuría", laquelle fait partie du Système Général d'Éducation. Ce groupe comprenait 78 garçons et 81 filles choisis aléatoirement. Dans les deux groupes on détermine la PWC₁₇₀, le poids et la taille. Les résultats obtenus dans les deux groupes sont comparés moyennant les tests de Fisher et de Students.

BIBLIOGRAFIA

1. *Wahlund, H.*: Determination of the physical working capacity. Acta Med Scand (Suppl.) 215: 1, 1948.
2. *Astrand, I.*: Aerobic work capacity in men and women with special reference to age. Acta Physiol Scand (Suppl.) 49: 169: 85, 1960.
3. *Astrand, P. O.; K. Rodahl.* Text Book of Work Physiology. 2nd ed. Ed. Mc Grow and Hill Book Co., 1977. P. 318.
4. *Karpman, V. L. et al.*: Fizicheskoj rabotoespasobnosti v sportivnoi meditsine i v klinike. Sov Meditsina 2: 103, 1971.
5. *Montesinos, R. y otros*: Máximo consumo de oxígeno en jóvenes de 14 a 18 años de edad. Ap de Med Dep 17: 205, 1980.
6. *Yáñez, J. A.*: Algunos aspectos del desarrollo de las capacidades funcionales de los niños y adolescentes que practican sistemáticamente deportes. Inder. Cuba. Boletín Científico-Técnico No. 2, 19, 1978.
7. *Yáñez, J. A. y otros*: Método de carga biológica para la determinación de la capacidad de trabajo. Inder. Cuba. Boletín Científico-Técnico No. 2, 12, 1977.
8. *Delgado, W.; V. Lebedov*: Capacidad de trabajo físico en adolescentes entrenados de equipos de baloncesto, voleibol y ciclismo. Memoria VI, Seminario Científico CENIC, 5/8 de Diciembre de 1977.
9. *IBP Handbook No. 9, Human Biology: A guide to field methods.* London, Ed. J. S. Weiner and J. A. Lourie, 1969. P. 915.
10. *Stoïda, Y.; M. González*: Sobre la dosificación de las cargas en el veloergómetro del test PWC₁₇₀. Inder. Cuba. Boletín Científico-Técnico (Suppl 14). 1978. P. 59.

Recibido: 28 de septiembre de 1984

Aprobado: 30 de octubre de 1984

Lic. José Raúl Siret Alfonso
Centro Provincial de Medicina Deportiva
Ateneo Deportivo
Reperto Camilo Cienfuegos
Provincia de Matanzas
Cuba