

Prueba de escalón de Mcardle: una ecuación para estimar el VO_2 máx. en estudiantes de educación física

McArdle step test: an equation for estimating the VO_2 max.
in physical education students

*Esteban Rodríguez Toledo, *Jorge Espinoza Valdés, *Felipe Rodríguez Soto,
*Nelson Gatica Salas, **Jaime Vásquez Gómez

Rodríguez, E., Espinoza, J., Rodríguez, F., Gatica, N. & Vásquez, J. (2017). Prueba de escalón de McArdle: una ecuación para estimar el VO_2 máx. en estudiantes de educación física *Revista de Ciencias de la Actividad Física UCM*. N° 18(2) julio - diciembre, 1-7.

RESUMEN

El objetivo de esta investigación es obtener una ecuación para determinar VO_2 máx. a través de una prueba submáxima utilizando la frecuencia cardíaca de recuperación (FCr). Se diseñó en un estudio descriptivo correlacional dentro de un marco cuantitativo y se evaluó a 18 sujetos, 9 damas y 9 varones, de primero a cuarto año estudiantes de educación física con un muestreo de tipo intencional. Se midió la FCr en la prueba submáxima en escalón de McArdle, utilizando el monitor de FC marca Polar modelo V800 (Finlandia), y el consumo máximo de oxígeno (VO_2 máx.) en el test de esfuerzo máximo de Bruce con el analizador de gases marca COSMED, modelo Fitmate PRO (Italia). En los resultados, la correlación (coeficiente de Pearson) que se obtuvo fue de $r = -0.84$ ($p < 0.001$) la cual se encuentra en una categoría considerable, obteniendo la ecuación $y = -0.4132x + 110.68$ con un error de estimación estándar (EEE) de $5.8 \text{ ml.kg.min}^{-1}$.

PALABRAS CLAVE

VO_2 máx., FCr, test sub máximo, test máximo, correlación.

ABSTRACT

The main aim of this research is to obtain an equation to determine the VO_2 max through a submaximal test using heart rate recovery (HRr). A correlational descriptive study was designed within a quantitative framework, where 18 subjects, all physical education college students, from freshman to senior year, were evaluated (9 females and 9 males), using diversity sampling (intentional). The HRr was measured in the McArdle submaximal step using the HR monitor, Polar V800 model (Finland), and the VO_2 max. in the Bruce maximum effort test was measured with the gas analyzer COSMED model Fitmate PRO (Italy). In the results, the correlation (Pearson coefficient) obtained was $r = -0.84$ ($p < 0.001$) which is within the considerable category, obtaining the equation $y = 0.4132x + 110.68$ with a standard error of estimation (SEE) of $5.8 \text{ ml.kg.min}^{-1}$.

Key words

VO_2 max., HRr, submaximal test, maximal test, correlation.

* Escuela de Educación Física, Universidad San Sebastián, Concepción, Chile.

** Departamento de Ciencias de la Actividad Física, Universidad Católica del Maule, Talca, Chile



1. INTRODUCCIÓN

En el deporte y en el ejercicio físico, la capacidad aeróbica que tiene el sujeto está directamente relacionada con el VO_2 máx. Este es un indicador importante para medir el rendimiento aeróbico de un individuo. Según López & Fernández (2006, pág. 405) “se utiliza el término consumo de oxígeno (VO_2) para expresar un parámetro fisiológico que indica la cantidad de oxígeno que se consumió o utiliza en el organismo por unidad de tiempo”.

La estimación del VO_2 máx. ha sido planteada desde hace un tiempo a través de pruebas físicas de máximo esfuerzo, pero algunas investigaciones, desde el siglo XX, intentan abordar esta perspectiva a través de pruebas submáximas. Dentro de las pruebas submáximas está el test Rockport o caminata de una milla (Gene, 2002). Esta prueba está diseñada particularmente para las personas que no pueden correr debido a una condición paupérrima cardiorrespiratoria, y solo requiere que el sujeto camine una distancia de una milla (1609,34 metros) lo más rápido posible, en que la FC del sujeto debe estar sobre los 120 p/m al finalizar. Las variables que se utilizan para la estimación del VO_2 máx. son: edad, género, tiempo transcurrido y FC al finalizar el test. Por otro lado se encuentra el test de cicloergómetro Åstrand-Ryhming (Jiménez, 2005), que es uno de los test clásicos dentro de la fisiología del ejercicio. Es una prueba para sujetos con muy baja aptitud aeróbica inicial que establece la estimación del VO_2 máx. utilizando un nomograma. El desarrollo de esta prueba se realiza después de un acondicionamiento previo; se aplica una única carga durante seis minutos, en la que el sujeto debe pedalear a 50 revolución/pedal/minuto de manera constante; durante los dos primeros minutos, desde el inicio del ejercicio se controla la FC. Es necesario que la carga provoque una activación cardiocirculatoria básica, por lo que debe incrementar la FC \geq 120 p/m; se registra al minuto cinco y al sexto de trabajo. Con el promedio de ambos se ingresan los datos obtenidos a un nomograma.

Entre las pruebas que se puede medir o estimar el VO_2 máx. existen las de procedimiento directo, en base a utilización de instrumentos

de medición especializados como el analizador de gases y ventilación pulmonar o ergoespirómetro, que es un indicador con un alto grado de confiabilidad y se realiza a través de pruebas de esfuerzo incremental. Se ha indicado que el aumento de la intensidad del ejercicio determina directamente un aumento en el VO_2 máx. del sujeto, pero hasta un determinado nivel éste no se incrementará aunque la intensidad sí lo haga. Precisamente en este instante el sujeto ha alcanzado su VO_2 máx. el cual representa una variable fundamental para medir las posibilidades del individuo ante esfuerzos prolongados a una intensidad moderada (Forteza & Ramírez, 2005).

Por otro lado, la estimación del VO_2 máx. se puede hacer de manera indirecta a través de métodos más simples. Esta determinación indirecta del VO_2 máx. se realiza en base a otras variables (Sucianu, 1980). Entre las variables que puede depender el VO_2 máx. son la edad, el sexo, el factor genético, la condición física.

Por su parte, la FC es el esfuerzo que realiza el corazón para satisfacer las demandas incrementadas del sujeto en alguna actividad física (Wilmore & Costill, 2007). También es uno de los indicadores de intensidad del ejercicio, es sencillo de tomar y rápido de identificar, medirla es solamente tomar el pulso del sujeto mediante el punto radial, carotideo o a través de instrumentos como un monitor de FC. Al hablar de la FC en una prueba física, ya sea submáxima o máxima, nos referimos a un indicador de intensidad del ejercicio, dado que a mayor sea la intensidad mayor será la FC del sujeto. También permite el control progresivo del ejercicio de manera práctica a la hora de mantener la FC estable durante un entrenamiento (Wilmore & Costill, 2007).

La FC de entrenamiento (FCE) tiene una relación lineal con el VO_2 máx. a intensidades crecientes de esfuerzo. Cuando se somete a un sujeto a un ejercicio, la FC y los valores de VO_2 , la FCE se establece utilizando la FC equivalente a un determinado porcentaje del VO_2 máx. Es importante mencionar que la intensidad del ejercicio necesaria para alcanzar un



porcentaje determinado de VO_2 máx. da lugar a una FC más elevada que el porcentaje de FC máxima estimado (Wilmore & Costill, 2007).

La FC y el VO_2 han tenido una relación desde hace mucho tiempo en el ejercicio aeróbico de esfuerzo submáximo y máximo, encontrándose resultados similares entre ellos ya que se advierte que mientras mayor sea el descenso de la FC mejor será el VO_2 máx.

La disminución de la FC inmediatamente después de una sesión de entrenamiento o ejercicio físico es conocida como FCr. El monitoreo de ésta, es un método simple y no invasivo para valorar o estimar la condición física de los sujetos. Se ha encontrado una relación directa entre una reducción más rápida de la FC máx. a valores por debajo de las 130 p/m y la mejora de adaptación cardiovascular. Esta mejora se ha asociado a varios ajustes fisiológicos internos, de manera que una FC más baja en la fase de recuperación estaría relacionada con una reducción de la circulación de retorno y de las necesidades sistémicas. El incremento de la FC como respuesta al ejercicio va acompañado de una reducción del tono vagal, el cual se incrementa posteriormente sobre el nivel basal una vez finalizado el ejercicio mediante la activación del sistema nervioso autonómico inmediatamente después de terminar la actividad máxima (Álvarez, Sánchez, Corbi, Pagès, & Visco, 2012).

Actualmente la forma utilizada para estimar la resistencia aeróbica indirecta en nuestro contexto se basa en dos instrumentos, el test de Course Navette y el test de Cooper. Estos se aplican desde el segundo ciclo de educación básica hasta la educación superior (Agencia de Calidad de la Educación, 2013). El Course Navette consiste en que el sujeto debe someterse a una carrera cíclica (ida y vuelta) en un espacio de 20 metros, donde una señal acústica indicará cada vez para que el participante deba llegar y salir de cada extremo demarcado por las líneas, estas señales acústicas se irán incrementando cada minuto. El test de Cooper consiste en cubrir la mayor distancia posible en 12 minutos, en una pista atlética de 400 metros (Cooper, 1979). Ambas pruebas son de tipo indirecto y se pueden aplicar de forma masiva

para estimar el VO_2 máx., pero como se mencionó anteriormente los sujetos que realizan estas pruebas deben dar su máximo esfuerzo para obtener los resultados fidedignos.

El presente estudio tiene como objetivo determinar el comportamiento de la FCr en la prueba del escalón de McArdle, verificar la relación entre la FCr del test submáximo y el VO_2 máx. de un test incremental y generar una ecuación que permita estimar el VO_2 máx. en base a la propia FCr. De esta forma se podrá evaluar la condición aeróbica de los individuos sin que estos tengan que realizar un esfuerzo máximo, además se aportará una herramienta de fácil utilización y con una ecuación de predicción derivada del desempeño de estudiantes de educación física de nuestro contexto.

2. MÉTODO

La investigación tiene un enfoque cuantitativo, con un diseño no experimental a través de un corte transversal, teniendo un alcance descriptivo y correlacional. La muestra tuvo carácter no probabilístico con un total de 18 sujetos, 9 mujeres y 9 hombres, estudiantes de educación física. Se establecieron como criterios de inclusión: no tener sobrepeso evidente, no presentar ninguna lesión o que se esté en etapa de recuperación, no tener ningún tipo de enfermedad que pudiese repercutir en la realización de los test, evitar el consumo de alcohol y tabaco durante las 24 horas previas a la aplicación de los test.

Los sujetos que accedieron a participar debieron leer y firmar una autorización por escrito, luego se aplicó el cuestionario PAR-Q y se procedió a determinar datos básicos como la masa corporal y la estatura, obtenidos mediante una báscula mecánica marca ADE Medical modelo M318800-01 (Alemania). Se utilizó la prueba submáxima en escalón de McArdle, la cual estima el VO_2 máx. a partir de la FC medida durante la recuperación. El test consiste en subir y bajar un escalón de 41,3 cm durante tres minutos y, al terminar, el sujeto debió permanecer de pie sin ningún movimiento para medir la FCr durante 15 segundos, para ello se utilizó un monitor de FC



marca Polar modelo V800 (Finlandia). Inmediatamente después el sujeto realizó el test de Bruce, de esfuerzo máximo en cinta rodante, que es una prueba de estadios incrementales con una duración de tres minutos cada uno en los que se va modificando la inclinación y velocidad. Para determinar el VO₂ máx. el sujeto debió superar el 90% de la FC máx. y una meta que corresponde a un estado estable del VO₂ que no superara los 100 ml/min. En este test se utilizó un analizador de gases marca COSMED modelo Fitmate PRO (Italia) y una cinta rodante marca SportsArt Fitness modelo T652M (Estados Unidos). Al término de cada test se registró el índice de esfuerzo percibido (Borg, 1982). Todo ello, bajo las normas éticas de la Declaración de Helsinki (1975).

Para el registro de datos se utilizó el programa Microsoft Excel 2013 y para el análisis se empleó el programa SPSS versión 19 (International Business Machines, Nueva York - Estados Unidos) aplicando promedios, desviaciones estándar, la prueba de normalidad de Shapiro – Wilk y la correlación de Pearson ($p < 0.05$).

3. RESULTADOS

Tabla 1
Datos básicos de la muestra.

n	Edad (años)	Talla (metros)	Masa (kg)	IMC (kg/m ²)	FC máx. (p/m)
18	21.1±1	1.65±0.08	63.8±10.6	23.2±2.4	192±0.7

La Tabla 1 muestra la cantidad total de sujetos que realizaron los test físicos y se puede observar el promedio de cada dato registrado además de su desviación estándar correspondiente. Además se realizó un cálculo de IMC, donde se aprecia que los sujetos se encuentran en un estado normal. También se les calculó la FC máxima teórica con la fórmula $207 - 0.7 * \text{edad}$ (Tanaka, Monahan, & R. Seals, 2001).

Tabla 2
Rendimiento en el test del escalón de McArdle.

n	FCr 20 seg. (p/m)	VO ₂ máx. predicho (ml·kg ⁻¹ ·min ⁻¹)	Escala Borg
18	145±20.4	47.9±10.9	11±1.6

La Tabla 2 muestra los resultados del test en escalón como la FCr registrada a los 20 segundos después de terminada la prueba. De acuerdo a esto se estimó el VO₂ máx. con la ecuación de McArdle (Nieman, 2011). Con respecto a la percepción del esfuerzo en promedio los sujetos describieron el test como leve.

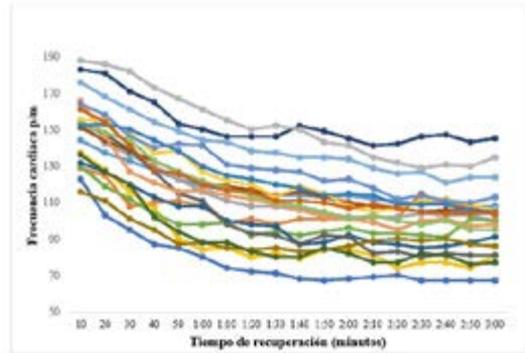


Figura 1. Curva de la FCr post ejercicio en el escalón de McArdle.

Al revisar la Figura 1 se observa que después de finalizar el test la FCr disminuye de manera rápida y notoria hasta el primer minuto de recuperación en la mayoría de los sujetos. Desde el primer minuto hasta finalizar el tiempo de recuperación de tres minutos, la FCr de los sujetos en general se va manteniendo relativamente constante.

Tabla 3
Rendimiento en el test de Bruce.

n	FC final (p/m)	FC máx. (%)	VO ₂ máx. (ml·kg ⁻¹ ·min ⁻¹)	Escala Borg
18	145±20.4	98.9±3.2	50.5±10	14±1.9

La Tabla 3 muestra los resultados obtenidos del test de Bruce como es la FC final registrada una vez terminado el test. Además se advierte que todos los participantes superaron el 90 % de su FC máx., lo cual se estableció como un criterio para claudicar la prueba y determinar el VO₂ máx.

Con respecto a estos resultados se advierte que la mayoría de los sujetos se encuentran en un nivel superior de acuerdo a los niveles de clasificación de VO₂ máx. de la unidad Fitmate PRO. Además, en lo que corresponde a la per-



cepción del esfuerzo, en promedio los sujetos describieron el test como un poco duro, pero esto se contrapone a los signos de cansancio y a la FC final registrada.

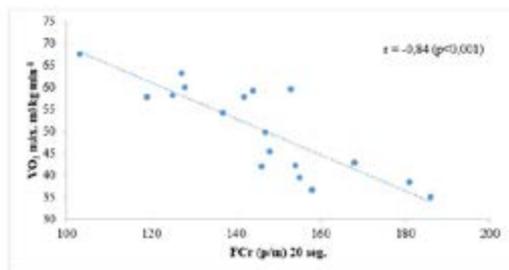


Figura 2. Relación entre la FCr y el VO₂ máx.

En la Figura 2 se aprecia la correlación existente entre la FCr y el VO₂ máx. Dicha correlación es negativa, ya que mientras una de las variables aumenta la otra disminuye, y a la inversa.

A través de la correlación se obtuvo la siguiente ecuación para estimar el VO₂ máx.:

$$y = -0.4132x + 110.68 \text{ (EEE} = 5,8 \text{ ml}\cdot\text{kg}\cdot\text{min}^{-1}\text{)}$$

En esta ecuación se obtuvieron dos constantes que se mantienen fijas, donde “y” es el VO₂ máx. y solo se reemplaza la letra “x” con la FCr en 20 segundos del test en escalón.

4. DISCUSIÓN

En el estudio de McArdle, Katch, Pechar, Jacobson, & Ruck (1972) existieron las mismas variables de interés que en la presente investigación, la FCr y el VO₂ máx. En dicha investigación se determinó las interrelaciones entre las puntuaciones de la FCr y el VO₂ máx. en 41 mujeres universitarias. Los test utilizados fueron la prueba del escalón de McArdle y el test en cinta rodante de Balke para determinar el VO₂ máx., prueba que proporcionó una alta reproducibilidad para evaluar la capacidad aeróbica en las mujeres. La fiabilidad de las puntuaciones de las pruebas del escalón y las diversas medidas del test de Balke osciló entre $r = -0.78$ y -0.92 . La correlación de validez más alta fue $r = -0.75$ que se obtuvo entre el VO₂

máx. ($\text{ml}\cdot\text{kg}\cdot\text{min}^{-1}$) y la FCr de 5 a 20 segundos de la prueba del escalón, y el error estándar de predicción de la regresión fue de ± 2.9 ml de O₂ que en promedio estaba dentro de $\pm 8\%$ de los valores reales de VO₂ máx. La ecuación que proponen para estimar el VO₂ máx. es $y = 65.81 - 0.1847 \cdot \text{FC}$. Realizando una comparación entre el artículo citado y la presente investigación, existen diferencias entre ambos trabajos. La cantidad de personas fue 41 y solo de género femenino, y en el apartado de la correlación la investigación realizada por McArdle es de $r = -0.75$, y en la presente investigación se obtuvo una $r = -0.84$.

El artículo de Santo & Golding (2003) posee las mismas variables de interés, además del uso del test del escalón. En esta investigación participaron 60 personas sanas (27 mujeres y 33 hombres) con edades comprendidas entre los 18 y los 55 años. Antes de cualquier prueba los participantes debieron informar si poseían alguna enfermedad de carácter cardiovascular, pulmonar u ortopédico a través de la administración del cuestionario de preparación para la actividad física PAR-Q y su historia de salud. Ninguno de los sujetos tomaba algún medicamento y tampoco era un fumador de cigarrillos. Se les indicó a los individuos que se abstuvieran de hacer ejercicio, de consumir alcohol y cafeína 24 horas antes de la prueba y comer dentro de 2 horas antes de las mediciones. El coeficiente de correlación de Pearson se calculó entre el VO₂ máx. medido en cinta rodante y la FCr a partir de la prueba del escalón. La correlación del VO₂ máx. con la FCr de 15 segundos arrojó un $r = -0,58$ ($p < 0,05$) y con la FCr de 1 minuto un $r = -0,61$ ($p < 0,05$) y las regresiones lineales se utilizaron para desarrollar ecuaciones de predicción del VO₂ máx.

El protocolo aplicado por Santo & Golding (2003) tiene similitudes a lo realizado en este artículo en la parte previa a la realización de los ejercicios, respecto a algunas abstenciones y enfermedades a través de la aplicación del cuestionario PAR-Q. Sin embargo, en el número de sujetos hay diferencias ya que en la investigación citada participaron 60 personas. Refiriéndonos a la correlación, en el artículo aparece una realizada con la FCr de 15 segundos en que se obtuvo un $r = -0.58$, la cual se



caracteriza como una correlación negativa media, mientras que en el presente trabajo de investigación se presenta una correlación de $r = -0.84$. En el artículo que se revisó se propuso una ecuación para estimar el VO_2 máx. a partir de la FCr a los 15 segundos que es $y = -0.9675x + 77.643$, y a partir del minuto 1 de recuperación $y = -0.2805x + 76.71$ con un EEE entre 6.9 a 8.76 ml.kg.min^{-1} . En este trabajo la ecuación para la FCr en 20 segundos es $y = -0.4132x + 76.919$. Las fórmulas de ambos estudios coinciden en que sólo se utiliza la FCr para calcular el VO_2 máx.

En otro estudio se buscó estimar el VO_2 máx. utilizando el test de escalón de McArdle (Chatterjee, Chatterjee, Mukherjee, & Bandyopadhyay, 2004), pues el objetivo del artículo fue evaluar la idoneidad en la prueba del escalón para predecir el VO_2 máx. Para ello se evaluó a 30 estudiantes varones sedentarios quienes tenían un promedio de edad de 22.6 años. El VO_2 máx. de cada participante se determinó mediante las pruebas físicas del test en escalón y una en bicicleta estática, en donde cada prueba tenía un intervalo de cuatro días para su realización. Los resultados promedios de VO_2 máx. fueron de 39.3 y 39.8 ml.kg.min^{-1} , respectivamente, y la correlación que se reportó fue de $r = -0.96$ ($p < 0.001$) en cambio en la presente investigación se evidencio una $r = -0.84$. Otro dato a considerar es el EEE fue 0,92 ml.kg.min^{-1} , en cambio en la presente investigación es de 5.8 ml.kg.min^{-1} . La ecuación en la investigación revisada fue $y = 55.23 - (0.09x)$.

Por último, el trabajo de Chatterjee, Chatterjee, & Bandyopadhyay (2005) tuvo como objetivo validar la aplicabilidad de la prueba del escalón de McArdle para estimar indirectamente la respuesta del VO_2 máx. en estudiantes universitarios. Para ello se evaluó a 40 estudiantes, todos sedentarios, de género femenino y del mismo estatus socioeconómico elegidos por un muestreo simple. El VO_2 máx. de cada participante fue determinado con un procedimiento directo y con el método indirecto del escalón con un intervalo de descanso de cuatro días. La valoración directa de VO_2 máx. fue incremental sobre una bicicleta estática, en donde el ejercicio fue seguido por el análisis de gas espirado, mientras que el VO_2

máx. fue predicho a través de una ecuación de regresión. El VO_2 máx. medido en bicicleta expuso una correlación significativa de $r = -0.83$ ($p < 0.001$) con el registro de la FCr de la prueba en escalón. Al comparar los resultados que se obtuvieron en la investigación revisada el EEE fue de 0.34 ml.kg.min^{-1} , y en el caso del presente trabajo de 5.8 ml.kg.min^{-1} , pero la correlación no varía mucho entre uno y otro estudio ya que en la investigación de Chatterjee y sus colaboradores es de $r = -0.83$, y en esta investigación es de $r = -0.84$. La ecuación que se obtuvo en el estudio revisado fue $y = 54.12 - (0.13x)$, que es distinta a la encontrada en el presente estudio, esto puede ser debido a las características de los sujetos evaluados y al resultado de la correlación. A la vez, las fórmulas de ambas investigaciones coinciden en que solo se utiliza la FCr para calcular el VO_2 máx.

Las ecuaciones que reportan algunos de los estudios revisados establecen que a medida que la FCr aumenta en 1 p/m el VO_2 disminuye desde 0.09 hasta 0.18 ml.kg.min^{-1} .

5. CONCLUSIÓN

Se concluye que el comportamiento de la FCr en la prueba del escalón de McArdle es rápida hasta el primer minuto, y hasta el minuto tres ocurre una estabilización paulatina de la FC. También que la relación entre la FCr y el VO_2 máx. es estadísticamente significativa e inversamente proporcional, ya que cuando el VO_2 máx. presenta valores más elevados (test de Bruce) la FCr (test del escalón) disminuye, y a la inversa.

El objetivo principal de la investigación fue elaborar una ecuación para estimar el VO_2 máx. a partir de la FCr obtenida en el test del escalón. Se concluye que es posible generar esta ecuación ya que es en base a la relación inversa que existió entre las variables de interés, considerando que el único indicador que se debe reemplazar en la fórmula es la FCr. El valor de la correlación encontrado entre la FCr y el VO_2 máx., y el valor del EEE en la ecuación de regresión son similares a lo que se reporta en la literatura crítica.



REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Agencia de Calidad de la Educación (2013). Evaluación de educación física. Disponible en http://www.agenciaeducacion.cl/wp-content/uploads/2013/02/Conferencia_ed_fisica_20111.pdf
- Álvarez, J., Sánchez, S., Corbi, F., Pagès, T., & Visco, G. (2012). Valoración de la frecuencia cardíaca de recuperación después de un programa de entrenamiento fuerza-resistencia en hipoxia. *Apunts Med Esport*, 23-29.
- Borg, D. A. (1982). Psychophysical bases of perceived exertion. *Medicine and Science of Exercise*, 377-387.
- Chatterjee, S., Chatterjee, P., & Bandyopadhyay, A. (2005). Validity of queen's college step test for estimation of maximum oxygen uptake in female students. *Indian J Med Res*, 32-35.
- Chatterjee, S., Chatterjee, P., Mukherjee, S., & Bandyopadhyay, A. (2004). Validity of Queen's College step test for use with young Indian men. *Br J Sports Med*, 38: 289-291.
- Cooper. (1979). *The new aerobics*. New York: M. Evans And Company, Inc.
- Forteza, A., & Ramírez, E. (2005). *Teoría, metodología y planificación del entrenamiento: (de lo ortodoxo a lo contemporáneo)*. Sevilla: Wanceulen.
- Gene, A. (2002). *Exercise physiology laboratory manual*. New York: McGraw-Hill Publishers.
- Jiménez, A. (2005). *Entrenamiento personal bases, fundamentos y aplicaciones*. Barcelona: Inde Publicaciones.
- López, J., & Fernández, A. (2006). *Fisiología del ejercicio* (3ª Ed.). Buenos aires: Médica Panamericana.
- McArdle, Katch, F., Pechar, G., Jacobson, L., & Ruck, S. (1972). Reliability and interrelationships between maximal oxygen intake, physical work capacity and step-test scores in college women. *Medicine and Science In Sports*, 182-185.
- Nieman, D. C. (2011). *Exercise testing and prescription a health-related approach*. New York: Mc Graw Hill Connect Learn Succeed.
- Santo, A., & Golding, L. (2003). Predicting maximum oxygen uptake from a modified 3-minute step test. *American Alliance for Health, Physical Education, Recreation and Dance*, 110-114.
- Sucianu, A. (1980). Determinación indirecta del consumo máximo de oxígeno. 77-81.
- Tanaka, H., Monahan, K. D., & R. Seals, D. (2001). Age-predicted maximal heart rate revisited. *Journal of the American College of Cardiology*, 153-155.
- Wilmore, J., & Costill, D. (2007). *Fisiología del esfuerzo y el deporte* (6ª Ed.). Badalona: Paidotribo.



Dirección para correspondencia:

Jaime Vásquez Gómez
Profesor de Educación Física
Dr. en Actividad Física, Educación Física y Deporte.
Universidad Católica del Maule, Chile.

Contacto:
jvasquez@ucm.cl

Recibido: 27/05/2017
Aceptado: 28/06/2017