

RELACIÓN EN LA CURVA DE FRECUENCIA CARDÍACA Y VO₂ MÁX. ENTRE QUEEN'S COLLEGE STEP TEST (QCST) Y LUNGE FRONT TEST EN ESTUDIANTES DE EDUCACIÓN FÍSICA

Relationship curve of heart rate and VO₂ max. between Queen's College Step Test (QCST) and Lunge Front Test in physical education students

Autor:
Jaime Vásquez Gómez
Profesor de Educación Física
Magister © en Ciencias de la Actividad Física
Universidad Católica del Maule
Docente Instituto Profesional IPLACEX - Talca
jaimevasquez81@hotmail.com

RESUMEN

En la evaluación de la capacidad de resistencia se utilizan test de campo o de laboratorio, con estimación o medición del VO₂ máx. usándose pruebas hasta la fatiga o submáximas. Para comprobar la intensidad en test indirectos submáximos se utiliza la frecuencia cardíaca (FC), el índice de esfuerzo percibido (RPE), entre otros. Algunos test submáximos extrapolan la FC final a valores de VO₂ máx. como en Queen's College Step Test (QCST) o Step Test de Astrand y Rhyning. El objetivo del estudio es verificar la correlación de la curva de FC entre QCST y Lunge Front Test, y la FC de recuperación del mismo test con el VO₂ máx. en QCST. Se evaluó a 40 estudiantes de educación física encontrándose una relación en las curvas de FC de $r = 0,852$ ($p < 0,0001$) y entre FC de recuperación y VO₂ máx. $r = -0,737$ ($p < 0,0001$).

PALABRAS CLAVE

VO₂ máx., test submáximo, correlación, frecuencia cardíaca, índice de esfuerzo percibido.

ABSTRACT

In the evaluation of endurance capacity using field test or laboratory, to estimate or measure the VO₂ max. evidence being used to fatigue or submaximal. Submaximal heart rate (HR), and rating of perceived exertion (RPE), among others are, used to check the intensity of indirect submaximal test. Some extrapolating submaximal heart rate test final VO₂ max. as Queen's College Step Test (QCST) or Step Test of Astrand and Rhyning. The aim of this study is to verify the correlation between HR curve in QCST and Lunge Front Test, and between HR recovery of the home-made test and VO₂ max. in QCST. We evaluated 40 physical education students found an association in the HR curves of $r = 0.852$ ($p < 0.0001$) and between recovery of HR and VO₂ max. $r = -0.737$ ($p < 0.0001$).

KEY WORDS

VO₂ max., submaximal test, correlation, heart rate, rating of perceived exertion.



1. INTRODUCCIÓN

Existen diversos test para evaluar la condición aeróbica de los individuos expresada generalmente a través del valor de consumo máximo de oxígeno. Estos pueden ser test de campo o de laboratorio, que utilicen la estimación o medición directa del VO_2 máx., y para ello es posible escoger pruebas hasta la fatiga o de esfuerzo moderado o submáximo. Para comprobar la intensidad en los test indirectos y submáximos generalmente se utiliza el índice de esfuerzo percibido (RPE), el género, la masa corporal, la frecuencia cardíaca (FC) entre otros parámetros. Algunas pruebas de estimación del consumo máximo de oxígeno requieren en su ejecución un esfuerzo de moderada intensidad, de carácter cíclico y que además utilizan la frecuencia cardíaca final como indicador del estrés cardiovascular y cardiorrespiratorio. Esta frecuencia cardíaca final obtenida se extrapola a un valor estimado de VO_2 máx. Entre estas pruebas físicas se puede encontrar el Queen's College Step Test (QCST) y el test de Astrand y Rhyning en escalón. Así, la variabilidad de la frecuencia cardíaca se utiliza como predictor del VO_2 máx. (Lewis et al. 2007 y Tschopp et al. 2000 en Karavirta, L. et al. 2008).

En relación a la frecuencia cardíaca, ésta es el parámetro más frecuente para prescribir la intensidad de un ejercicio aeróbico en los adultos, además tiene una relación lineal con el gasto energético durante el estado de equilibrio en ejercicio, y también una estrecha relación con el VO_2 máx. Sin embargo, puede haber limitaciones al determinar la intensidad de ejercicio a través de la frecuencia cardíaca (Lubans, D. et al, 2009).

En el ejercicio de intensidad submáxima muchos factores pueden influir en la respuesta de la frecuencia cardíaca, como el ambiente, la nutrición, la emoción, etc. (Noble y Robertson, 1996 en Kang, J. et al. 2008; Lambrick, D. et al. 2009). Sin embargo, y como complemento, una prueba submáxima basada en el índice de esfuerzo percibido (RPE) puede predecir el VO_2 máx. extrapolando los valores submáximos de RPE independiente del género de los sujetos y su condición física (Etson et al. 2005, 2006, 2008 y Faulkner et al. 2007 en Lambrick, D. et al, 2009).

Se ha señalado que es posible relacionar la cantidad de pasos caminados a una intensidad de frecuencia cardíaca moderada con el VO_2 máx. en estudiantes jóvenes (Lubans D. et al (2009). Una relación similar entre ambos parámetros determinados se puede encontrar en varones jóvenes (Amit, B. et al. 2007).

relación con el RPE y el VO_2 máx. como marcadores de intensidad en el ejercicio (Lambrick, D. et al, 2009), además el RPE se correlaciona directamente con los niveles de demanda cardiorrespiratoria y metabólica (Noble, 1982 y Skinner et al. 1973 en Kang, J. et al 2008). En la misma línea, un RPE igual a 13 (escala de Borg) ha presentado una alta correlación con la frecuencia cardíaca en mujeres durante un ejercicio en cicloergómetro, pudiendo además la frecuencia cardíaca predecir el VO_2 máx. (Lambrick, D. et al. 2009).

Se ha reportado que la frecuencia cardíaca tiene una buena relación con el consumo máximo de oxígeno al ejecutar una prueba en escalón con formas de movimiento variadas, además se ha reportado que el VO_2 máx. en una prueba de escalón y en cinta rodante ha sido similar (Lynn, A. et al. 2007).

Tras evaluar a mujeres jóvenes, la aptitud física y el consumo máximo de oxígeno se han relacionado de buena forma utilizando las pruebas de Harvard y QCST (Banibrata, D. et al. 2010). Así, el principio de especificidad cobra mayor relevancia, pues se podría obtener un mayor consumo máximo de oxígeno utilizando una prueba realizando pasos en un escalón que en una prueba de carrera en cinta rodante (Lynn, A et al, 2007).

Por último, se ha indicado que es posible calcular el consumo máximo de oxígeno por medio de la frecuencia cardíaca obtenida al finalizar la prueba de esfuerzo submáximo en la prueba del escalón QCST utilizando una ecuación de regresión, tanto para niñas como para niños (Lubans, D. et al. 2008). También se ha podido calcular en mujeres jóvenes (Chatterjee, Chatterjee, y Bandyopadhyay, 2005 en Lubans D. et al, 2009). El QCST tiene una buena validez y fiabilidad al correlacionarse fuertemente con el VO_2 máx. medido en varones jóvenes (Chatterjee, S. et al, 2004 en Lubans, D. et al. 2008). También ha demostrado ser una medida válida y confiable de la aptitud cardiorrespiratoria en adultos jóvenes (McArdle, Katch, PChar, Jacobson, y Ruck, 1972 en Lubans D. et al, 2009).

En relación a la evidencia que presentan los reportes de diversas investigaciones el objetivo del presente estudio es verificar la correlación en la curva de la frecuencia cardíaca entre QCST y Lunge Front Test, y la correlación entre frecuencia cardíaca de recuperación en Lunge Front Test con el VO_2 máx. estimado en QCST.

La frecuencia cardíaca tiene una estrecha



2. MÉTODO

Los participantes de la investigación pertenecieron a la población de estudiantes varones de educación física de la Universidad Católica del Maule. Esta población estuvo conformada por 200 sujetos, de los cuales 41 eran del año de ingreso académico 2007, 53 del año 2008, 48 del 2009 y 58 del 2010. Todos matriculados según año de ingreso a la carrera. Así, la muestra quedó conformada por 40 sujetos, a los cuales se les evaluó en las pruebas de QCST y Lunge Front Test con 24 horas de diferencia, respectivamente:

Los estudiantes evaluados fueron voluntarios y pertenecieron a diferentes años de ingreso; 10 sujetos de cada nivel de estudios correspondientes a los años académicos 2010, 2009, 2008 y 2007. De cada nivel se excluyó del proceso estadístico a 3 estudiantes del ingreso 2010, a 1 del 2009, a 2 del 2008 y a 3 del 2007 por motivos de deserción y/o por errores en la ejecución de los test, quedando conformada la muestra de 40 sujetos.

La elección de los individuos de educación física se basó en el hecho que estos estudiantes tendrían más facilidad de realizar el Lunge Front Test ya que este requiere coordinación en la ejecución, cualidad física que probablemente estudiantes de otras carreras tengan poco desarrollada. Además, no se les pidió a los sujetos ningún documento de consentimiento para someterse a las pruebas, ya que estas no utilizaron medios invasivos y solo fueron esfuerzos submáximos de corta duración.

TABLA 1: Datos básicos de los sujetos del estudio pertenecientes a cada año de ingreso (n = 40; 10 sujetos por nivel).

| Ingreso 2010 | Masa Kg. | Talla metros | Edad años | IMC Kg/m ² | FC máx. p/m |
|--------------|----------|--------------|-----------|-----------------------|-------------|
| Promedio | 77,87 | 1,77 | 20,85 | 24,96 | 196 |
| DS | 6,88 | 0,07 | 2,24 | 1,89 | 2 |
| Ingreso 2009 | Masa Kg. | Talla metros | Edad años | IMC Kg/m ² | FC máx. p/m |
| Promedio | 69,60 | 1,72 | 20,73 | 23,57 | 196 |
| DS | 8,66 | 8,66 | 1,05 | 2,78 | 1 |
| Ingreso 2008 | Masa Kg. | Talla metros | Edad años | IMC Kg/m ² | FC máx. p/m |
| Promedio | 70,19 | 1,71 | 22,01 | 23,96 | 195 |
| DS | 9,58 | 0,04 | 1,00 | 3,27 | 1 |
| Ingreso 2007 | Masa Kg. | Talla metros | Edad años | IMC Kg/m ² | FC máx. p/m |
| Promedio | 65,92 | 1,72 | 23,79 | 22,38 | 194 |
| DS | 8,44 | 0,04 | 1,30 | 2,70 | 1 |

TABLA 2: Datos básicos de los sujetos del estudio desde el año de Ingreso 2007 al año de ingreso 2010.

| Año ingreso 2007 - 2010 | Masa Kg. | Talla metros | Edad años | IMC Kg/m ² |
|-------------------------|----------|--------------|-----------|-----------------------|
| Promedio | 70,89 | 1,73 | 21,84 | 23,72 |
| Desvío típico | 9,15 | 0,05 | 1,89 | 2,76 |
| n | 40 | | | |

La frecuencia cardíaca máxima de los sujetos se determinó a través de la ecuación $215,4 - (0,9147 * \text{edad})$ elaborada en un estudio de la última década llamado "The surprising history of the "HRmax = 220 - age" equation" (Robergs, R. Landwehr, R. 2002).

Los instrumentos con los cuales se recogió los datos fue el Queen's College Step Test y Lunge Front Test. Para mensurar la intensidad del ejercicio se utilizó un monitor de frecuencia cardíaca (Polar) y el índice de esfuerzo percibido propuesto por Borg.

El QCST estima el consumo máximo de oxígeno utilizando la frecuencia cardíaca luego de terminar la ejecución del esfuerzo. Dicha ejecución consiste en subir y bajar un escalón de 41 centímetros de altura durante 3 minutos a una cadencia de 96 pasos por minuto establecida para varones. La frecuencia cardíaca de recuperación utilizada para la predicción del VO₂ máx. se mide durante 15 segundos; desde los 5 hasta los 20 segundos después de terminar la prueba (McArdle, Katch, PChar, Jacobson, y Ruck, 1972 en Lubans D. et al, 2009).

El Lunge Front Test (o test de estocada al frente) de elaboración propia consiste en ejecutar pasos al frente y atrás alternando pies de apoyo (derecha delante, derecha atrás, izquierda delante y atrás) durante 3 minutos con una cadencia de 85 pasos por minuto a través de señales acústicas emitidas por un metrónomo, como tope posterior para el talón una muralla y como tope anterior una línea en el suelo demarcada con huincha. Además, se utilizó un bastón sobre los hombros y un terreno no resbaladizo (ver imágenes). Dicho test tuvo como propósito provocar un estrés cardiocirculatorio y cardiorrespiratorio involucrando el sistema transportador de oxígeno, es decir, fue una carga a nivel central.



Figura 1. Ejecución del test de elaboración propia de pasos al frente. A la izquierda se presenta el ergómetro donde se demarca la longitud de paso según estatura del sujeto, y a la derecha se observa la ejecución del test en el cual se verifica la curva de frecuencia cardíaca cada 15 segundos durante los 3 minutos de ejecución.

La longitud de paso a cubrir se estableció de forma individual; esta distancia se proyectó desde la muralla en forma perpendicular y en dirección longitudinal a la ejecución de las estocadas frontales. El apoyo del pie al ir hacia delante debió ubicarse sobre el límite más distal de la línea demarcatoria establecida en el suelo, esto es; la punta del pie debió quedar sobre la parte de la línea (huincha) más distal a la muralla, y el paso dado hacia atrás se delimitó por el tope del talón con la muralla. El equilibrio en la ejecución del test fue mantenido con un bastón liviano sobre los hombros (el cual no cumplió la función de sobrecarga).

La longitud de paso se estableció según la altura de cada sujeto.

TABLA 3: Longitud de paso en test de función de la estatura.

| Talla metros | Longitud de paso cm |
|--------------|---------------------|
| 1,4 - 1,44 | 65 |
| 1,45 - 1,49 | 70 |
| 1,5 - 1,54 | 75 |
| 1,55 - 1,59 | 80 |
| 1,6 - 1,64 | 85 |
| 1,65 - 1,69 | 90 |
| 1,7 - 1,74 | 95 |
| 1,75 - 1,79 | 100 |
| 1,8 - 1,84 | 105 |
| 1,85 - 1,89 | 110 |
| 1,9 - 1,94 | 115 |
| 1,95 - 1,99 | 120 |
| 2,0 - 2,04 | 125 |

A modo de ejemplo, si un sujeto tuvo una altura de 1,7 metros debió ejecutar una longitud de paso de 95 centímetros para ambos pies, distancia que abarca desde la muralla hasta el borde posterior del talón. Luego se demarcó con una huincha adhesiva el límite anterior de la punta del pie hasta donde se debió apoyar al realizar una estocada hacia delante; la punta del pie debió quedar sobre la parte de la línea (huincha) más distal a la muralla (ver imagen).

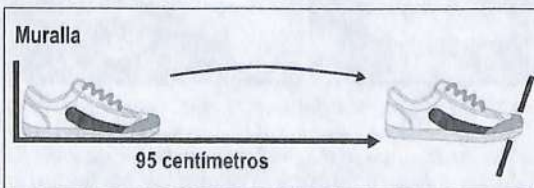


Figura 2. Representación esquemática de la demarcación en la longitud de paso para la ejecución del test de pasos al frente de elaboración propia.

Para recolectar los datos de interés, antes de la ejecución de cada una de las dos pruebas los sujetos pedalearon en bicicleta estática a ritmo constante durante 3 minutos a 96 y 85

empujes alternos de pedal por minuto para las pruebas de QCST y Lunge Front Test, respectivamente.

En ambas pruebas se midió la curva de frecuencia cardíaca cada 15 segundos desde el tiempo 0 (antes de comenzar) hasta el minuto 3. En total se registró 13 valores en la curva de frecuencia cardíaca para cada sujeto en ambos test.

Luego de finalizar ambos esfuerzos de 3 minutos se midió la frecuencia cardíaca de recuperación luego de 5 segundos de terminar el tiempo de ejecución; desde los 5 hasta los 20 segundos. Además, se registró el índice de esfuerzo percibido (RPE) a través de la escala original propuesta por Borg en 1970 (Borg, E. Kaijser, L. 2006) y se estimó el consumo de oxígeno máximo en QCST.

3. RESULTADOS

El tratamiento de los datos se realizó con el programa Excel y el programa INSAT-1 utilizando estadísticos descriptivos (media y DS) e inferenciales (Pearson y probabilidad p).

Se determinó la relación entre la curva de frecuencia cardíaca entre el QCST y Lunge Front Test tomando como referencia 13 valores totales desde el inicio hasta el final de los test (0:00 - 0:15 - 0:30 - 0:45 - 1:00 - 1:15 - 1:30 - 1:45 - 2:00 - 2:15 - 2:30 - 2:45 - 3:00). Además de la relación entre los porcentajes de la frecuencia cardíaca durante la ejecución de los test.

TABLA 4: Frecuencia cardíaca en los diferentes test de los sujetos desde el ingreso 2007 al ingreso 2010.

| Año ingreso 2007 - 2010 | QCSR | Test elaborado |
|----------------------------|--------|----------------|
| | FC p/m | FC p/m |
| Promedio | 132 | 130 |
| Desvío típico | 19 | 20 |
| n | 40 | |
| R2 | 0,725 | |

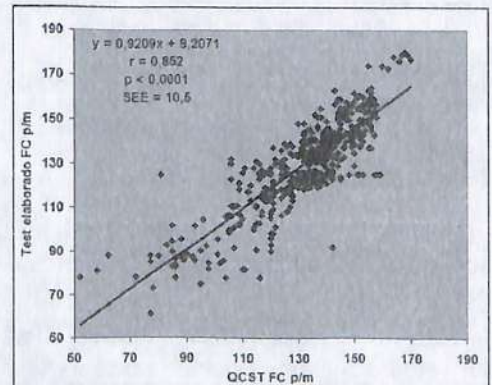


Gráfico 1. Relación en la curva de frecuencia cardíaca entre QCST y test de elaboración propia. Se relacionan los 13 valores de frecuencia cardíaca de cada sujeto en ambos test.

TABLA 5: Frecuencia cardíaca relativa en los diferentes test de los sujetos del año de ingreso 2007 al ingreso 2010.

| Año ingreso 2007 - 2010 | QCSR | Test elaborado |
|-------------------------|--------|----------------|
| | FC p/m | FC p/m |
| Promedio | 68 | 66 |
| Desvío típico | 9,5 | 10,3 |
| n | 40 | |
| R2 | 0,725 | |

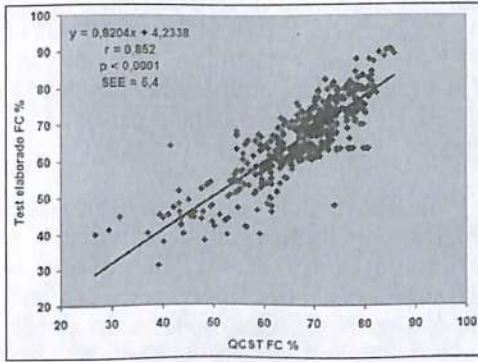


Gráfico 2. Relación en la curva de frecuencia cardíaca entre QCST y test de elaboración propia. Se relacionan los 13 valores de FC de los 40 sujetos en ambos test.

Se determinó la relación de la frecuencia cardíaca de recuperación al final del esfuerzo entre QCST y Lunge Front Test.

TABLA 6: Frecuencia cardíaca de recuperación en ambos test de los sujetos del año de ingreso 2007 al año de ingreso 2010.

| Año ingreso 2007 - 2010 | QCSR FC | Test elaborado FC |
|-------------------------|------------------|-------------------|
| | recuperación p/m | recuperación p/m |
| Promedio | 133 | 129 |
| Desvío típico | 14 | 15 |
| n | 40 | |
| R2 | 0,543 | |

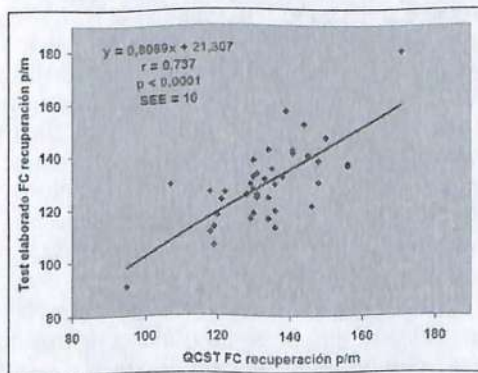


Gráfico 3. Relación en la frecuencia cardíaca de recuperación en ambos test. Se relacionaron los valores de frecuencia cardíaca en los 40 sujetos.

Se determinó la relación entre frecuencia cardíaca de recuperación Lunge Front Test y VO₂ máx. en QCST.

TABLA 7: VO₂ máx. en ml/kg/min y FC de recuperación en QCST y test de elaboración propia, respectivamente.

| Año ingreso 2007 - 2010 | QCSR | Test elaborado |
|-------------------------|---------------------|---------------------|
| | VO ₂ p/m | FC recuperación p/m |
| Promedio | 55,27 | 129 |
| Desvío típico | 5,78 | 15 |
| n | 40 | |
| R2 | 0,543 | |

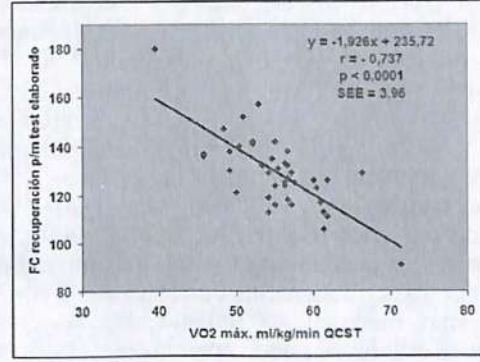


Gráfico 4. Relación de FC de recuperación y VO₂ máx. entre test de elaboración propia y QCST. Obsérvese que a menor FC mayor será el VO₂ máx.

Se determinó la relación del RPE al final del esfuerzo entre QCST y Lunge Front Test.

TABLA 8: RPE en ambos test según lo señalado por los sujetos desde el ingreso 2007 al ingreso 2010.

| Año ingreso 2007 - 2010 | QCSR | Test elaborado |
|-------------------------|------------|----------------|
| | RPE 6 - 20 | RPE 6 - 20 |
| Promedio | 15,75 | 11,48 |
| Desvío típico | 2,43 | 1,72 |
| n | 40 | |
| R2 | 0,412 | |

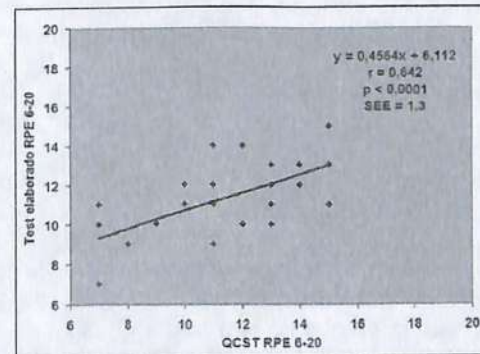


Gráfico 5. Relación de RPE entre test de elaboración propia y QCST para los 40 sujetos que rindieron los test.

4. DISCUSIÓN

Lubans D. et al (2008) reportan datos en un estudio que examinó la relación entre la cantidad de pasos durante 5 días determinada por un podómetro y el VO_2 máx, estimado en QCST, en una muestra de 115 estudiantes adolescentes (65 niñas y 50 niños) con edades de $14,15 \pm 0,76$ años. La relación encontrada fue moderada con un valor de $r = 0,34$ con $p < 0,01$. Para calcular el consumo máximo de oxígeno de los estudiantes se utilizó la frecuencia cardíaca obtenida al finalizar el QCST con distintas ecuaciones de regresión. Para mujeres el VO_2 máx. $\text{ml/kg/min} = 65,81 - (0,1847 \cdot \text{FC en p/m})$, y para hombres el VO_2 máx. $\text{ml/kg/min} = 111,33 - (0,42 \cdot \text{FC en p/m})$ con $r = -.76$ y $\text{SEE} = \pm 2,9 \text{ mL}$. Estos mismos autores reportan que la prueba del escalón QCST tiene buena validez y fiabilidad, pues en un estudio citado por ellos (Chatterjee, S. et al, 2004, en Lubans D. et al 2008) este test sub-máximo estimó un VO_2 máx. fuertemente correlacionado con el VO_2 máx. medido ($r = 0,95$) en varones jóvenes. En este estudio se puede apreciar que la prueba del escalón QCST es un medio vigente en la actualidad para estimar el consumo de oxígeno en la población estudiantil, tal como se presenta en el presente artículo. Además, se debe notar que utilizando las fórmulas de regresión para calcular el consumo máximo de oxígeno se puede establecer que a menor frecuencia cardíaca obtenida al finalizar el QCST mayor será el consumo máximo de oxígeno en cualquiera de los estudiantes evaluados (hombres o mujeres), esto ocurre también a la inversa, es decir, a mayor frecuencia cardíaca menor es el VO_2 máx. estimado.

El QCST es una medida válida y confiable de la aptitud cardiorrespiratoria en adultos jóvenes como lo reportan McArdle, Katch, PChar, Jacobson, y Ruck, 1972 en Lubans D. et al. (2009). En relación a esto, en una muestra de mujeres jóvenes de 22 años de edad con valores medios de altura de 1,57 metros y masa de 50 kg, se encontró una correlación de $r = -0,83$ entre frecuencia cardíaca al finalizar el Queen's College Step Test y el consumo máximo de oxígeno, según Chatterjee, Chatterjee, y Bandyopadhyay, 2005 en Lubans D. et al. (2009).

De manera análoga se reporta un estudio elaborado por Amit, B. (2007) en el que se relacionó la prueba de Harvard y QCST con el fin de determinar el índice de aptitud física (PFI). Para ello contó con una muestra de 155 varones de entre 19 y 24 años para llevar a cabo el estudio en el Instituto de Ciencias Odontológicas de la India. La muestra fue dividida en un grupo de estudio ($n=100$) y otro de confirmación ($n=55$), de los cuales se excluyó a 35 de ellos (20 del grupo de estudio y 15 del grupo de confirmación) por no realizar el test de Harvard de forma adecuada debido a la fatiga en las piernas. Con esto, el grupo de estudio se conformó con una

muestra de 80 varones de $22,03 \pm 0,21$ años de edad, con una estatura de $168,27 \pm 0,35 \text{ cm}$, con una masa de $59,43 \pm 0,45 \text{ kg}$, con una frecuencia cardíaca medida en 15 segundos al finalizar el QCST de $42,4 \pm 0,23$ pulsaciones y con un PFI de $67,18 \pm 0,38$. El grupo de confirmación fue de 40 varones y tuvo una edad de $22,1 \pm 0,3$ años, altura de $169,05 \pm 0,47 \text{ cm}$, con una masa corporal de $59,83 \pm 0,43 \text{ kg}$, con una frecuencia cardíaca medida en 15 segundos al final del QCST de $41,52 \pm 0,2$ pulsaciones y con un PFI de $68,28 \pm 0,49$. Los resultados obtenidos indicaron una correlación de $r = -0,91$ con $p < 0,001$ entre el PFI y la frecuencia cardíaca final obtenida en el QCST. La fórmula de predicción del PFI = $130,907 - (1,503 \cdot \text{frecuencia cardíaca en 15 segundos QCST})$ con un $\text{SEE} = 1,503$.

Estos datos demuestran que un test de esfuerzo moderado que tiene un objetivo claro de evaluación como es el PFI se relaciona significativamente con la frecuencia cardíaca de recuperación del QCST en una muestra de sujetos similar a la del presente artículo, y que además plantea una ecuación para predecir su propio PFI a partir de un dato obtenido del QCST. De forma similar, los valores de frecuencia cardíaca de recuperación de Lunge Front Test del presente artículo se relaciona de manera significativa con la frecuencia de recuperación de QCST. A la vez, de la misma relación emerge una ecuación para determinar la frecuencia cardíaca de recuperación de QCST a partir de la obtenida en Lunge Front Test; $\text{FC de recuperación QCST} = (\text{FC recuperación p/m} - 21,307) / 0,8089$ aunque con un error de estimación bastante mayor $\text{SEE} = 10$. Lo que se desconoce del estudio de Amit B. es la relación entre las curvas de frecuencia cardíaca durante la ejecución de ambos test.

En un estudio recientemente elaborado denominado "A comparative Study of Physical Fitness Index (PFI) and Predicted Maximum Aerobic Capacity (VO_2 máx) among the Different Groups of Female Students in West Bengal, India" se evaluó y comparó el nivel de aptitud física y el VO_2 máx. entre 2 grupos de 40 estudiantes mujeres sedentarias de entre 16 y 20 años pertenecientes a localidades rurales y urbanas en Bengala Occidental, India. El PFI se determinó a través de la prueba del escalón de Harvard y el consumo máximo de oxígeno se estimó de forma indirecta en QCST, en ambos grupos. Uno de los resultados obtenidos en el estudio fue la correlación entre PFI y VO_2 máx. en las mujeres de localidad urbana con un valor de $r = 0,9$ con $p = 0,001$ y en las mujeres de localidad rural un valor de $r = -0,82$ con $p = 0,001$ (Banibrata, D. et al, 2010). Los valores finales objeto de la evaluación que persiguen ambos test, PFI y VO_2 máx., se relacionan significativamente, pero se desconoce la relación en las curvas de frecuencia cardíaca.

La fórmula utilizada en el QCST para la estimación del consumo máximo de oxígeno fue

VO₂ máx. ml/kg/min = 65,81 - (0,1847 * frecuencia cardíaca de recuperación p/m). Entonces, utilizando la frecuencia cardíaca final obtenida en el test, para 2 estudiantes mujeres distintas se aprecia que la que presenta menor frecuencia cardíaca obtendrá mayor consumo máximo de oxígeno, y la que obtiene mayor frecuencia cardíaca obtendrá un menor consumo máximo de oxígeno. Un fenómeno similar ocurre con la frecuencia cardíaca de recuperación al finalizar Lunge Front Test y el consumo de oxígeno máximo predicho en QCST en este artículo, pues la relación indica que a menor frecuencia cardíaca de recuperación mayor será el VO₂ máx. y a la inversa ($r = -0,737$; $p < 0,0001$), pero con sujetos varones.

5. CONCLUSIÓN

Al poseer una alta relación la curva de frecuencia cardíaca entre ambos test se puede establecer que en Lunge Front Test es una prueba de esfuerzo moderado o submáximo para los sujetos evaluados. Esto lo reafirman los valores de RPE y su relación ente ambos test, además de la relación entre las frecuencias cardíacas de recuperación al terminar cada uno de los esfuerzos.

Así mismo, el Lunge Front Test permite estimar el VO₂ máx. en este grupo de sujetos, y a la vez es un medio alternativo de evaluación de la capacidad cardiorrespiratoria en esta muestra de estudiantes.

Ante la relación entre la frecuencia cardíaca de recuperación en Lunge Front Test y el VO₂ máx. estimado en QCST se puede establecer un concepto que expresa la condición que a menor frecuencia cardíaca obtenida en dicha prueba submáxima mayor será el consumo máximo de oxígeno predicho en QCST y viceversa para los sujetos que rindieron los test.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Amit, B. et al (2007). Queen's College Step Tets - an Alternative of Harvard Step Tets in Young Indian Men. International Journal of Applied Sport Scienes. Consultado en 10.09-2010 en <http://web.ebscohost.com>
2. Banibrata, D., Tirthankar, G., Sonmath G. (2010). A comparative Study of Physical Fitness Index (PFI) and Predicted Maximun Aerobic Capacite (VO₂ máx) among the Different Groups of Famale Students in West Bengal, India. International Journal of Applied Sport Sciences. Consultado en 10-09-2010 en <http://web.ebscohost.com>
3. Borg, E., Kaijser, L. (2006). A comparison between three rating scales for perceived exertion and two different work tests.

Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sport. Consultado en 40-11-2010 en <http://web.ebscohost.com>

4. Kang, J., Chaloupka, E., Biren, G., Mastrangelo, M., Hoffman, J. (2008). Regulatyig intensity using perceived exertion: effect of exercise duration. Eur J Appl Physiol. Consultado el 18-09-2010 en <http://web.ebscohost.com>
5. Karavirta, L., Tulppo, M., Nyman, K., Laaksonen, D., Pullinen, T., Laukkanen, R., Kinnunen, H., Ha'kkinen. A., Ha'kkinen, K. (2008). Estimation of maximal heart rate using the relationship between heart rate variability and exercise intensity in 40 - 67 years old men. Eur J Appl Physiol. Consultado en <http://web.ebscohost.com>
6. Lambrick, D., Faulkner J., Rowlands, A., Eston, R. (2009). Prediction of maximal oxigen uptake from submaximal ratings of perceived exertion and rate during a continuous exercise test: the efficacy of RPE 13. Eur J Appl Physiol. Consultado el 10-09-2010 en <http://web.ebscohost.com>
7. Lubans, D., Morgan, R., Callister, R., Boreham, C., Collins C. (2009). The relationship between heart rate intensity and pedometer step counts in adolescents. Journal of Sport Sciences. Consultado el 09-09-2010 en <http://web.ebscohost.com>
8. Lubans, D., Morgan, P., Callister, R., Collins C. (2008). The Relationship Between Pedometer Step Counts and Estimated VO₂ Max as Determined by a Submaximal Fitness Test in Adolescents. Pediatric Exercise Science. Consultado el 02-09-2010 en <http://web.ebscohost.com>
9. Lynn, A., Darby, D., Marsh, J. (2007). Specefity of a maximal Step Exercise Test. Measurement in physical education and exercise science. Consultado el 03-09-2010 en <http://web.ebscohost.com>
10. Robergs, E., Landwehr, R. (2002). The surprising history of the "HRmax = 220 - age" equation. Journal of Exercise Physiology. Consultado el 02-11-2010 en <http://web.ebscohost.com>



Normas de publicación

Aspectos formales:

Los autores enviarán el trabajo por correo electrónico a la Revista Ciencias de la Actividad Física UCM (rvargas@ucm.cl) por el sistema de "archivos adjuntos" (attach files) mediante un archivo con el texto del artículo, bibliografía, palabras clave, resumen, abstract, datos del autor y tantos archivos como imágenes o gráficos hayan de incorporarse al artículo, cumpliendo los siguientes requisitos formales: El artículo habrá de ser original. Lo que supone no haber sido publicado previamente en ningún medio escrito, como artículo de revista, como parte de un libro o en las actas de alguna reunión científica (congreso, coloquio, symposium, jornadas...).

Estará escrito en español y se enviará, preferiblemente, en formato de Microsoft Word (DOC o RTF). En cualquier caso, en el mensaje de correo electrónico junto al que se envíen los ficheros debe quedar especificado claramente el programa y versión utilizado en la elaboración del texto. Los gráficos se presentarán en ficheros GIF o JPG, un fichero por cada gráfico, con nombres correlativos (graf1, graf2, etc.). Los trabajos serán presentados en formato de página A4 o Letter, orientación vertical, en espaciado simple, con márgenes de 2.5 cm. (superior, inferior, derecho e izquierdo), sin encabezados ni pies de página y sin numeración de páginas. El tipo de letra será de formato Times (Times, Tms o Times New Roman), de tamaño 12 pts. Los párrafos no tendrán sangría de primera línea y estarán justificados a ambos lados, sin corte de palabras con guiones al final de las líneas.

En ningún caso se utilizará el subrayado o la negrita para hacer los resaltes de texto, que se harán mediante el uso de letra cursiva. Los epígrafes o apartados se harán utilizando mayúsculas y negrita, para el primer nivel y minúscula y negrita para los siguientes niveles, que habrán de numerarse correlativamente. Las comillas se reservan para señalar las citas textuales.

El artículo comenzará con el título en mayúsculas y centrado. Bajo el título, igualmente centrado, aparecerá el nombre del autor o autores del artículo.

Al final del trabajo se incluirán los siguientes apartados:

NOTAS: Las notas aclaratorias al texto se señalarán en el mismo mediante una numeración en forma de superíndice, pero su contenido se presentará al final del texto, de manera consecutiva y no a pie de página.

BIBLIOGRAFÍA: Referencias bibliográficas utilizadas en el artículo (sólo las que han sido citadas) ordenadas alfabéticamente por apellido del autor y siguiendo los criterios normalizados (ver detalles más adelante). En el texto las citas se hacen con la referencia del autor, el año y la página entre paréntesis (Autor, año, página).

RESUMEN: Se hará un resumen del texto que no exceda de 150 palabras donde se exprese su objetivo y desarrollo.

ABSTRACT: Traducción al inglés del resumen realizado previamente.

PALABRAS CLAVE: Descriptores del trabajo que presenta el artículo, no más de 10 términos.

DATOS DEL AUTOR: Relación breve de datos profesionales (ocupación, lugar de trabajo, categoría profesional, trayectoria científica, experiencia, etc.) añadiendo una dirección e-mail de contacto.

El artículo no deberá exceder de 30 páginas, todo incluido.

Las tablas, gráficos o cuadros deberán reducirse al mínimo (al tamaño real de la presentación en la página) y, como ya se ha dicho, se presentarán en ficheros independientes.

En el texto se indicará claramente el lugar exacto donde vayan a ser ubicados de la siguiente manera: [GRÁFICO 1].

La Revista de Ciencias de Actividad Física UCM adopta básicamente el sistema de normas de publicación y de citas propuesto por la A.P.A. (1994) *Publicación Manual* (4th ed.). Para citar las ideas de otras personas en el texto conviene tener en cuenta lo siguiente:

Todas las citas irán incorporadas en el texto, no a pie de página ni al final, mediante el sistema de autor, año. Si se citan exactamente las palabras de un autor, éstas deben ir entre comillas y se incluirá el número de la página. Ejemplo: "encontrar soluciones a los problemas sociales era mucho más difícil de lo que originalmente se pensaba" (House, 1992, 47). Cuando se utilice una paráfrasis de alguna idea, debe darse el crédito del autor. Ejemplo: House (1992) señala que es necesario tener en cuenta los intereses de todas las partes implicadas.

La estructura de las referencias bibliográficas es la siguiente (prestar atención a los signos de puntuación): Para libros: Apellidos, Iniciales del Nombre. (Año). Título del libro. Ciudad de publicación: Editorial.



Para artículos de revistas: Apellidos, Iniciales del Nombre. (Año). Título del artículo. Título de la Revista, volumen (número), páginas.

Para capítulos de libros: Apellidos, Iniciales del Nombre. (Año). Título del capítulo. En Apellido, Iniciales del Nombre. (ed./eds.), Título del libro, (páginas). Ciudad de publicación: Editorial.

El Consejo de Redacción se reserva la facultad de introducir las modificaciones formales que considere oportunas en la aplicación de las normas anteriores, sin que ello altere en ningún caso el contenido de los trabajos.

Temática:

Se aceptarán artículos cuya temática se refiera a cualquiera de los aspectos teóricos o prácticos de las Ciencias de la Actividad Física y el Deporte.

El contenido de los artículos deberá estar organizado de la siguiente forma:

Para trabajos de investigación: Introducción, Método, Resultados, Discusión.

Para trabajos de revisión teórica: Introducción y planteamiento del tema, Desarrollo, Conclusiones.

Para trabajos de experiencias: Introducción, Método, Valoración.

Admisión de artículos:

Una vez recibido un artículo por la Secretaría de la Revista Ciencias de la Actividad Física UCM, lo enviará a tres expertos para que informen sobre la relevancia científica del mismo. Dicho informe será absolutamente confidencial. En caso que dos de los informes solicitados sean positivos, el Consejo de Redacción decidirá en qué número se publicará el artículo, y se notificará al autor o autores.

Artículos publicados:

La Revista Ciencias de la Actividad Física UCM no abonará cantidad alguna en efectivo a los autores por la publicación de los artículos. En cambio, a quienes les sea publicado un artículo tendrán acceso al número completo donde se publica. La Redacción no se responsabiliza de las opiniones expresadas en los artículos, por tanto serán los autores los únicos responsables de su contenido y de las consecuencias que pudieran derivarse de su publicación.



