

Article

Validación Cruzada del Test de Aptitud Física Polar™ (Polar Fitness Test™) con el Monitor de Frecuencia Cardíaca Polar F11 para estimar el VO₂max

Michael R Esco, Emmanuel M Mugu, Henry N Williford, Aindrea N McHugh y Barbara E Bloomquist

Human Performance Laboratory, Department of Physical Education and Exercise Science, Auburn University Montgomery, Montgomery, AL, Estados Unidos.

RESUMEN

El propósito de este estudio fue realizar una validación cruzada del Test de Aptitud Polar (*Polar Fitness Test™*) con el monitor de frecuencia cardíaca Polar F11 para estimar el VO₂max en sujetos varones aparentemente saludables. Cincuenta varones (edad = 24,0 ± 5,1 años) participaron voluntariamente en el estudio. Se solicitó a los sujetos que se colocaran en posición supina durante 10 min mientras el monitor de frecuencia cardíaca (HR) Polar F11 estimaba el VO₂max (p VO₂max) a través del Test de Aptitud Física de Polar. El VO₂max de referencia (a VO₂max) se determinó a través de una prueba de esfuerzo progresiva en cinta rodante. Los valores medios de p VO₂max y a VO₂max fueron 45,4 ± 11,3 mL·kg⁻¹·min⁻¹ y 47,4 ± 9,1 mL·kg⁻¹·min⁻¹, respectivamente, y no fueron significativamente diferentes (p > 0,05). Las estadísticas de validez para el p VO₂max versus a VO₂max fueron r = 0,54 (p < 0,05), CE = -1,93 mL·kg⁻¹·min⁻¹, SEE = 7,69 mL·kg⁻¹·min⁻¹, TE = 10,04 mL·kg⁻¹·min⁻¹ y los límites de concordancia tomaron valores de -18,0 mL·kg⁻¹·min⁻¹ a 21,8 mL·kg⁻¹·min⁻¹. Debido al coeficiente de validación moderado y a las grandes diferencias individuales entre los valores de VO₂max estimados y los obtenidos por la medición de referencia, el Test de Aptitud física de Polar (*Polar Fitness Test™*) es limitado. Por consiguiente, es necesario tener cuidado cuando se utiliza este método para estimar el VO₂max.

Palabras Clave: Consumo de oxígeno, aptitud aeróbica, ejercicio máximo

INTRODUCCION

El consumo de oxígeno máximo (VO₂max) es una medida de la capacidad máxima del cuerpo de tomar, transportar y utilizar el oxígeno, y es considerado la metodología de referencia para determinar la aptitud aeróbica de un individuo (15). Tradicionalmente, el VO₂max se usa para prescribir la intensidad del ejercicio aeróbico y evaluar las adaptaciones cardiovasculares a un programa de ejercicios. También es el estimador más útil de rendimiento de resistencia para la población general (15).

La determinación precisa del VO_{2max} requiere de un test de esfuerzo progresivo máximo con valoración directa del consumo de oxígeno (VO_2). Lamentablemente, para esto se necesitan equipos costosos que se encuentran principalmente en los laboratorios de fisiología de ejercicio, y también una gran motivación de los sujetos. La mayoría de los individuos que se encuentran en un gimnasio o en un campo de deportes no tienen acceso al equipo necesario. Por consiguiente, se han desarrollado técnicas de campo alternativas para estimar el VO_{2max} sin el uso de herramientas de laboratorio complejas.

Con el avance en la tecnología, se han desarrollado monitores de frecuencia cardíaca (HR) para estimar el VO_{2max} en situaciones de reposo. Los monitores de HR normalmente son utilizados por los individuos para medir la aptitud aeróbica. *Polar Electro Oy, Inc.*, uno de los desarrolladores más importantes de monitores de HR, diseñó el *Test de Aptitud Física Polar™* para estimar el VO_{2max} utilizando variables auto informadas que el usuario programa en el monitor (es decir, edad, sexo, talla, peso y actividad física), además de las que captura un monitor de HR Polar, durante un estado de reposo (es decir, HR en reposo y variabilidad de la frecuencia cardíaca [HRV]).

Investigaciones previas han examinado la exactitud de los monitores de HR Polar para estimar el gasto de energía durante el ejercicio (3,12). Sin embargo, hay pocas investigaciones disponibles que hayan determinado específicamente la exactitud del *Test de Aptitud Física Polar™* para estimar el VO_{2max} . El propósito de este estudio fue realizar una validación cruzada DEL *Test de Aptitud Física Polar™* con el monitor de frecuencia cardíaca Polar F11 para estimar el VO_{2max} en varones voluntarios, aparentemente saludables.

MÉTODOS

Sujetos

Cincuenta participantes de sexo masculino participaron voluntariamente en el estudio. Ningún participante tenía desórdenes metabólicos, cardiopulmonares ni ortopédicos. Se solicitó a los participantes que no realizaran ejercicio activo ni consumieran alcohol durante por lo menos 24 hs antes de la recolección de los datos. También se les solicitó que no consumieran alimentos durante por lo menos 3 hs antes de los procedimientos de evaluación. Este estudio fue aprobado por el Comité de Revisión Institucional de Asuntos Humanos.

En la Tabla 1 se presentan las estadísticas descriptivas de todos los participantes. La talla se determinó con un estadiómetro de pared (*SECA, Seca Instruments S.A., Hamburgo, Alemania*) y fue registrada con un nivel de apreciación de 0,5 cm. El peso se determinó con una balanza digital (*TANITA BWB-800A, Cuerpo de Tanita, Tokio, Japón*) y fue registrado con un nivel de apreciación de 0,5 kg. El porcentaje de grasa corporal (BF%) fue estimado mediante la técnica de pliegues cutáneos en 7 sitios (8).

	Media ± DE
Edad (años)	24,0 ± 5,1
Talla (cm)	177,3 ± 6,4
Peso Corporal (kg)	78,7 ± 11,3
BMI (kg·m⁻²)	25,1 ± 3,7
Grasa Corporal (%)	9,0 ± 4,5

Tabla 1. Datos descriptivos de los sujetos. BMI = Índice de masa corporal

Procedimientos

La estimación del VO_{2max} (p VO_{2max}) se realizó con el *Test de Aptitud Física Polar™* con el monitor de frecuencia cardíaca Polar F11 (*Electro Oy Polar, Kempe, Finlandia*). La correa del monitor de HR se colocó alrededor de la zona superior del tórax de los sujetos a nivel del proceso xifoideo. Luego se solicitó a los sujetos que se colocaran en posición supina en una mesa de entrenamiento deportivo. Se ingresaron al monitor de HR los datos de edad, género, talla, peso y actividad física que informaron los propios sujetos. El nivel de actividad física se definió como bajo, medio, alto, o máximo tal como lo

describieron los sujetos. Una vez que las variables eran ingresadas en el monitor de HR, comenzaba el *Test de Aptitud Física Polar™*. Durante este tiempo, se registraron la HR y HRV en descanso con el monito de HR mientras los sujetos descansaban callados en posición supina. El consumo de oxígeno máximo (VO_{2max}) se estimó con *Test de Aptitud Física Polar™* que se desplegó automáticamente en el monitor de HR. La ecuación de regresión usada para el *Test de Aptitud Física Polar™* no pudo ser encontrada en la bibliografía. Para determinar la confiabilidad, se realizó un procedimiento de test-re-test en una cohorte de 20 sujetos. Se encontró una fuerte correlación ($r = 0,99$, $P < 0,01$).

El VO_{2max} de referencia (a VO_{2max}) se determinó a través de una prueba de esfuerzo progresiva máxima en una cinta rodante *Trackmaster (Full Vision, Inc., Carrollton, TX)*. Se siguió el protocolo de Bruce y el mismo consistió en una serie de etapas de 3 min con aumentos sucesivos en la velocidad y pendiente hasta que se alcanzara el VO_{2max} . Durante el test se utilizó un dispositivo de medición del metabolismo (*metabolic cart ParvoMedics TrueOne® 2400 (ParvoMedics Inc., Sandy, UT)*) para determinar la concentración de oxígeno y dióxido de carbono expirados por boca con un pneumótaco. Antes de cada prueba, se calibró adecuadamente el dispositivo de medición del metabolismo siguiendo las instrucciones del fabricante. El consumo de oxígeno máximo se alcanzaba cuando se alcanzaban dos de cualquiera de los siguientes criterios: una estabilización en los valores del VO_2 ($< 2,0 \text{ mL}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{min}^{-1}$) con el incremento en la carga de trabajo; $RER \geq 1,15$; HR dentro de 10 latidos del máximo estimado para la edad ($220 - \text{edad}$), usando el monitor de frecuencia Polar F11; o fatiga volitiva.

Análisis estadísticos

Todos los análisis estadísticos se realizaron usando el software SPSS/PASW versión 18.0. Se determinaron los valores de Media \pm SD para p VO_{2max} y a VO_{2max} . Para determinar la diferencia media entre el p VO_{2max} y a VO_{2max} se aplicó un test t de muestras apareadas. El coeficiente de correlación de Pearson (r), error constante (CE), error estándar de estimación (SEE) y el error total (TE) fueron calculados para el p VO_{2max} versus a VO_{2max} . Los gráficos de Bland-Altman (2) se utilizaron para identificar los límites de concordancia del 95% entre los valores de referencia de VO_{2max} y los valores estimados de VO_{2max} . La significancia estadística se fijó en $P \leq 0,05$.

RESULTADOS

Los valores medios de p VO_{2max} y a VO_{2max} fueron $45,4 \pm 11,3 \text{ mL}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{min}^{-1}$ y $47,4 \pm 9,1 \text{ mL}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{min}^{-1}$, respectivamente. El test t de muestras apareadas demostró que la diferencia media entre los valores de VO_{2max} no era significativamente diferente ($p = 0,18$). Las estadísticas de validez para el p VO_{2max} versus el a VO_{2max} fueron $r = 0,54$ ($p < 0,05$), $CE = -1,93 \text{ mL}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{min}^{-1}$, $SEE = 7,69 \text{ mL}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{min}^{-1}$, y $TE = 10,04 \text{ mL}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{min}^{-1}$. Los gráficos de Bland-Altman demostraron que el sesgo medio para el p VO_{2max} era $1,9 \text{ mL}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{min}^{-1}$ y la SD $1,96$ del sesgo varió de $-18,0 \text{ mL}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{min}^{-1}$ a $21,8 \text{ mL}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{min}^{-1}$ (Figura 1).

Eje X: Mean VO_{2max} ($aVO_{2max} + pVO_{2max}$) / 2 = VO_{2max} medio ($aVO_{2max} + pVO_{2max}$) / 2

Eje Y: CE/Bias ($aVO_{2max} - pVO_{2max}$) = Sesgo CE ($aVO_{2max} - pVO_{2max}$)

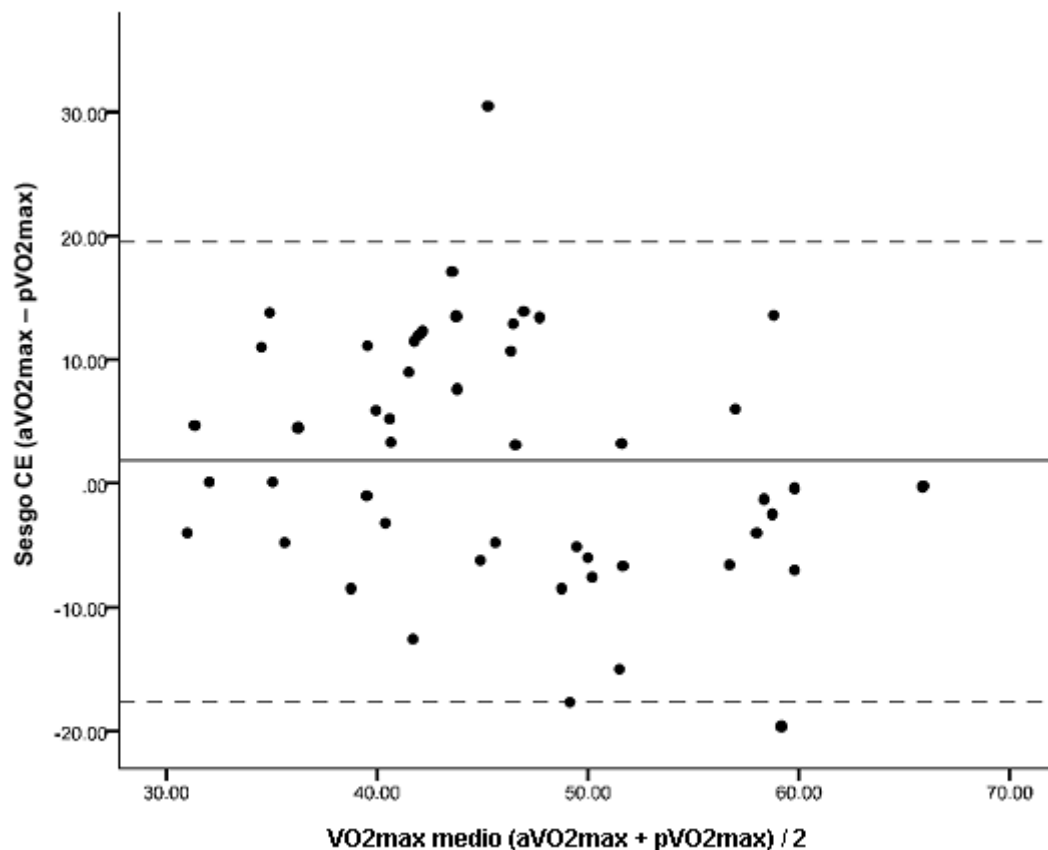


Figura 1. Gráfico de Bland-Altman en el cual se compara el valor estimado de VO_{2max} (pVO_{2max}) con el valor obtenido por la metodología de referencia (es decir, aVO_{2max}). La línea media indica la diferencia media entre los valores de VO_{2max} estimados y los valores reales; las dos líneas punteadas situadas por fuera indican la SD ± 1.96 de la diferencia.

DISCUSIÓN

La característica principal del *Test de Aptitud Física Polar™* es la estimación de VO_{2max} durante condiciones de reposo. Esto atrae a los profesionales debido a su potencial para monitorear los cambios fisiológicos en respuesta al entrenamiento de resistencia y para obtener información importante para prescribir ejercicios sin la necesidad de contar con equipamiento de laboratorio complejo y costoso.

Los resultados del estudio sugieren que no existe diferencia estadísticamente significativa entre el p VO_{2max} y a VO_{2max}. Sin embargo, el SEE de 7,69 mL·kg⁻¹·min⁻¹ se corresponde con un error estándar de 16,2% y el TE de 10,04 mL·kg⁻¹·min⁻¹ corresponde a 21,2% de error total. Además, el hallazgo más notable fue que, según el método de Bland-Altman, el rango de error aleatorio fue grande. Los límites de confianza al 95% correspondieron a valores de 18,0 mL·kg⁻¹·min⁻¹ por debajo y 21,8 mL·kg⁻¹·min⁻¹ por encima del aVO_{2max} medio. Éste es un rango de 39 mL·kg⁻¹·min⁻¹. Este hallazgo sugiere que desde una perspectiva individual el VO_{2max} estimado puede ubicarse en cualquier valor situado 38% por encima a 46% por debajo del VO_{2max} real. Por consiguiente, es necesario tener cuidado al utilizar el Polar F11 para estimar el VO_{2max} individualmente. En respaldo a nuestros resultados, un estudio previo no se observaron diferencias medias significativas entre el VO_{2max} de referencia determinado por una prueba de esfuerzo progresiva en cinta rodante y el valor de VO_{2max} estimado por el monitor de frecuencia cardíaca Polar M52 (4). No obstante, el SEE de 8,50 mL·kg⁻¹·min⁻¹ en su estudio correspondió a un error estándar de 18% (4). Parecería que el uso de *Test de Aptitud Física Polar™* es limitado.

Los resultados de investigaciones previas que han realizado una validación cruzada de otras estimaciones de VO_{2max} en reposo realizadas a campo reportaron errores mucho menores que los obtenidos en nuestros resultados. Heil y colegas (6) realizaron una validación cruzada de un modelo de reposo que utilizó la edad, género, porcentaje de grasa corporal e

índices de actividad física para estimar el consumo de oxígeno máximo. Los autores obtuvieron un SEE de $4,90 \text{ mL}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{min}^{-1}$ equivalente a 12,7% de $\text{VO}_{2\text{max}}$ (6). Malek et al. (13) informaron valores de SEE y TE de aproximadamente 10% a 13% cuando realizaron una validación cruzada de varias ecuaciones de estimación de $\text{VO}_{2\text{max}}$ comúnmente utilizadas en reposo con las mediciones de $\text{VO}_{2\text{max}}$ obtenidas en bicicleta ergométrica. Jackson y colegas (7) desarrollaron dos modelos de regresión múltiple que permiten estimar la capacidad aeróbica funcional (es decir, alcanzar el $\text{VO}_{2\text{max}}$) sin el uso de tests de ejercicios. La validación cruzada de los modelos arrojó valores de SEE entre $5,00$ y $5,70 \text{ mL}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{min}^{-1}$ y valores de TE entre $6,30$ y $6,90 \text{ mL}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{min}^{-1}$ (7,19). Parecería que los modelos de regresión para condiciones de reposo mencionados previamente, presentan precisiones similares a los modelos que emplean protocolos de ejercicio submáximo (9,13,19). Así, cuando se estimó $\text{VO}_{2\text{max}}$ por medio de métodos establecidos para condiciones de reposo, los valores aceptables de SEE y de TE fueron considerablemente menores que los valores encontrados al realizar la validación cruzada del *Test de Aptitud Física Polar™* en el estudio actual. Los profesionales deben buscar otras alternativas y métodos válidos para estimar el $\text{VO}_{2\text{max}}$ a campo en lugar del *Test de Aptitud Física Polar™*.

Como mencionamos previamente, el *Test de Aptitud Física Polar™* estima el $\text{VO}_{2\text{max}}$ con el uso de HRV. La hipótesis que el $\text{VO}_{2\text{max}}$ está relacionado con HRV puede ser una fuente potencial de error. Algunos investigadores han encontrado una relación significativa entre HRV y la potencia aeróbica (1,14,20) pero otros no lo han hecho (11,17). Una posible explicación para la diferencia, así como para los grandes límites de concordancia encontrados en el estudio presente, puede estar relacionada con la asociación entre $\text{VO}_{2\text{max}}$, HRV y la frecuencia respiratoria (5). Por ejemplo, Melanson y Freedson (14) informaron un aumento en HRV después de un programa de entrenamiento de resistencia de 12 semanas. Las valoraciones de HRV Pre y Post se realizaron bajo una condición con una frecuencia respiratoria establecida (por ejemplo, $10 \text{ respiraciones}\cdot\text{min}^{-1}$). Los resultados coinciden con los de otros estudios que observaron que el entrenamiento de resistencia inducía mejoras en HRV evaluadas durante condiciones con respiración rítmica establecida (1,20).

Por otro lado, Liomaala et al. (11) no informaron ningún cambio en HRV después de 5 meses de entrenamiento aeróbico, pero la frecuencia respiratoria no fue controlada en el estudio. Además, Lee et al. (10) examinaron el efecto de un programa de entrenamiento de resistencia de 2 semanas de corto plazo sobre HRV, que fue evaluado en diferentes condiciones entre las que se incluyeron condiciones de respiración rítmica y respiración no rítmica. Después del programa de entrenamiento de resistencia, se observó una mejora en HRV durante la condición con respiración rítmica, pero no se observó ningún cambio durante la respiración espontánea no rítmica (10). Esto demuestra la importancia de explicar la frecuencia respiratoria al examinar la relación entre HRV y $\text{VO}_{2\text{max}}$. Las instrucciones actuales del *Test de Aptitud Física Polar™* no requieren prestar atención a la respiración rítmica. Quizás si se controla el patrón respiratorio podría mejorar la exactitud del *Test de Aptitud Física Polar™* para estimar el $\text{VO}_{2\text{max}}$. Es necesario realizar más investigaciones para explorar la importancia de incorporar HRV a las ecuaciones de estimación del $\text{VO}_{2\text{max}}$ en reposo. De manera similar a lo observado en el estudio presente Turner et al. (16) también informaron un gran SEE (es decir, $7,68 \text{ mL}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{min}^{-1}$ o 17%) con un monitor de HR comparable, que además incorporaba HRV en la ecuación de estimación de $\text{VO}_{2\text{max}}$. Los autores concluyeron que las estimaciones de $\text{VO}_{2\text{max}}$ realizadas por ecuaciones que incluyen la HRV no son válidas (16).

La suma de otras variables puede mejorar en la exactitud del *Test de Aptitud Física Polar™* para estimar el $\text{VO}_{2\text{max}}$. Por ejemplo, se sabe bien que la composición corporal está fuertemente relacionada con la potencia aeróbica. Así, los modelos de regresión de condiciones de reposo normalmente utilizan variables de composición corporal seleccionadas para propósitos predictivos (6,7). Cuando el porcentaje de grasa corporal se agrega a un modelo de regresión de $\text{VO}_{2\text{max}}$ en reposo, tiene una mayor exactitud de estimación en comparación con diferentes modelos sin ejercicio que incorporan otros parámetros de composición corporal (7,18). Debido a que el *Test de Aptitud Física Polar™* usa la talla y el peso como variables de estimación; en el presente estudio se evaluaron las correlaciones retrospectivas entre el $\text{aVO}_{2\text{max}}$ y los siguientes parámetros de composición corporal seleccionados: talla, peso, BMI y porcentaje de grasa corporal. Este análisis demostró que el porcentaje de grasa corporal tenía una relación más fuerte con $\text{aVO}_{2\text{max}}$ ($r = -0,57$, $P < 0,01$) en comparación con la talla ($r = 0,08$, $P > 0,05$), peso ($r = -0,45$, $P < 0,01$), e índice de masa corporal ($r = -0,50$, $P < 0,01$). Por lo tanto el porcentaje de grasa corporal fue el mejor parámetro de composición corporal para estimar el $\text{VO}_{2\text{max}}$. Debido a estos resultados, es razonable concluir que la incorporación del porcentaje de grasa corporal a la ecuación de regresión podría mejorar la exactitud *Test de Aptitud Física Polar™* para estimar el $\text{VO}_{2\text{max}}$.

En este estudio se utilizó una muestra conformada principalmente por varones jóvenes adultos y sólo se analizó examinó la exactitud del monitor de HR Polar F11 Polar. No sería apropiado generalizar los resultados a las mujeres y a otros dispositivos de monitoreo de la HR. Sin embargo, aunque nosotros no encontramos ninguna diferencia significativa entre el $\text{VO}_{2\text{max}}$ medio obtenido con la metodología de referencia y el estimado, Lowe et al. (12) realmente observaron una diferencia significativa entre el $\text{VO}_{2\text{max}}$ medio estimado con el monitor de HR Polar F6 y el $\text{VO}_{2\text{max}}$ real en un grupo de mujeres.

CONCLUSIONES

Esta investigación tuvo como objetivo determinar la exactitud del *Test de Aptitud Física Polar™* mediante el monitor de frecuencia cardíaca Polar F11 para estimar el VO_{2max} en un grupo de varones. Debido a las grandes diferencias individuales entre los valores de VO_{2max} estimados y los obtenidos por la metodología de referencia, uno debe tener cuidado al utilizar el *Test de Aptitud Física Polar™* para estimar el VO_{2max} . Los practicantes deben ser conscientes de las limitaciones *Test de Aptitud Física Polar™* para estimar el VO_{2max} en los individuos. Los niveles de aptitud física individual pueden estar muy subestimados o sobreestimados por varias categorías de aptitud física utilizando este método. La mala interpretación del VO_{2max} real podría ser problemática, especialmente si se determina la intensidad del ejercicio en base a la estimación del VO_{2max} realizada por el *Test de Aptitud Física Polar™*.

Dirección de Contacto

Esco MR, PhD, Auburn University Montgomery, Department of Physical Education and Exercise Science, Human Performance Laboratory, Box 244023, Montgomery, AL, USA, 36124-4023. Phone: (334) 244-3161, Email: mesco@aum.edu

REFERENCIAS

1. Amano M, Kanda T, Ue H, Moritani T (2001). Exercise training and autonomic nervous system activity in obese individuals. *Med Sci Sports Exerc*;33:1287-1291
2. Bland JM, Altman DG (1986). Statistical methods for assessing agreement between two methods of clinical measurement. *Lancet*;1:307-310
3. Crouter SE, Albright C, Bassett DR (2004). Accuracy of polar S410 heart rate monitor to estimate energy cost of exercise. *Med Sci Sport Exerc*;36:1433-1439
4. Crumpton S, Williford HN, O'Mailia S, Olson MS, Woolen LE (2003). Validity of the polar M52 heart rate monitor in predicting VO_2 max. *Med Sci Sport Exerc*;35:S193
5. Hayano J, Mukai S, Sakakibara M, Okada A, Takata K, Fujinami T (1994). Effects of respiratory interval on vagal modulation of heart rate. *Am J Physiol*;267:H33-40
6. Heil DP, Freedson PS, Ahlquist LE, Price J, Rippe JM (1995). Nonexercise regression models to estimate peak oxygen consumption. *Med Sci Sports Exerc*;27:599-606
7. Jackson AS, Blair SN, Mahar MT, Wier LT, Ross RM, Stuteville JE (1990). Prediction of functional aerobic capacity without exercise testing. *Med Sci Sports Exerc*;22:863-870
8. Jackson AS, Pollack, ML (1985). Practical assessment of body composition. *Phys Sport Med*; 13:76-90
9. Kline GM, Porcari JP, Hintermeister R, Freedson PS, Ward A, McCarron RF, Ross J, Rippe JM (1987). Estimation of VO_2 max from a one-mile track walk, gender, age, and body weight. *Med Sci Sports Exerc*;19:253-259
10. Lee CM, Wood RH, Welsch MA (2003). Influence of short-term endurance exercise training on heart rate variability. *Med Sci Sports Exerc*;35:961-969
11. Loimaala A, Huikuri H, Oja P, Pasanen M, Vuori I (2002). Controlled 5-month aerobic training improves heart rate but not heart rate variability or baroreflex sensitivity. *J Appl Physiol*;89:1825-1829
12. Lowe AL, Lloyd LK, Miller BK, McCurdy KW, Pope ML (2010). Accuracy of polar F6 in estimating the energy cost of aerobic dance bench stepping in college-age females. *J Sports Med Phys Fitness*;50:385-394
13. Malek MH, Housh TJ, Berger DE, Cobur JW, Beck TW (2005). A new non-exercise based VO_2 max prediction equation for aerobically trained men. *J Strength Cond Res*;19:559-565
14. Melanson EL, Freedson PS (2001). The effect of endurance training on resting heart rate variability in sedentary adult males. *Eur J Appl Physiol*;85:442-449
15. Powers SK, Howley ET (2009). Exercise Physiology. Theory and Application to Fitness and Performance. *New York, NY: McGraw Hill*
16. Turner M, Brandenburg J, Looney M, Simmons S (2006). The incorporation of resting heart rate and heart rate variability into non-exercise VO_2 max predictions. *Med Sci Sports Exerc*;38:S506
17. Verheyden B, Ejinde BO, Beckers F, Vanhees L, and Aubert AE (2006). Low-dose exercise training does not influence cardiac autonomic control in healthy sedentary men aged 55-75 years. *J Sports Sci*;24:1137-1147
18. Wier LT, Jackson AS, Ayers GW, Arenare B (2006). Nonexercise models for estimating VO_2 max with waist girth, percent fat, or BMI. *Med Sci Sports Exerc*;38:555-561
19. Williford HN, Scharff-Olson M, Wang N, Blessing DL, Smith FH, Duey WJ (1996). Cross-validation of non-exercise predictions of VO_2 peak in women. *Med Sci Sports Exerc*;28:926-930
20. Yamamoto K, Miyachi M, Saitoh T, Yoshioka A (2001). Onodera S. Effects of endurance training on resting and post-exercise cardiac autonomic control. *Med Sci Sports Exerc*;33:1496-1502

Cita Original

Esco MR, Mugu EM, Williford HN, McHugh AN, Bloomquist BE. Cross-Validation of the Polar Fitness Test™ via the Polar F11 Heart Rate Monitor in predicting VO₂max. JEPonline. 14(5):31-37. 2011.