

Monograph

Desarrollo de un Test de Campo para Evaluar la Aptitud Aeróbica en Adultos de Mediana Edad: Validez de un Test de Caminata y Carrera Incremental, Ida y Vuelta sobre 15 Metros

Kotaro Mikawa¹ y Hideaki Senjyu²

¹Department of Physical Therapy, School of Chubu-Gakuin University.

²Department of Cardiopulmonary Rehabilitation Science, Unit of Rehabilitation Sciences, Nagasaki Univ

RESUMEN

El propósito de este estudio fue desarrollar un test de campo estandarizado en el cual se marque el ritmo externamente (Test de Caminata y Carrera Incremental sobre 15 Metros, Ida y Vuelta [15-m ISWRT]) que incorpore una estructura incremental y progresiva, para valorar la aptitud aeróbica en adultos de mediana edad. Sesenta y ocho hombres de mediana edad realizaron tres tests en orden aleatorio con una o dos semanas de separación: el 15-m ISWRT, un test de ejercicio cardiopulmonar (CPX) y el test de caminata sobre 1500 m. las variables evaluadas fueron, el rendimiento en el 15-m ISWRT (distancia completada), el $VO_{2máx}$ medida en con el CPX, el rendimiento en el test de caminata sobre 1500 m (tiempo de caminata) y la respuesta de la HR en el 15-m ISWRT y en el test sobre 1500 m. La validez del 15-m ISWRT fue evaluada comparando las relaciones entre el rendimiento en el 15-m ISWRT, el $VO_{2máx}$ y el rendimiento en el test de 1500 m. También se compararon las respuestas en la HR durante los test de 15-m ISWRT y de 1500 m. Las correlaciones entre las variables fueron las siguientes: la correlación entre el rendimiento en el 15-m ISWRT y $VO_{2máx}$ fue muy alta, $r = 0.86$ ($p < 0.01$), la correlación entre el rendimiento en el test de 1500 m y el $VO_{2máx}$ fue $r = -0.51$ ($p < 0.01$). La respuesta de la HR durante el test 15-m ISWRT estuvo caracterizada por un ligero incremento inicial, mientras que la respuesta de la HR durante el test de 1500 m se incrementó rápidamente desde el comienzo. En conclusión, nuestros hallazgos indican que el 15-m ISWRT es un test válido y seguro para valorar el $VO_{2máx}$ en adultos de mediana edad.

Palabras Clave: consumo máximo de oxígeno, frecuencia cardíaca, test de 20 ida y vuelta, test de caminata ida y vuelta, test cardiopulmonar de ejercicio

INTRODUCCIÓN

Las enfermedades relacionadas con el estilo de vida y el síndrome metabólico debido al consumo en exceso de alimentos en combinación con niveles de ejercicio insuficientes, son un problema que en la actualidad enfrentan muchos adultos de mediana edad de países desarrollados (Ford, 2005; Takeuchi et al., 2005), y la preocupación por los niveles de aptitud aeróbica en este grupo etario es cada vez mayor.

Es claro que la aptitud aeróbica, en adultos de mediana edad, se correlaciona negativamente con los factores de riesgo para el desarrollo de hipertensión y enfermedad coronaria (LaCroix et al., 1993; Slatter, 1988; Twisk et al., 2000), y contribuye a la prevención de enfermedades relacionadas con el estilo de vida y la reducción de la mortalidad (Blair et al., 1984; 1989; Tallot et al., 2002). El consumo máximo de oxígeno ($VO_{2m\acute{a}x}$) y el umbral anaeróbico (AT) son estándares objetivos y válidos de la aptitud aeróbica (Farrell et al., 1979; McArdle et al., 1981; Taylor et al., 1955) y, por lo tanto, la apropiada evaluación del $VO_{2m\acute{a}x}$ y del AT es importante para valorar el estatus de salud y las necesidades relacionadas con cuidados de la salud en adultos de mediana edad.

El $VO_{2m\acute{a}x}$ puede evaluarse mediante un test de ejercicio cardiopulmonar (CPX) o mediante tests de campo (Leger and Lambert, 1982; Singh et al., 1992). El CPX provee una medida precisa del $VO_{2m\acute{a}x}$, pero no es ampliamente utilizado el ámbito clínico ya que requiere de equipamiento costoso y complejo, y de personal entrenado; mientras que los tests de campo son una alternativa muy utilizada debido a su simplicidad, bajo costo y a que no requiere equipamiento especializado.

El test de caminata rápida en 1500 m (Japan's Ministry of Education, Culture, Sports, Science and Technology, 2000) y el test de ida y vuelta en 20 m (20-m SRT) (Leger and Lambert, 1982) son tests de campo actualmente utilizados para la evaluación de adultos de mediana edad y en Japón son los tests recomendados por el Ministerio de Educación, Cultura, Deporte y Ciencia y Tecnología (MEXT).

Sin embargo, el test de 1500 m presenta ciertas desventajas. No se cuantifica la carga de ejercicio ya que los sujetos caminan a su propio ritmo, produciendo resultados que se ven influenciados por las propias inclinaciones y zonas de confort de los sujetos. Por lo tanto, este tests no está estandarizado y su confiabilidad y validez no ha sido suficientemente estudiada. Además, la utilización de este test estará limitada por cuestiones tales como el clima y las instalaciones, ya que se requiere de una pista (generalmente al aire libre).

El 20-m SRT ha sido estudiado en individuos jóvenes mostrando una buena reproducibilidad y fuertes correlaciones con el $VO_{2m\acute{a}x}$ (Leger and Lambert, 1982; McNnaughton, 1988; Ramsbottom, 1988; Boreham, 1990), pero no ha sido evaluado en adultos de mediana edad. Debido a que el 20-m SRT fue originalmente desarrollado para evaluar la aptitud aeróbica de atletas, el $VO_{2m\acute{a}x}$ estimado en la primera etapa es de $27.8 \text{ mL}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{min}^{-1}$, a un alto nivel de intensidad. Por lo tanto, este test de campo no puede ser utilizado para evaluar individuos con individuos con baja aptitud aeróbica ($VO_{2m\acute{a}x}$ por debajo de $27.8 \text{ mL}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{min}^{-1}$) y además es posible que imponga una carga excesiva para sujetos de mediana edad.

Singh et al (1992) modificaron el 20-m SRT para producir un Test de Caminata Incremental sobre 10 m (10-m ISWT) para evaluar la aptitud aeróbica en pacientes con enfermedad pulmonar obstructiva crónica (COPD). Debido a que el 10-m ISWT utiliza un sonido externo para controlar la velocidad de la caminata, puede incrementar la carga de ejercicios hasta el límite de aptitud del sujeto del mismo modo que un CPX. El test, además, tiene un alta reproducibilidad en medidas repetidas (Singh et al., 1992) y muestra una buena correlación entre el rendimiento en el test y el consumo de oxígeno pico ($VO_{2p\acute{i}co}$) (Singh et al., 1994). En la actualidad este test es ampliamente utilizado como test de campo para evaluar la aptitud aeróbica en pacientes con enfermedades respiratorias y cardiovasculares. Sin embargo, debido a que el 10-m ISWT fue desarrollado para pacientes con COPD, el máximo valor estimado de $VO_{2m\acute{a}x}$ calculado con este test es $30.2 \text{ mL}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{min}^{-1}$ haciéndolo poco adecuado para la evaluación de la aptitud aeróbica cuando el $VO_{2m\acute{a}x}$ es mayor a $30.2 \text{ mL}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{min}^{-1}$.

		20-29 años	30-39 años	40-49 años	50-59 años	60-69 años
Hombres	Valores de Referencia	40	38	37	34	33
	Rango	33-47	31-45	30-45	26-45	25-41
Mujeres	Valores de Referencia	33	32	31	29	28
	Rango	27-38	27-36	26-33	26-32	26-30

Tabla 1. Valores de referencia y rangos de máximo consumo de oxígeno ($\text{mL}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{min}^{-1}$) para la promoción de salud por género y edad. Referencias de ejercicio y actividad física para la promoción de la salud 2006 (Japan's Ministry of Health, Labour and Welfare, 2006)

En base a valores de referencia del $\text{VO}_{2\text{máx}}$ y a los rangos establecidos para la promoción de la salud en individuos de entre 50-59 años (Tabla 1) (Japan's Ministry of Health, Labour and Welfare, 2006) publicados por el Ministerio de Salud, Trabajo y Bienestar de Japón, es claro que las intensidades del ejercicio del 20-m SRT y del 10-m ISWT no son adecuadas para adultos de mediana edad.

Es aparente, a partir de esta breve revisión de los métodos para evaluar la aptitud aeróbica en adultos de mediana edad, que ninguno de los tests de campo existentes satisface las condiciones de estandarización, validez, seguridad y simplicidad. En base a esto, hemos decidido extender el curso del 10-m ISWT para crear un tests de caminata y carrera incremental ida y vuelta sobre 15 metros (15-m ISWRT). En un estudio piloto (Mikawa et al., 2005) del 15-m ISWRT se demostró que el rango de $\text{VO}_{2\text{máx}}$ mensurable a partir de este test fue $7\text{-}52 \text{ mL}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{min}^{-1}$, y que el rendimiento en el 15-m ISWRT se correlacionaba muy bien con el VO_2 medio ($r = 0.95$, $p < 0.01$) en cada nivel. Sin embargo, el test no fue validado en sujetos de mayor edad debido a que en el estudio piloto participaron adultos jóvenes de no más de treinta años.

Por lo tanto, el objetivo de la presente investigación fue estudiar la validez del 15-m ISWRT en base a las relaciones entre el rendimiento en el 15-m ISWRT, el rendimiento en el test de caminata sobre 1500 m y el $\text{VO}_{2\text{máx}}$ obtenido durante una CPX en adultos de mediana edad.

MÉTODOS

Sujetos

Inicialmente, 107 sujetos potenciales respondieron a los anuncios de reclutamiento distribuidos en locales de salud, empleados de hospitales, personal de la universidad y miembros de clubes deportivos privados. De los 77 que fueron aceptados por cumplir con los criterios de selección, 68 tomaron parte del estudio. La razón por la que 9 sujetos fueron excluidos del estudio estuvo relacionada con cuestiones laborales que les impedían participar a lo largo de las tres semanas. La Tabla 2 muestra las características físicas de los sujetos.

Variable	Media (\pm DE)	Rango
Edad (años)	50.4 (6.4)	40 - 59
Talla (m)	1.67 (.07)	155.2 - 176.7
Peso (kg)	65.2 (8.9)	55.5 - 79.3
BMI ($\text{kg}\cdot\text{m}^{-2}$)	23.7 (4.9)	16.3 - 30.7

Tabla 2. Características físicas de los sujetos ($n = 68$). BMI = índice de masa corporal.

Los criterios para la selección de los sujetos fueron: (1) tener entre 40-59 años de edad, (2) sexo masculino, (3) ser capaz de correr, (4) no poseer historia de enfermedades óseas o articulares, o enfermedades cardiovasculares que impidan la realización de ejercicios, y (5) dar su consentimiento para participar en la investigación. El estudio fue llevado a cabo con la aprobación del Comité de Ética de la Escuela de Graduados de la Universidad de Nagasaki.

Mediciones

Procedimientos

Los 68 sujetos realizaron tres tests en orden aleatorio con una o dos semanas de separación: el 15-m ISWRT, una test CPX y el test de caminata rápida sobre 1500 m. Las variables evaluadas fueron el rendimiento en el 15-m ISWRT (distancia completada), el $\text{VO}_{2\text{máx}}$ medido durante el CPX, el rendimiento durante el test de 1500 m (tiempo de caminata) y la HR en el

15-m ISWRT y el test de 1500 m. La validez del 15-m ISWRT fue evaluada comparando las correlaciones entre el resultado del 15-m ISWRT, el $VO_{2m\acute{a}x}$ y el resultado en el test de 1500 m. También se compararon los cambios en la HR entre el 15-m ISWRT y el test de 1500 m.

Test de Caminata y Carrera, Incremental, Ida y Vuelta sobre 15 Metros (15-m ISWRT)

El 15-m ISWRT fue llevado a cabo sobre un curso recto de 15 metros nivelados. Los sujetos recorrieron ida y vuelta el curso de 15 metros que poseía un poste guía colocado a 0.5 m de cada extremo para evitar cambios de dirección bruscos. Los sujetos debían caminar o correr a la velocidad establecida por el audio del 10-m ISWT, teniendo que alcanzar el poste guía del lado opuesto antes que se oyera el siguiente sonido. La velocidad de desplazamiento estuvo en el rango del nivel 1 al 12, incrementándose en $15 \text{ m}\cdot\text{min}^{-1}$. La velocidad del nivel 1 fue de $2.7 \text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$ de manera que se cubriría tres veces el recorrido de 15 m en un minuto. Con cada nivel, el número de veces que se cubría el recorrido se incrementaba en uno, de manera que para el nivel 2 se debía cubrir 4 veces el recorrido en un minuto, y así sucesivamente hasta el nivel 12 que requería cubrir 14 veces el recorrido en un minuto. La Tabla 3 muestra el protocolo del 15-m ISWRT.

Nivel	Velocidad	Nro. de Idas y Vueltas	Distancia por Nivel	Suma
1	2.7	3	45	45
2	3.6	4	60	105
3	4.5	5	75	180
4	5.4	6	90	270
5	6.3	7	105	375
6	7.2	8	120	495
7	8.1	9	135	630
8	9.0	10	150	780
9	9.9	11	165	945
10	10.8	12	180	1125
11	11.7	13	195	1320
12	12.6	14	210	1530

Tabla 3. Protocolo del test de caminata y carrera, incremental, ida y vuelta sobre 15 metros (15-m ISWRT)

El criterio para la detención del test fue el recomendado en las Guías para la Evaluación y Prescripción del Ejercicio del Colegio Americano de Medicina del Deporte (American College of Sports Medicine, 1995). La incapacidad para cubrir los 15 metros del curso dentro del tiempo establecido fue un criterio adicional para la detención del test.

Test de Ejercicio Cardiopulmonar (CPX)

El $VO_{2m\acute{a}x}$ fue medido durante un CPX utilizando un protocolo en rampa. Para llevar a cabo el protocolo en rampa se utilizó un cicloergómetro (75XL II, Combi Corp. Tokyo, Japan) y el protocolo consistió de 2 min de reposo, seguido de una entrada en calor de 3 minutos a $10 \text{ watt}\cdot\text{min}^{-1}$ y posteriormente el ejercicio a $15 \text{ watt}\cdot\text{min}^{-1}$. Durante el test, se monitoreo la HR y se realizó un registro electrocardiográfico (ECG), a la vez que se registraba la presión sanguínea una vez por minuto utilizando un esfigmomanómetro (EBP-300, Minato Medical Science, Tokyo, Japan). Los indicadores de los gases espirados fueron medidos respiración por respiración utilizando un Aeromonitor (AE-300S, Minato Medical Science). Además, durante el ejercicio se valoró el índice de esfuerzo percibido (RPE). Durante el test, el $VO_{2m\acute{a}x}$ y la $HR_{m\acute{a}x}$ fueron definidas como una serie de valores máximos de VO_2 y HR, indicando que los sujetos se estaban ejercitando al límite sintomático. El criterio para la detención del test fue el recomendado en las Guías para la Evaluación y Prescripción del Ejercicio del Colegio Americano de Medicina del Deporte (American College of Sports Medicine, 1995).

El $VO_{2m\acute{a}x}$ fue confirmado cuando se cumplían al menos dos de los siguientes criterios: (1) una HR al finalizar el test mayor al 90% de la $HR_{m\acute{a}x}$ estimada a partir de la edad; (2) un cociente respiratorio mayor a 1.05; (3) la detección de una meseta en la curva del $VO_{2m\acute{a}x}$; y (4) un RPE mayor a 9. El test se detenía una vez que los sujetos no podían mantener una cadencia de pedaleo de 50 revoluciones por minuto.

Test de Caminata Rápida sobre 1500 Metros

El test de caminata rápida sobre 1500 m fue llevado a cabo de acuerdo con las Nuevas Normativas para la Evaluación Física del MEXT (Japan's Ministry of Education, Culture, Sports, Science and Technology, 2000). Los sujetos fueron cronometrados mientras cubrían una distancia de 1500 m (7.5 vueltas a la pista de atletismo de 200 m), y se les instruyó de que lo hicieran lo más rápido posible. La velocidad media en el test de 1500 m fue de $6.8 \text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$.

Análisis Estadístico

La validez del 15-m ISWRT fue evaluada utilizando el análisis de correlación producto-momento de Pearson entre las variables medidas (distancia completada en el 15-m ISWRT, $\text{VO}_{2\text{máx}}$ y tiempo en el test de 1500 m). Los cambios en la HR durante el 15-m ISWRT y durante el test de 1500 m fueron analizados utilizando la prueba t para datos apareados, comparando la HR en segmentos de 60 s. Para todos los análisis se utilizó el software SPSS (18.0J para Windows) y la significancia fue establecida a priori a $p < 0.05$.

RESULTADOS

Validez del 15-m ISWRT

Los valores medios \pm DE para el 15-m ISWRT (distancia completada), el $\text{VO}_{2\text{máx}}$ medido durante el CPX y el rendimiento en el test de caminata rápida sobre 1500 m (tiempo para completar los 1500 m) fueron: $1086.8 \pm 107.1 \text{ m}$, $34.2 \pm 6.3 \text{ mL}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{min}^{-1}$, y $812 \pm 64.2 \text{ s}$, respectivamente.

Las correlaciones entre cada variable (rendimiento en el 15-m ISWRT, $\text{VO}_{2\text{máx}}$ y rendimiento en el test de 1500 m) fueron las siguientes: la correlación entre el rendimiento en el 15-m ISWRT y el $\text{VO}_{2\text{máx}}$ fue muy alta, $r = 0.86$ ($p < 0.01$) (Figura 1), y estuvo representada por la ecuación de regresión: $\text{VO}_{2\text{máx}} = 14.56 \pm 0.02 \text{ distancia}$; donde $\text{VO}_{2\text{máx}}$ es el consumo máximo de oxígeno en $\text{mL}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{min}^{-1}$ y distancia, es la distancia cubierta en el test en metros. La correlación entre el rendimiento en el test de 1500 m y el $\text{VO}_{2\text{máx}}$ fue $r = -0.51$ ($p < 0.01$) (Figura 2), y la correlación entre los rendimientos en el 15-m ISWRT y en el test de 1500 m fue $r = -0.52$ ($p < 0.01$).

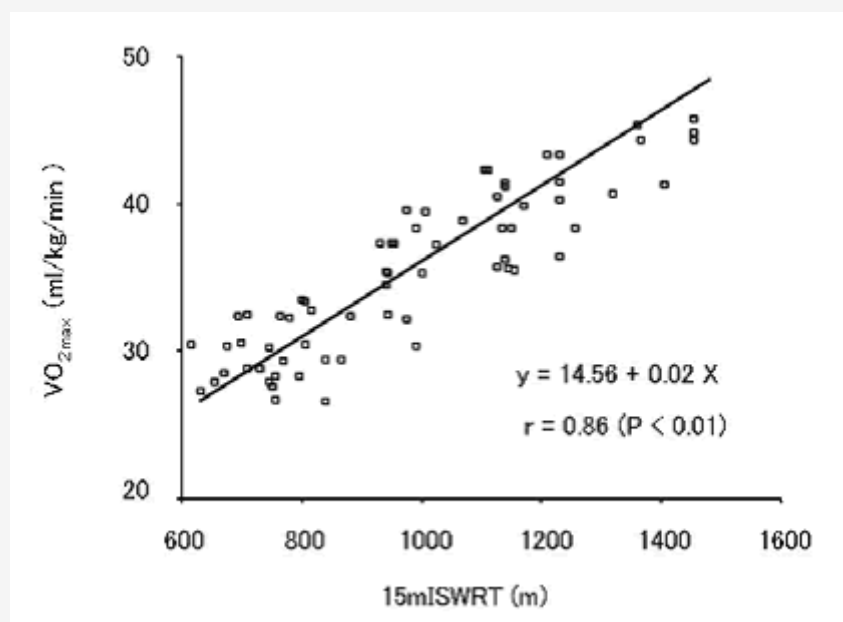


Figura 1. Recta de regresión para la relación entre el $\text{VO}_{2\text{máx}}$ y el rendimiento en el 15-m ISWRT. 15-m ISWRT = Test de Caminata y Carrera, Incremental, Ida y Vuelta sobre 15 Metros, $\text{VO}_{2\text{máx}}$ = consumo máximo de oxígeno.

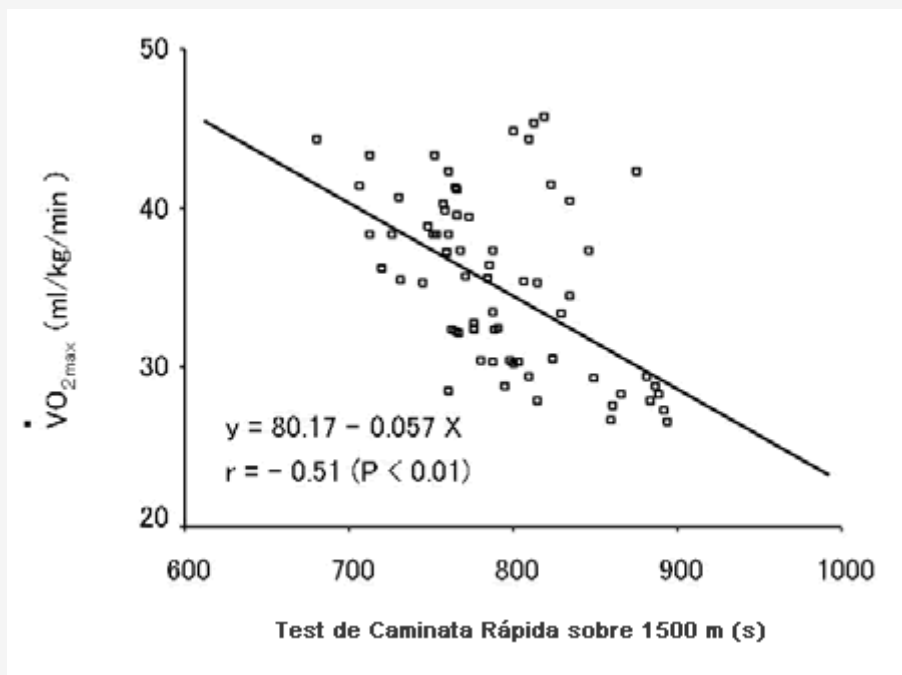


Figura 2. Recta de regresión para la relación entre el VO_{2max} y el rendimiento en el test de caminata rápida sobre 1500 m. VO_{2max} = máximo consumo de oxígeno.

Respuesta de la HR durante el 15-m ISWRT y durante el Test de Caminata Rápida de 1500 m

La Figura 3 muestra la respuesta de la HR durante el 15-m ISWRT y durante el test de 1500 m. Los tiempos medios de los tests fueron 575 ± 48 s para el 15-m ISWRT y 812 ± 64 s para el test de 1500 m. La HR_{máx} fue significativamente mayor en el 15-m ISWRT que en el test de 1500 m ($p < 0.01$); mientras que los valores medios de la HR fueron de 160.2 ± 5.6 latidos·min⁻¹ y 142.4 ± 11.4 latidos·min⁻¹, respectivamente. Además, la HR durante el 15-m ISWRT se incrementó ligeramente al inicio para luego incrementarse a partir del 4^{to} minuto, mientras que la HR durante el test de 1500 m se incrementó rápidamente desde el inicio del test. La HR fue significativamente mayor en el test de 1500 m que en el 15-m ISWRT ($p < 0.05$) entre los minutos 1-5 posteriores al comienzo del test, y fue significativamente mayor en el 15-m ISWRT que en el test de 1500 m entre los 9-10 minutos ($p < 0.05$).

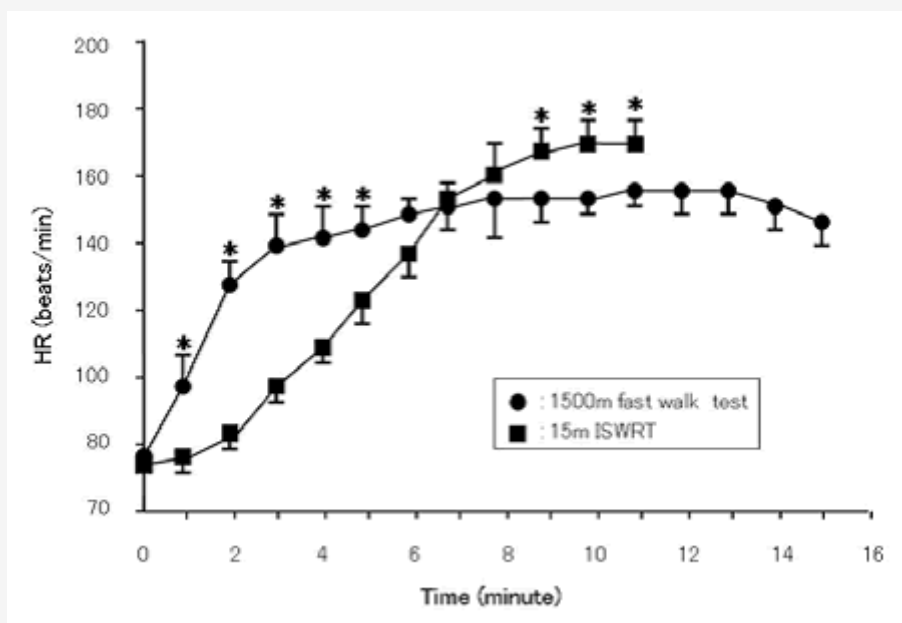


Figura 3. Respuesta de la HR durante el test de caminata y carrera incremental, ida y vuelta sobre 15 m y durante el test de caminata rápida sobre 1500 m. HR = frecuencia cardíaca, 15-m ISWRT = Test de Caminata y Carrera, Incremental, Ida y Vuelta sobre 15 Metros. * $p < 0.05$

DISCUSIÓN

Este estudio fue la primera prueba de un test incremental y progresivo para evaluar la aptitud aeróbica en adultos de mediana edad. Hemos mostrado que el 15-m ISWRT es un test válido y seguro para valorar el $VO_{2m\acute{a}x}$ en este grupo poblacional.

Validez del 15-m ISWRT

Como puede observarse en la Figura 1, se halló una alta correlación, $r = 0.86$ ($p < 0.01$) entre el rendimiento en el 15-m ISWRT y el $VO_{2m\acute{a}x}$ (Leger and Lambert, 1982). Similarmente, Singh et al (1994) reportaron una correlación de $r = 0.88$ entre el rendimiento en el 10-m ISWT y el $VO_{2p\acute{i}c}$. El coeficiente de correlación obtenido entre el 15-m ISWRT y el $VO_{2m\acute{a}x}$ fue similar al de estos tests de campo. La principal razón de la similitud de estos resultados y la fuerte correlación entre el 15-m ISWRT y el $VO_{2m\acute{a}x}$ probablemente esté asociada al hecho de que el 15-m ISWRT comparte con el 20-m SRT y el 10-m ISRT la característica de que la carga de ejercicio y la tasa a la que se incrementa la carga se controla externamente (a través de un CD de audio), tal como durante una CPX, creando un test de ejercicio incremental que puede llevar a los sujetos hasta el límite de su aptitud. Estos resultados sugieren que el 15-m ISWRT tiene una buena validez como test de campo para valorar la aptitud aeróbica en adultos de mediana edad.

En contraste, el rendimiento en el test de caminata rápida de 1500 m y el $VO_{2m\acute{a}x}$ exhibieron una correlación de $r = -0.51$ ($p < 0.01$), como se muestra en la Figura 2. Como coeficiente de correlación para un test de campo que mida la aptitud aeróbica, este no es particularmente alto. La principal razón de esto probablemente tenga que ver con que los sujetos caminaron a un ritmo auto-determinado en el test de 1500 m y seleccionaron una velocidad de caminata relativamente confortable si aproximarse a su límite sintomático. Esto está respaldado por el hecho de que algunos sujetos que exhibieron un alto $VO_{2m\acute{a}x}$ en el CPX, exhibieron un pobre rendimiento en el test de 1500 m. En resumen, el test de caminata rápida sobre 1500 m no posee una buena validez como test de campo para evaluar la aptitud aeróbica en adultos de mediana edad, ya que el rendimiento en este test no tiene una buena correlación con el $VO_{2m\acute{a}x}$ y el protocolo no está estandarizado. Sin embargo, en el presente estudio, la baja correlación entre los resultados del test de 1500 m y el $VO_{2m\acute{a}x}$ pudo deberse al hecho de no se realizó una sesión de familiarización con el test de 1500 m en los días previos a la recolección de los datos. Esto se debe a que el presente estudio fue llevado a cabo en base a las Nuevas Normativas para la Evaluación Física del MEXT (Japan's Ministry of Education, Culture, Sports, Science and Technology, 2000), las cuales no estipulan que deba realizarse una prueba de familiarización. Si se hubiera llevado a cabo una sesión de familiarización, es posible que pudiera haberse observado una mayor correlación entre los resultados del test de 1500 m y el $VO_{2m\acute{a}x}$. Este aspecto debería investigarse en el futuro.

Cambios en la Respuesta de la HR durante el 15-m ISWRT y el Test de 1500 m

La HR durante el 15-m ISWRT se incrementó ligeramente durante 3 minutos, luego se incrementó progresivamente a partir de los 4-5 min, alcanzando una $HR_{m\acute{a}x}$ de 160.2 ± 5.6 latidos·min⁻¹. En contraste, la HR durante el test de 1500 m se incrementó rápidamente al inicio del test, nivelándose luego de 4-5 min y alcanzando un valor máximo de $HR_{m\acute{a}x}$ de 142.4 ± 11.4 latidos·min⁻¹. La frecuencia cardíaca relativa (% $HR_{m\acute{a}x}$) calculada a partir de la $HR_{m\acute{a}x}$ durante ambos test fue del 88% para el 15-m ISWRT y del 78% para el test de 1500 m. Sin embargo, la frecuencia cardíaca relativa excedió el 70% por mayor tiempo durante el test de 1500 m que durante el 15-m ISWRT.

Estos resultados indican que el 15-m ISWRT provoca una intensidad de ejercicio que se aproxima a la máxima con un incremento progresivo. Dicho incremento progresivo se relaciona con una más segura evaluación de la capacidad de ejercicio (Singh et al., 1992); no obstante, en el test de 1500 m la intensidad de ejercicio se incrementa rápidamente al comienzo del test. Foster et al (1981) han reportado respuestas isquémicas subclínicas en el 60-70% de los sujetos saludables que realizaron ejercicio vigoroso sin una entrada en calor previa, lo cual implica que el rápido incremento en la frecuencia cardíaca al comienzo del test de 1500 m podría representar un alto riesgo para adultos de mediana edad. También es interesante señalar que la función circulatoria se vio más estresada por un período de tiempo mayor durante el test de 1500 m que durante el 15-m ISWRT.

Por lo tanto, es aparente que, si bien durante el 15-m ISWRT se alcanzan los máximos valores de trabajo, los sujetos

realizan un esfuerzo máximo por un corto período de tiempo, debido a la forma de llegar al agotamiento en los tests incrementales en comparación con los tests a carga constante. De esta manera, el 15-m ISWRT es un test de ejercicio altamente seguro. Es muy probable que los tests físicos para adultos de mediana edad sean realizados por individuos que no realizan suficiente ejercicio y por lo tanto sientan una falta de fuerza física. Es por esta razón que se desea un test seguro de ejercicio para adultos de mediana edad, y en este sentido, el 15-m ISWRT puede considerarse un test de ejercicio muy adecuado para esta población.

Un factor limitante en este estudio es que el grupo de sujetos consistió de voluntarios en lugar de ser seleccionados aleatoriamente. Por lo tanto, no se debe descartar la posibilidad de un sesgo de selección. Además, solo se estudiaron hombres de mediana edad sin incluir un grupo de mujeres. Por estas razones y, para poder dar cuenta de estas limitaciones, se debería realizar un futuro estudio en donde la muestra sea mayor y sea seleccionada aleatoriamente.

Como aplicación clínica, si se verificara que el $VO_{2m\acute{a}x}$ de adultos de mediana edad puede ser estimado en forma simple y precisa a partir del rendimiento en el 15-m ISWRT, entonces este test podría convertirse en un medio válido para valorar la aptitud aeróbica como alternativa a un CPX en instituciones (instalaciones de cuidados para la salud, establecimientos educacionales) y situaciones (evaluación de la salud en la comunidad) donde es difícil implementar una CPX. También podría ser una alternativa para la prescripción adecuada del ejercicio.

CONCLUSIONES

En el presente estudio se investigó la validez del 15-m ISWRT diseñado para adultos de mediana edad y basado en el 10-m ISWT desarrollado por Singh y colaboradores (Singh et al., 1992). Las razones para estudiar el 15-m ISWRT fueron las siguientes: (1) Al igual que con el 10-m ISWT, la carga de ejercicio en el 15-m ISWRT fue controlada externamente y ha sido estandarizada. Además, debido a que se trata de un test incremental, se puede aplicar una carga casi máxima que lleve a los sujetos a su límite sintomático. (2) el procedimiento del 15-m ISWRT es simple y no requiere de equipamiento costoso. Por lo tanto, puede administrarse en instalaciones cerradas, evaluando a varios individuos por sesión, requiriendo solo de un espacio de 15 metros en línea recta y sin necesidad de evaluadores con conocimiento específico. (3) Un estudio piloto (Mikawa et al., 2005) con sujetos jóvenes y saludables, mostró la utilidad y la validez del 15-m ISWRT.

Nuestros hallazgos indican que el 15-m ISWRT es una forma válida y segura de valorar el $VO_{2m\acute{a}x}$ en adultos de mediana edad. Por lo tanto, el 15-m ISWRT es altamente recomendable como test de campo para valorar la aptitud aeróbica en adultos de mediana edad.

Puntos Clave

El 15-m ISWRT es una forma válida y segura para valorar el $VO_{2m\acute{a}x}$ en adultos de mediana edad.

En comparación con el test de caminata rápida sobre 1500 m, el 15-m ISWRT puede ser un test de campo más favorable para valorar la aptitud aeróbica en adultos de mediana edad.

El 15-m ISWRT podría volverse una forma válida para valorar la aptitud aeróbica como alternativa a una CPX en instituciones y situaciones en donde una CPX sea difícil de implementar.

Agradecimientos

Agradecemos a Sue Jenkins, PhD, Profesora Adjunta de la Escuela de Fisioterapia de la Universidad Tecnológica Curtin por su ayuda en la revisión del manuscrito. Además, agradecemos especialmente al equipo de las siguientes instituciones por su ayuda en la recolección de los datos. Equipo de rehabilitación del Hospital Hozenkai Tegami, del Memorial Hospital Isahaya, de la Clínica Nagasaki Keyaki, y de la Universidad Chebu-Gakuin.

REFERENCIAS

1. American College of Sports Medicine (1995). Guidelines for exercise testing and prescription. *5th edition. Philadelphia, Williams and Wilins. 49-193*
2. Blair, S.N., Kohl, III.H., Paffenbarger, R.S., Clark, D.G., Cooper, K.H. and Gibbons, L.W (1989). Physical fitness and all-cause mortality. *A prospective study of healthy men and women. The Journal of the American Medical Association 262, 2395-2401*

3. Blair, S.N., Goodyear, N.N. and Gibbons, L.W (1984). Physical fitness and incidence of hypertension in healthy normotensive men and women. *The Journal of the American Medical Association* 252, 487-490
4. Boreham, C.A., Paliczka, V.J. and Nichols, A.K (1990). A comparison of the PWC170 and 20-MST tests of aerobic fitness in adolescent schoolchildren. *Journal of Sports Medicine and Physical Fitness* 30, 19-23
5. Farrell, P.A., Wilmore, J.H., Coyle, E.M., Billing, J.E. and Costill, D.L (1979). Plasma lactate accumulation and distance running performance. *Medicine and Science in Sports* 11, 338-344
6. Ford, E.S (2005). Risks for all-cause mortality, cardiovascular disease, and diabetes associated with the metabolic syndrome: a summary of the evidence. *Diabetes Care* 28, 1769-1778
7. Foster, C., Anholm, J.D., Hellman, C.K., Carpenter, J., Pollock, M.L. and Schmidt, D.H (1981). Left ventricular function during sudden strenuous exercise. *Circulation* 63, 592-596
8. Japan's Ministry of Education, Culture, Sports, Science and Technology (2000). A new test of physical strength for significant application. *Tokyo, Gyousei*. 191-202 (in Japanese)
9. Japan's Ministry of Health, Labour and Welfare (2006). Exercise and physical activity reference for health promotion 2006. Available from URL <http://www.nih.go.jp/eiken/programs/pdf/epar2006.pdf> (accessed 31 May 2011)
10. LaCroix, A.Z., Guralnik, J.M., Berkman, L.F., Wallace, R.B. and Satterfield, S (1993). Maintaining morbidity in late life: Smoking, alcohol consumption, physical activity, and body mass index. *American Journal of Epidemiology* 1137, 858-869
11. Leger, L.A. and Lambert, J (1982). A maximal multistage 20m Shuttle Run Test to predict VO₂max. *European Journal of Applied Physiology and Occupational Physiology* 449, 1-12
12. McArdle, W.D., Katch, F.I. and Katch, V.L (1981). Training for anaerobic and aerobic power. In: *Exercise physiology, Energy, Nutrition, and Human Performance Philadelphia, Lea and Febiger*. 266-285
13. McNnaughton, L., Hall, P. and Cooley, D (1988). Validation of several methods of estimating maximal oxygen uptake in young men. *Perceptual & Motor Skills* 887, 75-584
14. Mikawa, K., Kitagawa, C., Tanaka, T., Nakanose, Y., Tadokoro, K., Ishino, T., Tanaka, K., Sumimoto, K. and Senjyu, H (2005). A new exercise testing: Trial of 15-metre Shuttle Walking/Running Test for assessment of exercise capacity. *Rigakuryoho Kagaku* 20,7 -12
15. Ramsbottom, R., Brewer, J. and Williams, C (1988). A progressive shuttle run test to estimate maximal oxygen uptake. *British Journal of Sports Medicine* 22, 141-144
16. Singh, S.J., Morgan, M.D., Scott, S., Walters, D. and Hardman, A.E (1992). Development of a shuttle walking test of disability in patients with chronic airways obstruction. *Thorax* 447, 1019-1024
17. Singh, S.J., Morgan, M.D. and Hardman, A.E (1994). Comparison of oxygen uptake during a conventional treadmill test and the shuttle walking test in chronic airflow limitation. *European Respiratory Journal* 7, 2016-2020
18. Slatter, M.L (1988). Physical fitness and cardiovascular disease mortality: The U.S Railroad study. *American Journal of Epidemiology* 1127, 571-580
19. Tallot, L.A., Morrell, C.H., Meter, E.J. and Fleg, J.L (2002). Comparison of cardiorespiratory fitness versus leisure time physical activity as predictors of coronary events in men aged < or=65 years and > 65 years. *The American Journal of Cardiology* 89, 1187-1192
20. Takeuchi, H., Saitoh, S., Takagi, S., Ohnishi, H., Ohhata, J., Isobe, T. and Shimamoto, K (2005). Metabolic syndrome and cardiac disease in Japanese men: applicability of the concept of metabolic syndrome defined by the National Cholesterol Education Program-Adult Treatment Panel to Japanese men-the Tanno and Sobetsu Study. *Hypertension Research* 28, 203-208
21. Taylor, H.L., Buskirk, E. and Henschel, A (1955). Maximal oxygen intake as an objective measure of cardiorespiratory performance. *Journal of Applied Physiology* 88, 73-80
22. Twisk, J.W.R., Kemper, H.C.G. and van, Mechelen, W (2000). Tracking of activity and the relationship with cardiovascular disease risk factors. *Medicine & Science in Sports & Exercise* 32, 1455-1461

Cita Original

Kotaro Mikawa and Hideaki Senjyu. Development of a Field Test for Evaluating Aerobic Fitness in Middle-Aged Adults: Validity of a 15-m Incremental Shuttle Walk and Run Test. *Journal of Sports Science and Medicine* (2011) 10, 712 - 717