PubliCE, (PubliCE) 2004

Research

Influencia de la Masa Corporal sobre la Selección de la Fuerza de Resistencia durante una Cicloergometría de Alta Intensidad: Interrelaciones entre Mediciones del Rendimiento de Laboratorio y de Campo

Julien Baker[1] y Bruce Davies[1]

[1]*Health and Exercise Science Research Unit, School of Applied Sciences, University of Glamorgan, Trefforest, Pontypridd, CF37 1DL, Wales, UK.*

RESUMEN

El propósito de este estudio fue comparar los valores de potencia obtenidos a partir de mediciones del rendimiento de alta intensidad con la utilización evaluaciones de campo con los valores de una cicloergometría de alta intensidad, cuando las fuerzas de resistencia son determinadas a partir de la masa corporal total (TBM) o la masa libre de grasa (FFM). Jugadores de fútbol varones (n=11) se ofrecieron voluntariamente para participar en este estudio. La cicloergometría consistió en que los sujetos pedalearan a la máxima velocidad durante 6 segundos contra una fuerza de resistencia determinada a partir de la TMB o la FFM, conjuntamente con la fuerza de resistencia, recomendada por la Asociación Británica de Ciencias del Deporte y el Ejercicio (BASES) para jugadores de fútbol, de 80g/kg. Los tests de campo examinados consistieron de sprints de 30m, y saltos horizontales y verticales. Se hallaron correlaciones significativas entre la producción de potencia pico en la cicloergometría (PPO), tanto con el protocolo TMB como con el protocolo FFM y todas las mediciones de rendimiento obtenidas a partir de los tests de campo ($p<0.01$). Las revoluciones del pedal PPO (PR) fueron significativamente mayores cuando el protocolo que utilizó la FFM se comparó con el método de selección de la fuerza de resistencia que utiliza la TBM ($p<0.01$). Se observaron reducciones significativas en las fuerzas de resistencia ($p<0.01$) para el protocolo que utilizaba la FFM ($p<0.01$). El tiempo para alcanzar la PPO se redujo significativamente ($p<0.05$) con el protocolo FFM. Estos hallazgos sugieren que cuando las fuerzas de resistencia durante una cicloergometría de alta intensidad, reflejan los músculos activos utilizados durante el test, se pueden observar incrementos en la PPO. Estos hallazgos también sugieren que la cicloergometría está altamente relacionada a las mediciones de la capacidad de alta intensidad realizadas en el campo. Los valores de los coeficientes de determinación (R^2) mostraron que la mayor parte de la varianza en el rendimiento entre los tests de campo y los protocolos utilizados para la cicloergometría podía ser explicada por la utilización del método que usaba la FFM para la selección de la fuerza de resistencia. Los test de sprint y de salto también estuvieron significativamente correlacionados ($p<0.01$) indicando que pueden ser utilizados como medidas predictivas del rendimiento de alta intensidad

Palabras Clave: ejercicio, potencia muscular, fuerza

INTRODUCCION

Los entrenadores deportivos y los atletas constantemente están buscando mejoras en los métodos para la valoración del rendimiento y la mejora de la capacidad atlética. En las últimas dos décadas los atletas se han vuelto más potentes y los rendimientos atléticos han mejorado continuamente en conjunto con las mejoras en la prescripción del entrenamiento. Esto ha resultado en un aumento del interés por la medición de la aptitud anaeróbica. La valoración precisa de la potencia anaeróbica es de suma importancia para los atletas, ya que muchos deportes implican la realización de movimientos de alta intensidad tales como saltos y sprints intercalados con pausas cortas. Además, muchos deportes de equipo requieren que los participantes realicen sprints máximos o casi máximos de muy corta duración (e.g. 1-7s) (35, 11). Por ejemplo, la mayoría de los sprints realizados durante un partido de fútbol son menores a 20 metros o aproximadamente de 3.5s (5). La liberación súbita de grandes cantidades de energía para sostener dicho rendimiento de alta intensidad puede ser provista principalmente por las vías energéticas no mitocondriales que involucran la degradación del ATP-PCr y de la glucólisis.

Se han utilizado muchas técnicas de medición para cuantificar la capacidad y la potencia anaeróbica. Estas mediciones pueden ser simples valoraciones de campo tal como test de saltos, ir y volver o test de sprints (23) así como mediciones basadas en pruebas sofisticadas de laboratorio tales como subida de escaleras cronometrada con células fotoeléctricas (21), carreras en cinta (13) y cicloergometría (7, 8). Probablemente el modo de ejercicio más popular, la cicloergometría, ha sido ampliamente utilizado como la medición de criterio para validar y calcular mediciones de potencia basadas en el laboratorio con la capacidad anaeróbica medida en condiciones de campo. En la evaluación del rendimiento en ejercicios de alta intensidad, se han registrado altas correlaciones entre las mediciones de laboratorio y de campo de la capacidad anaeróbica (8, 9, 26, 2). Sin embargo otros estudios han hallado poca o ninguna significancia estadística para estas correlaciones (32, 35, 4).

Previamente, las producciones de potencia obtenidas durante la cicloergometría han sido expresadas en relación a la masa corporal total (18, 24, 30), como índices del volumen de la pierna (20, 27) o del área de sección transversal del muslo (23, 15). Tradicionalmente, las fuerzas de resistencia utilizadas para las cicloergometrías de alta intensidad han sido determinadas a partir de la masa corporal total [multiplicando la masa corporal total por un índice estándar de 75g/kg (1)]. Sin embargo muchos estudios (17, 16, 25, 33, 18, 19, 3) se han cuestionado acerca de la fuerza óptima de resistencia utilizada en la valoración del rendimiento en ejercicios de alta intensidad. El incremento en las fuerza de resistencia conjuntamente con la optimización de los protocolos han sido benéficos para incrementar el pico de potencia obtenido (PPO). La expresión de los valores de potencia registrados durante la cicloergometría de alta intensidad en relación al volumen de la pierna ha sido un intento de relacionar la producción de potencia con los músculos utilizados durante el ejercicio (17, 20). Más recientemente, los investigadores han cuestionado el método que utiliza la masa corporal total para la selección de la fuerza de resistencia, y se ha demostrado claramente que la utilización de la masa magra o el tejido muscular activo puede constituir una mejor alternativa para la valoración del rendimiento de alta intensidad (18, 31, 3). El propósito de este estudio fue evaluar el rendimiento en una cicloergometría de 6s en once jugadores de fútbol moderadamente entrenados cuando la fuerza de resistencia era calculada a partir de la masa corporal total (TBM) o de la masa libre de grasa o masa magra (FFM). Un propósito adicional fue examinar la correlación lineal de estas variables con la capacidad de salto y de sprint.

METODOS

Sujetos

Once estudiantes universitarios varones (jugadores de fútbol moderadamente entrenados) se ofrecieron voluntariamente para participar en el estudio. Los procedimientos éticos fueron aprobados por el comité de ética de la universidad, y luego de haber sido informados acerca de la naturaleza de las evaluaciones y de los procedimientos experimentales cada sujeto leyó y firmó un documento de consentimiento informado. Previamente a la evaluación se registró la edad, talla, masa corporal y composición corporal de los sujetos (ver Tabla 1).

Descripción Experimental

La evaluación fue completada en un período de cuatro semanas. La semana 1 consistió de un período de familiarización con la cicloergometría y con los test de campo. Estos fueron realizados en los mismos intervalos relativos de tiempo que los protocolos experimentales. Durante este período también se recolectaron y registraron los datos antropométricos. Las evaluaciones en cicloergómetro y las mediciones de campo se llevaron a cabo en las semanas 2, 3 y 4. La evaluación de cada sujeto fue llevada a cabo a la misma hora del día, luego de un ayuno nocturno de 8 h para evitar las influencias del ritmo circadiano y de la dieta sobre el rendimiento, además se les pidió a todos los sujetos que evitaran la realización de ejercicios de alta intensidad en las 24 h previas a la evaluación.

Mediciones Antropométricas

La masa corporal, la talla y la composición corporal de cada sujeto fue determinada con una balanza calibrada (Seca, UK), y un estadiómetro (Seca, UK). La masa corporal de los sujetos desnudos fue medida con una apreciación de 0.1kg y la estatura con una apreciación de 0.1cm. La densidad corporal fue valorada utilizando la técnica de pesaje subacuático previamente descripta (10). La grasa corporal relativa fue estimada a partir de la densidad corporal (28). El volumen residual pulmonar fue medido utilizando el método simplificado de respiración de oxígeno (34). La masa FFM fue determinada sustrayendo la masa grasa de la TBM.

Terminología

A lo largo del estudio, la producción pico de potencia (PPO) se refiere a la mayor cantidad de potencia, medida en Watts, producida durante el test. PR se refiere a la mayor revolución del pedal registrada durante el test (rev./min).

Cicloergometría

Antes de la recolección de los datos se calibró el cicloergómetro (Monark 864) (14). Los sujetos fueron aleatoriamente asignados, con un diseño de tipo cruzado, a las pruebas con fuerzas de resistencia calculadas a partir de la TBM o FFM. La fuerza de resistencia apropiada fue calculada multiplicando la TBM o la FFM individual por un índice estándar de 80g/kg. Este índice estándar fue seleccionado debido a que representa la fuerza de resistencia estándar recomendada por la Asociación Británica de Ciencias del Deporte y el Ejercicio, para la valoración de la capacidad anaeróbica de jugadores de fútbol (12). Cada sujeto regresó para realizar el test restante una semana después de realizar el primer test. La altura del asiento del cicloergómetro fue ajustada para que la flexión parcial de la rodilla fuera de entre 170º y 175º (siendo los 180º la extensión de la rodilla) durante la parte baja de cada pedaleo. Los pies fueron firmemente fijados a los pedales por medio de correas y trabas. Se les pidió a los sujetos que se mantuvieran sentados durante el test y fueron estimulados verbalmente para que realizaran un esfuerzo máximo.

Todos los sujetos realizaron una entrada en calor estándar de 5 minutos antes de la recolección de los datos experimentales (19). A los sujetos se les permitió realizar una partida en movimiento a 60rev./min por un período de 5 segundos antes de la aplicación de la fuerza de resistencia. A la orden de “ya” los sujetos comenzaban a pedalear a la máxima velocidad posible, a la vez que simultáneamente se aplicaba la fuerza de resistencia, y se comenzaba con la recolección de los datos. Los índices de rendimiento fueron calculados a partir de las revoluciones de la rueda mediante un programa de computadora que utilizaba la inercia corregida (14). La producción pico de potencia (PPO), el tiempo hasta la PPO (T/PPO) y las revoluciones del pedal (PR) tanto en el protocolo que utilizaba la TBM, como en el que utilizaba la FFM fueron guardadas en la computadora para los posteriores análisis. La transferencia de los datos fue posible mediante la utilización de un sensor y una fuente de energía montados sobre la horquilla del ergómetro en el lado opuesto de la rueda. La frecuencia de muestreo del sensor fue de 18.2Hz.

Test de Sprint

Se les pidió a los sujetos que corrieran entre marcas colocadas a 30m de distancia, en un salón deportivo. Los tiempos individuales de carrera fueron registrados por el mismo investigador utilizando un cronómetro digital. En total se les pidió a los sujetos que realizaran tres esfuerzos máximos. El menor tiempo de los tres fue utilizado como medición de criterio. Durante un estudio piloto previo a la recolección de los datos se estableció la confiabilidad para la toma de los tiempos utilizando un método de test retest ($r=0.94$, $p<0.01$).

Test de Salto

Los test de saltos verticales y horizontales también fueron realizados en el salón deportivo. El mejor de tres intentos fue utilizado como medición de criterio en ambos tests. Los procedimientos para el diseño y la administración de estos test han sido previamente descriptos (6). La confiabilidad de los tests de salto fue $r=0.92$, $p<0.01$.

Procedimientos Estadísticos

Los datos fueron analizados utilizando un programa estadístico computarizado (SPSS, Surrey England). La confirmación de que todas las variables dependientes estaban normalmente distribuidas fue obtenida por medio de la prueba repetida de Kolmogorov-Smirnov. Para determinar cualquier diferencia entre las producciones de potencia, las revoluciones de los pedales y las fuerzas de resistencia con la utilización de los protocolos TBM y FFM, se utilizó la prueba *t* de Student para datos apareados. Para investigar el grado de relación lineal entre los test de campo y las dos condiciones experimentales de ergometría se utilizó la correlación momento producto de Pearson. El nivel de significancia fue establecido a $p<0.05$. Los datos son presentados como medias±DE.

RESULTADOS

Los datos antropométricos de los sujetos y los resultados de los test de campo están presentados en la Tabla 1. Se registraron diferencias significativas ($p<0.01$) entre la TBM y la FFM de los sujetos (78±10kg TBM vs. 65±7kg FFM). Los datos de las cicloergometrías están presentados en la Tabla 2.

Variable	Media ± DE
Edad (años)	20±6
Talla (cm)	183±8
Masa (kg)	77±10 *
Grasa Corporal (%)	16±5
Masa Libre de Grasa (kg)	65±7 *
Salto Horizontal (cm)	224±26
Salto Vertical (m)	0.54±0.1
Sprint de 30m (s)	4.67±0.3

Tabla 1. *Características fisiológicas y antropométricas de los sujetos. También se incluyen los resultados de los test de campo. Los valores son presentados como medias±DE. * Indica diferencias significativas a p<0.01.*

Se observaron diferencias significativas ($p<0.01$) entre las mediciones de PPO registradas durante los dos métodos de selección de la fuerza de resistencia (1235±138 Watts TBM vs. 1379±146 Watts FFM). También se hallaron diferencias significativas ($p<0.01$) para la selección de la fuerza de resistencia (6.2□0.8kg TBM vs. 5.2±0.6kg FFM) y para las revoluciones de los pedales (123±9rev/min TBM vs. 139±8rev/min FFM). También se hallaron diferencias significativas ($p<0.05$) para el tiempo hasta alcanzar la PPO (3.3±0.7s TBM vs. 2.6±6s FFM) cuando se compararon los dos protocolos.

Variable	TBM	FFM	Sig.
PPO (W)	1234±137	1379±145	p<0.01
T PPO (s)	3.3 ±0.7	2.6±0.6	p<0.05
Fuerza R (kg)	6.2±0.8	5.2±0.5	p<0.01
Revs. P (rev./min)	123±8.8	139±7.5	p<0.01

Tabla 2. *Producción pico de potencia (PPO), fuerzas de resistencia (Fuerza R), tiempo hasta el PPO (T PPO) y revoluciones del pedal (Revs. P) registradas con los procedimientos TBM y FFM de selección de la fuerza de resistencia. Los valores son presentados como medias±DE.*

Las correlaciones lineales significativas entre los protocolos que utilizaban la TBM y la FFM y los tests de campo están presentados en la Tabla 3. Se hallaron correlaciones significativas entre los tiempos en el sprint de 30m y los valores de PPO de las cicloergometrías ($r=0.78$, $p<0.01$; $R^2=60\%$ TBM vs. $r=0.82$, $p<0.01$; $R^2=67\%$ FFM). Los test de salto vertical estuvieron correlacionados con las producciones pico de potencia TBM y la FFM ($r=0.72$, $p<0.01$; $R^2=51\%$; $r=0.81$, $p<0.01$

R^2=66%, respectivamente), así como también los tests de salto horizontal (r=0.74, p<0.01; R^2=54%; r=0.77, p<0.01; R^2=59%, respectivamente). También se observaron correlaciones significativas entre el test de sprint de 30m y los dos tests de salto (salto vertical r=0.88, p<0.01; R^2=77%, salto horizontal r=0.89, p<0.01; R^2=79%). Los test de salto horizontal y vertical también estuvieron correlacionados (r=0.98, p<0.01; R^2=96%).

Los valores de R^2 obtenidos para los protocolos de la cicloergometría y para las mediciones de los test de campo indicaron que el método que utiliza la FFM para la selección de la fuerza de resistencia explicó una mayor varianza del rendimiento en comparación con el método que utiliza la TBM.

	30 m	H/J	V/J	PPO (TBM)	PPO (FFM)
30 m	1.00	0.89 *	0.88 *	0.78 *	0.82 *
H/J			0.98 *	0.74 *	0.77 *
V/J				0.72 *	0.77 *
PPO (TBM)					0.96 *
PPO (FFM)					1.00

Tabla 3. *Matriz de correlación para todas las variables de rendimiento. * Indica diferencias significativas a p<0.01.*

DISCUSION

Se registraron diferencias significativas (p<0.01) entre la TBM y la FFM individuales de los sujetos (78±10kg TBM vs. 65±7kg FFM). Los resultados de este estudio demuestran que pueden obtenerse incrementos significativos en la PPO (p<0.01) cuando la fuerza de resistencia se determina utilizando la FFM. Este hallazgo demuestra claramente el efecto negativo sobre el rendimiento en ejercicios alta intensidad en el cicloergómetro cuando las fuerzas de resistencia son calculadas a partir de la masa corporal y no de la composición corporal. La masa grasa no productiva parece influenciar el rendimiento individual durante una cicloergometría de alta intensidad lo que resulta en una subestimación cuando se desea evaluar la producción pico de potencia. Esto puede tener implicaciones serias, no solo en la medición de la capacidad anaeróbica de las poblaciones atléticas sino también en la patología de la enfermedad muscular.

Se observaron correlaciones significativas entre los tests de campo para valorar el rendimiento de alta intensidad y los protocolos de las cicloergometrías que utilizaban la TBM y la FFM (p<0.01). La fortaleza de las correlaciones indica que los valores de PPO obtenidos a partir de la ergometría máxima de 6s utilizando los métodos TBM y FFM para la selección de las fuerzas de resistencia, están ambos correlacionados a la capacidad de sprint y de salto. Los resultados demuestran que los sujetos con mayores PPO son superiores en el sprint y en los saltos. Esto sugiere que la cicloergometría mide de manera similar a los sprints y a los saltos, el rendimiento en el ejercicio intenso. Esos hallazgos concuerdan con los hallazgos de otros investigadores (7, 26, 2), quienes han reconocido una relación entre la cicloergometría de alta intensidad y la capacidad de sprint. Interesantemente los valores de los coeficientes de determinación (R^2) registrados para el protocolo FFM, para la capacidad de sprint y para el salto vertical y el salto horizontal (R^2=60% TBM vs. R^2=67% FFM; R^2=51% TBM vs. R^2=66% FFM; R^2=54% TBM vs. R^2=59% FFM, respectivamente) indican que la mayor parte de la varianza en el rendimiento fue explicada por la utilización de este método de selección de la fuerza de resistencia. Esta observación puede estar relacionada al hecho de que el protocolo FFM se aproxima más de cerca a la dinámica de la contracción muscular y a los tiempos de contracción asociados con el sprint y con los saltos. Esto puede ser verificado por la reducción en el tiempo para alcanzar la PPO, el incremento en la velocidad del pedal y las mayores producciones de potencia registradas cuando se utilizó este protocolo.

Los resultados de este estudio concuerdan con los de otros autores (18, 31, 3) que sugieren que la FFM individual de los sujetos o el tejido muscular activo deberían ser utilizados para determinar las fuerzas de resistencia utilizadas en una cicloergometría de alta intensidad. Esto no concuerda con otros investigadores que hallaron pobres correlaciones entre las mediciones de laboratorio de la potencia en ciclismo y la capacidad de sprint. Wragg et al. (35) hallaron pobres correlaciones entre la capacidad de sprint en cinta y tests repetidos de sprint. Watson et al. (32) hallaron que 40s de cicloergometría correlacionaban pobremente con la capacidad de sprint repetidos en patinaje sobre hielo. Sin embargo, los tests de sprint en ambos estudios incluyeron un componente de agilidad, i.e., girar o cambiar de dirección, lo que puede haber influenciado los resultados. Estas consideraciones fortalecen el respaldo de evaluar el rendimiento de alta intensidad

a través de una batería de test de campo específicos del deporte conjuntamente con mediciones en base a test de laboratorio. En el presente estudio se hallaron correlaciones significativas entre todas las mediciones de campo y el rendimiento de alta intensidad ($p<0.01$). Los resultados de los test de salto estuvieron altamente correlacionados lo que sugiere que ambos test utilizan el mismo componente instantáneo de potencia y usan los mismos tres grupos musculares extensores (22). La capacidad de salto vertical y horizontal también se correspondió con la capacidad de sprint ($p<0.01$), lo cual sugiere que los test de sprint y de salto pueden ser utilizados indistintamente como mediciones del rendimiento anaeróbico. Esto respalda los hallazgos previos de Baker y Davies (4), quienes observaron correlaciones significativas entre los tests de salto vertical y horizontal y el rendimiento en el sprint ($p<0.01$). Se halló que el salto horizontal predice ligeramente mejor la capacidad de sprint, lo cual concuerda con los hallazgos de Tharp et al. (29). Esto puede estar relacionado a la dirección de la fuerza de propulsión del músculo durante el salto horizontal. La fuerza propulsiva en el salto horizontal puede estar actuando en una dirección más relacionada con la carrera que en el salto vertical por lo cual refleja una especificidad del componente de contracción que se relaciona con la dirección de la tarea. Por lo tanto, cuando no estén disponibles los indicadores de la capacidad de sprint ni los procedimientos de laboratorio (e.g., en una situación de lesión), el salto horizontal puede ser la medición preferida en relación al rendimiento de sprint debido a su simplicidad. Es importante recordar que la cicloergometría de alta intensidad es ventajosa en cuanto a que provee una medida cuantitativa de la potencia y la capacidad anaeróbica a la vez que provee de un perfil de fatiga para cualquier período de tiempo. Esta información podría ser particularmente beneficiosa en relación a los deportes de equipo tales como el fútbol y el básquetbol que implican períodos de actividad cortos e intensos.

Sin embargo, si la capacidad de sprint es el principal objetivo es más simple medir el tiempo de carrera en vez de cualquier indicador de la capacidad de alta intensidad. Baker y Davies (4) no observaron correlaciones significativas entre la PPO en una cicloergometría máxima de 30s y el rendimiento en sprints de 30m en línea recta. Estos autores concluyeron que el protocolo de cicloergometría utilizado en este estudio pudo haber medido diferentes componentes de la capacidad de alta intensidad en comparación con los test de campo. Estas diferencias pueden ser explicadas por los contrastes en el nivel de entrenamiento de los sujetos y en la selección de las fuerzas de resistencia. Baker y Davies (4) utilizaron velocistas de elite de nivel internacional quienes pudieron haber sido más potentes y tener una mayor eficiencia de carrera que los jugadores de fútbol moderadamente entrenados que participaron en el presente estudio. Esto pudo haber debilitado la fortaleza de las correlaciones observadas con el rendimiento en el sprint. Además, las fuerzas de resistencia utilizadas en el estudio previo no reflejan la FFM. Las correlaciones observadas entre la cicloergometría y los test de campo en el presente estudio indican que las fuerzas de resistencia utilizadas para los jugadores de fútbol deben haber replicado más estrechamente las fuerzas ejercidas por la masa muscular durante los test de sprint y de saltos. La carga de resistencia de 80g/kg utilizada en el presente estudio parece aproximarse a los 75g/kg utilizados en los estudios previos que han observado correlaciones entre la cicloergometría y los test de campo para medir el rendimiento de alta intensidad (8, 2). Si comparamos esto con la mucho mayor carga de 120g/kg utilizada por Baker y Davies (4) con su grupo de velocistas de elite, es posible explicar la falta de significancia observada. El período de tiempo más corto utilizado en el presente estudio puede también haber contribuido a reflejar con mayor precisión la capacidad de sprint y de salto que el test de 30 segundos en cicloergómetro. Aunque se sabe que la PPO probablemente se alcanza en las etapas tempranas del test de 30 segundos es concebible que los sujetos pueden disminuir el ritmo durante un protocolo de 30 segundos, teniendo el conocimiento que esta duración produciría una alta demanda. Esto pudo tener un correspondiente efecto negativo sobre cualquier análisis de correlación realizado entre las mediciones de la PPO y la capacidad de alta intensidad.

Conclusiones

Los hallazgos del presente estudio sugieren que la cicloergometría de alta intensidad puede ser utilizada para la evaluación de la capacidad de sprint y de salto. Cuando las fuerzas de resistencia de la cicloergometría fueron calculadas a partir del componente FFM de la composición corporal fue alcanzado un incremento significativo en la PPO cuando este protocolo fue comparado con el método se selección de la fuerza de resistencia que utiliza la TBM. Los mayores valores de potencia obtenidos probablemente se debieron a que la fuerza de resistencia se igualaba a la capacidad del tejido muscular activo resultando en una carga de la rueda más liviana lo que permitió a los sujetos producir mayores velocidades del pedal durante la condición experimental FFM. Los valores de R^2 obtenidos entre el protocolo de selección de la fuerza de resistencia FFM y los test de campo indican que este método para la elección de la fuerza de resistencia explicó una gran parte de la varianza en el rendimiento en comparación con el protocolo TBM. Esto sugiere que la condición experimental FFM pudo haberse aproximado a los tiempos y velocidades de contracción asociados con los test de sprint y de saltos. Los hallazgos del presente estudio sugieren que la cicloergometría de alta intensidad puede ser una herramienta útil en la evaluación del rendimiento de alta intensidad especialmente cuando las fuerzas de resistencia reflejan la FFM. Las correlaciones lineales observadas en este estudio entre las mediciones de campo y la cicloergometría sugieren que las mediciones de campo pueden ser utilizadas como indicadores válidos para valorar el rendimiento de alta intensidad.

Dirección para Envío de Correspondencia

Dr Julien Baker, Health and Exercise Science Research Unit, School of Applied Sciences, University of Glamorgan,

Trefforest, Pontypridd, CF37 1DL, Wales, UK., Fax: 01443 48 22 85; correo electrónico: jsbaker@glam.ac.uk

REFERENCIAS

1. Aylon A, Inbar O, & Bar-Or O (1974). Relationships among measurements of explosive strength and anaerobic power. *In International series of Sports Biomechanics, Nelson & Morehouse, pp.572-577*
2. Baker JS, Ramsbottom R, & Hazeldine R (1993). Maximal shuttle running over 40m as a measure of anaerobic performance. *Brit J of Sports Med; 4: 228-232*
3. Baker JS, Bailey DM, & Davis B (2001). The relationship between total-body mass, fat-free mass and cycle ergometry during 20 seconds of maximal exercise. *J of Sci and Med in Sport; 1: 1-9*
4. Baker JS, & Davies B (2002). High intensity exercise assessment: Relationships between laboratory and field measures of performance. *J of Sci and Med in Sport; 4: 341-347*
5. Baumgartner T, & Jackson A (1991). Measurement for evaluation in physical education and exercise science. *Wm.C.Brown.2460 Kerper Boulevard, Dubuque, IA, 52001.USA*
6. Bar-Or O (1987). The Wingate anaerobic test: An update on methodology, reliability and validity. *J of Sports Med; 4: 381-394*
7. Bar-Or O, & Inbar O (1978). Relationship among anaerobic capacity, sprint and middle distance running in school children. *In Physical Fitness Assessment, Principles and Applications. R.J. Shepherd & H. Lavalle; pp. 124-127*
8. Beckenholdt SE, & Mayhew JL (1983). Specificity among anaerobic power tests in male athletes. *J of Sports Med; 23: 326-322*
9. Behnke AR, and Wilmore JH (1974). Evaluation of body build and composition. *Englewood Cliffs, NJ: Prentice Hall inc; pp 20-24*
10. Bishop D, Spencer M., Duffield R,. & Lawrence S (2001). The Validity of a Repeated Sprint Ability Test. *J of Sci and Med in Sport; 1: 19-29*
11. British Association of Sport Science (1988). Positional on the Physiological Assessment of the Elite Competitor. *Stanningley, Leeds: White Line Press*
12. Cheetham ME, Williams C, & Lakomy HK (1985). A laboratory running test: metabolic responses of sprint and endurance trained athletes. *Brit J of Sports Med;2: 81-84*
13. Coleman S (1996). Corrected Wingate Anaerobic Test. *Cranlea and Co, Sandpits Lane, Acacia Rd, Bournville, Birmingham*
14. Davies CTM (1985). Strength and mechanical properties of muscle in children and young adults. *Scand J of Sports Sci; 7: 11-15*
15. Dotan R, & Bar-Or O (1983). Load Optimization for the Wingate Anaerobic Test. *Eur J of Appl Physiol; 51: 409-417*
16. Evans JA, & Quinney HA (1981). Determination of resistance settings for anaerobic power testing. *Can Jour of Appl Sports Sci; 2: 53-56*
17. Inbar O, Bar-Or O, & Skinner S (1996). The Wingate Anaerobic Test. *Leeds: Human Kinetics*
18. Jaskolska A, Goossens P, Veenstra B, Jaskolski A, & Skinner JS (1999). Comparison of treadmill and cycle ergometer measurements of force - velocity relationships and power outputs. *Int J of Sports Med; 20: 192-197*
19. Mannion AF, & Jakeman PM (1986). Comparison of velocity dependent and time dependent measures of anaerobic work capacity. *In Reilly, Watkins & Borms pp.301-307*
20. Margaria R, Aghemo P, & Rovelli E (1966). Measurement of muscular power (anaerobic) in man. *J of Appl Physiol; 21: 1662-1664*
21. Maughan RJ, Watson JS, & Weir J (1983). Strength and cross sectional area of human skeletal muscle. *J of Physiol; 338: 37-49*
22. Mcardle W, Katch F, & Katch V (1981). Individual differences and measurement of energy capacities. *Exercise Physiology, Lea and Febiger; pp. 133-13*
23. Nakamura Y, Mutoh Y, & Myashita M (1985). Determination of the peak power output during maximal brief pedaling bouts. *J of Sport Sci; 3: 181-187*
24. Patton JF, Murphy MM, & Frederick FA (1985). Maximal Power Outputs During the Wingate Anaerobic Test. *Int J of Sports Med; 6: 82-85*
25. Rhodes EC, Mosher RC, & Potts JE (1985). Anaerobic capacity of elite pre-pubertal ice-hockey players. *Med and Sci in Sport and Exer, 17: S265*
26. Sargeant AJ, Dolan P, & Young A (1984). Optimal velocity for maximal short term anaerobic power output in cycling. *Int J of Sports Med; 5: 124-125*
27. Siri WE (1956). Gross composition of the body. *In Lawrence and Tobias (Eds). Advances in biological and medical physics IV, New York Academic Press; pp 239 □ 280*
28. Tharp GD, Newhouse RK, Uffelman L, Thorland WG, & Johnson GO (1985). Comparison of Sprint and Run Times with Performance on the Wingate Anaerobic Test. *Res Quar for Exer Sport; 1 : 73-76*
29. Vandewalle H, Peres G, Heller J, & Monad H (1985). All out anaerobic capacity tests on cycle ergometers. A comparative study on men and women. *Eur J of Appl Physiol; 54: 222-229*
30. Van Mil E, Schoeber N, Calvert RE, & Bar-Or O (1996). Optimization of force in the Wingate Test for children with a neuromuscular disease. *Med and Sci in Sport and Exer,; 28: 1087-1092*
31. Watson RD, & Sargent TLC (1986). Laboratory and on ice test comparisons of anaerobic power in ice hockey players. *Can J of Appl Sports Sci; 11: 218-214*
32. Winter EM, Brookes FBC, & Hamley EJ (1989). Optimised loads for external power output during brief maximal cycling. *J of Sport Sci; 7: 69-70*
33. Wilmore JH, Vodak PA, Parr RB, Girandola RN, and Billing JE (1980). Further simplification of a method for determination of residual lung volume. *Med and Sci in Sport and Exer; 12: 216-218*

34. Wragg CB, Maxwell NS, & Doust, JH (2000). Evaluation of the reliability and validity of a soccer-specific field test of repeated sprint ability. *Eur J of Appl Physiol; 83: 77-83*

Cita Original

Baker Julien, Bruce Davies. Influence of Body Mass on Resistive Force Selection during High Intensity Cycle Ergometry: Interrelationships Between Laboratory and Field Measures of Performance. JEPonline; 7 (5): 44-51, 2004.