PubliCE, (PubliCE) 2004

Research

Comparación entre los Tests Anaeróbicos de Wingate y de Bosco

William A Sands[1], Jeni R McNeal[2], Michael H Stone[1], Monem Jemnic MS[4], Marshall T Ochi[2] y Terri L Urbanek[3]

[1]*U.S. Olympic Committee, Colorado Springs, Colorado 80909.*
[2]*Department of Physical Education, Health and Recreation, Eastern Washington University, Cheney.*
[3]*Lake Placid Olympic Training Center, Lake Placid, New York 12946.*
[4]*School of Education and Professional Development, Leeds Metropolitan University, Leeds, Reino Unido.*

RESUMEN

El propósito de este estudio fue comparar el test de Wingate en bicicleta ergométrica y el test anaeróbico de Bosco de saltos repetidos. Once hombres (21.36±1.6 años; 179.1±9.3cm; 78.7±11.0kg) y 9 mujeres (21.89±3.66 años; 171.8±10.0cm; 75.9±21.4kg), todos atletas universitarios, fueron voluntarios para participar en el estudio. Los sujetos realizaron cada test en orden aleatorio. Los test realizados fueron el test de Wingate de 30 segundos y el test de Bosco de 60 segundos. El test de Wingate fue llevado a cabo utilizando una bicicleta ergométrica Monark y el test de Bosco fue llevado a cabo utilizando una plataforma de fuerza. Luego de realizar cada test, se determinaron las concentraciones pico de lactato. Los valores de potencia promedio y pico fueron significativamente mayores en los hombres y en el test de Bosco. Los valores pico de lactato fueron estadísticamente mayores en los hombres, pero no hubo diferencias entre los tests. Las correlaciones entre las concentraciones pico de lactato entre los tests y entre los valores de lactato y la potencia pico o con la potencia promedio no fueron estadísticamente significativas. La correlación entre los picos de potencia entre los tests fue estadísticamente significativa en los hombres, pero no en las mujeres. Los resultados de este estudio indicaron que los tests de Wingate y de Bosco, cuya función en ambos es medir las características anaeróbicas, parecen medir diferentes aspectos de la capacidad y de la potencia anaeróbica. El test de Bosco además puede ser inapropiado para aquellos atletas que no están bien entrenados en los saltos.

Palabras Clave: Wingate, test de saltos repetidos, anaeróbico

INTRODUCCION

Los test para medir la potencia y la capacidad anaeróbica son importantes en el deporte moderno. Sin embargo, el consenso acerca de cual test es el *"gold standard"* para medir la potencia y la capacidad anaeróbica, ha eludido a la ciencia del deporte (1, 21). Tanto el test de Wingate como el test de Bosco son considerados como evaluaciones del metabolismo anaeróbico (1, 4, 7, 17, 28). Sin embargo, dentro de la estructura conceptual del proceso metabólico anaeróbico hay varios componentes de interacción. Estos subcomponentes han sido descritos como, potencia, capacidad y duración (9, 13, 40). Las características de duración de los test anaeróbicos han sido divididas algo arbitrariamente en, corta duración (aproximadamente 10 segundos), duración intermedia (aproximadamente 30 segundos) y larga duración (aproximadamente 90 segundos) (9). Dentro de este marco, un cierto número de tests evalúan diferentes aspectos de actividades de duración relativamente corta y de intensidad relativamente alta. Los investigadores han mostrado, mediante el análisis de factores y con otros métodos, que los diferentes tests anaeróbicos parecen medir diferentes características

dentro del concepto de potencia y capacidad anaeróbica (24, 25).

Los test de potencia y de capacidad anaeróbica han estado dominados ampliamente por el test de Wingate (17), varios test de potencia de corta duración tal como los tests de saltos (14, 36, 37) y por el test de Margaria (26, 40, 41). En 1983, Bosco y colaboradores (6-8) reportaron un nuevo test de potencia anaeróbica que implicaba la realización de saltos repetidos desde una superficie con una interfase de control que registraba el tiempo en el aire para cada salto. La particularidad del test de Bosco reside en que hay una participación relativamente grande de acciones con ciclo estiramiento-acortamiento (SSC) de las extremidades inferiores, repetidas durante un tiempo relativamente largo. Aunque los tests de un único salto vertical y el test de Margaria implican la realización de acciones SSC, estos tests no incluyen un componente de duración más allá de los 2-3 segundos. El test de Wingate puede valorar la influencia de la fatiga a corto plazo sobre la producción de potencia debido a que su duración es de 30 segundos, sin embargo, el test de Wingate implica predominantemente la realización de acciones concéntricas de los músculos de las extremidades inferiores. “El test de Wingate en bicicleta ergométrica es un test ampliamente utilizado para valorar la potencia muscular sostenida. Una limitación de este test es la falta de desarrollo y recuperación de energía elástica almacenada debido a la falta de una fase excéntrica” (22).

El test de Bosco es una forma atractiva de evaluación para actividades que involucran la utilización repetida de ciclos de estiramiento acortamiento de las extremidades inferiores en movimientos de saltos. Por ejemplo, el test de Bosco fue una medición sensible de los cambios en la potencia y en la capacidad anaeróbica durante los 7 meses previos a las Pruebas Olímpicas de Gimnasia para mujeres y fue un factor de predicción en el equipo que fue elegido para participar en los Juegos Olímpicos de Sydney (31, 33, 34).

El test de Bosco no ha recibido el mismo grado de escrutinio científico que el test de Wingate. “El test de Wingate ha sido evaluado más extensivamente que muchos otros tests de rendimiento anaeróbico, tanto en participantes con capacidades completas como en poblaciones con discapacidades, y se ha hallado que es una medición altamente confiable y válida” (2). Debido a que el test de Bosco es una evaluación atractiva para deportes que implican acciones SSC, este merece que se lleve a cabo un análisis detallado en una variedad de condiciones, con participantes con distintos antecedentes e historias de entrenamiento. El propósito de este estudio fue comparar y contrastar el test de Wingate y el test de Bosco con un grupo de atletas universitarios.

METODOS

Aproximación Experimental al Problema

Este estudio intentó comparar los test de Wingate y de Bosco para medir la potencia y la capacidad anaeróbica, utilizando por conveniencia una muestra compuestas por atletas de nivel universitario. Debido a que el test Wingate es un test ampliamente aceptado como forma de evaluación de las características anaeróbicas, una posible medición de la validez del test de Bosco como medida de la potencia y capacidad anaeróbica es comparar este test con el test de Wingate. Se compararon la potencia pico y la potencia promedio para determinar si los tests estaban midiendo características similares del rendimiento anaeróbico. Se compararon valores picos de lactato, como producto sanguíneo del proceso de producción anaeróbica de energía, para determinar si los test provocaban demandas de energía anaeróbica similares. También se calcularon diferentes correlaciones para determinar si aquellas personas que tenían un buen rendimiento en un test, también tenían un buen rendimiento en el otro. Nosotros hipotetizamos que: (a) el test de Bosco podría mostrar una expresión superior de la potencia, debido en parte a la utilización del SSC en este test; (b) los tests no diferirían en los valores picos de lactato, debido a que en ambos tests hay una contribución de los procesos de energía anaeróbica; y (c) los test están solo modestamente correlacionados, debido a que si bien los dos test tienen en común producciones similares de producción anaeróbica de energía, estos no comparten la misma predominancia de tensiones musculares o características mecánicas. Finalmente, la validación es un proceso más que un resultado. Este estudio es uno de los pocos que comparan el test de Bosco con otro test anaeróbico. Como tal, los resultados de este estudio solo son un aporte a la convergencia de evidencia que por último darán confianza a los juicios acerca de la naturaleza anaeróbica del test de Bosco.

Sujetos

Nueve mujeres (21.89±3.66 años, 171.8±10.0cm; 75.9±21.4kg) y once hombres (21.36±1.6 años; 179.1±9.3cm; 78.7±11.0kg) fueron voluntarios para participar en el estudio. La investigación fue llevada a cabo con la aprobación del Comité de Revisión Institucional de la Eastern Washington University. Los sujetos que se ofrecieron como voluntarios eran predominantemente atletas de campo y pista. Los deportistas eran mayormente velocistas y corredores de medio fondo, entre los hombres, y saltadoras en eventos de campo y lanzadoras entre las mujeres. El estudio fue realizado durante el

verano, y los atletas estaban en el período de transición.

Instrumentación

El test de Wingate fue realizado en una bicicleta ergométrica Monark (Model 818E, Varberg, Suecia). Las revoluciones de la rueda del ergómetro fueron medidas utilizando un sensor óptico que detectaba 16 marcadores de reflexión igualmente espaciados. El sensor óptico estaba en interfase con una computadora, para lo cual se utilizó un programa de SportMedicine Industries (SMI, St. Cloud, MN, v.3.02). La evaluación del rendimiento en los saltos con el test de Bosco se llevó a cabo utilizando una plataforma de fuerza unidimencional (23). La plataforma de fuerza (67.5cm × 67.5cm) estaba rodeada por una plataforma de madera de la misma altura con un ancho de 20.3cm como medida de seguridad ante cualquier evento de caída o traspié durante los saltos. La plataforma de fuerza estaba en interfase con una computadora Laptop por medio de un dispositivo de conversión analógico/digital y un programa de Noraxon Myosoft (Version 1.06.1, Scottsdale, AZ), con una frecuencia de muestreo de 500 Hz. Las mediciones del lactato fueron llevadas a cabo utilizando un analizador Portátil Acusport (Sports Resource Group, Boehringer Mannheim, Indianapolis, IN), siguiendo las instrucciones del fabricante.

Procedimientos

Los participantes fueron asignados aleatoriamente a 1 de 2 grupos de evaluación en base al orden de los tests (Wingate vs. Bosco). Todos los tests fueron llevados a cabo con un mínimo de 24 hs entre los tests. Luego de arribar al laboratorio para la evaluación, los participantes leyeron, discutieron y firmaron un formulario de consentimiento acerca del protocolo experimental con humanos. Luego de esto se obtuvo la edad de cada participante y también se realizaron las mediciones de la masa corporal y de la talla. Luego de las mediciones iniciales, se recolectaron muestras de sangre en reposo para determinar los niveles de lactato de reposo. Luego de la recolección inicial de muestras sanguíneas, los participantes realizaron una entrada en calor, seleccionada por ellos mismos, con una duración de al menos 10 minutos y que los preparara para realizar esfuerzos máximos. Todos los participantes eran atletas universitarios y estaban familiarizados con sus ejercicios preferidos para entrar en calor y con su secuencia. Luego de la entrada en calor, los participantes se prepararon para realizar los tests específicos.

El test de Wingate de 30 segundos fue llevado a cabo de acuerdo con procedimientos anteriormente descritos (1, 3). El test de Wingate fue administrado durante 30 segundos y la resistencia se calculó como el 7.5% de la masa corporal (1). Los participantes se sentaron en el ergómetro Monark y entonces se realizaron los ajustes necesarios al mismo para que los sujetos estuvieran en una posición óptima. La realización del test fue parcialmente controlada por medio de un programa con una cuenta regresiva de 10 segundos antes del inicio del test y la subsiguiente recolección de los datos. El ajuste rápido de la tensión de la rueda del ergómetro fue llevado a cabo por un investigador de manera tal que la tensión requerida se alcanzara al comienzo de los 30 segundos. Los participantes fueron estimulados para que pedalearan tan rápido como pudieran antes de la aplicación de la resistencia. Luego de la aplicación de la resistencia, los participantes intentaron pedalear a la máxima velocidad a través de los restantes 30 segundos. Los sujetos fueron estimulados verbalmente por los investigadores. El programa registró el esfuerzo de los participantes a cada segundo del ejercicio. Los valores de confiabilidad test-retest (r) para el test de Wingate están entre 0.89 y 0.99 (17).

El test de Bosco fue llevado a cabo en una plataforma de fuerza grande y cuadrada, unidimensional (23). Los participantes fueron instruidos para que realizaran saltos rápidos y continuos con el máximo esfuerzo durante los 60 segundos del test. Los participantes fueron instruidos para que descendieran hasta llegar aproximadamente a una flexión de rodillas de 90º durante la transición desde un salto al siguiente. Antes de la realización del test los participantes se colocaron en la posición de rodillas flexionadas anteriormente descrita para que se familiarizaran con la posición de flexión requerida. Durante el test, un investigador observaba el ángulo de la rodilla del atleta que estaba siendo evaluado y lo instruía para que incrementara o disminuyera la profundidad de la flexión de rodilla. Además se requirió que los participantes mantuvieran sus manos en la cintura a través de todo el test para así minimizar la contribución del tren superior al rendimiento del test. Los sujetos fueron estimulados verbalmente por los investigadores. La duración de 60 segundos para el test de Bosco fue elegida en base a experiencias previas que mostraron que el tiempo total de contacto contra el suelo era aproximadamente de 30 segundos, lo que se aproxima a la duración de la tensión muscular observada durante el Wingate test (31-33, 35). Se ha reportado que la confiabilidad del test de Bosco es de r=0.95 (7). En un estudio previo, sin relación con el presente (31), se evaluó la confiabilidad test-retest de los tests de Bosco realizados con 1 mes de separación entre atletas que se preparaban para participar en los Juegos Olímpicos de Sydney, y se halló un coeficiente de correlación intraclase de α=0.87.

Para determinar la concentración pico de lactato, se obtuvieron muestras sanguíneas, mediante la punción de la yema de los dedos, luego de que cada participante finalizara el test de Wingate así como también al finalizar el test de Bosco. Se tomaron muestras hasta que se observaba una reducción en la concentración de lactato en comparación con la muestra previa. Luego de finalizado el test se continuaron tomando muestras a los 3, 5, 7, 9 y 11 minutos postejercicio, para poder

obtener la concentración pico de lactato (11, 13, 29).

Análisis Estadísticos

Los participantes fueron asignados aleatoriamente a un grupo con un test inicial. Luego los datos fueron analizados por medio de estadística descriptiva, ANOVA 2 x 2 y 2 x 2 x 6 (sexo por test, y sexo por test por intervalo de ejercicio) con medidas repetidas para el test y el intervalo de ejercicio, utilizando también los coeficientes de correlación momento producto de Pearson. El análisis de los intervalos de ejercicio fue llevado a cabo dividiendo la duración total del test en 6 intervalos de ejercicio de 5 segundos para el test de Wingate y de 10 segundos para el test de Bosco (1, 6, 7, 17). El error tipo I fue estimado por medio del método de Dunn-Sidak (30, 38), y se estableció la significancia estadística a $p<0.01$. Todos los cálculos del ANOVA mostraron significancia estadística en el Test de Esfericidad de Mauchly. Como resultado, para interpretar los resultados de los análisis estadísticos, se utilizó el ajuste de Greenhouse-Geisser provisto por el SPSS (Statistical Program for the Social Sciences, Version 10.0.1, SPSS, Inc., Chicago, IL) (16, 39). Las estimaciones del tamaño del efecto (η^2) y los valores de potencia estadística (P_s) se obtuvieron con el programa estadístico SPSS (Version 10.0.1, Chicago, IL), y por medio del análisis Cohen (10). Los datos de la potencia fueron analizados como potencia absoluta, y potencia relativa a la masa corporal (W/kg), y por medio de la normalización alométrica de la masa corporal ($W/kg^{0.67}$) (19).

RESULTADOS

Valoraciones de la Potencia

Los resultados de este estudio (Tabla 1) mostraron que la potencia promedio (W/kg) fue estadísticamente diferente entre los sexos ($p<0.001$, $\eta^2=0.53$, P5=1.0), entre el tipo de test ($p<0.001$, $\eta^2=0.89$, $P_s=1.0$), y con la interacción entre el tipo de test y el sexo ($p<0.001$, $\eta^2=0.50$, P5=0.98). Los análisis de la potencia promedio absoluta mostraron un patrón similar (sexo: $p=0.001$, $\eta^2=0.97$, $P_s=0.97$; test: $p<0.001$, $\eta^2=0.91$, $P_s=1.0$; sexo × test: $p=0.002$, $\eta^2=0.42$, $P_s=0.93$), al igual que los análisis de la potencia promedio normalizada alométricamente (sexo: $p<0.001$, $\eta^2=0.64$, $P_s=1.0$; test: $p<0.001$, $\eta^2=0.93$, $P_s=1.0$; sexo × test: $p<0.001$,$\eta^2=0.52$, P5=0.99).

	Test de Bosco		Test de Wingate	
	Mujeres (n=9)	**Hombres (n=11)**	**Mujeres (n=9)**	**Hombres (n=11)**
W/kg	12.19	17.81	7.93	8.86
DE	2.39	2.73	1.59	1.09
Watts	922.53	1383.99	531.11	690.27
DE	339.42	172.45	116.47	77.28
Alométrico	50.23	74.76	29.38	37.22
DE	11.06	9.58	2.66	3.75

Tabla 1. *Valores de la potencia promedio para cada test y sexo.*

Los valores de potencia pico fueron calculados a partir de los valores obtenidos en los intervalos de 5 segundos en el test de Wingate y de 10 segundos en el test de Bosco (Tabla 2). Los resultados de la potencia promedio (W/kg) mostraron diferencias estadísticamente significativas para el sexo ($p=0.008$, $\eta^2=0.33$, $P_s=0.80$) y para el test ($p<0.001$, $\eta^2=0.85$, $P_s=1.0$). La interacción del sexo con el test no alcanzó significancia estadística ($p=0.17$, $\eta^2=0.01$, $P_s=0.07$). Para el pico de potencia absoluta se observó un patrón similar (sexo: $p=0.008$, $\eta^2=0.33$, $P_s=0.80$; test: $p<0.001$, $\eta^2=0.85$, P5=1.0; sexo × test: $p<0.684$, $\eta^2=0.01$, $P_s=0.07$). El análisis del pico de potencia normalizada alométricamente mostró un patrón diferente, en donde no se observaron diferencias estadísticamente significativas para el sexo y para la interacción del sexo con el test, aunque para el test se observaron diferencias significativas (sexo: $p=0.025$, $\eta^2=0.25$, P5=0.64; test: $p<0.001$, $\eta^2=0.79$, $P_s=1.0$; sexo × test: $p<0.562$, $\eta^2=0.02$, P5=0.09). Esta información respalda nuestra primera hipótesis, acerca de que los test difieren en la producción de potencia medida y de potencia pico. La normalización alométrica resultó en una relación diferente con respecto al pico de potencia debido al sexo.

	Test de Bosco		Test de Wingate	
	Mujeres (n=9)	**Hombres (n=11)**	**Mujeres (n=9)**	**Hombres (n=11)**
W/kg	19.21	23.65	9.03	12.62
DE	6.87	3.08	1.57	1.61
Watts	1531.76	1845.71	746.67	948.82
DE	1001.73	249.09	220.36	133.05
Alométrico	80.80	99.42	40.72	53.04
DE	35.91	11.30	5.57	6.11

Tabla 2. *Valores del pico de potencia para cada test y sexo.*

Los valores de potencia relativa en los intervalos de 5 y 10 segundos de los tests de Wingate y de Bosco, respectivamente, fueron promediados para examinar la producción de potencia en intervalos más cortos y regulares de los tests. Los resultados de las reducciones de los datos de los intervalos de ejercicio se muestran en la Tabla 3. El análisis de valores de potencia para los intervalos de trabajo (W/kg) resultó en diferencias estadísticas debido al sexo ($p<0.001$, $\eta^2=0.52$, $P_s=0.97$), al test ($p<0.001$, $\eta^2=0.93$, $P_s=1.0$), al intervalo de ejercicio ($p<0.001$, $\eta^2= 0.86$, $P_s=1.0$), a la interacción entre el test y el sexo ($p=0.004$, $\eta^2=0.38$, $P_s=0.86$), y a la interacción entre test e intervalo de ejercicio ($p<0.001$, $\eta^2=0.49$, $P_s=0.98$). Las interacciones entre intervalo de ejercicio y sexo, y entre test, intervalo de ejercicio y sexo no alcanzaron significancia estadística (todas $p>0.05$). Los análisis de los valores de potencia absoluta en los intervalos de trabajo (Watts) resultaron en diferencias estadísticas debido al sexo ($p<0.002$, $\eta^2=0.43$, $P_s=0.94$), al test ($p<0.001$, $\eta^2=0.91$, $P_s=1.0$), al intervalo de ejercicio ($p<0.001$, $\eta^2=0.75$, $P_s=1.0$) y a la interacción entre test y tiempo ($p<0.002$, $\eta^2=0.38$, $P_s=0.93$). La interacción entre test y sexo no alcanzó significancia estadística por un pequeño margen ($p<0.01$, $\eta^2=0.32$, $P_s=0.78$). Las interacciones entre intervalo de ejercicio y sexo y entre test, tiempo y sexo no alcanzaron significancia estadística (todas $p>0.05$). Los análisis de la potencia normalizada alométricamente en los intervalos de trabajo resultaron en diferencias significativas debido al sexo ($p<0.001$, $\eta^2=0.60$, $P_s=0.99$), al test ($p=0.003$, $\eta^2=0.93$, $P_s=1.0$), al intervalo de ejercicio ($p < 0.001$, $\eta^2=0.83$, $P_s=1.0$), a la interacción entre test y sexo ($p=0.003$, $\eta^2=0.39$, $P_s=0.89$), y a la interacción entre test e intervalo de ejercicio ($p<0.001$, $\eta^2=0.45$, $P_s=0.99$). La interacción entre test, intervalo de ejercicio y sexo no alcanzó significancia estadística ($p>0.05$).

Los resultados mostrados en la Tabla 3 también respaldan nuestra primera hipótesis: los test difieren en la producción de potencia promedio y potencia pico. El análisis de intervalos más cortos de ejercicio a lo largo de la duración de los test también mostró que el patrón global de la producción de potencia fue similar.

	Intervalo	Test de Bosco		Test de Wingate	
		Mujeres (n=9)	Hombres (n=11)	Mujeres (n=9)	Hombres (n=11)
W/kg	**1**	18.79	22.87	9.81	12.54
		7.23	3.85	0.99	1.78
	2	16.08	21.42	8.33	10.82
		2.29	3.87	0.95	1.62
	3	13.44	19.57	7.19	9.01
		2.29	3.87	0.95	1.62
	4	11.63	17.07	6.37	7.71
		2.84	3.43	0.95	0.97
	5	9.75	14.46	5.79	6.90
		1.75	3.02	0.93	0.80
	6	7.67	11.08	5.33	6.18
		1.75	1.94	1.03	0.67
Watts	**1**	1498.39	1783.30	745.82	976.82
		1017.71	303.10	221.12	136.69
	2	1222.43	1666.33	624.91	844.60
		411.40	286.83	161.69	129.82
	3	993.54	1520.59	523.67	701.51
		235.57	213.55	119.63	92.35
	4	853.88	1326.92	468.04	600.33
		219.45	244.42	85.32	61.47
	5	716.31	1121.20	425.04	536.64
		144.08	191.80	75.41	47.09
	6	552.45	858.61	338.78	481.40
Alométrico	**1**	73.03	96.09	40.67	52.67
		37.15	14.80	5.63	6.76
	2	66.62	89.94	34.36	45.48
		11.60	14.78	4.05	6.23
	3	55.19	8213	29.55	37.84
		9.09	11.78	3.71	4.80
	4	47.64	71.66	26.12	32.40
		9.98	13.12	2.55	3.16
	5	39.95	60.66	23.72	28.97
		5.31	11.27	2.55	2.40
	6	31.25	46.48	21.80	25.97
		5.10	6.80	3.04	2.08

Tabla 3. *Valores de la potencia en los intervalos de trabajo para cada intervalo de trabajo, test y sexo.*

Pico de Lactato

Los valores del pico de lactato post ejercicio fueron estadísticamente diferentes entre los sexos ($p=0.008$, $\eta^2=0.33$, $P_s=0.81$), pero no entre los tests ($p=0.13$, $\eta^2=0.12$, $P_s=0.32$), o debido a la interacción entre el tipo de test y el sexo ($p=0.99$, $\eta^2=0.00$, $P_s=0.05$) (Figura 1). Nuestra segunda hipótesis de que el pico de lactato no sería diferente entre los test, fue respaldada por los datos.

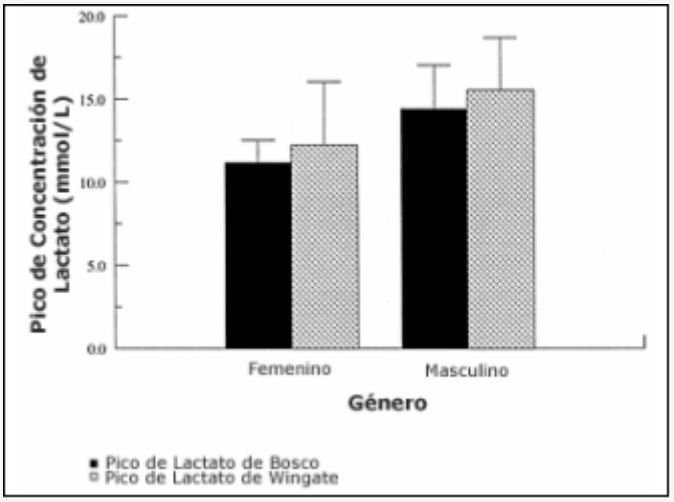


Figura 1. *Valores de la concentración pico de lactato para cada test y sexo.*

Relaciones entre la Potencia Promedio, el Pico de Potencia y las Concentraciones Pico de Lactato

Debido a las diferencias iniciales en los valores pico de lactato, los coeficientes de correlación momento producto de Pearson fueron calculados para cada sexo en forma separada. Este procedimiento fue seguido para evitar calcular un coeficiente de correlación que estuviera inflado debido al incrementado intervalo de valores en base a las diferencias sexuales (15). Las correlaciones en las concentraciones pico de lactato entre los test no alcanzaron significancia estadística (hombres: r(9)=0.46, p=0.16, P_s≈0.13; mujeres: r (7)=0.49, p=0.18, P_s≈0.10).

Correlaciones entre las Potencias Relativas (W/kg)

Las correlaciones entre los valores de lactato y los valores promedio y pico de potencia en ambos tests no alcanzaron significancia estadística ni entre los hombres ni entre las mujeres (todos p>0.05). Los resultados de los hombres que participaron en este estudio mostraron una correlación significativa entre la potencia promedio en el test de Bosco y la potencia promedio en el test de Wingate (r (7)=−0.18, p=0.65, P_s≈0.24). La correlación entre los valores promedio de potencia para las mujeres fueron negativas, pero no fueron estadísticamente significativas (r (7)=−0.18, p=0.65, P_s≈0.24). La correlación entre el pico de potencia entre los tests no fue estadísticamente significativa entre los hombres (r (9)=0.69, p=0.02, P_s≈0.46). Entre las mujeres, la correlación entre los valores de potencia pico tampoco fueron estadísticamente significativos (r (7)=0.40, p=0.28, P_s≈0.06).

Correlaciones entre los Valores Absolutos de Potencia (Watts)

Las correlaciones entre los valores de lactato y los valores de potencia promedio y potencia pico en ambos test no alcanzaron significancia estadística ni entre los hombres ni entre las mujeres (todas p>0.05). Cuando la potencia promedio fue expresada en términos absolutos, las mujeres mostraron una correlación significativa entre el test de Bosco y el test de Wingate (r (7)=0.88, p=0.002, P5≈0.88). Las correlación entre los valores de potencia pico en términos absolutos entre las mujeres no alcanzó significancia estadística (r (7)=0.73, p=0.024, P_s≈0.33). Entre los hombres, las correlaciones entre los valores de potencia promedio y potencia pico entre los tests alcanzaron significancia estadística (r (9)=0.82, p=0.002, P_s≈0.74; r (9)=0.88, p<0.001, P_s≈0.95, respectivamente).

Correlaciones entre los Valores de Potencia Normalizados Alométricamente (W/kg$^{0.67}$)

Las correlaciones entre los valores de lactato y los valores de potencia promedio y potencia pico no alcanzaron significancia estadística (todas p>0.05). Entre las mujeres, ninguna de las correlaciones entre los valores pico y promedio de potencia entre los test fue estadísticamente significativa (todas p>0.05). Entre los hombres, la correlación entre los valores promedio de potencia entre los tests alcanzó significancia estadística (r (9)=0.84, p=0.001, P_s 0.84). El pico de potencia entre los hombres no alcanzó significancia estadística (r (9)=0.72, p=0.013, P_s≈0.48).

Los análisis de correlación llevados a cabo con los datos de los tests resultaron en un respaldo parcial a nuestra tercera hipótesis: los test podrían estar solo modestamente correlacionados. Los hombres mostraron una fuerte correlación entre los valores de potencia promedio en ambos tests, mientras que las mujeres mostraron resultados algo paradójicos

dependiendo de cómo estuvieran expresadas la potencia promedio y la potencia pico.

DISCUSION

Los resultados de este estudio indican que el test de Bosco y el test de Wingate difieren en la expresión de los valores pico y promedio de potencia, sin importar como estuvieran expresados estos valores (i.e., valor absoluto, relativo a la masa corporal, o normalizado alométricamente) (25). Bosco y colegas indicaron que los test de Wingate y Margaria miden la conversión "química-mecánica" (7) (p. 273) en tanto que una serie de saltos también miden el componente muscular "elástico" (7, 13). Por ello, el test de Bosco y el test de Wingate deberían estar correlacionados, con al menos en alguna de cualquier varianza no explicada debido probablemente a la prevalencia de las acciones SSC en el test de Bosco. El test de Bosco de 60 segundos mostró una correlación de r=0.87 con la potencia promedio observada en el test de Wingate de 30 segundos, y una correlación de r=0.84 con la carrera de 60 m llanos (7). Una comparación previa del test de Wingate de 30 segundos y el test de Bosco mostró que el pico de potencia para el test de Bosco modificado fue de 21.29 (±5.77 W/kg) y la potencia promedio fue de 18.3 (±5.28 W/kg), mientras que el test de Wingate mostró que la media del pico de potencia fue de 11.69 (±0.98 W/kg) y la potencia promedio fue de 6.86 (±1.21 W/kg) (12). En un estudio previo llevado a cabo por Bosco et al., el test de Bosco resultó en una potencia promedio de 20 W/kg, mientras que el test de Wingate provocó una potencia promedio de 7 W/kg (7). Estos resultados son comparables con los obtenidos en este estudio (Tabla 1).

Aunque los valores de potencia pico y potencia promedio en ambos tests pueden proporcionar estimaciones útiles de la potencia y capacidad anaeróbica relativa a los dos tests, un análisis de mayor resolución acerca del rendimiento en los tests, con frecuencia puede ser de mucha utilidad. La división de los test de Wingate y de Bosco en pequeños segmentos de rendimiento en base al tiempo permite observar con mayor resolución los rendimientos durante los tests. Los análisis de los segmentos de menor duración con el test de Wingate han sido más frecuentes (1, 12, 17, 20) que con el test de Bosco (6, 7). La Tabla 3 muestra que las tendencias básicas de los valores de potencia por segmentos en ambos tests son similares, aunque se observaron mayores valores durante el test de Bosco. Los valores de η^2 indican que el factor dominante en el análisis pertenece al tipo de test y a los intervalos de los test, mientras que el sexo y las interacciones asociadas con el sexo tienen menos influencia. Aunque los dos tests pueden estar valorando diferentes aspectos del rendimiento anaeróbico, el patrón global de rendimiento es similar. El test de Bosco mostró mayores valores de potencia lo cual puede indicar la adición de las acciones SSC a la constelación de factores que contribuyen al rendimiento anaeróbico.

Nuestra segunda hipótesis fue respaldada por la falta de diferencia estadística ente los valores pico de lactato entre los dos tests. Sin embargo, la evidencia de la naturaleza anaeróbica de los dos test ha sido respaldada por la magnitud de los valores del pico de lactato en este estudio. La evidencia de la validez del test de Wingate como medición de los componentes anaeróbicos ha estado confinada a las comparaciones con otros test o tareas aparentemente anaeróbicas. Las correlaciones entre el test de Wingate y otros test o tareas, para los cuales se ha asumido o se ha medido que tienen un componente anaeróbico, muestran un rango entre r=0.2 hasta r=0.92 (1). Los valores pico de lactato en el test de Wingate han mostrado exceder los valores pico de lactato del test de Bosco entre jugadores de Basquetbol (15.4±2.1 mmol/L vs. 8.1±0.9 mmol/L, respectivamente) (7). Los valores pico de lactato en diversos test de Wingate están en un rango que va desde 11.2-14.8 mmol/L (5, 18, 27). Los valores pico de lactato hallados en este estudio son comparables con esos valores de lactato. Sin embargo, en contraste con estudios previos, los valores pico de lactato obtenidos en este estudio no fueron estadísticamente diferentes, mostrando una estrecha correspondencia entre los dos tests en los que se refiere a las concentraciones de lactato. La tendencia hacia mayores valores del pico de lactato obtenidos con el test de Wingate también fue observada en este estudio. En un estudio previo, la correlación entre los valores pico de lactato y los valores de potencia promedio en el test de Wingate fueron modestas (r=0.60) (1). Este estudio no mostró correlaciones estadísticamente significativas entre los valores pico o promedio de potencia y las concentraciones de lactato, tanto entre los hombres como entre las mujeres. Esto pudo deberse a los antecedentes de entrenamiento de los participantes y a potenciales diferencias en las distribuciones de los tipos de fibras.

Nuestra tercera hipótesis estuvo parcialmente respaldada en que las correlaciones fueron modestas. Sin embargo, la magnitud de las correlaciones, parecieron depender del método de expresión de la potencia. Este estudio parece tener una fortaleza estadística algo baja para realizar análisis de correlación, por lo cual se deben tener ciertas precauciones acerca de la interpretación de los resultados. En este estudio, con la utilización de valores relativos de potencia (W/kg), se observó que los rendimientos entre las mujeres resultaron en una correlación estadísticamente no significativa entre los tests. Paradójicamente, también mostró una correlación negativa, aunque muy pequeña, indicando que aquellos con un alto rendimiento en el test de Wingate deberían tener un bajo rendimiento en el test de Bosco. Esta paradoja puede deberse a los antecedentes deportivos de las mujeres que participaron en este estudio. Aproximadamente la mitad de las mujeres que participaron en el estudio participaban en eventos de pista y de lanzamientos. Por lo tanto, varios de estos participantes no estaban entrenados en saltos y tuvieron cierta dificultad en completar el test de Bosco, los atletas fueron capaces de

realizar el test de Wingate, donde estaban apoyados/sentados, con menos dificultad. Cuando la potencia fue expresada en términos absolutos (Watts), tanto hombres como mujeres mostraron correlaciones estadísticamente significativas entre los tests. Esto respalda la idea de que el tamaño de la muestra y el modo de expresar el rendimiento pueden tener una influencia considerable sobre los resultados, tanto en el test de Wingate como en el test de Bosco, lo cual que puede explicar, al menos parcialmente, por que las correlaciones entre los valores de potencia entre los test en las mujeres en este estudio fueron paradójicas. Las comparaciones entre un test en donde el peso esta apoyado (como en el test de Wingate) con otro donde el peso debe ser trasladado (como en el test de Bosco) pueden sufrir cambios cuando las comparaciones se realizan en relación a la masa corporal y cuando ser normalizan los resultados por medio de la escala alométrica.

Los resultados de este estudio indican que los test de Bosco y de Wingate, si bien ambos son anaeróbicos por naturaleza, miden aspectos algo diferentes del rendimiento anaeróbico. Además, el test de Bosco puede ser una forma de evaluación más adecuada para deportistas entrenados en saltos.

Como conclusión, en general nuestras tres hipótesis fueron respaldadas por los datos obtenidos. En base a los resultados del estudio, se puede decir que el test de Bosco parece ser un buen test para medir la potencia y la capacidad anaeróbica en comparación con el test de Wingate. Sin embargo, el test de Bosco puede ser un pobre indicador del metabolismo anaeróbico cuando los participantes no están entrenados en actividades de salto. En contraste, esta debilidad puede ser considerada también como su principal fortaleza cuando los atletas están entrenados en actividades relacionadas a los saltos. Los análisis de correlación mostraron ciertos resultados paradójicos, particularmente con respecto a las mujeres. Los tests anaeróbicos, tales como el test de Bosco y el test de Wingate, todavía deben ser sometidos a valoraciones de validez y confiabilidad debido a que todavía quedan preguntas acerca de cómo estos tests pueden aplicarse a deportistas con antecedentes deportivos específicos, a distintos deportes, a esfuerzos de distintas duraciones de distintas intensidades.

Aplicaciones Prácticas

El test de Bosco es un atractivo test de salto que puede ser una medida más específica de la potencia y la capacidad anaeróbica entre deportistas entrenados en actividades relacionadas a los saltos en comparación con el test de Wingate. Los deportes como la gimnasia, el atletismo de pista y campo, el basquetbol, el voleibol y otros deportes similares se pueden beneficiar de un test de potencia anaeróbica que involucre acciones musculares con ciclos de estiramiento acortamiento en lugar de un test en donde la tensión muscular sea predominantemente concéntrica. El test de Bosco puede ser utilizado para obtener casi la misma información que la que se ha obtenido tradicionalmente utilizando el test de Wingate, a la vez que se emplea una tarea específica de salto.

Dirección para el envío de correspondencia

William A. Sands, correo electrónico: bill.sands@usoc.org

REFERENCIAS

1. Bar-Or, O (1987). The Wingate anaerobic test: An update on methodology, reliability, and validity. *Sports Med. 4:381–39*
2. Bar-Or, O (1996). Anaerobic performance. *In: Measurement in Pediatric Exercise Science. D. Docherty, ed. Champaign, IL: Human Kinetics. pp. 161–182*
3. Bar-Or, O., R. Dotan, and O. Inbar (1977). A 30 second all-out ergometer test–its reliability and validity for anaerobic capacity. *Israel J. Med. Sci. 13:126–130*
4. Bar-Or, O., R. Dotan, O. Inbar, A. Rothstein, J. Karlsson, and P. Tesch (1980). Anaerobic capacity and muscle fiber type distribution in man. *Int. J. Sports Med. 1:82–85*
5. Beneke, R., C. Pollmann, I. Bleif, R. M. Leithauser, and M. Hutler (2002). How anaerobic is the Wingate Anaerobic Test for humans?. *Eur. J. Appl. Physiol. 87:388–392*
6. Bosco, C., P.V. Komi, J. Tihanyi, G. Fekete, and P. Apor (1983). Mechanical power test and fiber composition of human leg extensor muscles. *Eur. J. Appl. Physiol. 51:129–135*
7. Bosco, C., P. Luhtanen, and P.V. Komi (1983). A simple method for measurement of mechanical power in jumping. *Eur. J. Appl. Physiol. 50:273–282*
8. Bosco, C., P. Mognoni, and P. Luhtanen (1983). Relationship between isokinetic performance and ballistic movement. *Appl. Physiol. 51:357–364*
9. Bouchard, C., A.W. Taylor, J. Simoneau, and S. Dulac (1991). Testing anaerobic power and capacity. *In: Physiological Testing of the High-Performance Athlete. Duncan MacDougall, Wenger and Green, eds. Champaign, IL: Human Kinetics, pp. 175–221*
10. Cohen, J (1988). Statistical Power Analysis for the Behavioral Sciences. *Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum Associates*
11. Emmert, J (1995). Analytical requirements for the measurement of lactate. *In: Workshop Report Accusport. E. Ramstetter, ed.*

Mannheim, Germany: Boehringer Mannheim GmbH. pp. 26–28
12. Fabian, N. M., K.J. Adams, M.P. Durham, R.L. Kipp, J.M. Berning, A.W. Swank, and B.A. Stamford (2001). Comparison of power production between the Bosco and Wingate 30-second power tests. *Med. Sci. Sports Exer. 33: (5) S25*
13. Foster, C., L.L. Hector, K.S. McDonald, and A.C. Snyder (1995). Measurement of anaerobic power and capacity. *In: Physiological Assessment of Human Fitness. Maud, P. J. and C. Foster, eds. Champaign, IL: Human Kinetics. pp. 73–85*
14. Gray, R.K., K.B. Start, and D.J. Glencross (1962). A test of leg power. *Res. Q. 33: (1) 44–50*
15. Hays, W. L (1994). Statistics. *New York: Holt, Rinehart, and Wilson, Inc*
16. Hedderson, J (1991). SPSS/PC+ Made Simple. *Belmont, CA: Wadsworth Publishing*
17. Inbar, O., O. Bar-Or, and J.S. Skinner (1996). The Wingate Anaerobic Test. *Champaign, IL: Human Kinetics*
18. Jacob, C., H. Zouhal, S. Vincent, A. Gratas-Delamarche, P. M. Berthon, D. Bentue-Ferrer, and P. Delamarche (2002). Training status (endurance or sprint) and catecholamine response to the Wingate-test in women. *Int. J. Sports Med. 23:342–347*
19. Jaric, S (2003). Role of body size in the relation between muscle strength and movement performance. *Exerc. Sport Sci. Rev. 31:8–12*
20. Jastrzebski, Z (1995). Selected aspects of the assessment of anaerobic capacity by applying the Wingate test. *Biol. Sport. 12:131–135*
21. Katch, V., A. Weltman, R. Martin, and L. Gray (1978). Optimal test characteristics for maximal anaerobic work on the bicycle ergometer. *Res. Q. 48:(2) 319–327*
22. Kirkendall, D.T., and G.M. Street (1986). Mechanical jumping power in athletes. *Br. J. Sports Med. 20:(4) 163–164*
23. Major, J.A., W.A. Sands, J.R. McNeal, D.D. Paine, and R. Kipp (1998). Design, construction, and validation of a portable one-dimensional force platform. *J. Strength Cond. Res. 12:(1) 37–41*
24. Manning, J. M., C. Dooly-Manning, and D.H. Perrin (1988). Factor analysis of various anaerobic power tests. *J. Sports Med. Phys. Fitness. 28:138–144*
25. Maud, P.J., and B.B. Shultz (1986). Gender comparisons in anaerobic power and anaerobic capacity tests. *Br. J. Sports Med. 20:(2) 51–54*
26. Mayhew, J. L., L.M. Prather, K. McGuire, T.E. Ball, and J.C. Bowen (1999). Validation of gender difference in the Margaria-Kalamen Anaerobic Power Test. *J. Hum. Move. Stud. 36:289–301*
27. Nummela, A., M. Alberts, R.P. Rijntjes, P. Luhtanen, and H. Rusko (1996). Reliability and validity of the maximal anaerobic running test. *Int. J. Sports Med. 17: (Suppl 2). S97–S102*
28. Patton, J. F., and A. Duggan (1987). An evaluation of tests of anaerobic power. *Aviat. Space Environ. Med. 58:237–242*
29. Robkopf, P., W. Lamprecht, and H. Liesen (1995). The Accusport analyzer and its operation. *In: Workshop Report Accusport. E. Ramstetter, C. Zieres-Nauth, and M. Mack, eds. Mannheim, Germany: Boehringer Mannheim GmbH, pp. 33–36*
30. Ryan, T.A (1959). Multiple comparisons in psychological research. *Psychol. Bul. 56:(1) 26–47*
31. Sands, W.A (2000). Olympic Preparation Camps 2000 Physical Abilities Testing. *Technique. 20:(10) 6–19*
32. Sands, W.A (2000). Physiological aspects of gymnastics. *In: Actes des 2émes Journées Int. d Etudes de l A.F.R.A.G.A. Univ. de Rennes, Rennes, France. pp. 68–71*
33. Sands, W.A., J.R. McNeal, and M. Jemni (2001). Anaerobic power profile. *Technique. 21: (5) 5–9*
34. Sands, W.A., J.R. McNeal, and M. Jemni (2001). Fitness profile comparisons: USA Women s Junior, Senior, and Olympic Gymnastics Teams. *J. Strength Cond. Res. 15:(3) 398*
35. Sands, W.A., J.R. McNeal, and M. Jemni (2002). Does average jumping power keep pace with increasing age and size in U.S. National Team female gymnasts. *Med. Sci. Sports Exer. 34:(5) S143*
36. Sargent, D.A (1921). The physical test of a man. *Amer. Phys. Ed. Rev. 26:188–194*
37. Semenick, D (1990). The vertical jump. *Natl. Strength Cond. Assoc. J. 12:(3) 68–69*
38. Sokal, R.R., and F. James Rohlf (1969). Biometry. *New York: W.H. Freeman*
39. SPSS (1999). SPSS Base 10.0 Applications Guide. *Chicago: SPSS*
40. Van Praagh, E (1996). Testing anaerobic performance. *In: The Child and Adolescent Athlete. O. Bar-Or, ed. Oxford, England: Blackwell Science, Ltd. pp. 602–616*
41. Vandewalle, H., G. Peres, and H. Monod (1987). Standard anaerobic exercise tests. *Sports Med. 4:268–289*

Cita Original

Sands, W.A., J.R. McNeal, M.T. Ochi, T.L. Urbanek, N. Jemni, and M.H. Stone. Comparison of the Wingate and Bosco anaerobic tests. J. Strength Cond. Res.; Vol. 18, No. 4, pp. 810–815, 2004.