PubliCE, (PubliCE) 2002

Research

Evaluación de un Nuevo Sistema de Medición de la Potencia Anaeróbica

Jay R Hoffman[1] y Jie Kang[1]

[1]*Department of Health and Physical Education, The College of New Jersey, Ewing, New Jersey 08628.*

RESUMEN

El propósito de este estudio fue evaluar la confiabilidad de un nuevo sistema de rendimiento atlético anaeróbico. El sistema es propuesto para medir la altura del salto vertical, la potencia anaeróbica a través de saltos repetitivos, y la reacción tanto a un estímulo auditivo como visual. Ciento veintitrés sujetos (92 varones y 31 mujeres, media±DS; edad, 20.5±2.1 años; masa corporal, 83.1±20.4kg; talla, 176.0±9.2cm) se ofrecieron voluntariamente a participar en el estudio. Para evaluar la confiabilidad del nuevo dispositivo de medición, los sujetos fueron evaluados en 3 ocasiones separadas (T1, T2, y T3). Cada visita al laboratorio estuvo separada por lo menos por 72 hs, pero no por más de 1 semana. Durante cada sesión de evaluación los sujetos realizaron un salto con contramovimiento (CMJ), un test de potencia anaeróbica de 30 saltos consecutivos (30JT), y la reacción a tanto un estímulo auditivo como visual. Los resultados no mostraron diferencias entre T1, T2, y T3, tanto en las evaluaciones de altura del CMJ como del 30JT. Sin embargo, la reacción a un estímulo auditivo o visual mejoró significativamente durante cada sesión de evaluación. La confiabilidad intraclase del CMJ y el 30JT fue mayor que 0.96 a través de las 3 pruebas. Fueron observados coeficientes de correlación de Pearson >0.90 para el CMJ y el 30JT, indicando una alta confiabilidad test-retest. La confiabilidad test-retest para cada test de reacción fue menor (r entre 0.72 y 0.83). Un gráfico Bland-Altman mostró una concordancia limitada entre los métodos para la evaluación de la altura del salto vertical. Los resultados indicaron que este nuevo dispositivo de evaluación muestra una alta confiabilidad para evaluar tanto la altura del CMJ como la potencia anaeróbica. Además, la evaluación de la potencia anaeróbica en un test de saltabilidad proporciona una medición específica de la potencia anaeróbica para muchos deportes incorporando patrones de rendimiento similares.

Palabras Clave: salto vertical, potencia anaeróbica, tiempo de reacción, rendimiento atlético

INTRODUCCION

El test anaeróbico de Wingate es un test en bicicleta ergométrica realizado en el laboratorio diseñado para medir la potencia pico, potencia media, y porcentaje de fatiga. Es considerado el test más común para determinar la aptitud anaeróbica (1). Sin embargo, diferentes estudios recientes han sugerido que el test de Wingate puede no ser el test más apropiado para analizar la potencia anaeróbica en el atleta (8, 10, 12, 13). Un gran interés de muchos de estos estudios se centró en la aplicabilidad de un test en bicicleta ergométrica para evaluar la potencia anaeróbica en atletas que realizan principalmente actividades de esprint. La falta de patrones de actividad específicos del test de Wingate en estos atletas ha conducido al desarrollo de test tanto de carrera (6, 12) como de saltabilidad (4) para proporcionar una medición más específica de la potencia anaeróbica.

Una serie de estudios ha validado el uso de un test de saltabilidad repetitivo para evaluar el rendimiento de la potencia anaeróbica en los atletas (3, 4). Los test de saltabilidad son bastante atractivos considerando que proporcionan una medición más específica de la potencia en muchos atletas. Muchos de estos test de saltabilidad requieren el uso de una

plataforma de fuerza, y de este modo han limitado su uso solo a las evaluaciones de laboratorio. Sin embargo, los avances tecnológicos recientes han resultado en el desarrollo de aparatos de evaluación que son portátiles y permiten al científico del deporte llevar el laboratorio hacia el entrenador y el atleta. Estos avances no solo han expandido la posibilidad de evaluar un mayor número de atletas debido a la mayor accesibilidad, sino que han expandido el uso potencial de estos dispositivos como no solo una herramienta de evaluación sino quizás también como una modalidad de entrenamiento también. El sistema de evaluación Pro-Vitsa es un dispositivo de evaluación neuromuscular computarizado, el cual ha sido propuesto que proporciona a los entrenadores con los medios científicos para evaluar objetivamente y cuantificar el rendimiento en el salto vertical, potencia del salto vertical, y tiempo de reacción. El propósito de esta investigación fue evaluar este nuevo sistema de evaluación del rendimiento atlético.

METODOS

Sujetos

Ciento veintitrés hombres (n=92) y mujeres (n=31), que fueron informados acerca de los riesgos y beneficios de este proyecto accedieron voluntariamente a participar como sujetos de este estudio (media±DS: edad, 20.5±2.1 años; peso corporal, 83.1±20.4kg; talla, 176.0±9.2cm). Noventaiseis de estos sujetos eran atletas universitarios (52 jugadores de fútbol americano, 15 jugadores de fútbol, 11 deportistas de distintas disciplinas de atletismo, 9 jugadores de básquet, 7 luchadores, y 2 jugadores de baseball) que participaban en el programa atlético NCAA División III. Los sujetos restantes eran estudiantes del departamento de Salud y Educación Física de la universidad.

Procedimientos de las Evaluaciones

Los sujetos se reportaron al laboratorio de rendimiento humano en 3 ocasiones separadas (T1, T2, y T3). Cada visita al laboratorio estuvo separada por períodos de tiempo de por lo menos 72 horas, pero no más de 1 semana. El orden de evaluación puede ser visto en la Tabla 1. Solo 70 de los sujetos que se ofrecieron volutariamente fueron capaces de hacer las evaluaciones en las 3 ocasiones separadas. Cuarenta de los sujetos hicieron 2 evaluaciones, y 43 sujetos hicieron las evaluaciones solo una vez.

Evaluación de la Potencia Anaeróbica

La potencia anaeróbica fue evaluada tanto con el test de la potencia anaeróbica de Wingate (WAnT) como con el test de 30 saltos (30JT) en el sistema Pro-Vitsa (Athletic Training Análisis, Columbia, MD). El WAnT fue realizado en una bicicleta ergométrica Monark computarizada (Modelo 834W, Varberg, Suecia). El asiento fue ajustado a una altura predeterminada para permitir que se alcance la extensión completa de la rodilla con el tobillo flexionado a 90º. Fueron usadas punteras en los pedales y fue requerido que los sujetos permanecieran sentados durante la duración del test.

Los sujetos entraron en calor durante 5 minutos a una frecuencia de pedaleo de 60-70rpm. Fueron realizados dos esprints de 5 segundos sin carga al final del minuto 3 y 5 del período de entrada en calor. Fue registrada la máxima frecuencia de pedaleo alcanzada durante los esprints. Después de un minuto de descanso, los sujetos realizaron nuevamente el WAnT contra una resistencia de 0.075kg. kg de masa corporal^{-1}. Los sujetos fueron instruidos para pedalear tan rápido como fuera posible a partir del inicio del test. La resistencia era aplicada cuando era alcanzada el 75% de la frecuencia de pedaleo máxima. Los sujetos fueron alentados verbalmente para mantener la mayor frecuencia de pedaleo que fuera posible a través de toda la duración del test de 30 segundos. Fueron calculadas la potencia pico de los sujetos (determinada como el mayor valor a través de un período de 5 segundos de evaluación) y la potencia media (determinada como la potencia promedio a través de toda la evaluación de 30 segundos) para cada test.

El test de potencia anaeróbica de 30 saltos fue iniciado con el sujeto parado sobre la plataforma de contacto cubierta de goma, con una interface a una computadora (ver Figura 1). Luego de 5-10 minutos de entrada en calor que incluyeron diferentes ejercicios calinestésicos y estiramientos suaves, los sujetos se paraban sobre la plataforma. El test era iniciado por medio de una señal de audio de la caja de estimulación. Luego de la señal el sujeto realizaba 30 saltos verticales consecutivos con contramovimiento. Los sujetos fueron instruidos para maximizar la altura de cada salto mientras minimizaban el tiempo de contacto con la plataforma entre los saltos. Para cada salto en la serie (excepto para el primer salto para el cual los resultados no fueron registrados), fueron calculadas la altura del salto y la potencia mecánica. La altura del salto fue calculada en base al tiempo de vuelo registrado por la computadora. Usando el peso corporal y la altura del salto calculada, fue calculado el trabajo mecánico. Finalmente, usando tanto el trabajo mecánico como el tiempo de contacto entre los saltos, fue calculada la potencia anaeróbica máxima (5). La potencia pico fue determinada como la mayor producción de potencia registrada de los 30 saltos. La potencia media fue determinada como la producción de

potencia promedio de los 30 saltos.

La frecuencia cardiaca máxima fue registrada inmediatamente post-ejercicio luego de ambos tests. La frecuencia cardiaca fue medida usando un monitor de la frecuencia cardiaca Polar Sport Tester (Polar Electro, Woodbury, NY). Además, el lactato sanguíneo fue determinado por medio de una muestra de sangre capilar tomada 5 minutos post-ejercicio luego de los tests de potencia anaeróbica. Los análisis de lactato sanguíneo fueron realizados con un analizador de lactato portátil Accusport (Sports Resource Group, Hawthorne, New York). Investigaciones previas han demostrado una alta precisión y confiabilidad (r=0.99) de este dispositivo de medición (7).

Determinación de la Altura del Salto Vertical

La altura del salto vertical fue medida por medio de un salto vertical máximo con contramovimiento (CMJ) usando tanto el sistema Vertec (Sports Imports, Columbus, Ohio) como el sistema Pro-Vitsa. Durante el CMJ, los sujetos comenzaban en una posición desde parados y se colocaban en una posición de media sentadilla antes de saltar. Cada sujeto realizó 5 saltos con cada aparato de evaluación. La altura del salto vertical usando el sistema Vertec fue determinada sustrayendo la altura alcanzada con el sujeto parado de la máxima altura de salto. Fue registrada la mayor altura del CMJ alcanzada. La altura del salto vertical usando el sistema Pro-Vitsa fue determinada en una forma similar a la descrita previamente para la potencia anaeróbica, la principal diferencia fue que al sujeto se le indicó saltar con una señal de audio computarizada antes de cada salto. La altura del salto vertical fue determinada por el tiempo de vuelo.

Test de Reacción

El tiempo de reacción también fue evaluado con el sistema Pro-Vitsa. Fue evaluada la reacción tanto a estímulos auditivos como visuales. El orden de evaluación fue determinado al azar. El sujeto comenzó el test parado sobre la plataforma de contacto recubierta en goma con una interface computarizada. El estímulo (auditivo o visual) ocurrió después de un lapso de tiempo generado al azar. Luego de escuchar o ver el estímulo, el sujeto saltaba al costado de la plataforma tan rápido como fuera posible. Los sujetos fueron instruidos para dejar un pequeño espacio entre sus pies y la plataforma para romper el contacto con la misma en el menor tiempo que fuera posible. Era registrado el tiempo transcurrido entre el estímulo y el tiempo en el cual se rompía el contacto con la plataforma. Cada sujeto tenía 5 intentos. Era registrado el menor tiempo de reacción.

Análisis Estadísticos

Inicialmente, fue realizado un análisis de varianza de mediciones repetidas a una vía (ANOVA) para examinar el efecto de las evaluaciones repetidas sobre las mediciones de rendimiento con el sistema Pro-Vitsa. Para la altura del CMJ y 30JT, no fueron observadas diferencias significativas entre las sesiones de evaluación. Así fueron usados test t apareados para comparar la altura del CMJ y 30JT alcanzada con el sistema de evaluación Pro-Vitsa durante T1 con la altura del CMJ y los resultados de potencia anaeróbica alcanzados a partir del sistema Vertec y WAnT, respectivamente. Los coeficientes de confiabilidad intraclase fueron calculados para cada test usando ANOVA. Fueron usadas correlaciones momento-producto de Pearson para examinar correlaciones bivariadas seleccionadas. El test ANOVA fue también empleado para examinar las diferencias en el rendimiento entre los subgrupos de varones, mientras que fueron usados test t de Student desapareados para examinar las diferencias entre los subgrupos de mujeres. Fue usado un gráfico Bland-Altman (2) para evaluar la concordancia entre las alturas de salto vertical alcanzadas a partir del sistema Vertec y las alcanzadas con el sistema Pro-Vitsa. Todos los datos son reportados como medias±DS.

RESULTADOS

No fueron observadas diferencias significativas entre T1, T2, o T3 en las evaluaciones de tanto la altura del salto vertical o 30JT a partir del sistema de evaluación Pro-Vitsa (ver Figuras 2A y 2B). Sin embargo, la reacción a un estímulo auditivo o visual mejoró significativamente durante cada sesión de evaluación (ver Figura 2C). Fueron observados coeficientes de correlación de r>0.88 para tanto el test de salto vertical como de potencia anaeróbica, indicando una alta confiabilidad test-retest (ver Tabla 2). Sin embargo, la confiabilidad test-retest para los tests de reacción fue ligeramente menor con coeficientes de correlación entre r=0.72 a 0.83.

Las confiabilidades intraclase promedio alcanzadas a partir de todas las variables de rendimiento medidas con el dispositivo de evaluación Pro-Vitsa, pueden ser vistas en la Tabla 3. El coeficiente de confiabilidad (r) tuvo un valor promedio mayor que 0.96 para la altura del salto vertical, potencia pico, y potencia media. Los coeficientes de confiabilidad intraclase fueron ligeramente menores para los tests de reacción (r=0.79 y 0.81 en la reacción a un estímulo auditivo y

visual, respectivamente).

Las alturas del salto vertical alcanzadas a partir del dispositivo de evaluación Pro-Vitsa correlacionaron significativamente (r=0.69) con las alturas de los saltos observadas a partir de alturas de los saltos alcanzadas a partir de las evaluaciones con el sistema de evaluación Vertec. Sin embargo, los resultados a partir del Vertec fueron significativamente mayores (60.4±12.3cm) que aquellos observados a partir del sistema Pro-Vitsa (45.2±9.9cm).

Las comparaciones entre los tests de potencia anaeróbica (30JT y WanT) mostraron correlaciones moderadas, pero significativas (r=0.55 y 0.56) en tanto la potencia pico como media, respectivamente. Sin embargo, tanto los rendimientos en la potencia pico como media fueron significativamente mayores en 30JT (1567±544 W y 1258±462 W, respectivamente) que aquellos obtenidos durante el WanT (791±217 W y 622±167 W, respectivamente). Aunque las frecuencias cardiacas pico luego de los tests de la potencia anaeróbica estuvieron significativamente correlacionadas (r=0.58), la correlación entre las concentraciones de lactato sanguíneo post-ejercicio (r=0.06) entre estos tests indicaron una baja correlación, si es que existió alguna, entre estas variables. Además, tanto la frecuencia cardiaca pico como las concentraciones de lactato pico fueron significativamente mayores luego del test de WanT (182.4±10.5 $lat.min^{-1}$ y 13.6±5.1$mmol.L^{-1}$) que las observadas luego del 30JT (168.0±17.8$lat.min^{-1}$ y 7.3$mmol.L^{-1}$).

La Tabla 4 proporciona resultados descriptivos para los grupos de poblaciones atléticas específicas de este estudio. Los resultados para equipos de fútbol americano, lucha, básquetbol masculino y fútbol femenino fueron evaluados durante este estudio. Además, los resultados a partir de las evaluaciones de los estudiantes de educación física también son incluidos para los propósitos de comparación. Otros voluntarios para el estudio fueron también miembros de los equipos atléticos interuniversitarios. Sin embargo, un número insuficiente de sujetos para cada uno de los otros equipos no permitió que sean reportados resultados significativos. Tanto los jugadores de básquetbol como los jugadores de fútbol americano de posiciones que requieren destreza (*defensive backs, quarterbacks, running backs, y wide receivers*) saltaron significativamente más alto que los hombres de línea de fútbol americano. Fueron observadas diferencias significativas en las producciones absolutas de potencia pico y media, así como en la producción de potencia media relativa, entre los jugadores de posiciones que requieren destreza en el fútbol americano y los estudiantes de educación física varones. Además, fueron observadas diferencias significativas en tanto las producciones de potencia relativa pico y media entre los jugadores de fútbol americano de posiciones que requieren destreza y los hombres de línea de fútbol americano. Los análisis entre las jugadoras de fútbol y las estudiantes de educación física solo mostraron diferencias significativas en la potencia pico absoluta.

Las comparaciones entre sexos fueron realizadas entre los estudiantes de educación física varones y mujeres. Fueron observadas diferencias significativas en el CMJ y las mediciones absolutas de tanto la potencia pico como media. Sin embargo, no fueron observadas diferencias significativas entre las mujeres y los hombres cuando fue comparado el rendimiento de potencia relativo a la masa corporal.

La diferencia entre la altura del salto vertical alcanzada a partir de los sistemas de evaluación Vertec y Pro-Vitsa fueron graficadas vs. la altura del salto vertical media por el método de Bland y Altman (2) y este gráfico es ilustrado en la Figura 3. Los resultados sugieren que no hay una buena concordancia entre los métodos para evaluar el salto vertical.

Día 1
1. Entrada en calor (5 minutos)
2. Vertec
3. Sistema Pro-Vitsa
a. evaluación del salto vertical
b. carrera de reacción
c. test de 30 saltos
Día 2
1. Entrada en calor (5 minutos)
2. Sistema Pro-Vitsa
a. evaluación del salto vertical
b. carrera de reacción
c. evaluación de 30 saltos
3. test de la potencia anaeróbica de Wingate
Día 3
1. Entrada en Calor (5 minutos)
2. Sistema Pro-Vitsa
a. evaluación del salto vertical
b. carrera de reacción
c. evaluación de 30 saltos

Tabla 1. *Orden de evaluación.*

Test	T1-T2 (r)	T2-T3 (r)
Salto Vertical	0.96	0.97
Potencia Anaeróbica		
Potencia Pico	0.88	0.96
Potencia Media	0.91	0.96
Carrera de Reacción		
Auditivo	0.77	0.83
Visual	0.72	0.80

Tabla 2. *Confiabilidades test-retest para los test de salto vertical, potencia anaeróbica y reacción en el sistema Pro-Vitsa.*

Test	r
Altura del salto vertical	0.98
Potencia pico	0.96
Potencia media	0.98
Reacción a un estímulo visual	0.81
Reacción a un estímulo auditivo	0.79

Tabla 3. *Confiabilidad intraclase promedio para mediciones específicas del sistema de evaluación Pro-Vitsa.*

Grupo	Talla (cm)	Peso (kg)	Altura del salto vertical (cm)	Potencia Pico (W)	Potencia Pico (W/kg)	Potencia Media (W)	Potencia Media (W/kg)
Subgrupos de hombres							
Fútbol Americano							
Hombre de línea (n=25) (OL, DL, TE, LB)	182.4±5.8	109.5±19.3	45.5±6.9	1821±443.8	16.8±5.2	1430±380.0	13.4±4.1
Backs (QB, RB, WR, DB)	176.9±6.7	84.3±7.9	53.0 †±5.7	2003.9 †±400.7	24.0 †±5.2	1614.3 ±318.4	19.4‡† ±4.1
Básquetbol (n=9)	184.6±5.9	2.6±7.5	53.6 † ±7.1	1797.0±390.2	21.8±5.0	1480.1±321.4	17.9±3.8
Lucha (n=7)	175.7±4.4	82.9±6.5	47.1±6.8	1525±192.1	18.5±2.7	1165.2±233.2	13.9±3.7
Estudiantes de educación física varones (n=16)	176.7±7.5	83.6±16.6	48.1 § ±9.9	1550.6 § ±456.7	18.8±5.6	1175.6 §±373.0	14.3±4.3
Subgrupos de mujeres							
Mujeres Futbolistas (n=13)	167.2±7.0	62.5±7.6	32.8±4.0	972.5 § ±252.1	15.7±4.2	777.2±256.8	12.6±4.3
Estudiantes de educación física mujeres (n=9)	161.9±5.3	56.9±4.4	29.8±3.5	686.6±229.6	12.9±3.0	525.6±192.0	9.2±3.2

Tabla 4. *Altura del salto vertical y rendimiento de potencia con el sistema de evaluación Pro-Vitsa. * OL=hombre de línea ofensivo; DL=hombre de línea defensivo; TE=tight ends; LB=linebackers; QB=quaterbacks; RB=running backs; WR=wide receivers; DB=defensive backs. † Significativamente mayor que el hombre de línea de fútbol americano; ‡ Significativamente mayor que los estudiantes de educación física varones; § Significativamente mayor que las estudiantes de educación física.*

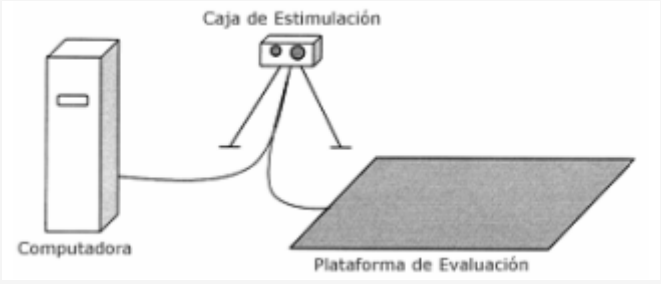


Figura 1. *Plataforma de contacto recubierta en goma, con una interface a una computadora con el dispositivo estimulador.*

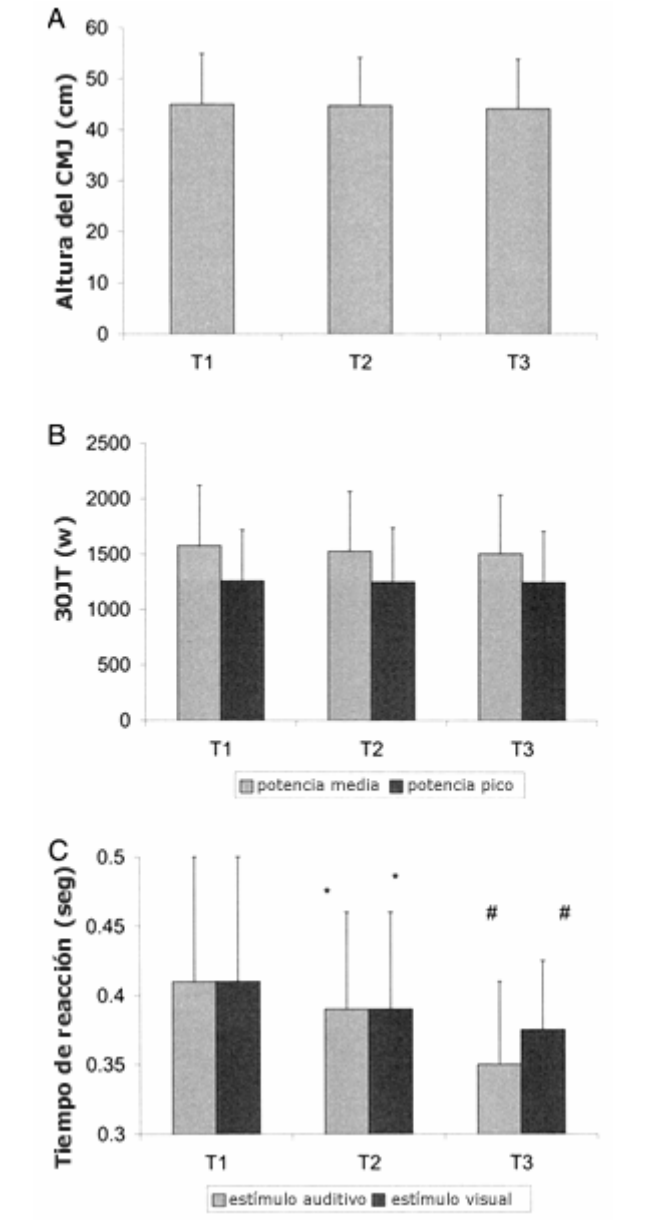


Figura 2. *Altura del salto vertical, rendimiento del salto, y tiempo de reacción a partir de evaluaciones repetidas en el sistema de evaluación Pro-Vitsa. (A)=altura del salto vertical; (B)=potencia anaeróbica del salto, (C)=reacción a estímulos auditivos y visuales. Todos los resultados son reportados como media±DS. *=significativamente diferente con respecto a T1; #=significativamente diferente con respecto a T2.*

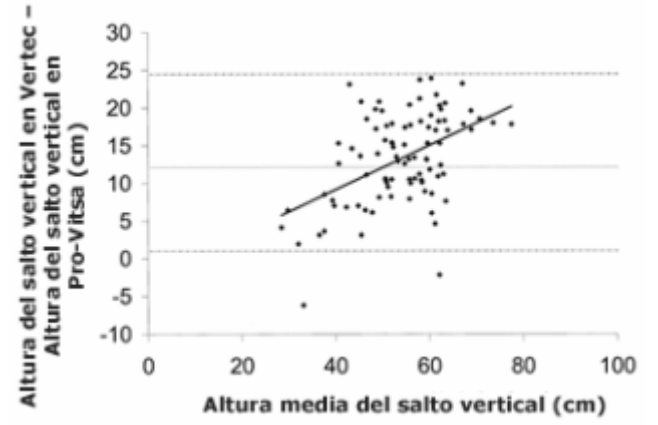


Figura 3. *Diferencia entre el salto vertical evaluado por el sistema de evaluación Vertec y Pro-Vitsa graficada versus el valor medio del salto vertical por el método de Blandd y Altman (2). Las líneas punteadas representan media±2DS, y=0.2943–2.6404, r2= 0.23, p<0.05.*

DISCUSION

El uso de un test de saltabilidad para evaluar la potencia anaeróbica presenta más interés como un test específico para el deporte que un test en bicicleta ergométrica. Aunque los test de saltabilidad han sido usados para medir la potencia anaeróbica por más de 20 años (4, 9, 16), los mismos no han ganado todavía el nivel de aceptación del WAnT. Parte de este problema probablemente radica en el limitado número de estudios de campo llevados a cabo en una población atlética disponible. Además, la alta confiabilidad (r=0.95-0.97) y validez del WAnT (1), así como la relativa simplicidad en esta metodología ha contribuido también a su gran popularidad.

Los resultados de este estudio parecen ser consistentes con otros estudios que examinaron el rendimiento de potencia en tanto un test de saltabilidad como en el WAnT (4, 10). Las moderadas correlaciones observadas (r=0.55 y 0.56 en tanto la potencia pico y media, respectivamente) entre estos 2 modelos de evaluación de la potencia anaeróbica son mayores que las recientemente reportadas por Hoffman et al. (10), pero menores que las previamente reportadas por Bosco et al. (4). Las diferencias entre estos estudios no son fácilmente explicables. Sin embargo, en el estudio conducido por Hoffman et al. (10), los sujetos eran jugadores de básquetbol de nivel elite. Considerando que el test de saltabilidad es una evaluación de la potencia anaeróbica más específica para estos atletas, su capacidad para generar potencia puede ser bastante diferente cuando se usan otros modelos para la evaluación. Quizás en una población de sujetos más diversa, como la observada en el presente estudio y en el de Bosco et al. (4), mientras menos específico es el test al grupo de sujetos más fuerte es la correlación entre 2 modos diferentes de evaluación. Además, la moderada correlación entre estos 2 modos de evaluación de la potencia anaeróbica puede también ser explicada por diferencias en el modo en que es producida la potencia cuando las piernas actúan simultáneamente o sucesivamente, o cuando la musculatura del tren superior está activa o pasiva (10, 14).

Las diferencias entre estos modos de evaluación de la potencia anaeróbica (ciclismo vs. saltos) puede también estar relacionada a las diferencias significativas observadas en las producciones de potencia entre estos tests. Por medio del reclutamiento de una mayor masa muscular (ambas piernas actuando simultáneamente y la inclusión de la musculatura del tren superior), el test de saltabilidad parece resultar en una producción de potencia significativamente mayor. Esto es consistente con diferentes estudios que examinaron los rendimientos de potencia usando diferentes modos de evaluación (4, 10, 13). Además, las mayores producciones de potencia observadas en el test de saltabilidad pueden también estar relacionadas a la mayor recuperación de energía mecánica que es almacenada en los elementos elásticos del cuerpo durante el contramovimiento (4, 11). Durante un salto con contramovimiento el cuerpo almacena energía (a partir de la atracción gravitacional) y la convierte en trabajo mecánico durante la fase de salto. El incremento en la energía potencial ocurre en un mayor grado durante el salto que durante el ciclismo debido a los efectos despreciables de la gravedad durante las actividades de ciclismo (4).

El test de saltabilidad también mostró un componente de energía anaeróbica considerable como se reflejó por un nivel de lactato sanguíneo de 7.3±4.3mmol.L^{-1}. Aunque esto estuvo significativamente debajo de lo observado durante el WAnT, es

similar a otros test anaeróbicos de saltabilidad (4). Las diferencias están probablemente relacionadas a la duración del período de ejercicio. El 30JT duró 23.3±2.8 segundos en contraste a los 30 segundos del WAnT. Además, durante el WAnT una resistencia relativa al peso corporal del sujeto es aplicada a través de toda la duración de la evaluación. Durante el 30JT no hay resistencias externas sobre el cuerpo. Durante el tiempo que el sujeto está en el aire no hay fuerzas fuera de la atracción gravitacional que actúen sobre el sujeto. Así además de las diferencias de tiempo entre los dos modos de evaluación, la carga constante que es experimentada durante el WAnT es probablemente la variable que más contribuye a los altos niveles de lactato sanguíneo observados durante los test de ciclismo.

Las alturas del salto vertical alcanzadas a partir del sistema Pro-Vitsa estuvieron moderadamente correlacionadas ($r=0.69$, $p<0.05$) con las alturas de los saltos alcanzadas a partir del sistema Vertec. Sin embargo, las diferencias significativas observadas entre las alturas de los saltos alcanzadas a partir de estos dos dispositivos hacen bastante difícil comparar los resultados a partir de un modo de evaluación con el otro. Esto fue confirmado a partir del gráfico Bland-Altman (Figura 3) que mostró poca concordancia entre los dos test de saltabilidad. Para el Vertec es requerido que el sujeto golpee una marca plástica mientras está en la altura máxima del salto. La diferencia entre la altura alcanzada a partir del salto y la marca del sujeto parado es calculada como la altura del salto vertical. En contraste, el sistema Pro-Vitsa usa la duración del tiempo que el sujeto está en el aire (e.g., momento en el que el sujeto pierde el contacto con la plataforma hasta que vuelve a tomar contacto con la plataforma en el aterrizaje) para calcular la altura del salto. Este sistema usa un algoritmo físico aceptado para calcular la altura de salto en un valor estándar para la aceleración de la gravedad. Este cálculo puede ser parcialmente afectado por como aterrizan los pies. Ya que el tiempo de vuelo es calculado a partir del tiempo desde el despegue hasta el aterrizaje, aterrizando con la punta de los pies (vs. con el pie plano) se reduciría el tiempo de vuelo. Así las alturas de salto serían dependientes de la técnica de aterrizaje y la geometría de los pies (tamaño de los pies del sujeto). Sin embargo, se desconoce si la técnica de aterrizaje y la geometría solamente, podrían explicar la diferencia de 15cm observada entre las técnicas de evaluación.

La reacción a un estímulo auditivo y visual mostró correlaciones test-retest moderadas a altas (r entre 0.72 a 0.83). Esto estuvo ligeramente por debajo de lo que es generalmente considerado estándars de confiabilidad aceptables para la mayoría de las mediciones de rendimiento (15). Sin embargo, los incrementos significativos observados en el tiempo de reacción a ambos estímulos desde T1 a T2 y desde T2 hasta T3 son indicativos de un efecto de aprendizaje. Interesantemente, las correlaciones test-retest también mejoraron en el mismo tiempo. El coeficiente de correlación se incrementó desde 0.77 hasta 0.83 para la reacción al estímulo auditivo y desde 0.72 hasta 0.80 para el estímulo visual. Concebiblemente a medida que los sujetos se familiarizaron más con los procedimientos de evaluación fue observado un mayor grado de confiabilidad. Necesitan ser realizados futuros estudios acerca de este tópico.

Aplicaciones Prácticas

Las altas confiabilidades test-retest observadas en los test de potencia anaeróbica y salto vertical, y la relevancia de cada uno de los tests al rendimiento deportivo específico, hace al dispositivo Pro-Vitsa bastante atractivo para tanto los entrenadores como los científicos del ejercicio. Además de tener una alta confiabilidad test-retest, este nuevo dispositivo de evaluación proporciona una medición específica de la potencia anaeróbica que lo hace un test atractivo para el básquetbol, voleibol, u otros deportes que incorporan patrones de rendimiento similares. Parece estar asegurada la realización de futuras investigaciones concernientes a su capacidad para evaluar confiablemente la reacción a tanto un estímulo visual como auditivo.

REFERENCIAS

1. Bar-Or, O (1987). The Wingate anaerobic test. *An update on methodology, reliability and validity. Sports Med. 4:381–394*
2. Bland, J.M., and D.G. Altman (1986). Statistical methods for assessing agreement between two methods of clinical measurement. *Lancet. 1:307–310*
3. 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*
4. 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*
5. Cherebeiu, G.C., J.T. Cervantes, G. Franco, J. Arciniega, and C.J. Crespo (1998). Maximum anaerobic power in a large sample of Mexican girls and boys. *In: XXVI Federation International Medicine in Sports (FIMS). Orlando, FL. pp. 1–5*
6. Falk, B., Y. Weinstein, R. Dotan, D.A. Abramson, D. Mann-Segal, and J.R. Hoffman (1996). A treadmill test of sprint running. *Scand. J. Med. Sci. Sports. 6:259–264*
7. Fell, J.W., J.M. Rayfield, J.P. Gulbin, and P.T. Gaffney (1998). Evaluation of the Accusport lactate analyzer. *Int. J. Sports Med. 19:199–204*

8. Fitzsimons, M., B. Dawson, D. Ward, and A. Wilkinson (1993). Cycling and running tests of repeated sprint ability. *Aust. J. Sci. Med. Sport. 25:82–87*
9. Harmon, E.A., M.T. Rosenstein, P.N. Frykman, R.M. Rosenstein, and W.J. Kraemer (1991). Estimation of human power output from vertical jumP. *J. Appl. Sport Sci. Res. 5:116–120*
10. Hoffman, J.R., S. Epstein, M. Einbinder, and Y. Weinstein (2000). A comparison between the Wingate anaerobic power test to both vertical jump and line drill tests in basketball players. *J. Strength Cond. Res. 14:261–264*
11. Komi, P.V., and C. Bosco (1978). Utilization of stored elastic energy in leg extensor muscles by men and women. *Med. Sci. Sports. 10:261–265*
12. Rusko, H., A. Nummela, and A. Mero (1993). A new method for the evaluation of anaerobic running power in athletes. *Eur. J. Appl. Physiol. 66:97–101*
13. Seiler, S., M. Taylor, R. Diana, J. Layes, P. Newton, and B. Brown (1991). Assessing anaerobic power in collegiate football players. *J. Appl. Sport Sci. Res. 4:9–15*
14. Tharp, G.D., R.K. Newhouse, L. Uffelman, W.G. Thorland, and G.O. Johnson (1985). Comparison of sprint and run times with performance on the Wingate anaerobic test. *Res. Q. 56:73–76*
15. Tritschler, K (2000). Practical Measurement and Assessment. *Philadelphia: Lippincott, Williams and Wilkins*
16. Vanwalle, H., G. Peres, and H. Monod (1987). Standard anaerobic exercise tests. *Sports Med. 4:268–289*

Cita Original

Jay R. Hoffman, y Jie Kang. Evaluation of a New Anaerobic Power Testing System. J. Strength Cond. Res.; Vol. 16, No 1, 142-148, 2002