PubliCE, (PubliCE) 1993

Monograph

Test Anaeróbico Wingate

Oded Bar - Or[1]

RESUMEN

Palabras Clave: potencia anaeróbica, lactacidemia, cicloergómetro, lactato muscular

El Test Anaeróbico "Wingate" fue desarrollado en el Departamento de Medicina del Deporte e Investigación del Instituto Wingate de Educación Física y Deportes, de Israel, durante mediados y fines de la década del '70. Desde la introducción en 1974 de su prototipo (Ayalon et al., 1974), el test anaeróbico "Wingate" ha sido usado en varios laboratorios, tanto como test que evalúa el rendimiento ("performance") anaeróbico o como un esfuerzo estandarizado que puede analizar respuestas a ejercicios supramaximales.

El test fue diseñado para ser administrado en forma simple, sin la necesidad de personal específicamente capacitado, a un bajo costo, realizado con equipos accesibles, tal como el ergómetro Monark o cicloergómetros de mecanismos similares, no intervencionista (no invasivo), destinado a cuantificar el rendimiento muscular a través de variables indirectas (fisiológicas o biomecánicas), factible para la administración a un amplio espectro de la población, incluyendo niños pequeños y discapacitados físicos, y con la presunción que el rendimiento anaeróbico es una característica local más que sistémica y que el test podía ser aplicable a los miembros superiores como inferiores. Además fue calificado como objetivo, confiable, válido y sensible al mejoramiento o deterioro del rendimiento anaeróbico, antes que al buen estado de salud en general.

El Test "Wingate" no ha sido diseñado para ser usado para el estudio de temas básicos de contractilidad muscular o fatiga muscular, ni para reemplazar los análisis bioquímicos o histoquímicos del metabolismo anaeróbico.

El propósito de este artículo es el de revisar y actual izar algunas características del Test Anaeróbico "Wingate", su evolución gradual en el protocolo y la interpretación de los resultados. Se dará importancia a la confiabilidad del test y se presentarán datos basados en las observaciones publicadas (y en las no publicadas) de los laboratorios donde el autor realizó trabajos sobre Test de "Wingate" (del Instituto Wingate y de la Universidad Mc Master), tanto como los resultados de otros laboratorios.

Esta revisión no actualiza todos los aspectos del Test Anaeróbico "Wingate". Algunos temas metodológicos han silo omitidos, tanto como las cuestiones relacionadas con la sensibilidad, especificidad y posibilidad de aplicación del test, ni tampoco la revisión incluye discusión de los datos normativos.

CONSIDERACIONES METODOLOGICAS

El Test Anaeróbico Wingate requiere pedaleo con miembros inferiores o superiores ("arm cranking": acción de los brazos en movimientos giratorios constantes ejecutados contra una fuerza, con el brazo flexionado) durante 30", a la máxima velocidad y contra una fuerza constante.

Esta fuerza está predeterminada para rendir una potencia mecánica altamente supramaximal (equivalente a 2 a 4 veces l a

potencia aeróbica máxima) y para inducir un notable desarrollo de fatiga (es decir, una caída en la potencia mecánica) dentro de los primeros segundos. Como en el caso de muchos test que han sufrido una evolución gradual, el Test Anaeróbico "Wingate" actualmente disponible, es de algún modo diferente de aquel presentado en las publicaciones iniciales. Vale la pena mencionar una reseña breve de estas diferencias.

1. Índices de performance (rendimiento)

Como se ve en la figura 1, tres son los índices medidos:

a) Pico de potencia (Peak Power): la potencia mecánica más alta que es obtenida durante el test, como se ve en el punto A. Este índice usualmente se toma como la potencia más alta en el período inicial de 3 a 5 segundos.

b) Potencia media (Mean Power): la potencia promedio que se sostiene a través de un período de 30".

c) Índice de fatiga (Fatigue Index): el grado porcentual de caída de la potencia durante el test. Este último, como se muestra en el epígrafe de la figura 1, se calcula como el porcentaje del valor más bajo (al final del test) con respecto a la potencia pico, tomado este, como valor 100%.

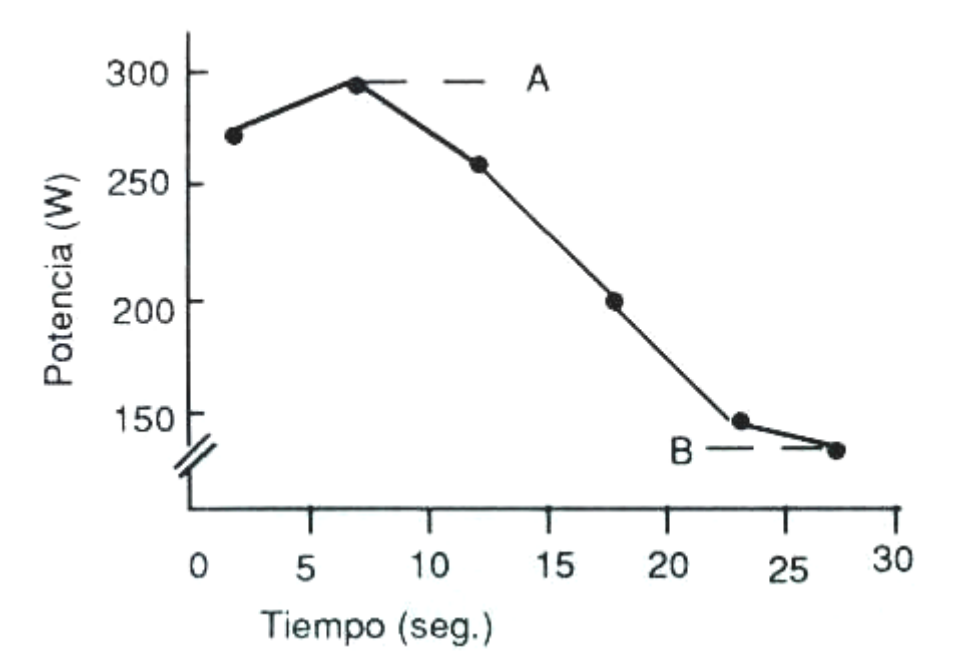


Figura l. *Los índices de la prueba anaeróbica "Wingate ". Una representación esquemática de 3 índices. No se exhibe "la pendiente de fatiga ", que es la caída de potencia entre los puntos A y B, dividida por el tiempo transcurrido entre las dos mediciones. La potencia pico = 300 W; la potencia media = 237 W; % fatiga = (300-165)/300 x 100 = 45%.*

También se lo puede tomar como la inclinación o pendiente de la línea que conecta los puntos A y B (la potencia más baja). La mayor parte de las investigaciones, hasta ahora, se han concentrado en el pico de potencia y la potencia media. Se conoce mucho menos sobre la relevancia de los índices de fatiga, ante un buen estado anaeróbico.

Originalmente se suponía que el pico de la potencia reflejaba los procesos anaeróbicos alactácidos (fosfágeno), y la potencia media, la tasa de glicólisis anaeróbica en el músculo. Un estudio subsiguiente (Jacobs et al., 1983) ha demostrado que el ácido láctico muscular se eleva a niveles extremadamente altos, en los primeros 10" de comenzado el test, por lo tanto es improbable que el pico de la potencia refleje solamente los procesos alácticos.

En varias publicaciones se ha llamado a la potencia media como la capacidad anaeróbica. Esto se basa en una suposición no probada y preferimos no usar este término. Es seguro suponer sin embargo, que el pico de la potencia es un reflejo (aunque no una medición directa) de la habilidad de los músculos de los miembros respectivos, para producir una alta potencia mecánica en un tiempo breve.

Por otro lado, la potencia media refleja la resistencia de estos músculos o su habilidad o capacidad para sostener una potencia extremadamente alta.

2. Equipamiento

En su forma más simple, el test anaeróbico "Wingate" puede ser administrado usando solamente un ergómetro mecánico tal como Monark o Bodyguard, y un cronómetro. Las revoluciones de pedaleo pueden ser contadas por observación visual. En la última década, varios laboratorios han elevado la sofisticación de sus ergómetros de elección y de sus técnicas de registro. Los ergómetros mecánicos que están basados en carga suspendida, en vez del mecanismo pendular, aportan una administración mas precisa de la fuerza ("force").

El ergómetro Fleisch-Metabo (Basilea, Suiza), en el cual el peso puede ser incrementado, de 60 grs. en 60 grs., ha sido el de uso corriente en los laboratorios de Wingate y de la Universidad de Mc Master.

Los ergómetros con freno eléctrico son apropiados, solamente, si tienen un modo de aplicarla fuerza en forma instantánea y mantenerla en forma constante.

La automatización del número de pedaleo o revoluciones ha incrementado la precisión. Algunos laboratorios han estado usando un conjunto de relojes hechos a medida. Ahora, alimentamos los conteos del pedaleo (percibidos por los electroimanes) en la puerta de la palanca de mando ("joystick"), de una microcomputadora, que genera un análisis en la línea de la fuerza y el cálculo de todos los índices.

3. Optimización de la fuerza

Elegir una carga de fuerza para cada sujeto que provoque el pico de la potencia más alto posible y una elevada potencia media es importante, y hasta ahora, un desafío sólo parcialmente resuelto.

La fuerza sugerida originalmente por el grupo Wingate fue de 0.075 kg. por kilogramo de peso corporal (suponiendo el uso de un ergómetro Monark). Esta fuerza es equivalente al trabajo mecánico de 4,41 J (J = joule = unidad de trabajo y energía) por revolución de pedal, por kilogramo de peso corporal; la elección de esta fuerza se basó en un estudio de un grupo pequeño de individuos jóvenes no entrenados y en retrospección, se ha comprobado que es demasiado baja o insuficiente para la mayoría de los adultos; efectivamente, como se resume en la tabla 1, tres estudios subsecuentes han demostrado que la fuerza óptima es más alta que lo sugerido originalmente. Evans y Quinney (1981) estudiaron estudiantes masculinos de educación física y atletas universitarios, usando un ergómetro modificado "Monark". La resistencia (promedio de grupo) que rindió la potencia media más alta, fue de 0,098 kg/kg peso corporal, que es equivalente a 5,76 J/rev./kg. Los autores sugirieron una ecuación para calcularla fuerza óptima para un individuo, basado en su peso corporal y el volumen de la pierna (técnica de desplazamiento de agua): Fuerza (kg) = -0,4914 -[0,2151 • peso (kg)] + [2,1124 • volumen de pierna (L)]

Esta ecuación fue puesta a prueba, posteriormente, con un grupo de personal militar, no atletas y resultó tener una baja validez (Patton et al., 1985).

En otro estudio (Lavoie et al., 1984), la fuerza administrada fue, según esta ecuación y (ella) rindió un pico de potencia más alto, pero con una potencia media más pequeña, respecto a aquella obtenida con una carga de 0,075 kg/kg. La necesidad de medir el volúmen de pierna introduce un requisito agregado que puede interferir con la factibilidad del test en algunos laboratorios.

Sujetos	Miembro	Fuerza (kg/kg de peso)		Trabajo (J/rev/kg.)	Referencias
		Monark	Fleisch		
Varones adultos					
Sedentarios	Piernas	0.075	0.045	4.41	Ayalon et al., 1974
Activos y Atletas	Piernas	0.098	0.059	5.76	Evans & Quirmey (1981)
Est. de Ed. Fisica	Piernas	0.087	0.052	5.13	Dotan & Bar-Or (1983)
Soldados	Piernas	0.94	0.056	5.53	Patton et al., 1985
Est. de Ed. Fisica	Piernas	0.062	0.037	3.62	Dolan & Bar-Or (1983)
Mujeres adultas					
Est. De Ed. Física	Piernas	0.85	0.051	5.04	Dotan & Bar-Or (1983)
Est. De Ed. Física	Brazos	0.048	0.029	2.82	Dotan & Bar-Or (1983)
Niños de 13-14					
Activos, no atletas	piernas	0.070	0.042	4.13	Dotan & Bar-Or (1983)
Niñas de 13-14					
Activas, no atletas	piernas	0.067	0.040	3.92	Dotan & Bar-Or (1983)

Tabla l. *la carga óptima para el rendimiento de la potencia media más alta, basada en el test anaeróbico prototipo "Wingate" y en estudios sub-siguientes.*

Usando un ergómetro mecánico Fleisch, Dotan y Bar-Or (1983) testearon a 18 estudiantes femeninas y 17 estudiantes masculinos de Educación Física. La fuerza que rindió la potencia media más alta para los hombres fue de 52 g/kg de peso (equivalentes a 0,087 kg/kg de peso, en el ergómetro "Monark"). La fuerza respectiva para las mujeres fue un poco más baja. La diferencia entre sexos en la fuerza óptima, fue mayor en el ejercicio de brazos.

En un estudio reciente entre personal militar joven (Patton et al., 1985), que fueron testeados con un ergómetro "Monark", la fuerza óptima para la potencia media fue de 0,094 kg/kg de peso, que es equivalente a 5,53 J/rev./kg.

Tanto en este estudio y en uno hecho por Dotan y Bar-Or (1983), la fuerza óptima para el pico de la potencia fue más alto que lo necesario para maximizar la potencia media.

Para definir la fuerza óptima en los test de ciclismo, a máxima velocidad durante 40", Katch et al. (1977), compararon la potencia ejercida por 30 hombres jóvenes en 3 posiciones de fuerza en el ergómetro "Monark": 4,0, 5,0 y 6,0 kg. (correspondiendo a las fuerzas relativas de = 0.053, 0,067 y 0,080 kg/kg). Las dos cargas posteriores provocaron un trabajo total más alto que 4,0 kg. pero no difirieron entre si.

Los autores recomendaron una fuerza de 5,0 a 6,0 kg. para aquella prueba, que es más baja que la recomendada para la prueba anaeróbica de Wingate. Esta diferencia probablemente refleja la mayor duración de la prueba de Katch.

Basada en las relaciones de fuerza-velocidad y potencia-velocidad desarrolladas en el ciclismo isokinético, la velocidad de pedaleo que rinde la potencia promedio más alta durante 30", es aproximadamente de 100 a 110 rpm (Mc Cartney et al., 1983). Esto coincide con el promedio de velocidad de 108 rpm (100 rpm en los chicos), según se encontró en los sujetos del experimento de Dotan y Bar-Or (1983), quienes pedalearon contra la fuerza óptima. Por razones no conocidas, la velocidad al pedalear contra una fuerza óptima fue aproximadamente 20% más bajo en mujeres que en varones y entre el 12 a 15% más bajo en los ejercicios de brazos comparados con los ejercicios de piernas (Dotan y Bar-Or, 1983).

En conclusión, la fuerza que se necesita para rendir el pico de potencia es un 20 a 30% más alta que la sugerida originalmente. Esto parece depender del nivel del sujeto, siendo más elevado entre los atletas (particularmente aquellos comprometidos en eventos que requieren alta potencia). También este valor es más alto en los adultos que en los niños, y secundariamente más alto en los varones que en las mujeres. La fuerza necesaria para provocar el pico de potencia más elevado, es mayor que el necesario para la potencia media más elevada.

Como una línea de guía general, este autor recomienda, con el ergómetro "Monark", una fuerza de 0.090 kg/kg de peso corporal para usar con adultos no atletas y 0,100 kg/kg en adultos atletas.

Conceptual mente, seleccionar la fuerza óptima según el peso corporal total, puede no ser el mejor método (peso magro ó de masa muscular, por ejemplo pueden ser alternativas mejores). Para los propósitos prácticos, sin embargo, el uso del peso corporal como un criterio, parece razonable. Uno también debería darse cuenta que, elegir una fuerza que esta un tanto alejada de la fuerza óptima actual, introduce una pequeña subestimación, sólo respecto a la verdadera potencia media (Dotan y Bar-Or, 1983; Patton et al., 1985). Por ejemplo al administrar una fuerza equivalente a 0,5 J/rev/Kg más alta ó más baja que la óptima real, subestima la potencia media en solo 3 a -5% en los varones y en las mujeres, que ejecutaron la prueba para brazos ó la prueba para piernas (Dotan y Bar-Or, 1983).

Los datos actualmente recolectados en el Centro de Nutrición y Ejercicio (Children's Exercise and Nutrición Centre) para Niños, en la Universidad de Mc Master, muestra claramente que, entre los individuos discapacitados, una elección de la fuerza óptima basada en el tamaño corporal, es algo sin sentido. Esto es verdadero, particularmente para los niños con enfermedades severas musculares ó nutricionales, para quienes la carga óptima puede llegar a ser muy baja (de un 30 a 50% de aquella calculada por su peso corporal).

El tema de la fuerza óptima en la prueba anaeróbica de "Wingate" no está completamente resuelto. Se necesitan más estudios para identificar la carga óptima para individuos, que cubra un rango ó espectro amplio de masas corporales, atletas de varias especialidades y niveles de eficiencia, tanto como para individuos con discapacidades, tales como la obesidad, la distrofia muscular, la atrofia muscular y la mal nutrición.

4. Duración de la Prueba (Test)

La prueba o test anaeróbico de "Wingate" fue diseñado originalmente con una prueba de ciclismo de una duración de 30" para el test; fue basada en observaciones previas en las cuales fueron comparados tests de 30,45 y 60 segundos; mientras todos los sujetos soportaron un esfuerzo totalmente completo a lo largo de la prueba de 30 segundos, algunos repetidamente intentaron comenzar con menos de la velocidad total máxima en los ensayos más largos, con el temor de que de otro modo no pudieran completar la tarea; de esta forma, esta táctica provocaba una obtención de un valor subestimado del pico de potencia y, posiblemente, pudiera disminuir o desvirtuar la reproducibilidad de la prueba.

Katch et al. (1977), administraron una prueba de máximo esfuerzo durante 2 minutos para adultos jóvenes y, basado en las consideraciones estadísticas, concluyeron en que un esfuerzo de 40 segundos sería más representativo que esfuerzos de 2 minutos. Por lo tanto ellos, han recomendado el uso de una prueba anaeróbica de 40 segundos. No hay datos para comparar el pico de potencia y la potencia media en la prueba anaeróbica de "Wingate" y la prueba de 40", arriba mencionada. Probablemente, sus resultados se correlacionan altamente entre si. Suponemos que, en adultos jóvenes altamente motivados, la prueba de 40" pueda rendir trabajo total más elevado pero con una potencia media más baja y un pico de potencia inferior. Individuos más jóvenes o discapacitados, tal vez no puedan completar la tarea máxima de 40".

Futuros estudios deberían preocuparse por averiguar la duración óptima para una prueba anaeróbica de ciclismo de piernas y brazos, para que sea representativa del pico de potencia, la potencia media, el trabajo total y suministrar datos sobre el índice de fatiga.

5. Optimización del brazo de la palanca pedal

El largo convencional de la palanca del pedal en los ergómetros es de 17,5 cm. En la mayoría de los laboratorios esta longitud se usa con todos los sujetos, sin consideración de la altura ni el largo de piernas. En teoría, sin embargo, la longitud óptima de la palanca debería variar según el largo de pierna (o brazo) del individuo, si la tarea es aeróbica o anaeróbica. La falta de semejante optimización puede afectar a algunas variables: el ángulo de la aplicación o "torque", la energía cinética (y la pérdida de energía) al mover la masa de las piernas, la tensión muscular y las relaciones entre velocidad-fuerza.

El cambio del largo de la palanca afectará el rendimiento o "performance" en la prueba "Wingate". Trece varones no atletas de 22 y 27 años ejecutaron el test anaeróbico de "Wingate" con longitudes de palanca de 12.5, 15.0, 20.0 cm. (Imbar et al., 1983a). Usando curvas parabólicas bien ajustadas, la longitud de la palanca óptima calculada fue de 16,4 y 16,6 cm. para la potencia promedio y el pico de potencia, respectivamente. Se encontró, además, que la longitud óptima de

la palanca depende de la longitud del miembro inferior del sujeto: una relación de longitud miembro/palanca ("crank") de 6,3/1, parece óptima en esta muestra, cuyos largos de miembros inferiores variaban de 92 a 107;2 cm. No hay datos disponibles para quienes son más altos o más bajos. Se debería enfatizar sin embargo, que una desviación de la longitud óptima en 5 cm., afectó la potencia media en 0,77% y el pico de potencia en solamente 1,24%. La importancia práctica de usar las longitudes de la palanca diferente a 17,5 cm. es por lo tanto marginal, salvo que uno estudie niños o adultos extremadamente altos.

6. El Uso de los Estribos para los dedos del pie

Montar estribos para contener media planta y los dedos del pie en los pedales representa un refinamiento metodológico importante. Se encontró (La Voie et al., 1984) que su uso incrementa el rendimiento (pico de potencia y potencia media) en jóvenes atletas adultos y en estudiantes de Educación Física, en aproximadamente un 5 al 12%. La razón aparente es que con estribos, la máxima fuerza de empuje o de tracción puede ejercitarse en el pedal, a través del ciclo completo de pedaleo.

Hemos adoptado el uso de los estribos para los dedos con todos nuestros sujetos, incluyendo a los niños y adolescentes no atletas. Para las pruebas de brazos, una agarradera y/o asidero cilíndrico es adecuado, porque el agarre o prehensión palmarle permite al sujeto ejercer la máxima fuerza a través del ciclo.

CONFIABILIDAD Y REPRODUCTIBILIDAD DEL TEST ANAEROBICO "WINGATE"

1. Confiabilidad (Testeo - Retesteo)

La Tabla II es un resumen de estudios que se han publicado sobre la confiabilidad del Test -re Test de la prueba de "Wingate".

Sujeto	r	Comentarios	Referencias
Niños y jóvenes adultos	0.95-0.97	Varios experimentos	Bar-Or et al. (1977)
18 pacientes ancianos con COPD	0.89	WAT abreviado	Berman & Bar-Or (no publicado)
12 adultos jóvenes activos o atletas	0.96	WAT normal	Evans & Quinney (1981)
9 atletas y estudiantes de Educación Física	0.95-0.97 0.95-0.97	WAT normal	Kaczkowski et al. (1982)
28 niños/as de 10-12 años	0.89-0.93	3 climas, intervalos de 2 semanas	Dotan & Bar-Or (1983)
19 militares	0.91-0.93	WAT normal	Patton et al. (1985)
58 sujetos con enfermedades neuromusculares de 6 a 20 años	0.94-0.98	Prueba de brazos	Tirosh et al. (1987)
38 sujetos con enfermedades neuromusculares de 6 a20 años	0.96	Prueba de piernas	Tirosh et al. (1987)

Tabla 2. *Confiabilidad del test-retest de la Prueba Anaeróbica "Wingate" (WAT). Abreviaturas: COPD: enfermedad pulmonar obstructiva crónica.*

Los coeficientes de correlación para pruebas o tests ejecutados bajo condiciones ambientales estandarizadas han registrado valores entre 0,89 y 0,98, pero son usualmente superiores a 0,94. Ellos tienden a ser algo más altos para la potencia media que para el pico de potencia, lo que puede reflejar un error relativamente más alto en la medición del pico de potencia. En un estudio recientemente finalizado en el laboratorio del autor (Tirosh et al., 1987), 58 niños y

adolescentes con parálisis cerebral espastica, parálisis cerebral "atetótica", distrofias musculares y atrofias musculares, realizaron las revoluciones de brazo con palanca o manubrio ("arm cranking") del test anaeróbico "Wingate", por duplicado, con pausa entre tests de 7 a 14 días. La correlación test-repetición del test, fue de 0.94 para el pico de potencia y 0.98 para la potencia media; 38 de estos sujetos realizaron también la prueba anaeróbica "Wingate" para piernas, por duplicado. La correlación prueba-repetición de la prueba fue de 0,96, tanto para el pico de potencia como para la potencia media. La figura 2 muestra el rendimiento individual de ambos tests. Son particularmente impresionantes correlaciones tan altos, dado que algunos de los niños sufrían de movimientos involuntarios en sus miembros y había que atar sus manos y pies a los pedales.

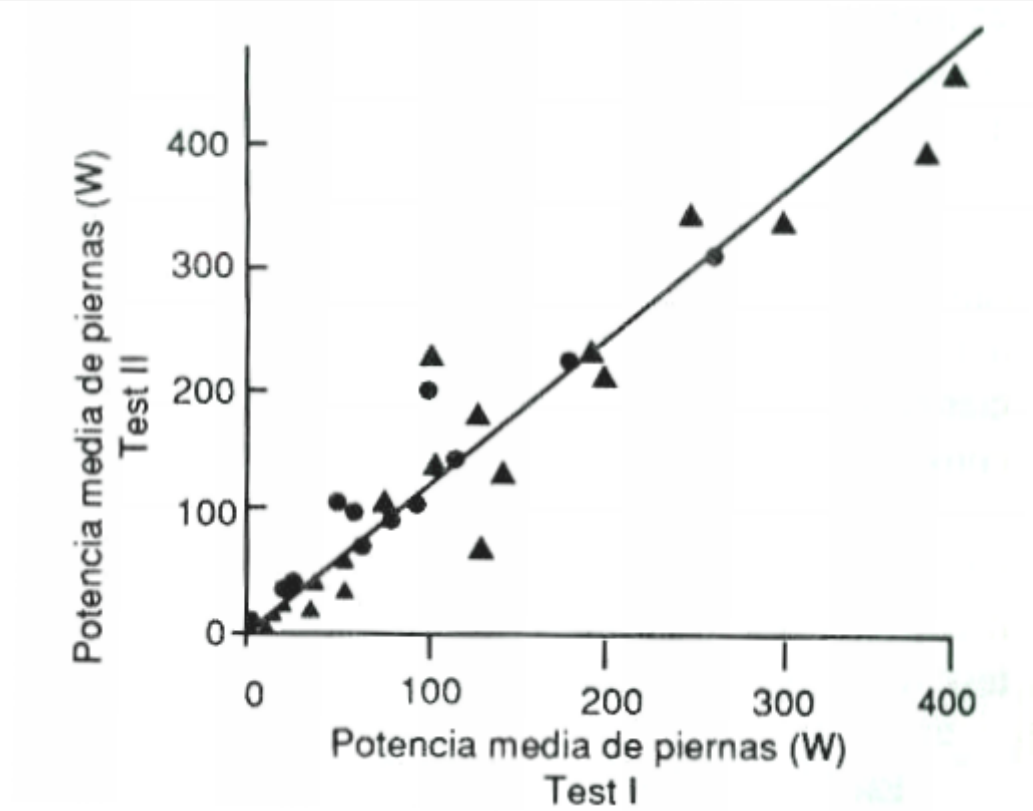


Figura 2. *La confiabilidad del test-retest del método anaeróbico "Wingate". 38 niños y adolescentes con parálisis cerebral y distrofias/atrofias musculares realizaron la prueba de piernas, en dos días separados (triángulo = niños, redondel niñas) (Bar-Or, datos no publicados). r = 0.96.*

Otro experimento fue realizado con 19 pacientes de 54 a 84 años (edad media: 67,6 años), que padecían enfermedad pulmonar obstructiva crónica.

Estos hombres y mujeres realizaron una forma abreviada de la prueba anaeróbica (para piernas) "Wingate" (tiempo total: 15 segundos), por duplicado, con una hora de separación entre los dos tests. La correlación prueba-repetición de prueba fue de 0,89 para el pico de potencia y para la potencia media.

En conclusión, datos recientes confirman las observaciones iniciales de que el test anaeróbico "Wingate" es efectivamente un test de alta confiabilidad.

2. Reproductibilidad Bajo Condiciones Variadas

2.1. Los efectos del clima

Como la prueba anaeróbica "Wingate" esta diseñada para ser usada en el laboratorio, bajo Condiciones de Campo, es pertinente averiguar si las condiciones climáticas deben ser estandarizados para su administración.

Se han hecho comparaciones entre las pruebas en 28 niños de 10 a 12 años a quienes les suministraron la prueba en

ambientes neutros (22 a 23 grados centígrados, 55 a 60% humedad relativa ambiente), caliente (38 a 39 grados centígrados, 25 a 30% humedad relativa ambiente) y húmedo (30 grados centígrados, 85 a 90% humedad relativa ambiente) (Dotan y Bar-Or, 1980). Todas las pruebas de ciclismo fueron ejecutadas, después de una exposición de 45 minutos al clima respectivo. Los valores de coeficiente de correlación para la potencia media obtenidos, fueron de 0,89 a 0,93. Las medias para el pico de potencia, watt/kg, fueron de 7,87 en condiciones neutras, 7,96 en el clima húmedo y 7,87 en clima cálido. Los valores respectivos para la potencia media fueron de 6.82, 6.92 y 6.74 w/kg. Estas diferencias (interambientales) fueron no significativas. En consecuencia, se presume que la exposición a climas cálidos y húmedos, no afecta el rendimiento de los niños en la prueba anaeróbica "Wingate". Todavía, se necesitan datos respecto al posible efecto sobre el test, realizado en climas fríos.

2.2. Efecto de la Hipohidratación

Once integrantes de un equipo universitario de lucha hicieron la prueba anaeróbica "Wingate" en un estado euhidratado y en 3 niveles de hipohidratación, correspondiendo a 2%,4% y 5% de pérdida del peso corporal inicial (Jacobs, 1980). Fue inducida una deshidratación térmica pasiva, en días separados, mediante exposiciones a 56 grados centígrados (10 a 20% de humedad relativa), seguido de un período en el que el sujeto descansaba en un ambiente neutro durante 30' y luego realizaba la prueba anaeróbica "Wingate".

El pico de potencia promedio en euhidratación fue de 859 watts comparada con 840,841 y 839 watts, con 2%, 4% y .5% de pérdida de peso corporal como estados de hipohidratación, respectivamente. Los valores respectivos para la potencia media fueron 639, 644, 631 y 636 watts. Ninguno de estos valores difirieron significativamente, ni tampoco hubo diferencias de parámetros en la sangre, luego de realizados los ejercicios.

2.3. Efecto de la Motivación

La motivación puede jugar un rol en la performance o rendimiento de cualquier tarea máxima realizada con todas las exigencias. Era por lo tanto, importante determinar si el rendimiento (performance) en el test anaeróbico "Wingate" era afectado por manipulaciones del medio ambiente que puedan modificar la motivación. En un estudio hecho por Geron e Imbar (1980), 7 tipos de motivación fueron aplicadas a adultos no atletas: presencia de audiencia, competencias entre individuos participantes, competencias entre grupos, castigos, premios, asociaciones de grupo y responsabilidad social. El mayor descubrimiento fue que los estímulos de motivación basado en la información cognitiva tiene poco o ningún efecto sobre el rendimiento, particularmente el del pico de potencia (ver Fig. 3). En cambio la motivación basada en factores emocionales, tales como premios o castigos, puede aumentar el rendimiento, particularmente el pico de potencia. Nuestra experiencia ha sido que el aliento convencional retroalimentado durante el test puede no afectar el resultado. Es de inmensa importancia, sin embargo, inducir al sujeto a cooperar, explicándole la naturaleza e importancia del test. Las conclusiones del estudio arriba mencionado, pueden ser limitadas a jóvenes adultos no activos, no atletas. Hasta que se realicen investigaciones adicionales con otros grupos, recomendamos que las condiciones del medio ambiente que puedan afectar la motivación, sean estandarizadas.

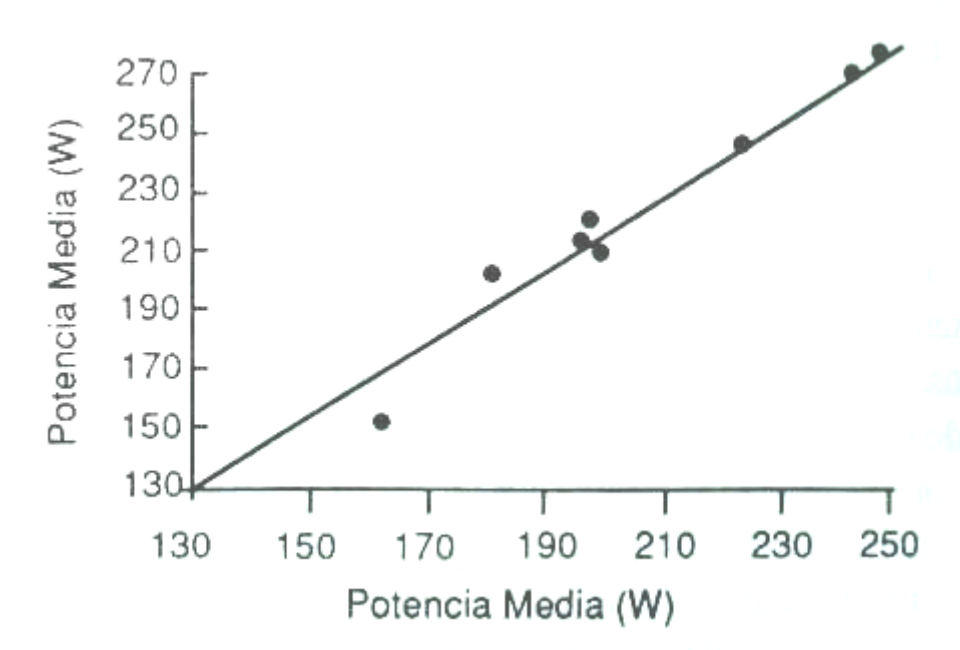


Figura 3. *El efecto de motivación extra en el rendimiento del test anaeróbico "Wingate". Información individual de 8 jóvenes adultos que realizaron el Test, en competición entre ellos; con competencia (y-axis) y sin motivación extra (x-axis). Basado en Geron E Inbar (1980) r = 0.97.*

2.4. Efecto de la Entrada en Calor

Solamente contamos con un estudio que sistemáticamente evaluó los efectos de la entrada en calor en el rendimiento del test anaeróbico "Wingate" (Inbar y Bar-Or, 1975). Niños de 7 a 9 años, sin conocimiento del concepto de entrada en calor, realizaron el test con y sin un trabajo previo intermitente de 15' (30" en actividad y 30" sin actividad) de entrada en calor en el treadmill. La entrada en calor mejoró la potencia media en un 7%, pero no afectó el pico de potencia. La mejoría fue consistente y altamente significativa, desde el punto de vista estadístico.

Datos no publicados de este estudio, sobre estos sujetos, sugirieron que la entrada en calor intermitente (desde este estudio en adelante), era más efectiva que una entrada en calor continua de 15 minutos. Sin duda, se necesitan más datos para construir un protocolo de entrada en calor óptima para el testanaeróbico "Wingate". Esto puede depender de factores tales como la edad y salud general de los sujetos y del clima reinante.

En conclusión, aún cuando la prueba fue realizada bajo condiciones climáticas cálidas o húmedas, así como también durante hipohidratación suave a moderada, el test anaeróbico "Wingate" da resultados reproducibles. Factores de motivación que involucran excitación emocional, pueden incrementar de alguna forma el pico de potencia, pero no la potencia media. Contrariamente, una entrada en calor de 15 minutos puede incrementar la potencia media y no el pico de potencia. Dado que el test anaeróbico "Wingate" es altamente confiable y reproducible, se recomienda que la preparación para el mismo y su ejecución, sean cuidadosamente estandarizados.

VALIDEZ DEL TEST ANAEROBICO "WINGATE"

Para determinar la validez de cualquier test (o sea que con que exactitud éste mide lo que deba medir), uno debería compararlo con un "gold standard" o "patrón de oro" establecido. La validez del test anaeróbico "Wingate" debe, por lo tanto, ser determinado frente a otro test que haya sido considerado como el mejor test de medición de aptitud anaeróbica. Cuando se planearon estudios de validación para el test anaeróbico "Wingate", el grupo Wingate se enfrentó con un dilema: mientras que algunas variables fisiológicas e histológicas y tests existentes reflejaban rendimiento anaeróbico, ninguno pudo ser considerado como standard para medir el pico de potencia mecánica y la resistencia local de los miembros superiores e inferiores. Un problema conceptualmente similar fue expresado por las personas que desarrollaron el test de ciclismo anaeróbico de 40" (Katch et al., 1977). Por esta razón se decidió comparar el rendimiento del test

anaeróbico "Wingate" con varios índices de rendimiento anaeróbico. Las secciones siguientes describen estos estudios, así como también datos que surgieron en otros laboratorios.

1. Comparación con Rendimiento Anaeróbico en el Campo

La Tabla III es un resumen de los estudios en los cuales los resultados del test anaeróbico "Wingate" son relacionados con el rendimiento en "Sprinting" (carrera a toda velocidad o pique), natación en distancias cortas, esfuerzos breves en patín sobre hielo y salto en alto ("Vertical jump"). Todas estas pruebas requieren exigencia física supramaximal y duran solamente algunas segundos. La más larga, es la carrera de 300 m, la cual dura (en los niños) de 50 a 70 segundos. Ellas por lo tanto pueden ser consideradas predominantemente "anaeróbicas". Sin embargo, el éxito en cada una de ellas depende de la destreza y ninguna puede ser tomada como un patrón de oro ("gold standard"). Además la estandarización de estas pruebas no es usualmente tan ajustada como hubiese sido posible en un ambiente de laboratorio.

La mayoría de estas observaciones, las cuales fueron realizadas en 7 laboratorios diferentes, dieron valores de correlación (r) de 0,75 o más (equivalente a una variación común del 56% o más). La correlación más fuerte fue encontrada con los piques cortos y con los piques de 25 mts. en natación. La asociación más débil (i = 0,32) fue con el test de ir y volver en patín sobre hielo (SAS 40= test de Patín Anaeróbico Sargeant) el cual, aparentemente, requiere un alto nivel de habilidad o destreza.

Puede concluirse que la correlación entre los índices de potencia del test anaeróbico "Wingate" y tests de rendimiento "anaeróbico" son bastante altos, pero no lo suficientemente altos como para usar al test anaeróbico "Wingate", como un pronóstico de éxito en estas pruebas específicas.

Watt Index	Número (n) y sexo	Ejercicio	r	Comentarios	Referencias
PP	35 M	Carrera de velocidad 40 m. (m/seg)	0.84	10-15 años, muestra	Bar – Or & Inbar al azar (1978)
PP	9 M	Tiempo de carrera en 50 m.(seg)	-0.91	adultos y jóvenes activos	Kaczkowski et al. (1982)
PP	24 M	4 x 91, 5 m. de patín sobre hielo	0.83	jugadores de hockey s/hielo (10 años)	Rhodes et al. (1985)
PP/kg	56 M	Tiempo en 50 yardas (seg)	-0.69	10-15 años, activos	Tharp et al. (1985)
PP	56 M	Saltar y alcanzar (cm)	0.70	10-15 años, activos	Tharp et al. (1985)
PP	8	500 m patín carrera (m/seg)	0.66	equipo nacional de patín carrera	Thompson et al., (1986)
PP	24 M	SAS 40	0.32	jugadores de hockey s/hielo, juniors	Watson & SArgeant (1986)
MP	9 F Y M	Tiempo de pique de 25 m. (natación) (seg)	-0.90	nadadores de 8 a 12 años	Inbar y Bar-Or (1977)
MP	9 F Y M	Tiempo de pique de 25 m. (natación) (seg)	-0.92	nadadores de 8 a 12 años (test de brazos)	Inbar y Bar-Or (1977)
MP	22 F Y M	Tiempo de carrera de 300 m. (seg)	-0.88	nadadores de 8 a 12 años	Inbar y Bar-Or (1977)
MP	35 M	300 M. en velocidad (m/seg)	0.85	10-15 años, muestra al azar	Bar-Or & Inbar (1978)

MP	24 M	4 x 91, 5 m de patín sobre hielo	0.71	jugadores de jockey s/hielo de 10 años	Rhodes et al., (1985)
MP/kg	56 M	Tiempo en 50 yardas	-0.69	10-15 años, activos	Tharp et al., (1985)
MP	56 M	Saltar y alcanzar (cm)	0.74	10-15 años, activos	Tharp et al., (1985)
MP	24 M	SAS 40	0.79	jugadores de hockey sobre hielo, junio A	Watson & Sargeant (1986)
MP	8	Carrera de velocidad (en patín, 500 m.)	0.76	equipo nacional EE.UU.	Thompson et al., (1986)
MP	10 M	Tiempo en 300 m. de carrera en bicicleta (seg.)	<-0.75	Ciclistas 25,7 años	Pérez et al., (1986)

Tabla 3. *Correlación entre los resultados del Test Anaeróbico "Wingate" y la performance en pruebas de empeño anaeróbico. Abreviaturas: PP = potencia pico MP = potencia media SAS 40 = test de patín anaeróbico Sargeant.*

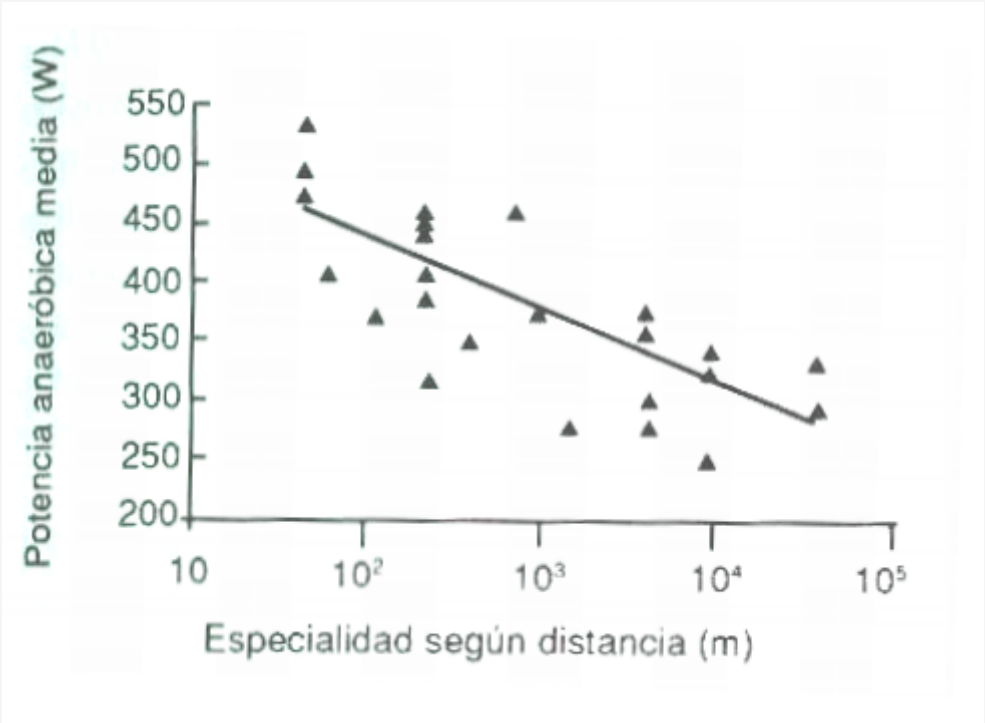


Figura 4. *Rendimiento del test anaeróbico "Wingate" en corredores de varias especialidades. Datos individuales de 24 varones miembros del equipo nacional de pista de atletismo Burmano, están comparados con el logaritmo del tiempo de su especialidad en carrera (desde los /00 m. pasta la maratón).*

Es bastante probable, sin embargo, que la potencia media y/o la potencia pico pueden ser los mejores predictores dentro de una ecuación de regresión múltiple.

2. Test Anaeróbico Wingate y Especialidad Deportiva

Si el test anaeróbico "Wingate" es sin duda un test válido, es probable que los atletas que se especialicen en velocidad, salto y eventos de potencia, tendrán resultados más altos comparados con los atletas de resistencia. Mientras que varios autores han comunicado el pico de potencia y la potencia media como parte de un perfil fisiológico en una especialidad atlética (Ej.: Inbar & Bar-Or, 1977; Rhodes et al., 1986; Smith et al., 1982), es difícil comparar las evidencias debido a los diferentes protocolos, niveles de capacidad atlética y edades. Una comparación válida se puede obtener cuando atletas de distintas especialidades son testeados en el mismo laboratorio, bajo idénticas condiciones. Este autor reconoce 3 estudios

en los cuales es disponible esta comparación: Tharp et al. (1985) administró el test anaeróbico "Wingate" a 21 niñas y 18 niños do 10 a 17 años de edad, todos miembros de élite de un club de atletismo de Nebraska. En los varones, el pico de potencia de los velocistas era de 10,90+/-0,96 W/Kg, valor que fue significativamente más alto que el de los corredores de distancias (9,94 +/-0,94 W/Kg). E1 mismo resultado fue encontrado para la potencia media (9.04 +/- 0.75 vs 8.45 +/-0.62 W/Kg). En las mujeres, sin embargo las diferencias entre especialidades no fueron significativas.

La figura 4 relaciona la potencia media de los miembros masculinos del equipo nacional de atletismo de Birmania con el logaritmo del tiempo en su especialidad en carrera (datos no publicados de BarOr). Es aparente que cuando más larga la distancia de carrera, más bajo es el resultado del test anaeróbico "Wingate". Los corredores de l0 Km. y los maratonistas dieron resultados aun más bajos que un grupo control masculino de personas sedentarias de Birmania.

Taunton et al. (1981) comparó el rendimiento de adultos jóvenes corredores de media y corredores de larga distancia. El pico de potencia por kg. de peso corporal de los primeros, fue significativamente más alto que el del grupo de distancias largas, pero la diferencia en la potencia media no fue significativa. Se podría agregar que la potencia producida en el test Margaria (step-running) no difirió entre los dos grupos.

En un estudio, actualmente en desarrolto (JS Skinner, comunicación personal), 44 atletas masculinos de distintas especialidades desarrollaron el test anaeróbico "Wingate". La tabla IV resume estos resultados. Un patrón aparente, muestra que aquellos atletas cuya especialidad es prevalentemente anaeróbica (por ejemplo, gimnastas y levantadores de pesas) tienen un pico de potencia distintivamente más alto que los atletas aeróbicos (corredores de 10 Km. y ultramaratonistas), aun cuando los valores fueron corregidos por peso corporal. Los resultados de los luchadores estuvieron en valores medios entre los dos grupos.

En contraste, la potencia mecánica a nivel del V02 máximo, fue más alta entre los corredores, comparados con todos los otros grupos.

Especialidad	n	Potencia Anaeróbica pico (W/Kg.)	Potencia Anaeróbica media (W/Kg.)	Potencia Aeróbica máxima (W/Kg.)
Levantadores de pesas	11	12,7	9,5	2,9
Gimnastas	11	12,3	9,1	3,6
Luchadores	11	12,0	9,4	3,8
Corredores 10 km.	11	11,4	9,3	5,1
Ultramaratonistas	11	11,3	8,9	4,1

Tabla 4. *Potencia anaeróbica pico, potencia anaeróbica media y potencia aeróbica máxima, en atletas varones de distintas especialidades. Basadas en J. S. Skinner (comunicación personal).*

Los estudios que se mencionan arriba sugieren que, en los hombres, hay una relación lógica entre el rendimiento en el test anaeróbico "Wingate" y la especialidad atlética. Sin embargo, futuros estudios serán necesarios para dilucidar esta relación en distintos o varios deportes y en mujeres. Estos debieran ser realizados con un protocolo estandarizado y los sujetos deben ser agrupados por sexo, edad, nivel atlético y habilidad.

3 Comparación con Indices Anaeróbicos Medidos en Laboratorios

3.1. Correlación con Indices Anaeróbicos

Los coeficientes de correlación entre los índices de potencia de test anaeróbico "Wingate" y otras variables medidas en laboratorios, han sido reportados por seis centros y están resumidos en la Tabla V. Estas variables incluyen dos esfuerzos de rendimiento (el test Step-running o test de escalón de Margaria y el test de Thorstensson, o test de extensión de rodilla, contracción isokinética, de 60"), máxima deuda de oxígeno, máximo nivel de lactato en sangre, la distribución y área cross-seccional de los diferentes tipos de fibras musculares.

En dos de tres estudios (Ayalon et al., 1974; Jacobs, 1979), el pico de potencia y la potencia medida por el test de Step-running (Margaria) aparecen íntimamente correlacionadas o asociadas. La falta de alguna correlación entre estos dos índices en un reporte (Taunton et al., 1981) es sorprendente, pero aquel estudio reveló correlaciones extremadamente bajas entre varios índices anaeróbicos, lo que podría reflejar especificidad de la muestra.

El test de Thorstensson incluye 50 extensiones de rodillas (máximos o "all-out") en dispositivo isokinético durante 60".

Mientras sus valores, resumidos en la Tabla V, son significativos, algo de la variancia común podría estar relacionada con la masa corporal. Sin embargo, los valores (r) fueron significativos, cuando el rendimiento en ambos tests, fue expresado por kilogramo de peso.

Tanto la deuda de oxígeno y el lactato máximo en sangre han sido considerados, por largo tiempo, índices anaeróbicos; sólo un estudio fue publicado en el cual la deuda de oxígeno (medida con test de potencia aeróbica maximal en cinta) fue correlacionado con el test anaeróbico "Wingate" (Bar-Or et al., 1977). La correlación con potencia media fue de 0,86.

Watt	N	Test de laboratorio	r	Referencia
PP	15	Test de escalón de Margria	0.79	Ayalon et al. (1974)
PP/kg	11	Test de escalón de Margria	0.84	Jacobs (1979)
PP/Kg	15	Test de escalón de Margria	-0.003	Taunton et al. (1981)
PP	19	PP-Thorstensson isokinético	0.61	Inbar et al. (1981)
MP	19	MP- Thorstensson isokinético	0.78	Inbar et al. (1981)
MP	16	Máxima deuda de 02	0.86	Bar-Or et al. (1977)
PP	11	Deuda de 02 post WAT	0.85	Jacobs (1979)
MP	11	Deuda de 02 post WAT	0.63	Jacobs (1979)
MP	14	Deuda de 02 post WAT	0.47	Tamayo et al. (1984)
rev/ 30 seg.	11	Lactato post WAT	0.60	Jacobs (1979)
MP/kg	14	Lactato post WAT	0.60	Tamayo et al. (1984)
PP/LBM	19	% área FT	0.60	Bar-Or et al. (1980)
% fatiga	19	área FT/área ST	0.75	Bar-Or et al. (1980)
MP/LBM	19	área FT/área ST	0.63	Bar-Or et al. (1980)
PP	29	% FT	0.72	Inbar et al. (1981)
MP	29	% FT	0.57	Inbar et al. (1981)
PP	9	área FT	0.84	Kaczkowski et al. (1982)
MP	9	área FT	0.83	Kaczkowski et al. (1982)

Tabla 5. *Correlación entre los resultados del test anaeróbico "Wingate"(WAT) y los índices anaeróbicos en otras pruebas de laboratorio. Abreviaturas: PP = Pico de potencia, MP = potencia media, LBM = masa magra, FT = fibra muscular de contracción rápida. ST = Fibra muscular de contracción lenta.*

La deuda de oxígeno durante la recuperación del test anaeróbico de "Wingate" es solamente de un 80% de aquella obtenida después de un test sobre la cinta ergométrica ("treadmill") de potencia aeróbica máxima (Inbar et al., 1976; Jacobs, 1979).

Se debe hacer la misma distinción al analizar los informes de Jacobs (1979) y Tamayo et al. (1984), quienes correlacionaron la potencia media con el lactato sanguíneo submaximal.

3.2. Comparación con los Hallazgos Histoquímicos e Histológicos en el Músculo

Los atletas que se especializan en eventos que requieren una, potencia mecánica alta, tienen una proporción más alta de fibras de contracción rápida (FT), comparados con atletas de resistencia, con mayor % de fibras de contracción lenta. Las fibras "FT" (fibras de contracción rápida) generan, en general, una típica tensión mecánica más alta y se fatigan antes que las fibras rojas, "ST" o fibras de contracción lenta (Burke et al., 1971). Es por lo tanto razonable suponer que, si el test anaeróbico de "Wingate" en verdad mide la capacidad anaeróbica, el atleta que obtiene un alto valor en W/Kg en el test, podría tener un mayor valor proporcional FT/ST (área FT/área ST) y viceversa.

Esta hipótesis fue primariamente investigada y puesta en practica en 19 estudiantes varones israelíes de Educación Física, velocistas y corredores de larga distancia (Bar-Or et al., 1980). Expresado por Kg de masa corporal magra, la potencia pico correlacionó en forma significativa (1=0.60) con % de área FT. La potencia media y la pendiente de fatiga correlacionaron significativamente (i= 0.63 y 0.75, respectivamente) con la relación proporcional de área FT/ área ST. Se encontraron correlaciones similares entre 29 jóvenes adultos varones suecos (que registraban un nivel de actividad desde sedentarios, hasta corredores de competición (Inbar et al., 1981). Correlaciones aún más altos (i= 0.83 y 0.84 entre el área % de fibras FT vs. la potencia media y la potencia pico respectivamente) se encontraron entre 9 varones canadienses físicamente activos (Kaczkowski et al., 1982). Los valores expresados anteriormente son similares o más altos que aquellos encontraros cuando el rendimiento del test isokinético de 60 segundos de Thorstensson, fue correlacionado con la distribución del tipo de fibras (Inbar et al., 1981).

El análisis histoquímico (Jacobs et al., 1983) mostró una súbita acumulación en la concentración de lactato muscular (46,1 +/-15,2 mmol/kg peso seco) tan precozmente como a los 10 segundos del inicio del test. Al final de los 30 segundos, el valor respectivo fue de 73,9 +/-16,1 mmol/kg peso seco. En otra observación con estudiantes femeninos de Educación Física (Jacobs et al., 1982), las siguientes concentraciones de lactato (mmol/kg peso seco) se encontraron antes y después del test: ATP: 20,9 y 13,8; CP: 62,7 y 25,1; lactato: 9,0 y 60,5; glucógeno: 360 y 278.

Basados en estas observaciones, el test anaeróbico "Wingate" parece requerir, en forma marcada, los caminos metabólicos de energía anaeróbica (aláctica y láctica), tanto en hombres como en mujeres. El rendimiento en varones activos y en atletas parece estar relacionado con la preponderancia de fibras FT en sus músculos.

3.3. La Contribuci6n Relativa Aeróbica/ Anaeróbica

Es incorrecto suponer que una cierta tarea puede ser ejecutada exclusivamente por la fuente de energía aeróbica o anaeróbica. Esta noción ha sido aceptada para los protocolos de máxima(s) exigencia(s) de potencia aeróbica que como se sabe, también pone a prueba o agota las fuentes de energía anaeróbica. De modo similar, uno puede anticipar que parte de la energía producida al realizar el test anaeróbico "Wingate" puede ser derivada de las vías aeróbicas. Sin embargo, la contribución anaeróbica debe ser predominante, si se considera al test como anaeróbico.

Para calcular la contribución aeróbica relativa, uno debería medir el consumo de oxígeno durante el test y relacionarlo con el total de energía bioquímica requerida. Esta ú1tima, puede ser calculada a partir del trabajo mecánico producido durante el test, suponiendo una cierta eficiencia mecánica. Mientras se puede considerar en un 20 a 25 %, a la eficiencia mecánica durante una tarea aeróbica submaximal, no existe información alguna sobre la eficiencia mecánica real, en una tarea altamente supramaximal, tal como es el test anaeróbico "Wingate", en el cual la potencia mecánica es de 2 a 4 veces la potencia aeróbica maximal. Probablemente sea más bajo, sin embargo, que durante pruebas submaximales.

Gases espirados fueron recolectados antes, durante y después del test anaeróbico "Wingate" en dieciséis varones y mujeres de 15 a 22 años de edad (Inbar et al., 1976). Suponiendo una eficiencia mecánica de 22%, tal como en el ejercicio submaximal, la contribución de energía aeróbica, en estos sujetos, sería del 28,6%. Si uno supone una eficiencia mecánica mucho más baja, en la cual el déficit de oxígeno se considera igual a la deuda de 02 medida, entonces la contribución aeróbica real en el test anaeróbico "Wingate", se ubica en algún nivel porcentual entre estos 2 valores. Valores similares pueden ser derivados de los datos informados por Jacobs (1979). Una porción aeróbica similarmente baja fue calculada por Mc Cartney y coautores (comunicación personal), con su test de ciclismo supramaximal de 30" (Me Cartney et al., 1983).

En un resumen reciente (Stevens y Wilson, 1986), la proporción aeróbica en el test anaeróbico "Wingate" fue calculada, alrededor del 44%. Una aclaración posterior de los autores (BM. Wilson, comunicación personal) reve1ó un error de cálculo. La porción aeróbica según se calculó nuevamente (suponiendo el 25% de eficiencia mecánica) fue del 27%.

Otro método para evaluar la relevancia del metabolismo aeróbico para el test anaeróbico "Wingate" fue comunicado por Kavanagh et al. (1986). Los sujetos en experimentación, realizaron el test mientras respiraban aire ambiente y luego, mientras inhalaban aire con 12% de oxígeno (comenzando la inhalación 5 minutos antes del test). La mezcla hipoxica indujo a la caída de la saturación arterial de oxígeno de 97,2% a 88,6%. La Figura 5 es un resumen de los hallazgos. A pesar de las condiciones hipoxicas, hubo una caída en la potencia media de solo un 1,4% y un cambio no significativo de la potencia pico. Mientras este estudio no puede cuantificar la contribución aeróbica en el test anaeróbico "Wingate", es aparente que el efecto de la hipoxia en la realización del mismo, es marginal.

3.4. El Efecto del Estado Acido- Base

La acumulación de los iones H+ intramusculares parece ser un factor importante en el agotamiento durante este período breve de ejercicio, de alta intensidad (ver la reseña de Parkhouse y Mc Kenzie, 1984), pero no en los casos de ejercicios aeróbicos prolongados. Entre sus otros efectos, la acidosis interfiere con la velocidad de la glucogenólisis anaeróbica. En un estudio cooperativo entre el grupo de Wingate y un grupo del Hospital Karolinska de Estocolmo (Inbar et al„ 1983b), 13 estudiantes varones de Educación Física realizaron dos veces el test anaeróbico "Wingate". En una ocasión ellos ingirieron 100 grs. de bicarbonato de sodio en forma de cápsulas, unas tres horas previas al test. En una segunda ocasión, ellos recibieron cápsulas placebos. El pH sanguíneo, inmediatamente antes del test, y también posterior al ejercicio, fue significativamente más alto con la administración de NaHC03 (7,43 vs 7,37, antes del ejercicio; 7,23 vs 7,18, posterior al ejercicio). Mientras la potencia pico no fue afectada, la potencia media fue más alta comparada con la experimentación con placebo. Los mismos sujetos realizaron también una prueba de resistencia en bicicleta ergométrica hasta el agotamiento, a una intensidad equivalente al 150% del V02 max, pero la alcalinización no afectó el tiempo transcurrido hasta alcanzar el agotamiento. La acidosis (NH4C1, 0.3 g/ kg de peso, ingeridos 3 horas antes del test), no afectó el rendimiento en ningún test.

Los dos informes arriba mencionados, representan una evidencia indirecta de que la glucogenólisis anaeróbica es la mayor

fuente de energía en el test anaeróbico "Wingate".

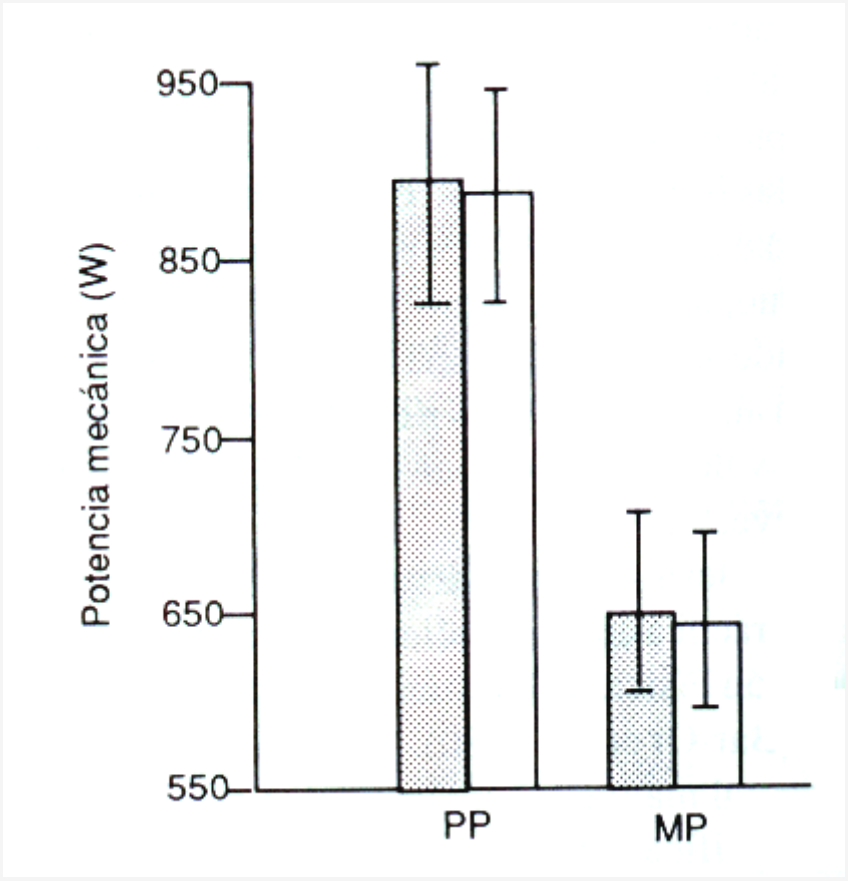


Figura 5. *El efecto de la hipoxia en el rendimiento del test anaeróbico "Wingate". 13 jóvenes varones adultos sanos realizaron el test mientras inhalaban aire ambiente (normoxia,) y aire con 12 % de oxígeno (hipoxia]). PP= potencia pico, MP= potencia media. Basado en Kavanagh et al. (1986).*

CONCLUSIONES Y DESAFIOS PARA LA INVESTIGACION FUTURA

El protocolo para el test anaeróbico "Wingate" ha soportado modificaciones y refinamientos desde que el test prototipo fuera introducido en 1974. El use de una carga mayor para poder optimizar al máximo la potencia obtenida, representa un cambio de importancia y es altamente recomendado. Se necesita más investigación, sin embargo, para señalar o determinar con precisión la carga óptima para subgrupos, tales como atletas de varias especialidades, los niños y los discapacitados. Esto se debería investigar, tanto para el ejercicio de piernas como para el ejercicio de brazos.

Se solía hacer el monitoreo de la velocidad de pedaleo cada 5"; con un desarrollo tecnológico computado de la frecuencia de pedaleo y de las técnicas de grabación de datos, ahora es posible incrementar la frecuencia de los registros. Esto ayuda a determinar el pico de potencia con mas precisión y el índice de fatiga. Por razones teóricas y primariamente, prácticas, hemos optado por el test de 30".

Tal vez la investigación futura pueda mostrar que una duración más prolongada pudiera brindamos mejor información, particularmente en relación a la capacidad aeróbica y el patrón de fatiga. Por el contrario, una versión más breve podría ser indicada para el testeo en poblaciones de discapacitados y en los ancianos, o cuando el pico de potencia sea la variable a identificar, preponderantemente.

Existe una amplia evidencia disponible para fundamentarla alta confiabilidad y reproductibilidad del test anaeróbico "Wingate" en diferentes poblaciones. Esto parece ser válido en condiciones de laboratorio y en condiciones de campo,

menos estandarizadas. Mientras el habito, el aprendizaje y la motivación pueden causar sólo cambios pequeños en el pico de potencia y en la potencia media, la entrada en calor produce una mejoría en el rendimiento. Se necesita mayor investigación para identificar el protocolo más efectivo de la entrada en calor.

La determinación de la validez del test anaeróbico "Wingate" ha sido un desafío mayor; cada una de las observaciones revisadas en la sección 3, echan algo de luz sobre si el test en verdad, refleja el rendimiento anaeróbico. Mientras ninguno de estos experimentos pueda ser considerado como un estudio válido definitivo, su mensaje acumulativo es que: el- test anaeróbico "Wingate" se realiza predominantemente con fuentes de energía anaeróbicas y que esto "stressa" o fuerza de manera importante, las vías de energía anaeróbica. Resultados elevados en este test reflejan una alta capacidad anaeróbica, sin embargo, seria presumido esperar que este test (o cualquier otro test fisiológico) pronostique el rendimiento en los eventos deportivos de alta potencia. En tales eventos, la destreza y los componentes de un buen estado físico general, además del buen nivel anaeróbico, pueden ser tanto o más importantes. Se necesita futuras investigaciones para comprender mejor que eventos bioquímicos se reflejan en los datos obtenidos, a través del pico de potencia y la potencia media.

Otra área de investigación importante sería la concerniente a las correlaciones metabólicas y neurológicas con ciertas curvas de fatiga.

Reconocimientos

El test anaeróbico "Wingate" fue desarrollado por miembros del Departamento de Investigaciones y Medicina del Deporte del Instituto Wingate, en Israel. El autor, particularmente agradece a Omri Inbar y a Raffy Dotan por su perseverancia, creatividad e inagotable fuentes de ideas. Ira Jacobs, Ian Karlsson y James Skinner ham llevado a cabo posteriores y valiosos análisis del método en sus respectivos laboratorios.

REFERENCIAS

1. Ayalon A, Inbar O, Bar Or O (1974). Relationships among measurements of explosive strength and anaerobic power. *In Nelson & Morehouse (Eds) International series on Sports Sciences, Vol. I, Bioamechanics IV, pp. 527-532, University Park Press, Baltimore*
2. Bar-Or O, Dotan R, Inbar O (1977). A 30-second all out ergometric test - its reliability and validity for anaerobic capacity. *Israel Journal of Medical Sciences 13: 326*
3. Bar-Or O, Dotan R, Inbar O, Rotschtein A, Karlsson J, et al (1980). Anaerobic capacity and muscle fiber type distribution in man. *International Journal of Sports Medicine 1: 89-92*
4. Bar-Or O, Inbar O (1978). Relationships among anaerobic capacity, sprint and middle distance running of school children. *In Shephard & Lavallee (Eds) Physical fitness assessment, pp. 142-147, Charles C. Thomas, Springfield*
5. Buke RE, Levine DN, Zajac FE (1971). Mammalian motor units: physiological-histochemical correlation in three types in cat gastrocnemius. *Science 174: 709-712*
6. Cumming GR (1973). Correlation of athletic performance and aerobic power in 12-17. year-old children with bone age, calf muscle, total body potassium, heart volume ant two indices of anaerobic power. *In Bar-Or (Ed) Pediatric Work Physiology, pp. 109-134, Wingate Institute, Natanya*
7. Dotan R, Bar-Or O (1980). Climatic heat stress and performance in the Wingate Anaerobic Test. *European Journal of Applied Physiology 44: 237-243*
8. Evans JA, Quinney HA (1983). Determination of resistance settings for anaerobic Test. *European Journal of Applied Physiology 51: 409-417*
9. Geron E, Inbar O (1980). Motivation and anaerobic performance. *In Simri (Ed) An and science of coaching, pp. 107-117, Wingate Institute, Natanya*
10. Inbar O, Bar-Or O (1975). The effects of intermittent warm-up on 7-9 yearold boys. *European Journal of Applied Physiology 34: 81-89*
11. Inbar O, Bar-Or O (1977). Relationships of anaerobic and aerobic arm and leg capacities to swimming performance of 8-12 year old children. *In Shephard & Laval lee (Eds) Frontiers of activity and child health, pp. 283-292, Pelican, Quebec*
12. Inbar O, Dotan R, Trousit T, Dvir Z (1983). The effect of bycicle cranklength variation upon power performance. *Ergonomics 26: 1139-1146*
13. Inbar O, Dotan R, Bar-Or O (1976). Aerobic and anaerobic components of a thirtysecond supramaximal cycling task. *Medicine and Science in Sports 8: S51*
14. Inbar O, Kaiser P, Tesch P (1981). Relationships between leg muscle fiber type distribution and leg exercise performance. *International Journal of Sports Medicine 2: 154-159*
15. Inbar O, Rotstein A, Jacobs I, Kaiser P, Dlin R, et al (1983). The effects of alkaline treatments on short-term maximal exercise. *Journal of Sports Sciences 1: 95-104*
16. Jacobs I (1979). The effects of thermal dehydration on performance of the Wingate test of anaerobic power. *MSc thesis, pp. 1-76,*

University of Windsor, Windsor Ontario
17. Jacobs I (1980). The effects of thermal dehydration on performance of the Wingate Anaerobic Test. *International Journal of Sports Medicine 1: 21-24*
18. Jacobs I, Bar-Or O, Karlsson J, Dotan R, Tesch P et al (1982). Changes in muscle metabolites in females with 30-s exhaustive exercise. *Medi cine and Science in Sports and Exercise 14: 457-460*
19. Jacobs I, Tesch PA, Bar-Or O, Karlsson J, Doran R (1983). Lactate in human skeletal muscle after 10 and 30 s of supramaximal exercise. *Journal of Applied Physiology: Respiratory, Environmental, Exercise Physiology 55: 365-367*
20. Kaczkowski W, Montgomery DL, Taylor AW, Klissouras V (1982). The relationship between muscle fiber composition and maximal anaerobic power and capacity. *Journal of Sports Medicine and Physical Fitness 22: 407-413*
21. Katch V, Weltman A, Martin R, Gray L (1977). Optimal test characteristics for maximal anaerobic work on the bycicle ergometer. *Research Quarterly 48: 319-327*
22. Kavanagh FM, Jacobs I, Pope J, Symons D, Hermiston A (1986). The effects of hypoxia on performance of the Wingate anaerobic power test. *Canadian Journal of Applied Sport Sciences 11: 22P*
23. Lavoie N, Dallaire J, Brayne S, Barrett D (1984). Anaerobic testing using the Wingate and Evans-Quinney protocols with and without toe stirrups. *Canadian Journal of Applied Sport Sciences 9: 1-5*
24. Margaria R, Oliva D, Di Prampero PE, Cerretelli P (1969). Energy utilization in intermittent exercise of supramaximal intensity. *Journal of Applied Physiology 26: 752-756*
25. McCartney N, Heigenhauser GJF, Jones NL (1983). Power output and fatigue of human muscle in maximal cycling exercise. *Journal of Applied Physiology: Respiratory, Environmental, Exercise Physiology 55: 218-224*
26. Parkhouse WS, McKenzie DC (1984). Possible contribution of skeletal muscle buffers to enhanced anaerobic performance: a brief review. *Medicine and Science in Sports and Exercise 16: 328-338*
27. Patton JF, Murphy MM, Frederick FA (1985). Maximal power outputs during the Wingate Anaerobic Test. *International Journal of Sports Medicine 6: 82-85*
28. Perez HR, Wygand JW, Kowalski A, Smith TK, Otto RM (1986). A comparison of the Wingate power test to bycicle time trial performance. *Abstract. Medicine and Science in Sports and Exercise 18 (Suppl.): S1*
29. Rhodes EC, Cox MH, Quinney HA (1986). Physiological monitoring of national hockey League regulars during the 1985-1986 season. *Canadian Journal of Applied Sport Sciences 11: 36P*
30. Rhodes EC, Mosher RE, Potts JE (1985). Anaerobic capacity of elite prepubertal ice hockey players. *Medicine and Science in Sports and Exercise 17: 265*
31. harp RL, Stanford PD, Bevan L, Runyan WS (1986). Effect of altered acid base status on performance of two types of anaerobic exercise tests. *Abstract. Medicine and Science in Sports and Exercise 18 (Suppl): S2*
32. Smith DJ, Quinney HA, Steadward RD (1982). Physiological profiles of the Canadian Olympic hockey team (1980). *Canadian Journal of Applied Sport Science 7: 142-146*
33. Stevens GHJ, Wilson BW (1986). Aerobic contribution to the Wingate test. *Abstract. Medicine and Science in Sport and Exercise 18 (Suppl.): S2*
34. Tamayo M, Sucec A, Phillips W, Buon M, Laubach L, et al (1984). The Wingate anaerobic test, peak blood lactate, and maximal oxygen debt in elite volleyball players: a validation study. *Medicine and Science in Sports and Exercise 16: 126*
35. Taunton JE, Martn H, Wilkinson JG (1981). Anaerobic performance in middle and Long distance runners. *Canadian Journal of Applied Sport Sciences 6: 109-113*
36. Tharp GD, Newhouse RK, Uffelman L, Thorland WG,Johnson GO (1985). Comparison of sprint and run times with performance on the Wingate Anaerobic Test. *Research Quarterly of Exercise and Sport 56: 73- 76*
37. Thompson NN, Foster C, Rogowski B, Kaplan K (1986). Serial responses of anaerobic muscular performance in competitive athletes. *Abstract. Medicine and Science in Sports and Exercise 18 (Suppl): S1*
38. Tirosh E, Rosenbaum P, Bar-Or O (1987). The reliability and feasibility of an anaerobic muscular evaluation in physically disabled children. *Developmental Medicine and Child Neurology, in press*
39. Watson RC, Sargeant TLC (1986). Laboratory and on-ice test comparisons of anaerobic power of ice hockey players. *Canadian Journal of Applied Sport Sciences 11: 218-224*

Cita Original

Oded Bar-Or. Test Anaeróbico Wingate. Revista de Actualización en Ciencias del Deporte Vol. 1 Nº3. 1993.