

# **Validesa del test de Wingate en la valoració funcional de joves esportistes**

## **Validez del test de Wingate en la valoración funcional de jóvenes deportistas**

Dr. I. Yzaguirre\*; Dr. Gil Rodas\*\*; Dra. A. Estruch\*\*\*

\* Centre de Medicina Esportiva i Activitats Juvenils. Metge del Pla de Tecnificació Esportiva a Catalunya.

\*\* Centre d'Estudis d'Alt Rendiment Esportiu. Metge del Pla de Tecnificació Esportiva a Catalunya.

\*\*\* Centre d'Estudis d'Alt Rendiment Esportiu.

### **RESUM**

La valoració funcional del metabolisme anaeròbic comporta sens dubte problemes a l'hora d'intentar protocolitzar-lo per a una població àmplia de joves esportistes.

L'objectiu del nostre estudi fou comprovar si el test de Wingate pot ser un mètode fiable i vàlid per a aquesta valoració.

Amb aquest objectiu, s'estudià en un grup de 10 atletes velocistes (x: 14,5 anys) els resultats obtinguts en: test de Wingate, corba de lactatèmies durant la recuperació de la prova, els resultats obtinguts en la plataforma Ergojump de Bosco i les marques competicionals en 60, 100 i 200 metres.

La precisió intralaboratori del test de Wingate determinada pel coeficient de variació (n = 8, 5 dies), fou del 3%.

Els resultats de la bateria de test de Bosco (S<sub>0</sub>, CMJ, W15'') presenten una relació pobre amb el test de Wingate, excepte el test de W15'' (r = 0,86), 100 m (r = 0,92) i 200 m (r = 0,98).

Conclusió: el test de Wingate, per les seves característiques d'assequibilitat de material, baixa variabilitat i fàcil calibratge de l'utilatge, és un test útil quant a la informació que aporta sobre el metabolisme anaeròbic en joves esportistes.

#### **Paraules clau**

Wingate, Bosco, metabolisme anaeròbic, joves esportistes.

### **RESUMEN**

La valoración funcional del metabolismo anaeróbico entraña sin duda problemas a la hora de intentar protocolizarlo para una población amplia de jóvenes deportistas.

El objetivo de nuestro estudio fue comprobar si el Test de Wingate puede ser un método fiable y válido para dicha valoración.

Para ello, se estudió en un grupo de 10 atletas velocistas (x: 14,5 años), los resultados obtenidos en: Test de Wingate, Curva de lactemias durante la recuperación de la prueba, los resultados obtenidos en la plataforma Ergojump de Bosco y las marcas competicionales en 60, 100 y 200 metros.

La precisión intralaboratorio del Test de Wingate, determinada por el coeficiente de variación (n = 8, 5 días) fue del 3%.

Los resultados de la batería de Test de Bosco (S<sub>0</sub>, CMJ, W15'') presentan una pobre relación con el Test de Wingate, a excepción del Test de W15'' (r = 0,86). Lo mismo sucede entre el Test de W15'' y las marcas de los deportistas (200 m; r = 0,92).

El Test de Wingate muestra una alta correlación, estadísticamente significativa, con las marcas obtenidas en las carreras de velocidad en 60 m (r = 0,86), 100 m (r = 0,92) y 200 m (r = 0,98).

Conclusión: el Test de Wingate por sus características de aseguibilidad de material, baja variabilidad y fácil calibración del utillaje, es un test útil en cuanto la información que aporta sobre el metabolismo anaeróbico en jóvenes deportistas.

#### **Palabras clave:**

Wingate, Bosco, metabolismo anaeróbico, jóvenes deportistas.

## Introducció

Dins la valoració funcional d'esportistes, diversos mètodes i tests han estat utilitzats per al càlcul de la Potència i la Capacitat Anaeròbiques.

Com és sabut, aquells treballs on hi ha un clar predomini en la sol·licitació de les fibres musculars de contracció ràpida impliquen una utilització preferent de la via anaeròbica. Per això, de vegades s'ha utilitzat la tècnica de la Biòpsia muscular per conèixer les qualitats anaeròbiques dels esportistes. Tanmateix, en tractar-se d'un mètode cruent, presenta dificultats importants tant tècniques com humanes i econòmiques.

La majoria dels tests utilitzats en els laboratoris de fisiologia d'esforç van orientats a la valoració de la potència i la capacitat anaeròbiques, a través de tests indirectes, no cruentos i tant específics com sigui possible per a cada esport. Això, no obstant, presenten tres inconvenients importants:

- \*a) la dificultat per establir la frontera entre el metabolisme alàctic i làctic (no és problema si el que es vol valorar és el metabolisme anaeròbic simplement),
- \*b) dificultat en alguns tests per diferenciar clarament la potència de la capacitat anaeròbica, i
- \*c) dificultat a dissenyar tests específics per a cada esport.

El test de Wingate ha estat potser el més utilitzat en els laboratoris de fisiologia d'esforç a causa de la simplicitat metodològica i el fàcil accés al material necessari, tot i que el comportament de la mecànica muscular, especialment el treball realitzat en bicicleta ergomètrica, no sempre és el més idoni per a molts esports.

L'objectiu del nostre estudi fou comprovar si el test de Wingate podia ser adequat per a la valoració de joves esportistes del "Pla de Tecnificació a Catalunya", tenint en compte les limitacions de mitjans.

Previ a l'inici del treball es va tenir en compte:

\* Parlem de test de potència anaeròbica quan valorem treballs de durada per sota de 2 minuts, i en el cas que el temps sigui igual o superior parlem de capacitat anaeròbica (MEDBO, 1988). Per tant, el test de Wingate de 30 segons, que és el que realitzem nosaltres, és un test que valora en part la potència anaeròbica i els altres tests que voldriem correlacionar haurien de tenir en compte aquest fet (Estruch i col. 1989).

\*\* Des del punt de vista metabòlic els tests utilitzats més sovint estan basats en la màxima activació del sistema ATP-PC i, en part, en l'activació del sistema aeròbic làctic, no tenint en compte altres característiques musculars com: l'elasticitat, el reflex miotàctic, etc, que intervenen en el desenvolupament de la màxima potència muscular. Per això havíem de comptar amb un test que quantifiqués en gran mesura aquestes qualitats, per tal

## Introducción

Dentro de la valoración funcional de deportistas, varios métodos y test se han utilizado para el cálculo de la Potencia y Capacidad anaeróbica.

Como sabemos, en aquellos trabajos que existe un claro predominio en la sollicitación de las fibras musculares de contracción rápida, implican una utilización preferente de la vía anaeróbica. Por ello en ocasiones se ha utilizado la técnica de la Biopsia muscular para conocer las cualidades anaeróbicas de los deportistas. Sin embargo al tratarse de un método cruento, presenta importantes dificultades tanto técnicas como humanas y económicas.

La mayor parte de los test utilizados en los laboratorios de fisiología de esfuerzo van orientados a la valoración de la potencia y capacidad anaeróbicas, a través de Tests indirectos, no cruentos y lo más específicos posibles para cada deporte. Sin embargo esto presenta tres inconvenientes importantes como son:

- \* a) la dificultad para establecer la frontera entre el metabolismo aláctico y láctico (no es problema si lo que se quiere valorar es el metabolismo anaeróbico simplemente),
- \* b) dificultad en algunos tests para diferenciar claramente la potencia de la capacidad anaeróbica y
- \* c) dificultad en diseñar test específicos para cada deporte.

El Test de Wingate, ha sido quizás el test más utilizado en los laboratorios de fisiología de esfuerzo debido a la simplicidad metodológica y al fácil acceso al material necesario, aunque el comportamiento de la mecánica muscular, especialmente el trabajo realizado en bicicleta ergométrica, no siempre es el más idóneo para muchos deportes.

El objetivo de nuestro estudio fue comprobar si el Test de Wingate podía ser adecuado para la valoración de jóvenes deportistas del "Pla de Tecnificació a Catalunya", teniendo en cuenta las limitaciones de medios.

Previo a la iniciación del trabajo se tuvo en cuenta:

\* Hablamos de test de potencia anaeróbica cuando valoramos trabajos de duración por debajo de 2 minutos y en el caso de que el tiempo sea igual o superior hablamos de capacidad anaeróbica (MEDBO, 1988). Por tanto, el Test de Wingate de 30 segundos que es el que realizamos nosotros, es un test que valora en parte la potencia anaeróbica y los otros test que quisiéramos correlacionar deberían tener en cuenta este hecho (Estruch y col. 1989).

\*\* Desde el punto de vista metabólico los test frecuentemente utilizados están basados en la máxima activación del sistema ATP-PC y en parte a la activación del sistema anaeróbico láctico, no teniendo en cuenta otras características musculares

d'apropar-nos a una valoració més específica dels velocistes i veure si hi havia grans diferències amb el test de Wingate quant a la predicció de marques competicionals i, per això, utilitzem el test Ergojump de Bosco.

Hi ha disparitat de criteris en la bibliografia revisada; el 1983 Bosco i col. troben una alta correlació entre els tests de salts continus sobre la plataforma Ergojump i el test de Wingate i arriben a la conclusió que poden ser útils en la valoració de la potència muscular, relació que no troben amb el test de Margaria-Kalamen i sí amb les marques competicionals en 60 m ( $r = 0,86$ ). Mc Ardle troba el 1986 nivells millors de correlació entre el test de 50 metres i el test de Margaria. D'altra banda, Gallozzi, C.; Faina i Dal Monte, A. troben, el 1989, una alta correlació entre el test de 50 metres i el test de Bosco de 15" i una de molt baixa amb el test de Wingate de 10" i el test de Margaria, atribuint aquests resultats a la manca de contemplació per aquests tests del component elàstic, de gran importància en les curses de velocitat.

## Material i mètode

### Subjectes

Per al present treball foren estudiats dos grups d'esportistes pertanyents al "Pla de Tecnificació Esportiva a Catalunya":

- 10 joves velocistes les característiques antropomètriques dels quals detallem a la Taula 1, per l'estudi de correlació:
- 8 esportistes ( $\bar{x}$ : 13,8 anys) pertanyents a l'"Escola d'Iniciació Esportiva de Martorell", per a l'estudi de repetibilitat.

### Material

El material utilitzat en aquest estudi fou el següent:

- Bicicleta Monark de fre mecànic, model 808.
- Velocímetre Multitrònic de la casa Sachs.Huret.
- Cronòmetre.
- Magnetòfon enregistrator XT-PC1512SD de la casa Amstrad.
- Programa específic dissenyat per nosaltres sobre DBASEIII.
- Material per a la recollida de lactacidèmies.
- Analitzador de lactats ANALOX Micro-stat PLM-4, mètode enzimàtic de membrana.
- Plataforma de contactes Ergojump – Bosco System. Made by Globus, Codogne – TV – Itàlia.

como: la elasticidad, el reflejo miotático etc... que intervienen en el desarrollo de la máxima potencia muscular. Por ello debiamos contar con un test que cuantificara en gran medida estas cualidades para acercarnos a una valoración más específica de los velocistas y ver si habian grandes diferencias con el test de Wingate en cuanto a la predicción de marcas competicionales, y por ello utilizamos el Test de Ergojump de Bosco.

Existe disparidad de criterios en la bibliografía revisada; Bosco and cols en 1983, encuentran una alta correlación entre los tests de saltos continuos sobre la plataforma Ergojump y el Test de Wingate y llega a la conclusión que pueden ser útiles en la valoración de la potencia muscular, relación que no encuentra con el Test de Margaria-Kalamen y sí con las marcas competicionales en 60 m ( $r = 0,86$ ). Mc Ardle en 1986 encuentra mejores niveles de correlación entre el test de 50 metros y el Test de Margaria. Por otra parte, Gallozzi, C. Faina, F y Dal Monte, A. en 1989 encuentran una alta correlación entre el Test de 50 metros y el Test de Bosco de 15" y muy baja con el Test de Wingate de 10" y el Test de Margaria, atribuyendo estos resultados a la falta de contemplación por estos test de componente elástico, de gran importancia en las carreras de velocidad.

## Material y método

### Sujetos

Para el presente trabajo fueron estudiados 2 grupos de deportistas pertenecientes al "Pla de Tecnificació esportiva a Catalunya":

- 10 jóvenes velocistas cuyas características antropométricas se detallan en la Tabla 1, para el estudio de correlación:

	n	Edat	Pes	Talla	% greix
Nois	4	14.7 ±0.5	64.3 ±12.6	17.7 ±8.8	10.82 ±1.80
Noies	6	14.3 ±0.51	47.6 ±5.05	155.9 ±5.26	11.70 ±1.86
Total	10	14.5 ±0.52	54.3 ±11.8	162.6 ±10.8	11.36 ±1.79

**Taula 1.** Perfil fisiològic del grup de velocistes.

**Tabla 1.** Perfil fisiológico del grupo de velocistas.

- 8 deportistas ( $\bar{x}$  = 13,8 años) pertenecientes a "l'Escola d'Iniciació Esportiva de Martorell", para el estudio de repetibilidad.

## Metodologia

Tots els esportistes havien estat revisats anteriorment en els serveis mèdics del CCC de Martorell i cap d'ells no tenia contraindicacions per realitzar una prova d'esforç màxima com el test de Wingate. Tots ells donaren el seu consentiment i coneixien el motiu d'aquestes proves. Se'ls indicà que respectessin la "lei de les tres hores" postpandrials.

	Lunes	Miercoles	Viernes
18.00	carrera	Test de Wingate	Test de Bosco

**Taula 2.** Cronologia de les proves.

**Tabla 2.** Cronologia de las pruebas.

Per a l'estudi de la repetibilitat 8 esportistes van acudir diàriament al centre durant 5 dies consecutius a la mateixa hora per realitzar el test de Wingate.

## Protocols

**Test de Wingate:** S'utilitzà una modificació del test de Wingate (Gerald D. Tharp, 1978) per trobar la potència muscular en cicloergòmetre. El test consisteix a pedalejar durant 30 segons com a màxim amb una resistència de 0.075 Kg per quilo pes de l'esportista. Per a la seva execució perfecta, s'utilitzà una metodologia estricta:

- Adequar l'altura del silló per a cada subjecte.
- Utilitzar clips per a pedals.
- Informar l'esportista amb detall.
- 2 minuts de pre-escalfament amb una càrrega de 0.5 Kg.
- En tres segons s'ha d'assolir la càrrega completa de fre.
- En arribar en aquest punt comencem a cronometrar els 30".
- Enregistrem en una cinta magnetofònica les revolucions cada 5 segons.

El càlcul de la potència anaeròbica (pic i 30") es realitza escollint el període de més nombre de revolucions, que normalment són els primers 5" i als 30", aplicant tot seguit les següents fórmules per a la seva obtenció:

$$(1) \quad W_{5''} = \frac{Kg_r \times n_{rev.}^2}{2}$$

$$(2) \quad W_{30''} = Kg_r \times n_{rev.} / 3$$

( ; siendo W = potencia en Kg.m en 5 segundos)

Es realitzà la presa de mostres de sang per a la determinació de lactatèmies, per punció en el lòbul

## Material:

El material utilizado en este estudio fue el siguiente:

- Bicicleta Monark de freno mecánico, modelo 808.
- Velocímetro Multitrónico de la casa Sachs.Huret.
- Cronómetro.
- Magnetófono grabador XT-PC1512SD de la casa Amstrad.
- Programa específico diseñado por nosotros sobre DBASEIII.
- Material para la recogida de lactacidemias.
- Analizador de lactatos ANALOX Micro-stat PLM-4, método enzimático de membrana.
- Plataforma de contactos Ergojump-Bosco System. Made by Globus, Codogne-TV-Italia.

## Metodologia

Todos los deportistas habían sido revisados en los servicios médicos del CCC de Martorell y ninguno de ellos tenía una contraindicación para realizar una prueba de esfuerzo máxima como el Test de Wingate. Todos ellos dieron su consentimiento y conocían el motivo de estas pruebas. Se les indicó respetaran la "ley de las 3 horas" postpandriales.

Para el estudio de la repetitividad 8 deportistas acudieron diariamente al centro durante 5 días consecutivos a la misma hora para realizar el Test de Wingate.

## Protocolos

**Test de Wingate:** Se utilizó una modificación del test de Wingate (Gerald D. Tharp, 1978) para hallar la potencia muscular en cicloergómetro. El test consiste en pedalear durante 30 segundos al máximo con una resistencia de 0,075 Kg por kilo de peso del deportista. Para su perfecta ejecución, se utilizó una metodología estricta:

- Adecuar la altura del sillín para cada sujeto.
- Utilizar clips para pedales.
- Informar detalladamente al deportista.
- 2 minutos de precalentamiento con una carga de 0,5 Kg.
- En tres segundos se debe alcanzar la carga completa de freno.
- Al llegar a este punto se empieza a cronometrar los 30".
- Registramos en una cinta magnetofónica las revoluciones cada 5 segundos.

El cálculo de la potencia anaeróbica (pico y 30") se realiza escogiendo el periodo de mayor número de revoluciones, que normalmente es en los primeros 5" y a los 30", aplicando a continuación las

de l'orella, durant el repòs i en els minuts 1, 3, 5 i 7 postesforç.

**Test Ergojump:** Seguim el mètode introduït per Bosco i Komi (1979) i dissenyat finalment per Bosco, C. (1983a), que consisteix a mesurar la força explosiva, elàstica i la potència muscular de les extremitats inferiors a través d'uns salts verticals sobre una plataforma de contactes elèctrics. Els tests consisteixen en el mesurament de l'altura assolida per l'esportista en tres proves distintes:

1. L'esportista ha de realitzar un salt vertical màxim sobre la plataforma, partint d'una posició semiasseguda (flexió dels genolls de 90°) sense realitzar cap rebot o contramoviment en iniciar el salt. Aquest salt ha estat anomenat "Squat jump" o SJ.
2. El segon test ha estat anomenat CMJ o "Counter Movement Jump". L'esportista, dempeus, realitzarà un salt amb contramoviment tenint en compte que la fase excèntrica final és la de partida de l'Squat jump.
3. El tercer test consisteix a realitzar una sèrie de salts verticals màxims durant un període de 15 segons. Durant la realització del test s'han d'evitar els desplaçaments laterals i àntero-posteriors del tòrax, a més de no utilitzar els braços.

D'aquesta manera s'intenta produir treball mecànic només amb els músculs de les cames. (Bosco, C. 1987).

Durant la realització d'aquests salts el temps de vol és quantificat a través d'un aparell electrònic anomenat "ERGOJUMP". L'aparell consisteix en un cronòmetre digital (1/1000 seg.) amb un microprocessador Z80 connectat per un cable a una plataforma de contacte per a canvis elèctrics. Coneixent el temps de vol Bosco i col., aplicant la fórmula<sup>1</sup> troben la distància desplaçada pel centre de gravetat (C.G.).

$$(3) h: t_v^2 \times 1,226$$

on:

$t_v^2$ : temps de vol

En el tercer test, a través de la suma dels temps de vol i el nombre de salts realitzats (Bosco i col. 1983), es pot determinar automàticament el treball mecànic realitzat i la potència muscular desenvolupada amb la següent fórmula (Bosco, C. 1987):

$$(4) \quad W = \frac{9,81^2 \times t_v \times t_t}{4 \times ns \times (t_t - t_v)}$$

on:

W: potència mecànica (W/Kg).  
g: acceleració de la gravetat (9.81 m/s<sup>2</sup>).  
 $t_v$ : temps de vol.

sigüents fórmulas para su obtención:

Se realizó la toma de muestras de sangre, para la determinación de lactatemias, por punción en el lóbulo de la oreja, durante el reposo y en los minutos uno, tres, cinco y siete post-esfuerzo.

**Test Ergo jump:** Seguimos el método introducido por Bosco y Komi (1979) y diseñado finalmente por Bosco, C. (1983), que consiste en medir la fuerza explosiva, elástica y la potencia muscular de las extremidades inferiores a través de unos saltos verticales sobre una plataforma de contactos eléctricos. Los test consisten en la medición de la altura alcanzada por el deportista en tres pruebas distintas.

1. El deportista debe realizar un salto vertical máximo sobre la plataforma, partiendo de una posición en semisentadilla (flexión de las rodillas de 90°) sin realizar ningún rebote o contramovimiento al iniciar el salto. A este salto se ha llamado "Squat jump" o SJ.
2. El segundo test llamado CMJ o "Counter Movement Jump" el deportista estando de pie realiza un salto con contramovimiento teniendo en cuenta que la fase excèntrica final sea la de la partida del Squat jump.
3. El tercer test consiste en realizar una serie de saltos verticales máximos durante un periodo de 15 segundos. Durante la realización del test se deben evitar los desplazamientos laterales y anteroposteriores del tórax, además de no utilizar los brazos, de esta manera se intenta producir trabajo mecánico sólo con los músculos de las piernas (Bosco, C. 1987).

Durante la realización de estos saltos el tiempo de vuelo es cuantificado a través de un aparato electrónico llamado "ERGOJUMP". El aparato consiste en un cronómetro digital (1/1000 seg) con un microprocesador Z80 conectado por un cable a una plataforma de contacto para cambios eléctricos. Conociendo el tiempo de vuelo Bosco y col., aplicando la fórmula (1) encuentran la distancia desplazada por el centro de gravedad (C.G.).

$$(3) h: t_v^2 \times 1,226$$

donde:

$t_v^2$ : tiempo de vuelo

En el tercer test a través de la suma de los tiempos de vuelo y el número de saltos realizados (Bosco y col. 1983), se puede determinar automáticamente el trabajo mecánico realizado y la potencia muscular desarrollada con la siguiente fórmula (Bosco, C. 1987)

donde:

W: potencia mecánica (W/Kg).  
g: aceleración de la gravedad (9,81 m/s<sup>2</sup>).  
 $t_v$ : tiempo de vuelo.  
 $t_t$ : tiempo total.

t<sub>t</sub>: temps total.  
 n: nombre de salts realitzats durant 15 segons.

### Test de camp

Els esportistes, després de l'escalfament i els estiraments de 20 minuts, van córrer, amb mitja hora de recuperació entre cada prova, els 60 metres llisos, 100 metres i 200 metres, en pista de 400 m de tartà. El temps fou pres per l'entrenador amb cronòmetre manual.

### Resultats

L'estudi de repetibilitat del test de Wingate va presentar una precisió intralaboratori (n = 8, durant 5 dies consecutius) del  $96.6 \pm 1.31$  als 5 segons i del  $97.2 \pm 1.28$  als 30 segons del test ( $p < 0.001$ ) o, el que és el mateix, un coeficient de variabilitat del 3.4% als 5 segons i del 2.8% als 30 segons. Aquests resultats són semblants als obtinguts per Bar-Or et al. (1977), Alayon et al. (1985) i Coggan (1984).

La prova test-retest en dies successius presenta:

	1-2 dia	2-3 dia	3-4 dia	4-5 dia
r=	0.951	0.951	0.943	0.976
intercepció	107.5	69.6	13.5	29.5
pendent	1.1	0.91	0.96	0.94

Taula 3. Prova test-retest.

Tabla 3. Prueba test-retest.

Els resultats del test de Wingate del grup de velocistes són mostrats a la Taula 4.

Els resultats del test de Wingate no presenten cap correlació significativa amb els nivells de lactat plasmàtic (Taula 4), i anàlisi de la varianza no mostra dependència entre les dues variables, però coincidint amb Bar-Or (1981) es constata el protagonisme de la via anaeròbica làctica en l'exercici màxim ergocicle durant 30 segons, ja que foren determinades una mitjana i una desviació estàndard

Delta Lactato	
Pot. 5"	0.43
Pot. 30"	0.41

Taula 5. Correlació entre Test de Wingate i el Delta lactat.

Tabla 5. Correlación entre Test de wingate y el Delta lactato.

n: número de salts realitzats durant 15 segons.

### Test de campo

Los deportistas después del calentamiento y estiramientos de 20 minutos, corrieron, con 1/2 hora de recuperación entre cada prueba, los 60 metros lisos, 100 metros y 200 metros, en pista de 400 m de tartan. Se tomó el tiempo con cronómetro manual por su entrenador.

### Resultados

El estudio de repetitividad del test de Wingate presentó una precisión intralaboratorio (n = 8, durante 5 días consecutivos) del  $96.6 \pm 1.31$  a los 5 segundos y del  $97.2 \pm 1.28$  a los 30 segundos del test ( $p < 0.001$ ) o lo que es lo mismo un coeficiente de variabilidad del 3.4% a los 5 segundos y del 2.8% a los 30 segundos. Estos resultados son similares a los obtenidos por Bar-Or et al. (1977), Alayon et al. (1985) y Coggan (1984).

La prueba de test-retest en días sucesivos presenta:

Los resultados del Test de Wingate del grupo de velocistas se muestran en la Tabla 4.

	n	Pot. 5"	Pot. 30"
noies	6	251.5 ±11.7	1142.5 ±63.9
nois	4	384.6 ±384.6	1827.5 ±377.9

Taula 4. Resultats del Test de Wingate en el grup de velocistes.

Tabla 4. Resultados del Test de Wingate en el grupo de velocistas.

Los resultados del test de Wingate no presentan ninguna correlación significativa con los niveles de lactato plasmático (Tabla 4), y el análisis de la varianza no muestra dependencia entre las dos variables, pero coincidiendo con Bar-Or (1981) se constata el protagonismo de la vía anaeròbica làctica en el ejercicio máximo ergociclo durante 30 segundos, ya que se determinaron una media y desviación standard de delta lactato (diferencia entre el pico máximo de lactato y el lactato basal), de  $10.2 \pm 1.8$ .

Los resultados de la batería de Bosco presentan una pobre relación con el test de Wingate.

Solamente en el caso del test de Potencia Anaeròbica Alàctica o test de 15", la relación es estadística.

de delta lactat (diferència entre el pic màxim de lactat i el lactat basal) de  $10.2 \pm 1.8$ .

Els resultats de la bateria de Bosco presenten una pobra relació amb el test de Wingate:

	$S_0$	CMJ	W 15"
Pot. 5"	0.67	0.73	0.78
Pot. 30"	0.70	0.77	0.82

**Taula 6.** Correlació entre els resultats dels Test de Bosco i el Test de Wingate.

**Tabla 6.** Correlación entre los resultados del Test de Bosco y el Test de Wingate.

Solament en el cas del test de Potència Anaeròbica Alàctica o test de 15", la relació és estadísticament significativa amb una  $r=0.82$ ;  $p < 0.0014$ ;  $t=4.79$  (amb graus de llibertat) i  $F=22.9$ . Tal com veurem, aquest mateix test és el que manté una millor correlació amb les marques de competició.

El test de Wingate mostra una alta correlació estadística amb les marques obtingudes pels atletes en curses de velocitat de 60, 100 i 200 metres realitzades. L'anàlisi de la varianza mostra una gran dependència entre els dos resultats.

El test de Wingate, en contraposició als tests de Bosco:  $S_0$ , CMJ i W 15", presenta una elevada correlació respecte a les marques de cursa en 100 metres ( $r=0.92$ ) i 200 metres ( $r=0.98$ ) i menor en el de 60 metres no estadísticament significativa (Taulas 8, 9 i 10).

## Discussió dels resultats

Els resultats obtinguts en el nostre estudi demostren que hi ha una estreta relació entre el test de Wingate i els resultats esportius dels joves velocistes, en els registres de 60, 100 i 200 metres.

La brevetat de l'exercici (30") i els factors individuals que poden afectar el comportament del metabolisme anaeròbic en aquestes edats, fan que no hi hagi relació estadísticament significativa entre els resultats del test de Wingate i el delta de lactat. Si que constatem uns nivells màxims de lactat importants ( $x = 10.2$  mmol/l) que evidencien, per a aquestes edats, el nivell de sollicitud del metabolisme anaeròbic làctic en aquest test màxim de 30" realitzat sobre cicloergòmetre.

La pobra relació entre els resultats de la bateria del test de Bosco ( $S_0$ , CMJ, excepte W 15") i els

ticament significativa con una  $r=0.82$ ;  $p < 0.0014$ ;  $t=4.79$  (con grados de libertad) y  $F=22.9$ . Como veremos este mismo test es el que mantiene una mejor correlación con las marcas de competición.

El test de Wingate muestra una alta correlación estadística con las marcas obtenidas por los atletas en carreras de velocidad de 60, 100 y 200 metros realizadas. El análisis de la varianza muestra una gran dependencia entre ambos resultados.

	60 mt.	100 mt.	200 mt.
Pot. 5"	$r: 0.84$ $p < 0.002$ $F: 19.7$	$r: 0.91$ $p < 0.0002$ $F: 39.3$	$r: 0.96$ $p < 0.000007$ $F: 105.8$
Pot. 30"	$r: 0.86$ $p < 0.002$ $F: 24.5$	$r: 0.92$ $p < 0.0002$ $F: 43.69$	$r: 0.98$ $p < 0.000006$ $F: 206.6$

**Taula 7.** Correlació entre Test de Wingate i les marques en 60, 100 i 200 metres.

**Tabla 7.** Correlación entre Test de Wingate y las marcas en 60, 100 y 200 metros.

El test de Wingate en contraposició a los test de Bosco:  $S_0$ , CMJ y W 15" presenta una elevada correlación respecto a las marcas de carrera en 100 metros ( $r=0.92$ ) y 200 metros ( $r=0.98$ ) y menor en el de 60 metros no estadísticament significativa. (Tablas 8, 9 y 10).

## Discusión de los resultados

Los resultados obtenidos en nuestro estudio demuestran que existe una estrecha relación entre el test de Wingate y los resultados deportivos de jóvenes velocistas, en los registros de 60, 100 y 200 metros.

La brevedad del ejercicio (30") y factores individuales que pueden afectar el comportamiento del metabolismo anaeròbico en estas edades hacen que no exista relación estadísticament significativa entre los resultados del test de Wingate y el delta de lactato. Si constatamos unos niveles máximos de lactato importantes ( $x=10.2$  mmol/l) que evidencian, para estas edades, el nivel de sollicitud del metabolismo anaeròbico làctico en este test máximo de 30" realizado sobre cicloergòmetre.

La pobre relación entre los resultados de la batería del test de Bosco ( $S_0$ , CMJ a excepción de W 15") y los resultados del test de Wingate, se puede atribuir a una diferente adaptación al gesto mecánico de ambos test lo cual se evidencia por una diferencia biomecánica en los respectivos ejercicios (ergociclo y saltos). Si que existe correlación estadística entre el test W 15" (saltos verticales

resultats del test de Wingate, es pot atribuir a una diferent adaptació al gest mecànic d'ambdós tests, la qual cosa s'evidencia per una diferència biomecànica en els exercicis respectius (ergocicle i salts). Si que existeix correlació estadística entre el test W 15" (saltos verticals continus durant 15 segons) i el test de Wingate ( $r = 0.82$ ), tal i com trobaren Bosco et al. (1983) i que no troben Gallozzi i col. (1989), ja que realitzen un test modificat de Wingate de 10 segons de durada, amb una resistència constant per a tots ells de 60 Nm. Així, tot i que es podria pensar que el test Ergojump de Bosco requeriria un gest mecànic molt més semblant al de la cursa que no el de pedalejar en cicloergòmetre, veiem que, exceptuant el test de potència anaeròbica de 15", els altres presenten una menor validesa que el test de Wingate. Recordant a més que el test de 15" presenta problemes importants quant a la seva realització, i els esportistes han d'estar molt ben ensinistrats en la realització de salts continus màxims.

## RESULTATS

### CORRELACIO ( $p < 0.01$ )

	WINGATE		BOSCO		
	5 "	30 "	So	CMJ	W15s
100 m.	-0.91	-0.92	-0.69	-0.72	-0.89

Taula 8

Tabla 8

Els tests de Bosco correlacionen malament amb les marques de cursa, excepte el test de 15". Gallozzi et al. (1989) troben correlació estadísticament

## RESULTATS

### CORRELACIO ( $p < 0.01$ )

	WINGATE		BOSCO		
	5 "	30 "	So	CMJ	W15s
200 m.	-0.96	-0.98	-0.75	-0.77	-0.92

Taula 9.

Tabla 9

continuos durante 15 segundos) y el test de Wingate ( $r=0.82$ ), tal y como encontraron Bosco et al. (1983) y que no encuentran Gallozzi y col. 1989, ya que realizan un test modificado de Wingate de 10 segundos de duracion, con una resistencia constante para todos ellos de 60 Nm. Asi si bien podia pensarse que el test Ergojump de Bosco requeriria un gesto mecánico mucho mas parecido al de la carrera que el pedalejar en cicloergómetro, vemos que exceptuando el test de potencia anaeróbica de 15", los demás presentan una menor validez que el test de Wingate. Recordando además que el test de 15" presenta problemas importantes en cuanto a su realizacion, y los deportistas deben estar muy bien adiestrados en la realizacion de saltos continos máximos.

## RESULTATS

### CORRELACIO ( $p < 0.01$ )

	WINGATE		BOSCO		
	5 "	30 "	So	CMJ	W15s
60 m.	-0.84	-0.86	-0.68	-0.66	-0.87

Taula 7

Tabla

Los test de Bosco correlacionan mal con las marcas de carrera a excepción del test de 15". Gallozzi and col 1989 encuentran correlacion estadísticamente significativa ( $r: 0.59; p < 0.001$ ), entre el test de 15" y un test de carrera de 50 metros. Nosotros también la hallamos, y mayor, en 60 mt ( $0.68 p < 0.001$ ), correlación muy parecida a la obtenida con el test de Wingate para esta distancia.

La excelente correlación entre test de Wingate/ Test de Campo confirma la hipotesis de que el ejercicio solicitado en el ergociclo (a pesar de las diferencias biomecánicas y fisiológicas con la carrera) es apto para evaluar el estado actual del metabolismo anaeróbico en atletas jóvenes. Podemos destacar la alta correlación del test: en sprints cortos (60 m), el coeficiente de correlación (0.86) es idéntico al encontrado por Bar-Or (1981); en esprints de 200 metros la correlación pasa a 0.98 que es la más alta que hemos encontrado entre el material publicado.

En conclusion podemos entonces resumir que el test de Wingate es un test util y válido en nuestros laboratorios frente a otros métodos de evaluación del metabolismo anaeróbico.

significativa ( $r: 0.59; p < 0.001$ ) entre el test de 15'' i un test de cursa de 50 metres. Nosaltres també la trobem, i encara més gran, en 60 m ( $0.68 p < 0.001$ ), correlació molt semblant a l'obtinguda amb el test de Wingate per a aquesta distància.

L'excel·lent correlació entre test de Wingate test de camp confirma la hipòtesi que l'exercici sol·licitat en l'ergocicle (malgrat les diferències biomecàniques i fisiològiques amb la cursa) és apte per avaluar l'estat actual del metabolisme anaeròbic en atletes joves. Podem destacar l'alta correlació del test: en sprints curts (60 m) el coeficient de correlació (0.86) és idèntic al trobat per Bar-Or (1981); en sprints de 200 metres la correlació passa a 0.98, que és la més alta que hem trobat entre el material publicat.

Com a conclusió podem doncs resumir que el test de Wingate és un test útil i vàlid en els nostres laboratoris enfront d'altres mètodes d'avaluació del metabolisme anaeròbic.

Les principals qualitats de l'esmentat test serien:

1. Asequibilitat del material.
2. Bona precisió intralaboratori.
3. Fàcil calibratge dels aparells sense ajuda de personal tècnic específic.

Les limitacions principals són:

1. Les pròpies de les proves maximals.
2. Requereix la participació de dos investigadors, tot i que amb entrenament ho pot fer un de sol.

Las principales cualidades del citado test serian:

1. Asequibilidad del material.
2. Buena precisión intralaboratorio.
3. Fácil calibrage de los aparatos sin ayuda de personal técnico específico.

Las principales limitaciones son:

1. Las propias de las pruebas maximales
2. Requiere la participación de dos investigadores, aunque con entrenamiento lo puede hacer uno sólo.

## Bibliografia

BAR-OR, O.: Le test anaeròbic de Wingate. Caractéristiques et applications. *Simbioses*. 13/3: 157-172. 1981.

BASSET, D.R. Jr.: Correcting the Wingate Test for Changes In Kinetic Energy off the Ergometer Flywheel. *Int J Sports Med* 10 (6): 446-449. 1989.

BERG, A i KEUL, J.: Validity Off Predictable Effects in Metabolic Changes. *Medicine Sport Sci*. 17: 238-249. 1984.

BOSCO, C. i KOMI, P.V.: Potentiation of the mechanical behavior of the human skeletal muscles in man. *Acta Physiol Scand* 106: 467-472. 1979.

BOSCO, C. i KOMI, P.V.: A simple method for measurement of mechanical power in jumping. *EUR J Appl Physiol* 50: 273-282. 1983.

BOSCO, C., VITALASO, J.T., KOMI, P.V. i LUHTANEN, P.: Combined effect of elastic energy and myoelectrical potentiation during stretch-shortening cycle exercise. *Acta Physiol Scand* 114: 557-565. 1982.

BOSCO, C., MOGNONI, P. i LUHTANEN, P.: Relationship between isokinetic performance and ballistic movement. *Eur J Appl Physiol* 51: 357-364. 1983.

BOSCO, C.: Valoraciones funcionales de la fuerza dinámica, de la fuerza explosiva y de la potencia anaeròbica aláctica con los test de Bosco. *Apunts med sport* 93: 151-156. 1987.

COGGAN, A.R., i COSTILL, D.L.: Biological and Technological Variability of three anaerobic ergometric test. *Int J Sports Med* 5 (3): 142-145. 1984.

DALLAIRE, J., BRAYNE, S., BARRET, S.: Anaerobic Testing Using The Wingate and Evans-Quinney Protocols With and Without Toe Stirrups. *Can J Appl Spt Sci* 9: 11-5. 1984.

ESTRUCH, A., RODAS, G., VENTURA, J.L.: Valoración funcional del deportista en el laboratorio. *Monografías médicas JANO*, 3 (8): 27-32. 1989.

GALLOZZI, C., FAINA, M., AMODIO, F. i DAL MONTE, A.:

Validity of anaerobic power tests in the assesment of sprint capabilities. First 10c World Congress Sport Sciences. Colorado (USA). 1989.

JACOBS, I. i TESCH, P.: Short Time, Maximal Musçular Performance: Relation to Muscle Lactate and Fiber Type in Females. *Medicine Sport* 14: 125-132.1981.

KAVANAGH, M.F. i JACOBS, I.: Breath-by-breath Oxygen Consumption During Performance of The Wingate Test. *Can J Spt Sci* 13: 91-93.

KOUTEDAKIS, Y.: Modified Wingate test for measuring anaerobic work of the upper body in juniors rowers. *Brit J Sports Med* 20/4: 153-156. 1986.

MAUD, J.P., SCHULTZ, B.B.: Norms for the Wingate Anaerobic Test with Comparison to Another Similar Test. *Research Quarterly For Exercise and Sport*. 60/2: 144-151. 1989.

NUBIALA, R.J., GINER, A., HORNO, J., LAPIEZA, M.G., MOLINER, J., LOPEZ, M.A.: Estudio comparativo entre el

test de Wingate y las pruebas de pista de 100 y 200 metros lisos. *Archivos de Medicina del Deporte*. 26: 117-122. 1984.

PERES, G., VANDEWALLE, H., MONOD, H.: Puissance maximales anaerobie des membres superiors: étude comparée entre différentes populations de canoè-Kayakistes. *Medicine du Sport* 62 (3). 1988.

FOSTER, C., SNYDER, A.C., THOMPSON N.N, KUETTEL, K.: Normalization of the Blood lactate Profile in Athletes. *Int J Sports Med* 9: 198-200. 1988.

FROESE, E.A., HOUSTON, M.E.: Performance During the Wingate Anaerobic Test And Muscle Morphology in Males and Females. *Int J Sports Med* 8: 25-39. 1987.

THARP, G.D., JHONSON, O.G., THORLAND, G.W.: Medición de la potencia y capacidad anaeróbica en jóvenes atletas de élite usando el test de Wingate. *J Sports Med* 24 184: 100-106. 1984.