



Rev. Cub. Med. Dep. & Cul. Fís. 2015; Vol. 10, Núm. 2

ISSN: 1728-922X

Artículo original

Tiempo límite de mantenimiento de la potencia aerobia máxima en remeros del equipo nacional.

Timeout maintenance of maximum aerobic power in national team rowers.

Autores:

Dra. Jaqueline Ofelia Rives Santi*, Dra. Graciela Nicot Balón**, Dra. Rita María Martínez La Rosa***, Dr. Armando Jesús Llera Crespo***, Dra. Juliette Massip Nicot**** gnb@infomed.sld.cu

* Especialista en Medicina Física y Rehabilitación. Especialista de primer grado en Medicina General Integral. Master en Control Médico del entrenamiento deportivo. Instituto de Medicina Deportiva.

** Especialista de Segundo grado en Medicina Deportiva. Master en control Médico del entrenamiento deportivo Instituto de Medicina Deportiva.

***Especialista de primer Grado en Medicina Deportiva. Master en Control Médico del entrenamiento deportivo Instituto de Medicina Deportiva.

**** Especialista de Primer Grado en Bioestadística. Master en economía de la Salud. Hospital General Calixto García

RESUMEN

Existe necesidad de poder brindar a los entrenadores del deporte de remo una herramienta más que permita conformar tripulaciones en los diferentes botes con una mayor homogeneidad fisiológica. Con el objetivo de determinar el tiempo límite de mantenimiento en el MVO_2 y variables asociadas en remeros del equipo nacional durante pruebas máximas en remoergómetro y su relación con el rendimiento deportivo se diseñó un estudio descriptivo longitudinal con 12 remeros masculinos de tripulaciones participantes en el Campeonato Mundial. Se recogieron las variables: Potencia pico, Boga, Consumo de oxígeno absoluto y relativo, Tiempo de trabajo, Frecuencia cardíaca inicial y postcarga y Lactato postcarga. Todos los atletas presentaron indicadores vinculados al MVO_2 correspondientes a atletas de élite de nivel internacional. Se precisó la variabilidad en el tiempo de mantenimiento al 90-95 % de la potencia máxima siendo mayor en los ligeros. Los tiempos se encontraron en los 6 minutos en los ligeros y en los 4 minutos en los abiertos. La potencia cercana al MVO_2 no demostró ser determinante para el tiempo de

mantenimiento ni para la distancia recorrida a esa intensidad. Se debe buscar, con los recursos con que contamos actualmente, las determinantes que pueden estar vinculadas en el éxito en este deporte así como colaborar con los técnicos del deporte en la constitución de tripulaciones más homogéneas en cuanto a variables físicas y biomédicas.

Palabras clave: *remo ergometría, consumo máximo de oxígeno, potencia máxima, tiempo límite de mantenimiento de la potencia máxima.*

ABSTRACT

There's a need to provide sport coaches a tool that allows forming crews in different boats with greater physiological homogeneity. In order to determine the time limit in MVO₂ maintenance and associated variables in the national team rowers during peak rowing ergometer tests and their relationship to athletic performance a longitudinal descriptive study was designed with 12 male rowers participating crews at the World Championships . Variables collected were: Peak Power, Boga, absolute and relative consumption of oxygen, working time, initial heart rate and afterload and afterload Lactate:. All athletes presented MVO₂ corresponding indicators linked to elite athletes worldwide. Variability in maintenance time 90-95% of the maximum power being greater light was pointed. The times were found in the 6-minute light and 4 minutes in the open. The power close to MVO₂ not proved crucial to the maintenance time nor the distance to that intensity. Should be sought, with the resources that we currently have, the determinants that may be linked to success in this sport as well as collaborate with technical sport in the formation of more homogeneous crews in physical and biomedical variables.

Keywords: *rowing ergometry, maximal oxygen consumption, maximum power, keeping time limit maximum power.*

Introducción

Algunos investigadores consideran que el mejor modo de juzgar las adaptaciones cardiorrespiratorias y metabólicas, que acompañan al entrenamiento en resistencia, es evaluar el máximo consumo de oxígeno (MVO₂) o lo que es lo mismo, la potencia aerobia máxima, y definen este parámetro como la medición máxima de la capacidad de transporte del oxígeno del corazón y los pulmones de un individuo, así como la capacidad de los músculos para utilizar y consumir el oxígeno transportado (1,2).

La máxima potencia aerobia o MVO₂ puede ser medido de forma directa o indirecta utilizando ergómetros muy conocidos como la bicicleta, la estera rodante y otras que son más específicas de los deportes en que se utilizan los medios y mecánicas del evento deportivo en cuestión.

El grado de mejoría de la máxima potencia aerobia con cualquier programa de entrenamiento puede presentar grandes variaciones interindividuales, mientras una persona puede experimentar una mejoría del 20-30% en el MVO₂ como consecuencia del entrenamiento otra persona tal vez muestre pocos cambios (menos del 5 %) con el mismo programa. Las personas que ya tienen un nivel alto de forma física mostrarán un cambio menor de la potencia aerobia que otros que han llevado una vida menos activa. Se conoce que en la medida que mejora la potencia y capacidad aerobia de un deportista de resistencia mejor serán los rendimientos en su evento (3,4).

Hay eventos deportivos que tienen una duración entre 5 y 8 minutos que para alcanzar el máximo rendimiento deportivo deben ser realizados a intensidades máximas o cercanas al máximo y que solo pueden ser satisfechos con la utilización, prácticamente todo el tiempo, de la máxima potencia aerobia.

En los deportes en que el trabajo se realiza en equipo este indicador puede ser considerado a la hora de la selección, por lo que adquiere también importancia el poder precisar el tiempo de mantenimiento del MVO_2 en cada uno de los integrantes del equipo, entre otros parámetros, a la hora de configurar una tripulación o equipo, tales como: factores antropométricos, biomecánicos, metabólicos, entre otros.

Dentro de los deportes de resistencia de mayores requerimientos energéticos se encuentra el remo. Los remeros tanto femeninos como masculinos poseen grandes dimensiones corporales y demuestran cualidades excepcionales aeróbicas y anaeróbicas.

Fue objetivo de esta investigación determinar el tiempo límite de mantenimiento del trabajo a una intensidad cercana al máximo consumo de oxígeno (90-95 %) y variables asociadas, en remeros del equipo nacional durante pruebas máximas en remoergómetro así como su relación con el rendimiento deportivo.

MATERIALES Y MÉTODOS

La presente investigación se trata de un estudio descriptivo, longitudinal con dos cortes transversales, uno para la remo ergometría clásica de 2000 metros y el segundo para la prueba programada al 90-95% de la potencia máxima encontrada en la prueba anterior.

El universo lo constituyeron todos los atletas de remo de ambos sexos pertenecientes al equipo nacional de este deporte. La muestra la conformaron remeros del sexo masculino pertenecientes a tripulaciones participantes en el Campeonato Mundial del deporte (10 remeros, de ellos seis correspondieron al grupo de ligeros y cuatro al de abiertos).

Las tripulaciones fueron las siguientes:

2 par ligero; 2 par abierto; 2 sin abierto; 4 con ligera.

El estudio se realizó durante la Etapa de Preparación General. A todos los atletas se les realizó un control médico para conocer si cumplían con las condiciones de salud para participar en la investigación.

Los atletas desarrollaron la prueba de 2000 metros en el remoergómetro según los criterios establecidos por el deporte para obtener los indicadores necesarios en esa prueba hasta el agotamiento. Se utilizó la fórmula de Nilsen para el cálculo del máximo consumo de oxígeno

En la semana posterior se diseñó una prueba en el remoergómetro a una intensidad del 90% al 95 % de los watt que constituyeron la potencia máxima, determinado en la prueba convencional. El tiempo y distancia de trabajo fueron abiertos, buscando el tiempo que dicho atleta fue capaz de mantener una meseta en el intervalo de Watt programados.

Una vez que no fue capaz de mantener la intensidad, se suspendió la prueba, determinándose el tiempo de trabajo como elemento primordial y secundariamente

distancia recorrida, calorías empleadas, frecuencia cardiaca inicial y final y lactato del tercer minuto de trabajo.

Se realizaron mediciones de la frecuencia cardiaca a través de pulsómetros digitales que brindan los resultados, latido a latido, se registraron las variables físicas que brinda el remoergómetro (potencia, boga, tiempo cada 500 metros, tiempo acumulado, tiempo total, calorías por minuto). El lactato en sangre se midió a través de lactímetro con química seca

A partir de estos resultados se analizaron las tripulaciones que se conformaron para ese campeonato mundial para determinar las diferencias que existieron entre ellas en el tiempo límite de mantenimiento del máximo consumo de oxígeno (MVO₂).

Tanto a entrenadores como a atletas se le informó sobre las características de este estudio así como los beneficios que pueden ser derivados de los resultados y se solicitó el consentimiento informado (Anexo 1).

ANÁLISIS ESTADÍSTICO

Se registró en una planilla confeccionada al efecto, los datos generales de cada deportista, incluyendo edad deportiva, así como los resultados de las pruebas realizadas. Estos datos se registraron en el programa Excel de Windows.

Para resumir el comportamiento de las variables estudiadas se utilizaron indicadores de tendencia central y de dispersión como son la media (X) y la desviación estándar (DE). Otras variables de resumen utilizadas fueron los valores máximo (Max) y mínimo (Min).

El contraste de igualdad de medias entre grupos de categorías de peso fue realizado utilizando la prueba no paramétrica de Wilcoxon Mann-Whitney para dos muestras independientes.

Para ilustrar el comportamiento de las variables estudiadas fueron utilizadas tablas.

El procesamiento estadístico se llevó a cabo utilizando el paquete estadístico SPSS 17.0 para Windows. El grado de significación fijado para las pruebas utilizadas fue de $p \leq 0,05$.

RESULTADOS

Tabla 1. Características generales de los remeros.

Clasificación peso		Edad	Edad deportiva	Talla	Peso
Ligero	Media	26,8	12,2	180,1	72,2
	Desv. Est.	3,3	3,9	5,04	7,52
	Mínimo	23	9	174	68.0
	Máximo	32	20	189,5	74,5
Abierto	Media	23,6	11	190,5	91,5
	Desv. Est.	1,14	1,73	4,91	9,09
	Mínimo	22	10	187,3	85
	Máximo	25	14	199	106

Significación (p)	0,106	0,876	0,018*	0,018*
-------------------	-------	-------	--------	--------

*p≤0,05

En la Tabla 1 se presentan los resultados de los remeros pertenecientes a los grupos ligeros y abiertos. Presentan edades cronológicas y deportivas similares sin encontrarse diferencias significativas entre ambos grupos Tanto el peso corporal como la talla presentaron diferencias estadísticamente significativas entre grupos correspondiéndose los menores valores a los del grupo de ligeros.

Tabla 2. Resultados de las variables físicas y fisiológicas de la prueba convencional de 2000 m.

Clasificación peso		VO2 Abs L O2/min	VO2/Kg L O2/min/kg	Potencia Max Watt	FC final l.p.m
Ligero	Media	5,2	67,4	362,0	182,0
	Desv. Est	0,49	3,45	39,14	6,13
	Mínimo	4,6	64	315	174
	Máximo	5,9	72	435	190
Abierto	Media	5,8	64,3	428,4	186,0
	Desv. Est.	0,45	2,11	38,07	11,79
	Mínimo	5,4	62	390	176
	Máximo	6,6	67	489	199
Significación (p)		0,061	0,087	0,087	0,645

En la Tabla 2 se presentan los resultados obtenidos en el remoergómetro en la distancia de 2000 metros incluyendo el Máximo consumo de Oxígeno determinado de forma indirecta y el VO2 relativo al peso corporal. En ninguno de los dos indicadores se encontró diferencias estadísticas significativas aunque el Máximo Consumo de oxígeno, en valor absoluto, fue mayor en los de peso abierto y menor el relativo al peso corporal que el grupo de ligero, debido a la menor talla y peso corporal de estos. En cuanto a la potencia pico de ambos grupos el grupo ligero presentó valores ligeramente inferiores, sin embargo no se encontró diferencias estadísticamente significativas.

La frecuencia cardiaca final en ambos grupos se comportó de forma similar, sin diferencias estadísticas

Tabla 3. Media y Desviación Estándar de algunas variables obtenidas en la prueba convencional de 2000m.

Clasificación peso		Tiempo segundos	Calorías	Media de distancia 500m
Ligero	Media	396,3	169,2	99,0
	Desv. Est.	13,63	8,42	3,41
	Mínimo	372,1	159	93,0
	Máximo	414,1	185	103,5
Abierto	Media	374,3	183,8	99,3
	Desv. Est.	10,70	8,19	11,23
	Mínimo	357,7	176	92,7
	Máximo	385,7	197	119,4
Significación (p)		0,019*	0,018*	0,222

* $p \leq 0,05$

En la tabla 3 se presenta el tiempo de ejecución de cada grupo durante la prueba de 2000 metros. Hubo diferencias estadísticamente significativas entre ambos grupos en los tiempos de ejecución de los 2000 metros, correspondiéndose con el grupo ligero los mayores tiempos. Se demostró diferencias estadísticamente significativas en los valores de calorías entre los grupos, siendo superior las calorías entregadas en el grupo abierto.

Se destaca el tiempo promedio de recorrido en los 500 metros en el que no hubo diferencias significativas y un valor promedio idéntico; sin embargo en esta variable se encontró una desviación estándar elevada en el grupo abierto, lo que explicaría los valores promedio de tiempo, similares a los del grupo de ligeros.

Tabla 4. Valores de variables obtenidas en el remoergómetro correspondientes a las potencias del 90--95% de la potencia máxima obtenidas en la prueba de 2000 m.

Clasificación peso		Distancia recorrida (m) para el 90% de la Potencia máx.	Potencia 90% Watt	Potencia 95% Watt
Ligero	Media	131,2	327,5	340,
	Desv. Est.	79,57	33,92	39,22
	Mínimo	38,00	283,00	299,00
	Máximo	255,00	391,00	412,00
Abierto	Media	222,6	383,8	397,0
	Desv. Est.	141,01	36,22	45,71
	Mínimo	88,00	344,00	351,00
	Máximo	460,00	440,00	465,00
Significación (p)		0,193	0,018*	0,042*

*p≤0,05

En esta tabla 4 se presenta la distancia que tuvo que remar el deportista para poder alcanzar la potencia correspondiente a los 90 Watt. Aunque los ligeros recorrieron una menor distancia que el grupo pesado no hubo diferencias estadísticamente significativas entre los grupos ligeros y abiertos,

En relación a la potencia que desarrollaron los deportistas al intervalo de intensidades del 90 al 95 % del VO₂ máximo se encontraron diferencias estadísticamente significativas entre ambos grupos, siendo los abiertos los que mayor potencia desarrollaron, acorde a lo encontrado en la prueba clásica. Todos los atletas cumplieron con los porcentajes de potencia que les correspondían de forma individual para la ejecución de esta prueba.

Tabla 5. Variables fisiológicas y físicas obtenidas en el remoergómetro con potencia del 90 al 95 % de la máxima individual.

Clasificación peso		Tiempo mantenido en Potencia max (s)	distancia recorrida (m)	Boga/min	Lactato 3min
Ligero	Media	367,60	2001,0	31,2	9,5
	Desv. Est.	142,06	737,88	3,25	1,0
	Mínimo	150,00	783,00	28,00	8,0
	Máximo	585,25	3116,00	38,00	11,0
Abierto	Media	280,00	1611,2	29,6	8,0
	Desv. Est.	89,05	451,03	2,50	1,5
	Mínimo	177,00	1072,00	26,00	6,5
	Máximo	372,72	2159,00	32,00	10,5
Significación (p)		0,223	0.123	0,564	0,047*

* $p \leq 0,05$

En la tabla 5 se presentan otros resultados de la prueba en el remoergómetro a intensidad cercana a la potencia máxima. Se observa que no existieron diferencias entre los grupos de remeros en el tiempo mantenido en la potencia cercana a la máxima, al parecer debido a la alta desviación estándar. Los datos están expresados en segundos, pero al calcular los minutos mantenidos en estas intensidades, se observa que los ligeros pudieron mantenerse, como promedio, durante 6 minutos y los de la categoría abiertos 4 minutos. El primer grupo presentó una elevada desviación estándar lo que no ocurrió en los abiertos. Se encontraron en los ligeros un atleta con valor de 585 segundos correspondiéndose a cerca de 10 minutos de trabajo y otro remero con 2 minutos y medio solamente. Se evidenció poca homogeneidad en ambos grupos, fundamentalmente en el primer grupo.

La boga durante la prueba para los dos grupos fue muy similar y sin diferencias significativas.

En cuanto a los valores de lactato se encontraron diferencias estadísticamente significativas entre los grupos siendo inferior el valor de lactato en sangre del tercer minuto en el grupo de remeros de la categoría abierto.

En cuanto a la distancia recorrida durante el mantenimiento de ese tiempo límite fue superior en los remeros ligeros que en los remeros de la categoría abierto, aunque no se encontraron diferencias estadísticamente significativas. En ellos también encontramos una desviación estándar elevada y muy superior a la categoría abierta, con remero que solo pudo trabajar a esta intensidad 783 metros y otro que remó 3116 metros. Se confirma la poca homogeneidad del grupo estudiado.

Discusión

Los remeros estudiados presentan un elevado tiempo de práctica en el deporte y experiencia en la prueba de remoergometría

Tanto los remeros de peso ligero como los de peso abierto presentan valores promedio elevados en el MVO₂ absoluto. Los remeros de nivel mundial alcanzan valores de MVO₂ absoluto de alrededor de los 6 Litros de Oxígeno por minuto (5). Estos remeros presentan valores de esta variable que se acercan mucho al valor antes referido por lo que pueden ser considerados como remeros de élite.

El MVO₂ relativo al peso corporal reordena el cuadro fisiológico de ambos grupos presentando el grupo de remeros ligeros los valores más altos de este indicador acorde a su menor peso corporal. Valores óptimos para esta variable en deportistas de resistencia oscilan entre 60 y 70 ml/kg, por lo que teniendo en cuenta esta referencia también se puede considerar que estos deportistas reúnen características fisiológicas positivas (6).

Se ha señalado que la potencia pico en la prueba de 2000 metros puede ser considerada como un predictor fiable de ejecución en competencia. Según los resultados encontrados en ellos, los del grupo ligero presentaron valores altos de potencia máxima y el grupo de abierto supera de forma notable los valores referenciales (7) que se han señalado de 390 W como potencia pico, aunque en ese trabajo no mencionan si esos valores eran para todos los remeros masculinos en general o para alguna categoría según peso corporal. Ambos grupos presentaron valores similares.

La frecuencia cardiaca final en ambos grupos se comportó de forma similar, sin diferencias estadísticas y por debajo de los valores teóricos esperados, a pesar de haber realizado esfuerzo hasta el agotamiento lo que demuestra que cuentan con adaptaciones cardiovasculares que le permiten que sin necesidad de un incremento máximo de la frecuencia, el gasto cardiaco sea el necesario y suficiente para la actividad que realizan.

Se destaca el tiempo promedio de recorrido en los 500 metros en el que no hubo diferencias significativas y un valor promedio idéntico; sin embargo en esta variable se encontró una desviación estándar elevada en el grupo abierto, lo que explicaría los valores promedio de tiempo, similares a los del grupo de ligeros.

En esta tabla 4 se presenta la distancia que tuvo que remar el deportista para poder alcanzar la potencia correspondiente a los 90 Watt. Aunque no hubo diferencias estadísticamente significativas entre los grupos ligeros y abiertos, se evidencia que los abiertos tuvieron que remar una distancia cercana al doble que los ligeros. De esto podría inferirse que los ligeros son capaces de llegar más rápidamente a la Potencia pico o al Máximo consumo de Oxígeno y que los del grupo abierto deben ser entrenados para acortar esta distancia (8-10). De cualquier forma, esto debe de ser confirmado con estudio de análisis de gases.

En relación a la potencia que desarrollaron los deportistas al intervalo de intensidades del 90 al 95 % del VO₂ máximo se encontraron diferencias estadísticamente significativas entre ambos grupos siendo los abiertos los que mayor potencia desarrollaron, acorde a lo encontrado en la prueba clásica. Todos los atletas cumplieron con los porcentajes de potencia que les correspondían de forma individual para la ejecución de esta prueba.

Se observa que aunque no existieron diferencias entre los grupos de remeros, los de las categorías ligeras lograron mantenerse en esta intensidad por un tiempo mucho más prolongado que los de peso abierto, sin embargo, estas diferencias pueden ser notables cuando de tiempo de competencia se refiere. Los datos están expresados en segundos pero al calcular los minutos mantenidos en estas intensidades se observa que los ligeros pudieron mantenerse, como promedio, durante 6 minutos y los de la categoría abiertos 4 minutos. No obstante, llama la atención la elevada desviación estándar encontrada en el primer grupo, lo que no ocurrió en los abiertos. Se encontraron en los ligeros un atleta con valor de 585 segundos correspondiéndose a cerca de 10 minutos de trabajo y otro remero con 2 minutos y medio solamente. Se evidenció poca homogeneidad en ambos grupos, fundamentalmente en el primer grupo.

La boga durante la prueba para los dos grupos fue muy similar y sin diferencias significativas.

En cuanto a los valores de lactato se encontraron diferencias estadísticamente significativas entre los grupos siendo inferior el valor de lactato en sangre del tercer minuto en el grupo de remeros de la categoría abierto.

En cuanto a la distancia recorrida durante el mantenimiento de ese tiempo límite fue superior en los remeros ligeros que en los remeros de la categoría abierto, aunque no se encontraron diferencias estadísticamente significativas. En ellos también encontramos una desviación estándar elevada y muy superior a la categoría abierta con remeros que solo pudieron trabajar a esta intensidad 783 metros y otro que remó 3116 metros. Se confirma la poca homogeneidad del grupo estudiado.

Se ha planteado que para mejorar el rendimiento, los deportistas de resistencia necesitan incrementar el VO₂ máximo y la velocidad asociada al VO₂ máximo. Para lograr esto se considera que es necesario aplicar cargas intermitentes y no continuas que estimulen el sistema cardiorrespiratorio y prolongue el tiempo de trabajo con la velocidad correspondiente al VO₂ máximo. De esta forma se han sugerido diferentes tipos de entrenamiento intermitentes para este fin (11,12).

El concepto de velocidad aeróbica máxima fue desarrollado en la década del 80 del pasado siglo y es considerada como la velocidad mínima en que se alcanza el consumo aeróbico máximo o como la velocidad asociada al máximo consumo de oxígeno. Se han desarrollado diferentes métodos y se ha llegado a la conclusión que el test debe ser progresivo y máximo sin descanso entre pasos con una duración total de 17 a 20 minutos, dar de cuatro a cinco escalones, con duración de tres minutos y una pendiente de 1 %, con incremento de velocidad de 1.5 km por hora hasta completo agotamiento. Los últimos pasos se pueden reducir a dos minutos. La velocidad máxima aeróbica se ajusta a la duración del último paso.

Daniels y col (13) definieron el parámetro vVO₂ como la velocidad asociada con el consumo máximo de oxígeno determinado por test con incrementos en la estera rodante. Además se ha encontrado que esta velocidad es muy cercana a la velocidad promedio mantenida en la carrera de 3000 metros.

En el trabajo de Billat (14) se reportan tiempos de trabajo en la velocidad del VO₂ máximo de 14 minutos y 21 segundo y distancias de carrera de 2530 metros con trabajos intermitentes de 15 segundos al 90 % del VO₂ máximo y 15 segundos al 80% del VO₂ máximo.

Al analizar los resultados por tripulaciones observamos que el bote 2 par ligero que obtuvo el lugar 16 en el campeonato mundial, los remeros presentaron el siguiente comportamiento:

Tiempo de mantenimiento: 437,3 y 440,12 segundos respectivamente. Tiempos de 7,17 y 7,20, muy similares.

Watt 90 y W 95: 342-361 y 283-299 respectivamente

Distancia recorrida: 2297 y 2164 metros

Lactato tercer minuto: 10.2 y 9.5 mmol/L

Como puede observarse esta tripulación presenta muchas características similares, sin embargo difieren notablemente en cuanto a la potencia pico y por ende en la potencia al 90 y 95 %. Debe analizarse que determinantes del éxito dependen de la potencia. No se incluyó las bogas por minutos pero al analizar estos dos atletas ellos reman a una frecuencia de boga diferente 40 el primero y 33 el segundo. Ambos aspectos pudieran estar relacionados para dar un resultado no ventajoso.

La tripulación 2 par abierto que obtuvo el lugar 9no. Presentó el siguiente comportamiento:

Tiempo de mantenimiento: 585,25 y 280,1 segundos respectivamente. Tiempos de 9,45,25 y 4,40,10 minutos y segundos respectivamente.

Watt 90 y W 95: 391-412 y 395-417 respectivamente

Distancia recorrida: 3116 y 1581 metros

Lactato tercer minuto: 11 y 8-3 mmol/L

En estos remeros no obtuvimos la frecuencia cardiaca final.

Puede pensarse que el segundo atleta no realizó su máximo esfuerzo, a partir de que, a pesar de tener similitudes en cuanto a la potencia máxima y frecuencia de boga en 30 y 32 por minuto no se mantuvo durante un tiempo mayor. Esto lo corrobora el valor de lactato en sangre que son valores bastante diferentes entre ellos. Lo correcto hubiera sido haber repetido la prueba tratando de observar el grado de motivación del atleta, pero no fue posible porque el análisis de los datos se realizó posterior a la etapa en que esto hubiera sido posible.

La tripulación 2 sin abierto, con el lugar 13 en el mundial, presentó el siguiente comportamiento:

Tiempo de mantenimiento: 372,72 y 208,1 segundos respectivamente. Tiempos de 6,12,72 y 4,40,10 minutos y segundos respectivamente.

Watt 90 y W 95: 370-389 y 344-363 respectivamente

Distancia recorrida: 1955 y 1289 metros

Lactato tercer minuto: 7.5 y 6.5 mmol/L

Esta tripulación presenta un tiempo de mantenimiento muy disímil y debe de analizarse de forma individual porque en tanto el primer atleta recorre prácticamente la distancia de competencia con un porcentaje elevado de potencia de trabajo con valores relativamente bajos de lactato el segundo no es capaz de recorrer la misma distancia presentando agotamiento antes de los cinco minutos y con bajo valor de lactato. Al analizar las posibles causas pudiéramos encontrarnos con un atleta con

bajo contenido de glucógeno muscular lo que debe ser investigado ya que no hubo depleción de los almacenes producto del ejercicio. No se habían indicado esfuerzos agotadores el día previo a la prueba. Siempre está la posibilidad de la falta de motivación a la ejecución del test.

La tripulación 4 con.

Tiempo de mantenimiento: 278; 150; 400; 282 segundos, respectivamente. Tiempos de 4,41; 2,3; 6,4 y 4,42 minutos y segundos respectivamente.

Watt 90 y W 95: 335-354; 307-324: 316-334 y 319-322 respectivamente

Distancia recorrida: 1936; 783; 2291 y 1420 metros

Lactato tercer minuto: 8,5; 8; 9,5 y 10 mmol/L

En esta tripulación encontramos que las potencias de trabajo son disímiles, y el tiempo de mantenimiento presentó variaciones notables y no se corresponden con las potencias individuales. Llamamos también la atención que los valores de lactato no son lo esperado en esfuerzos constantes e intensos aunque hay una relativa relación entre distancia recorrida y nivel de lactato no siendo así entre tiempo de mantenimiento y lactato en sangre. Es evidente que la potencia cercana al MVO₂ no es determinante para el tiempo de mantenimiento ni para la distancia recorrida a esa intensidad. Algunos autores (15) han encontrado que trabajos realizados en la llamada potencia crítica pueden corresponderse con el 89 %, 93 % y 63 % del VO₂, frecuencia cardiaca y lactato máximos del atleta, lo que podría explicar estos resultados.

Esta investigación deja abiertas muchas interrogantes en las cuales pueden estar involucradas variables fisiológicas con las que no contamos actualmente, como lo es el análisis de gases, que permita poder estudiar directamente el consumo de oxígeno, ya que estos mecanismos no han sido aún aclarados por laboratorios que cuentan con alta tecnología (16-20).

En conclusión, se pudo precisar, en los remeros estudiados, la variabilidad en el tiempo de mantenimiento al 90-95 % de la potencia máxima individual siendo esta mayor en la categoría ligero. Los tiempos de mantenimiento en la potencia máxima se encontraron en los 6 minutos en la categoría ligero y en los 4 minutos en la categoría abierto. Se hizo evidente, con los análisis del tiempo de mantenimiento en el porcentaje 90-95 % de la potencia máxima correspondientes a las distintas tripulaciones, las diferencias fisiológicas entre los miembros de las tripulaciones, que no se hacían evidentes en la prueba clásica, así como que la potencia cercana al máximo consumo de oxígeno no es determinante para el tiempo de mantenimiento ni para la distancia recorrida a esa intensidad. Lo que sí nos queda claro es que se debe buscar, con los recursos con que contamos actualmente, como lo ha demostrado este estudio, las determinantes que pueden estar vinculadas en el éxito en este deporte así como colaborar con los técnicos del deporte en la constitución de tripulaciones más homogéneas en cuanto a variables físicas y biomédicas.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Wakefield BR, Glaister M. Influence of work-interval intensity and duration on time spent at a high percentage of VO₂max during intermittent supramaximal exercise. J Strength Cond Res. 2009 Dec; 23(9):2548-54.

2. Fernandez RJ, Keskinen KL, Colaço P, Querido AJ, Machado LJ, Morais PA, NovaisDQ, Marinho DA, Vilas Boas JP. Time limit at VO₂max velocity in elite crawl swimmers. . *Int J Sports Med*. 2008 Feb; 29(2):145-50. Epub 2007 Sep 13.
3. McLaughlin JE, Howley ET, Bassett DR Jr, Thompson DL, Fitzhugh EC. Test of the classic model for predicting endurance running performance. *Med Sci Sports Exerc*. 2010 May; 42(5):991-7.
4. Billat V, Renoux JC, Pinoteau J, Petit B, Koralsztein JP. Times to exhaustion at 90, 100 and 105% of velocity at VO₂ max (maximal aerobic speed) and critical speed in elite long-distance runners. *Arch Physiol Biochem*. 1995 May; 103(2):129-35.
5. Jensen RL, Freedson PS, Hamill J. The prediction of power and efficiency during near-maximal rowing. *Eur J Appl Physiol Occup Physiol*. 2006;73(1-2):98-104.
6. Peltonen J, Rusko H. Interrelations between power, force production and energy metabolism in maximal leg work using a modified rowing ergometer. *J Sports Sci*. 2003 Jun;11(3):233-40.
7. Housh T. Alternative mathematical model on critical velocity. *European Journal appl. Physio* 2001; 84: 861-875.
8. Midgley AW, Mc Naughton LR. Time at or near VO₂max during continuous and intermittent running. A review with special reference to considerations for the optimisation of training protocols to elicit the longest time at or near VO₂max. *J Sports Med Phys Fitness*. 2006 Mar;46(1):1-14. Review.
9. Bernard O, Ouattara S, Maddio F, Jimenez C, Charpenet A, Melin B, Bittel J. Determination of the velocity associated with VO₂max. *Med Sci Sports Exerc*. 2010 Feb;32(2):464-70.
10. Billat VL, Slawinski J, Bocquet V, Chassaing P, Demarle A, Koralsztein JP. Very Short (15 ±15 s) Interval-Training Around the Critical Velocity Allows Middle-Aged Runners to Maintain VO₂ max for 14 minutes. *Int J Sports Med* 2007; 22: 201-208.
11. Heubert R, Bocquet V, Koralsztein JP, Billat V. [Effect of 4 weeks of training on the limit time at VO₂ max] *Can J Appl Physiol*. 2003 Oct;28(5):717-36.
12. Vella CA, Marks D, Robergs RA. Oxygen cost of ventilation during incremental exercise to VO₂ max. *Respirology*. 2006 Mar;11(2):175-81.
13. Daniels JT, Yarbrough RA, Foster C. Changes in VO₂ max and running performance with training. *Eur J Appl Physiol Occup Physiol*. 1985 Oct 20;39(4):249-54. **13**
14. Billat V, Faina M, Sardella F, Marini C, Fanton F, Lupo S et al. A comparison of time to exhaustion at VO₂ Max in elite cyclist, kayak paddlers, swimmers and runners. *Ergonomics*, 2006, Vd.39, NO.2,267-277. **14**
15. Denadai BS, Ortiz MJ, Greco CC, de Mello MT. Interval training at 95% and 100% of the velocity at VO₂ max: effects on aerobic physiological indexes and running performance. *Appl Physiol Nutr Metab*. 2006 Dec;31(6):737-43.
16. Heubert R, Bocquet V, Koralsztein JP, Billat V. [Effect of 4 weeks of training on the limit time at VO₂ max] *Can J Appl Physiol*. 2003 Oct;28(5):717-36.
17. Vella CA, Marks D, Robergs RA. Oxygen cost of ventilation during incremental exercise to VO₂ max. *Respirology*. 2006 Mar;11(2):175-81.
18. Fernandes RJ, Keskinen KL, Colaço P, Querido AJ, Machado LJ, Morais PA, Novais DQ, Marinho DA, Vilas Boas JP. Time limit at VO₂max velocity in elite crawl swimmers. *Int J Sports Med*. 2008 Feb;29(2):145-50. Epub 2007 Sep 13.

19. Bernard O, Ouattara S, Maddio F, Jimenez C, Charpenet A, Melin B, Bittel J. Determination of the velocity associated with V02max. *Med Sci Sports Exere.* 2010 Feb;32(2):464-70.
20. Midgley AW, McNaughton LR, Carroll S. Effect of the V02 time-averaging interval on the reproducibility of V02max in healthy athletic subjects. *Clin Physiol Funct Imaging.* 2007 Mar;27(2):122-5.