

## ECONOMÍA DE CARRERA EN EL PATINAJE DE VELOCIDAD. INFLUENCIA DE LA POSICIÓN DENTRO DEL GRUPO

### RACING ECONOMY IN ON-LINE SPEED SKATING. IT INFLUENCES OF THE POSITION INSIDE OF THE GROUP

#### RESUMEN

El patinaje de velocidad es un deporte reconocido internacionalmente, que cuenta con un número de practicantes que aumenta continuamente. A pesar de ello, se trata de un deporte poco conocido desde el punto de vista médico, siendo muy escasos los trabajos científicos que lo abordan. En el presente trabajo pretendemos valorar el nivel de condición física de un grupo de patinadores de alto nivel, así como determinar las implicaciones funcionales relacionadas con la economía de carrera, que se derivan de la posición que ocupa el patinador dentro del grupo. Fueron seguidos 10 patinadores, realizándoles un reconocimiento médico-deportivo completo, así como pruebas de esfuerzo tanto de laboratorio como de campo. Éstas se concretaron a tres intensidades diferentes (80% de la velocidad umbral, velocidad umbral y velocidad máxima), y en cada una de ellas, en las posiciones delantera y trasera. Al 80% de la velocidad umbral se obtuvieron unos valores medios de consumo de oxígeno de 37 ml/kg. min yendo delante frente a 31 ml/kg.min en la posición de detrás. A velocidad umbral las cifras medias obtenidas fueron respectivamente de 62 frente a 53 ml/kg.min, mientras que a velocidad máxima estos valores resultaron en 74 frente a 64 ml/kg. min. En función a las cifras señaladas observamos mayores consumos de oxígeno, para las tres intensidades consideradas, en la posición de delante, siendo estas diferencias menores en el caso de los patinadores de mayor nivel competitivo. Estimamos que este hecho ha de ser tenido en cuenta a la hora de establecer las intensidades y estrategias en los entrenamientos y competiciones, pudiendo ser un parámetro importante en la consecución del éxito deportivo en este deporte.

**Palabras clave:** Patinaje de velocidad. Test de campo. Economía de carrera.

#### SUMMARY

The on-line skating is internationally a grateful sport that counts with a number of practitioners that increases of continuous. In spite of it, it is a not very well-known sport from the medical point of view, being very scarce the scientific papers that approach the same one. The aim of this paper is to value the level of physical condition of a high level skaters group, as well as to determine the functional implications related with the racing economy that are derived of the position that the skater occupies inside the group. 10 skaters were continued carrying out them a complete medical-sport recognition as well as you prove of effort so much of laboratory as of field. These were summed up to three different intensities (80% of the speed threshold, speed threshold and maximum speed), and in each one of them, in the positions leading and back. To 80% of the speed threshold some values means of 37 ml/kg.min were obtained going before in front of 31 ml/kg.min in the position of behind; to speed threshold the figures obtained stockings were respectively of 62 in front of 53 ml/kg.min, while to maximum speed these values were in 74 in front of 64 ml/kg.min. In function to the signal figures observe bigger oxygen consumptions, for the three considered intensities, in the position of before, being these smaller differences in the case of the skaters of more competitive level. We estimate that this fact must be kept in mind when establishing the intensities and strategies in the trainings and competitions, being able to be an important parameter in the attainment of the performance success in this sport.

**Key words:** Speed on-line skating. Field test. Racing economy.

**Jorge Egocheaga Rodríguez**

**Javier Llavador Ros**

**Juan J. Díaz-Munío Carabaza**

**Miguel Del Valle Soto**

**Ostaiska Egia Lekunberri**

**Izaskun Díaz de Bilbao**

Escuela de Medicina del Deporte  
Universidad de Oviedo

#### CORRESPONDENCIA:

Jorge Egocheaga Rodríguez. Escuela de Medicina del Deporte. Universidad de Oviedo. C/ Catedrático Gimeno, s/n Oviedo, 33007. Asturias

**Aceptado:** 14-10-2003 / Original nº 482

## INTRODUCCIÓN

Se cree que el primer modelo de patines fue desarrollado alrededor del año 1700 por un alemán que deseaba simular el patinaje sobre hielo en la época de verano. Para ello usó unos trocitos de madera clavados a un listón del mismo material, los cuales a su vez estaban atados a sus zapatos. Desde entonces hasta nuestros días el diseño del material ha sufrido un encomiable avance, utilizándose hoy para las competiciones patines en línea en los que el chasis se une a la bota solamente en la parte frontal mediante el uso de un resorte precargado, lo que permite alcanzar mayores velocidades así como un mejor desempeño de la técnica del deportista. Con su aceptación y uso en los Juegos Olímpicos de Invierno en 1998 y la aprobación por parte de la FIR (Federación Internacional de Roller) a partir del 2001 en los Mundiales de Francia, las carreras de patinaje de velocidad son hoy un deporte reconocido internacionalmente<sup>1-3</sup>. Las modalidades que presenta son variadas: en línea, con distancias entre 300 y 20.000 metros, de eliminación, a los puntos y de relevos. En todas ellas, la implicación técnica y táctica es muy importante a la hora de valorar el resultado final. Dentro de este concepto se encuentra la posición que ocupa el patinador en carrera, bien delante bien detrás del grupo. Los trabajos realizados en estos deportistas son escasos al tratarse de un deporte joven y todavía hoy con pocos medios económicos<sup>4</sup>. Sin embargo, los patinadores de velocidad de competición se someten a duras y largas sesiones de entrenamiento, que se merecen un seguimiento médico-deportivo correcto.

En el presente trabajo pretendemos valorar desde un prisma funcional (tomamos como parámetros de referencia consumos de oxígeno y frecuencias cardíacas)<sup>3</sup> la relación entre la posición de los patinadores en el grupo y el gasto energético relacionado con el mismo, así como concretar los niveles de condición física de este grupo de deportistas de competición.

## MATERIAL Y MÉTODOS

Para llevar a cabo el presente trabajo se han seleccionado 10 patinadores varones pertenecientes al club Costa Verde, con edades comprendidas entre los 16 y los 28 años, y una dedicación media al entrenamiento de 2 horas diarias, seis días a la semana. Todos los deportistas seguidos participan en competiciones de carácter nacional (Liga Nacional y Campeonatos de España), siendo algunos de ellos internacionales (Campeonatos de Europa). Todos los deportistas son seguidos por un entrenador titulado por la Federación Española, que programa convenientemente a corto, medio y largo plazo los entrenamientos.

Se llevaron a cabo tanto pruebas de laboratorio como de campo. Previamente a las mismas se obtuvo el consentimiento informado de cada uno de los participantes y éstos fueron sometidos a un completo estudio de salud (reconocimiento médico-deportivo). El laboratorio se encuentra adecuadamente ventilado y a temperatura constante de 20°C. Previamente a la realización del test, los patinadores realizaban un calentamiento de 15 minutos de duración. Se usó el test de Conconi, utilizando como ergómetro un ciclosimulador (Cateye Cs-1000), estableciendo como pautas de protocolo una velocidad inicial de 20 km/h con incrementos de 1 km/h cada minuto. Se empleó una inclinación virtual del 5% constante; el desarrollo, igualmente constante, fue de 52/13. Para la valoración de los gases respiratorios espirados utilizamos un sistema portátil de análisis de gases (VO2000 Med Graphics Metabolic Analysis System). Éste es un mecanismo computerizado que mide mediante integración de la señal de flujo cada 3 ventilaciones, los valores de la ventilación por minuto y el VO<sub>2</sub> en ml/kg.min<sup>5</sup>. Dicho analizador ha sido valorado y contrastado con analizadores de gases fijos, obteniéndose unos resultados parejos. Siempre existe una pequeña variación determinada por lo complejo del reducido tamaño del sistema portátil, pero que en ningún momento altera los resultados obtenidos<sup>2</sup>. Durante toda la prueba

fueron registradas y grabadas las frecuencias cardíacas mediante el empleo de cardiofrecuenciómetros ("Polar Accurex plus"; Polar Electro YO, Finlandia). Las pruebas eran maximales hasta la extenuación. Gracias a la metodología de Conconi se obtenía un "break point" que se identificó con el umbral anaerobio<sup>4-6</sup>.

Los test de campo fueron llevados a cabo en la pista de patinaje de Moreda, construida en cemento, con una cuerda de 200 m, una anchura de 5 m y peraltada. En primer lugar se realizó un test de confirmación de la frecuencia umbral a cada uno de los patinadores<sup>7</sup>. Para ello el deportista debía patinar 12 minutos a la intensidad estimada para la frecuencia dada como umbral en las pruebas de laboratorio. En los minutos 6 y 12 se realizaron extracciones sanguíneas del lóbulo de la oreja mediante la técnica de micropunción, para determinar la concentración de ácido láctico sanguíneo. Cuando la diferencia entre los valores obtenidos en la 1ª toma con respecto a los hallados en la 2ª no excedían de 1,5 mmol/l, se confirmaba la frecuencia umbral de laboratorio. Para el análisis de las muestras sanguíneas se utilizó un equipo portátil "Accusport" (Ergometrix, S.A.)<sup>2</sup>. No fue necesario en ninguno de los casos realizar ajustes, pues se confirmó en todos ellos la frecuencia umbral obtenida previamente.

Los test de campo delante-detrás se han realizado a tres intensidades diferentes de esfuerzo (y en cada una de ellas sobre 1000 metros de recorrido), las cuales se determinaron en función de la frecuencia cardíaca, al ser éste el parámetro más fácilmente controlable por los propios patinadores durante la prueba. La intensidad más alta desarrollada vino simplemente marcada por la máxima velocidad que el patinador podría desempeñar. La intensidad intermedia se fijó con respecto a los valores umbrales, mientras que la mínima se correspondía con un 80% con respecto a éstos. Al patinador se le colocaba durante toda la prueba el analizador de gases portátil con obtención de valores espirométricos por telemetría. En cada una de las intensidades señaladas el deportista

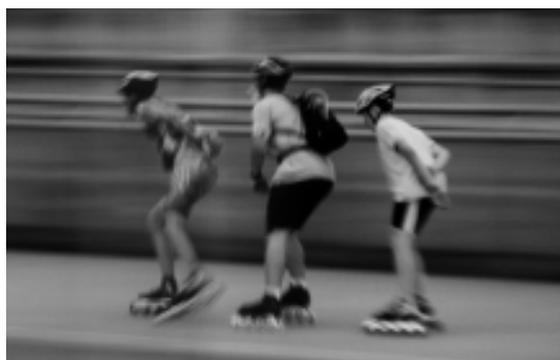
ocupaba dos posiciones: delantera del grupo (va situado en la primera posición de un pelotón de 3 patinadores) y trasera (el deportista va situado en el medio del pelotón formado por 3 patinadores) (Figuras 1 y 2).

Con los datos obtenidos en las diferentes pruebas realizadas a las intensidades establecidas, se propuso un índice para el análisis del ahorro porcentual del consumo de oxígeno en relación a la posición en el pelotón de carrera. Una vez obtenidos los resultados, y comprobando que los consumos de oxígeno yendo en la posición de detrás son menores que en la posición de delante, se estableció una fórmula de ahorro que es la siguiente:  $V_{O_{2max}}$  en posición trasera -  $V_{O_{2max}}$  en posición delantera x 100.

Con los datos obtenidos, se realizó un estudio estadístico utilizándose el test de Wilcoxon, usando para su análisis el paquete informático SPSS.



**FIGURA 1.-**  
Posición delantera  
del patinador  
estudiado



**FIGURA 2.-**  
Posición retrasada  
del patinador  
seguido

### RESULTADOS

Los valores medios de consumo de oxígeno obtenidos para la intensidad marcada al 80% de la frecuencia cardiaca umbral fueron de 37,39 ml/kg.min para la posición de delante y 31,49 ml/kg.min para la posición retrasada (Tabla 1). A intensidad umbral estos valores resultaron respectivamente en 62,54 ml/kg.min y 53,13 ml/kg.min (Tabla 2), mientras que a máxima intensidad en las posiciones delantera y trasera obtuvimos unos valores medios de

74,80 ml/kg.min y 64,83 ml/kg.min respectivamente, frente a los 60,81 ml/kg.min hallados como valor medio del consumo de oxígeno máximo en las pruebas de laboratorio (Tabla 3). En la Figura 3 observamos las diferencias en los valores porcentuales de ahorro de consumo de oxígeno yendo detrás, en función de las diferentes intensidades de esfuerzo establecidas, referidas a los patinadores de nivel inter-nacional.

En la Figura 4 determinamos las diferencias en los valores porcentuales de ahorro de consumo de oxígeno yendo detrás, en función de las diferentes intensidades de esfuerzo establecidas, referidas a los patinadores de nivel nacional.

**TABLA 1.-**  
Comparación de los valores de consumo de oxígeno obtenidos a una intensidad de esfuerzo del 80% de la frecuencia umbral confirmada en las posiciones de delante y detrás

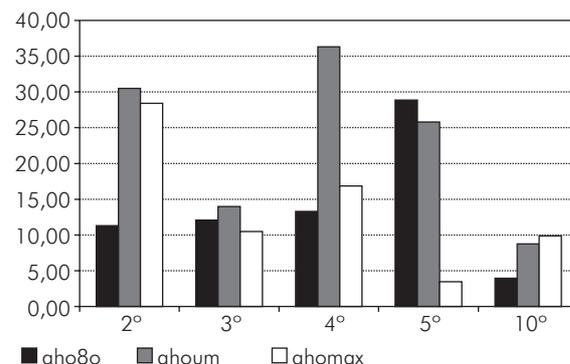
	Delante al 80%	Detrás al 80%
1º	34,56	24,78
2º	34,08	30,23
3º	39,41	34,65
4º	36,37	31,54
5º	39,86	28,36
6º	36,42	34,62
7º	37,66	36,6
8º	33,67	23,27
9º	41,4	32
10º	40,53	38,93

**TABLA 2.-**  
Comparación de los valores umbrales de consumo de oxígeno obtenidos en laboratorio con los valores de oxígeno obtenidos en el test de campo a esa misma intensidad en las posiciones de delante y detrás

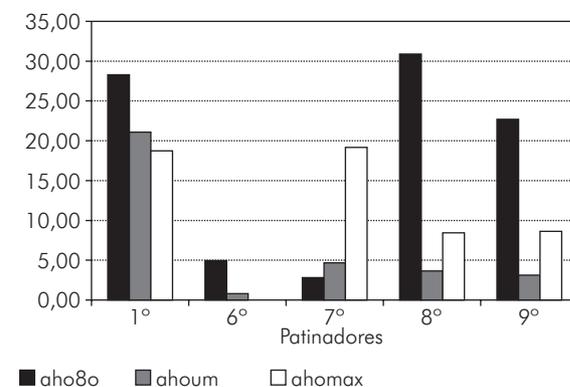
	Lab umbral	Delante umbral	Detrás umbral
1º	49,26	49,85	39,34
2º	44,89	66,84	46,45
3º	50,59	68,94	59,3
4º	47,83	70,14	44,67
5º	56,99	57,4	42,6
6º	49,85	55,22	54,77
7º	48,51	63,83	60,85
8º	51,43	60,2	58,01
9º	48,8	70,63	68,43
10º	63,47	62,4	56,93

**TABLA 3.-**  
Comparación de los valores de consumo de oxígeno obtenidos en laboratorio a una intensidad máxima de esfuerzo y los valores de oxígeno obtenidos en el test de campo a esa misma intensidad en las posiciones de delante y detrás

	Lab max	Delante max	Detrás max
1º	50,88	68,88	55,97
2º	63,84	87,11	62,37
3º	52,24	81,06	72,56
4º	56,09	68,84	57,25
5º	76,3	83,29	80,41
6º	55,73	65,07	60,09
7º	60	75,53	61,06
8º	53,88	67,86	62,14
9º	70,4	74,64	68,2
10º	68,8	75,73	68,27



**FIGURA 3.-**  
Valores porcentuales de ahorro de consumo de oxígeno yendo detrás, en función de las diferentes intensidades de esfuerzo establecidas, referidas a los patinadores de nivel internacional



**FIGURA 4.-**  
Valores porcentuales de ahorro de consumo de oxígeno yendo detrás, en función de las diferentes intensidades de esfuerzo establecidas, referidas a los patinadores de nivel nacional

## DISCUSIÓN

Después del reconocimiento médico-deportivo realizado a los patinadores podemos afirmar que presentan un buen estado de salud. En ninguno de ellos se encontraron signos de sobreentrenamiento, pero sí fue posible constatar cuatro casos de anemias ferropénicas (frecuentes en este tipo de deportistas), que fueron tratadas de manera conveniente. En los ECG de reposo fueron hallados dos bloqueos incompletos de rama derecha, sin significación clínica, al tratarse de un problema de conducción altamente frecuente en deportistas entrenados<sup>8</sup>.

Tras las ergometrías de laboratorio realizadas sobre ciclo simulador podemos afirmar, a la vista de los valores de potencia aeróbica máxima obtenidos, que todos los patinadores presentan una condición física buena o muy buena acorde con los niveles competitivos en los que se desenvuelven<sup>1,9,10</sup>.

En todos los sujetos estudiados observamos un menor consumo de oxígeno durante los test máximos de laboratorio, en relación con los obtenidos durante los test de campo a máxima intensidad. La prueba de laboratorio se llevó a cabo sobre bicicleta, buscando la mayor especificidad posible<sup>5</sup>. Los propios sujetos seguidos habían sido sometidos con anterioridad a pruebas sobre cinta sin fin, denotando todos la imposibilidad de terminar convenientemente las mismas debido a problemas de sobrecarga muscular. Además, la bicicleta es un medio habitual de entrenamiento en estos deportistas, lo que nos hace pensar en ella como ergómetro ideal. Cada patinador realizaba el test en su propia bicicleta, lo que evitaba ajustes e incomodidades frecuentes cuando las pruebas se realizan sobre cicloergómetro estático. Sin embargo, y a la vista de los resultados obtenidos, podemos afirmar que la bicicleta tampoco se constituye en un ergómetro eficaz en este tipo de deportistas. Todos ellos señalaban una sobrecarga muscular, sobre todo a nivel de la musculatura anterior del muslo, que impedía el normal desarrollo del test, teniendo que parar el mismo previamente a alcanzar el agotamiento

cardiovascular buscado. Creemos que a pesar de utilizar las extremidades inferiores y usarse como método de entrenamiento, el deportista ejecuta gestos biomecánicos diferentes a los del patinaje, lo que impide la especificidad. Consideramos por ello que lo ideal sería utilizar un ergómetro en el que el patinador pudiese reproducir los gestos habituales que lleva a cabo en la pista y sobre patines.

Hemos llevado a cabo los test de campo a 3 intensidades diferentes pues consideramos importante comprobar la repercusión de la posición en función a la biomecánica, directamente relacionada con la intensidad y, por tanto, con la velocidad de patinaje. Como cabía esperar nos encontramos que a todas las intensidades seguidas (80% del umbral, intensidad umbral e intensidad máxima) el patinador requiere de un menor  $VO_2$ , yendo detrás. El patinaje es un deporte de deslizamiento en el que la aerodinámica y el posicionamiento adquieren una importancia vital. Evitar la posición delantera de grupo se constituye, por tanto, en un medio de ahorro energético que será tanto más importante cuanto mayor sea el kilometraje y, por ende, la duración de la competencia.

Teniendo en cuenta que la victoria, en gran cantidad de pruebas, se consigue por segundos e incluso décimas, la determinación de diferencias estadísticamente significativas en función de la posición, nos señala la importancia de la misma, ya no sólo en la propia competición sino también en la configuración de los entrenamientos. Hoy en día se tiende a la especificidad y, por tanto, individualización del entrenamiento deportivo. Es necesario un ajuste personal para cada atleta de sus variables fisiológicas, lo que va a permitir las mejoras del rendimiento, al mismo tiempo que impide los fenómenos de sobreentrenamiento.

La comprobación de las variables funcionales respecto a la posición en el pelotón va a facilitar en grado sumo dichos ajustes. Por ello proponemos que la variable "posicionamiento" sea una más dentro del entrenamiento del patinaje. Por otra parte, esa misma variable varía en

función del nivel técnico. Los deportistas de mayor nivel competitivo (internacionales) presentaron una menor influencia de ahorro en función a la posición dentro del grupo, viéndose menos influenciados por la misma que los patinadores más discretos (Figuras 3 y 4). Es éste un hecho más a valorar en la función de establecer entrenamientos de forma específica, puesto que los deportistas con mejores rendimientos se ven menos influenciados funcionalmente ante el posicionamiento dentro del grupo. Esta apreciación resulta también importante a la hora de establecer planteamientos tácticos durante las carreras de competición. Mientras los patinadores de mayor nivel podrán adaptarse a la carrera de forma más flexi-

ble en función a sus rivales, aquellos con peor rendimiento se verán beneficiados de adoptar una posición retrasada en el grupo durante la mayor parte de la competencia.

Por otro lado, con el conocimiento real e individualizado de cada deportista en relación al puesto desarrollado en el pelotón, podemos realizar análisis tácticos enfocados hacia la competición. Así, a los patinadores con un gasto energético mucho mayor yendo delante les interesaría, en condiciones globales, colocarse en una posición más retrasada durante la carrera. Aquellos en los que dicha diferencia no sea muy acentuada, podrían ir con mayor facilidad en puestos adelantados.

## B I B L I O G R A F Í A

- Baum K, Hoy S, Fisher F, Leyk D, Smith O, Essfeld D.** Comparison between the physiological response to roller skiing and in line skating in biathletes. *Med Sci Sports Exerc* 1999;31(4):595-8.
- Verges S, Flore P, Favre-Juvin A.** Blood lactate concentration/heart rate relationship: laboratory running test vs field roller skiing test. *Int J Sports Med* 2003;24(6):446-51.
- Ferrero Cabedo JA, Fernandez Vaquero A.** Consumo de oxígeno: concepto, bases fisiológicas y aplicaciones. En: Chicharro J. *Fisiología del ejercicio*. Ed Medica Panamericana, 1998;247-71.
- Wasserman K, Van Kessel AL, Burton GG.** Interaction of physiological mechanisms during exercise. *J Appl Physiol* 1967;22:71-85.
- Davis JA, Vodak P, Wilmore JH, Vodak J, Kurtz P.** Anaerobic threshold and maximal aerobic power for three modes of exercise. *J Appl Physiol* 1976;41:544-50.
- Conconi F, et al.** The Conconi test: methodology after 12 years of application. *Int J Sports Med* 1996;17(7):509-19.
- Dal Monte A.** La valutazione funzionale dell'atleta. En: González Iturri JJ, Villegas JA. Valoración del deportista. Aspectos Biomecánicos y funcionales. *Sansoni Editori Nuova* 1999;243.
- Llavador Ros J, Diaz-Munío Carabaza JJ, Rivas de Apraiz A.** Electrocardiographic alterations in athletes. *Archivos de Medicina del deporte* 2001;85:467.
- Mc Ardle WD, Katck FI, Katck VI.** *Fisiología del ejercicio. Energía, nutrición y rendimiento humano*. Madrid: Alianza Deporte, 1990; 231-9.
- Melanson E, Freedson P, Jungbluth S.** Changes in VO<sub>2</sub>max and maximal treadmill time after 9 wk of running or in line skate training. *Med Sci Sports Exerc* 1996 Nov;28(11): 1422-6.