

Características Fisiológicas del Patinador de Velocidad Sobre Ruedas Determinadas en un Test de Esfuerzo en el Laboratorio

Autores:

Mg. Rafael Enrique Lozano Zapata*

Docente Universidad de Pamplona
(Colombia)

Dr. José Gerardo Villa Vicente**

**Docente Universidad de León
(España)

Dr. Juan Carlos Morante Rábago**

**Docente Universidad de León
(España)

Características Fisiológicas del Patinador de Velocidad Sobre Ruedas Determinadas en un Test de Esfuerzo en el Laboratorio

Resumen

Al ver el auge que ha tenido en los últimos años el patinaje de velocidad en nuestro país; vemos la gran importancia de evaluar periódicamente a los deportistas, para su control y optimización del entrenamiento deportivo, con el fin de optimizar su desempeño en la competición. En este estudio se conocieron las características fisiológicas de patinadores de velocidad sobre ruedas, en el laboratorio de la Universidad de Pamplona (Colombia); al no contar con un test específico de campo para conocer estos parámetros en su propio terreno de entrenamiento. El protocolo utilizado fue de esfuerzo máximo sobre el cicloergómetro, determinándose valores máximos y umbrales de acuerdo al lactato producido, su relación con la frecuencia cardiaca y la carga de trabajo soportada durante el test. Determinándose un perfil fisiológico para estos patinadores con características propias de los deportistas de gran capacidad aeróbica; adecuada y óptima para este deporte.

Palabras Clave

Umbral Anaeróbico. Cicloergómetro. Lactato sanguíneo. Frecuencia cardiaca y carga de trabajo

Introducción

El patinaje de velocidad sobre ruedas o patinaje de velocidad en línea es una de las modalidades de más rápido desarrollo en el patinaje competitivo mundial, por las oportunidades que provee a los deportistas para superarse, ya que es un deporte que demanda una alta preparación física y mental; siendo por lo tanto un deporte aeróbico ya que requiere de ritmos constantes de oxígeno, al igual que se requiere una alta demanda anaeróbica, por la necesidad de explosión en un momento dado en las pruebas cortas. En él se combina fuerza, habilidad y resistencia. Siempre se acondicionan así mismos para resistir todo el recorrido rodando lo más rápido posible, planeando estrategias que lo lleven a cruzar la línea de meta en primer lugar.

Por sus características de competición es un deporte cíclico, por tener pruebas de velocidad y resistencia; exige la combinación perfecta entre mente y cuerpo, puesto que para su desempeño

es necesario una coordinación sensorio-motriz, que compromete, desarrolla y agudiza el sentido del equilibrio, así como el manejo del espacio, factor de especial importancia debido al riesgo mismo del deporte. (VELASCO J., 1994)

El patinaje de velocidad es uno de esos deportes que como el ciclismo, el esquí sobre hielo y el atletismo, requieren de la mejor condición física del atleta y demandan un consistente esfuerzo para mantener dicha condición. Y por ser un deporte con pruebas de resistencia, el consumo de oxígeno máximo (VO_2 máx.) y especialmente el umbral anaeróbico (UA) son factores determinantes en el rendimiento deportivo (LÓPEZ y LEGIDO, 1991). Los patinadores de velocidad han sido sometidos muchas veces a programas específicos, diseñados por especialistas en el campo de la preparación física y los resultados han sido concluyentes: los patinadores de velocidad en buenas condiciones tienen una capacidad cardiovascular y un desarrollo muscular igual o superior que muchos de los mejores esquiadores, atletas y ciclistas del mundo.

Por lo tanto la evaluación de la aptitud física y las diferentes intensidades de entrenamiento por medio de distintos test se ha convertido en aspecto básico del entrenamiento moderno. (KESKINE et al. 1989).

Uno de los test más utilizados en fisiología del ejercicio para determinar la aptitud física y las intensidades de entrenamiento en los deportistas

de élite es la determinación de las relaciones entre el lactato sanguíneo, la frecuencia cardiaca y el trabajo externo realizado durante un ejercicio de estadios progresivos hasta el agotamiento. Se considera que los resultados de estos test repetidos a lo largo de la temporada proporcionan una información significativa acerca de la mejora de la capacidad física y suponen un asesoramiento de calidad a la hora de la planificación del entrenamiento.

Es un hecho conocido que los atletas de alto nivel utilizan en el entrenamiento diferentes tipos de ejercicio para mejorar la aptitud física. Por ejemplo, los patinadores sobre ruedas y sobre hielo realizan frecuentemente sesiones de entrenamiento en bicicleta y carrera como entrenamiento sustitutivo o complementario al patinaje.

De lo anterior se deduce que, para evaluar la aptitud física de los patinadores de élite y calibrar las intensidades del entrenamiento por medio de test de laboratorio, sería necesario realizar tres modalidades de test (cicloergómetro, banda sin fin y sobre patines). Esto se acompañaría de un gasto de tiempo y dinero considerable.

A partir de aquí, el primer objetivo de este estudio fue examinar las relaciones entre frecuencia cardiaca, lactato sanguíneo y trabajo externo, realizado en una prueba de laboratorio sobre el cicloergómetro en patinadores de Bucaramanga y Pamplona. La hipótesis se basa

en que, tal vez, el estudio de estas relaciones nos puede permitir la evaluación de la aptitud física y la determinación de las intensidades de entrenamiento a través del test de laboratorio.

Por otro lado, se ha considerado tradicionalmente que la capacidad de mejorar una marca deportiva individual está principalmente determinada por las características del sistema de transporte del oxígeno a través de la ventilación y la circulación (factor central), así como por la capacidad del tejido muscular para utilizar el oxígeno administrado (factor periférico). Lo cual en este caso se tomó indirectamente este

La muestra tomada fue de 10 patinadores, con edades comprendidos entre los 15 a 18 años, en donde se encontraban 7 hombres y 3 mujeres, (todos compiten en pruebas de resistencia), los cuales cuentan con más de 6 años de preparación en este deporte; encontrándose en un periodo del

parámetro fisiológico, utilizando la ecuación recomendada por el Colegio Americano de Medicina del Deporte (ACSM), 1991.

En este contexto, el segundo objetivo de este estudio fue reevaluar el factor limitante de la marca deportiva, estudiando las diferencias cardiorrespiratorias y metabólicas por medio del test de laboratorio sobre el cicloergómetro. Y a su vez comparar con las pocas investigaciones existentes en el patinaje de velocidad sobre ruedas, ya que a nivel Internacional son reducidas las investigaciones en este deporte.

Sujetos evaluados

entrenamiento de preparación específica. Previamente a la realización del test, se pidió por escrito el consentimiento del entrenador y de cada uno de los patinadores, en donde se les explicaba todo el procedimiento y la finalidad del estudio.

La descripción de los patinadores se encuentra en la siguiente tabla:

#	SEXO	EDAD (años)	TALLA (cm.)	PESO (Kg.)	% GRASA*
1	F	15	160	53	17
2	F	15	166	57	16
3	F	18	159	52	17
MED		15,93	161,63	53,95	16,65
± SD		1,732	3,78	2,64	0,57
4	M	15	160	54	10
5	M	16	178	64	9
6	M	16	174	73	10
7	M.	18	170	63	8
8	M	18	164	64	11
9	M	16	171	60	11
10	M	18	158	52	11
MED		16,67	167,71	61,08	9,93
± SD		1,25	7,40	7,02	1,15

Tabla -1. Sexo: F = Femenino, M = Masculino

* El %G se estimo a partir de 6 pliegues cutáneos (YUHAZ M., 1981).

Método

Antropometría

Antes de iniciarse la prueba de esfuerzo se tomó en estado de reposo: talla, peso, pliegues cutáneos, diámetros y circunferencias. Con los pliegues cutáneos se determinó el porcentaje de grasa (YUHAZ M.,1981) y con las siguientes mediciones se complementó para conocer el somatotipo, (CARTER et al.,1983).

Protocolo Test de Esfuerzo

Antes de iniciar la prueba de esfuerzo se dio a conocer la finalidad del test, el desarrollo y se obtuvo el consentimiento voluntario para la participación del estudio de cada uno de los patinadores. Se registraron los datos de la frecuencia cardíaca y lactato en sangre, en estado de reposo, al igual como en esfuerzo. El lactato se tomó en el dedo índice de la mano derecha y fue determinado con el Analizador Enzimático Accusport; inmediatamente se realizó su respectivo calentamiento, estandarizándose para todos los patinadores, y se mantuvo sobre el cicloergómetro durante 5 minutos, con una carga de 60 vatios. Se llevó un registro de la frecuencia cardíaca, con el Polar S610, al final de cada una de las etapas; donde se determinó su umbral; teniendo como punto de referencia un estado fijo de concentración de lactato en sangre de 4 mmol.l^{-1} (WASSERMAN, 1964; SKINNER y MCLELLAN, 1980) y su frecuencia cardíaca al momento de obtenerlo.

Se tuvo como parámetro de referencia para conocer los umbrales aeróbico y anaeróbico, la frecuencia cardíaca entre 70 - 80% el primero y 80 - 90% el segundo, de la máxima obtenida a través del esfuerzo realizado en el test. (VOLKOV, 1985; BARRIOS et al., 1995; HERNÁNDEZ 2002).

Al igual que se determinó un parámetro fisiológico muy importante para el buen desempeño de un atleta de alto rendimiento y más aun en pruebas de resistencia como es el patinaje de velocidad sobre ruedas, y fue el máximo consumo de oxígeno ($\text{VO}_2 \text{ máx.}$); se obtuvo de manera indirecta por medio de la ecuación recomendada por el American College of Sport Medicine (1991).

La prueba fue continua y escalonada sobre un cicloergómetro marca Cyclus II, adaptada por American College of Sport Medicine. (ACSM, 1986) previamente calibrada; su velocidad era de 60 revoluciones por minuto (rpm), la que debía mantener en el transcurso de la prueba, hasta el agotamiento; con un incremento de la carga cada 3 minutos de 30 vatios, iniciando desde 60 vatios. Los 20 segundos antes de aumentar la carga de cada fase se realizó la respectiva toma de lactato en sangre, en el dedo índice de la mano derecha, de la cara interna del mismo; la prueba finalizó en el momento que el atleta alcanzó la fatiga o no podía continuar, por fatiga muscular de los miembros inferiores.

El tratamiento estadístico de los datos se llevó a cabo del Programa Microsoft Excell, versión 2002, donde también se graficaron los resultados.

Con los resultados del VO₂ máx. logrado en el test indirectamente, se compararon para conocer su mayor confiabilidad al hacer un test con ciclistas obteniendo estos parámetros

fisiológicos a través del análisis de gases en el laboratorio por medio de una ergoespirometría y ver que la formula recomendada por el ACSM (1986) es confiable y reproducible para los patinadores, correlacionando las medias con el coeficiente de correlación momento de Pearson, con una diferencia significativa de $p < 0.05$.

Resultados

Valores preesfuerzo

SUJETO	FC REPOSO (Lat./min.)	LACTATO REPOSO (Mmol/l)
1	70	1.4
2	71	2
3	59	2
MED	66,43	1,77
± SD	6,65	0,34
4	58	2.2
5	70	1.8
6	57	2.2
7	45	2
8	51	2
9	75	2.4
10	65	2
MED	59,33	2,07
± SD	10,55	0,19

Tabla 2. Valores de patinadores en situación de preesfuerzo, las tres primeras son mujeres, los siguientes son hombres.

Valores máximos obtenidos en la prueba

Descripción de los valores máximos obtenidos en la prueba de laboratorio realizada a los patinadores sobre el Cicloergómetro. Con la finalidad de describir su perfil fisiológico.

Sujeto	LAC MAX (Mmol/l)	POT. MAX. (Vatios)	Tiempo total (Min.)	VO ₂ Máx. (ml./Kg min)	FC MAX (Lat./min.)
1	7	210	17'37''	51,11	191
2	5,5	210	19'	47,45	184
3	7,9	210	18'4''	52,47	199
MED	6,72	210	18,24	50,29	191,22
± SD	1,21	0	0,82	2,59	7,50
4	10,1	210	20'	50,24	186
5	6,5	330	29'	66,14	202
6	6,2	330	29'	58,54	192
7	7,4	270	23'	55,15	187
8	5,4	300	27'	60,89	206
9	8,7	240	21'	52,47	205
10	8,6	210	18'	53,91	195
MED	7,12	265,64	23,49	56,54	195,99
± SD	1,89	51,96	4,48	5,47	8,31

Tabla 3. Valores máximos del esfuerzo realizado en el test.

Valores en umbrales

Sujetos	FC U.AE.	WAT .AE	T. U.AE	FC 4 Mmol UA	WAT UA. 4 Mmol/l	TIEMPO UA (min.)
1	152	90	7'	171	150	11'2''
2	152	120	9'	167	150	11'5''
3	154	90	6'3''	181	150	12'
MED	152,66	99,05	7,34	172,90	150	11,56
± SD	1,154	17,32	1,40	7,21	0	0,40
4	128	120	9'	161	180	12'45''
5	153	150	13'3''	179	240	22'
6	149	120	11'	179	210	20'3''
7	139	150	12'	160	180	16'3''
8	155	120	10'3''	173	180	15'
9	146	120	9'	176	150	13'
10	143	90	6'3''	166	120	9'3''
MED	144,45	122,74	9,88	170,40	176,28	14,91
± SD	9,21	20,70	2,29	8,18	38,72	4,47

Tabla 4. Valores de los Umbrales al momento de su Frecuencia Cardiaca, Tiempo en la prueba y Vatios.

FC = Frecuencia cardiaca

UA = Umbral anaeróbico

U.AE = Umbral aeróbico

T = Tiempo

WAT = Vatios

Umbral de acuerdo a su % de la fc máxima obtenida

SUJETO	FC MAX(Lat./min.)	FC 70 %	FC 80 %	FC 90 %
1	191	133,7	152,8	171,9
2	184	128,8	147,2	165,6
3	199	139,3	159,2	179,1
MED	191,22	133,86	152,98	172,11
± SD	7,50	5,25	6	6,75
4	186	130,2	148,8	167,4
5	202	141,4	161,6	181,8
6	192	134,4	153,6	172,8
7	187	130,9	149,6	168,3
8	206	144,2	164,8	185,4
9	205	143,5	164	184,5
10	195	136,5	156	175,5
MED	195,99	137,19	156,79	176,39
± SD	8,31	5,82	6,65	7,48

Tabla 5. Relación de los Umbral obtenidos a través de las zonas de la Frecuencia Cardíaca en el test.

En la literatura encontrada las zonas de entrenamiento y de acuerdo a los umbrales aeróbico y anaeróbico se encuentran respectivamente la primera entre el 70 - 80 % y la segunda entre el 80 - 90 % de la Frecuencia Cardíaca Máxima obtenida a través de la prueba de laboratorio sobre el cicloergómetro, (VOLKOV, 1985; BARRIOS et al., 1995; HERNÁNDEZ 2002).

Por esto se ha hecho el análisis de los umbrales al momento de obtenerse la frecuencia cardíaca en la prueba, encontrando una relación de acuerdo a estas zonas de entrenamiento con los resultados de la prueba.

Discusión

Los sujetos evaluados en este estudio presentan una edad media de 16,5 años en donde se encuentran en su fase final de la etapa de maduración, pudiendo así ir consiguiendo su esplendor de las capacidades físicas, para encontrar un mejor y mayor dominio en su rendimiento deportivo.

En cuanto a la talla los sujetos evaluados presentan una media de 167,75 cm. ± 3,78. para hombres y 161,63 cm. ± 7,40 en mujeres; al comparar con otros dos estudios encontrados de las escasas investigaciones en este deporte, utilizados como referencia con el presente estudio; como estatura ideal, encontrada para patinadores de la selección Colombia, su media fue de 170 cm. (1997); al igual en un estudio

realizado en el Centro de Investigación y Medicina del Deporte, Pamplona (España, 1991), los sujetos evaluados en este segundo estudio tienen una media de 170,8 cm. de talla, por lo tanto nos indica una pequeña diferencia entre medias. Por consiguiente la talla es

relativamente mas baja en los sujetos de este estudio, en las mujeres esta muy por debajo de las medias, pero en general están dentro de la normalidad, ya que no hay una medida estándar para este deporte en cuanto a la talla.

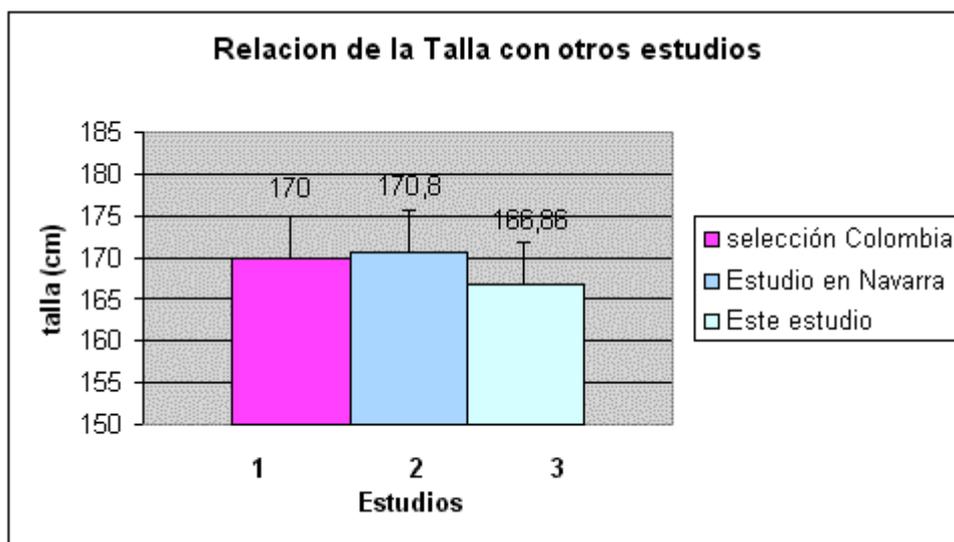


Figura 1. Relación entre varios estudios de la media de sus tallas.

Los deportistas en patinaje sobre ruedas se caracterizan por tener un porcentaje graso muy bajo, pero todo depende del tipo de prueba en las que participan los patinadores ya que se cuentan con pruebas de fondo y de velocidad, pero en esta ocasión se evaluaron a los de fondo, donde los hombres poseen aproximadamente entre 6 - 9 % de grasa y las mujeres un 10 - 14 % (YUHAZ M.,1981), encontrándose los patinadores evaluados dentro de estos rangos de porcentaje graso en especial los hombres, ya que su media es de $9,93 \pm 1,15$ %G y las mujeres están algo

elevadas de acuerdo a las características de este deporte, con una media de $16,65 \pm 0,57$ %G; pero como se aclaró anteriormente estos patinadores se encontraban en un período de preparación general, iniciando temporada encontrando un % Grasa mas elevado, de los valores normales para estos deportistas. Pero comparando con otros estudios sus características de porcentaje graso son muy parecidos ya que los hombres tienen un %G de 8,68 y las mujeres de 14,80 de media, (MARTÍNEZ, 1991).

Al analizar el máximo consumo de oxígeno obtenido en los sujetos evaluados en este estudio lo realizamos de manera indirecta a través de la prueba de laboratorio sobre el cicloergómetro con la fórmula recomendada por el ACSM (1991); para darle una mayor confiabilidad a estos resultados se compararon los mismos al realizar en la Universidad de León (España) un test de máximo esfuerzo con 29 ciclistas de León, de características físicas y edades similares, en este test se determinó el máximo consumo de oxígeno y sus umbrales de manera directa, al obtenerlos a través de la ergoespirometría, con el VO_2 , el cual es un analizador de gases portátil, que nos da los gases inspirados y expirados, programado en esta ocasión para que nos de los resultados cada 10 respiraciones; al igual que se obtuvo el máx. VO_2 de manera indirecta con la fórmula del ACSM (1991), esto para ver la correlación que

existe entre el método directo y el indirecto, el test consistió en uno de cargas progresivas en rampa sobre un cicloergómetro de marca Cateye CS-1000, partiendo de 30 Km/h., aumentando cada minuto 1 Km/h. hasta el agotamiento.

La relación encontrada al analizarse estadísticamente la fórmula recomendada por el ACSM (1991), por medio del coeficiente de correlación del momento de Pearson, fue de $r = 0,84$, lo cual nos indica un grado de correlación alto y no hay diferencia significativa. Esto fue encontrado en los ciclistas, por lo tanto al realizarlo de manera indirecta con los patinadores podemos tener la confianza y reproducibilidad al aplicar esta fórmula para predecir el máximo consumo de oxígeno con exactitud, lo ideal sería en una próxima investigación aplicar toda esta misma metodología de manera directa y así ver la relación de los dos métodos.

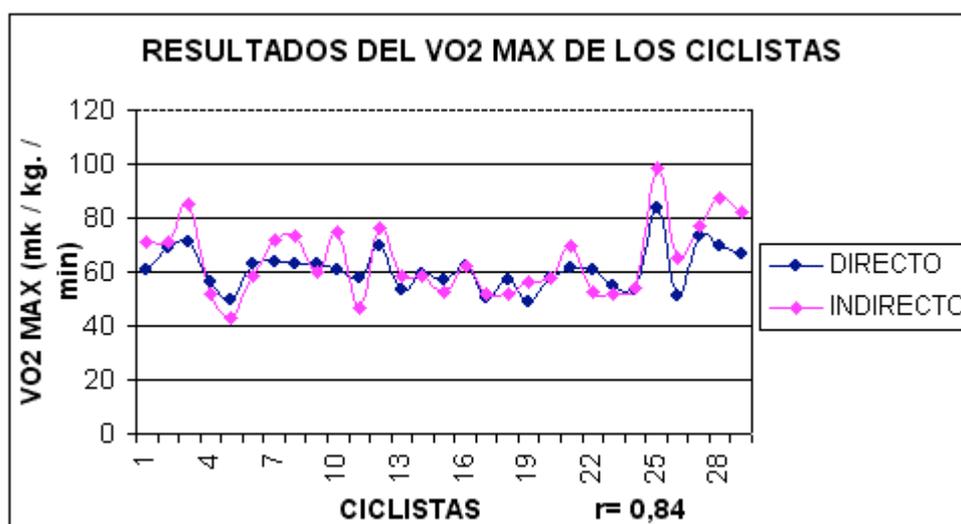


Figura 2. Análisis de los resultados a través de los dos métodos para obtener el VO_2 Máx., en los ciclistas.

El test de este estudio se llevó a cabo sobre el cicloergómetro, encontrando una relación a la investigación realizada por (MARTINEZ, 1991) donde determinó que el cicloergómetro es un buen medio para evaluar la aptitud física a patinadores sobre ruedas, dado el caso que no se pueda evaluar directamente sobre el terreno de entrenamiento. Por esto se utilizó el cicloergómetro Marca Cyclus II., en donde la posición del sillín y manillar se ajustó según el deseo de los sujetos evaluados. Por lo tanto era calibrado regularmente a lo largo de las pruebas, según cada sujeto.

Al igual que la frecuencia de pedaleo en el cicloergómetro se mantuvo constante a 60 rpm., debido a la observación realizada por Hermansen y Saltin (1969), que demostraron que los mayores valores de consumo máximo de oxígeno se obtienen al pedalear en los valores próximos a esta frecuencia de pedaleo.

Encontramos valores de VO_2 Máx., calculados en el momento que los sujetos evaluados alcanzan la máxima potencia que eran capaz de desarrollar, observamos una media de 56,54 ml/Kg./min. \pm 2,59 en hombres y 50,29 ml/

Kg./min. \pm 5,47 en mujeres, presentando así un porcentaje alto para estos deportistas. Donde reafirmamos valores altos de VO_2 máx. en este deporte, esto producido por la demanda del esfuerzo realizado en las pruebas de fondo, como también lo es el ciclismo que por su gran esfuerzo e intensidad encontramos valores muy elevados de VO_2 Máx.

Al comparar los resultados del máximo consumo de oxígeno con otro estudio realizado en España (MODREGO, 1992), con patinadores sobre ruedas en un cicloergómetro encontramos valores superiores, pero de acuerdo a las medias no hay una diferencia significativamente grande entre las mujeres; ya que los valores encontrados en ese estudio son los siguientes, $69,22 \pm 2,60$ ml/Kg./ min. hombres y $54,21 \pm 3,74$ ml/Kg./min. mujeres. Los patinadores del presente estudio se encontraban iniciando su fase preparatoria del entrenamiento, tal vez por esto encontremos algunas diferencias. Pero al realizar mas adelante nuevamente el test de laboratorio en otra fase de la preparación, podamos encontrar una relación entre ambos grupos en cuanto a todos los resultados.

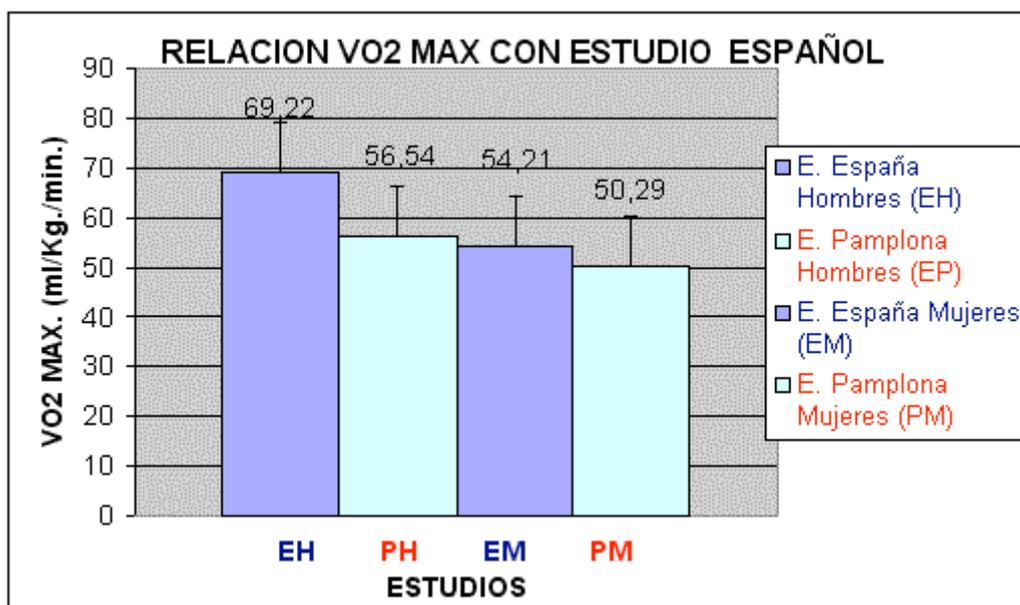


Figura 3. Comparación VO₂ Máx. del presente estudio con un estudio en realizado en Navarra. (España) 1992.

Un factor importante determinante del consumo máximo de oxígeno es la masa muscular empleada durante el ejercicio (ASTRAND Y SALTIN, 1961). Por esto encontramos una diferencia entre los resultados de VO₂ Máx. frente a los otros estudios, ya que en el presente estudio se evaluó al patinador fuera de su lugar de entrenamiento, desarrollándose el test sobre el cicloergómetro y concluyendo que emplea en este tipo de ejercicio una menor masa muscular. Al igual que con su frecuencia cardiaca máxima encontrada en este test. Estas variables las podríamos evaluar mejor y en su totalidad al desarrollarse un test en el patinódromo, y así ver valores más reales a los encontrados, en este estudio.

En cuanto a la FC máxima no todos la alcanzaron de acuerdo a la teórica predicha, nada mas lo hicieron 3 de ellos, por lo tanto este valor a través de esta formula no es muy confiable, por

esta razón se toma el valor de la frecuencia cardiaca máxima obtenida en esta prueba como valor mas real y confiable.

Así los valores de FC máx. en hombres y mujeres encontramos que son muy parecidos entre los dos, siendo en los hombres superior la media de $195,99 \pm 7,50$ ppm., y las mujeres de $191,22 \pm 8,31$ ppm.

Se determinaron los umbrales tanto aeróbico como anaeróbico por medio de la metodología de (VOLKOV, 1985; BARRIOS et al., 1995; HERNÁNDEZ 2002); donde se encuentran entre el 70 - 80 % de la frecuencia cardiaca máxima obtenida en el test, tomando estos valores el umbral aeróbico y entre el 80 - 90 % de su frecuencia cardiaca máxima obtenida, el umbral anaeróbico. Encontrando una relación con esta metodología utilizada para los patinadores, comparándolo con el umbral anaeróbico

determinado por medio de la toma de lactato, dándole confiabilidad a este método, en caso que no se contase con la tecnología adecuada para tener como medio de predicción de los umbrales y a su vez guía y perfeccionamiento del entrenamiento, para la optimización y alto desempeño en la competencia.

El control de la frecuencia cardiaca y su cinética en relación a la intensidad de carga de cada uno de los sujetos evaluados, durante el transcurso de la prueba sobre el cicloergómetro, se manifiestan en el software Polar Precision Versión 3. Donde encontramos sus respectivas frecuencias cardiacas registradas cada 15 segundos durante el desarrollo del test. Tomando los valores medios obtenidos durante el último minuto de cada estadio, para así determinar sus umbrales.

Se encontró una relación del aumento lineal entre la frecuencia cardiaca en función de la intensidad de la carga, impuesta en el test. Obteniendo valores de frecuencia cardiaca máxima por debajo de su teórica, de acuerdo al esfuerzo máximo realizado, por cada uno de los sujetos evaluados. Esto tal vez por ser la primera vez que ellos participaban de una evaluación sobre un cicloergómetro, no estaban muy adaptados, pese a ello, sus resultados fueron buenos de acuerdo a la fase de su preparación, lo que nos hace suponer que al evaluarse mas adelante de su preparación, los resultados pueden ser mucho mejores.

Al igual el umbral anaeróbico se determinó de una manera directa e invasivamente, por medio de la toma de lactato en sangre (WASSERMAN, 1964; SKINNER Y MCLELLAN, 1980), en el momento en que el sujeto evaluado llegaba a un estado fijo de 4 mmol.l^{-1} de lactato sanguíneo, se determinó el umbral anaeróbico; paralelamente se asimiló el valor de la frecuencia cardiaca. Siendo así para la mayoría un valor alto de acuerdo a la media obtenida en hombres $170 \pm 8,18 \text{ ppm}$ y mujeres de $172 \pm 7,21 \text{ ppm}$.

Un hallazgo encontrado Modrego A. (1992) en su estudio, fue la relación frecuencia cardiaca - lactato sanguíneo durante el esfuerzo submáximo y máximo a través de la prueba en cicloergómetro y patinaje sobre ruedas.

Encontrando la misma relación en este estudio de la FC - lactato sanguíneo, aceptando que el entrenamiento específico da como resultado una disminución del lactato sanguíneo durante el ejercicio (Pierce y col., 1990). Esto se considera un indicador de la capacidad aeróbica aumentada en los músculos entrenados (Saltín y col., 1976).

Por consiguiente, se podría esperar que en los patinadores sobre ruedas, al ejecutar su gesto técnico mas específicamente sobre su terreno de entrenamiento; el lactato sanguíneo puede ser menor, al compararlo sobre el cicloergómetro; para una intensidad dada y cinética de la frecuencia cardiaca. Al no poder realizarse este análisis, se recomienda esta investigación y evaluar a los patinadores tanto en el patinódromo

como el cicloergómetro para ver su relación o diferencias, ante estos estímulos de diferentes intensidades.

Además, la respuesta similar encontrada entre esas dos actividades apoya el concepto de que el test en el cicloergómetro es una buena prueba de laboratorio para evaluar a patinadores sobre ruedas.

Al realizar la prueba sobre el cicloergómetro y determinando una cinética entre la frecuencia cardiaca y la intensidad de la carga de cada estadio. Se asumió que la frecuencia cardiaca durante el ejercicio está muy relacionada con los factores centrales y que manteniendo constante esta variable a través del esfuerzo, debería ser posible estudiar la cinética del lactato sanguíneo " común indicador del estado metabólico muscular local " (SALTIN et al., 1976) y comparar si hay diferentes respuestas periféricas a partir de una respuesta central dada durante el esfuerzo.

Se puede razonar que la frecuencia cardiaca no sólo refleja el factor central, porque parece estar regulada por una interacción entre la circulación central y las adaptaciones periféricas (SALTIN et al., 1976; SALTIN, 1977). Sin embargo, teniendo en cuenta que durante el esfuerzo participan diferentes fracciones de masa muscular, encontramos que la frecuencia cardiaca esta muy relacionada a una misma intensidad relativa de esfuerzo. Concluyendo que

hay una estrecha relación entre la frecuencia cardiaca y un mismo gasto cardíaco relativo.

Al obtener el Umbral Anaeróbico de cada uno de los sujetos evaluados en su estado fijo de 4 mmol.l^{-1} y en relación al momento de obtener este valor su respectiva frecuencia cardiaca; encontramos que hay una buena relación ya que al obtener la frecuencia cardiaca máxima de cada uno de ellos y obtener el 80 - 90 % de la frecuencia cardiaca máxima, del esfuerzo realizado en la prueba, vemos que todos se encuentran dentro de estos valores, por lo tanto es un buen método para determinar el umbral anaeróbico.

En cuanto a la máxima potencia desarrollada en el transcurso de la prueba expresada en vatios; encontramos una media de 265,64 vatios para los hombres y las mujeres una media de 210 vatios. En cada uno de los estadios vemos un aumento lineal y progresivo en cuanto al cambio de carga en cada uno de ellos, encontrando una relación con el aumento de la frecuencia cardiaca, en la cual podemos ver que hay algunos patinadores evaluados que toleran mas una carga al permanecer la frecuencia cardiaca paralela al aumento de la carga, sin verse un aumento exagerado. Comparándolo con otro estudio realizado a los patinadores de la Selección Nacional de Colombia (1998) vemos que se encuentran por encima del promedio realizado en ese estudio que fue de 260 vatios de media para los hombres y las mujeres de 201 vatios,

ciclistas que desarrollaron un máximo trabajo de 317,25 vatios como media, siendo así superior a

los patinadores y las medias de los dos estudios de patinadores muy similares.

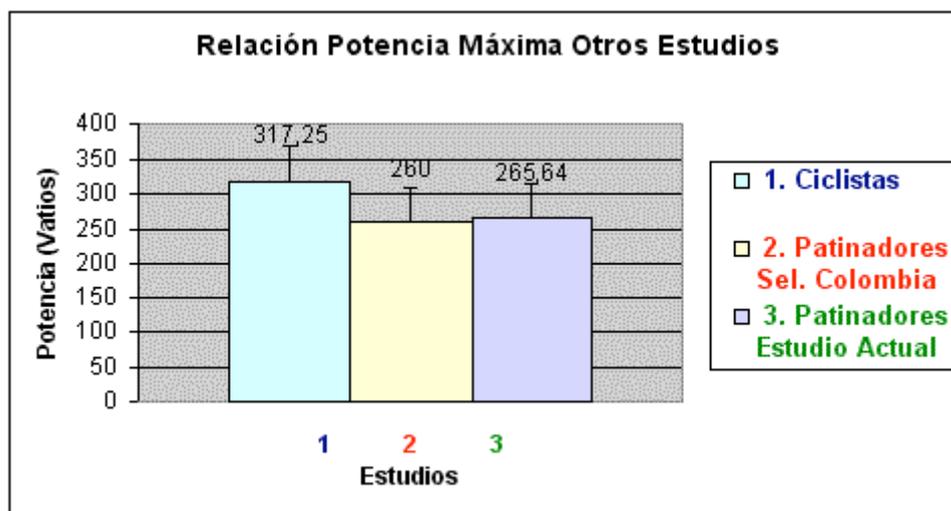


Figura 4. Relación Potencia Máxima frente a otros dos estudios.

Encontramos valores altos de acuerdo al máximo trabajo realizado en vatios desarrollados en el momento de encontrarse el Umbral Anaeróbico, siendo así para los hombres una media de $176 \pm 38,72$ vatios y para las mujeres de 150 ± 0 vatios.

Conclusiones

Los valores de VO_2 máx. obtenidos en el laboratorio son similares a los descritos en la literatura para patinadores a pesar de su estimación y de la posible inespecificidad al realizarse en cicloergómetro. Pero son una ayuda aceptable para la planificación del entrenamiento.

La estimación del VO_2 máx. a través de la ecuación recomendada por el ACSM (1991) presenta una alta correlación con la medición realizada en el laboratorio con ciclistas; dándole una gran confiabilidad para conocer este importante parámetro fisiológico.

La identificación del umbral anaeróbico mediante la intensidad correspondiente a lactacidemias de 4 mmol.l^{-1} permite establecer los rangos de la frecuencia cardiaca que el sujeto debe entrenar siendo un método simple y válido para el control del entrenamiento, tal y como se practica en Centro de Alto de Rendimiento de Pamplona (España).

Los datos obtenidos en la prueba de esfuerzo en el laboratorio la frecuencia cardiaca y lactato son

comparables a los que se están obteniendo con patinadores de la Federación de Navarra (España) y los patinadores de la Selección Nacional de Colombia, para la fase de preparación en la que se encontraban.

Identificar sus características fisiológicas permite realizar un seguimiento de su plan de entrenamiento y evaluar sus cambios tanto en el laboratorio como en su propio terreno de entrenamiento, para lo cual aún no están validados test de campo específico en patinódromos.

La frecuencia cardiaca es un parámetro fácil de utilizar, al controlarla en el transcurso del test; la cual nos permite conocer sus umbrales y esfuerzo realizado, optimizando la planificación del el entrenamiento.

Bibliografía

- Alba Berdeal A. (1996). *Test de Evaluación Funcional en el Deporte*. Armenia, Colombia. Ed. Kinesis.
- Allinger T, and Van Den Bogert A. (1997). *Skating technique for the straights, based on the optimization of a simulation model*. *Medicine and science in sports and exercise*. 2: 279-286.
- Astrand P. O. y Rodahl K. (1970). *Textbook of Physiology*. 2a. ed. New York: McGraw-Hill.
- Astrand P. O. y Saltin B. (1961a). *Oxygen uptake during the first minutes muscular exercise*. *J. Appl. Physiol.* 6: 971 - 976.
- Barbany J. R. (2002). *Fisiología del ejercicio físico y del entrenamiento*. Editorial Paidotribo. Barcelona.
- Barrios J. y Ranzola A. (1995). *Manual para el deporte de iniciación y desarrollo*. Instituto Nacional de Deportes Caracas .
- Baum K, Hoy S, Fischer F, Leyk D, Schmidt O, and Ebfeld D. (1999). *Comparison between the physiological response to roller skiing and in-line skating in biathletes*. *Medicine and science in sports and exercise* 4: 595-598.
- Craig A. W. (1997). *Children's and adolescents' anaerobic performance during cycle ergometry*. *Sports Med.* 4: 227 - 240.
- Foster C J, De Koning J., Hettinga F., Lampen J, La Clair K., Dodge C., Bobbert M. and Porcari J. (2003). *Pattern of energy expenditure during simulate competition*. *Medicine and science in sports and exercise*. 5: 826 - 831.
- Foster C, Rundell K., Snyder A, Stray-Gundersen J, Kemkers G, Thometz N, Broker J, and Knapp E. (199). *Evidence*

for restricted muscle blood flow during speed skating. Medicine and science in sports and exercise. 10: 1433-1440.

- Garatachea Nuria. (2000). *Fiabilidad del método de monitorización de la frecuencia cardiaca para la estimación de la energía producida, VO₂, a diferentes intensidades de trabajo*. Tesina Universidad de León, España.
- García J, Navarro M, Ruiz J. (1996). *Bases teóricas del entrenamiento deportivo. Principios y aplicaciones*. Editorial Gymnos. Madrid
- Heyward V. (1996). *Evaluación y prescripción del ejercicio*. Editorial Paidotribo.
- Ingen Schenau, G. J Van, G. de Groot and A. P. Hollander. (1983a). *Sometechnical, physiological and anthropometrical aspects of speed skating*. *Eur. J. Appl. Physiol.* 50: 343 - 354.
- López Chicharro J. y Fernández Vaquero A. *Fisiología del Ejercicio*. 2da Edición. Editorial Panamericana. Madrid 2001.
- Mahler, Donald A., Froelicher, F. V, Miller N., York., Tracy D. (1998). *Manual ACSM, para la valoración y prescripción del ejercicio físico*. Barcelona, Editorial Paidotribo.
- Martínez M. (1991). *Comparación de las características fisiológicas del patinaje de velocidad sobre ruedas con el cicloergómetro y el tapiz rodante*. *Centro de Investigación y Medicina del Deporte, Pamplona (España)*. *Revista de Investigación y Documentación sobre las ciencias de la Educación Física.* 19: 10 - 23.
- Massicotte R, Tokmakidis L. (1989). *Efectos de la edad y el sexo en la predicción del VO₂ máximo*. *Apuntes* 16: 169-171.
- Modrego A. (1992). *Comparación fisiológica entre tapiz rodante, cicloergómetro y patinaje de velocidad sobre ruedas*. *Tesis*. Navarra (España).
- Velasco J. (2000). *La escuela de formación aplicada al patinaje*. Universidad del Cauca. *Revista Kinesis.* 16: 55 - 57