

METABOLISMO ENERGÉTICO EN LA ESCALADA DEPORTIVA SOBRE ROCA Y ROCÓDROMO VERSUS ESCALADA SOBRE CASCADAS DE HIELO

ENERGETIC METABOLISM ANALYSIS BETWEEN SPORT ROCK CLIMBING AND SPORT ICE CLIMBING

RESUMEN

La escalada deportiva es un deporte joven en el que la búsqueda de la máxima dificultad se constituye como objetivo fundamental. Dentro de esta denominación existen dos modalidades muy distintas entre sí: la escalada sobre roca y paneles artificiales y la escalada sobre cascadas de hielo. La búsqueda de la dificultad o grado conlleva añadido la realización de esfuerzos de intensidad elevada en los que creemos que el metabolismo anaerobio desempeña un papel importante. De demostrarse este hecho, la clasificación clásica de la escalada como deporte de características aeróbicas debería de ser modificada. El objetivo del presente trabajo es determinar cual es el rango metabólico de esfuerzo en el que se mueven los escaladores deportivos durante el desarrollo de su actividad así como concretar si escaladores sobre roca y escaladores sobre hielo se encuentran dentro de unos parámetros similares en el desarrollo de la escalada a pesar de tratarse de dos actividades en sí diferentes. Se llevaron a cabo tanto pruebas de laboratorio como pruebas de campo, en ambas situaciones, específicas. Determinamos que tanto unos como otros se mueven en un rango metabólico de actuación cercano al de sus umbrales anaerobios individuales, no existiendo diferencias importantes en los requerimientos metabólicos entre ambas especialidades.

Palabras clave: escalada deportiva, metabolismo, anaeróbico.

SUMMARY

The generic term "mountaineering" covers a wide range of heterogeneous activities which are, from a physiological point of view, similar, climbing being one of them. However, in recent years a new speciality within this discipline has appeared: "sports climbing" that is rock climbing and ice-waterfall climbing. In contrast to classical mountaineering, in which completing a route or reaching the summit constitute the ultimate objectives, in sports climbing the main aim is to attempt extreme difficulty or gradient. The aim of this paper is to determine the metabolic load in both specialities and to see if the anaerobic metabolism plays an important part in these new activities. 21 sportsmen (6 ice climbers and 16 rock climbers) were analysed in order to complete this paper; the different number of subjects in each discipline is caused by the different degree of practice. We carried out laboratory (VO_{2max} of 52.5ml/kg.min and maximal lactic acid 9.7 mmol/l) and specific field tests in the sportsmen's habitual practice areas, to determine different metabolic parameters. We can determine that both types of climbing sports have similar anaerobic requirements (heart pulse rate and blood lactic acid concentration measurements), close to individual anaerobic thresholds, established in laboratory ergometric tests. We were unable to find important differences between the two sports, the effort required by both is very similar and in both cases intense. We conclude that it is possible to say that sports climbing on ice and on rock are high intensity and physically demanding sports, where the anaerobic metabolism has an important role. We cannot say that both of them are aerobic sports and we think that this classical classification will have to be changed.

Key words: sports climbing, metabolism, anaerobic.

* Jorge Egocheaga,
** María Angeles Montoliu,
** Vicente González,
** Blanca Rodríguez,
* Miguel Del Valle,
** Luis Palenciano Ballesteros
* Escuela de Medicina del Deporte. Universidad de Oviedo.
** Area de Ergonomía y Fisiología del Ejercicio. Hospital Central de Asturias.

CORRESPONDENCIA:

Escuela Profesional de Medicina de la Educación Física y el Deporte. Universidad de Oviedo. C/ Catedrático Gimeno, s/n. Oviedo. Asturias.

Aceptado:
15.11.2000

INTRODUCCIÓN

El deporte del montañismo ha sido siempre clasificado, desde un punto de vista metabólico, como de características aeróbicas. Sin embargo, son muchas las actividades nuevas que en los últimos años se han ido incorporando a este deporte, en las que creemos que estos postulados deberían de ser puestos en duda. Dos de estas nuevas actividades son la escalada deportiva en cascadas de hielo y la escalada deportiva en roca y paneles artificiales (rocódromos). Con respecto a la escalada en hielo, las primeras personas que se aventuraron a subir por una cortina de agua helada debido a los rigores del frío invernal fueron los americanos Henry Baber y Ros Taylor en 1979. Desde entonces, la evolución en la técnica empleada así como las mejoras del material utilizado han permitido alcanzar unas cotas de dificultad hasta hace poco impensables.

La escalada deportiva se lleva a cabo bien en superficies artificiales como son los rocódromos, en los que actualmente se realizan competiciones de carácter nacional e internacional, bien sobre roca natural. Al contrario de lo que ocurre en el alpinismo clásico, en la escalada deportiva los puntos de anclaje a los cuales el escalador se asegura, están previamente dispuestos sobre la ruta; de esta forma, se constituye en una actividad muy segura, en la que los accidentes son raros y siempre ocasionados por una mala "praxis" por parte del escalador. También por ello, las necesidades de material para la realización de una vía son pocas; se trata por ello, de un deporte barato y sencillo que está siendo practicado por un número cada vez más grande de jóvenes. Debido a la extrema dificultad de las vías de más alto grado técnico, éstas no suelen sobrepasar los dos largos de cuerda (50 metros de longitud); ello hace que el tiempo necesario para su realización, nunca sea muy prolongado al contrario de lo que ocurre con los alpinistas que pueden llegar a permanecer durante varios días en una pared de muchos metros de recorrido.

MATERIAL Y MÉTODOS

21 sujetos, escaladores de alto nivel, fueron seguidos para la realización de este estudio. De ellos, 6 eran escaladores de hielo y quince escaladores sobre roca. La diferencia en la muestra viene condicionada

por el hecho de que son muy pocas las personas que se dedican a la escalada de cascadas de hielo, al tratarse de una actividad comprometida y difícil de realizar. La metodología seguida se basó en la realización, a todos los escaladores, de test de laboratorio y test de campo, específicos a las características concretas del tipo de escalada.

Test de laboratorio:

En el laboratorio de ergometría se realizaron pruebas de esfuerzo (Astrand et al., 1960) escalonadas, progresivas, interválicas y maximales (EPIM) sobre escalera ergométrica, (Palenciano et al., 1989) con obtención de micromuestras de sangre arterializada mediante una crema de características vasodilatadores (Novicaina con Nicotinato de Butoxietilo), para la determinación de las concentraciones de ácido láctico sanguíneo.

La medida y cálculo de parámetros ergoespirométricos se llevó a cabo con el sistema «EOS-SPRINT» (Jaeger, Alemania). Como ergómetro se utilizó una escalera ergométrica "LE 25" (Drägerwerk AG, FRG), en la que se intentaba reproducir de manera más aproximada los movimientos realizados durante la escalada. Todas las pruebas de laboratorio se realizaron entre las 9h y las 13h; previamente a la realización del test, el escalador practicaba un calentamiento de 10 minutos de duración, que servía igualmente como toma de contacto con el ergómetro. En la escalera ergométrica se siguió el siguiente protocolo:

Inicio: 3 m.min⁻¹ de velocidad de ascensión.

Incrementos: cada 3 minutos aumento de 4 m.min⁻¹ de velocidad hasta llegar a una velocidad de 15 m.min⁻¹ a partir del cual, los incrementos eran de 2 m.min⁻¹.

La toma de micromuestras sanguíneas para la determinación de las concentraciones de ácido láctico se realizó de manera basal, cada tres minutos durante la prueba y a los minutos 3, 5 y 7 de la recuperación. Para el análisis de las mismas se utilizó el sistema "Accusport" (Mannheim-Boehringer). La determinación de los umbrales anaerobios individuales se llevó a cabo siguiendo la metodología de Keul y Simon (1979).

El local donde se desarrollaron las pruebas tenía una superficie de 57 m² y 4 metros de alto. Se extremaron las medidas para que estuviese perfectamente ventilado y a una temperatura mantenida de 20-22°C, con una humedad relativa media del 70%.

Test de campo:

En el caso de los escaladores deportivos sobre roca estos se llevaron a cabo tanto sobre paneles artificiales como sobre roca natural. Los rocódromos, en los que se llevaron a cabo los test, se encontraban perfectamente preparados para la práctica de este deporte; por ello, los seguros intermedios y las reuniones estaban correctamente preinstalados. La estructura de avance era irregular con relieves, variando el tipo de presa según la vía de la que se tratase. La graduación media de las vías en las que se realizaron los test de campo era de 7c de la escala francesa. Se recogieron micromuestras en tres ciudades diferentes (Oviedo, Bilbao y Vitoria) en las que se celebraron pruebas del Campeonato de España. La hora de recogida de las micromuestras se estableció en función de los horarios de los campeonatos, que eran variables. El tiempo para la realización de las escaladas osciló entre los 5 y 7 minutos.

La toma de micromuestras sanguíneas se realizó al comienzo y al final de la escalada, no pudiendo establecer puntos intermedios de recogida como hubiese sido de desear, para evitar así incomodar al escalador en su ascensión durante el transcurso de la competición. La sangre se tomó en el lóbulo de la oreja, previamente estimulada con una crema vasodilatadora (Nonivamida con Nicotinato de Butoxietilo). Antes de la toma de las micromuestras sanguíneas, y por tanto, antes de realizar la punción con lanceta estéril, el lóbulo de la oreja era cuidadosamente limpiado para evitar contaminaciones. Las micromuestras sanguíneas eran analizadas de manera rápida, en el mismo lugar de desarrollo de la competición, por medio del analizador "Accusport" (Ergometrix, S.A.). Los deportistas portaban durante la escalada un cardiófrecuenciómetro memorizador "Sport Tester PE4000" (Polar Electro YO, Finlandia), con el que se registraba y grababa la frecuencia cardíaca durante la ascensión.

Posteriormente a la realización de los test de campo en rocódromo, se realizaron pruebas en los mismos

escaladores pero sobre roca natural. La graduación de las vías era la misma que la que tenían las rutas de rocódromo, con lo que pretendimos establecer una homogeneidad en la dificultad de la escalada; la configuración estructural de las vías era también pareja, esto es, desplomadas y de presa pequeña.

La adquisición de micromuestras de sangre para la determinación de las concentraciones sanguíneas de ácido láctico se realizó al inicio de la escalada, en dos puntos intermedios de la misma y al culminar la ascensión. La posibilidad en este caso de adquirir micromuestras en los puntos intermedios vino dada por el hecho de que no se trataba de una competición. Previamente a la recogida de cada micromuestra, el lóbulo de la oreja era cuidadosamente limpiado para evitar contaminación de la misma por sangre coagulada de la anterior. Al igual que en las pruebas realizadas en los rocódromos, los escaladores portaban un cardiófrecuenciómetro que registraba y grababa su ritmo cardíaco a lo largo de la ascensión.

En el caso de los escaladores deportivos sobre hielo, los test de campo se llevaron a cabo durante una ascensión a una cascada de hielo, de 80° de inclinación media y una longitud de 50 metros. El día anterior a la realización de las pruebas de campo, fue instalado a lo largo de la cascada un dispositivo de cuerdas fijas que permitiría la recogida de muestras. Estas fueron tomadas entre las 9 y las 10:30 a.m., con una temperatura ambiente que osciló entre los -2 y los 3 °C. Fueron establecidas tres localizaciones para la recogida de muestras. Stage A: en el momento de inicio de la ruta. Stage B: en el punto medio de la misma (27 metros sobre el nivel del suelo). Stage C: punto final de la escalada. Previamente a la toma de muestras, el lóbulo de la oreja era estimulado con una crema de características vasodilatadoras y protegido con un gorro para evitar los efectos vasoconstrictores de las bajas temperaturas. El análisis de las micromuestras se realizó en el momento gracias a un sistema enzimático llevado a cabo por el "1500 SPORT L-Lactate Analyzer" (Radiometer), que estaba protegido de las bajas temperaturas por una bolsa isoterma. Los escaladores portaban un cardiófrecuenciómetro "Sport Tester 4000" para el registro y grabación de las frecuencias cardíacas, cada 5 segundos, a lo largo de toda la ascensión.

RESULTADOS

En los escaladores deportivos sobre roca y rocódromo durante las ergometrías de laboratorio fueron determinados los consumos máximos de oxígeno, así como las máximas concentraciones sanguíneas de ácido láctico y frecuencias cardiacas sobre la escalera ergométrica (Tabla I).

SUJETOS	VO ₂ max (ml.kg ⁻¹ .min ⁻¹)	VO ₂ max (l.min ⁻¹)	Lactato máx (mmol.l ⁻¹)	Fc máx (p.p.min ⁻¹)
MEDIA	52.5	3.2	9.7	192.2
D.S.	4.9	0.3	1.2	5.1

TABLA I.-

Se hallaron los valores correspondientes al punto del umbral anaerobio individual respecto a la concentración sanguínea de ácido láctico, el consumo de oxígeno en ese punto y su relación porcentual con el consumo máximo, así como la frecuencia cardiaca y el porcentaje de la misma en el punto umbral, con respecto a los máximos valores (Tabla II).

SUJETOS	A.I.T. (mmol.l ⁻¹)	VO ₂ umbral	%VO ₂ umbral/ VO ₂ máx	Fc umbral/ Fc % máx
Media	4.3	34.9	66.4	159 84%
D.S.	0.7	4.1	4.5	7.5 3.6

TABLA II.-

En los test de campo, se analizaron tanto las frecuencias cardiacas como las concentraciones de ácido láctico sanguíneo, obteniéndose unos valores máximos para el rocódromo y para la roca natural, valores que vienen expresados en la tabla III.

Sujetos	Lactato máx Rocódromo	Fc máx Rocódromo	Lactato máx Roca natural	Fc máx Roca natural
Media	5.8	176	5.4	175
D.S.	0.74	7.3	0.6	6.9

TABLA III.-

Durante los test realizados sobre roca natural fue posible establecer puntos intermedios de recogida de micromuestras sanguíneas en puntos intermedios de la escalada, para el análisis de las concentraciones de ácido láctico, obteniéndose unos valores que quedan reflejados en la Tabla IV.

Sujetos	Punto 1 de escalada	Punto 2 de escalada	Final de de escalada
Media	3.6	4.6	5.4
D.S.	0.72	0.69	0.6

TABLA IV.-

Sujetos	Fc máx	VO ₂ máx. (ml/kg.m)	Lactato máximo	AIT (mmol/l)	Fc umbral	Fc umbral/ Fc máx (%)
media	196,3	55,5	10.1	3,6	170,5	86,7
D.S.	1,6	4,9	2.3	0,9	3,39	1,8

TABLA V.-

En los escaladores deportivos en hielo los datos analizados fueron los mismos para el laboratorio y los test de campo, variando únicamente detalles puntuales en función a la metodología empleada. Los datos obtenidos se señalan en las tablas V, VI y VII.

Laboratorio	Fc máx laboratorio	Fc máx campo	Fc umbral	Fc umbral/ Fc máx (%)
MEDIA	196,3	178,5	170,5	86,7
D.S.	1,6	2,1	3,39	1,8

TABLA VI.-

Laboratorio	Láctico (stage A)	Láctico (stage B)	Láctico (stage C)	AIT (mmol/l)
MEDIA	0,93	2,72	3,30	3,6
D.S.	0,19	0,48	0,78	0,9

TABLA VII.-

DISCUSIÓN

Con respecto a las pruebas realizadas en el laboratorio y en relación con la potencia aeróbica máxima, podemos concretar que no existen diferencias significativas entre escaladores en roca y escaladores en hielo, objetivando unas cifras de consumos máximos de oxígeno muy próximas entre sí (tablas I y V). Estos valores de consumos máximos de oxígeno, son también similares a los encontrados por Terreros (1993) y Arnaud (1993) en escaladores. Teniendo en cuenta que se consideran valores normales en deportistas entrenados cifras entre 50 y 70 ml.Kg⁻¹.min⁻¹ (Desnus, 1990; Thoden, 1991), podemos considerar a los alpinistas de nuestra serie como deportistas entrenados y con consumos de oxígeno elevados para el deporte que practican ya que tampoco pueden ser comparados con atletas altamente especializados en pruebas de fondo. Las frecuencias cardiacas máximas tampoco presentan diferencias significativas, encontrándose entre ambos grupos valores muy parejos. Con respecto a los valores máximos de lactato nos encontramos que estos tampoco presentan diferencias significativas, objetivando valores muy próximos en ambos grupos (Tablas I y V).

La determinación del umbral láctico la hemos realizado siguiendo la metodología de Keul y Simon (1979), y por tanto de manera individual. Legido

(1992) y Stegman (1981), afirman que no es posible la determinación del umbral anaerobio desde el criterio de los 4 mmol.l⁻¹, siendo válido este valor solamente para estudios de grandes grupos poblacionales. Debido a lo reducido de nuestra muestra (se trata de escaladores deportivos de élite), la determinación del umbral en el punto de ruptura de 4mmol.l⁻¹ podría llevar a errores significativos en los valores obtenidos, optando por ello, por la metodología de Keul.

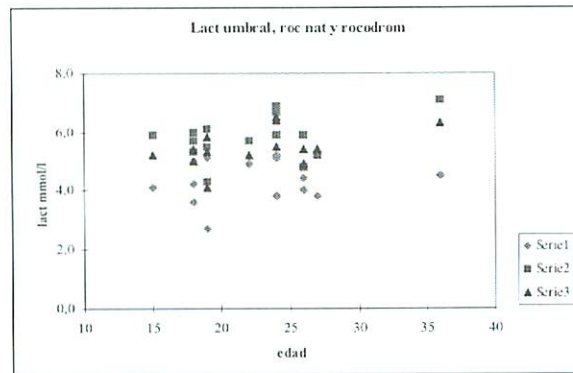
La determinación de los umbrales anaerobios individuales de cada escalador nos permite objetivar que los valores de las concentraciones sanguíneas de ácido láctico, así como las frecuencias cardiacas y los porcentajes de las mismas en dicho punto umbral con respecto a las máximas, no difieren significativamente entre los escaladores deportivos en hielo y los especialistas sobre roca (Tablas II y V). En dicho punto umbral nos encontramos con unas frecuencias cardiacas medias que se encuentran dentro de lo esperado para atletas entrenados (Weltman y col., 1994; Haskvitz y col., 1992; Steed y col., 1994), frente a los valores en torno al 60% que se encuentran en sujetos sanos pero sedentarios (Weltman y col., 1990, 1994).

De todos estos datos se deduce que ambos grupos de escaladores presentan unas características en relación con su condición física, muy similares entre sí, además de indicarnos que ambas muestras están compuestas por deportistas entrenados que presentan unos niveles de frecuencia cardíaca y consumos de oxígeno esperados a nivel del punto del umbral anaeróbico individual. Por otra parte, la determinación de la frecuencia cardíaca y la concentración de ácido láctico sanguíneo en el punto del umbral anaeróbico individual, permite establecer la fase metabólica de transición aeróbica-anaeróbica para cada sujeto en particular (Chicharro y col., 1989, 1992). De esta manera, una vez establecidos los rangos de esfuerzo que se relacionan con las diferentes fases del metabolismo energético en cada escalador podemos, con los datos obtenidos en los tests de campo, determinar cuál es el metabolismo energético utilizado preferentemente durante la escalada real tanto en rocódromos, en roca natural y sobre hielo, pudiendo de esta manera concretar si existen diferencias entre las necesidades metabólicas requeridas

para la escalada de dificultad sobre tres superficies tan dispares entre sí.

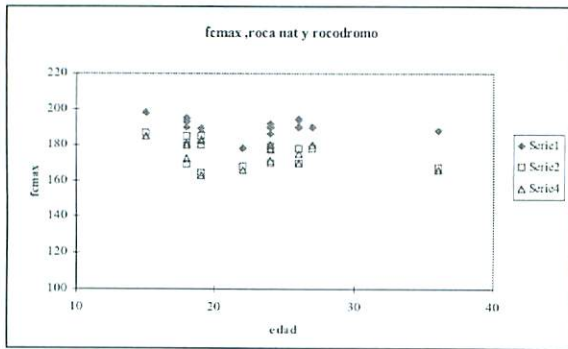
Por los resultados obtenidos podemos concretar, que todos los escaladores deportivos especializados en la escalada sobre roca y paneles artificiales terminaban su ascensión con unas concentraciones sanguíneas de ácido láctico mayores que las encontradas para el punto del umbral anaerobio individual obtenidas durante los tests de laboratorio, mientras que en los alpinistas sobre hielo, los valores al término de la ascensión, eran prácticamente idénticos al valor del AIT.

En el caso de los escaladores deportivos estos resultados demuestran que durante el transcurso de la competición de escalada desarrollada en el rocódromo, los escaladores sobrepasan las intensidades de esfuerzo que se corresponden con su límite aeróbico, obteniendo entonces energía a expensas de un metabolismo anaerobio. En algún momento de la escalada, el atleta requiere de su metabolismo energético anaerobio como medio de obtener energía, debido a que la intensidad del esfuerzo es tal que el metabolismo oxidativo no resulta suficiente (Gráfica 1).

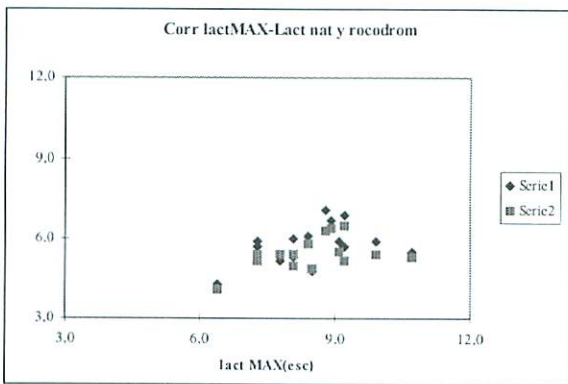


GRÁFICA 1.- La serie 1 muestra el lactico umbral hallado en laboratorio, la serie 2 el lactico máximo en rocódromo y la serie 3 en roca natural.

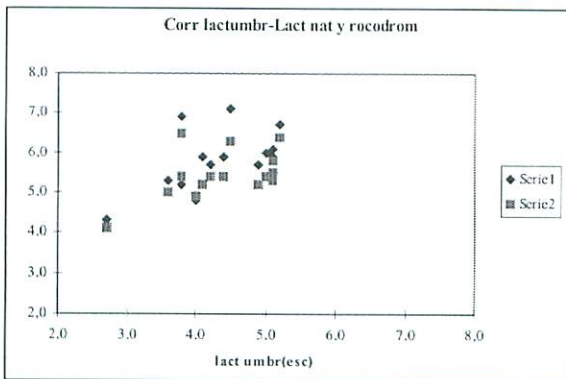
Debido a que en este caso, la toma de la micromuestra sanguínea sólo pudo ser realizada al término del esfuerzo, no podemos determinar si la necesidad de obtención de energía por medio del la glucolisis anaeróbica se produce repentinamente por un incremento brusco de la intensidad del esfuerzo al término de la vía, o si por el contrario, el esfuerzo de intensidad elevada se mantiene a lo largo de todo el transcurso de la escalada. Por la estructura y fisionomía de las vías de escalada que se acometen en competición,



GRÁFICA 2.- La serie 1 muestra las frecuencias cardíacas máximas obtenidas en el laboratorio; la 2 las máximas del rocódromo y la 4 las máximas halladas sobre la roca natural.



GRÁFICA 3.- Correlación entre el lactato máximo obtenido en el laboratorio y el obtenido en los test de campo.



GRÁFICA 4.- Correlación entre la concentración de ácido láctico en el punto umbral obtenida en el laboratorio y las concentraciones máximas obtenidas en los test de campo.

creemos más en la segunda opción. Lo que los equipadores (personas encargadas de establecer los puntos de seguro y la estructura de vías de competición) persiguen, es el trabajo de la continuidad. Por continuidad en escalada entendemos que la dureza de la vía se mantenga a un alto nivel desde el principio hasta el final; generalmente, las vías de competición son construidas para que la escalada resulte progresiva de manera que la dificultad no se encuentre en un sólo pasaje. Por ello posiblemente, el escalador durante la competición va progresivamente elevando

sus niveles de ácido láctico sanguíneo hasta que sobrepasa su umbral anaeróbico individual.

La observación de las frecuencias cardíacas (Gráficas 5 y 6), medidas a los escaladores en el transcurso de la ascensión, sugiere que puesto que se observan mesetas ligeramente ascendentes a lo largo de la escalada, la intensidad del esfuerzo se mantiene a lo largo de toda la vía y no se produce en la superación de un único paso difícil. De lo que no cabe ninguna duda con los resultados obtenidos, es que el metabolismo anaerobio interviene en estos deportistas a la hora de realizar la escalada y por tanto juega un papel importante a la hora de la consecución del éxito deportivo.

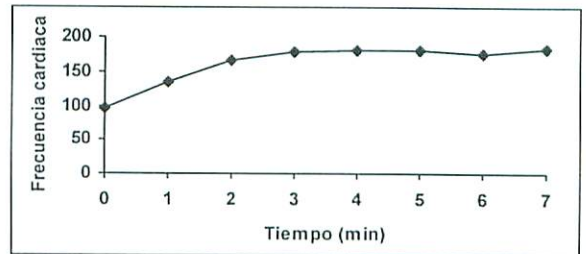


GRÁFICO 5.- Se observan las frecuencias cardíacas obtenidas en el sujeto 1 de los escaladores deportivos, durante la ascensión de competición en la vía de escalada del rocódromo.

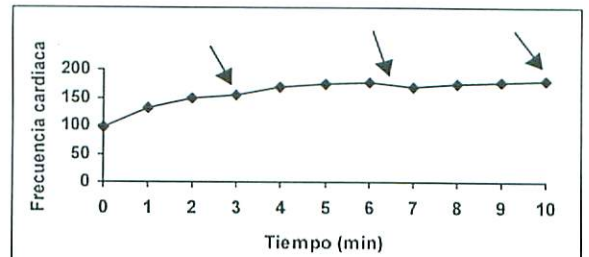


GRÁFICO 6.- Registro de la frecuencia cardíaca grabado al escalador durante su ascensión de la vía sobre roca natural; las flechas indican los puntos en los que fueron recogidas muestras sanguíneas.

Durante la ascensión en la vía sobre roca natural, y debido a que en este caso, no se trataba de una competición, fue posible la obtención de micromuestras sanguíneas en puntos intermedios de la trepada. En esta prueba, al ser mayor el número de micromuestras adquiridas a lo largo de la escalada que en el test realizado en el rocódromo, podemos apreciar cómo las concentraciones sanguíneas de ácido láctico van aumentando de manera progresiva, hasta el momento de la finalización de la escalada. Si observamos los datos obtenidos en este test de campo (Tabla IV), vemos que en el punto 1 de la escalada (situado aproximadamente en una distancia igual a 1/

3 del total de la vía), las concentraciones de ácido láctico sanguíneo son ya, en la mayoría de los deportistas, cercanas a los niveles hallados individualmente para los umbrales anaerobios. En el punto 2 de recogida de muestras (aproximadamente 2/3 del total de la vía), las concentraciones sanguíneas de lactato alcanzadas por los escaladores se encuentran en niveles prácticamente idénticos a los hallados como A.I.T. durante los test de laboratorio. Por tanto, a los 2/3 de la vía, el metabolismo anaeróbico comienza a jugar un papel muy importante en la obtención de energía. Al término de la trepada, se realizó una última toma de micromuestras sanguíneas en la que obtuvimos concentraciones de ácido láctico ya claramente superiores a las halladas en el punto de A.I.T. y muy semejantes aunque ligeramente inferiores a las obtenidas en el punto final de la escalada en el rocódromo (Tabla III). Si bien tuvimos que variar un poco la dinámica de la escalada al tener el escalador que reposar en el momento de la toma de muestras, creemos que no existe otra posibilidad de realizar estas, siendo la adquisición de las mismas un proceso ya de por sí difícil. Además, el tiempo que el escalador paraba para la toma de las micromuestras nunca superó los 30 segundos por lo que la cinética del ácido láctico no se podía ver afectada.

Lo anteriormente expuesto se observa también cuando el parámetro analizado es la frecuencia cardíaca ya que una vez que esta alcanza niveles próximos a los valores obtenidos para el umbral anaerobio individual, el incremento decrece, moviéndose los deportistas en niveles próximos a los encontrados en el A.I.T. En la gráfica 2 podemos observar la relación entre las frecuencias cardíacas máximas obtenidas en los test de campo y las frecuencias cardíacas máximas obtenidas en los tests de laboratorio.

Creemos que el escalador, una vez que denota una sensación de fatiga la cual se corresponde con su aproximación al punto del umbral láctico, regula la intensidad del esfuerzo y aunque este sigue siendo elevado como además exige una vía de alta dificultad, nunca se hace tan alto como para disparar las concentraciones de ácido láctico sanguíneo. A pesar de ello, el escalador se encuentra en el transcurso de su actividad dentro del rango metabólico de la fase de transición aeróbica-anaeróbica y en los últimos momentos de la misma, por encima del A.I.T. por lo que en estos instantes finales el metabolismo fundamen-

talmente requerido es el anaerobio. Podemos observar este hecho de manera clara en las gráficas que correlacionan las concentraciones de ácido láctico en el punto del umbral anaerobio individual halladas durante los tests de laboratorio con las máximas obtenidas en las pruebas de campo, así como las que relacionan los máximos alcanzados en las pruebas de laboratorio con los máximos obtenidos en las pruebas de campo (Gráficas 3 y 4).

En el caso de los escaladores sobre hielo apreciamos un efecto muy similar. El escalador incrementa progresivamente la intensidad del esfuerzo realizado, hecho que se comprueba al observar un incremento progresivo en las concentraciones sanguíneas de ácido láctico y las frecuencias cardíacas a lo largo de la ascensión (Tabla VII). Sin embargo, el alpinista no llega a sobrepasar la lactacidemia objetivada para el punto AIT en el laboratorio, mientras que las frecuencias cardíacas sobrepasan de manera muy limitada a los valores umbrales (Tabla VI). El alpinista se mueve durante un tiempo importante de la escalada dentro de su sistema metabólico de transición aeróbico-anaerobio, por lo que el sistema anaerobio de obtención de energía actúa de manera importante durante el transcurso de la escalada.

CONCLUSIONES

Por lo anteriormente expuesto podemos concretar que en la escalada deportiva de alta dificultad, tanto sobre roca como sobre hielo, el metabolismo anaerobio juega un papel importante a la hora de intervenir en los procesos de obtención de energía; por ello, este deporte no debería ser considerado como aeróbico y su clasificación metabólica tendría que ser modificada.

Creemos igualmente importante señalar que ambas especialidades deportivas, tan próximas en la nomenclatura pero tan diferentes en cuanto a las características intrínsecas de realización e incluso biomecánicamente, presentan unas características de requerimientos metabólicos muy similares entre sí, como lo corrobora el hecho que ambos grupos de deportistas presentan unas características físicas homogéneas y se mueven dentro de unos rangos de esfuerzo muy similares durante el transcurso de sus actividades de escalada.

BIBLIOGRAFÍA

- 1 ASTRAND Y., ASTRAND PO.: "Intermittent muscular work". *Acta Physiol Scand* 48: 448-449, 1960.
- 2 ARNAUDAS C., CUCULLO M., QUÍLEZ J.: "Estudios fisiológicos previos y posteriores a estancia en gran altura". *Avances en patología del montañismo*: 201-211, 1993.
- 3 CHICHARRO JL., LEGIDO J., FERNANDEZ V.: "Valoración del estado de entrenamiento mediante los umbrales aerobio y anaerobio". *Comunicación XVI Congreso del Grupo Latino y mediterráneo de Medicina del Deporte*. Barcelona, 1989.
- 4 CHICHARRO JL., LEGIDO J.: "Umbral anaerobio. Bases fisiológicas y aplicación". *Interamericana McGraw-Hill*, 1992.
- 5 DESNUS B., FRAISSE F.: "Exploration du métabolisme énergétique chez le sportif de haut niveau". *INSEP Publication*: 1-70, 1990.
- 6 HASKVITZ, E.M., SEIP, R.: "The effect of training intensity on rating of perceived exertion". *Int J Sports Med* 13: 377-383, 1992.
- 7 KEUL J., SIMON G.: "Bestimmung der individuellen anaeroben Schwelle zur Leistungswertung und Trainingsgestaltung." *Dtsch Z Sportmed* 30: 212-218, 1979.
- 8 LEGIDO JC.: "Umbral anaeróbico: aplicaciones". *Arch Med Deporte* 33: 11-14, 1992.
- 9 PALENCIANO L., GONZALEZ V., MONTOLIU MA.: "Reproducibility of $\dot{V}O_{2max}$ in treadmill ergometry". *Arch Eurp J Physiol*: 414, 1989.
- 10 STEED, J.C.; GAESER, G.A.; WEELTMAN, A.: "Ratings of perceived exertion (RPE) as markers of blood lactate concentration during rowing". *Med Sci Sports Exere* 26: 797-803, 1994.
- 11 STEGMAN H.: "Lactate kinetics and individual anaerobic threshold". *Int J Sports Med* 2:160-165, 1981.
- 12 TERREROS J.: "La condición física como base preventiva en la práctica del montañismo". *Avances en patología del montañismo*: 181-195, 1993.
- 13 THODEN J.: "Testing Aerobic Power. In: Physiological testing of the high-performance athlete". *Human Kinetics*: 107-174, 1991.
- 14 WELTMAN, A.; SNEAD, D.; SCHURRER, R.: "Percentajes of maximal heart rate, heart rate reserve and $\dot{V}O_{2max}$ for determining intensity in male runners". *Int J Sports Med* 11: 218-222, 1990.
- 15 WELTMAN, A.; WELTMAN, J.; RUTT, R.; SEIP, R.: "Percentajes of maximal heart rate, heart rate reserve and $\dot{V}O_{2max}$ to determine training intensity in sedentary men". *Int J Sports Med* 10:212-216, 1994.

1. NOMBRE DEL MEDICAMENTO: CALMATEL. Crema-Piketoprofeno (DCI), 1,8 g/100 g; CALMATEL Aerosol-Piketoprofeno (DCI), 2,0 g/100 ml; CALMATEL Gel-Piketoprofeno (DCI), 1,8 g/100 g. **2. COMPOSICIÓN CUALITATIVA Y CUANTITATIVA:** Crema: Piketoprofeno (DCI) (clorhidrato) 1,8 g Excipientes c.s.p. 100 g. Aerosol: Piketoprofeno (DCI) 2,0 g Excipientes c.s.p. 100 ml. Gel: Piketoprofeno (DCI) 1,8 g Excipientes c.s.p. 100 g. **3. FORMA FARMACÉUTICA:** Crema-Tubo de 60 g Aerosol-Spray de 100 ml Gel-Tubo de 60 g. **4. DATOS CLÍNICOS:** **4.1 Indicaciones terapéuticas:** Afecciones inflamatorias y dolorosas del aparato locomotor: **Traumatología:** esguinces, contusiones, luxaciones y fracturas. **Reumatología:** Lumbago, artrosis, miositis reumáticas, torticolis, epicondilitis, tenosinovitis y bursitis. **4.2 Posología y forma de administración:** Crema y gel: A criterio facultativo, se puede aplicar las veces que éste lo considere oportuno. Como norma general se aplicarán, en la zona afectada, 1,5 a 2 g de crema/gel, de tres a cuatro veces al día; pudiéndose efectuar un suave masaje para favorecer su penetración o utilizar un vendaje oclusivo. Aerosol: Como norma general se aplicarán, en la zona afectada, una ó dos propulsiones, durante unos segundos; tres veces al día. **4.3 Contraindicaciones:** Hipersensibilidad a los componentes de la especialidad. Existe la posibilidad de hipersensibilidad cruzada con ácido acetilsalicílico y otros antiinflamatorios no esteroideos. No se aplicará a pacientes a quienes el ácido acetilsalicílico y otros antiinflamatorios no esteroideos les produce rinitis, asma, angioedema o urticaria. No debe aplicarse en ojos, mucosas, úlceras ó lesiones abiertas de la piel, ni en ninguna otra circunstancia en que concurra en el mismo punto de aplicación otro proceso cutáneo. **4.4 Advertencias y precauciones especiales de empleo:** No es preciso advertir ó adoptar precauciones específicas, en el uso de estas especialidades. **4.5 Interacción con otros medicamentos y otras formas de interacción:** Hasta la fecha no se han descrito interacciones de estas especialidades, durante el extenso uso al que han estado sometidas desde su autorización. **4.6 Embarazo y lactancia:** Aunque los estudios en animales no han evidenciado toxicidad fetal ó efectos teratogénicos, y los niveles plasmáticos de piketoprofeno y su metabolito principal implican una mínima absorción sistémica, únicamente debe utilizarse bajo criterio facultativo en mujeres embarazadas y en mujeres en período de lactancia. **4.7 Efectos sobre la capacidad para conducir vehículos y utilizar maquinaria:** No procede. **4.8 Efectos indeseables:** Dada su aplicación tópica, estas especialidades son bien toleradas aunque, en ocasiones, pueden producirse eritemas, prurito, escozor y calor local, de una forma leve y transitoria. **4.9 Sobre dosis:** Dada la vía de administración, no se ha presentado intoxicación alguna hasta la fecha. En casos de hipersensibilidad, se suspenderá el tratamiento. **5. PROPIEDADES FARMACOLÓGICAS:** **5.1 Propiedades farmacodinámicas:** En diversos modelos de estudios con animales de experimentación (edema inducido por carragenina/ aceite de croton, eritema provocado por radiación UVA, etc.), característicos en la investigación de la actividad antiinflamatoria, se ha demostrado que piketoprofeno, vía tópica, posee una marcada actividad. En cuanto a su actividad analgésica, los estudios efectuados (dolor inducido por traumatismo experimental / inyección periarticular de NO_3Ag ó Prostaglandina E₂), han evidenciado su efecto analgésico. En relación a su uso clínico, se han realizado una serie de ensayos, que han demostrado la eficacia de las formulaciones de piketoprofeno como antiinflamatorio / analgésico de administración tópica en diversas situaciones patológicas que indican su administración. Respecto a la seguridad del tratamiento con piketoprofeno, vía tópica, se ha puesto de manifiesto la óptima tolerabilidad local de las formulaciones de la especialidad. **5.2 Propiedades farmacocinéticas:** Se han realizado varios estudios de farmacocinética en animales de experimentación y voluntarios sanos, para evaluar la absorción y fijación del principio activo al tejido subcutáneo, tras la administración tópica de las formulaciones con piketoprofeno. Los resultados obtenidos revelan que: La penetración cutánea de piketoprofeno, tras administración tópica, parece ser rápida como indican los niveles altos de fármaco inalterado, encontrados en tejido subcutáneo próximo a la zona de aplicación. Los niveles plasmáticos de piketoprofeno son < 0,01 mg/ml, mientras que los niveles encontrados en el tejido subcutáneo son > 1 mg/g, lo que indica una mínima absorción sistémica del principio activo. De acuerdo con los resultados obtenidos en un ensayo clínico comparativo de las formas farmacéuticas crema y gel, la tolerabilidad local y general es óptima, no habiéndose producido fenómenos de fotosensibilidad. **5.3 Datos preclínicos sobre seguridad:** Los estudios de toxicidad cutánea, efectuados en conejo tras la administración tópica de las formulaciones de piketoprofeno, no han revelado signos de intolerancia en la piel ni fenómenos de toxicidad local. Los estudios de toxicidad aguda (administración oral, dosis única) ofrecen los siguientes resultados: DL₅₀ rata macho-321 mg/kg (261 - 394); DL₅₀ rata hembra-275 mg/kg (224 - 337) Los estudios de toxicidad subcrónica (administración oral en ratas, durante 30 días), no han detectado toxicidad del principio activo. Los estudios de toxicidad fetal y teratogénica no han indicado actividad en este sentido (malformaciones ó anomalías durante el desarrollo embrionario). **6. DATOS FARMACÉUTICOS:** **6.1 Lista de excipientes:** CREMA: Base O/A, Tensioactivos emulgentes, Biguanida catiónica, Agua desionizada; AEROSOL: Ministato de isopropilo, Salicilato de metilo, Alcanfor, Esencia de lavanda, Alcohol benílico, Disolvente y propelente; GEL: Hidroxipropilcelulosa, Propilenglicol, Esencia de lavanda, Alcohol etílico. **6.2 Incompatibilidades:** No se han descrito. **6.3 Período de validez:** CALMATEL Crema -5 años, mantenido en condiciones normales de conservación. CALMATEL Aerosol-5 años, mantenido en condiciones normales de conservación. CALMATEL Gel-3 años, mantenido en condiciones normales de conservación. **6.4 Precauciones especiales de conservación:** Las especialidades no requieren condiciones especiales de conservación, debiendo exclusivamente mantenerse en el interior de su estuche, al abrigo del calor y humedad excesivos. **6.5 Naturaleza y contenido del recipiente:** CALMATEL Crema: Tubo de aluminio barnizado; lacado y serigrafado al exterior; con tapón roscado de PE. CALMATEL Aerosol: Spray de aluminio barnizado; lacado y serigrafado al exterior; con válvula y pulsador de PE. CALMATEL Gel: Tubo de aluminio barnizado; lacado y serigrafado al exterior; con tapón de PE. **6.6 Instrucciones de uso/manipulación:** No se requieren instrucciones especiales de uso para estas especialidades. En todo caso y dada la naturaleza del gel (por su contenido en alcohol etílico) es conveniente manipular el tubo y su contenido lejos de llama/fuego directos, como prevención lógica ante hipotéticos accidentes. **6.7 Nombre o razón social y domicilio permanente ó sede social del titular de la autorización de comercialización:** ALMIRALL PRODESFARMA, S.A. General Mitre, 151 08022-Barcelona (España) **Presentaciones y P.V.P. (IVA M.R.):** CALMATEL Crema 60 g: 785 ptas. CALMATEL Aerosol 100 ml: 1.330 ptas. CALMATEL Gel 60 g: 784 ptas. Sin receta médica. Especialidades reembolsables por el Sistema Nacional de Salud. Aportación normal. Fecha elaboración: Julio 2.000.

Bibliografía: 1. D.J. Roberts. Piketoprofen, a potent non-steroidal anti-inflammatory analgesic for topical application. *Drugs of Today*, Vol. 23, Suppl. 1 (1-5), 1987. 2. J.L. Massó y col. Pharmacological Properties of topically applied piketoprofen in experimental models for analgesic and anti-inflammatory activity. *Drugs of Today*, Vol. 23, Suppl. 1 (11-26), 1987. 3. A. Martínez-Tobed. Distribution of topically applied piketoprofen in skin and subcutaneous tissues and fluids. *Drugs of Today*, Vol. 23, Suppl. 1 (27-34), 1987. 4. R. M. Castro Ruiz y col. Interaction between piketoprofen and phospholipids - in vitro studies of compression isotherms with mixed monolayers. *Drugs of today*, Vol. 23, Suppl. 1 (35-40), 1987.