

Estudi mèdic-esportiu de l'escalada esportiva

Estudio médico-deportivo de la escalada deportiva

Muro, Ignacio; Vila, Ricard; Vives, Joan; Gutiérrez, José antonio
Centre de Medicina de l'Esport de Barcelona.
Secretaria General de l'Esport. Generalitat de Catalunya

RESUM

El nivell de la competició d'escalada esportiva ha portat una evolució tècnica i física dels escaladors. Necessiten tant de la pràctica sobre les parets d'escalada com d'una preparació física més i més específica. El treball que us presentem proposa un estudi de la condició física general, de les característiques antropomètriques i dels valors de força muscular dels practicants de l'escalada d'alt nivell.

Hem fet un estudi dels paràmetres cardíacs i metabòlics durant la competició, els entrenaments i els controls al centre mèdic. Determinarem quines són les necessitats metabòliques de l'escalada i quines orientacions es poden derivar per a millorar l'entrenament.

Paraules clau

Antropometria, força, lactatèmia, fisiologia, metabolisme.

RESUMEN

El nivel de la competición de escalada deportiva ha llevado a una evolución técnica y física de los escaladores. Necesitan tanto de la práctica sobre los muros de escalada como de una preparación física cada vez más específica. El trabajo que presentamos propone un estudio de la condición física general, de las características antropométricas y de los registros de fuerza muscular de los practicantes de escalada de alto nivel.

Realizamos un estudio de los parámetros cardíacos y metabólicos durante la competición, los entrenamientos y los controles en el centro médico. Determinaremos cuáles son las necesidades metabólicas de la escalada y que orientaciones se pueden derivar para mejorar el entrenamiento.

Palabras clave

Antropometría, fuerza, lactatemia, fisiología, metabolismo.

Introducció

La evolució actual de la pràctica esportiva mostra la aparició d'activitats físiques, ja conegudes, però que ara són reglamentades en forma d'esports de competició. Aquest és el cas de l'escalada esportiva que representa el desplaçament d'una activitat típica de muntanya cap a un objectiu concret: la paret d'escalada o rocòdrom.

Introducción

La evolución actual de la práctica deportiva muestra la aparición de actividades físicas, ya conocidas, pero que ahora son reglamentadas como deportes de competición. Este es el caso de la escalada deportiva que representa el desplazamiento de una actividad típica de montaña hacia un objetivo concreto: el muro de escalada o rocódromo.

Des de que en 1985 s'organitzà a Itàlia la primera competició oficial, l'escalada esportiva ha seguit una important evolució durant els últims anys.

En 1988 l'Unió Internacional d'Associacions d'Escalada es decideix a organitzar la Copa del Món, i les diferents celebracions des de 1989 mostren un nivell de competició que progressa ràpidament amb una participació de 25 països i 150 participants.

Els escaladors han evolucionat tècnicament i físicament, i necessiten tant de la pràctica sobre les parets d'escaldada com d'una preparació física més i més específica.

El treball que presentem proposa un estudi de la condició física general, de les característiques antropomètriques i dels valors de força muscular dels practicants de l'escalada d'alt nivell.

El desconeixement de les exigències físiques que comporta la competició d'escalada, ens ha fet estudiar els paràmetres cardíacs i metabòlics durant les competicions. Aquestes dades juntament amb l'estudi específic dels entrenaments i els controls al centre mèdic determinaran quines són les necessitats metabòliques de l'escalada i quines orientacions es poden derivar per a millorar l'entrenament.

Material y mètode

a) Subjectes

En aquest estudi han participat 4 escaladors, 2 homes i 2 dones, amb una mitjana d'edat de 23,2 anys. Són practicants de l'escalada esportiva amb anys d'experiència; es troben entre els millors especialistes nacionals i una de les dones es va classificar sisena al rànquing mundial. L'entrenament físic va ser dirigit per un entrenador d'atletisme. L'obtenció de les dades es va fer durant els controls al centre mèdic, durant els test de camp realitzats en entrenaments i durant les competicions: Copa del Món a Barcelona, circuit Masters Català, Campionat d'Espanya.

b) Material

El material utilitzat en aquest estudi es el següent:

- Tallímetre amb una precisió de 1 mm.
- Balança amb una precisió de 10 g.
- Cinta mètrica amb una precisió de 1 mm.
- Lipòmetre Holtain (Crymych U.K.) amb una precisió de 0'2 mm.
- Peu de rei (Alca, Esp.) amb una precisió de 0'1 mm.
- Dinamòmetre isomètric Back & Leg Dynamometer (Takei Kiki Kogyo, Co.Ltd, Jap.) amb una precisió de 1 Kg.
- Dinamòmetre manual (Takei Kiki Kogyo, Co. Ltd., Jap.) amb una precisió de 1 Kg.
- Taula dinamomètrica específica, amb una cèl·lula de càrrega industrial i un convertidor analògic digital connectats a un micro-ordinador que conté

Desde que en 1985 se organizò en Italia la primera competición oficial, la escalada deportiva ha seguido una importante evolución durante los últimos años.

En 1988 la Unión Internacional de Asociaciones de Escalada decide organizar la Copa del Mundo de Escalada, y sus diferentes celebraciones desde 1989 muestran un nivel de competición que progresa rápidamente con una participación de 25 países y 150 participantes.

Los escaladores han evolucionado técnica y físicamente, y necesitan tanto de la práctica sobre los muros de escalada como de una preparación física cada vez más específica.

El trabajo que presentamos propone un estudio de la condición física general, de las características antropométricas y de los valores de fuerza muscular de los practicantes de la escalada de alto nivel.

El desconocimiento de las exigencias físicas que comporta la competición de escalada, nos ha llevado a estudiar los parámetros cardíacos y metabólicos durante las competiciones. Estos datos junto con el estudio específico de los entrenamientos y los controles en el centro médico determinarán cuáles son las necesidades metabólicas de la escalada y qué orientaciones se pueden derivar para mejorar el entrenamiento.

Material y método

a) Sujetos

En este estudio han participado 4 escaladores, 2 hombres y 2 mujeres, con una media de edad de 23,2 años. Son practicantes de escalada deportiva con años de experiencia; se encuentran entre los mejores especialistas nacionales y una de las mujeres se clasificó sexta en el ránking mundial. Su preparación física fue dirigida por un entrenador de atletismo. Los datos se obtuvieron durante los controles en el centro médico, durante los test de campo realizados en entrenamientos y durante las competiciones: Copa del Mundo en Barcelona, circuito Masters Catalán, Campeonato de España.

b) Material

El material utilizado en este estudio es el siguiente:

- Tallímetro con una precisión de 1 mm.
- Balanza con una precisión de 10 g.
- Cinta métrica con una precisión de 1 mm.
- Lipómetro Holtain (Crymych U.K.) con una precisión de 0'2 mm.
- Pie de rey (Alca, Esp.) con una precisión de 0'1 mm.
- Dinamómetro isométrico Back & Leg Dynamometer (Takei Kiki Kogyo, Co.Ltd, Jap.) con una precisión de 1 Kg.
- Dinamómetro manual (Takei Kiki Kogyo, Co. Ltd., Jap.) con una precisión de 1 Kg.

- un soft específic (Permanyer, Esp.). Els registres tenen una precisió de 100 g.
- Cicloergòmetre Monark 368 (Monark, Swe.).
- Analitzador de gasos CPX respiració a respiració de Medical Graphics (St. Paul, Minnesota, USA).
- Estetoscòpio Littman Classic II (3M Co., St. Paul Minn. USA).
- Esfingomanòmetre Boso Manuell (Boso, Ger.).
- Pulsòmetre Sport Tester PE 3000 et PE 4000 (Polar Electro, Oulu, Fin.).
- Analox Micro-stat PLM4 (Analox, Hammersmith U.K.).

c) Mètode

En primer lloc vàrem fer un estudi de les dades biomètriques amb una mesura de la talla, el pes, de l'envergadura i de la llargada de cames.

Talla: des de la part més alta del cap fins al terra amb els peus plans al terra.

Pes: el subjecte es pesa sense sabates, vestit només amb un pantaló curt.

Envergadura: el subjecte es col·loca dret, l'esquena tocant a la paret, i fa una màxima extensió lateral dels braços.

Llargada de cames: des de l'espina ilíaca antero-superior fins al terra.

Tot seguit es va fer una anàlisi de la competició corporal amb el lipòmetre, les mesures dels plecs, sempre sobre el costat dominant del subjecte, es van realitzar a nivell del tríceps, sot-escapular, suprailíac, abdominal, anterior de la cuixa i panxell de la cama. Els diàmetres óssis es van obtenir a nivell radial, humeral i femoral. Vàrem utilitzar també els diàmetres del braç i de la cama en contracció màxima. Les dades es van analitzar seguint la metodologia de fraccionament del pes total segons el model de Matiegka. (Ross, W.D., 1991).

Vàrem fer després un control de força isomètrica de grups musculars específics, segons la metodologia del Centre Permanyer, amb la taula dinamomètrica, un dinamòmetre manual i un dinamòmetre isomètric Back & Leg. Els subjectes fan una contracció muscular isomètrica ràpida, seguint les angulacions que permeten assolir el nivell màxim de força (Brotons, D. et al., 1990). Els resultats són registrats directament per l'ordinador.

Seguidament es van practicar les proves ergomètriques que es van fer sobre un cicloergòmetre, amb control de la freqüència cardíaca i de la pressió arterial.

Vàrem utilitzar un protocol triangular progressiu, amb increment de 25 vats cada minut. L'analitzador de gasos ens informa sobre el consum màxim d'oxigen, el llindar anaeròbic ventilatori, i les altres dades habituals. Es practica un control de producció de lactat i variació de la freqüència cardíaca tant al laboratori com durant l'entrenament i la competició. Per als entrenaments vàrem disposar de parets naturals o de rocòdroms amb una dificultat i una

- Mesa dinamomètrica específica, con una célula de carga industrial y un convertidor analógico digital conectados a un micro-ordenador que contiene un soft específico (Permanyer, Esp.). Los registros tienen una precisión de 100 g.
- Cicloergómetro Monark 368 (Monark, Swe.).
- Analizador de gases CPX respiración a respiración de Medical Graphics (St. Paul, Minnesota, USA).
- Estetoscópio Littman Classic II (3M Co., St. Paul Minn. USA).
- Esfingomanómetro Boso Manuell (Boso, Ger.).
- Pulsómetro Sport Tester PE 3000 et PE 4000 (Polar Electro, Oulu, Fin.).
- Analox Micro-stat PLM4 (Analox, Hammersmith U.K.).

c) Método

En primer lugar hicimos un estudio de los datos biométricos con una medición de la talla, el peso, de la envergadura y de la longitud de piernas.

Talla: desde la parte más alta de la cabeza hasta el suelo con los pies planos sobre el suelo.

Peso: el sujeto es pesado sin zapatillas vestido únicamente con un pantalón corto.

Envergadura: el sujeto se coloca de pie, su espalda tocando a la pared, y hace una máxima extensión en cruz de los brazos.

Longitud de piernas: desde la espina ilíaca antero-superior hasta el suelo.

Seguidamente se practicó un análisis de la composición corporal con el lipómetro, las mediciones de los pliegues, siempre sobre el lado dominante del sujeto, se realizaron a nivel del tríceps, sub-escapular, suprailíaco, abdominal, anterior del muslo y pantorrilla. Los diámetros óseos se obtuvieron a nivel radial, humeral y femoral. Utilizamos también los diámetros del brazo y de la pierna en contracción máxima. Los datos se analizaron siguiendo la metodología de fraccionamiento del peso total según el modelo de Matiegka. (Ross, W.D., 1991).

Controlamos después la fuerza isométrica de grupos musculares específicos, según la metodología del Centro Permanyer, con la mesa dinamométrica, un dinamómetro manual y un dinamómetro isométrico Bach & Leg. Los sujetos realizan una contracción muscular isométrica rápida, siguiendo las angulaciones que permiten alcanzar el nivel máximo de fuerza (Brotons, D. et al., 1990). Los resultados son registrados directamente por el ordenador. Seguidamente se practicaron las pruebas ergométricas sobre un cicloergómetro, con control de la frecuencia cardíaca y de la presión arterial. Utilizamos un protocolo triangular progresivo, con incremento de 25 vatios cada minuto. El analizador de gases nos informa sobre el consumo máximo de oxígeno, el umbral anaeróbico ventilatorio, y los otros datos habituales.

Practicamos un control de producción de lactato y variación de la frecuencia cardíaca tanto en labo-

durada semblants a les de la competició. La recollida de mostres de sang es va realitzar als minuts 1, 3 i 5 després de l'esforç. L'anàlisi amb l'Analox P-LM4 segueix el mètode electroenzimàtic.

Els valors de la freqüència cardíaca es van registrar amb un pulsòmetre Sport-Tester.

Resultats

a) Biometria i composició corporal

	TALLA (cm)	PES (kg)	ENVERG (cm)	INDEX ENVERG. /TAILLE	LLARG. CAMES (cm)	%CAMES /TALLA
D-1	163.5	51.3	171.5	1.05	103	63
D-2	167	57	170	1.02	95	57
H-1	163	56.3	167.5	1.03	91	56
H-2	177.5	70.7	184	1.04	96	54

Taula 1. Resultats biomètrics. *D = Dona; H = Hombre
Tabla 1. Resultados biométricos. *D = Mujer; H = Hombre

	% GRAS	% MUSC.	% OSSI	SUMA DE PLECS
D-1	8.80	48.9	18.2	33.7
D-2	9.88	51.8	17.5	56.2
H-1	9.22	50.0	16.7	38.0
H-2	8.84	49.4	17.7	30.2

Taula 2. Resultats de composició corporal.
Tabla 2. Resultados de composición corporal.

A nivell biomètric s'observa una bona relació pes/talla, i una relació envergadura/talla clarament superior a 1. La relació en percentatge de la llargada de cames respecte a la talla mostra un valor clarament superior en la dona que té el millor rendiment (63%). La composició corporal mostra un baix percentatge de greix, especialment en el cas de les dones (8.8%; 9.88%). Això s'acompanya de un alt component muscular i observem un percentatge óssi molt baix.

b) Força isomètrica

Els resultats de l'estudi de força isomètrica dels grups musculars amb una més gran participació durant l'exercici de l'escalada, mostren un perfil semblant en tots els casos, amb un alt component

ratorio com durant el entrenament i la competició. Para los entrenamientos dispusimos de paredes naturales o de rocódromos con una dificultad y una duración parecidas a las de la competición. La recogida de muestras de sangre se practicó a los minutos 1, 3 y 5 después del esfuerzo. El análisis con el Analox P-LM4 siguió el método electroenzimático. Los valores de la frecuencia cardíaca se registraron con un pulsómetro Sport-Tester.

Resultados

a) Biometría y composición corporal

A nivel biométrico se observa una buena relación peso/talla, y una relación envergadura/talla claramente superior a 1. La relación en porcentaje de la longitud de piernas respecto a la talla muestra un valor claramente superior en la mujer que tiene el mejor rendimiento (63%). La composición corporal muestra un bajo porcentaje de grasa, especialmente en el caso de las mujeres (8.8%; 9.88%). Esto se acompaña de un alto componente muscular y observamos un porcentaje óseo muy bajo.

c) Fuerza isométrica

Los resultados del estudio de fuerza isométrica de los grupos musculares con una mayor participación

EN Kg DRETA/ESQUE.	MA	FLEXIO CANELL	TRICEPS	BICEPS
D-1	42 / 42	16 / 16	17.5 / 16	19 / 19
D-2	47 / 46	12.5 / 13.5	16 / 15	21 / 22
H-1	38 / 37	22 / 18	20 / 18	20 / 20
H-2	53 / 58	24 / 24	33 / 36	22.5 / 23

Taula 3. Resultats de força isomètrica membres superiors.
Tabla 3. Resultados de fuerza isométrica miembros superiores.

EN Kg DRT/ESQ	EXTENSIO GENOLL	FLEXIO GENOLL	FLEXIO PLANTAR TURMELL	EXTENSIO DEL TRONC	TRACCIO DE LES CAMES
D-1	61 / 59	30 / 29	62 / 61	94	223
D-2	55 / 46	26 / 26	40 / 35	75	170
H-1	53 / 50	27 / 32	47 / 49	94	178
H-2	62 / 62	31 / 33	60 / 58	175	275

Taula 4. Resultats de força isomètrica membres inferiors.
Tabla 4. Resultados de fuerza isométrica miembros inferiores.

de força, en relació al pes dels subjectes, per a tots els grups musculars estudiats, i en particular per a els valors obtinguts en els flexors de canell, l'extensió del genoll i la flexió plantar del turmell. Cal remarcar que els resultats a nivell dels membres inferiors són superiors en els escaladors amb un millor rendiment.

c) Prova d'esforç

	VO ₂ max/Kg (ml/Kg)	Freq. Card Llind. An.	% VO ₂ mx al Llin	% Wats mx al Llin	Idx. Ergom Wats/Kg
D-1	52.8	174	77	88.8	4.48
D-2	44.4	174	80	80	3.48
H-1	72.0	183	85	83	5.43
H-2	69.3	172	79	92	4.69

Taula 5. Resultats de la prova de l'esforç.
Tabla 5. Resultados de la prueba del esfuerzo.

Constatem paràmetres aeròbics excel·lents en quasi tots els cassos, especialment per el consum màxim d'oxigen en relació al pes (VO₂ màx./Kg). Retenim la freqüència cardíaca a nivell del llindar anaeròbic ventilatori, i la relació en percentatge del llindar amb el VO₂ màx. i els vats màx. Tots aquests valors seran utilitzats per a controlar l'evolució de la capacitat aeròbica durant el seguiment mèdic de la temporada esportiva.

d) Nivells de làctic sanguini

Els resultats de producció d'ió lactat, tant per a l'entrenament com per a la competició, amb valors que oscil·len entre 3.5 i 5.8 mmol/l., mostren que l'activitat metabòlica es situa a la zona de transició aeròbica-anaeròbica.

Hem verificat amb el control de laboratori que la resposta a la producció d'ió lactat que assoleix els valors entre 5.8 i 8.1 és superior a la obtinguda amb els tests de camp.

e) Evolució de la freqüència cardíaca

Les gràfiques mostren l'evolució de la freqüència cardíaca durant la competició i l'entrenament. Observem una intensitat de treball que es manté al voltant de la zona de transició aeròbica-anaeròbica delimitada per la prova d'esforç al laboratori. Excepte en el cas de la dona-2 pocs són els valors que sobrepassen el nivell del llindar anaeròbic.

durante el ejercicio de escalada, muestran un perfil parecido en todos los casos, con un alto componente de fuerza, en relación al peso de los sujetos, para todos los grupos musculares estudiados, y en particular para los valores obtenidos en los flexores de muñeca, la extensión de rodilla y la flexión plantar del tobillo. Cabe resaltar que los resultados a nivel de los miembros inferiores son superiores en los escaladores con un mejor rendimiento.

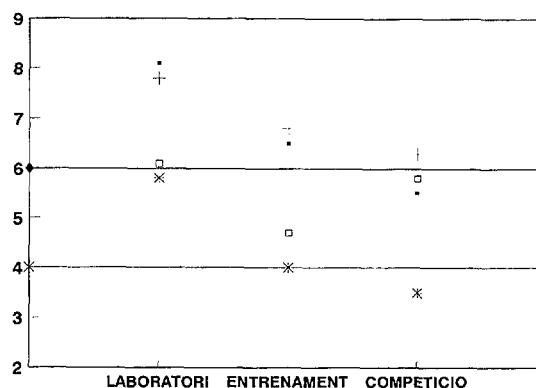
c) Prueba de esfuerzo

Constatamos parámetros aeróbicos excelentes en caso todos los casos, especialmente para el consumo máximo de oxígeno en relación al peso (VO₂ máx./Kg). Retenemos la frecuencia cardíaca a nivel del umbral anaeróbico ventilatorio, y la relación en porcentaje del umbral con el VO₂ máx. y los vatios máx. Todos estos valores serán utilizados para controlar la evolución de la capacidad aeróbica durante el seguimiento médico de la temporada deportiva.

d) Niveles de láctico sanguíneo

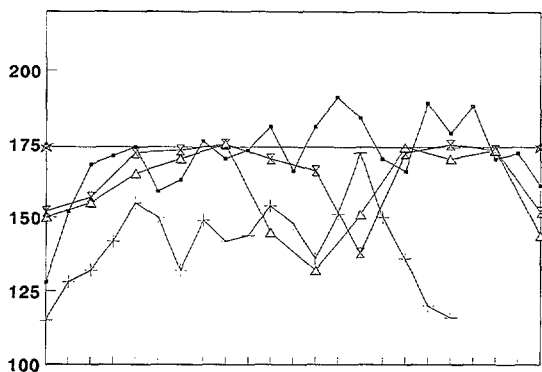
EN mmol/l	LABORATORI	ENTRENAMENT	COMPETICIO
D-1	6.4 / 8.1	5.5 / 6.5	5.5 / 5.4
D-2	7.8	6.8 / 6.4	6.3 / 6.0
H-1	5.8	4.0	3.5
H-2	6.1	4.3 / 4.7	5.8

Taula 6. Resultats de la producció d'ió lactat.
Tabla 6. Resultados de la producción de ión lactato.



* Dona-1 + Dona-2 * Home-1 □ Home-2 × 4 mmol/l † 6 mmol/l

Figura 1. Lactatèmia.
Figura 1. Lactatemia.



→ Dona-2 ▽ Dona-1 * LLINDAR ANAEROBIC △ Home-2 ⊠ Home-1

Figura 2. Freqüència cardíaca en entrenament.
Figura 2. Frecuencia cardíaca en entrenamiento.

Discussió

Les dades biomètriques de talla, pes, envergadura, amb un percentatge de greix baix i un alt component muscular mostrant un morfotipus semblant al dels gimnastes. Cal anotar la llargada dels membres inferiors que mostren una relació en percentatge respecte a la talla al voltant dels valors promig de la població esportiva (58-59%, resultats del C.M.E.B. no publicats), excepte en el cas de la dona amb el millor rendiment que mostra un percentatge clarament superior (63%).

El percentatge óssi apareix extraordinàriament baix, fins i tot si el comparem amb el dels nedadors d'alt nivell on es troba un promig de 18,1% (Gutiérrez, J.A. et al., 1986).

Els nostres resultats sobre la estructura corporal són comparables a altres estudis descrits en diverses publicacions (Van Bavel, H. et al.; Viviani, F. et al., 1991).

Sembla que les dades biomètriques ens defineixen les condicions necessàries per a l'escalada: una alta relació envergadura/talla, un baix percentatge de greix i un alt component muscular, afegint un component estructural selectiu: un baix percentatge óssi, que pot justificar-se considerant que la massa carregada durant l'escalada es redueix al màxim de pes útil, muscular, i al mínim de pes poc efectiu, óssi i de greix.

El percentatge muscular elevat mostra una clara influència de la qualitat física força sobre el rendiment de l'escalada esportiva. Sembla doncs essencial per al desenvolupament de l'esforç, un component de força, en aquest cas de clares característiques isomètriques i amb un component de força màxima-força resistència.

Los resultados de producción de ión lactato, tanto por el entrenamiento como por la competición, con valores que oscilan entre 3,5 y 5,8 mmol/l., muestran que la actividad metabólica se sitúa en la zona de transición aeróbica-anaeróbica. Verificamos con el control de laboratorio que la respuesta a la producción de ión lactato alcanza valores entre 5,8 y 8,1 siendo superior a la obtenida con los tests de campo.

e) Evolució de la freqüència cardíaca

Las gráficas muestran la evolución de la frecuencia cardíaca durante la competición y el entrenamiento. Observamos una intensidad de trabajo que se mantiene en torno a la zona de transición aeróbica-anaeróbica delimitada por la prueba de esfuerzo en laboratorio. Excepto en el caso de la mujer-2 pocos son los valores que sobrepasan el nivel del umbral anaeróbico.

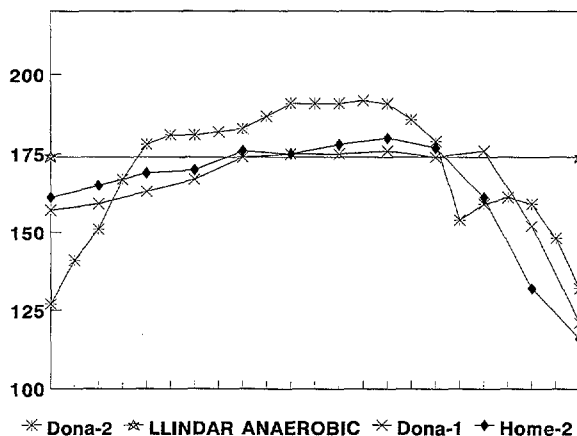


Figura 3. Freqüència cardíaca en competició.
Figura 3. Frecuencia cardíaca en competición.

Discussión

Los datos biométricos de talla, peso, envergadura, con un porcentaje de grasa bajo y un alto componente muscular muestran un morfotipo semejante al de los gimnastas. Cabe anotar la longitud de los miembros inferiores que muestran una relación en porcentaje respecto a la talla en torno a los valores promedio de la población deportiva (58-59% resultados del C.M.E.B. no publicados), excepto en el caso de la mujer con el mejor rendimiento que muestra un porcentaje claramente superior (63%).

El porcentaje óseo aparece extraordinariamente bajo, incluso si lo comparamos con el de los nada-

Hem escollit els grups musculars a estudiar en relació a l'importància de la seva funció durant l'escalada:

- Bíceps i tríceps → flexió i extensió del braç per assolir la presa i avançar.
- Flexió del canell → sostenir el cos, mantenir la presa.
- Mà → sostenir el cos, mantenir la presa.
- Flexió del genoll → elevació de la cama.
- Extensió del genoll → per a avançar i sostenir el cos.
- Flexió plantar del turmell → sostenir el cos.
- Extensió del tronc → al·lineació del tronc respecte a la trajectòria.
- Tracció de les cames → avançar i sostenir el cos.

Els valors obtinguts mostren de forma general un perfil que es reproduïx en tots els casos, cal notar la importància de la força dels membres inferiors observant que els nivells més elevats corresponen als escaladors amb millor rendiment.

Tot això es mostra en acord amb altres estudis que proposaven que la millora del rendiment s'assolia quan el pes del cos reposa sobre les cames i els peus més que sobre els braços i les mans. (Loughman, M., 1981; Mathis, S.C., 1989).

Els resultats de la prova d'esforç van ser obtinguts durant un control a la fi de un cicle de preparació física al inici de la temporada d'entrenament tècnic.

Els paràmetres aeròbics obtinguts són a un nivell excel·lent i cal considerar que l'esforç realitzat sobre el cicloergòmetre no és el més específic per als escaladors. La dona-2 que és l'única que mostra un resultat de tipus mig és també la que té un inferior rendiment en competició.

Podem doncs apreciar la importància que sembla tenir la potència aeròbica entre les característiques fisiològiques dels escaladors. El llindar anaeròbic ventilatori ens permet d'establir una zona de transició aeròbica-anaeròbica en funció de la freqüència cardíaca, aquesta serà utilitzada com a valor de referència per als tests de camp, la competició i l'entrenament. Els resultats per a la producció d'ió lactat es situen al nivell de la zona de transició aeròbica-anaeròbica, sense mostrar les diferències entre l'entrenament específic i la competició.

L'obtenció de nivells de lactat superiors en el laboratori ens porten a la conclusió que malgrat tot l'esforç muscular, la tensió, i l'intensitat de la competició, el reclutament metabòlic es manté a la zona de transició. En el cas de la dona-2 observem que la seva lactatèmia és més elevada tant a l'entrenament com en competició, amb valors superiors a 6 mmol/l en competició on s'ha mostrat amb un rendiment més modest.

L'anàlisi de l'evolució de la freqüència cardíaca durant la competició i el entrenament confirme les nostres conclusions, i mostra especialment en el

dores de alto nivel que muestran un promedio de 18.1% (Gutiérrez, J.A. et al., 1986). Nuestros resultados sobre la estructura corporal son comparables a otros estudios descritos en diversas publicaciones (Van Bavel, H. et al.; Viviani, F. et al., 1991). Parece que los datos biométricos nos definen las condiciones necesarias para la escalada: una alta relación envergadura/talla, un bajo porcentaje de grasa y un alto componente muscular, añadiendo un componente estructural selectivo: un bajo porcentaje óseo, que puede justificarse considerando que la masa cargada durante la escalada se reduce al máximo de peso útil, muscular, y al mínimo de peso poco efectivo, óseo y de grasa. El porcentaje muscular elevado muestra una clara influencia de la cualidad física fuerza sobre el rendimiento de la escalada deportiva. Parece pues esencial para el desarrollo del esfuerzo, un componente de fuerza, en este caso de claras características isométricas y con un componente de fuerza máxima-fuerza resistencia.

Los grupos musculares se escogieron en relación a la importancia de su función durante la escalada:

- Bíceps y tríceps → flexión y extensión del brazo para alcanzar la presa y avanzar.
- Flexión de la muñeca → sostener el cuerpo, mantener la presa.
- Mano → sostener el cuerpo, mantener la presa.
- Flexión de la rodilla → elevación de la pierna.
- Extensión de la rodilla → para avanzar y sostener el cuerpo.
- Flexión plantar del tobillo → sostener el cuerpo.
- Extensión del tronco → alineación del tronco respecto a la trayectoria.
- Tracción de las piernas → avanzar y sostener el cuerpo.

Los valores obtenidos muestran de forma general un perfil que se reproduce en todos los casos, cabe notar la importancia de la fuerza de los miembros inferiores observando que los niveles más elevados corresponden a los escaladores con mejor rendimiento. Todo esto está en acuerdo con otros estudios que proponían que la mejora del rendimiento se alcanzaba cuando el peso del cuerpo reposa sobre las piernas y los pies más que sobre los brazos y las manos. (Loughman, M., 1981; Mathis, S.C., 1989).

Los resultados de la prueba de esfuerzo se obtuvieron durante un control al final de un ciclo de preparación física al inicio de la temporada de entrenamiento técnico.

Los parámetros aeróbicos obtenidos son de un nivel excelente y cabe considerar que el esfuerzo realizado sobre el cicloergómetro no es el más específico para los escaladores.

La mujer-2 que es la única que muestra un resultado de tipo medio es también la que tiene un rendimiento inferior en competición.

Podemos entonces apreciar la importancia que parece tener la potencia aeròbica entre las caracte-

cas de la competició una trajectòria per sobre de la zona de transició.

En el cas de la dona-2 confirmem també que la seva freqüència cardíaca descriu una corba clarament superior a la dels altres escaladors, això està en acord amb els resultats obtinguts en tot el llarg de l'estudi.

Conclusions

Cinèticament l'escalada es redueix a empenyer i tirar, les cames empenyen i els braços tiren. El nostre treball afegeix altres dades a aquesta senzilla definició.

A nivell biomètric i de composició corporal aconsellem una alta relació envergadura-talla, un alt percentatge de relació entre llargada de cames i la talla, amb un baix percentatge de greig i una selecció natural en funció del percentatge òssi.

A nivell muscular proposem un entrenament de força màxima i de força resistència, amb una incidència especial per als grups musculars que es mostren funcionalment més importants: flexors de canell, extensors del genoll i flexors plantars.

Un bon entrenament de força a nivell dels membres inferiors permet carregar-los del pes del cos durant l'escalada i llibera els membres superiors que es poden doncs utilitzar per a buscar la millor presa.

Fisiològicament, la nostra experiència mostra que l'esforç metabòlic realitzat per l'escalador durant la seva activitat esportiva, es correspon en un alt percentatge amb la zona de transició aeròbica-anaeròbica.

Aconsellem doncs fixar l'entrenament sobre aquest interval de treball, que serà determinat per un test progressiu maximal en laboratori.

rísticas fisiológicas de los escaladores. El umbral anaeróbico ventilatorio nos permite establecer una zona de transición aeróbica-anaeróbica en función de la frecuencia cardíaca, esta será utilizada como valor de referencia para los tests de campo, la competición y el entrenamiento.

Los resultados para la producción de ión lactato se sitúan al nivel de la zona de transición aeróbica-anaeróbica, sin mostrar las diferencias entre el entrenamiento específico y la competición.

La obtención de niveles de lactato superiores en el laboratorio nos llevan a la conclusión que pese a todo el esfuerzo muscular, la tensión, y la intensidad de la competición, el reclutamiento metabólico se mantiene en la zona de transición.

En el caso de la mujer-2 observamos que su lactatemia es más elevada tanto en entrenamiento como en competición, con valores superiores a 6 mmol/l en competición donde presenta un rendimiento más modesto. El análisis de la evolución de la frecuencia cardíaca durante la competición y el entrenamiento confirma nuestras conclusiones, y muestra especialmente en el caso de la competición una trayectoria por encima de la zona de transición.

En el caso de la mujer-2 se confirma también que su frecuencia cardíaca describe una curva claramente superior a la de los otros escaladores, como ya lo habíamos observado en los resultados obtenidos en el curso del estudio.

Conclusiones

Cinéticamente la escalada se reduce a empujar y tirar, las piernas empujan y los brazos tiran. Nuestro trabajo aporta otros datos a esta sencilla definición.

A nivel biométrico y de composición corporal aconsejamos una alta relación envergadura-talla, un alto porcentaje de relación entre longitud de piernas y la talla, con un bajo porcentaje de grasa y una selección natural en función del porcentaje óseo.

A nivel muscular proponemos un entrenamiento de fuerza máxima y de fuerza resistencia, con una incidencia especial para los grupos musculares que se muestran funcionalmente más importantes: flexores de muñeca, extensores de la rodilla y flexores plantares. Un buen entrenamiento de fuerza a nivel de los miembros inferiores permite cargarlos del peso del cuerpo durante la escalada y libera los miembros superiores que se pueden entonces utilizar para buscar la mejor presa.

Fisiológicamente, nuestra experiencia muestra que el esfuerzo metabólico realizado por el escalador durante su actividad deportiva, se corresponde en un alto porcentaje con la zona de transición aeróbica-anaeróbica. Aconsejamos pues fijar el entrenamiento sobre este intervalo de trabajo, que será determinado por un test progresivo máximo en laboratorio.

Bibliografia

1. ASTRAND, P.; RODAHL, K.: Text book of Work Physiology. Mc Graw-Hill, New York, 1977.
2. BARRY, J.; MEAR, R.: Climbing school. Barron's, New York, 1988.
3. BOLLEN, S.R.; GUNSON, C.K.: Hand injuries in competition climbers. Br. J. Sp. Med., 24 (1): 16-18, 1990.
4. BROTONS, D.; GUTIÉRREZ, J.A.; MELLONI, M.; VIVES, J.: Valoració dinamomètrica específica en medicina de l'esport. Apunts, 27 (106): 225-264, 1990.
5. BUNC, V. et al.: Ventilatory treshold in various groups of highly trained athletes. Int. J. Sp. Med., 8: 275-280, 1987.
6. COLE, A.T.: Fingertip injuries in rock climbers. Br. J. Sp. Med., 24 (1): 14, 1990.
7. GARCÍA-ELÍAS, M.: El aparato extensor de los dedos. Anatomía y biomecánica. Rehab. Fis., 3 (10): 13-20, 1992.
8. GUTIÉRREZ, J.A.; WILDEBOER, P.: Antropometría de nadadores de élite. VI Congreso A.N.E.N., Vigo (Esp.), 1986.
9. GROSSER, HERMANN, TUSKER, ZINTL: El movimiento deportivo. Ed. Martínez Roca, Barcelona, 1991.
10. HARDY, L.; MARTINDALE, K.: Some physiological parameters in rock-climbing. Phys. Ed. Rev., Spring; 5 (1): 41-44, 1982.
11. HERMANSEN, L.: Facteurs limitants intervenant au cours de l'exercice maximal de durée brève. Conférence au Colloque International de Physiologie Médico-Sportive, Saint-Etienne.
12. ILG, S.: Weight training for rock climbers. Climbing, Aug. 91: 58-62, 1985.
13. JAMES, N.W.; ADAMS, G.M.; WILSON, A.F.: Determination of anaerobic threshold by ventilatory frequency. Int. J. Sp. Med., 10 (3): 192-196, 1989.
14. JANSSEN, P.: Training lactate pulse-rate. Ed. Polar Electro Oy, Oulu Finland, 1989.
15. LEAL, C.; RAÑE, A.; HERRERO, R.: L'escalada acrobàtica a Catalunya: aproximació mèdica a un nou esport. Apunts Jun; 28 (108): 80-107.
16. LOUGHMAN, M.: Learning to rock climb. Sierra Club, San Francisco, 1981.
17. MATHIS, S.C.: Finger contact force-time curves measured in a simulated rock climbing situation. Thesis (M.A.), University of Maryland, 1989.
18. ROSS, W.D.: Kineathropometric Techniques. School of Kinesiology, Fac. of Applied Sciences, Simon Fraser University, Barnaby B.C. Canadà, 1991.
19. ROUGIER, P.: Influence du niveau d'expertise lors d'une tâche d'escalade: approche biomécanique. Macolin, 9: 14-16, 1992.
20. VAN BAVEL, H.; JACOBS, E.; MELSKENS, F.; ROELOFS, J.M.: First Dutch climbing test. Dutch Climbing and Mountaneering Federation (NKBB), 1991.
21. VANUXEM, P.; VANUXEM, D.; FORNARIS, E.; DEFLOT, J.C.; COMMANDRE, F.: Detecció pràctica del llindar anaeròbic. Apunts, vol. 26, 1989.
22. VIVIANI, F.; CALDERAN, M.: The somatotype in a group of top free-climbers. Journal of Sports Medicine and Physical fitness Dec, 31 (4): 581-586, 1991.
23. VON KAENEL, J.; JOSEI, W.: La part de l'entraînement technique dans l'escalades. Macolin May, 5: 8-10, 1988.
24. VON SCHÜRCH, P.M.; HAAS, G.; DIERS, P.T.: Über die physische Beanspruchung beim Felsklettern Deutsche Zeitschrift für Sportmedizin Feb. 37 (2): 50-54, 1986.
25. WASSERMAN, K.: Determinants i detecció del llindar anaeròbic i conseqüències de la realització d'exercici per damunt del llindar anaeròbic. Conference Nov. D.G.E. Barcelona, 1989.

