

ESTUDIO DE LA FUERZA EN LA ESCALADA DEPORTIVA

STUDY OF FORCE IN SPORTS CLIMBING

RESUMEN

Las exigencias que presenta la escalada deportiva (tanto en roca como en paredes artificiales) son una fuente de inspiración para estudios orientados al rendimiento y/o "performance". El estudio de los parámetros de fuerza que más intervienen en la acción de la escalada se ha realizado por medio del análisis de la mecánica de ejecución, dividiéndola en acciones musculares de sostén, responsables de la fuerza de agarre o aprehensión y acciones musculares de ejecución, responsables de la fuerza de tracción o superación. Se han evaluado un total de ocho escaladores varones de nivel medio - alto cuyos grados de dificultad están comprendidos entre 6c y 7c en la graduación europea y que mantienen, con un mínimo de 4 años, una práctica semanal de 8 a 10 horas de entrenamiento. Los valores medios obtenidos en dinamometría manual son de 41,63 Kp para la mano derecha y de 42,88 Kp para la izquierda, valores que indican la necesidad de relativizar los datos en relación al peso corporal total y del peso libre de grasa con el fin de establecer una relación músculo-fuerza específica, siendo los valores medios de estos últimos de 0,66 Kp/Kg y 0,71 Kp/Kg respectivamente. De igual modo, es muy importante como parámetro de rendimiento, el análisis de la potencia de tracción del escalador, evaluada por medio de un test progresivo de tracción en barra de dominadas. Los valores medios de la potencia y velocidad máxima de tracción son de 584,45 vatios y de 0,81 m/s respectivamente, siendo este último valor (velocidad de desplazamiento) el más idóneo para el registro y comparación "intra e inter". Por el contrario, se observa que los datos de resistencia a la fuerza rápida no son tan significativos como parámetro de rendimiento, producto de los propios esfuerzos intercalados que se producen durante el desarrollo de la acción.

Palabras clave: Escalada deportiva. Fuerza. Performance.

SUMMARY

The demands presented by sports climbing (both in rock as well as artificial walls) are a source of inspiration for studies oriented towards performance and/or efficiency. The study of the force parameters that intervene the most in the climbing action has been done through the analysis of the mechanics of movement execution. For such purposes the climbing has been divided into support muscle actions (responsible for the grip force or apprehension), and execution muscle actions (responsible for traction or surpass). 8 male medium-high-level climbers have been assessed. Their degree of difficulty is between 6c and 7c in European grading system. They keep (minimum time period of 4 years) a weekly practice of 8-10 hours of training. The mean values obtained with manual dynamometry were 41,63 Kp for right hand and 42,88 Kp for the left one, values that indicate the need to make a relativization of the data according to body weight and fat-free weight in order to establish a specific muscle-force relationship, being the mean values for these 0,66 Kp/Kg and 0,71 Kp/Kg respectively. Likewise, the traction potency of the climber is very important as a performance indicator; it is assessed by means of a traction progressive test in bar traction. The mean values for potency and maximum traction velocity are 584,45 watts and 0,81 m/s respectively; this last value (displacement velocity) is the ideal for recording and "intra and inter" comparison. On the contrary, it is observed that data of resistance to fast force are not as significant as a performance parameter, product of the own interval efforts produced during the action development.

Key words: Sports climbing. Force. Performance.

Víctor M. Nuñez Álvarez
Marzo Edir Da Silva
Bernardo Viana
Jose Ramón Gómez Puerto
María Poblador
José Luis Lancho Alonso
Laboratorio de Ciencias Morfoclasificadas del Deporte. Servicio de Medicina Deportiva Facultad de Medicina. Universidad de Córdoba

CORRESPONDENCIA:

Víctor M. Nuñez Álvarez. C/ Julio Romero de Torres, 5. 14720. Almodóvar del Río. Córdoba (España)
E-mail: vmnunez@telefonica.net

Aceptado: 31-08-2004 / Original nº 491

INTRODUCCIÓN

La escalada deportiva, modalidad de montañismo derivada de la escalada en roca tiene, en opinión de Egocheaga, González, Montoliu y Valle¹, como objetivo la “búsqueda de la máxima dificultad expresada en el grado”. Es una actividad donde la superación de la cima pasa a un segundo plano y se centra en el vencimiento de las distintas dificultades que presenta el medio. Las vías realizadas (tanto en roca como paredes artificiales) son de corta longitud, las presas pequeñas y los recorridos desplomados y con techos. Estas características definen un tipo de atleta con una serie de parámetros técnico-tácticos, psicológicos, fisiológicos y sobre todo físicos.

Desde el punto de vista físico la actividad exige una serie de esfuerzos intermitentes, caracterizados por períodos de actividad intensa, en la que se producen esfuerzos de progresión, bloqueo o reequilibración² y periodos de recuperación relativa³, cuyo metabolismo anaeróbico juega un papel muy importante en el proceso de obtención de energía^{4,5}.

Este estudio se ha centrado en el análisis de la fuerza en la escalada deportiva, dividiéndola en acciones musculares de sostén, responsables de la fuerza de agarre o aprehensión y acciones musculares de ejecución, responsables de la fuerza de tracción o superación y, dentro de ésta, el estudio de la fuerza máxima y fuerza explosiva (potencia) como sujeto principal.

Algunos autores han estudiado la importancia de la fuerza de tracción en la escalada deportiva, siendo la fuerza máxima y la fuerza resistencia las cualidades más analizadas^{6,2}; pero pocos

son los artículos que se centran en la observación de la fuerza explosiva, bien por no ser considerada como parámetro de rendimiento, bien producto de la dificultad en el registro de la velocidad de desplazamiento.

Por tanto con el presente trabajo se trata de investigar y analizar los distintos y más importantes tipos de fuerza que intervienen o condicionan el rendimiento durante la acción de escalada; se centra fundamentalmente en distintos parámetros a tener en cuenta a la hora de evaluar la explosividad en la fase de tracción o superación.

MATERIAL Y MÉTODOS

El grupo evaluado está compuesto por 8 escaladores de sexo masculino, cuyos grados de dificultad están comprendidos entre 6c-7c en la graduación europea, que se corresponde a la escala 2.00 - 3.50, respectivamente, en la tabla de conversión citada por Watts, Martín, Durtschi⁷.

Los escaladores llevan un mínimo de 4 años dedicados a la práctica de la escalada deportiva y mantienen un entrenamiento de 8 a 10 h. semanales. En el momento de la evaluación estaban en el periodo de preparación general. La media de los datos antropométricos de la muestra están incluidos en la Tabla 1. El % de grasa corporal se obtuvo por la aplicación de la ecuación de Brozek y cols⁸. Estos valores se han obtenido con los instrumentos y técnicas acordados por la ISAK.

El registro y obtención de datos se ha hecho por el MuscleLab Bosco System® conectado a un ordenador portátil Pentium IV con sistema operativo Windows XP.

Los escaladores recibieron una información previa tanto de los test a evaluar como del método de ejecución de los mismos.

Se aplicaron los siguientes instrumentos de registro de información.

	media	D.S.
Edad	27,6	5,48
Estatura	176	4,66
Envergadura	182,38	7,01
Peso	63,9	6,19
IMC	20,62	1,88
% Grasa Corporal	6,8	3,73
Masa Libre de Grasa	59,4	5,16

TABLA 1.-
Descripción
de la muestra

1. Test progresivo de tracción en barra de dominadas, para la estimación de la repetición máxima, la máxima velocidad de ejecución y la fuerza explosiva (potencia). El test se realizó con una barra de dominadas, el escalador partió de una posición inicial, extremidades superiores en flexión y elevación sobre la vertical, las manos separadas a una distancia sin determinar en función de la comodidad del atleta (Figura 1). Se realizaron 4 series (tracciones) con un intervalo de 3' entre ellas. Se utilizó una carga progresiva desde el propio peso corporal, determinada en función de la velocidad de desplazamiento ejercida durante la tracción con el propio peso corporal.

2. Test 15" de tracciones sucesivas en barra de dominadas, para la valoración de la resistencia a la fuerza explosiva. El test se realizó sobre una barra de dominadas, con el sujeto partiendo de la posición inicial anteriormente descrita (Figura 1). Durante 15 segundos, el deportista realizó de forma continua tracciones en barra de dominadas.

3. Dinamometría manual, para la determinación de la fuerza isométrica máxima. Es el test más utilizado por la mayoría de los estudios para la evaluación de la fuerza de agarre de los músculos flexores de la mano^{2,9}. Como norma general los escaladores evaluados hicieron su última sesión de entrenamiento intensa 3 días antes de la realización de las pruebas. Tanto para el test progresivo como para el test de 15 s de tracciones, se les indicó el modo de ejecución que consistió en un desplazamiento vertical, partiendo de la posición inicial, a la máxima velocidad posible¹⁰, describiendo una trayectoria desde la propia posición de partida (extremidades superiores verticales) hasta la superación del mentón por encima de la barra de dominadas. Específicamente, para el test de 15s de tracciones se les indicó la prohibición de realizar una parada en la fase o posición de partida, con el objeto de evitar una posible recuperación a la fatiga.

Para la prueba de dinamometría manual el atleta se colocó en la posición de función (posición de Boîte). Se les indicó la máxima aprehensión.

RESULTADOS

Los valores medios obtenidos en la dinamometría manual son de 41,63 kp para la mano derecha y de 42,88 Kp para la izquierda (Tabla 2).

Los valores de fuerza isométrica del grupo representada por el valor de la dinamometría, expresada en función del peso corporal y del peso libre de grasa se pueden apreciar en la Figura 2; la media es de 0.66 kp/kg y 0.71 kp/kg respectivamente.

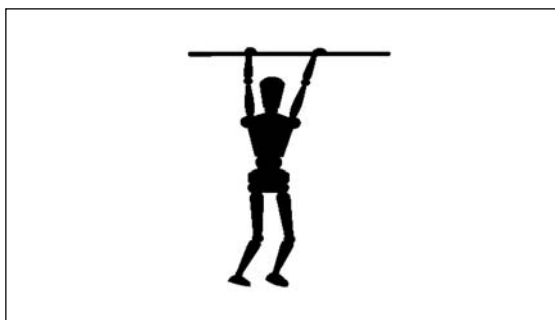


FIGURA 1.-
Posición inicial
Test 1 y 2

	Derecha	Izquierda
Mínimo	34	27
Máximo	58	60
Media	41,63	42,88
D.S.	7,46	11,81

TABLA 2.-
Valores absolutos
dinamometría
manual

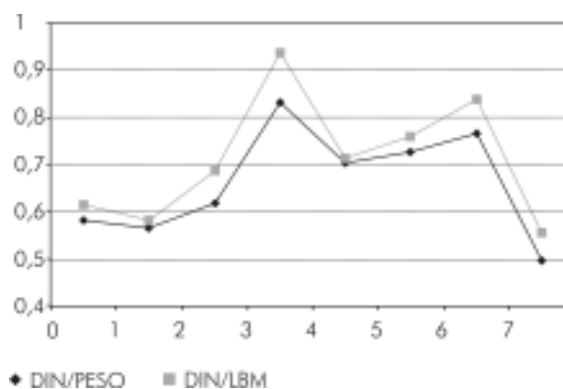


FIGURA 2.-
Valores relativos
dinamometría manual
en función del
peso corporal y la
masa libre de grasa

Los datos obtenidos para cada atleta en el test progresivo en dominadas, relacionados con la fuerza máxima, están expresados en la Tabla 3 en función de 1 RM y la carga (Q) externa utilizada. La media de Q externa fue de 30,91 Kg, siendo el valor mínimo, 16,93 Kg y el máximo, 50,7 Kg.

Los datos muestran que habitualmente estos atletas tienen un índice de resistencia a la fuerza rápida (IRFR) indicativo de mayores niveles de potencia que de resistencia (Tabla 4). Los datos de potencia máxima y potencia media de cada uno de los escaladores, se detallan tanto en la Figura 3 como en la Tabla 4.

La relación que se produce entre los valores de potencia máxima de tracción y la velocidad de

desplazamiento experimentada se ve en la Figura 4. Los valores de la potencia máxima no coinciden, excepto en un escalador, en el hecho que a un valor de potencia alto le corresponde un valor alto de velocidad, es decir, los valores no son directamente proporcionales.

Los datos de la Tabla 5 muestran que a través del test de 15s también se obtienen los valores de la velocidad de tracción máxima y la velocidad de tracción media, así como los valores de pérdida de la velocidad de tracción máxima expresados por el IRFR.

TABLA 3.-
Valores de la fuerza máxima expresados en 1 RM y carga externa utilizada

	1 RM	Q Externa
1	81,56	23,06
2	89,04	32,24
3	79,93	16,93
4	112,6	44
5	91,36	28,86
6	121,07	50,7
7	80,11	22,11
8	102,89	29,39
media	94,82	30,91

TABLA 4.-
Valores de potencia (máxima, media, IRFR)

	P. Máx(m/s)	P. Media(m/s)	IRFR (Pm/Pmáx)
1	733,5	541,25	0,74
2	476,5	326,15	0,68
3	533,2	490,57	0,92
4	580,7	484,65	0,83
5	566,6	445,32	0,79
6	734	616,69	0,84
7	351,7	320,57	0,91
8	699,4	586,17	0,84
media	584,45	476,42	0,82

TABLA 5.-
Resultados Test 15s de velocidad máxima, velocidad media e índice de resistencia

	V. Máx(m/s)	V. Media(m/s)	IRFR (Vm/Vmáx)
1	1,05	0,83	0,79
2	0,77	0,54	0,70
3	0,78	0,73	0,93
4	0,77	0,66	0,85
5	0,82	0,66	0,80
6	0,92	0,77	0,84
7	0,58	0,49	0,85
8	0,83	0,72	0,87
X	0,81	0,67	0,83

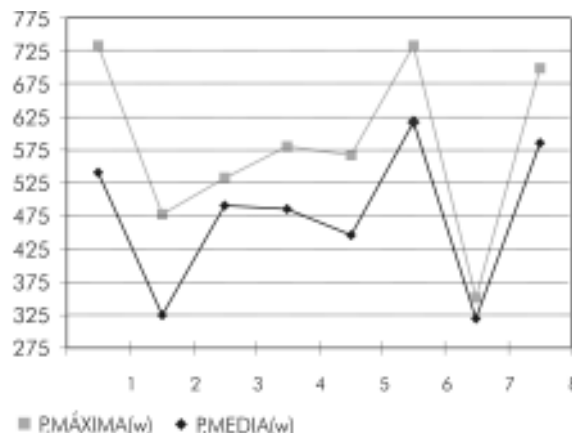


FIGURA 3.-
Resultados del test 15' de potencia máxima y potencia media

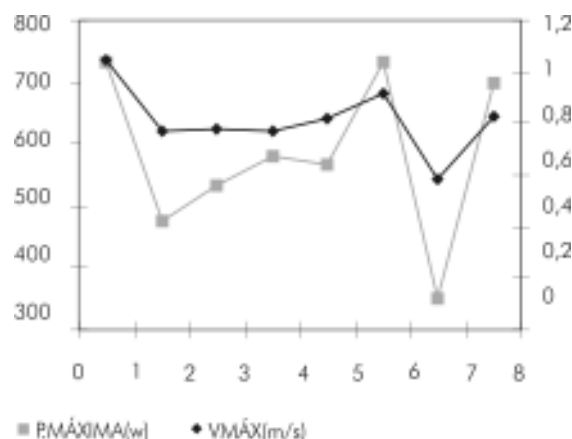


FIGURA 4.-
Datos de potencia máxima y velocidad máxima de tracción

DISCUSIÓN

Los valores absolutos de la fuerza máxima isométrica de la prueba de aprehensión con dinamómetro manual, parecen no reflejar de forma objetiva los niveles de fuerza de agarre, ya que ésta debería expresarse en valores relativos producto de la importancia que tiene el peso corporal en la escalada deportiva. Aunque los valores absolutos son similares a los que dan Lezeta² y Muro, *et al*⁹, se han mostrado también, los valores de fuerza máxima isométrica en relación al peso corporal total y al peso libre de grasa (LBM).

Se interpreta que es más interesante relativizar los datos obtenidos, con el peso corporal, ya que es la carga propia de la acción de la escalada. Además se obtiene un indicador de sobrepeso en relación a la fuerza realizada. De igual modo, cuando se expresan los resultados de forma relativa, en función de la masa libre de grasa, la información que se obtiene indica la importancia que tiene el peso graso dentro de esta modalidad deportiva, junto a la relación músculo- fuerza específica, de tal forma, que pueden existir sujetos con alto peso muscular y escasos niveles de fuerza de aprehensión o escaladores que tienen un óptimo peso magro y muy buenos resultados en fuerza de agarre, cuyas diferencias serían evidentes, dándose un déficit en la relación músculo- fuerza con carácter inespecífico hacia la escalada deportiva, sin que este dato apareciera en el valor absoluto de la fuerza.

Los atletas que poseen elevados pesos musculares y escasos niveles de fuerza, puede deberse a un desarrollo muscular predominantemente estructural y no funcional, que sería lo realmente indicado para esta modalidad deportiva, siguiendo la opinión de Tous¹¹.

Bertuzzi *et al*¹², realizaron un análisis antropométrico de los miembros superiores aplicando un índice brazo/antebrazo (IBA) a escaladores de medio y alto rendimiento deportivo y tuvieron valores de dicho índice estadísticamente significativos en aquellos atletas

de mejor rendimiento. Es decir, el IBA es mejor cuanto mayor es el rendimiento deportivo del escalador.

Estos datos junto a los resultados expuestos parecen indicar que, realmente no influye el peso muscular del escalador, sino la capacidad de la musculatura del antebrazo, sobre todo, de ejercer fuerza, y, además, con una orientación específica.

La importancia de la fuerza explosiva como parámetro de rendimiento en la escalada deportiva está en constante análisis. A la hora de analizar los parámetros relacionados con la fuerza explosiva, existen 2 posibles vías de estudio. Por un lado, el registro de la potencia de tracción y, por otro, la valoración de la velocidad de desplazamiento del escalador.

Los resultados obtenidos muestran que a través del registro de potencia se manifiestan una serie de errores a la hora de establecer una comparación entre las diferentes cargas con que se realizan las tracciones, relación intrasujeto, y las variaciones de peso que puede experimentar el mismo individuo entre las distintas medidas, relaciones intersujetos, como se observa en la Figura 4.

Es decir, los sujetos más pesados (> peso corporal), a igual velocidad de desplazamiento, tienen registros superiores de potencia. De igual forma, un escalador que experimente cambios en su peso corporal, a igual velocidad de desplazamiento, producirá modificaciones en el registro de potencia. Por tanto, lo adecuado es analizar la velocidad de desplazamiento como parámetro objetivo y fiable de rendimiento.

El análisis de la Figura 3 muestra una relación potencia/ resistencia potencia. Los datos obtenidos en los deportistas evaluados reflejan unos valores superiores de la primera frente a la segunda cualidad. Esto hace pensar que dentro de la escalada deportiva, ambas cualidades influyen de manera desigual en el rendimiento deportivo por los esfuerzos intervalados que se producen. Mientras que la potencia, como cualidad física en sí, es determinante en dicho rendimiento, la re-

sistencia a la potencia por el contrario no influye de manera específica, como consecuencia de la duración de los esfuerzos que se producen durante la acción de escalada¹³.

CONCLUSIONES

1. Es más objetivo que los datos obtenidos con el test de dinamometría manual se expresen de forma relativa en función del peso corporal y el peso libre de grasa.
2. Por las características y los esfuerzos que se producen durante la acción de escalar, la potencia, como cualidad física, ejerce un papel determinante dentro del rendimiento deportivo del escalador.

3. La resistencia a la potencia, como consecuencia de la capacidad de recuperación (incompleta) del atleta, ejerce un papel secundario en la *performance*.

4. La velocidad de desplazamiento, utilizada como parámetro de entrenamiento, es más fiable que el registro de potencia, ya que esta última sufre variaciones por la variación de la carga (peso sujeto).

AGRADECIMIENTOS

Agradecemos la colaboración desinteresada de los participantes de este estudio así como la inestimable ayuda de la bióloga Diana Vaamonde Martín.

B I B L I O G R A F I A

1. Egocheaga J, González V, Montoliu MA, Del Valle M. Valoración antropométrica en escaladores. *Rev Esp Med Ed Fis Dep* 1998;7:199-203.
2. Lezeta FJ, Evaluación de la fuerza en la escalada deportiva. Lecturas: Educación Física y Deporte. Revista Digital 2000. <http://www.efdeportes.com>
3. Salomón JC, Vigier C. *Practique de l'escalade*. Paris. Ed Vigor. 1989.
4. Egocheaga J, Gonzalez V, Montoliu MA, Del Valle M, Mendez B. Condición física en escaladores deportivos de élite. *Arch Med Deporte* 1999;71:221-6.
5. Egocheaga J, Montoliu MA, Gonzalez V, Rodríguez B, Del Valle M, Palenciano L, Metabolismo energético en la escalada deportiva sobre roca y rocódromo versus escalada sobre cascada de hielo. *Arch Med Deporte* 2001;81:33-40.
6. Zuziga FJ. La preparación física para montañismo, esquí, alpinismo y escalada. *Arch Med Deporte* 1993;39:245-51.
7. Watts PB, DT Martin S. Durtschi, Anthropometric profiles of elite male and female sport rock climbers. *J. Sports Sci* 1993;11:113-7.
8. Brozek J, Grande F, Anderson JT, Keys A. Densitometric analysis of body composition: reviso of some quantitative assumptions. *Ann New York Acad Sci* 1963;110:113-40.
9. Muro I, Vila R, Vives J, Gutierrez JA. Estudio médico-deportivo de la escalada deportiva. *Apunts* 1994;31:141-9.
10. Sahaly R, Vandewale H, Driss T, Monod H. Maximal voluntary force and rate of force development in humans - importance of instruction. *Eur J Appl Physiol* 2001;85:345-50.
11. Tous JF. *Nuevas tendencias en fuerza y musculación*. Barcelona: Ergo, 1999.
12. Bertuzzi RCM, Gagliardi JFL, Franchini E. Kiss MAPD. Características antropométricas e desempenho motor de escaladores esportivos brasileiros de elite e intermediários que praticam predominantemente a modalidade indoor. *Rev. Bras. Ciên. e Mov* 2001;9(1):07-12.
13. Rodríguez GV. Análisis del parámetro tiempo y cuantificación de acciones específicas en la escalda deportiva de competición. Lecturas: Educación Física y Deporte. *Revista Digital* 2003. <http://www.efdeportes.com>.