

ANÁLISIS Y CUANTIFICACIÓN DE LAS ACCIONES TÉCNICAS DE LA ESCALADA DEPORTIVA DE ALTO NIVEL EN COMPETICIÓN

De Benito, A. M. ¹; Sedano, S. ²; Redondo, J. C. ¹; Cuadrado, G. ¹

1. Facultad de Ciencias de la Actividad Física y del Deporte. Universidad de León.
2. Facultad de Ciencias de la Salud. Universidad Europea Miguel de Cervantes. Valladolid

RESUMEN

El objetivo de esta investigación fue analizar los movimientos de progresión que realizan los escaladores de alto nivel durante su ascenso en competición. La muestra del estudio está compuesta por 72 varones que participaron en las pruebas de Copa de España de Escalada de Dificultad de 2009 y 2010. Se registraron 7738 movimientos para su análisis. Se ha utilizado un método de observación previamente validado (De Benito et al., 2011), siendo las variables de estudio: acción, tipo de vía, inclinación de la vía, posición corporal, extremidad ejecutante, tiempo, zona temporal, número de movimientos, inicio de movimiento, fin de movimiento y movimiento. Los resultados muestran que los movimientos más utilizados en el ascenso de vías de competición son el bloqueo corto para la extremidad superior y el equilibrio corto para la extremidad inferior, siendo ambas acciones isométricas. Además, los niveles de respuesta que condicionan fundamentalmente la progresión del escalador son: la inclinación de la vía, la posición corporal, el tiempo de ejecución y el número total de movimientos. La información aquí presentada puede resultar de gran utilidad a la hora de planificar programas de entrenamiento más específicos que mejoren el rendimiento del escalador.

Palabras clave: escalada, metodología observacional, técnica, niveles de respuesta, rendimiento

ABSTRACT

The aim of this study was to analyze climbers' movements carried out in ascent during a competition. The sample studied is made up of 72 male climbers who participated in the Climbing Spanish Cup of 2009 and 2010 and executed 7.738 movements which were registered for analysis. This study was based on an observational method previously validated (De Benito et al., 2011) and the variables used were: action, type of route, lean of the route, corporal position, performer limb, time, temporal zone, number of movements, start of movement, end of movement and movement itself. The results of the study show that the highest-frequency movements of the sample are short block performed by the upper body and short balance carried out by the lower body. Furthermore, most determining variables in climbers' ascents are: lean of the route, corporal position, time of execution and number of movements. The information given might be useful to plan more personalized training programs in order to improve the climber's performance.

Key Words: climbing, qualitative observation, climbing skills, variables, performance

Correspondencia:

Ana María de Benito Trigueros.
Facultad de Ciencias de la Actividad Física y del Deporte. Universidad de León
Campus de Vegazana, s/n, 24071
ambient@unileon.es

Fecha de recepción: 27/02/2012

Fecha de aceptación: 10/05/2012

INTRODUCCIÓN

La escalada deportiva se define como aquella sub-modalidad de la escalada libre cuyo fin es superar un determinado obstáculo escarpado lo más difícil posible. La lógica que la mueve es la de ir superando progresivamente nuestro propio nivel de dominio o control de progresión sobre la pared, para ir escalando poco a poco otros obstáculos de mayor dificultad (Moscoso, 2003).

Por tanto, este deporte busca la máxima dificultad de movimientos (Egocheaga et al., 1998), dificultad que vendrá determinada por la combinación de diversos factores como son: la fuerza y resistencia requeridas para completar la ruta, la inclinación de la pared, el tamaño y la forma de los agarres, la distancia entre ellos, los puntos de reposo, el peligro asociado al ascenso, la dificultad para asegurarse y/o el número total de movimientos necesarios para alcanzar el final de la vía (Winter, 2000; Sheel, 2004; Giles, Rhodes y Taunton, 2006; España-Romero et al., 2009).

El hecho de que los aspectos relacionados con la fuerza y con la técnica sean esenciales en el rendimiento de la escalada es algo ampliamente contemplado en la literatura científica (Hoffmann, 1993; Olaso et al., 2002; Watts et al., 2003; Cuadrado et al., 2007; De Benito, 2011). Existen abundantes estudios que centran su atención en evaluar la fuerza muscular del escalador, a través de sus diferentes manifestaciones: fuerza máxima (absoluta y relativa), fuerza resistencia, fuerza de prensión manual... Sin embargo son escasos los trabajos relacionados con el componente técnico de esta modalidad deportiva. Fleming y Hörst (2010) afirman al respecto que las investigaciones sobre procedimientos cognitivo-motrices han sido aplicadas sobre deportes como la natación, el fútbol u otros, sin embargo, la investigación en el campo de la escalada ha sido escasa.

Debido a que normalmente se ha dado mayor importancia a la contribución de la extremidad superior en la progresión y el ascenso de las vías, apenas existen estudios que contemplen las acciones que ejecuta el escalador considerando las dos extremidades del cuerpo —brazos y piernas— (De Benito, 2011). Ejemplificando lo anterior, Nougier, Orliaguet y Martin (1993) investigan las modificaciones producidas en el movimiento de las manos de los escaladores, en función de la posición inicial (fácil vs. difícil), del tipo de agarre (simple vs. complejo) y de la secuencia de movimientos (movimientos sólo de la mano derecha vs. movimientos de la mano derecha seguidos o precedidos de movimientos realizados por la mano izquierda del escalador). En esta línea, los trabajos de Macià (2002) y Couceiro (2010), coinciden en afirmar que, en la escalada, únicamente se consideran «movimientos» aquellos realizados por las manos cuando el escalador tracciona o se suspende de una presa.

La información que presenta este estudio, en cuanto al movimiento generado por el escalador —teniendo en cuenta ambas extremidades— y en cuanto a los diversos

factores que influyen en él, podrá ser utilizada posteriormente para elaborar programas de entrenamiento específicos, adaptados a cada vía y a cada escalador en función de su modo de escalar (dinámica o estática), puesto que se podrán desglosar todos y cada uno de los movimientos necesarios para la ejecución de las mismas.

El objetivo de esta investigación fue analizar y cuantificar los movimientos técnicos que se producen en la escalada deportiva de dificultad durante la competición masculina de alto nivel.

MÉTODO

El trabajo aquí presentado se trata de un estudio descriptivo que intenta aportar una categorización de los movimientos ejecutados por los escaladores de alto nivel en competición. El método de observación aplicado en esta investigación fue elaborado y validado en un estudio previo (De Benito et al., 2011) y se encuentra inserto dentro de la Metodología Observacional.

Participantes

La muestra está compuesta por 72 varones (60 sujetos llevando a cabo el ascenso de vías clasificatorias —con un nivel de dificultad estimado de 8A/8A+— y 12 sujetos ascendiendo las vías finales —con un nivel de dificultad estimado de 8A+/8B), seleccionados de forma aleatoria de entre los 241 escaladores participantes en las pruebas de Copa de España de Escalada de Dificultad de 2009 y 2010.

La tabla 1 presenta las características de los sujetos que componen la muestra de estudio.

TABLA 1
Características de los sujetos que componen la muestra

	N	Mín.	Máx.	Media	SD
Talla (cm)	72	158	189	173.5	6.3
Envergadura (cm)	72	158	208	176.9	10.6
Nivel técnico «a vista»	72	7B	8C	7C+/8A	
Nivel técnico «trabajado»	72	7C	9A+	8A/8A+	

SD: Desviación estándar

Instrumentos

Los ascensos fueron filmados conforme al protocolo establecido por De Benito y col. (2011). Posteriormente, las sesiones de observación fueron visionadas por cinco observadores externos cumpliendo los requisitos establecidos por Anguera (1990).

Se grabaron en vídeo un total de 13960 acciones, sin embargo no todas ellas forman parte de la muestra final. Se decidió que únicamente las acciones completas se-

rían consideradas parte del estudio. Por ese motivo, la muestra del mismo resultó acotada en 7738 movimientos, descritos claramente por su inicio y su final. La grabación de los videos fue realizada a través de una videocámara digital SONY®, Handycam® DCR-SR37E.

Para su mejor comprensión, ambos conceptos se definen de la siguiente manera:

- «Acción»: todo movimiento global que suponga un desplazamiento del centro de gravedad del escalador o aquél que contemple el cambio de posición de cualquiera de las extremidades del mismo.
- «Movimiento»: toda acción en la que el segmento ejecutante (sea pie o mano) no abandona la presa o el lugar de impulso a partir del cual el escalador realiza su progresión. Conlleva, por tanto, algún tipo de contracción muscular efectiva.

Procedimiento

A continuación, se describen los niveles de respuesta utilizados en el estudio, así como los códigos y las categorías que los definen:

1. Acción (ACC): expresa de manera ordinal el número de acciones que ejecuta el escalador en el ascenso, aportando información sobre la secuencia de sus movimientos. Cada acción viene definida por la posición de los cuatro segmentos corporales (manos y pies) del escalador. Existen tantas categorías como acciones realizadas por los escaladores.
2. Tipo de vía (VIA): establece en qué tipo de vía se realiza la acción observada. Existen dos posibles categorías: vía clasificatoria (C) y vía final (F).
3. Inclinación de la vía (INC): refleja la inclinación, respecto a la horizontal, de la parte del rocódromo en donde contacta el escalador para ejecutar el movimiento. Existen tres posibles categorías: vertical (V9) —próxima a los 90° de inclinación, desplome (V4) —próxima a 45° de inclinación— y techo (V0) —próxima a 180° de inclinación—.
4. Posición corporal (PC): establece la posición del tronco del escalador durante el ascenso de la vía respecto a la horizontal. Existen tres posibles categorías: vertical (PC9) —próxima a los 90°—, inclinada (PC4) —próxima a los 45°— o tumbada (PC0) —próxima a los 0°—.
5. Extremidad (E): expresa la parte del cuerpo con que se está ejecutando la acción registrada. Existen dos categorías: extremidad superior (ES) y extremidad inferior (EI).
6. Tiempo (TMP): revela el tiempo total que el escalador ha empleado en su ascenso. Existen tantas categorías como registros observados. Para realizar el posterior análisis, las categorías de este nivel de respuesta se han agru-

- pado en conjuntos de minuto, estableciéndose así un subnivel de respuesta «tiempo agrupado», con cuatro subcategorías: tiempo agrupado uno (TAG1) —duración menor de dos minutos—, tiempo agrupado dos (TAG2) —duración comprendida entre dos y tres minutos—, tiempo agrupado tres (TAG3) —duración comprendida entre tres y cuatro minutos— y tiempo agrupado cuatro (TAG4) —duración mayor de cuatro minutos—.
7. Zona temporal (ZT): establece la zona temporal en que se ejecutan las acciones. Existen seis categorías: zona temporal cero (ZT0) —acciones realizadas dentro del primer minuto—, zona temporal uno (ZT1) —acciones realizadas entre el primer y el segundo minuto—, zona temporal dos (ZT2) —acciones realizadas entre el segundo y el tercer minuto—, zona temporal tres (ZT3) —acciones realizadas entre el tercer y el cuarto minuto—, zona temporal cuatro (ZT4) —acciones realizadas entre el cuarto y el quinto minuto— y zona temporal cinco (ZT5) —acciones realizadas del quinto minuto en adelante—.
 8. Número de movimientos (NMOV): muestra el número total de movimientos realizado por el escalador en su ascenso, ahora bien, considerando como tales, las acciones musculares de cada una de las cuatro extremidades del sujeto, independientemente de que describan desplazamiento o no. Para realizar el posterior análisis, las categorías de este nivel de respuesta se han agrupado en subconjuntos, de 100 en 100 movimientos, estableciéndose así un subnivel de respuesta «movimiento agrupado», con cuatro subcategorías: movimiento agrupado uno (MOVA1) —hasta 100 movimientos—, movimiento agrupado dos (MOVA2) —desde 101 hasta 200 movimientos—, movimiento agrupado tres (MOVA3) —desde 201 hasta 300 movimientos— y movimiento agrupado cuatro (MOVA4) —desde 301 hasta 400 movimientos.
 9. Inicio de movimiento (INI): contempla la posición origen de la extremidad que va a realizar el movimiento, respecto a la colocación del tronco. Existen 16 categorías: 1D, 2D, 3D, 4D, 5D, 6D, 7D, 8D, 1I, 2I, 3I, 4I, 5I, 6I, 7I, 8I.
 10. Fin de movimiento (FIN): registra la posición final de la extremidad que ha realizado el movimiento, respecto a la colocación del tronco. Existen 16 categorías: 1D, 2D, 3D, 4D, 5D, 6D, 7D, 8D, 1I, 2I, 3I, 4I, 5I, 6I, 7I, 8I.
 11. Movimiento (MOV): expresa la acción en la que el segmento ejecutante (sea pie o mano) no abandona la presa o el lugar de impulso a partir del cual el escalador realiza su progresión y que conlleva, por tanto, algún tipo de contracción muscular efectiva. Existen ocho categorías: tracción (TR), bloqueo (B), empuje (E), destrepe (D), progresión (P), equilibrio (EQ), talonamiento (T) y destrepe inferior (Di).

Los niveles de respuesta «inicio de movimiento» y «fin de movimiento» vienen definidos a través de un sistema de 16 cuadrantes, con referencias anatómicas, que dividen al cuerpo en hemisferio derecho e izquierdo, parte superior e inferior y cuadrantes proximales y distales respecto al eje longitudinal medial del cuerpo (De Benito et al., 2011). La figura 1 muestra el esquema descrito para su mejor comprensión.

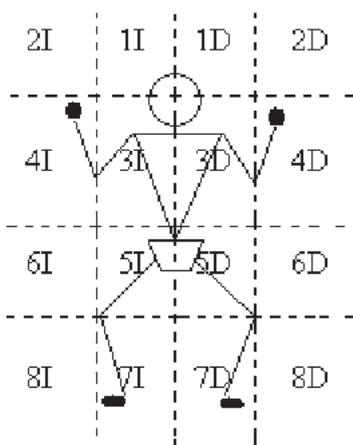


FIGURA 1: Sistema de cuadrantes utilizado para el análisis de los movimientos (De Benito et al., 2011)

El nivel de respuesta MOV surge de la combinación de los niveles de respuesta INI y FIN. Se subdivide en ocho subniveles de respuesta: TR, B, E y D referentes a la extremidad superior y P, EQ, T y Di relativos a la extremidad inferior. A su vez, cada subnivel de respuesta, obtiene cuatro subcategorías: corto (C), corto cruzado (CX), largo (L) y largo cruzado (LX), establecidas en función de la posición de inicio del segmento ejecutante y la trayectoria realizada (De Benito et al., 2011).

Por otro lado, en esta modalidad deportiva, el nivel técnico de un escalador viene definido, a grosso modo, por la dificultad de la vía que ha sido capaz de escalar de inicio a fin, sin que haya intentos fraccionados de por medio, e independientemente de que dicho éxito se haya alcanzado en una competición o no (Hoffmann, 1993; Hörst, 2007). Se suelen distinguir dos variantes: «nivel a vista» y «nivel trabajado», haciendo así distinción entre aquél que ha completado la vía sin información previa o bien, tras una serie de intentos más o menos larga (FEDME, 2010).

Análisis de datos

Los datos se volcaron en una planilla de observación creada ad hoc para el estudio. Los observadores fueron seleccionados tras un periodo de entrenamiento y de

control de calidad del dato, con el fin de asegurar la corrección de los datos registrados y evitar los posibles sesgos (Anguera et al., 1999).

El análisis de los datos se llevó a cabo a través del programa informático SPSS Statistics 19.0 para Windows®, con el que se calcularon el coeficiente kappa de Cohen para verificar la calidad del dato y los estadísticos descriptivos: frecuencias y porcentajes.

La fiabilidad de los datos recogidos fue evaluada a través del análisis de concordancia interobservador e intraobservador, utilizando el coeficiente kappa de Cohen para cada uno de los niveles de respuesta registrados. Hay que mencionar el hecho de que no todos los niveles de respuesta se tuvieron en cuenta en este proceso, siendo evaluados sólo aquellos que podían llevar a confusión o que podían mostrar cierta subjetividad.

Para evaluar la concordancia interobservador se compararon los datos obtenidos de cada uno de los observadores con el modelo de referencia del observador principal, el cual realizó el visionado del mismo ascenso por duplicado obteniendo una fiabilidad del 99%, por lo que se toman sus registros como modelo comparativo para el resto de observadores.

Para obtener el nivel de concordancia intraobservador se compararon los datos registrados por los observadores en dos visionados de la misma prueba con diez días de descanso entre ambos análisis (Medina y Delgado, 1999).

En la tabla 2 se presentan los resultados respecto a la fiabilidad interobservador e intraobservador respectivamente, así como también el valor promedio de cada observador. Los resultados obtenidos superan el mínimo establecido por Cohen (1960) de 0.610 siendo 0.904 el valor medio de fiabilidad del estudio.

TABLA 2
Valores de los índices de kappa de Cohen en los diferentes niveles de respuesta

	Interobservador Modelo & Obs (1-5)	Intraobservador Obs1¹ & Obs1²
Acción	1.000	1.000
Inclinación de vía	0.917	0.964
Extremidad	1.000	1.000
Tiempo	0.892	0.900
Inicio de movimiento	0.849	0.794
Fin de movimiento	0.795	0.736
Total	0.909	0.899
	0.904	

Obs.: Observador; Obs1¹: primera observación; Obs1²: segunda observación.

RESULTADOS

La tabla 3 muestra la distribución de los movimientos analizados en función de la competición y nivel de respuesta «tipo de vía».

TABLA 3
Distribución de los movimientos en función del tipo de vía

	Movimientos en Clasificatorias	Movimientos en Finales	Total
Copa'09	2794	894	3688
Copa'10	3032	1018	4050
Total	5826	1912	7738

La tabla 4 refleja la distribución de los datos en función del nivel de respuesta «inclinación de la vía». Como se puede advertir, el mayor porcentaje (63.97%) pertenece a los movimientos realizados en V4, mientras que los ejecutados en V0 y V9, suponen el 19.41% y el 16.62% de los movimientos, respectivamente.

TABLA 4
Distribución de los movimientos en función de la inclinación de la vía

	Inclinación de la vía	
	Frecuencia	Porcentaje
V0	1502	19.4 %
V4	4950	63.9 %
V9	1286	16.6 %
Total	7738	100.0 %

V0: techo; V4: desplome; V9: vertical.

En la tabla 5 aparecen los resultados respecto al nivel de respuesta «posición corporal». Los datos revelan que el 72.2% de los movimientos analizados se realizaron en PC4, mientras que el 18.0% se ejecutaron en PC0 y el 9.8% restante, en posición PC9.

TABLA 5
Distribución de los movimientos en función de la posición corporal

	Posición corporal	
	Frecuencia	Porcentaje
PC0	1396	18.0 %
PC4	5586	72.2 %
PC9	756	9.8 %
Total	7738	100.0 %

PC0: tumbado; PC4: inclinado; PC9: vertical.

La tabla 6 establece los resultados obtenidos respecto al nivel de respuesta «extremidad». Los miembros de la extremidad superior ejecutaron el 62.69% de los movimientos, mientras que el 37.31% fueron efectuados por la extremidad inferior.

TABLA 6
Distribución de los movimientos en función de la extremidad

	Extremidad	
	Frecuencia	Porcentaje
Extremidad superior	4851	62.69 %
Extremidad inferior	2887	37.31 %
Total	7738	100.0 %

Puesto que estos resultados podrían estar condicionados por la inclinación de las vías que componen la muestra y por la posición corporal que adopta el sujeto en su ascenso, las tablas 7 y 8 exponen los resultados obtenidos respecto a la asociación entre dichos niveles de respuesta: «extremidad - inclinación de la vía» y «extremidad - posición corporal».

TABLA 7
Distribución de los movimientos según la extremidad y la inclinación de la vía

	Extremidad superior		Extremidad inferior		Total
	N	%	N	%	
V0	1032	68.71%	470	31.29%	1502
V4	3024	61.09%	1926	38.91%	4950
V9	795	61.82%	491	38.18%	1286

V0: techo; V4: desplome; V9: vertical.

TABLA 8
Distribución de los movimientos según la extremidad y la posición corporal

	Extremidad superior		Extremidad inferior		Total
	N	%	N	%	
PC0	884	63.32%	512	36.68%	1396
PC4	3533	63.25%	2053	36.75%	5586
PC9	434	57.41%	322	42.59%	756

PC0: tumbado; PC4: inclinado; PC9: vertical.

La tabla 7 muestra un ligero aumento de la participación del miembro superior en las acciones ejecutadas en zonas de techo (V0), siendo ésta de un 68.71%, mientras que en los desplomes (V4) y paredes verticales (V9), la participación se mantiene en valores cercanos al 61%.

Realizando el análisis de la tabla 8 se puede extraer lo siguiente: cuando el cuerpo adopta posiciones inclinadas (PC4) y tumbadas (PC0), la distribución de las acciones es prácticamente idéntica. Sin embargo, cuando el cuerpo se posiciona cercano a la vertical (PC9), el porcentaje de acciones efectuadas por el miembro superior desciende.

En la tabla 9 se recogen los datos analizados en función del subnivel de respuesta «tiempo agrupado». Se obtienen porcentajes similares entre los grupos TAG1 y TAG2 con 12.20% y 15.39% respectivamente, mientras que los grupos TAG3 y TAG4 muestran porcentajes más elevados: 33.92% y 38.49%, respectivamente.

TABLA 9
Distribución de los movimientos en función del tiempo agrupado

	Tiempo agrupado	
	Frecuencia	Porcentaje
TAG1 (<2')	944	12.20 %
TAG2 (2-3')	1191	15.39 %
TAG3 (3-4')	2625	33.92 %
TAG4 (>4')	2978	38.49 %
Total	7738	100.0 %

TAG1: tiempo agrupado 1; TAG2: tiempo agrupado 2; TAG3: tiempo agrupado 3; TAG4: tiempo agrupado 4.

En la tabla 10 se ofrecen los resultados obtenidos respecto al nivel de respuesta «zona tiempo». Los datos muestran la existencia de una relación inversa entre el tiempo transcurrido y el número de acciones registradas. El mayor número de movimientos observados se producen en el primer minuto de duración, con un porcentaje de 36.61%, hasta llegar al rango más bajo que muestra sólo un 0.34% y que corresponde a aquellos movimientos que se ejecutaron sobrepasados los 5 minutos.

TABLA 10
Distribución de los movimientos en función de la zona tiempo

	Zona tiempo	
	Frecuencia	Porcentaje
ZT0 (<1')	2833	36.61 %
ZT1 (1-2')	2161	27.93 %
ZT2 (2-3')	1376	17.78 %
ZT3 (3-4')	900	11.63 %
ZT4 (4-5')	442	5.71 %
ZT5 (>5')	26	0.34 %
Total	7738	100.0 %

ZT0: zona tiempo 0; ZT1: zona tiempo 1; ZT2: zona tiempo 2; ZT3: zona tiempo 3; ZT4: zona tiempo 4; ZT5: zona tiempo 5.

La tabla 11 recoge los resultados analizados en función del subnivel de respuesta «movimiento agrupado». Se obtienen porcentajes muy similares en los grupos MOVA2 y MOVA3 con 39.80% y 38.10% respectivamente, mientras que las agrupaciones MOVA1 y MOVA4 obtuvieron valores mucho menores, de 2.47% y 19.63% respectivamente. Los datos ponen de manifiesto el hecho de que la mayoría de los ascensos analizados implican la ejecución de más de 200 movimientos por sujeto y vía.

TABLA 11
Distribución de los movimientos en función del movimiento agrupado

Movimiento agrupado		
	Frecuencia	Porcentaje
MOVA1 (<100movs.)	191	2.47 %
MOVA2 (101-200movs.)	3080	39.80 %
MOVA3 (201-300movs.)	2948	38.10 %
MOVA4 (301-400movs.)	1519	19.63 %
Total	7738	100.0 %

MOVA1: movimiento agrupado 1; MOVA2: movimiento agrupado 2; MOVA3: movimiento agrupado 3; MOVA4: movimiento agrupado 4.

Las tablas 12 y 13 ofrecen la distribución de los movimientos registrados de la extremidad superior e inferior, respectivamente, conforme a sus subniveles de respuesta: «tracción» (TR), «bloqueo» (B), «empuje» (E), «destrepe» (D), «progresión» (P), «equilibrio» (EQ), «talonamiento» (T) y «destrepe inferior» (Di). En la extremidad superior, el mayor porcentaje de las acciones registradas corresponde al subnivel B con un 50.86%. Por su parte, en la extremidad inferior, el mayor porcentaje de las acciones registradas corresponde al subnivel EQ con un 58.26%.

TABLA 12
Distribución de los subniveles de respuesta de la extremidad superior

Extremidad Superior			
TR	B	E	D
35.31 %	50.86%	11.87%	1.96%

TR: Tracción; B: Bloqueo; E: Empuje; D: Destrepe.

TABLA 13
Distribución de los subniveles de respuesta de la extremidad inferior

Extremidad Inferior			
P	EQ	T	Di
34.92 %	58.26%	5.16%	1.66%

P: Progresión; EQ: Equilibrio; T: Talonamiento; Di: Destrepe inferior.

Puesto que los resultados encontrados podrían estar condicionados de nuevo por la posición corporal que adopta el sujeto en su ascenso, las tablas 14 y 15 ofrecen los resultados obtenidos respecto a la asociación entre los subniveles de respuesta de la extremidad superior e inferior y la «posición corporal».

TABLA 14
Asociación subniveles de respuesta - extremidad superior y posición corporal

	Extremidad Superior			
	TR	B	E	D
PC0	26.7%	58.03%	12.56%	2.71%
PC4	37.5%	49.28%	11.80%	1.42%
PC9	35.02%	49.08%	11.06%	4.84%

PC0: tumbado; PC4: inclinado; PC9: vertical; TR: Tracción; B: Bloqueo; E: Empuje; D: Destrepe.

TABLA 15
Asociación subniveles de respuesta - extremidad inferior y posición corporal

	Extremidad Inferior			
	P	EQ	T	Di
PC0	23.24%	66.80%	8.20%	1.76%
PC4	40.04%	54.21%	4.14%	1.61%
PC9	20.81%	70.50%	6.83%	1.86%

PC0: tumbado; PC4: inclinado; PC9: vertical; P: Progresión; EQ: Equilibrio; T: Talonamiento; Di: Destrepe inferior.

Respecto a la extremidad superior (tabla 14), los subniveles de respuesta E y D obtienen porcentajes similares entre ellos para las tres posiciones corporales, mientras que TR y B presentan porcentajes con mayor disparidad.

Los resultados de la extremidad inferior (tabla 15) muestran que los subniveles P y EQ obtienen una gran dispersión de valores, mientras que T y Di ofrecen porcentajes similares en todas las posiciones corporales.

Las tablas 16 y 17 muestran los resultados obtenidos en función de las subcategorías de la extremidad superior e inferior, respectivamente.

Se hace patente el hecho de que las acciones cortas, TRC, BC, ECX, DC realizadas por la extremidad superior y PC, EQC y DiC realizadas por la extremidad inferior, suponen los mayores porcentajes de la muestra, con valores comprendidos entre los 45.83% y 80.08%.

TABLA 16
Distribución de las subcategorías de la extremidad superior

Extremidad Superior				
	C	CX	L	LX
TR	53.6%	8.2%	10.7%	27.5%
B	76.9%	2.4%	20.6%	0.0%
E	16.3%	79.5%	3.1%	1.0%
D	53.7%	14.7%	21.0%	10.5%

TR: Tracción; B: Bloqueo; E: Empuje; D: Destrepe;
C: Corto; CX: Corto cruzado; L: Largo; LX: Largo cruzado.

TABLA 17
Distribución de las subcategorías de la extremidad inferior

Extremidad Inferior				
	C	CX	L	LX
P	59.6%	18.6%	11.1%	10.6%
EQ	80.1%	4.2%	15.6%	0.0%
T	14.8%	8.0%	24.8%	52.3%
Di	45.8%	12.5%	29.2%	12.5%

P: Progresión; EQ: Equilibrio; T: Talonamiento; Di: Destrepe inferior; C: Corto; CX: Corto cruzado; L: Largo; LX: Largo cruzado.

DISCUSIÓN

Al revisar la tabla 2, lo primero que se observa es que los escaladores que componen la muestra no obedecen a un patrón antropométrico tipo, pues existe una gran dispersión de datos en referencia a los valores de talla y envergadura, siendo los valores medios de 173.5 cm y de 176.9 cm. respectivamente

En relación al nivel técnico de los escaladores, se obtuvieron valores medios de 7C⁺/8A y 8A/8A⁺ para las categorías de nivel a vista y nivel trabajado respectivamente. Es importante destacar que ambos grados refieren a un nivel técnico elevado dentro de esta modalidad deportiva, algo lógico por encontrarnos en la máxima competición nacional, y que presumen la capacidad de los escaladores para ascender paredes en desplome, incluso techos, con presas relativamente pequeñas, por lo que los niveles de fuerza requeridos son bastante elevados

Los resultados obtenidos en cuanto al grado de inclinación de las vías analizadas están en la línea de lo mostrado por Couceiro (2010) quien registra una inclinación media de $112.6 \pm 3.65^\circ$ de inclinación respecto a la horizontal, en el estudio realizado de vías de escalada de dificultad en competición. Cabe destacar que, cuanto

mayor es el grado de inclinación de la vía a ascender, mayor es también la fuerza que los escaladores tienen que ejercer con sus miembros superiores para contrarrestar la acción de la gravedad sobre sus cuerpos (Aguado, 1993; Hoffmann, 1993; Watts y Drobish, 1998; Peleteiro y García-López, 2003; Poblador, Gómez y Ruíz-Alejos, 2004; Hörst, 2007).

Los resultados obtenidos respecto a la posición corporal del sujeto, ponen de manifiesto el hecho de que el 90.20% de las acciones registradas se ejecutan con el cuerpo inclinado o tumbado, ocasionando la necesidad para el escalador de tener una buena tonificación de los músculos flexores del tronco, puesto que dicha posición obliga a estos músculos a realizar una contracción isométrica mantenida en el tiempo, para evitar que el cuerpo se separe de la pared y que por consiguiente la fuerza desarrollada por los miembros superiores haya de ser mayor para contrarrestar la acción de la gravedad (Aguado, 1993; Hoffmann, 1993; Peleteiro y García-López, 2003; Hörst, 2007).

En cuanto a la utilización de las extremidades superior e inferior en las acciones, Hoffmann (1993) hace la siguiente afirmación «resulta evidente que una buena técnica de pies es un requisito indispensable para ahorrar fuerzas en la escalada», sin embargo, los resultados obtenidos en el estudio se oponen a dicho enunciado en cuanto a que existen porcentajes de acción muy dispares entre unos y otros.

La supremacía de los miembros superiores frente a los inferiores es una situación ampliamente contemplada en el mundo de la escalada, (Albesa y Lloveras, 1999; Vicente-Rodríguez, 2003; Poblador, Gómez y Ruíz-Alejos, 2004; Núñez et al., 2005). Ahora bien, dicha situación suele venir acompañada de la idea de la necesaria implicación de las extremidades inferiores en el ascenso de las vías, si queremos que éste se produzca de la forma más eficiente posible (Hoffmann, 1993; Albesa y Lloveras, 1999; Hörst, 2007; Bergua, 2009).

Los resultados obtenidos de la asociación de los niveles de respuesta «extremidad» e «inclinación de la vía» descartan que exista una influencia determinante entre ambas variables, ya que sea cual sea el gradiente, el porcentaje de actuación de la extremidad superior es más elevado que el de la extremidad inferior, algo constatado por autores como Poblador, Gómez y Ruíz-Alejos (2004).

Los resultados derivados de la asociación de los niveles de respuesta «extremidad» y «posición corporal» establecen que cuanto mayor es la inclinación adoptada por el cuerpo a lo largo del ascenso de las vías, mayor es la participación de las extremidades superiores, en comparación con la aportación de los miembros inferiores del cuerpo (Poblador, Gómez y Ruíz-Alejos, 2004) y, por tanto, mayor será el desgaste asociado a la fatiga de la extremidad superior. Es por ello que, cuando la superficie del rocódromo lo permite, nos encontramos con que la posición corporal

de los escaladores es prácticamente vertical, a pesar de encontrarse en un techo. De esta manera, intentan igualar la aportación muscular de ambas extremidades del cuerpo, consiguiendo así ahorrar energía de los miembros superiores.

Al revisar los resultados en relación al nivel de respuesta «tiempo agrupado», se extrae que la mayor parte de los ascensos analizados poseen una duración superior a los tres minutos. Los tiempos registrados en este estudio son similares a los obtenidos por Billat y col. (1995) quienes indican que las duraciones en competición de escalada pueden variar entre los 180 y los 300 segundos. Watts (2004) en la revisión realizada, describe la duración media de una vía entre 120 y 420 segundos. De Geus, Villanueva y Meeusen (2006) recogen duraciones de 189 ± 25 segundos en ascenso de paredes desplomadas y de 195 ± 47 segundos en paredes verticales. Y por último, Couceiro (2010) muestra un tiempo de ejecución medio de 160 ± 84.34 segundos para las vías de competición analizadas.

Sin embargo, nuestros resultados son superiores a los mostrados por Watts y col. (2000) quienes recogen una duración media de 157 ± 0.41 segundos en la realización de una vía de dificultad estimada en $7b^+$; y a los resultados de Sheel y col. (2003) con duraciones medias que varían entre los 90 y los 210 segundos. Por otro lado, son inferiores a los mostrados por Egocheaga y col. (2001) y Vicente-Rodríguez (2003) quienes contemplan duraciones medias de pruebas competitivas comprendidas entre cinco y siete minutos y 318 ± 45.8 segundos, respectivamente.

Los resultados respecto al subnivel de respuesta «movimiento agrupado» difieren en gran medida con lo expuesto por Macià (2002), quien sostiene que una vía (cuya duración se encuentre en torno a tres o cuatro minutos), se relaciona con un ratio de 25 a 100 movimientos y también con los datos obtenidos por Couceiro (2010) quien muestra un número de movimientos de 27 ± 13.33 en su estudio de vías de competición. Esta gran diferencia podría explicarse teniendo en cuenta que el estudio que aquí nos ocupa tiene en cuenta las acciones realizadas por las cuatro extremidades y no sólo por las manos, como contemplan estos autores.

Los resultados obtenidos referentes a la distribución de los subniveles de respuesta, están en consonancia con lo aportado por Albesa y Lloveras (1999) quienes establecen que son las acciones isométricas las más comunes y las mayores en número durante la práctica de la escalada. Según el trabajo de Dupuy y Ripoll (1989) 5/8 partes del tiempo requerido para realizar una vía se utilizan en posiciones estáticas, ya sea descansando, tomando decisiones acerca del recorrido, o protegiéndose (pasando la cuerda por los seguros intermedios). Además, otros autores argumentan que las acciones de bloqueo son la clave de este deporte (Hoffmann, 1993; Hörst, 2007; Bergua, 2009), independientemente del tipo de escalada realizada —más o menos dinámica— y de las características antropométricas que se tengan (Macià, 2002),

puesto que no sólo sirven para mantener el equilibrio, sino que constituyen la posición final del movimiento de tracción (Hörst, 2007).

Los resultados obtenidos de la asociación de los subniveles de respuesta y la posición corporal están en consonancia con lo citado por Vicente-Rodríguez (2003) quien obtiene mayor número de registro de acciones de «rectificación» y «reposo» en panel que en desplome. Para ello, se ha de asumir que dichas acciones podrían equivaler a los movimientos de «destrepe», «destrepe inferior», «bloqueo» y «equilibrio» de nuestro estudio y «panel» y «desplome» a las inclinaciones corporales «PC9» y «PC4» respectivamente.

El hecho de que las acciones cortas presenten el mayor porcentaje registrado encuentra su fundamentación en autores como Aguado (1993), Hoffmann (1993) y Kapandji (2004) quienes indican que «el máximo desarrollo de la fuerza depende del ángulo de colocación de la articulación, resultando mayor en las posiciones intermedias de la misma» (Hoffmann, 1993, p. 60), posición ésta que correspondería a los cuadrantes cercanos y por tanto a los movimientos denominados «cortos».

Sólo el movimiento de talonamiento (T) exhibe su mayor porcentaje en su categoría «largo cruzado» (TLX). Se explica por el hecho de que su ejecución se realiza con la cadera ligeramente flexionada y la rodilla en extensión, logrando así la mayor eficiencia posible de los músculos isquiotibiales, principales actores de esta acción (Kapandji, 2004, p. 150).

CONCLUSIONES

Los niveles de respuesta que afectan en mayor medida al movimiento de los escaladores de alto nivel son: la inclinación de la vía, la posición corporal, la extremidad ejecutante, el tiempo de ejecución y el número total de movimientos realizados.

El análisis de los ascensos en función de la posición corporal adoptada por el escalador, determina que la mayor parte de las vías analizadas, se realizan en posición desplomada.

El análisis de los ascensos en función de la extremidad ejecutante, establece que la aportación de los miembros superiores es superior a la de los miembros inferiores. Además, cuanto mayor es la inclinación de la vía o la posición adoptada por el cuerpo, mayor es la participación de las extremidades superiores.

El análisis de los ascensos en función del tiempo empleado en su ejecución, establece que el mayor porcentaje de las vías analizadas obtienen duraciones superiores a los tres minutos.

El análisis de los ascensos en función del número de movimientos ejecutados, nos lleva a concluir que las vías analizadas se caracterizan por tener secuencias de movimiento largas (más de 200 movimientos).

Los movimientos más relevantes ejecutados por los escaladores de alto nivel según el orden de importancia son para la extremidad superior: bloqueo corto, tracción corta, empuje corto y destrepe corto, mientras que para la extremidad inferior son: equilibrio corto, progresión corta, talonamiento largo cruzado y destrepe inferior corto.

La información que presenta este estudio, podrá ser utilizada para elaborar programas de entrenamiento específicos, adaptados a cada vía y a cada escalador, puesto que se podrán desglosar todos y cada uno de los movimientos necesarios para la ejecución exitosa de las mismas. La futura aplicación de la metodología aquí propuesta supondrá, por tanto, un intento de mejora del rendimiento de estos deportistas.

REFERENCIAS

- Aguado Jódar, X. (1993). Eficacia y técnica deportiva. Análisis del movimiento humano. Barcelona: Publicaciones INDE.
- Albesa, C. y Lloveras, P. (1999). *Bases para el entrenamiento de la escalada*. Madrid: Desnivel Ediciones.
- Anguera, M.T. (1990). Metodología observacional. En Arnau, J.; Anguera, M.T. y Gómez Benito, J.: *Metodología de la investigación en Ciencias del Comportamiento* (pp. 1125-236). Murcia: Universidad de Murcia.
- Anguera, M.T., Blanco-Villaseñor, A., Losada, J.L. y Sánchez Algarra, P. (1999). Análisis de la competencia en la selección de observadores. *Metodología de las Ciencias del Comportamiento*, 1(1), 95-115.
- Bergua, P. (2009). Entrenamiento para escalada. La técnica. *Revista Digital Barrabés*. <<http://www.barrabes.com/revista/preparacion-fisica/2-6287/entrenamiento-escalada-tecnica.htm>> [Consulta: 05-12-09]
- Billat, V., Palleja, P., Charlaix, T., Rizzardo, P. y Janel, N. (1995). Energy specificity of rock climbing and aerobic capacity in competitive sport rock climbers. *The Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*, 35(1), 20-24.
- Cohen, J.A. (1960). Coefficient of agreement for nominal scales. *Educational and Psychological Measurement*, 20, 37-46. Coleman, 1975.
- Couceiro, J. (2010). *Perfil antropométrico y respuesta psico-fisiológica en escalada deportiva en roca: diferencias entre modalidades*. Tesis Doctoral para la obtención del título de Doctor en Ciencias de la Actividad Física y del Deporte, Facultad de Ciencias de la Actividad Física y del Deporte - INEF, Universidad Politécnica de Madrid, Madrid, España.
- Cuadrado, G., De Benito, A.M., Flor, G., Izquierdo, J.M., Sedano, S. y Redondo, J.C. (2007). Estudio de la eficacia de dos programas de entrenamiento de la fuerza en el rendimiento de la escalada deportiva. *Motricidad. European Journal of Human Movement*, 19, 61-76.
- De Benito, A.M. (2011). *Análisis y cuantificación de las acciones técnicas de la escalada deportiva de alto nivel y sus implicaciones musculares*. Tesis Doctoral para la obtención del título de Doctor, Facultad de Educación y Trabajo social, Universidad de Valladolid, Valladolid, España.

- De Benito, A.M.; García-Tormo, J.V.; Izquierdo, J.M.; Sedano, S.; Redondo, J.C. y Cuadrado, G. (2011). Análisis de movimientos en escalada deportiva: Propuesta metodológica basada en la Metodología Observacional. *Motricidad: European Journal of Human Movement*, 27, 21-42.
- De Geus, B., Villanueva O'Driscoll, S. y Meeusen, R. (2006). Influence of climbing style on physiological responses during indoor rock climbing on routes with the same difficulty. *European Journal of Applied Physiology*, 98, 489-496.
- Dupuy, C. y Ripoll H. (1989) Analyse des stratégies visu-motrices en escalade sportive. *Revue Sciences et Motricité*. 7:19-26.
- Egocheaga, J., González, V., Montoliú, M.A. y Del Valle, M. (1998). Valoración antropométrica en escaladores. *Selección (Revista especializada en medicina de la educación física y deporte)*, 7, 199-203.
- Egocheaga, J., Montoliú, M.A., González, V., Rodríguez, B., Del Valle, M. y Palenciano, L. (2001). Metabolismo energético en la escalada deportiva sobre roca y rocódromo versus escalada sobre cascada de hielo. *Archivos de Medicina del Deporte*, 18(81), 33-40.
- España-Romero, V., García-Artero, E., Ortega, F.B., Jiménez-Pavón, D., Gutiérrez, A., Castillo, M.J. y Ruiz, J.R. (2009). Aspectos fisiológicos de la escalada deportiva (Revisión). *Revista Internacional de Medicina y Ciencias de la Actividad Física y el Deporte*, 9(35), 264-298.
- FEDME (2010). *Reglamento de Competición de Escalada 2010*. Madrid: FEDME. <<http://www.fedme.es/?action=seccion.seccion&subseccion=143>> [Consulta: 17/03/11]
- Fleming, R.K. y Hörst, E. (2010). Behaviour analysis and sports climbing. *Journal of Behavioral Health and Medicine*, 1(2), 143-154.
- Giles, L.V., Rhodes, E.C. y Taunton, J.E. (2006). The physiology of rock climbing. *Sports Medicine*, 36, 529-545.
- Hoffmann, M. (1993). *Manual de escalada*. Madrid: Desnivel Ediciones.
- Hörst, E. (2007). *Aprender a escalar en rocódromo*. Manuales Desnivel 72. Madrid: Desnivel Ediciones.
- Kapandji, A.I. (2004). *Fisiología articular. Tomo I Miembro superior* (5.ª ed.). Madrid: Editorial Médica Panamericana, S.A.
- Macià, D. (2002). *Planificación del entrenamiento en escalada deportiva*. Manuales Desnivel, 41. Madrid: Desnivel Ediciones.
- Medina, J. y Delgado, M.A. (1999). Metodología de entrenamiento de observadores para investigadores sobre E.F. y Deporte en las que se utilice como método la observación. *Motricidad. European Journal of Human Movement*, 5, 69-86.
- Moscoso, D. (2003). *La montaña y el hombre en los albores del siglo XXI*. Huesca: Barrabés.
- Nougier, V., Orliaguet, J. y Martin, O. (1993). Kinematic modifications of the manual reaching in climbing: Effects of environmental and corporal constraints. *International Journal of Sport Psychology*, 24, 379-390.
- Núñez, V.M., Edir, M., Viana, B., Gómez, J.R., Poblador, M. y Lancho, J.L. (2005). Estudio de la fuerza en la escalada deportiva. *Archivos de Medicina del Deporte*, 22(105), 27-32.

- Olaso, S., Planas, A., Fuster, J., Badia, E. y Cazcarro, S. (2002). El control de la potencia en la preparación de un grupo de escaladores de competición. *Apunts: Educación Física y Deportes*, 70, 30-40.
- Peleteiro, J. y García-López, J. (2003). Parámetros biomecánicos en escalada deportiva y su influencia en el rendimiento. *RendimientoDeportivo.com*, Núm. 4. <<http://www.RendimientoDeportivo.com/N004/Artic017.htm>> [Consulta: 23/01/09]
- Poblador, J.A., Gómez, E.M. y Ruíz-Alejos, C. (2004). Estudio electromiográfico de la técnica del «lanzamiento» en escalada deportiva. *Lecturas: EF y Deportes (Revista Digital)*, Núm. 75. <<http://www.efdeportes.com/efd75/escalada.htm>> [Consulta: 21/04/08]
- Sheel, A.W. (2004). Physiology of sport rock climbing. *British Journal of Sports Medicine*, 38, 355-359.
- Vicente-Rodríguez, G. (2003). Análisis del parámetro tiempo y cuantificación de acciones específicas en la escalada deportiva de competición. *Lecturas: Educación Física y Deportes (Revista Digital)*, Núm. 59. <<http://www.efdeportes.com/efd59/escalada.htm>> [Consulta: 20/04/07]
- Watts, P.B. (2004). Physiology of difficult rock climbing. *European Journal of Applied Physiology*, 91, 361-372.
- Watts, P.B., Daggett, M., Gallagher, P. y Wilkins, B. (2000). Metabolic response during sport rock climbing and the effects of active versus passive recovery. *International Journal of Sports Medicine*, 21(3), 185-190.
- Watts, P.B. y Drobish, K.M. (1998). Physiological responses to simulated rock climbing at different angles. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 30(7), 1118-1122.
- Watts, P.B., Joubert, L.M., Lish, A.K. Mast, J.D. y Wilkins, B. (2003). Anthropometry of young competitive sport rock climbers. *British Journal of Sports Medicine*, 37(5), 420-424.
- Winter, S. (2000). *Escalada deportiva con niños y adolescentes*. Madrid: Desnivel Ediciones.

