

Universidad de Zaragoza

Grado en Ciencias de la Actividad Física y del Deporte

Adaptaciones y desadaptaciones de los niveles de fuerza

en escaladores nóveles

Adaptations and mismatches of strength levels

in new climbers

AUTOR: FERNANDO COTORÉ FERRERO

TUTOR: JOSÉ ANTONIO POBLADOR VALLÉS

Departamento de Fisiatría y Enfermería

Junio del 2018



**Facultad de
Ciencias de la Salud
y del Deporte - Huesca**
Universidad Zaragoza

Índice de contenidos

Lista de abreviaturas.....	5
Lista de ilustraciones.....	6
Lista de tablas.....	7
Resumen.....	8
Abstract.....	9
Introducción.....	10
- Historia y evolución de la escalada.....	10
- Escalada deportiva.....	11
- Conceptos básicos: la trepa como habilidad motriz.....	12
Análisis de la modalidad deportiva.....	13
- Factores de rendimiento.....	13
Fuerza y Resistencia.....	13
Flexores de dedos.....	13
Perfil del escalador.....	14
- Variables fisiológicas: Respuestas agudas durante la escalada.....	15
Ácido láctico.....	15
Frecuencia cardiaca.....	16
VO2.....	17
- La adaptación.....	17
Las adaptaciones en escalada.....	18
- Supercompensación/descompensación.....	19
- Entrenamiento realizado y justificación.....	19
Planteamiento del problema.....	21
- Cuestiones.....	21
- Hipótesis planteadas.....	21
- Objetivos del estudio.....	21
Materiales y Métodos.....	23

Materiales.....	23
- Factores de Inclusión.....	25
- Factores de exclusión.....	25
Muestra.....	26
- Origen de la muestra.....	26
Método.....	27
Espacio de la realización del estudio.....	27
Temporalidad de la realización del estudio.....	27
Procedimiento de búsqueda.....	29
- Análisis y descripción de los test.....	30
Resultados.....	34
Discusión.....	44
- Justificación del método.....	44
Elección de los test en este estudio.....	44
Utilización de profundidades, bloqueos, y dinamometría para este estudio.....	45
- Justificación de los resultados.....	48
Mejoras en el estudio realizado.....	53
Limitaciones del estudio.....	54
Conclusión.....	55
Referencias bibliográficas.....	56
Anexos.....	58

Lista de abreviaturas

1.	BLOQ	Test de bloqueo cerrado.
2.	Cont	Grupo control
3.	DCHA	Derecha
4.	Desv. Estánd.	Desviación estándar
5.	DIN	Test de dinamometría manual isométrica máxima
6.	Eva1	Evaluación número 1 (antes del entrenamiento)
7.	Eva2	Evaluación número 2 (después del entrenamiento)
8.	Eva3	Evaluación número 3 (tras un periodo de inactividad específica)
9.	Exp	Grupo experimental.
10.	Fem	Muestra femenina
11.	IZQ	Mano izquierda
12.	kg	Kilogramos de presión.
13.	Mas	Muestra masculina
14.	s	Segundos
15.	Sig.	Diferencia significativa
16.	Susp	Test de suspensión de dedos.

Lista de ilustraciones

Ilustración I Dinamómetro manual *Pág.30*

Ilustración II Test de dinamometría manual *Pág.30*

Ilustración III Tabla multipresa Space Invader Top 30 *Pág.31*

Ilustración IV Colocación en test de suspensión de dedos *Pág.31*

Ilustración V Test de suspensión de dedos *Pág.32*

Ilustración VI Colocación en test de bloqueo cerrado *Pág.32*

Ilustración VII Test de bloqueo cerrado *Pág.33*

Ilustración VII Influencia del tamaño de regleta en test de suspensión de dedos (Extraída de la tesis doctoral de Eva María López Rivera ,2014) *Pág.46*

Ilustración IV Actividades físicas y deportivas practicadas en la muestra (Extraído de la encuesta) *Pág.48*

Lista de tablas

Tabla 1 EVALUACIÓN 1 (CONTROL-EXPERIMENTAL) Pág. 34

Tabla 2 EVALUACIÓN 1 (MASCULINO-FEMENINO) Pág.35

Tabla 3 EVALUACIÓN 2 (EXPERIMENTAL-CONTROL) Pág.36

Tabla 4 EVALUACIÓN 1- EVALUACIÓN 2 (EXPERIMENTAL TOTAL) Pág.37

Tabla 5 EVALUACIÓN 1- EVALUACIÓN 2 (EXPERIMENTAL MASCULINO) Pág.38

Tabla 6 EVALUACIÓN 1- EVALUACIÓN 2 (EXPERIMENTAL FEMENINO) Pág.39

Tabla 7 EVALUACIÓN 2- EVALUACIÓN 3 (EXPERIMENTAL MASCULINO) Pág.40

Tabla 8 EVALUACIÓN 2- EVALUACIÓN 3 (EXPERIMENTAL FEMENINO) Pág.41

Tabla 9 EVALUACIÓN 2- EVALUACIÓN 3 (EXPERIMENTAL TOTAL) Pág.42

Tabla 10 EVALUACIÓN 3- SI CONTINUARON ESCALANDO VS NO
CONTINUARON ESCALANDO (EXPERIMENTAL-TOTAL) Pág.43

Resumen

El objetivo principal del presente documento es analizar específicamente las adaptaciones y desadaptaciones de los niveles de fuerza obtenidos en músculos flexores de los miembros superiores durante la asignatura de “Actividades físico-deportivas en la naturaleza” en escaladores nóveles de la Universidad de Zaragoza.

Para ello, se aplicaron determinados test antes y después del periodo práctico de la asignatura (aproximadamente 15 semanas) para cuantificar la capacidad de los factores de rendimiento específicos en la fuerza de miembros superiores, a dos muestras de sujetos (grupo control 10 sujetos, grupo experimental 15 sujetos). Además, realizaron de nuevo los test tras un periodo de 4 meses de inactividad específica.

Los resultados obtenidos en el grupo experimental fueron mayor aguante en suspensión de dedos, aumento de fuerza en la dinamometría de mano izquierda de la muestra masculina y menor capacidad de bloqueo tras el entrenamiento.

Palabras clave: adaptación, desadaptación, fuerza, escaladores, nóveles.

Abstract

The main objective of this document is to analyze specifically the adaptations and mismatches of the strength levels obtained in the climbing subject "physical-sports activities in nature" in new climbers of the University of Zaragoza.

Before and after the practical period of the subject (approximately 15 weeks) certain tests were applied to quantify the capacity of the specific performance factors in the strength of upper limbs, to two samples of subjects (control group 10 subjects, experimental group 15 subjects). In addition, the experimental group performed the tests again after a period of 4 months of specific inactivity.

The results obtained were greater resistance in fingers suspension, strength increase in the left hand dynamometer of the male sample and lower blocking capacity after training.

Key words: adaptation, mismatches, strength, climbers, new.

Introducción

Historia y evolución de la escalada

El afán por encontrar diferentes paraderos que recorrer, la motivación por descubrir un límite en el potencial humano o la curiosidad y creatividad del propio ser, fueron el motivo de que con los años, tras innumerables actividades alpinas, la escalada consiguiese abrirse un lugar en el deporte por sus características tan especiales.

“Tiempo atrás, la ascensión al Mont Blanc, en el macizo de los Alpes, fue considerada como la primera actividad montañista en 1786, por el Dr. Gabriel Paccard y su guía Jacques Balmat”.¹ “Desde entonces y hasta finales del siglo XIX (considerada la época dorada del montañismo) se buscan diferentes intereses de la propia montaña, como puede ser el ámbito geográfico, científico y/o político”¹. “En busca del reconocimiento personal, la ascensión al Cervino que acabó en accidente permite un cambio en la mentalidad del montañero, que ahora dirige sus objetivos hacia el reto deportivo y la dificultad”.¹

A través del alpinismo, la escalada va adquiriendo forma surgiendo con los años diferentes modalidades (escalada clásica, escalada artificial, boulder, escalada integral...). El aumento de practicantes de la modalidad escalada deportiva permite el nacimiento de la competición, que es una puesta en escena de la práctica realizada con anterioridad². De esta manera, en los años 80 se produce la verdadera revolución tanto a nivel de rendimiento como de planificación en escalada deportiva² lo que favorece un cambio radical en los materiales y

técnicas de progresión, así como la forma de entrenar, para finalizar con diferentes prácticas deportivas independientes con un fin en sí mismas.

Escalada deportiva

Hoy en día la escala deportiva como la conocemos, es considerada como un deporte joven, pues se comenzó a observar en los años ochenta.³ Las principales características a tener en cuenta de esta modalidad de escalada libre son la utilización de los elementos de seguridad (como cuerda y cintas exprés) para protegernos de una caída y de esta manera, ascender únicamente con el uso de las manos y pies en la superficie a escalar.

Las primeras competiciones se realizaron en los años 90, comenzando de esta manera a realizarse los primeros estudios científicos para determinar factores de rendimiento de este deporte y las características antropométricas del deportista.^{2,4}

Del mismo modo que la actividad se transformó en deporte a través de un proceso en el que surgen diferentes modalidades dentro de la misma, el tipo de equipamiento (como seguros y/o materiales) también fue mejorándose. Este simple hecho, permitió que el escalador se centrara en la técnica y rendimiento en cuanto a la dificultad, “despreocupándose” en cierta manera de la caída llegando a considerarse como una técnica más de la actividad y del entrenamiento.⁵

Gran parte de este motivo, posibilitó la evolución del rendimiento en escalada que tenemos en nuestros días, permitiendo una desestimación hasta el momento del límite de dificultad que puede escalar el ser humano.

Conceptos básicos: la trepa como habilidad motriz

La destreza de la escalada, ha sido siempre una actividad inherente en la vida del hombre y la mujer, dado que “trepar” o “destrepar” fue una acción motriz utilizada por el ser humano con fines utilitarios en los primeros años de nuestra historia y supervivencia.¹

Según Juan José González Badillo y Juan Ribas Serna 2002, desde un punto de vista fisiológico, la fuerza es la capacidad que tiene el músculo de producir tensión al activarse. De hecho, algunas formas contemporáneas de trabajar dicha capacidad es la “trepa o escalada” con el fin de completar un dominio y desarrollo motor desde los inicios de nuestras vidas⁶. Lo que pone de manifiesto otras capacidades como la resistencia, el equilibrio, la coordinación, la flexibilidad y capacidades perceptivo-motrices.

Según Sánchez Bañuelos (1984) siguiendo a Godfrey y Kephard (1969), la *trepa* está incluida dentro de la clasificación de las habilidades motrices básicas, agrupada en la categoría de desplazamientos locomotrices.⁶

Ya fuese por motivo de supervivencia en el origen de nuestra historia o como habilidad inherente en el desarrollo integral del ser humano en el presente, la escalada ha ido adquiriendo cada vez mayor presencia en el ámbito deportivo, hecho que se ve respaldado por ser deporte olímpico en las próximas Olimpiadas que se celebrarán en Tokio en 2020.

A continuación, y centrándonos en el estudio que se desea realizar, efectuamos un resumen en cuanto al análisis del deporte de la escalada deportiva, permitiendo de esta manera, visualizar cuáles son las características de la misma

en cuanto a factores importantes a tener en cuenta para interpretar el rendimiento y las dificultades de su obtención por parte del deportista.

Análisis de la modalidad deportiva

Factores de rendimiento

Los factores de rendimiento de una modalidad deportiva, son aquellas capacidades que diferencian a un deporte de otro y que además al ser entrenadas permiten un aumento en el rendimiento deportivo⁴. A raíz de las primeras competiciones, los diferentes estudios científicos analizaron cuáles eran estos factores que permitían un aumento del rendimiento en la escalada.⁴

Fuerza y Resistencia

La fuerza, como capacidad física imprescindible junto con la resistencia, son los principales protagonistas de este estudio.

La particularidad de este deporte es que nos encontramos con continuas e intermitentes contracciones isométricas realizadas a diferentes intensidades³ para poder solucionar el “problema” o vía de escalada. Por ello, será conveniente tenerlas en cuenta para aumentar el rendimiento de forma óptima.

Flexores de dedos

La fuerza en dedos y/o flexores de dedos es un factor determinante en la escalada deportiva³. La presión manual ejercida por escaladores junto con variables antropométricas determinadas, como puede ser un porcentaje graso bajo y un volumen muscular bajo, permite obtener grandes diferencias relativas a una persona no escaladora.^{2, 3}

Sin embargo, la fuerza evaluada con determinados test (por ejemplo la dinamometría manual) nos permite obtener el valor de fuerza objetivamente,

pero de forma aislada³. Esto quiere decir, que durante la actividad, la estrategia utilizada o incluso la *gestión* de fuerza durante la vía de escalada, también llamada como *economía de esfuerzo*, puede darnos datos muy por debajo de la fuerza máxima y/o el valor registrado en el test de forma aislada³. Esto, lógicamente es producto de la eficiencia del escalador, que le permite utilizar un porcentaje menor de su fuerza máxima en cada acción isométrica de alta intensidad.

Por lo tanto, no solo es relevante la fuerza máxima alcanzada en el test, sino la capacidad de economizar el esfuerzo que tiene que manifestar el deportista en cada movimiento de la vía.

Perfil del escalador

En general, tanto la fuerza como la resistencia son datos que en valores absolutos no nos aportan demasiada relevancia en la escalada. La fuerza de la gravedad hace que tales capacidades deban ser reflejadas en términos relativos al peso corporal del escalador³.

En la actualidad no se puede discutir la relevancia que tiene la composición corporal en la mayoría de modalidades deportivas y mucho más en escalada si lo que buscamos es el aumento del rendimiento ^{2, 3, 4}.

Concretamente en el deporte de la escalada, se creía antiguamente que el escalador debía poseer únicamente volumen en el tren superior. Se decía que los escaladores de alto nivel debían tener *torso de gimnastas y piernas de corredores de fondo*. Actualmente, se conoce que en el nivel de alto rendimiento de un escalador lo más óptimo es reducir el volumen muscular.²

El perfil antropométrico del escalador, como otros autores lo han descrito, es característico un bajo porcentaje graso, un bajo volumen muscular y un alto nivel de fuerza manual.^{2, 3}

Finalmente, aunque se sugiere investigar más en profundidad variables cineantropométricas (como la ratio brazo/altura o la longitud de brazos) no parece influir principalmente en el rendimiento deportivo.³

Variables fisiológicas: respuestas durante la escalada

La respuesta aguda a estas acciones musculares está relacionada en gran parte con la dificultad que una vía de escalada tiene en sí, y esto, obviamente depende de la persona que la escala. Sin embargo, debemos analizar éstas detenidamente para poder justificar su eliminación de este estudio como posibilidades de evaluación durante los test.

Ácido láctico

Comenzamos con la oclusión sanguínea a nivel muscular (principalmente en miembros del tren superior)⁷

Durante la actividad física, más concretamente aquella que requiere acciones de alta intensidad, permite que el corazón aplique niveles de fuerza mayores que hacen que aumentemos la presión sanguínea. Esto hace que nuestro combustible (nutrientes y oxígeno) no pueda llegar de forma eficiente al lugar requerido, y además, los sustratos de desecho no pueden ser eliminados tan

fácilmente⁸. En este momento es donde aparece la fatiga periférica en forma de ácido láctico.³

Sin embargo, en relación con la escalada, se ha demostrado en numerosos estudios que el nivel de lactato aumenta en relación directa junto con el desplome de la vía⁷. De hecho, por la propia naturaleza del deporte y dependiendo de la estrategia del escalador, los niveles de lactato no incrementan de forma constante durante la vía de escalada. Otros factores que pueden cuestionar que este elemento sea evaluado en este estudio es la particularidad de la temperatura ambiente dónde es realizado (temperaturas altas o bajas), la reserva actual del deportista y/o la existencia o no de reposos durante la vía de escalada.

Frecuencia cardiaca

La frecuencia cardiaca como respuesta aguda nos proporciona poca información en el deporte de la escalada, pues hace referencia (la mayoría de las veces) al aumento del ángulo de la pared con respecto a la vertical (es decir, de nuevo al desplome de la vía³. Pero también, otras veces el factor psicológico adherido al propio deporte, la variedad de alturas a las que se encuentran los agarres en la vía (más o menos cerca del corazón), el ángulo formado por la pared a escalar en relación al suelo, el ritmo de escalada...etc. hace que se aumente pulsaciones, sin embargo el consumo de oxígeno puede mantenerse constante.

VO2

Observando lo comentado en la tesis de Eva María Rivera López⁴, el consumo de oxígeno, a pesar de que el metabolismo aeróbico determine una participación notable en la escalada de vías deportivas, y en relación al tiempo que suele durar una competición (entre 3 y 8 minutos), no se ha considerado un factor de rendimiento para dicho deporte. Del mismo modo que la frecuencia cardiaca, el consumo de oxígeno no permite evaluar el rendimiento del sujeto en una vía de escalada, ya que no existe relación lineal junto con la frecuencia cardiaca debido a varios posibles factores: reposos en la vía, aspecto psicológico al aumentar frecuencia cardiaca solamente, reserva actual del sujeto, experiencia, relación del trabajo requerido en tren superior e inferior...etc. Por lo tanto, puede no representar un valor real en el momento de la actividad.⁷

La adaptación

La adaptación de un organismo, ya sea aguda o crónica, supone un estado de efecto más o menos duradero de los sistemas morfológicos y funcionales, los cuales permiten responder ante un determinado estímulo con un mayor grado de rendimiento para una dosis-respuesta determinada⁹.

Para obtener diferentes momentos de supercompensación en un determinado sujeto deberán tenerse en cuenta factores varios como la reserva de adaptación, la capacidad de rendimiento actual y la exigencia de entrenamiento, entre muchos otros factores⁹.

Las adaptaciones en escalada

En todas las prácticas deportivas, las adaptaciones permiten, como ya se ha comentado, un cambio en los sistemas funcionales y/o morfológicos del organismo, lo que permite un mayor rendimiento por vía del funcionamiento y/o de la estructura utilizada.

La célula muscular tiene la capacidad de hipertrofiarse (de forma aguda o crónica) permitiendo un aumento de la sección transversal y aumentando la capacidad de producir fuerza¹⁰. Por otro lado, la capacidad de producir fuerza puede obtenerse sin la necesidad de aumentar el volumen muscular, como puede ser por aumento en el reclutamiento de unidades motoras¹⁰ pequeñas modificaciones de la tensión específica y en las propiedades contráctiles de las fibras musculares con el entrenamiento.¹¹

Estas modificaciones en la fuerza vienen determinadas por diferentes tipos de adaptación: central (vía neural), periférica (vía estructural) y endocrina (vía hormonal) ¹¹

Dado que en la escalada deportiva es relevante un volumen muscular “determinado” pero además un nivel de fuerza de prensión manual importante, ambas adaptaciones deben estar presentes en el deportista.

Las adaptaciones a nivel estructural como la hipertrofia muscular, ayuda a la mayor irrigación de los vasos sanguíneos del antebrazo junto con un mayor número de mitocondrias disponibles para la respiración celular.⁸

Sin embargo, en un deporte como éste se debe tener en cuenta el nivel hipertrófico de determinados segmentos corporales, donde puede perjudicar la realización de una vía debido al peso que arrastramos a lo largo de ésta.^{12,13}

Supercompensación y descompensación

La rotura de homeostasis alcanzada por un estímulo de entrenamiento determinado (umbral de adaptación), hace que el organismo intente reequilibrar la situación modificada en éste, produciendo una supercompensación¹⁴. Cuando la ruptura es debida a un predominio de procesos degenerativos se considera “fatiga aguda”, cuando se produce por procesos anabólicos es considerada como “recuperación” (ambos imprescindibles en el proceso de entrenamiento) ¹⁴.

El organismo, como mecanismo de alarma produce una supercompensación para proteger la estructura durante la recuperación. Es en este momento en el que, dependiendo de múltiples factores (como la reserva de adaptación, tiempo de recuperación, objetivo buscado...) debemos aplicar de nuevo un estímulo de entrenamiento superior (dentro de la capacidad existente del deportista) para seguir aumentando el rendimiento deportivo¹⁴, o se producirá una descompensación (desadaptación de la estructura).

Entrenamiento realizado

Según el Dr. J.R. Barbany (2015)⁷, el entrenamiento es aquel proceso repetido sistemáticamente que ocasiona modificaciones estructurales y funcionales en la morfología corporal, las funciones contráctiles y elásticas musculares, la actividad metabólica y las respuestas de adaptación cardiovascular, respiratoria y endocrina. Además debe de poseer un objetivo determinado: aumentar el rendimiento⁷.

La asignatura de “Actividades físico-deportivas en la naturaleza”, cursada en el 4º curso del grado en Ciencias de la actividad física y del deporte, posee generalmente la mayoría de los principios necesarios en el entrenamiento como son la repetición sistemática, sobrecarga, especificidad y resistencia progresiva⁸.

Por ello, para el presente estudio, consideraremos la propia asignatura como “entrenamiento” de los sujetos experimentales que colaboran en dicho estudio, practicando dos días por semana la especificidad del deporte de escalada deportiva con el fin de alcanzar en un momento determinado un estado de forma suficiente como para encadenar una vía de IV-IV+ grado en el rocódromo (escala francesa)

“Deportes en la naturaleza” tiene una gran carga lectiva de forma práctica dividida en dos días (3 horas semanales), en la que se trabajan contenidos propios y específicos de la escalada durante dos días consecutivos a la semana (miércoles y jueves).

Esto nos permitió obtener un *entrenamiento* por periodo de 15 semanas aproximadamente, en el que los sujetos (de forma autónoma y sin un seguimiento riguroso) practicaban la escalada en horario lectivo.

Para cumplir los objetivos del estudio, se realizaron una serie de test un mes y medio antes del examen, una semana antes del examen y aproximadamente 4 meses después de la prueba práctica de evaluación.

Planteamiento del problema

Cuestiones

1. La escalada deportiva, dentro de la asignatura “Actividades físico-deportivas en la naturaleza” del Grado en Ciencias de la actividad física y del deporte, ¿aplica suficiente *estímulo de entrenamiento* como para alcanzar cambios en los factores de rendimiento específicos de la escalada deportiva?
2. Durante el periodo lectivo de la asignatura, ¿es significativa la ganancia de fuerza en todos los alumnos matriculados?
3. Tras la realización de la asignatura, ¿es significativa la pérdida de fuerza en dichos alumnos?

Hipótesis

1. La realización de la asignatura manifiesta un aumento de la fuerza en flexores de dedos y del tiempo de suspensión y bloqueo tras el entrenamiento.
2. Tras la realización de la asignatura (4 meses de inactividad específica) existe una pérdida de fuerza en flexores de dedos, tiempo en suspensión y bloqueo.

Objetivos

Tras la formulación de las cuestiones y las hipótesis que se prevén, los objetivos del presente estudio son:

1. Evaluar las modificaciones producidas en los niveles de fuerza isométrica máxima manual antes y después de la asignatura.
2. Observar si existen modificaciones en los niveles de fuerza isométrica máxima manual tras un periodo de inactividad específica.
3. Evaluar los niveles de fuerza-resistencia de los miembros superiores en test de suspensión y bloqueo cerrado.
4. Observar si existen modificaciones en los niveles de fuerza resistencia de los miembros superiores tras un periodo de inactividad específica.

Materiales y métodos

Materiales

Para llevar a cabo el estudio presente, se utilizaron los siguientes materiales:

- Instrumentos que permiten una medición del nivel de esfuerzo y/o entrenamiento obtenido por el sujeto en los test (dinamómetro y tabla multipresa)
- Instrumentos de medición para determinar los niveles adquiridos de adaptación /desadaptación durante los test (cronómetro)
- Instrumentos que permiten la descripción de la muestra (encuestas)
- Instrumentos para almacenar la obtención de la información en el momento de los test (hojas de cálculo)
- Instrumentos para poder analizar e interpretar los resultados (paquete estadístico SPSS)

Descripción de los materiales:

Dinamómetro manual de la marca Grip-D (Grip Strength Dynamometer) T.K.K. 5401.

Tabla multipresas de la marca Spacer Invader Top 30.

Cronómetro: utilizado el cronómetro de un Samsung J5.

Magnesio en polvo CEMG5000.

Paquete estadístico versión IBM SPSS Statistics Versión 22.0 (32 bits)

Encuesta (anexo 1)

Los sujetos recibieron a través de su correo electrónico personal, una encuesta elaborada mediante el formulario de Google. Dicha herramienta fue utilizada para obtener información relevante de cada uno de los sujetos que componen ambos grupos (control-experimental)

La encuesta fue realizada crean 3 apartados dentro de la misma:

1. **Apartado:** muestran datos personales (nombre, apellidos, género, edad, talla, peso, correo electrónico)
2. **Apartado:** Actividad física realizada y lesiones (frecuencia, horas a la semana, entrenamientos, deportes practicados)
3. **Apartado:** Deporte de escalada deportiva (conocimiento, práctica en el pasado, regularidad)

La encuesta nos permitió tener un contacto con la muestra total y obtener un conocimiento individual para su descripción. Además, nos proporcionó la información para poder incluir y excluir a los sujetos del presente estudio. A continuación se describen los requisitos requeridos:

Factores de inclusión del estudio en la muestra experimental:

- Todos aquellos alumnos que no hayan practicado la escalada deportiva y cursen la asignatura de “Actividades físico-deportivas en la naturaleza” en la Universidad de Zaragoza.

Factores de exclusión del estudio en la muestra experimental y control:

- Todos aquellos sujetos que realicen un deporte de forma frecuente (entrenamientos semanales) que involucre la utilización repetida de antebrazos y dedos.
- Todos aquellos sujetos que falten al menos a una toma de datos en los test realizados.
- Todos aquellos sujetos que estén lesionados antes de realizar alguno de los test.

Muestra

Al inicio, la muestra se componía de 38 alumnos (grupo control 14 y grupo experimental 24) sin embargo, tras la introducción de los factores de exclusión para así aumentar la fiabilidad de los resultados obtenidos, se redujo a una muestra de 25 sujetos.

La muestra que permitió realizar dicho estudio se compuso alumnos y alumnas de la Universidad de Zaragoza. Fueron divididos en dos grupos:

- Grupo control (10 sujetos; 8 varones y 2 mujeres)
- Grupo experimental (15 sujetos; 11 varones y 4 mujeres)

De edades comprendidas entre 20-33 años, todos ellos sin experiencia en el deporte de la escalada.

Origen de la muestra

El grupo experimental está formado por alumnos y alumnas de la Universidad de Zaragoza que cursan la asignatura de “actividades físico-deportivas en la naturaleza”.

El grupo control está compuesto por alumnos y alumnas de la Universidad de Zaragoza que no realizan la asignatura.

Métodos

Estadística

Las pruebas con las que analizamos los datos obtenidos son efectuadas con el programa estadístico IBM SPSS Statistics Versión 22.0 (32 bits)

Utilizamos la prueba de normalidad de Shapiro-Wilk ya que se trata de una muestra menor a 30 sujetos.

El índice de significación de las pruebas estadísticas fue de $p = < 0,05$.

Espacio de la realización del estudio y justificación

La realización de los test se desarrolló en el pabellón Pío XII en la ciudad de Huesca. Esta instalación proporciona parte del material e infraestructura para la ejecución de las pruebas.

Con el fin de agilizar el trabajo de campo, la obtención de la información de forma precisa, rápida y efectiva, se utilizaron también en este espacio diferentes herramientas (como el dinamómetro manual o Hand-Grip) siendo éste elemento propiedad de la Universidad de Zaragoza en la facultad de Ciencias de la actividad física y del deporte de Huesca. De esta forma, la realización de los test fue efectuada en el mismo lugar.

Temporalidad del estudio y justificación

Este estudio se realizó en el curso 2017/2018 entre los meses septiembre y mayo.

El proceso del trabajo de campo fue diseñado con diferentes tomas de información en la línea del tiempo, dado que se requirió tres intervenciones (inicio del entrenamiento, fin del entrenamiento e involución del entrenamiento).

Las fechas de dicha toma de datos fue la siguiente:

FECHAS	GRUPOS	
	CONTROL	EXPERIMENTAL
Jueves 16 Nov 2017	Evaluación 1	
Jueves 21 Dic 2017	Evaluación 2	
Jueves 12 Abril 2018	Evaluación 3	

- Las primeras tomas de datos (evaluación 1) coinciden con la sexta semana práctica de la asignatura, dado que la asignatura comenzó el día 27 de noviembre.
- La segunda toma de datos (evaluación 2) se realizó dos semanas antes de la prueba de evaluación. Se establece de esta manera para aprovechar el estado de forma de los sujetos, dado que la prueba es tras un periodo de unos 20 días de inactividad (Vacaciones de Navidad). Para conservar el estado de forma, los sujetos realizan los test antes de las vacaciones.
- La última toma de datos (evaluación 3) tiene lugar antes de la salida de escalada al medio natural (cuatro meses después de la evaluación 2).

Procedimiento de búsqueda

Con el fin de poder obtener información de los factores de rendimiento más relevantes de la escalada deportiva, se realizó una búsqueda rigurosa en las fuentes de información existentes (desde libros hasta revistas y artículos de actualidad), discriminando los métodos más elaborados y adaptándolos a escaladores nóveles.

De esta manera, se obtuvieron diferentes test utilizados en otros estudios con el motivo de obtener y analizar los niveles de fuerza en la escalada deportiva de una forma específica. A continuación, se explica cada uno de los test elegidos.

Análisis y descripción de los diferentes test

DINAMOMETRÍA ISOMÉTRICA MANUAL MÁXIMA

Esta prueba es utilizada para saber cuál es la fuerza isométrica máxima de presión manual utilizando un dinamómetro digital.

Nos permite obtener valores objetivos y absolutos de la fuerza isométrica máxima manual del sujeto. Se realizarán dos intentos con cada mano eligiendo el mejor de ambas.



Ilustración I Dinamómetro

Descripción del test:

Partiendo de la posición anatómica, el sujeto debe respetar una extensión del codo, es decir, el brazo se queda alargado al lado del cuerpo, ligeramente separado de éste.

A la señal previa, el sujeto debe de realizar la máxima flexión de dedos posible hasta la marcación registrada en el dinamómetro, sin llegar a flexionar ni el codo ni la muñeca en ningún momento durante el transcurso de la prueba.



Ilustración II Test de dinamometría manual

SUPENSIÓN EN TABLA MULTIPRESA

Para este test escogemos una *tabla multipresa Space Invader Top 30*, utilizada



Ilustración III Tabla multipresa Space Invader Top 30

en el deporte de la escalada para trabajar diferentes capacidades, tanto de fuerza como de resistencia, de los músculos pertenecientes a la extremidad superior, siendo

claramente los flexores de dedos los protagonistas del trabajo más relevante. En este test prevemos la fuerza de dedos en una contracción isométrica sin apoyo de pies en suelo, es decir, suspendidos en el aire.

Descripción:

Para su realización, debida a la altura de la tabla multipresa y diferencias de altura entre los sujetos, se utiliza un banco sueco o silla (dependiendo de la altura del sujeto) para facilitar el agarre en los surcos o profundidades de la tabla.



Ilustración IV Colocación en test de suspensión de dedos



Ilustración V Test Suspensión de dedos

Antes de la realización del test, todos los sujetos utilizan magnesio para evitar la sudoración en manos y aumentar la adherencia.

Una vez los agarres son realizados en la profundidad a testar (12 mm) y los pies son separados del banco, quedando el cuerpo suspendido, el cronómetro comienza a registrar el tiempo máximo en esta posición hasta la fatiga final del sujeto.

BLOQUEOS CERRADOS EN TABLA MULTIPRESA

Para este test volvemos a utilizar la *tabla multipresa Space Invader Top 30*. En este caso, la prueba consiste en realizar un bloqueo cerrado (45° grados) en dominada prona (brazos en posición de pronación; palmas de las manos mirando al suelo) utilizando una superficie lisa y roma de la propia tabla en el borde superior de ésta (65 mm y 3 falanges de todos dedos excepto el pulgar)

Descripción

De nuevo, debido a la diferencia de altura entre la muestra y para facilitar que el ejercicio de bloqueo sea puramente isométrico, utilizamos un potro (para ganar altura) y así evitar realizar la fase



Ilustración VI Colocación en el test de bloqueo cerrado

concéntrica de la dominada. De esta manera el sujeto, una vez posicionado solo realizará fuerza en el propio bloqueo cerrado en suspensión.



Antes de la realización del test, todos los sujetos utilizan magnesio para evitar la sudoración en manos y aumentar la adherencia.

Una vez los pies son separados del potro, quedando el cuerpo suspendido en el aire, el cronómetro comienza a registrar el tiempo máximo en esta posición que la fatiga del sujeto le haga pasar la barbilla por debajo de la tabla.

Ilustración VII Test de bloqueo cerrado

Resultados

1. Comparación de las muestras control y experimental en la evaluación 1 (Eva1 Control-Eva1 Experimental)

Tabla 1 EVALUACIÓN 1 (CONTROL-EXPERIMENTAL)

(En las tablas, los resultados significativos se muestran subrayados en color rojo.)

Pruebas	Medias		Desv. Estánd		Sig. (Bilateral)	
	Exp	Cont	Exp	Cont	Exp	Cont
DINAMOMETRÍA						
IZQ 1 <i>(kg de presión)</i>	39,627	39,120	11,234	9,036	,906	,902
DINAMOMETRÍA						
DCH 1 <i>(kg de presión)</i>	42,83	42,52	12,597	10,191	,949	,947
SUSPENSIÓN 1						
(s)	43,99	34,42	13,045	16,369	,118	,140
BLOQUEO 1						
(s)	28,56	31,87	15,744	14,752	,603	,599

No existen diferencias entre grupo control y experimental antes del entrenamiento.

2. Comparación de los resultados obtenidos en la evaluación 1 entre género masculino y femenino. (Eva1- femenino-Eva1 masculino)

Tabla 2 EVALUACIÓN 1 (MASCULINO-FEMENINO)

(En las tablas, los resultados significativos se muestran subrayados en color rojo.)

Pruebas	Medias		Desv. Estánd		Sig. (Bilateral)	
	Mas.	Fem.	Mas.	Fem.	Mas.	Fem.
DINAMOMETRÍA						
IZQ 1 <i>(kg de presión)</i>	43,342	27,017	8,329	2,812	,000	,000
DINAMOMETRÍA						
DCH 1 <i>(kg de presión)</i>	47,54	27,49	8,221	4,280	,000	,000
SUSPENSIÓN 1						
(s)	40,45	39,25	11,569	24,199	,425	,596
BLOQUEO 1						
(s)	36,57	8,73	10,033	5,443	,683	,033

El género masculino aguanta mayor tiempo en bloqueo cerrado (<0,05) y posee mayor presión manual en dinamometría antes de realizar el entrenamiento.

En el test de suspensión no existen diferencias significativas.

3. Comparación de los resultados en grupo control y grupo experimental tras entrenamiento. (Eva2 CONTROL- Eva2 Experimental)

Tabla 3 EVALUACIÓN 2 (EXPERIMENTAL-CONTROL)

(En las tablas, los resultados significativos se muestran subrayados en color rojo.)

Pruebas	Medias		Desv. Estánd		Sig. (Bilateral)	
	Exp	Cont	Exp	Cont	Exp	Cont
DINAMOMETRÍA						
IZQ 2 <i>(kg de presión)</i>	41,47	39,09	11,696	8,775	,589	,567
DINAMOMETRÍA						
DCH 2 <i>(kg de presión)</i>	43,99	42,34	12,695	10,443	,736	,726
SUSPENSIÓN 2						
(s)	48,89	35,19	15,042	14,362	,033	,033
BLOQUEO 2						
(s)	31,65	32,57	16,181	16,161	,890	,890

El grupo experimental aguanta mayor tiempo en suspensión tras el entrenamiento que el grupo control.

4. Comparación de los resultados obtenidos en los test de dinamometría, suspensión y bloqueo antes y después del entrenamiento. (Eva1-Eva2)

Tabla 4 EVALUACIÓN 1- EVALUACIÓN 2 (EXPERIMENTAL TOTAL)

(En las tablas, los resultados significativos se muestran subrayados en color rojo.)

Pruebas	Medias		Desv. Estánd		Sig. (Bilateral)	
	Eva1	Eva2	Eva1	Eva2	Eva1	Eva2
DINAMOMETRÍA						
IZQ <i>(kg de presión)</i>	39,627	41,47	11,234	11,696	<u>,091</u>	
DINAMOMETRÍA						
DCH <i>(kg de presión)</i>	42,83	43,99	12,597	12,605	<u>,112</u>	
SUSPENSIÓN						
(s)	43,99	48,89	13,045	15,042	<u>,102</u>	
BLOQUEO						
(s)	28,56	31,65	15,744	16,181	<u>,091</u>	

No existen diferencias significativas después del entrenamiento.

5. Los resultados reflejan medias dispares, pudiendo ser debido a una muestra mixta.

Analizamos por separado el género masculino y femenino:

a) Antes y después del entrenamiento.

(Eva1-Eva2 masculino)

Tabla 5 EVALUACIÓN 1- EVALUACIÓN 2 (EXPERIMENTAL MASCULINO)

(En las tablas, los resultados significativos se muestran subrayados en color rojo.)

Pruebas	Medias		Desv. Estánd		Sig. (Bilateral)	
	Eva1	Eva2	Eva1	Eva2	Eva1	Eva2
DINAMOMETRÍA						
IZQ <i>(kg de presión)</i>	44,136	46,60	9,500	8,679	,058	
DINAMOMETRÍA						
DCH <i>(kg de presión)</i>	48,45	49,72	9,286	8,882	,179	
SUSPENSIÓN						
(s)	45,23	51,93	9,913	13,570	,073	
BLOQUEO						
(s)	36,39	40,18	9,661	7,827	,121	

Existe aumento de fuerza en DIN Izq 0,058 (<0,05)

(Eva1-Eva2 femenino)

Tabla 6 EVALUACIÓN 1- EVALUACIÓN 2 (EXPERIMENTAL FEMENINO)

(En las tablas, los resultados significativos se muestran subrayados en color rojo.)

Pruebas	Medias		Desv. Estánd		Sig. (Bilateral)	
	Eva1	Eva2	Eva1	Eva2	Eva1	Eva2
DINAMOMETRÍA IZQ <i>(kg de presión)</i>	27,22	27,38	2,915	5,091	,949	
DINAMOMETRÍA DCH <i>(kg de presión)</i>	27,35	28,22	4,196	5,174	,468	
SUSPENSIÓN (s)	40,61	40,53	21,111	17,749	,987	
BLOQUEO (s)	7,04	8,20	1,873	4,205	,565	

No existen diferencias significativas tras entrenamiento.

b) Después del entrenamiento y tras el periodo de inactividad.
(Eva2-Eva3 masculino)

Tabla 7 EVALUACIÓN 2- EVALUACIÓN 3 (EXPERIMENTAL MASCULINO)

(En las tablas, los resultados significativos se muestran subrayados en color rojo.)

Pruebas	Medias		Desv. Estánd		Sig. (Bilateral)	
	Eva2	Eva3	Eva2	Eva3	Eva2	Eva3
DINAMOMETRÍA						
IZQ <i>(kg de presión)</i>	46,60	46,85	8,679	8,699	,756	
DINAMOMETRÍA						
DCH <i>(kg de presión)</i>	49,72	51,76	8,882	10,401	,192	
SUSPENSIÓN						
(s)	51,93	46,74	13,570	9,737	,173	
BLOQUEO						
(s)	40,18	37,00	7,827	7,603	,036	

Se aguanta menor tiempo en bloqueo cerrado 0,036 (<0,05)

(Eva2-Eva3 femenino)

Tabla 8 EVALUACIÓN 2- EVALUACIÓN 3 (EXPERIMENTAL FEMENINO)

(En las tablas, los resultados significativos se muestran subrayados en color rojo.)

Pruebas	Medias		Desv. Estand		Sig. (Bilateral)	
	Eva2	Eva3	Eva2	Eva3	Eva2	Eva3
DINAMOMETRÍA IZQ <i>(kg de presión)</i>	27,38	26,95	5,091	2,253	,785	
DINAMOMETRÍA DCH <i>(kg de presión)</i>	28,22	29,22	5,174	3,775	,405	
SUSPENSIÓN (s)	40,53	35,50	17,749	13,026	,148	
BLOQUEO (s)	8,20	5,75	4,205	3,304	,013	

Se aguanta menor tiempo en bloqueo cerrado 0,013 (<0,05)

6. Comparación de los resultados obtenidos en los test de dinamometría, suspensión y bloqueo después del entrenamiento y tras el periodo de inactividad. (Eva2-Eva3)

Tabla 9 EVALUACIÓN 2- EVALUACIÓN 3 (EXPERIMENTAL TOTAL)

(En las tablas, los resultados significativos se muestran subrayados en color rojo.)

Pruebas	Medias		Desv. Estánd		Sig. (Bilateral)	
	Eva2	Eva3	Eva2	Eva3	Eva2	Eva3
DINAMOMETRÍA						
IZQ <i>(kg de presión)</i>	41,47	41,55	11,696	11,754	,915	
DINAMOMETRÍA						
DCH <i>(kg de presión)</i>	43,99	45,76	12,605	13,657	,128	
SUSPENSIÓN						
(s)	48,89	43,74	15,042	11,425	0,71	
BLOQUEO						
(s)	31,65	28,67	16,181	15,756	0,08	

Existen diferencias significativas en el test de bloqueo cerrado (se aguanta menor tiempo) 0,008 (<0,05)

7. Comparación de los resultados obtenidos en los test de dinamometría, suspensión y bloqueo de sujetos que han seguido escalando con los que no han escalado en el periodo de inactividad específica.

(Eva 3 si escalan- Eva3 no escalan)

Tabla 10 EVALUACIÓN 3 SI CONTINUARON VS NO CONTINUARON (EXPERIMENTAL-TOTAL)

(En las tablas, los resultados significativos se muestran subrayados en color rojo.)

Pruebas	Medias		Desv. Estánd		Sig. (Bilateral)	
	Eva3	Eva3	Eva3	Eva3	Eva3	Eva3
	si	no	si	no	si	no
DINAMOMETRÍA						
IZQ <i>(kg de presión)</i>	44,93	40,70	16,620	11,032	<u>,596</u>	
DINAMOMETRÍA						
DCH <i>(kg de presión)</i>	44,67	46,03	15,308	13,942	<u>,883</u>	
SUSPENSIÓN						
(s)	54,33	41,09	15,695	9,116	<u>,070</u>	
BLOQUEO						
(s)	22,00	30,33	16,371	15,876	<u>,433</u>	

No existen diferencias significativas con sujetos que no siguieron escalando.

Discusión

Justificación del método

La elección de los test se justifica por los siguientes motivos:

Simplicidad La realización del hand-grip en este estudio da grandes facilidades para obtener información objetiva en escasos minutos. Junto con el hand-grip, el test en suspensión con tabla multipresa permite facilidad de uso y explicación para poder realizar el test con escasas instrucciones y de forma rápida.

Especificidad Para la escalada deportiva, como Eva M. López Rivera⁴ afirma, los test en suspensión sobre regletas son los más específicos, junto con los bloqueos en suspensión.

Rapidez La posibilidad de realizar los tres test de forma continuada, en la misma sesión y en el mismo lugar (Pabellón Pío XII) permite agilizar la toma de datos y el trabajo de campo que conlleva el estudio. Para ello, se debió rellenar un informe del laboratorio biomédico de la Universidad de Zaragoza, para permitir transportar el dinamómetro o hand-grip a dicho lugar cada una de las sesiones de obtención de datos.

Efectividad La búsqueda de otros estudios realizados en relación a la escalada deportiva (métodos de entrenamiento⁴, aspectos fisiológicos³, análisis del movimiento en escalada^{3, 17,18}) permitió escoger de forma efectiva los test idóneos para el cometido de este estudio (aparte de otros test que no se

incluyeron por requerir una condición más específica del deporte que un deportista amateur/novel no posee)

Adaptabilidad Los presentes test tienen como objeto evaluar la condición física de los escaladores expertos. Por este motivo, teniendo presente el objetivo del estudio (escaladores noveles), los test permitían por un lado analizar los factores de rendimiento específicos del propio deporte y por otro lado, permitir la modificación del grado de intensidad de las estructuras sometidas al esfuerzo.

La utilización de profundidades de regleta, agarres de bloqueo, y test de dinamometría:

1. Algunos autores como Giles y cols. (2006)¹⁵ o Watts y cols. (2004)¹⁶ cuestionan la utilización del dinamómetro manual como herramienta específica para evaluar los agarres realizados en la escalada.

Sin embargo, la facultad no dispone de dinamómetros específicos y según España-Romero³, como puntualiza en su revisión de 2009 y apoyada por numerosos autores, esta herramienta ha sido utilizada para evaluar la fuerza de prensión manual en multitud de trabajos sobre escalada deportiva³ y nos permite obtener un valor puramente objetivo además de ser fácil y rápido.

2. La realización de este test efectuado en suspensión fue debida a la especificidad que obtenemos comparándolo con la modalidad deportiva. La evaluación de regletas se ha estado utilizando para valorar el rendimiento en la escalada deportiva, y para trabajar la fuerza y

resistencia de los músculos flexores de extremidades superiores⁴ En estudios con deportistas de alto nivel se utilizan como regletas representativas para evaluar la fuerza con lastre 15mm y la resistencia sin lastre 11 mm. Estas dimensiones son debidas a la representación mayoritaria en competiciones y vías de alta dificultad.⁴

Dado el nivel técnico de los sujetos de este estudio (nóveles) la profundidad de la regleta para realizar el test de suspensión y bloqueo no debía ser muy pequeña. De hecho, según Eva María López Rivera⁴, cuanto mayor es el nivel técnico del deportista en escalada, mayor influencia tiene en un test de suspensión con regletas pequeñas. Relación entre el tiempo en suspensión y nivel deportivo (regleta de 14 mm) A mayor nivel, mayor tiempo sobre esta profundidad.

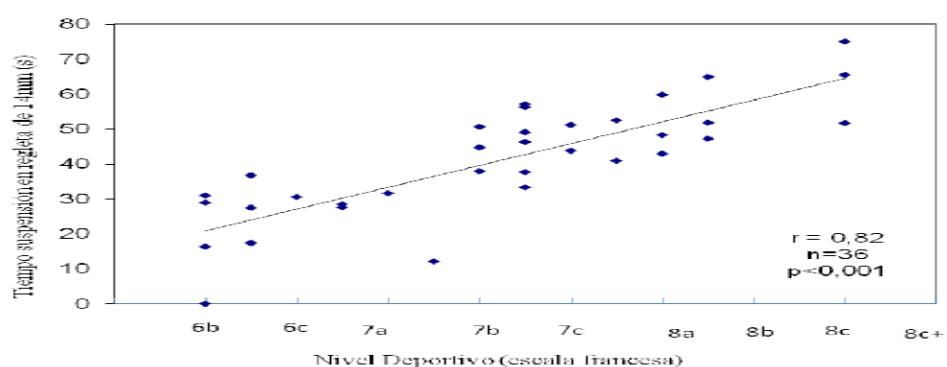


Figura 12. Relación entre tiempo de suspensión en regleta de 14 mm y nivel deportivo (grado encadenado con ensayos en los 6 meses anteriores según la escala francesa)

Ilustración VIII Influencia del tamaño de regleta en test de suspensión de dedos. Extraída de Eva María López Rivera, 2014 (Tesis doctoral)

Por otro lado, el tiempo habría sido escaso, llegando a un esfuerzo máximo o supramáximo en muy poco tiempo.

Como Eva María López Rivera⁴ ya demostró en 2014 la existencia de una tendencia lineal en relación tiempo y profundidad de regleta⁴, se decidió

escoger para este estudio una profundidad acorde al nivel de la muestra (35 mm.)

3. Los bloqueos a diferentes angulaciones son otro de los más específicos test realizados en la escalada deportiva, dada la similitud en vías de escalada¹⁷. La utilización de esta prueba con el fin de ser adaptada de nuevo a todos los participantes (tanto grupo control como experimental) fue cambiada a un esfuerzo máximo isométrico en una angulación más económica (desde un punto de vista biomecánico) sin ser modificada durante el esfuerzo. Para este test se utilizó un agarre romo de 60 mm.

Justificación de los resultados

Las personas inactivas físicamente, poseen un estado de forma que genera una dosis-respuesta al ejercicio importante. Esto quiere decir que con un volumen e intensidad relativamente bajo pueden obtener una supercompensación mayor en cuanto a su estado de rendimiento.

Por otro lado, los sujetos que componen la muestra del estudio son sujetos que frecuentemente realizan actividades físicas de gran variedad (Ilustración VIII) en

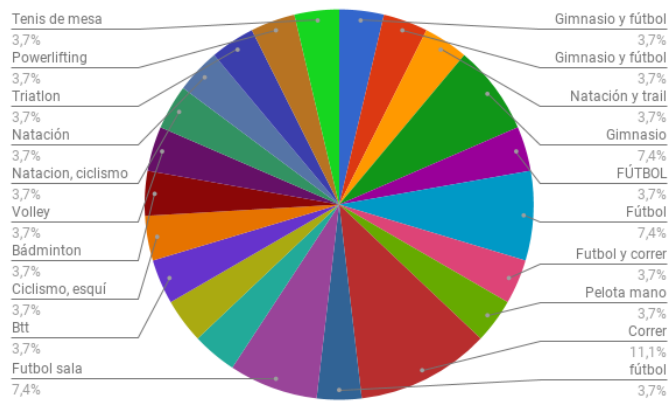


Ilustración IV Actividades físicas y deportivas practicadas en la muestra (Extraído de la encuesta)

cuanto a intensidad y volumen, de una edad comprendida entre los 18 y 30 años pertenecientes a la facultad de ciencias de la salud y del deporte. Esto sugiere una reserva actual de adaptación que dificulta una dosis-respuesta importante al ejercicio, si tenemos en cuenta el volumen e intensidad que se realiza en la asignatura “actividades físico-deportivas en la naturaleza”.

En la *Tabla 1* podemos observar que no existen diferencias entre las muestras control y experimental antes del entrenamiento, es decir, nos encontramos con una muestra en igual de condiciones frente a los test realizados. Por otro lado, en la *Tabla 2*, si se observan antes de comenzar el estudio (evaluación 1) diferencias significativas entre género masculino y femenino en las pruebas de dinamometría manual y bloqueo cerrado. Este resultado previo al entrenamiento

puede ser debido a la mayor masa muscular del género masculino, con la consecuente capacidad de manifestar mayor fuerza.

En el mes de diciembre, al comparar al grupo control con el experimental tras el entrenamiento, se analizan mejoras en la fuerza resistencia del test de suspensión de dedos con una media de hasta 8 segundos (*tabla 3*) no existiendo diferencias significativas en el bloqueo cerrado ni en la dinamometría. Como ya se ha mencionado, la dinamometría manual nos aporta el dato máximo de la presión ejercida con manos y dedos de forma aislada³ sin embargo estos resultados pueden deberse a que el nivel de fuerza requerido en la prueba de suspensión requiere una manifestación de fuerza más próxima a la utilizada escalando⁴.

En la *tabla 4* se reflejan los resultados obtenidos tras el entrenamiento en la totalidad de la muestra experimental, no existiendo diferencias significativas. Una de las causas de este resultado puede deberse a que, la programación de un entrenamiento y la posibilidad de obtener una supercompensación a través de éste, se deberá respetar factores como la reserva de adaptación, la capacidad de rendimiento actual y la exigencia de entrenamiento, como justifican González Badillo y Ribas Serna (2002)⁹ entre muchos otros. Estos factores son producto de un entrenamiento específico e individualizado con objeto de obtener un aumento del rendimiento en el deportista, objetivo no perseguido por muchos de los alumnos, puesto que la asignatura debe ser superada con unos criterios mínimos que no requieren un aumento importante del estado de forma. El entrenamiento supone una modificación de diferentes componentes clave en la línea del tiempo que permiten una mejora del estado de forma. Por las características de este periodo de tiempo que supone la asignatura, con otros

objetivos alternativos que buscan un conocimiento básico de otras disciplinas del entorno natural que envuelve al deporte de la escalada, no posee este principio básico del entrenamiento. Este puede ser otro factor que debemos tener presente a la hora de interpretar los resultados, pues la carga de entrenamiento, la frecuencia, el descanso, el volumen no son modificados de forma específica para tal destino como puede ser el aumento del rendimiento en un momento puntual.

Sin embargo, una vez analizada la muestra experimental por diferencia de género, los resultados son significativos en el test de dinamometría de mano izquierda en el género masculino (*Tabla 5*).

El aumento de fuerza absoluta en la dinamometría de mano izquierda puede ser debido a una totalidad de la muestra diestra. En el deporte de la escalada se utilizan ambas manos, requiriendo aproximadamente el mismo nivel de fuerza con ambas. La poca utilidad del miembro superior izquierdo en las acciones cotidianas puede esclarecer este resultado. Por otro lado, el género femenino no obtuvo estas mejoras en la mano izquierda (*Tabla 6*).

Tras el entrenamiento (*Tabla 4*) y separados por género (*Tabla 5 y 6*) se muestran los resultados generales de la muestra experimental sin apenas obtención de una mejora en factores específicos en escalda. Sin embargo, la vía exigida para superar la parte práctica de la asignatura ha podido ser realizada por todos los alumnos matriculados cuando al inicio del curso no eran capaces. Esto podría explicarse por el “Principio de repetición y continuidad” que permite una mejora en las capacidades coordinativas¹⁷. Obviamente, esta mejora influye

en la economía de esfuerzo que permite finalmente solventar la prueba con la misma o menor fuerza.

Por otro lado, existe la coactivación de los músculos antagonistas en la acción de escalar. Junto con el “Principio de repetición y continuidad”¹⁷, puede sumarse este factor a individuos nóveles o sin experiencia en la actividad realizada, que permite una disminución en la coactivación de los músculos antagonistas. Es un mecanismo neural que entra en acción ante la incertidumbre del movimiento a realizar. Una vez controlamos el movimiento, la coactivación disminuye mejorando la acción del agonista¹².

Tras el periodo de inactividad específica, se realiza la última evaluación en el mes de abril con el objetivo de apurar el calendario y garantizar una desadaptación de los factores de rendimiento obtenidos en el entrenamiento. Los resultados fueron significativos en capacidad de bloqueo cerrado tanto en el género masculino como en el femenino de la muestra experimental (*Tablas 7, 8,9*). La capacidad de bloqueo, según Albesa, C. & Lloveras, P. (1999).¹⁷ es de las más específicas en este deporte, pues requiere de la participación de la cintura escapular en diferentes angulaciones de ambos miembros superiores para determinadas acciones durante la escalada.

Por otro lado, en la *Tabla 3* (Diciembre) no se observaron dichas adaptaciones en el test de bloqueo cerrado, solamente en suspensión de dedos, y en la *Tabla 5* se obtuvieron mejoras en la dinamometría de mano izquierda en el género masculino.

Este paradójico resultado de obtener una desadaptación de los factores de rendimiento pero no una adaptación pueden relacionarse con una mejora

neuromuscular ya producida en la realización de los test de evaluación 1, realizados en el mes de noviembre del 2017, una vez ya había comenzado el entrenamiento (6 semanas antes).

En la *Tabla 10* finalmente, se compararon todos los resultados de evaluación 3 entre sujetos que habían continuado escalando y los que no volvieron a escalar durante los cuatro meses de inactividad por parte de la asignatura acabada en Enero. Los resultados no reflejan diferencias significativas entre las muestras. Gracias a la encuesta, este dato pudo ser obtenido para determinar cuántos días por semana los sujetos acudían al rocódromo. De la muestra experimental (15 sujetos) solamente tres mantuvieron una constancia de un día por semana como máximo. Tras el estudio presente, en el que se establecen dos sesiones semanales de una duración aproximada de hora y media cada una de ellas, no se obtuvieron grandes diferencias en el grupo experimental tras el entrenamiento. Parece determinante que la mitad de tiempo a la semana tampoco sea suficiente para conseguir grandes diferencias de fuerza frente a la muestra no escaladora si atendemos a las leyes de la supercompensación¹⁴ ya citadas.

Posibles mejoras en el estudio realizado

1. La realización de la asignatura en dos días que no hubiesen sido consecutivos podría haber aumentado el estado de forma de los sujetos, además de asegurar la importancia de recuperación en el sistema neuromuscular.
2. Realización de la evaluación 1 antes de comenzar las sesiones prácticas. La parte formativa de escalada dentro de la asignatura “actividades físico-deportivas en la naturaleza” comienza el 27 de septiembre del curso 2017. El proceso legislativo que conlleva la realización de un trabajo de fin de grado imposibilita la realización directa en septiembre de iniciar el trabajo de campo sin haber recibido el consentimiento tanto del tutor como de la comisión de garantía.

Las primeras tomas de datos se realizaron en el mes de noviembre (6 semanas después de empezar). Algunas adaptaciones de los factores específicos podrían haberse conseguido en este periodo.

Este preciso motivo fue el origen de introducir en el estudio una etapa de involución de los factores, añadiendo la evaluación 3.
3. Como se ha mencionado anteriormente³, los valores absolutos de fuerza en este deporte pueden aportar una información no del todo exacta en la ganancia o pérdida de esta. Para afinar más en los niveles de fuerza obtenidos tras cada test, se podría introducir un pesaje de cada sujeto previo a la evaluación y determinar los valores de forma relativa al peso corporal.

Limitaciones del estudio

Es indudable que la Implicación práctica en la asignatura difiere entre los intereses del alumnado (motivación, aprovechamiento de las sesiones, horas de práctica voluntaria...) Este factor es realmente externo al estudio dada la voluntariedad de participación en los test.

Por otro lado, cabe la posibilidad de obtener mejoras en los resultados debidos a un conocimiento de la prueba ya realizada. Es decir, la incertidumbre de realizar un test, puede desenfocar la atención de la persona que lo realiza por desconocimiento.

Finalmente, en la propia realización de los test específicos, pueden enturbiar los resultados por consecuencia de una menor implicación máxima, por ejemplo por miedo a lesionarse, o falta de ganas después de haberse comprometido.

Conclusión

Los resultados reflejan modificaciones en los niveles de fuerza que, analizándose mediante la utilización de test específicos para la escalada deportiva pueden vislumbrar determinadas adaptaciones al ejercicio como la **capacidad de bloqueo** y el **tiempo en suspensión de dedos**.

Se puede observar que, sin tener como objetivo la búsqueda de un estado superior de forma ni la planificación de un entrenamiento individualizado para tal fin, las prácticas realizadas en la asignatura de “Actividades físico-deportivas en la naturaleza”, generan cambios a favor de los factores de rendimiento propios de la escalada.

Referencias bibliográficas

1. Zorrilla J. Enciclopedia de la montaña. 1ª ed. Madrid: Ediciones Desnivel; 2000.
2. Macía D. Planificación del entrenamiento en escalada deportiva. 3ª ed. Madrid: Ediciones Desnivel; 2011.
3. España-Romero, V, Artero E G, Ortega F B, Jiménez-Pavón D, Gutiérrez A, Castillo M J y Ruiz J R. Aspectos fisiológicos de la escalada deportiva. *Revista Internacional de Medicina y Ciencias de la Actividad Física y el deporte [Internet]. 2009 [Citado 8 de enero de 2018]; (9): 264-298. Disponible en: <Http://cdeporte.rediris.es/revista/revista35/artescalada129.htm>*
4. López Rivera E. Efectos de diferentes métodos de entrenamiento de fuerza y resistencia de agarre en escaladores deportivos de distintos niveles. [Tesis doctoral]. Castilla La Mancha: Repositorio Universitario Institucional de recursos abiertos, Universidad de Castilla La Mancha; 2014.
5. Ilgner A. Guerreros de la roca. Entrenamiento mental para escaladores. 7ª ed. Madrid: Ediciones Desnivel; 2016.
6. Prieto Bascón MA. Habilidades motrices básicas. *Revista Digital Innovación y Experiencias Educativas [Internet]. 2010 [Citado 18 de enero de 2018]; (37): 1-10. Disponible en: <https://www.csif.es/contenido/andalucia/educacion/244714>*
7. Barbany J. Fisiología del ejercicio físico y de entrenamiento. 2ª ed. Barcelona: Paidotribo; 2002.
8. Bergua P. El techo del escalador: fuerza máxima. Escalar [Internet]. 2014 [Citado 23 Marzo 2018]; (94) : 32-36. Disponible en: <http://static.desnivel.com/docs/2014/10/06/sumario-escalar-n-94.pdf>
9. Gonzalez Badillo JJ, Ribas Serna J. *Bases de la programación del entrenamiento de fuerza. 2ª ed. Madrid: INDE; 2002.*

10. Rosa Guillamón A. Fisiología en el entrenamiento de la aptitud física muscular. Revista Digital. EFDeportes [Internet]. 2015 [Citado 24 de marzo de 2018];
11. Lopez Chicharro J, Fernandez Vaquero A. Fisiología del ejercicio. 3ª ed. Médica Panamericana; 2010.
12. Grant S, Hynes V, Whittaker A, Aitchison T. Anthropometric, strength, endurance and flexibility characteristics of elite and recreational climbers. *J Sports Sci.* 1996; 14(4): 301-309.
13. Grant S, Hasler T, Davies C, Aitchison TC, Wilson J, Whittaker A. A comparison of the anthropometric, strength, endurance and flexibility characteristics of female elite and recreational climbers and non-climbers. *J Sports Sci.* 2001; 19(7) 499-505.
14. Legaz Arrese A. *Manual de entrenamiento deportivo.* 1ª ed. Paidotribo; 2012.
15. Giles LV¹, Rhodes EC, Taunton JE. The physiology of rock climbing. *Sports Med.* 2006; 36(6) 529-45.
16. Watts, P.B. Physiology of difficult rock climbing. *Eur J Appl Physiol.* 2004; 91 (4) : 361-72
17. Albesa, C. &. (1999). *Bases para el entrenamiento de la escalada* (1ª edición ed.). Madrid: Desnivel.
18. Ana María de Benito, S. S. (2013). Análisis cualitativo de las implicaciones musculares de la escalada deportiva. *International Journal of Sport Science*, IX, 154-180.

Anexos 1 Encuesta

Dirección de correo electrónico

Nombre y apellidos

Género

Edad

Peso

Estatura

Lesiones. ¿Tiene o ha tenido lesiones que le impidan o dificulten la realización de los test realizados (en el momento en el que los realizó)?

En el caso de responder Sí en la pregunta anterior, ¿Qué tipo de lesión es la que tiene?

Actividad física y deporte. ¿Practica algún deporte o actividad física de forma continuada (fuera de las clases universitarias)?

En caso de haber respondido de forma afirmativa en la pregunta anterior, ¿Qué deporte o actividad física practica?

¿Con qué regularidad semanal? Escoja la respuesta que más se acuerde a su caso.

- Menos de 3 horas a la semana
- Entre 3 y 6 horas a la semana.

- Más de 6 horas a la semana.

Escalada. ¿Ha escalado alguna vez antes de comenzar el presente curso (2017/2018)?

En caso de haber respondido afirmativamente en la anterior pregunta, ¿con qué regularidad?

- De forma recreativa hace tiempo (Ej. una vez fuí a probar...)
- Ocasionalmente (2-3 veces al año)
- Mensualmente (1-2 veces al mes)
- Semanalmente (2-3 veces por semana)

Para finalizar con la encuesta ¿Ha continuado escalando hasta el presente curso?