



**Universidad**  
Zaragoza

Grado en Ciencias de la Actividad Física y del Deporte.

## TRABAJO FIN DE GRADO.

FACTORES DE RENDIMIENTO ASOCIADOS A LA  
ESCALADA EN ROCA: REVISIÓN SISTEMÁTICA.

PERFORMANCE FACTORS IN ROCK-CLIMBING:  
SYSTEMATIC REVIEW.

Autor:

**David Gil Gangoso.**

Tutor:

**Alejandro González de Agüero Lafuente.**

Área de Educación Física y Salud.

19 de Junio de 2020.

## **RESUMEN:**

**Introducción:** La escalada es un deporte en la naturaleza cuyo objetivo es ascender paredes de roca verticales con la ayuda de materiales de aseguramiento en su modalidad clásica. Un deporte que pretende conseguir la ejecución de movimientos muy dificultosos por lo que el papel de la preparación previa del deportista para conseguir su objetivo sin poner en riesgo su integridad física es fundamental.

**Objetivo:** El objetivo de esta revisión es resumir la literatura disponible y recoger los factores de rendimiento asociados a la escalada en roca en escaladores con variabilidad de nivel, con el fin de aportar información para poder estudiar que elementos tanto físicos como psicológicos deben tenerse en cuenta para la búsqueda del éxito en la escalada en roca.

**Material y métodos:** Se realizó una búsqueda bibliográfica hasta marzo de 2020, en las bases de datos PubMed y SportDiscus con el objetivo de incluir artículos centrados en los factores de rendimiento asociados a la escalada en roca.

**Resultados:** Se incluyeron un total de 18 estudios con una puntuación igual o superior a 5 puntos sobre 10 en la escala PEDro. Seis de los artículos mostraron beneficios en el rendimiento con relación a la mejora de factores fisiológicos. Cinco de los artículos resaltaron los grandes beneficios que aporta la economía de esfuerzo en este deporte adquirida gracias a la experiencia. Varias investigaciones mostraron los posibles beneficios de una recuperación activa en la practica de este deporte. El resto de los

estudios mostraron que la importancia de trabajar factores psicológicos antes y durante de la práctica deportiva.

**Conclusiones:** La fuerza, resistencia y fuerza explosiva del hombro, fuerza de agarre, fuerza isométrica de dedos, sistemas aeróbicos y anaeróbicos alácticos en relación con factores psicológicos entre otros han sido identificados como significativos en el rendimiento de escaladores.

**Palabras clave:** escalada en roca, rendimiento, fuerza, resistencia, fuerza explosiva, fuerza de agarre, éxito, economía de esfuerzo.

## **ABSTRACT:**

**Introduction:** Climbing is a sport in nature whose objective is to ascend vertical rock walls with the help of belaying materials in it is classic dynamics. A sport that aims to achieve the execution of very difficult movements, making the role of the athlete's prior preparation to achieve her goal without risking her physical integrity.

**Objective:** The objective of this review is to summarize the available literature and collect the performance factors associated with rock climbing in climbers with level variability, in order to provide information to be able to study both the physical and psychological elements. for the pursuit of success in rock climbing.

**Material and methods:** A bibliographic search was carried out until March 2020, in the PubMed and SportDiscus databases with the aim of including articles focused on the performance factors associated with rock climbing.

**Results:** A total of 18 studies with a score equal to or greater than 5 points out of 10 on the PEDro scale were included. Six of the benefit articles yield benefits in relation to the improvement of physiological factors. Five of the articles highlighted the great benefits of effort economy in this sport acquired thanks to experience. Several investigations have detected the possible benefits of an activated recovery in the practice of this sport. The rest of the studies experienced the importance of working psychological factors before and during sports practice.

**Conclusions:** Shoulder strength, endurance and explosive strength, grip strength, isometric finger strength, aerobic and anaerobic alactic systems in relation to

psychological factors among other factors have been identified as significant in the performance of climbers.

**Key words:** rock climbing, performance, strength, endurance, explosive strength, grip strength, success, effort economy.

## **ÍNDICE:**

<b>1. INTRODUCCION.....</b>	<b>7</b>
<b>2. MATERIAL Y METODOS.....</b>	<b>10</b>
<b>2.1 FUENTES DE INFORMACION Y ESTRATEGIAS DE BUSQUEDA</b>	<b>11</b>
<b>2.2 CRITERIOS DE INCLUSIÓN.....</b>	<b>11</b>
<b>2.3 CRITERIOS DE EXCLUSION:.....</b>	<b>12</b>
<b>2.4 RESUMEN DE LA BUSQUEDA:.....</b>	<b>13</b>
<b>3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN:.....</b>	<b>14</b>
<b>3.1 FACTORES DE RENDIMIENTO ASOCIADOS A LA ESCALADA.</b>	<b>14</b>
<b>4. CONCLUSION:.....</b>	<b>21</b>
<b>5. BIBLIOGRAFIA:.....</b>	<b>23</b>
<b>6. ANEXOS:.....</b>	<b>27</b>

## **INTRODUCCIÓN:**

El alpinismo nació hacia 1800, siendo bautizado después de los Alpes, sistema montañoso de Europa y la escalada forma parte de este. Escaladores británicos comenzaron a escalar pequeñas caras de diversas montañas en Gran Bretaña con la idea de entrenar para pasar sus vacaciones en los Alpes. Así comenzó a conocerse la escalada deportiva (Oxlade, 2004).

“La Enciclopedia de la Montaña” de Juan José Zorrilla, (Zorrilla, 2000) describe los primeros inicios de las actividades en montaña, en los que el ser humano centraba su existencia en la supervivencia y la búsqueda de refugio y alimento con las primeras ascensiones en el macizo de Los Alpes siendo el Dr. Gabriel Paccard y su guía Jacques Balmat en el año 1786 la ascensión al Mont Blanc como la “primera actividad montañista”. La época dorada del montañismo se alargó hasta finales del siglo XIX, donde la montaña se rodeaba de diversos intereses; científico, geográfico y político debido al enorme reconocimiento de la aristocracia al completar dichas aventuras y llegando a aparecer la profesión del guía. La famosa ascensión con trágico descenso al Cervino en 1865 liderada por Edward Whymper supuso el fin de la época dorada pero un inicio hacia la búsqueda del reto y la dificultad que dieron lugar a la escalada que conocemos hoy en día. A partir de entonces se comienza a generalizar el uso de material de seguridad, pero también se empiezan a desarrollar otros estilos con el surgimiento de la escalada libre en los años 20 o las vías verticales y directas características de los años 30. Tras el parón de actividades causado por la Segunda Guerra Mundial, Pierre Alain comercializa los primeros pies de gato, propiciando un inimaginable progreso en la escalada de grandes paredes que continuaría en los 60 con la aparición de los primeros seguros fijos que aunque provocaron un enorme juicio ético entre los escaladores mientras que en los bosques de Fontainebleau nacía una nueva modalidad, el Boulder, en el que se

completaban vías de poca altura en las que no era necesario el uso de cuerda. Los años 70 suponen el máximo esplendor de Yosemite considerándose epicentro mundial de la escalada con la aparición del elemento de seguridad “friend” de la mano de Ray Jardine que supuso el reconocimiento de la escalada como “algo mas que un deporte”.

En España, fue Manuel Martínez “Musgaño” en La Cabrera, 1979, el primer 7a del país encadenando “Metamorfosis”. El mismo año Tony Yaniro encadeno “Grand Ilusion”, el primer 8a de la historia, California.

Actualmente continua la búsqueda del “más difícil todavía” aunque parece que el máximo de dificultad alcanzable esta muy cerca tras el encadenamiento del primer y único 9c del mundo por Adam Ondra, Silence, en una cueva noruega de Flatanger.

La escalada es un deporte en la naturaleza cuyo objetivo es ascender paredes de roca verticales con la ayuda de materiales de aseguramiento en su modalidad clásica. Además, presenta numerosas modalidades en las que se observa una variabilidad del terreno, las técnicas utilizadas y el material necesario para ascender con seguridad. Hablamos de un deporte que pretende conseguir la ejecución de movimientos muy dificultosos por lo que el papel de la preparación previa del deportista para conseguir su objetivo sin poner en riesgo su integridad física.

Dicha dificultad viene determinada por escalas graduales debido a la progresión de la escalada y el reconocimiento de rutas mas difíciles, surgió la necesidad de establecer una escala de clasificación para cuantificar los niveles de dificultad (Phillips et al., 2012). Dicho grado dependerá de tanto de la dificultad técnica, como la fuerza, potencia, resistencia, flexibilidad y compromisos necesarios para completar una vía como son la

escala V característica en Estados Unidos para Boulder mientras que la utilizada para las técnicas tradicionales deportivas y de escalada en cuerda superior es el Sistema Decimal Yosemite (YDS). Aunque las escalas de calificación suelen ser exclusivas de cada país, existen conversiones de tal manera que se pueda identificar cualquier vía.

Esta modalidad deportiva tiene demandas psicomotoras (Mermier et al., 2000) y a su vez psicológicas (Sánchez et al., 2010) en la que se deben optimizar la fuerza, la potencia, la resistencia, la flexibilidad, el equilibrio y el control neuromuscular para conseguir el máximo rendimiento (Phillips et al., 2012). Aunque también influyen aspectos cognitivos en relación con las diferentes capacidades que puede desarrollar un escalador para analizar una superficie y en función de esta saber como planificar una estrategia que provoque una optimización de la economía de esfuerzo (Tomaszewski et al., 2011; Sánchez et al., 2010; Draper et al., 2011) en sus trabajos estudiaron estos factores con el objetivo de averiguar las posibles matrices con el rendimiento.

La escalada en roca es un deporte cada día más popular en el mundo, ya que una misma modalidad nos ofrece una cara recreativa y otra competitiva (Woollings et al. 2015). Además, tal y como comenta Cole et al. (2020) se trata de un deporte que cada día adquiere nuevos seguidores. Su mediatización mundial generada a consecuencia de los fallidos juegos de 2020 debido a la pandemia actual que vivimos han posicionado a esta modalidad deportiva en el centro de todas las miradas al ser una disciplina nueva y atractiva para los amantes de la naturaleza y los deportes de riesgo.

Por todo ello, existe una importante necesidad por parte de los profesionales de la fuerza y el acondicionamiento de la comprensión de los componentes básicos de la escalada

incluyendo demandas fisiológicas, su terminología y el estudio de las teorías para desarrollar programas de entrenamiento especializados con el objetivo de mejorar el rendimiento en la escalada además de reducir el riesgo de lesiones (Phillips et al., 2012).

## **MATERIAL Y MÉTODOS:**

### FUENTES DE INFORMACION Y ESTRATEGIAS DE BUSQUEDA

Para la búsqueda de artículos que se incluyen en la investigación se ha seguido una metodología para informar revisiones sistemáticas y metaanálisis de estudios que evalúan intervenciones de atención médica (PRISMA) (Liberti et al, 2009). Además, se aplicó una herramienta para evaluar la calidad de los artículos a través de la escala PEdro (*Tabla 1.*) para estudios longitudinales.

Las bases de datos utilizadas para la recopilación de artículos fueron las bases de datos PubMed y SportDiscus concluyendo la búsqueda en marzo de 2020.

Se utilizaron dos tipos de búsqueda diferente con el objetivo de encontrar el máximo volumen de artículos relacionados con el tema. En PubMed la estrategia de búsqueda fueron las palabras claves “*Rock climbing*” y “*performance*” combinados con el operador booleano AND, sin embargo, debido bajo volumen de artículos seleccionados se decidió eliminar el operador booleano con el objetivo de aumentar dicha cifra y combinar ambas búsquedas. El mismo procedimiento se llevo a cabo en la base de datos SportDiscus añadiendo el filtro “*free full text*”. Los resultados de ambas búsquedas se pueden observar en la *figura 1.* a través de un diagrama de flujo.

### CRITERIOS DE INCLUSIÓN

- Tipo de estudio: se incluyeron tanto estudios longitudinales como trasversales pues el objetivo de dicha búsqueda estuvo determinado por recopilar estudios en

que pudiesen ofrecer información en relación con factores de rendimiento asociados a la escalada en roca.

- Tipo de intervención: Estudios que analicen los efectos de un programa de entrenamiento con el objetivo de averiguar que factores debe desarrollar un deportista para potenciar su rendimiento en la escalada en roca sin tener en cuenta duración, intensidad ni volumen del grupo determinado.
- Tipo de participantes: Adultos con una experiencia mínima de dos años en esta modalidad deportiva.
- Tipos de resultados medidos: factores de rendimiento aplicables a nivel físico como la fuerza de agarre o la recuperación, pero además factores a nivel psicológico como la experiencia o la percepción del riesgo.

#### CRITERIOS DE EXCLUSION:

- Estudios que incluyan animales.
- Estudios en menores de edad.
- Estudios que incluían deportes diferentes a la escalada en roca.
- Estudios no concluyentes
- Revisiones sistemáticas o metaanálisis.

## RESUMEN DE LA BUSQUEDA:

En dicha búsqueda se encontraron un total de 356 artículos potencialmente relevantes. Se eliminaron 43 artículos repetidos y tras la lectura de títulos y resúmenes se redujo el número a 59 artículos potencialmente relevantes. Una vez aplicados los criterios de elección la cifra disminuyó a los 18 artículos finalmente incluidos en la revisión.

## **RESULTADOS Y DISCUSIÓN:**

La *Tabla2.* resume los estudios con relación a factores de rendimiento asociados a la escalada en roca, que han sido incluidas en la presente revisión. Los resultados se han presentado en relación del tipo de parámetro que se estudia detallando las diferentes características que se presenten en cada investigación con el objetivo de proporcionar la información de forma clara y detallada.

Los estudios incluidos en esta revisión han sido sometidos a una evaluación de calidad metodológica de los estudios a través de la escala PED-ro-Español. Dicha escala basada en la lista Delphi pretende ayudar a identificar con cierta rapidez aquellos ensayos clínicos aleatorizados que tienen suficiente validez interna y a su vez que posean una cantidad suficiente de información estadística necesaria para valorar sus resultados y que estos puedan ser interpretables y se comprobó que cumplieron con los mínimos (*Tabla1.*).

### **FACTORES DE RENDIMIENTO ASOCIADOS A LA ESCALADA.**

Gran parte de los estudios incluidos en esta revisión destacan por el estudio de un perfil antropométrico idóneo en busca del rendimiento en la escalada en roca (MacKenzie et al., 2019; Magiera et al., 2013; Russum., 1989), es decir, la adquisición de unas determinadas características en la condición física del escalador le proporcionarán las llaves del éxito con vistas a aumentar el rendimiento en dicha disciplina deportiva. Es el caso del estudio de (MacKenzie et al., 2019) en el cual se aplicaron 47 variables del rendimiento a 77 escaladores con un nivel de escalada entre V y 8a en la escala francesa. Los resultados determinaron que las características a desarrollar para la progresión

continua y el éxito en la escalada en roca se basaban en la resistencia, la fuerza explosiva y la resistencia a la fuerza explosiva del hombro. Acompañado de la fuerza de manos, dedos, tronco y hombro. Por último, hace referencia a la importancia del equilibrio y la capacidad aeróbica. Siguiendo la misma línea de trabajo que hemos comentado (Magiera et al., 2013) estableció en su estudio 43 variables a examinar incluyendo características somáticas, de aptitud física específica, de coordinación, referentes a la potencia aeróbica, a las habilidades técnicas y tácticas y al rendimiento operativo encadenando y encadenando a vista. A diferencia con el trabajo de (MacKenzie et al., 2019) esta vez con escaladores de un nivel superior lo que supuso a la revisión una variabilidad en las características en función del nivel o en otros casos del mínimo nivel exigido para la inclusión en dichos estudios, sin embargo, los tomaremos como puntos de referencia. Por lo tanto, (Magiera et al., 2013) determinó que el 77% de la capacidad de rendimiento en ambos dos estilos que hemos comentado dependen de la fuerza máxima de dedos, la resistencia mental, la técnica de escalada, la resistencia isométrica de los dedos, el número de errores junto con el tiempo de reacción, la longitud del brazo y el consumo de oxígeno durante el trabajo del brazo en el umbral anaeróbico.

Encontramos en ambos autores aspectos comunes que seguiremos viendo a lo largo de la revisión de todos los estudios. Un estudio que sigue la misma línea de determinar las características físicas y fisiológicas asociadas a la habilidad de la escalada (Russum., 1989). En este caso cuarenta escaladores de variado nivel, aunque siendo mínimo escaladores en “red point”, es decir, finalizar una vía de primero sin caer o ayudarse de la cuerda para descansar, se sometieron a diversas pruebas incluyendo medidas de fuerza, antropométricas, composición corporal, metabolismos energéticos y pruebas de esfuerzo que establecieron diferencias significativas en 3 variables que representan el 45,3% de las variables entre los grupos de nivel establecido. La fuerza de hombro, el peso corporal

y la fuerza de agarre ya que se encontraron diferencias significativas en la grasa relativa, el índice de grasa y la fuerza de agarre y hombro.

Se observa una tendencia en los estudios con esta estructura. En el caso de (Magiera et al., 2013, Russum., 1989) ambos son estudios realizados en un mismo día en los que llegaron a conclusiones similares en la relación del desarrollo de la fuerza de agarre o de hombro con el rendimiento en la escalada a pesar de los años. El estudio de (MacKenzie., 2019) además, determinó el 50% de las variables analizadas comunes en hombres y el 20% en mujeres.

Resulta fundamental el reconocer variables antropométricas o la idea de una aptitud física específica en el progreso al éxito de la escalada, pero el trabajo de (Tomaszewski et al., 2011) también determinó lo ya planteado anteriormente por (Sánchez & Torregrosa., 2005), la idea que la escalada es una disciplina deportiva con características diferenciadas en resultado (posición final y caídas) y la ejecución (gestión de la propia vía o el riesgo y esfuerzo) del escalador que se pueden estudiar de forma conjunta o separada y que dependen de parámetros como la habilidad de memorizar o la capacidad de mantener un nivel óptimo de autoconfianza y autocontrol ayuda a conseguir un rendimiento superior. En su investigación a 21 hombres varones además de analizar diversas variables similares a las de los trabajos de (MacKenzie et al., 2019; Magiera et al., 2013 o Russum., 1989), las compararon con los datos de 165 sujetos no entrenados ni practicantes de escalada llegando a la conclusión de que el éxito en la escalada no está únicamente relacionado con variables antropométricas o fisiológicas propias, si no que es el resultado de una interacción compleja de factores fisiológicos y psicoemocionales en el que la baja masa corporal, el porcentaje de grasa corporal, la estatura y la puntuación alta en el índice *Ape* podrían considerarse positivos para el rendimiento deportivo en la escalada.

Los factores psicológicos como la autoconfianza, la motivación, el control emocional o la concentración afectan a la hora de la práctica deportiva (Tomaszewski et al., 2011; Sánchez et al., 2010; Draper et al., 2011) en sus investigaciones abordaron estos factores para investigar las posibles relaciones con el rendimiento.

(Sánchez et al., 2010) estudió los estados psicológicos anteriormente mencionados y el rendimiento previo a la competición, es decir, la relación de los estados psicológicos previos a una competición con los resultados posteriormente obtenidos en 19 escaladores de élite. Se identificaron a los estados psicológicos que preceden a la escalada un factor importante para determinar el éxito, en especial la ansiedad somática precompetitiva ya que se observó que los escaladores exitosos son más lentos, aunque no necesariamente más fluidos que los no exitosos. Otra investigación (Draper et al., 2011) realizó una evaluación psicológica analizando la fatiga, vigor, ira, depresión y tensión, pero también la ansiedad somática, cognitiva y la confianza en uno mismo. Sin embargo, en este caso y a diferencia del trabajo de (Sánchez et al., 2010) se hace referencia a la autoconfianza previa ya que a una mayor experiencia se experimenta una mayor autoconfianza a la hora de comenzar a escalar. Este concepto junto con los beneficios de una técnica y táctica depurada suponen un menor estrés fisiológico lo que se traduce en una mayor probabilidad de éxito.

La experiencia podría ser otro factor de rendimiento si la asociamos a una mejora en la economía de esfuerzo. Varios estudios (Bertuzzi et al., 2007; Bailey et al., 2019) o el ya mencionado (Draper et al., 2011) así lo consideran, sin embargo, llegaron a la misma conclusión mediante la medición de distintos parámetros. En el caso de (Bertuzzi et al., 2007) se estudió la influencia del estado de entrenamiento en base a la dificultad de la ruta y al rendimiento tanto aeróbico como anaeróbico de la parte superior del cuerpo se diferenciaron escaladores recreativos y escaladores de elite situando a la economía de

esfuerzo frente a al metabolismo energético siendo los sistemas aeróbicos y anaeróbicos alácticos los principales sistemas de energía requeridos. Otra investigación que sopesa similares conclusiones (Bailey et al., 2019) investigó la influencia de los estados mentales en el rendimiento de la escalada mediante la electroencefalografía implantada mediante auriculares estudiando variables como la concentración, motivación, ansiedad y atención interna determinando que la experiencia juega un papel muy importante ya que los escaladores con mayor nivel de dificultad pasan mas tiempo en la zona de alta motivación y atención interna y menos en la zona alta de ansiedad y concentración ya que, además, estos escaladores mas experimentados permanecen mas relajados por lo que hacen frente a los factores estresantes de una manera mas efectiva que los menos experimentados.

En cuanto a la recuperación encontramos cuatro artículos (Draper et al., 2006; Heyman et al., 2009; Valenzuela et al., 2015; Watts et al., 2000) afirman la influencia positiva de varios métodos de recuperación para la optimización del rendimiento en la escalada. Uno de ellos (Watts et al., 2000) trató de evaluar tanto el consumo de oxígeno durante y después de completar una vía difícil como de evaluar el efecto de la recuperación activa frente a la pasiva a través de medidas de lactato y de evaluar la fuerza de agarre en manos afirmando que el ejercicio de baja intensidad con las piernas provoca una reducción del lactato acumulado en sangre dentro de los 20 minutos posteriores a una escalada intensiva pero que su efecto sobre el rendimiento en la escalada posterior es desconocido. Los trabajos de (Draper et al., 2006; Heyman et al., 2009; Valenzuela et al., 2015). En especial uno, (Draper et al., 2006) examina los beneficios de una recuperación activa de corta duración para poder repetir varios intentos en una vía de escalada. Propuso dos minutos de recuperación activa caminando a un ritmo rápido pero moderado o dos minutos de recuperación pasiva tras haber completado 5 vías mediante mediadas de lactato en sangre tanto en el post calentamiento, tras dos minutos de recuperación después de cada subida

como 5 minutos después de la última subida. En este caso si se determinó que una recuperación activa de corta duración de estas características proporciona beneficios para intentos posteriores. También otras dos investigaciones (Heyman et al., 2009; Valenzuela et al., 2015) investigaron el efecto de la recuperación desde varios puntos de vista. Por ejemplo, (Heyman et al., 2009) comprobó los efectos de 4 métodos de recuperación (Recuperación pasiva, recuperación activa, electro estimulación e inmersiones en agua fría) situando al ciclismo como método de recuperación activa y las inmersiones en agua fría pueden mejorar la capacidad del escalador para recuperar el estado de trabajo adecuado, mientras tanto (Valenzuela et al., 2015) acentúa en la recuperación activa a importancia de realizar un ejercicio específico para el deporte en lugar de permanecer estáticos o caminar.

Luego se encontraron diferentes investigaciones en las que las conclusiones fueron diversas. Un estudio (Dehyle et al., 2015) se diseñó para reducir de manera equitativa e individual la capacidad de trabajo de cada grupo muscular mediante la imposición de un ejercicio en el que el escalador aísla el 25 % de la contracción isométrica voluntaria máxima antes del ejercicio encontraron diferencias significativas en los datos de los flexores de los dedos y los flexores del codo que pueden tener relación con varios estudios que analizan variables similares (MacKenzie et al., 2019; Magiera et al., 2013; Russum., 1989) u otro estudio que desarrolló el rendimiento de los flexores de los dedos (Phillips et al., 2017) aplicando a 12 escaladores temperaturas ambiente fría a 10 grados o una temperatura neutral de 24 al realizar contracciones voluntarias máximas. Dichos autores declaran que una exposición a 10 grados durante 30 segundos no perjudica a la fuerza máxima y, además, mejora la resistencia muscular por lo que consideran la termorregulación para la mejora del rendimiento en escalada. A su vez, otro estudio (Ezzy et al., 2018) también acuñó al desarrollo de la fuerza de dedos como búsqueda del

rendimiento en la escalada tras analizar perfiles antropométricos, la fuerza muscular, resistencia muscular y flexibilidad añadiendo también la idea de dedicar aproximadamente una dedicación semanal no inferior a 14 horas si buscamos el rendimiento. Otro trabajo (Mermier et al., 2000) también determinó sus variables del rendimiento de forma similar alentando al desarrollo de la fuerza y resistencia muscular además de la fuerza explosiva, pero sin hacer referencia a los valores antropométricos que encontrábamos en trabajos de similares características (MacKenzie et al., 2019; Magiera et al., 2013; Russum., 1989).

En otra ocasión y volviendo a hacer referencia a estudios que hacen relacionados con la recuperación (Draper et al., 2006; Heyman et al., 2009; Valenzuela et al., 2015; Watts et al., 2000) se incluyó un estudio (Macleod et al., 2007) haciendo referencia a la reoxigenación muscular durante las fases de descanso al aplicar una tarea específica en comparación con un grupo control tomando como relación la resistencia isométrica de los dedos.

Por último, un estudio (Draper et al., 2009) hizo referencia a la capacidad de articulaciones en mayor o menor medida de realizar movimiento buscando una mayor amplitud posible, es decir, la flexibilidad. Realizó dos experimentos variando el número y experiencia o nivel de los escaladores a través de cuatro pruebas específicas determinando una relación entre la flexibilidad y la capacidad de escalar por lo que la flexibilidad puede ser según estos autores un determinante significativo del rendimiento en escaladores.

## **CONCLUSIÓN:**

A pesar de la extensa variabilidad de la evidencia científica encontrada se han identificado estudios afines para poder concluir que los factores de rendimiento asociados a la escalada en roca dependen considerablemente de la adquisición de unas determinadas características en la condición física del escalador como son la resistencia, fuerza explosiva y resistencia a la fuerza explosiva de hombro, sistemas aeróbicos y anaeróbicos alácticos, peso corporal, resistencia isométrica de dedos, fuerza de manos, dedos, tronco, sus flexores que configuren a escalador en un perfil con bajo porcentaje de masa corporal y de grasa con cierta influencia en la relación longitud, brazo, altura. Además, estas demandas no vienen únicamente demandadas por un estado físico elevado si no que es necesario el mantenimiento de un estado mental acorde con el físico para que la interacción de los factores fisiológicos junto a los psicoemocionales sea fructífera. La ansiedad somática o la disminución del estrés pueden tenerse en consideración para determinar el éxito en la escalada.

La experiencia juega un papel fundamental en la búsqueda del rendimiento de la escalada influenciando la autoconfianza del deportista y en la que en ocasiones se sitúa a la economía de esfuerzo frente al desarrollo de los metabolismo energéticos ya que se ha comprobado que la experiencia en escaladores produce mantener a estos deportistas en zonas de alta motivación y atención interna, dejando fluir su escalada lejos de factores emocionales adversos como la alta intensidad o el exceso de concentración siempre más presentes en la iniciación de esta modalidad.

Por último, gran parte de la evidencia científica centraba su investigación en la recuperación del escalador. La recuperación activa de corta duración puede ser

beneficiosa en intentos posteriores, junto con el ciclismo e inmersiones en agua fría llegando a mejorar la capacidad del escalador para recuperar. Dichos ejercicios de baja intensidad con las piernas pueden provocar una reducción del lactato acumulado en sangre tras una escalada exigente pero su efecto sobre el rendimiento posterior es incierto ya que también se considera un mayor beneficio con la realización de ejercicios específicos de este deporte durante la recuperación activa.

En futuras investigaciones sería recomendable la utilización de grupos control o la diferenciación por niveles de escalada preestablecidos con el objetivo de poder comparar los resultados de una manera más efectiva, pudiendo realizar varias repeticiones para observar la variabilidad de los resultados.

La escalada es punto de encuentro deportivo entre la mente y el cuerpo en un escenario con incertidumbre en la que influyen factores mentales además de físicos hacen necesaria la continua y reiterada investigación en busca de la mejora del rendimiento.

## **BIBLIOGRAFÍA:**

- Bailey, A., Hughes, A., Bullock, K., & Hill, G. (2019). A Climber's Mentality: EEG Analysis of Climbers in Action. *Journal of Outdoor Recreation, Education & Leadership*, 11(1), 53–69.
- Bertuzzi, R. C., Franchini, E., Kokubun, E., & Kiss, M. A. (2007). Energy system contributions in indoor rock climbing. *European journal of applied physiology*, 101(3), 293–300.
- Cole, K. P., Uhl, R. L., & Rosenbaum, A. J. (2020). Comprehensive Review of Rock-Climbing Injuries. *The Journal of the American Academy of Orthopaedic Surgeons*, 10.5435/JAAOS-D-19-00575. Advance online publication.
- Deyhle, M. R., Hsu, H. S., Fairfield, T. J., Cadez-Schmidt, T. L., Gurney, B. A., & Mermier, C. M. (2015). Relative Importance of Four Muscle Groups for Indoor Rock-Climbing Performance. *Journal of strength and conditioning research*, 29(7), 2006–2014.
- Draper, N., Dickson, T., Fryer, S., & Blackwell, G. (2011). Performance differences for intermediate rock climbers who successfully and unsuccessfully attempted an indoor sport climbing route. *International Journal of Performance Analysis in Sport*, 11(3), 1.
- Draper, N., Bird, E. L., Coleman, I., & Hodgson, C. (2006). Effects of Active Recovery on Lactate Concentration, Heart Rate and RPE in Climbing. *Journal of sports science & medicine*, 5(1), 97–105.

- Ezzy, A. C., Hagstrom, A. D., Shorter, K. A., & Gray, A. J. (2018). Anthropometric, Strength, Climbing and Training Characteristics That Predict Outdoor Rock-Climbing Performance. *Journal of Australian Strength & Conditioning*, 26(4), 7–15.
- Heyman, E., De Geus, B., Mertens, I., & Meeusen, R. (2009). Effects of Four Recovery Methods on Repeated Maximal Rock-Climbing Performance. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 41(6), 1303–1310.
- Liberati, A., Altman, D. G., Tetzlaff, J., Mulrow, C., Gøtzsche, P. C., Loannidis, J. P., & Moher, D. (2009). The PRISMA statement for reporting systematic reviews and meta-analyses of studies that evaluate health care interventions: explanation and elaboration. *PLoS medicine*, 6(7), e1000100.
- MacKenzie, R., Monaghan, L., Masson, R. A., Werner, A. K., Caprez, T. S., Johnston, L., & Kemi, O. J. (2019). Physical and Physiological Determinants of Rock Climbing. *International journal of sports physiology and performance*, 1–12.
- Magiera, A., Rocznik, R., Maszczyk, A., Czuba, M., Kantyka, J., & Kurek, P. (2013). The structure of performance of a sport rock climber. *Journal of human kinetics*, 36, 107–117.

- MacLeod, D., Sutherland, D. L., Buntin, L., Whitaker, A., Aitchison, T., Watt, I., Bradley, J., & Grant, S. (2007). Physiological determinants of climbing-specific finger endurance and sport rock climbing performance. *Journal of sports sciences*, 25(12), 1433–1443.
- Mermier, C. M., Janot, J. M., Parker, D. L., & Swan, J. G. (2000). Physiological and anthropometric determinants of sport climbing performance. *British journal of sports medicine*, 34(5), 359–366.
- Oxlade, C. (2004). *Rock Climbing*. Minneapolis, Estados Unidos, Lerner sports.
- Phillips, K., Noh, B., Gage, M., & Yoon, T. (2017). The effect of cold ambient temperatures on climbing-specific finger flexor performance. *European journal of sport science*, 17(7), 885–893.
- Phillips, K. C., Sassaman, J. M., & Smoliga, J. M. (2012). Optimizing Rock Climbing Performance Through Sport-Specific Strength and Conditioning. *Strength & Conditioning Journal* (Lippincott Williams & Wilkins), 34(3), 1–18.
- Russum, W. (1991). Physiological determinants of rock-climbing ability.
- Sanchez, X., Boschker, M. S., & Llewellyn, D. J. (2010). Pre-performance psychological states and performance in an elite climbing competition. *Scandinavian journal of medicine & science in sports*, 20(2), 356–363.

Sánchez, X & Torregrosa, M. El papel de los factores psicológicos en la escalada deportiva: un análisis cualitativo. *Revista de psicología del deporte*, Vol. 14, Núm. 2 (2005), p. 177-194.

Tomaszewski, P., Gajewski, J., & Lewandowska, J. (2011). Somatic profile of competitive sport climbers. *Journal of human kinetics*, 29, 107–113.

Valenzuela, P. L., de la Villa, P., & Ferragut, C. (2015). Effect of Two Types of Active Recovery on Fatigue and Climbing Performance. *Journal of Sports Science & Medicine*, 14(4), 769–775.

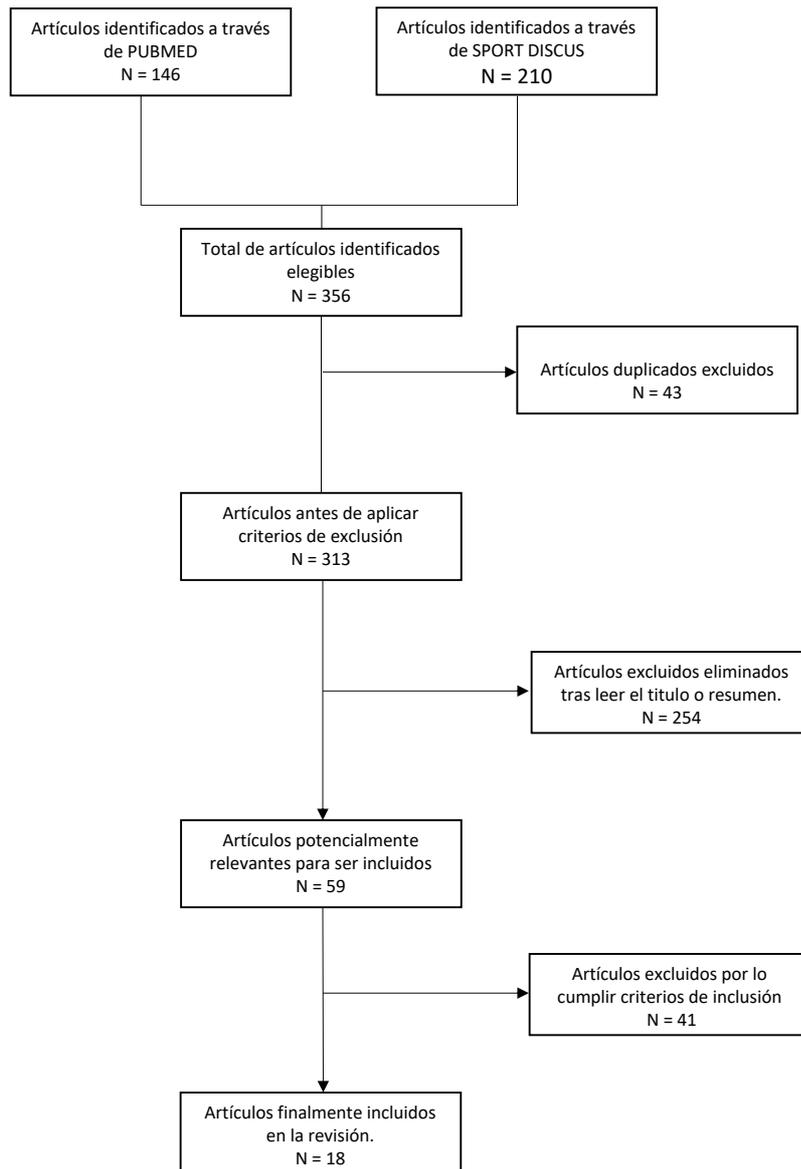
Watts, P. B., Daggett, M., Gallagher, P., & Wilkins, B. (2000). Metabolic response during sport rock climbing and the effects of active versus passive recovery. / Reponse metabolique lors de l'escalade et effets de la recuperation active par rapport a la recuperation passive. *International Journal of Sports Medicine*, 21(3), 185–190.

Woollings, K. Y., McKay, C. D., & Emery, C. A. (2015). Risk factors for injury in sport climbing and bouldering: a systematic review of the literature. *British journal of sports medicine*, 49(17), 1094–1099.

Zorrilla, JJ. (2000). *Enciclopedia de la montaña*, Madrid, España. Ediciones Desnivel.

## ANEXOS:

Figura 1. Diagrama de flujo de los estudios seleccionados.



**Tabla1.** Evaluación de la calidad de los estudios. [SI (S); NO (N); Otros (O) ]

ITEMS	Mackenzie et al. 2019		Deyhle et al 2015		Magiera et al 2013		Phillips et al 2017		Macleod et al 2007		Mermier et al 2000		Sanchez et al 2010	
	S	N	S	N	S	N	S	N	S	N	S	N	S	N
Los criterios de elección fueron especificados	X		X			X			X		X		X	
Los sujetos fueron asignados al azar a los grupos (en un estudio cruzado, los sujetos fueron distribuidos aleatoriamente a medida que recibían los tratamientos)		X		X		X		X		X		X		X
La asignación fue oculta		X		X		X		X		X		X		X
Los grupos fueron similares al inicio en relación a los indicadores de pronóstico más importantes	X		X		X		X		X		X			
Todos los sujetos fueron cegados		X		X		X		X		X		X		X
Todos los terapeutas que administraron la terapia fueron cegados		X		X		X		X		X		X		X
Todos los evaluadores que midieron al menos un resultado clave fueron cegados		X		X		X		X		X		X		X
Las medidas de al menos uno de los resultados clave fueron obtenidas de más del 85% de los sujetos inicialmente asignados a los grupos	X		X		X		X		X		X		X	
Se presentaron resultados de todos los sujetos que recibieron tratamiento o fueron asignados al grupo control, o cuando esto no pudo ser, los datos para al menos un resultado clave fueron analizados por "intención de tratar"	X		X		X		X		X		X		X	
Los resultados de comparaciones estadísticas entre grupos fueron informados para al menos un resultado clave	X		X		X		X		X		X		X	
El estudio proporciona medidas puntuales y de variabilidad para al menos un resultado clave	X		X		X		X		X		X		X	

**Tabla 1.** Evaluación de la calidad de los estudios. [SI (S); NO (N); Otros (O) ]

ITEMS	Bertuzzi et al 2007		Tomaszewski et al 2011		Draper et al 2006		Ezzy et al 2018		Heyman et al 2009		Heyman et al 2010		Heyman et al 2011		
	S	N	O	S	N	O	S	N	O	S	N	O	S	N	O
Los criterios de elección fueron especificados	X			X			X		X				X		
Los sujetos fueron asignados al azar a los grupos (en un estudio cruzado, los sujetos fueron distribuidos aleatoriamente a medida que recibían los tratamientos)		X		X		X		X		X		X		X	
La asignación fue oculta		X		X		X		X		X		X		X	
Los grupos fueron similares al inicio en relación a los indicadores de pronóstico más importantes	X			X		X		X		X		X		X	
Todos los sujetos fueron cegados		X		X		X		X		X		X		X	
Todos los terapeutas que administraron la terapia fueron cegados		X		X		X		X		X		X		X	
Todos los evaluadores que midieron al menos un resultado clave fueron cegados		X		X		X		X		X		X		X	
Las medidas de al menos uno de los resultados clave fueron obtenidas de más del 85% de los sujetos inicialmente asignados a los grupos	X			X		X		X		X		X		X	
Se presentaron resultados de todos los sujetos que recibieron tratamiento o fueron asignados al grupo control, o cuando esto no pudo ser, los datos para al menos un resultado clave fueron analizados por "intención de tratar"	X			X		X		X		X		X		X	
Los resultados de comparaciones estadísticas entre grupos fueron informados para al menos un resultado clave	X			X		X		X		X		X		X	
El estudio proporciona medidas puntuales y de variabilidad para al menos un resultado clave	X			X		X		X		X		X		X	

**Tabla 1.** Evaluación de la calidad de los estudios. [SI (S); NO (N); Otros (O) ]

ITEMS	Watts et al 2000		Russum 1989			
	S	N	O	S	N	O
Los criterios de elección fueron especificados		X			X	
Los sujetos fueron asignados al azar a los grupos (en un estudio cruzado, los sujetos fueron distribuidos aleatoriamente a medida que recibían los tratamientos)		X			X	
La asignación fue oculta		X			X	
Los grupos fueron similares al inicio en relación a los indicadores de pronóstico más importantes	X			X		
Todos los sujetos fueron ciegos		X			X	
Todos los terapeutas que administraron la terapia fueron ciegos		X			X	
Todos los evaluadores que midieron al menos un resultado clave fueron ciegos		X			X	
Las medidas de al menos uno de los resultados clave fueron obtenidas de más del 85% de los sujetos inicialmente asignados a los grupos	X			X		
Se presentaron resultados de todos los sujetos que recibieron tratamiento o fueron asignados al grupo control, o cuando esto no pudo ser, los datos para al menos un resultado clave fueron analizados por "intención de tratar"	X			X		
Los resultados de comparaciones estadísticas entre grupos fueron informados para al menos un resultado clave	X			X		
El estudio proporciona medidas puntuales y de variabilidad para al menos un resultado clave	X			X		

Figura 2. Estudios sobre factores de rendimiento asociados a la escalada

Autores	Nivel	Sexo	N	Edad	Experiencia	Protocolo			Variables	Resultados
						Tipo	Tiempo	Frecuencia		
Mackenzie et al. 2019	H- 5a-8a M- 5a-7b+	H- 44 M-33	77	H- 25,7 M-28,2		INT- 12 OD- 65	4 semanas	TWICE A WEEK	47 Correlacion entre la habilidad de escalada y variables independientes. Resistencia y potencia de tronco y hombro. Fuerza de brazo mano y dedo. Resistencia Aeróbica. Flexibilidad, equilibrio y coordinación. Dimensiones corporales. Ansiedad y confianza en uno mismo durante la escalada.	Características a superar para la progresion continua y el éxito. Resistencia, Fuerza explosiva y resistencia a la fuerza explosiva de Hombro. Fuerza de manos, dedos, tronco y hombro. Equilibrio y Capacidad Aeróbica.
Deyhle et al 2015	H- 7a	H- 11	11	H- 27,7		INT- 11	6 sesiones gym	↑24H. ↓7 DAYS	Flexores digitales, aductores de hombro, flexores de codo y flexores lumbares.	Flexores digitales y flexores del codo
Magliera et al 2013	H- A vista 7b+ Encadenar 8a	H- 30	30	H- 27±5,45	H- 8,4±3,46 AÑOS	OD- 11	1 sesion	NS	43 variables fueron examinadas: caract. Somáticas, aptitud física específica, coordinación, potencia aeróbica, habilidades técnicas y tácticas, rendimiento operativa encadenando y encadenando a vista	Fuerza maxima de dedos, resistencia mental, técnica de escalada, resistencia isométrica de dedos, número de errores en tiempo de reacción, longitud de brazo y consumo de oxígeno durante el trabajo del brazo en el umbral anaeróbico suponen el 77% de la capacidad de rendimiento en ambos estilos.
Phillips et al 2017	NR	H- 8 M- 4	12	H- 21,3 ± 3 M- 20,8 ± 2,8	>1 AÑO	INT- 12	3 meses	TWICE A WEEK	Rendimiento flexor dedos: resistencia, fuerza y fatiga. Temperatura ambiental fría 10° Termoneutral 24°	Una exposicion a 10° durante 30 min. No perjudica Fuerza Máxima. Resistencia muscular mejora. Considerar "Termorregulación para la mejora del rendimiento.
Macleod et al 2007	H- INT- 7a-b. CON- NR	H- INT- 11 CON- 9	20	H- INT- 23,2 CON- 21,6		INT- 11 CON- 9	3 sesiones	Separadas por 48 horas. (No + 3 semanas)	Fuerza y resistencia de los dedos. Contracción máxima voluntaria Resistencia isométrica	Reoxigenación muscular durante las fases de descanso
Mermier et al 2000	NR	H- 24. M- 20	44	>18 <49	>5 ascensos	INT- 44	3 sesiones	Separadas >14 dias	Variables antropométricas, flexibilidad, fuerza muscular, resistencia muscular, fuerza explosiva.	Fuerza muscular, resistencia y fuerza explosiva.

Tabla 2. Estudios sobre factores de rendimiento asociados a la escalada

Autores	Nivel	Sexo	N	Edad	Experiencia	Protocolo			Variables	Resultados
						Tipo	Tiempo	Frecuencia		
Bertuzzi et al 2007	EE- 7c ER- 6c / 7a	EE- 6 ER- 7	13	NR	>1 AÑO	INT- 13	3 sesiones	Separadas por 48 horas. (No + 1 semana)	Consumo de oxígeno, the fast components of excess post-exercise oxygen uptake, cambios en el lactato	Economía de esfuerzo frente al metabolismo energético mejorado. Principales sistemas de energía requeridos sistemas aeróbicos y anaeróbicos alácticos
Tomaszewski et al 2011	H- 6b - 8c	H- 21	21	22,4	> 3AÑOS	INT- 21 CON- 165 (No entrenados)	1 sesión	Competición local	Índice de masa corporal, porcentaje de grasa corporal, índice de Manouvier, índice de longitud del brazo, índice de extensión de brazo, relación pelvis-hombro.	*Interacción de factores fisiológicos y psicoemocionales* Baja masa corporal, bajo porcentaje de grasa corporal, estatura corporal promedio, puntuación alta ape index(Relación longitud brazo- altura)
Draper et al 2006	ER	H- 10	10	H- 22±3,6	NR 1-2 sesiones por semana	INT- 10	2 sesiones (5 pruebas cada 2 min)	1 semana entre sesiones	Recuperación activa y pasiva Sangre capilar arterial, lactato en sangre	Recuperación activa de corta duración beneficioso para intentos posteriores
Ezzy et al 2018	>5c	H- 20 M- 10	30	29,4±4,9	>1 AÑO	INT- 30	1 sesión	120 min	Variables antropométricas, fuerza muscular, resistencia muscular, flexibilidad.	Desarrollo de la fuerza de dedos y una dedicación semanal sobre 14 horas
Heyman et al 2009	NR	M- 13	13	27,1±8,9	> 3AÑOS	INT- 13	4 sesiones	1 semana entre sesiones	Recuperación pasiva, recuperación activa, electro estimulación e inmersiones en agua fría	El ciclismo (recuperación activa) y las inmersiones en agua fría pueden mejorar la capacidad del escalador para recuperar el estado de trabajo adecuado
Bailey et al 2019	NR	H- 26 M- 9	35	NR	NR	INT- 35	1 día	9 a.m.-16.p.m	Concentración, motivación, ansiedad y atención interna	Experiencia Los escaladores con mayor nivel de dificultad pasan mas tiempo en la zona de alta motivación y atención interna que en la zona alta de ansiedad y concentración

Tabla 2. Estudios sobre factores de rendimiento asociados a la escalada

Autores	Nivel	Sexo	N	Edad	Experiencia	Protocolo			Variables	Resultados
						Tipo	Tiempo	Frecuencia		
Draper et al 2011	5+ - 6a+ últimos 12 meses	H- 12 M- 6	18	25,6±4,5	INT- 3,6	INT- 18	3 sesiones	2 días entre sesiones	Evaluación psicológica: fatiga, vigor, ira, depresión y tensión; ansiedad somática, ansiedad cognitiva y confianza en uno mismo	Una mayor experiencia influye en la autoconfianza previa, junto con técnicas y tácticas suponen un menor estrés fisiológico y una mayor probabilidad de éxito.
Draper et al 2009	Experimento 2 0 novatos 10intermedios 9 avanzados 2 élite	E 2 H- 13 M- 8	E 2 21	E 2 22±7,1	5 AÑOS	INT- 21	1 sesión	1 semana mínimo y 2 semanas máximo entre exp 1y2	RA: ergometría de ciclo reclinado a 25w con ergómetro. Lactato en sangre, Consumo de Oxígeno. RP: condición de reposo en la misma posición reclinada de RA. Lactato en sangre Consumo de Oxígeno.	El ejercicio de baja intensidad con las piernas provoca una reducción del lactato acumulado en sangre dentro de los 20 min posteriores a una escalada intensiva, sin embargo, el efecto sobre el rendimiento de la escalada posterior es desconocido.
Watts et al 2000	8ab - 8b+	Passive Recovery 7	15	31±10,3	Experiencia en competiciones de escalada deportiva	INT- 7	NR	NR	Consumo máximo de Oxígeno, umbral ventilatorio, capacidad anaeróbica, fuerza explosiva, índice de fatiga, fuerza de pierna, fuerza de brazo, fuerza de hombro, peso corporal, grasa reactiva, peso corporal magro, somatotipo corporal y fuerza de agarre.	Diferencias significativas en la grasa relativa, peso de la grasa, fuerza de hombro y fuerza de agarre. Estableciendo 3 variables que representan el 45,3% de las variables entre grupos: fuerza de hombro, peso corporal y fuerza de agarre.
Russum 1989	Elite 6c- 8a. Intermedios V+ - 6b. Novatos V	H- 40	40	20-40	Capaces de escalar en Red-Point	INT- 40	1 sesión	2-3 horas		

