

# READAPTACIÓN DE LESIÓN DE POLEA EN ESCALADORES JÓVENES

**4º CAFYD**

FACULTAD CIENCIAS DE LA ACTIVIDAD  
FÍSICA Y EL DEPORTE



Realizado por: Lucía Ferreccio - Zhaoqi Sun

Grupo matriculado TFG: M41

Año Académico: 2023-2024

Tutor: Jaime Gil Cabrera

Área: Revisión bibliográfica

## RESUMEN

**Introducción:** En los últimos años, la creciente popularidad de la escalada y el auge de los centros indoor ha aumentado notablemente las lesiones relacionadas con el sistema flexor-tendón-polea de los dedos de las manos. Asimismo, la lesión de polea es la más común entre los escaladores, especialmente debido a la tensión repetida en los dedos durante la práctica de la escalada. La función de las poleas es arquearse sobre la vaina del tendón, sujetando el tendón flexor cerca del hueso y garantizando su función óptima. Esta lesión requiere tratamiento y readaptación adecuada, ya que puede tener recidiva y suponer un problema a largo plazo que afecta al rendimiento y carrera deportiva del escalador. Por lo tanto, su prevención, buen diagnóstico, tratamiento y readaptación es crucial para una recuperación efectiva y para minimizar el riesgo de aparición de la misma.

**Objetivo:** Analizar la epidemiología, el mecanismo y el tratamiento de la lesión relacionada con el sistema flexor-tendón-polea de los dedos de los escaladores.

- Explorar los mecanismos de lesión de polea en escaladores jóvenes.
- Establecer un protocolo de readaptación y buenas prácticas para recuperar y prevenir la patología de polea A2 - A4 en escaladores.

**Metodología:** Se ha realizado una búsqueda de investigaciones recientes, a través de las bases de datos: Medline Complete, Rehabilitation & Sport Medicine Source, Sport Discus y The Journal Of Hand Surgery, de estas bases fueron seleccionados 9 artículos con los que se realizó la revisión.

**Resultados:** Un programa efectivo de readaptación para lesiones de polea en escaladores generalmente logra resultados significativos en la recuperación de la fuerza y la movilidad del dedo afectado y facilita un retorno seguro al deporte.

**Conclusiones:** La lesión de polea en escalada es la más frecuente, siendo las poleas A2 y A4 las más afectadas ya que desempeñan el papel más importante en el guiado del tendón flexor. La readaptación efectiva de lesiones de polea en escaladores es fundamental para asegurar no sólo una recuperación completa, sino también para el desarrollo sostenible de las habilidades en escalada sin recurrencia de lesiones.

**Palabras Clave:** dedos, lesión de polea, escalada, readaptación, rehabilitación.

## ABSTRACT

**Introduction:** In recent years, the growing popularity of climbing and the rise of indoor centers has led to a significant increase in injuries related to the flexor-tendon-pulley system of the fingers. Likewise, pulley injury is the most common injury among climbers, especially due to the repeated stress on the fingers during climbing. The function of the pulleys is to arch over the tendon sheath, holding the flexor tendon close to the bone and ensuring its optimal function. This injury requires proper treatment and rehabilitation, as it can recur and pose a long-term problem affecting the performance and sports career of the climber. Therefore, its prevention, accurate diagnosis, treatment, and rehabilitation are crucial for effective recovery and to minimize the risk of its recurrence.

**Objectives:** To analyze the epidemiology, mechanism and treatment of injury related to the flexor-tendon-pulley system in climbers fingers.

- To explore the mechanisms of pulley injury in young climbers.
- To establish a rehabilitation protocol and best practices to recover and prevent A2 - A4 pulley pathology in climbers.

**Methodology:** A search for recent research has been carried out through the databases: Medline Complete, Rehabilitation & Sport Medicine Source, Sport Discus and The Journal Of Hand Surgery, from these databases 9 articles were selected with which the review was carried out.

**Results:** An effective retraining program for pulley injuries in climbers typically achieves significant results in regaining strength and mobility of the affected finger and facilitating a safe return to the sport.

**Conclusions:** Pulley injury in climbing is the most common, with the A2 and A4 pulleys being the most affected since they play the most important role in guiding the flexor tendon. Effective readaptation of pulley injuries in climbers is essential to ensure not only a complete recovery, but also for the sustainable development of climbing skills without injury recurrence.

**Keywords:** fingers, pulley injury, climbing, readaptation, rehabilitation.

## **ÍNDICE:**

1. INTRODUCCIÓN.....	5
3. METODOLOGÍA.....	12
3.1. DISEÑO.....	12
3.2. ESTRATEGIA DE BÚSQUEDA.....	13
3.3. CRITERIOS DE SELECCIÓN.....	13
3.4. DIAGRAMA DE FLUJO.....	14
4. DISCUSIÓN.....	15
5. FUTURAS LÍNEAS DE INVESTIGACIÓN.....	18
7. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	20
8. ANEXOS.....	24
8.1. CUADRO RESUMEN ARTÍCULOS EMPLEADOS.....	24

## **ÍNDICE DE TABLAS:**

Tabla 1. Cuadro resumen artículos seleccionados.....	24
--	----

## **ÍNDICE DE FIGURAS:**

Figura 1. Poleas anulares (A1-A5) y cruciformes (C1-C3).....	5
Figura 2. Rotura completa de poleas A2 y A3 (a) Proyección normal del flexor; (b) Proyección del flexor después de rotura de polea.....	6
Figura 3. Agarre “Crimp”.....	8
Figura 4. Tratamiento de rotura de polea con férula.....	9
Figura 5. Tratamiento H-Taping.....	9
Figura 6. Diagrama de flujo.....	14

## 1. INTRODUCCIÓN

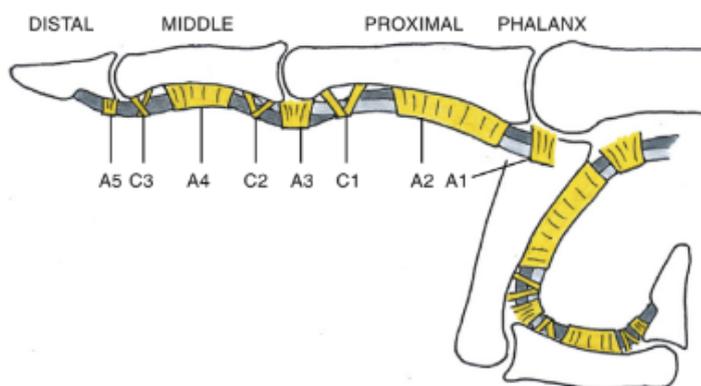
En el estudio prospectivo de Schöffl et al. (2020) se evaluó la demografía de las lesiones relacionadas con la escalada para mejorar nuestra comprensión de las características de las lesiones actuales. Durante un período de 4 años, 836 pacientes con un total de 911 lesiones de escalada fueron analizados utilizando un cuestionario y una examinación. De todas las lesiones, 833 fueron en las extremidades superiores, 58 en las inferiores. 17 de los lesionados fueron de Grado 1 de I, 881 fueron de grado 2 y 13 de grado 3. Además, 380 fueron lesiones agudas y 531 fueron lesiones por sobreesfuerzo.

Schöffl et al. (2006) muestra que la función principal del sistema de polea del tendón flexor del dedo es mantener los tendones flexores cerca del hueso, permitiendo así la transferencia directa de la fuerza de traslación desarrollada en la unidad músculo-tendinoso flexor en un momento de rotación de las falanges.

Tal como se muestra en la Figura 1, Schneeberger et al. (2016) expone de forma gráfica la mecánica funcional de las poleas de la mano.

### Figura 1

Poleas anulares (A1-A5) y cruciformes (C1-C3)



*Nota. Recuperado de Schneeberger et al. (2016).*

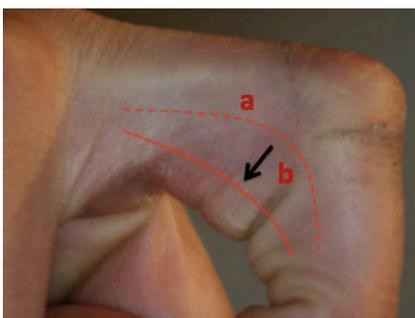
Schöffl et al. (2006) explica que sin las poleas, el tendón se aleja demasiado del hueso en una posición flexionada, provocando un acortamiento completo del músculo cuando el dedo aún no está completamente flexionado. Además, los tendones se alejarían de los dedos, provocando un estiramiento de la piel visible desde el exterior, denominado cuerda de arco.

Según Schöffl et al. (2020) aunque las lesiones por polea siguen siendo las más comunes al escalar, actualmente se dan más lesiones de polea A4 que A2.

En la Figura 2, Bouyer et al. (2016) y Schöffl et al. (2006) muestran la lesión.

## Figura 2

Rotura completa de poleas A2 y A3 (a) Proyección normal del flexor; (b) Proyección del flexor después de rotura de polea



*Nota. Recuperado de Bouyer et al. (2016).*

Lutter et al. (2020) tenían como objetivo evaluar la demografía actual, la distribución y la gravedad de las lesiones relacionadas con la escalada después de la inclusión del deporte en el programa olímpico y analizar los cambios en comparación con dos poblaciones de estudio anteriores. En 2017-2018, realizaron una encuesta de lesiones en un solo club que incluyó a 436 pacientes escaladores, con un número total de 633 lesiones o quejas independientes relacionadas con la escalada. El 77,1% de las lesiones afectaron a las extremidades superiores, el 17,7% a las inferiores y el 5,2% a otras regiones del cuerpo. Las lesiones más frecuentes fueron las lesiones de polea de dedo (12,3%) y tenosinovitis de los dedos (10,6%).

Mohn et al. (2022) expone como en los últimos años la creciente popularidad de la escalada y el auge de los centros indoor de escalada ha aumentado significativamente las lesiones relacionadas con el sistema flexor-tendón-polea de los dedos de las manos.

Relaciona Mohn et al. (2022) los estudios recientes que han demostrado como la tenosinovitis de los flexores de los dedos en las poleas A2 (falange proximal) y A4 (falange media) es una de las lesiones por sobreuso más frecuentes en escaladores.

Mohn et al. (2022) aclara la función de las poleas, siendo éstas las que se arquean sobre la vaina del tendón, sujetando el tendón flexor cerca del hueso y garantizando su función óptima. Las poleas A2 y A4 desempeñan el papel más importante en el guiado del tendón flexor, afirma Mohn et al. (2022).

Lopetri et al. (2019) muestra como el agarre de engarce “crimp” (Fig. 3), es la técnica de agarre más utilizada en empuñaduras pequeñas y también la que presenta el mayor riesgo de lesión. En este caso, las articulaciones interfalángicas proximales (PIP) están flexionadas a unos 90° y las interfalángicas distales están totalmente extendidas o en hiperextensión; el pulgar suele estar en aducción y colocado sobre la articulación interfalángica distal del segundo dedo para proporcionar mayor estabilidad y fuerza.

Explica Lopetri et al. (2019) cómo la interfalángica distal del segundo dedo proporciona mayor estabilidad y fuerza de sujeción. En estos grados de articulación se encuentra el momento más eficaz y potente de los tendones y de los músculos flexores de los dedos. En ambos tipos de prensión, las estructuras más implicadas son las poleas A2 y A4 del dedo.

### Figura 3

#### Agarre "Crimp"



*Nota. Recuperado de Lopestri et al. (2019).*

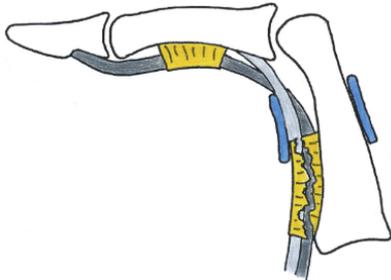
Schöffl et al (2009) expone como las lesiones del sistema de poleas del tendón flexor de los dedos son las lesiones más frecuentes en los escaladores. El sistema de poleas del segundo al quinto dedo consta de cinco poleas anulares (A1–5) y tres cruciformes (C1–3).

Según Iruretagoiena-Urbietta et al. (2020), las lesiones en polea A2 o A4 generan un déficit significativo de fuerza de agarre de los dedos al realizar un "crimpado" de dedos.

Si nos enfocamos en la posibilidad de operar a los pacientes con esta lesión, según Bouyer et al. (2016) la reconstrucción quirúrgica de la polea sólo proporcionó una recuperación inconsistente del nivel de escalada y las ecografías mostraron que la cirugía proporcionó una corrección sustancial de la cuerda del arco flexor. Además Lager et al. (2015) apunta que las reconstrucciones de poleas son muy beneficiosas.

#### Figura 4

Tratamiento de rotura de polea con férula

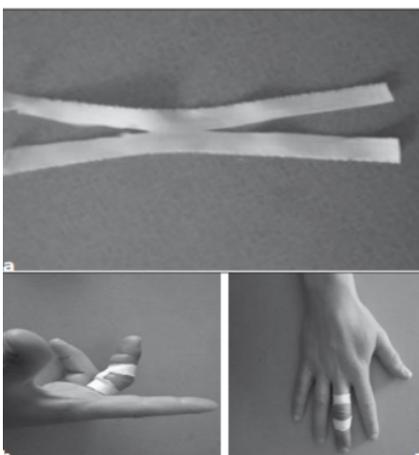


*Nota. Recuperado de Schneeberger et al. (2016).*

También es importante valorar los tiempos estimados de recuperación post lesión en caso de operar o no y Lum & Park (2018) establecen que los pacientes no operados se recuperaron en 3,9 meses, frente a los pacientes quirúrgicos que tardaron 9,1 meses en volver a practicar deporte, además en cuanto a la vuelta al mismo nivel, el 79% de pacientes no quirúrgicos lo recuperaron frente al 70% de pacientes quirúrgicos. En la figura 4 (Schneeberger et al. 2016) se muestra tratamiento conservador con férula en contraposición con el tratamiento quirúrgico. En la figura 5 Lopestri et al. 2019 muestra otro tratamiento conservador, el H-taping.

#### Figura 5

Tratamiento H-Taping



*Nota. Recuperado de Lopestri et al. (2019).*

Por último, Wegner et al. (2015) quisieron determinar las lesiones comunes del sistema neuromuscular entre los escaladores. Un total de 247 escaladores realizaron una encuesta creada por los investigadores y se vió que las lesiones de la polea del tendón flexor de los dedos fueron las lesiones del sistema neuromuscular más comúnmente diagnosticadas. A esto añadieron que el riesgo de sufrir lesiones relacionadas con la escalada se correlacionó significativamente con el género, entorno, nivel y tipo de escalada, pero no a la frecuencia de escalada.

Schoffl et al (.2009) examinó las fuerzas necesarias para que se produjeran roturas de poleas, investigando así la posición de este dedo. Midió la fuerza del sistema de poleas de siete manos de cadáveres fijando cada mano en una fijación externa y luego cargando cada dedo por turno mientras medían las fuerzas en la punta del dedo, en el tendón flexor profundo (FDP) y superficial (FDS) y en En este estudio, la mayoría de los dedos cargados sufrieron una rotura de la polea A4 como primer evento.

Según Schweizer & Hudek. (2011). La escalada deportiva tiene algunos agarres pequeños en forma de repisa que a menudo se agarran con la llamada posición de agarre engarzado donde la articulación interfalángica proximal (PIP) está flexionada 90° o más y la articulación interfalángica distal (DIP) está hiperextendida. La fricción en estudio entre los tendones flexores y las poleas de la vaina del tendón es mayor con una articulación PIP más flexionada, lo que aumentaría la fuerza de sujeción en situaciones estáticas o casi excéntricas. El FDP fue el flexor principal durante el agarre engarzado y como el FDS tiene una actividad inesperadamente alta durante la posición de agarre en pendiente, puede ser mecánicamente efectivo para generar fuerza de flexión en la posición de agarre en pendiente.

Iruretagoiena-Urbieta et al. (2020) señala que los factores más importantes en el mecanismo de lesión de la polea son la magnitud de la fuerza de agarre de los

dedos junto con la carga excéntrica generada contra las poleas como consecuencia de la fricción entre estas y los tendones flexores. Cuando se lesionan las poleas, disminuye la eficiencia biomecánica de las estructuras anatómicas que contribuyen a la fuerza de agarre de los dedos. El agarre engarzado se realiza con una flexión interfalángica proximal de 90 a 100 grados y una extensión interfalángica distal de 10 a 15 °. Los escaladores pueden soportar 380 N por cada dedo, mientras que una polea A2 oscila entre 380 y 400 N.

Schoffl et al. (2009), los dedos podrían tolerar sugiere que la fuerza de la polea podría disminuir con la edad. El mecanismo que conduce a una polea es un movimiento excéntrico de los dedos en forma de deslizamiento del pie fuera de un punto de apoyo, lo que lleva a una apertura pasiva de los dedos, como cuando están demasiado cansados para agarrarse a pequeñas repisas y los dedos abrir. A través del modelo biomecánico, las fuerzas medidas en la punta de los dedos y en los tendones fueron significativamente menores cuando los dedos se cargaron de forma excéntrica que cuando se cargaron de forma concéntrica. Es especialmente notable la fuerte correlación entre el posicionamiento de la polea A2 con la longitud de la falange proximal; hubo una correlación negativa de la distancia entre las poleas A3 y A4 en la condición de carga con la fuerza máxima tolerada por la polea A2. Según los resultados, la lesión más común para los dedos cargados excéntricamente fue la rotura de la polea A2 (59%), la rotura de la polea A4 (18%), la rotura de la polea A2 y A4 (32% cada una) fueron aproximadamente igualmente comunes durante la carga concéntrica.

Schöffl et al. (2006), la mayoría de las lesiones en la polea se produjeron en el dedo anular. Ni la mano derecha ni la izquierda fueron más propensas a lesionarse, ni hubo relación entre el lado lesionado y el lado dominante en comparación con el lado no dominante. Teóricamente, después de la rotura de la polea, los tendones se alejan del hueso, lo que provoca un aumento del brazo de palanca y más fuerte que antes. Pero, tras una rotura de polea, la polea faltante provoca una distancia más corta de la unidad tendón-músculo desde su origen hasta su inserción, el músculo no puede acortarse tanto como antes durante la

contracción, lo que explica el déficit de fuerza inicial (insuficiencia activa). En el caso de roturas de polea única, mediante la reorganización, las partes activas del músculo, los filamentos de actina y miosina, recuperarán su capacidad contráctil y resolverán el déficit de fuerza inicial. Pero en una rotura múltiple, la fuerza desarrollada en los tendones ya no puede transferirse a las falanges, lo que provoca un déficit de flexión.

Lopetri et al. (2019) expone que el ejercicio de stretching iniciado en la primera fase tras seguir el protocolo RICE y el reposo necesario dependiendo del grado de lesión, aumenta la estabilidad en la zona dañada carente de movilidad precedente (se ejecuta teniendo en cuenta el límite del dolor).

## **2. OBJETIVOS**

### **Objetivo principal:**

- Analizar la epidemiología, el mecanismo y el tratamiento de la lesión relacionada con el sistema flexor-tendón-polea de los dedos de los escaladores.

### **Objetivos secundarios:**

- Explorar los mecanismos de lesión de polea en escaladores jóvenes.
- Establecer un protocolo de readaptación y buenas prácticas para recuperar y prevenir la patología de polea A2 - A4 en escaladores.

## **3. METODOLOGÍA**

### **3.1. DISEÑO**

Se ha realizado un revisión sistemática de estudios científicos y publicaciones en diferentes sociedades científicas del ámbito de la salud, al igual que en áreas especializadas en la escalada. Finalmente se han utilizado 4 bases de datos diferentes.

### **3.2. ESTRATEGIA DE BÚSQUEDA**

La búsqueda de artículos científicos se ha efectuado en las bases de datos: Medline Complete, Rehabilitation & Sport Medicine Source, Sport Discus y The Journal Of Hand Surgery, mediante los parámetros de búsqueda: “climbing pulley injuries” y “pulley injury rehabilitation in climbing”.

Los años de publicación se han limitado de 2015 a 2023, obteniendo los artículos de investigación más actualizados y destacados en el área especializada de las manos y el deporte de la escalada. Se garantiza contar con el texto completo y estar publicado en inglés. Se han contrastado las referencias bibliográficas de los artículos seleccionados para esta revisión con el fin de explorar sus fuentes y relacionados (patologías e investigación en trastornos de las manos).

### **3.3. CRITERIOS DE SELECCIÓN**

Se han seleccionado los artículos en base a:

- Artículos de investigación, no se incluyen revisiones ni meta-análisis.
- Disponibilidad del estudio: texto completo y resumen disponible.
- Idioma: en inglés.
- Artículos publicados en los últimos 8 años (entre 2015 y 2023).
- Tema de estudio: mecanismo de la lesión, diagnóstico, evaluación, tratamiento, rehabilitación y readaptación de la lesión de polea en escaladores.
- Explicación de tratamientos, procedimientos y técnicas de ejercicios.
- Relación con estructuras anatómicas implicadas en el mecanismo de lesión (FDS).

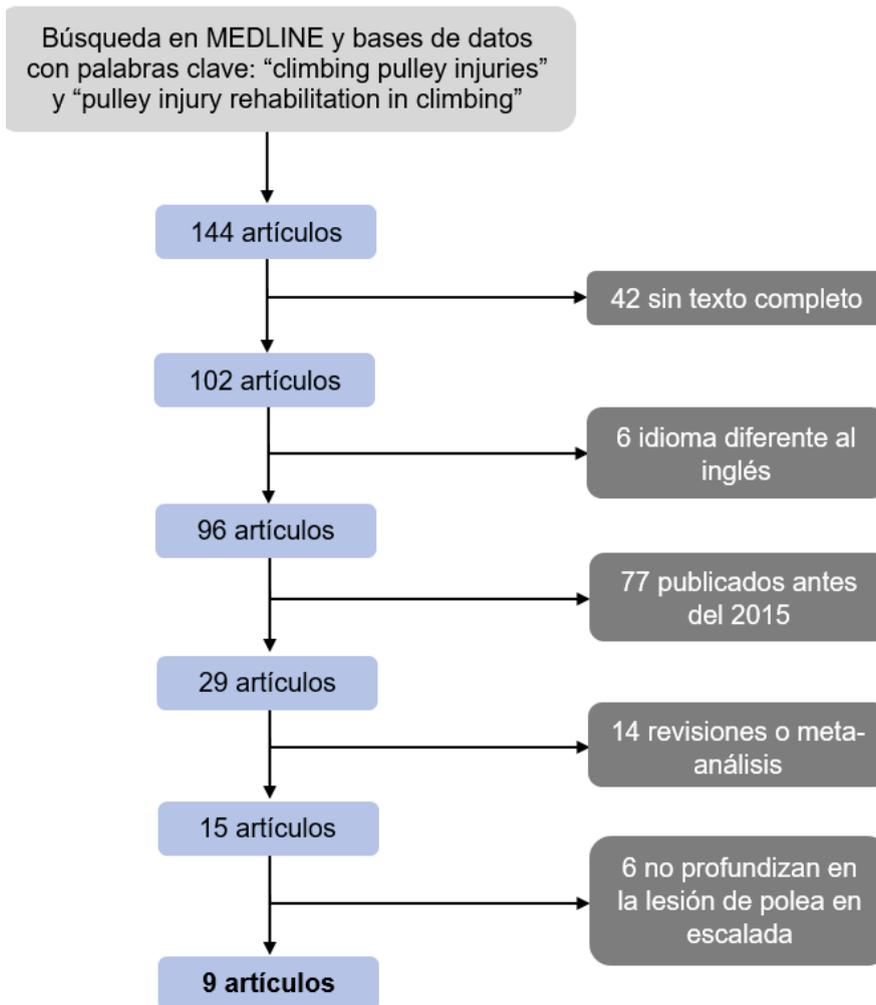
Se realizó una evaluación crítica de los artículos revisados para obtener los que finalmente son válidos para su utilización en la revisión.

Además, se consideraron relevantes artículos de investigación publicados en revistas de fisioterapia y medicina aún estando en otro idioma.

### 3.4. DIAGRAMA DE FLUJO

**Figura 6**

Diagrama de flujo



*Nota: Elaboración propia.*

#### 4. DISCUSIÓN

La importancia del sistema flexor-tendón-polea de los dedos de los escaladores se sostiene tras el análisis de la epidemiología y mecanismo de la lesión en los últimos años.

La incidencia de lesión de polea en escaladores jóvenes se ve exponencialmente aumentada tras la inclusión del deporte en el programa olímpico según Lutter et al. (2020). A pesar de todos los esfuerzos, las lesiones epifisarias de los dedos en escaladores jóvenes siguieron aumentando. Por lo tanto, es esencial la formación específica para garantizar una detección y un tratamiento precoz, evitando así consecuencias a largo plazo. Por ello, tras registrar Lum y Park (2019) 432 lesiones en 237 escaladores: 41,9% mano/codo, 19,9% pie/tobillo, 17,3% hombro; se confirma la prevalencia de la lesión en la mano/codo y en específico, de la polea.

Del mismo modo, Wegner et al. (2015) expone que de 247 participantes analizados, 371 sufrieron lesiones en el último año de los cuales 207 se informó detalladamente. El número de lesiones sufridas osciló entre 0 y 4 lesiones, con una media de 1,5 lesiones por participante en el último año, siendo la mayoría de las lesiones (57%) durante la escalada en interior. Los escaladores profesionales sufrieron el mayor número de lesiones (90%) en relación con la dificultad de los grados escalados. Wegner et al. (2015) confirma que sigue siendo el diagnóstico más común de lesión en los músculos o tendones/ligamentos de los dedos, con un total de 55 participantes.

Por otro lado, en el mecanismo Iruretagoiena-Urbieta et al. (2020) expone cómo las lesiones en las poleas A2 o A4 generan un déficit significativo de fuerza de prensión de los dedos al realizar “crimp” con un dedo. Un porcentaje de déficit de fuerza de prensión de los dedos  $>41,4\%$  al realizar un engarce de un dedo, medido con un Bindar, equivale a un TBD ecográfico de alta resolución  $> 2$  mm. La fuerza de prensión de los dedos permite complementar el diagnóstico y seguimiento de pacientes con lesiones de la polea A2 o A4.

Por ello, Iruretagoiena-Urbieta et al. (2020) sugiere que el diagnóstico de las lesiones de polea del dedo es más completo si los signos clínicos, los hallazgos ecográficos y la fuerza de presión de los dedos son considerados en conjunto.

Respecto al tratamiento, previamente Cooper y LaStayo (2020) propone con su esquema de clasificación de la lesión una forma de estratificar a los individuos según el estadio de gravedad de lesión de polea A2. Siendo su clasificación de "graves" cuando el mejor tratamiento consiste en reposo e inmovilización, amplitud de movimiento suave y modificación profunda de la actividad. "Leves" los que necesitarían un programa de ejercicios reparadores con resistencia progresiva y entrenamiento de suspensiones. Los individuos en la etapa "moderada" podrían ser adecuados para un programa de menor intensidad. Se supone que un individuo "progresará" (o "retrocederá") de un estadio al siguiente con el paso del tiempo, y los enfoques de tratamiento y/o gestión deben adaptarse. Cooper y LaStayo (2020) aclara que el esquema de clasificación permite determinar la eficacia de un determinado tratamiento o enfoque en el índice de curación, al igual que conduce a terapias más específicas para optimizar los tiempos de curación y los niveles de actividad de quienes sufren de la polea A2.

En el tratamiento de la lesión de polea, por un lado Bouyer et al. (2016) afirma que la reconstrucción quirúrgica de la polea sólo proporcionó una recuperación inconsistente del nivel de escalada y que proporcionaba una corrección sustancial de la flexión en arco. Aunque esta corrección fue inconsistente, la ecografía mostró que un espacio E inferior a 2 mm era un factor predictivo para la recuperación del nivel de escalada inicial de los pacientes. Bouyer et al. (2016) afirman que si se corregía la curvatura de los flexores, los pacientes tenían muchas más probabilidades de recuperar su rendimiento deportivo. Para los pacientes con un espacio E inferior a 2 mm, la naturaleza incompleta de la corrección en comparación con el dedo sano no influyó en la recuperación funcional y consideran que un injerto distendido pero mecánicamente competente

es suficiente para la escalada de alto nivel. Bouyer et al, (2016) valora que la medición US fue una herramienta útil para predecir la recuperación funcional.

En contraposición, Schneeberger y Schweizer (2016) concuerdan con que el tratamiento PPS (Pulley-Protection Splint = Férula de protección de polea) es una modalidad de tratamiento conservador eficaz para las roturas de polea, que reduce el TPD y permite al paciente recuperar la función anterior del dedo en términos de ROM activo, fuerza y rendimiento durante la vida en la vida cotidiana y en la escalada.

Del mismo modo, Mohn et al. (2022) expone que sus pacientes fueron tratados de forma conservadora sin cirugía y sólo un paciente requirió terapia invasiva adicional. El tratamiento aplicado resultó en una reducción estadísticamente significativa de la intensidad del dolor durante la escalada. La duración media de los síntomas fue de 30,5 semanas, con una tendencia a una mejoría lenta y ondulante (50,8%). A pesar de experimentar dolor persistente poco frecuente u ocasional de bajo nivel, los participantes pudieron reanudar la escalada con carga completa y el 75 % recuperó sus grados de escalada iniciales o superiores después del tratamiento.

Lum y Park (2019) afirma que los pacientes no operados se recuperaron a los 3,9 meses; los pacientes quirúrgicos tardaron 9,1 meses en volver a practicar deporte ( $p=0,01$ ). Vuelve al mismo nivel: 79% pacientes no quirúrgicos y 70% pacientes quirúrgicos ( $p=0,30$ ).

En resumen, es rotunda la congruencia entre los tres últimos autores tras obtener mejores resultados con el tratamiento conservador.

Por último, se valora la importancia de seguir un protocolo de rehabilitación y readaptación. Siendo las terapias manuales y los ejercicios más utilizados durante la fase de rehabilitación según Schoffl et al. (2020) los masajes con cepillo de dientes; los estiramientos inmediatamente después de la reconstrucción o tratamiento conservativo (anillo protector especial para polea/taping); el taping

aplicado en H al nivel PIP de la articulación durante los ejercicios de rehabilitación y actividad deportiva y la práctica de ejercicios con cargas mínimas realizando el gesto técnico “crimp” con mano abierta. Según Schoffl et al. (2020) mantiene el uso de terapias manuales, ejercicio físico y vendaje funcional.

## **5. FUTURAS LÍNEAS DE INVESTIGACIÓN**

A causa del creciente índice de lesiones de polea de los escaladores en los últimos años, la investigación en terapias conservadoras sin intervención quirúrgica ha ido cobrando mayor relevancia. Entre ellas, el trabajo con plastilina/arcilla de moldeado para fortalecer los músculos flexores descrito por Mohn et al. (2022) abre una línea de investigación aún por explorar. Se consideran relevantes más estudios que se enfoquen en la utilización de arcilla (con distintas durezas, composiciones y procedimientos) para la recuperación y mejora de la fuerza aplicada por las estructuras anatómicas de la mano. Esta línea de investigación se uniría a la previamente existente con plastilina terapéutica utilizada en terapias ocupacionales y estudios terapéuticos para la artritis.

Por otro lado, como Wegner et al. (2015) plantean en su estudio, el factor género prevalece entre los riesgos de sufrir lesiones en escalada. Por ello, la necesidad de estudios que investiguen en específico la biomecánica de la mujer, los ciclos menstruales, factores físicos de rendimiento y los factores asociados serán determinantes para evaluar al completo la epidemiología de la lesión. En línea con el factor asociado a la gestión de una “situación de riesgo” (suma de fatiga muscular acumulada, gesto técnico comprometido y toma de decisiones), se podrá observar si existen diferencias significativas entre hombres y mujeres escaladores.

Por último, se valora el análisis de factores de riesgo entre los deportistas más jóvenes (menores de 16 años). Según Lutter et al. (2020) se ha ido observando un aumento exponencial de lesión en edades tempranas tras adoptar carácter

profesional por la inclusión de la escalada en el programa Olímpico. De esta forma, al igual que con la investigación de factores de riesgo por género, se podrá analizar si existen factores de riesgo relacionados con la edad.

## **6. CONCLUSIONES**

La epidemiología de la lesión relacionada con el sistema flexor-tendón-polea de los dedos de los escaladores es la más habitual y reincidente en la disciplina deportiva. Gracias al aumento de la popularidad de la escalada e inclusión en el programa olímpico, se observa la creciente prevalencia de la lesión de poleas en escaladores de todos los niveles.

El agarre crimpado completo (“full crimp grip”) se considera el principal gesto técnico desencadenante del mecanismo de lesión. Se destaca que en el mecanismo de las lesiones en polea A2 o A4 generan un déficit significativo de fuerza de agarre de los dedos al realizar un crimpado de dedos, siendo este un gesto repetido en la escalada. Por ello, se considera fundamental conocer los factores que influyen en la aparición de la lesión: deficiente calentamiento y preparación de las estructuras anatómicas, gran utilización de la técnica de crimpados (“medium y full crimp grip”), entrenamiento sin adaptación previa a cargas mayores y frecuencia de entrenamiento en “situaciones de riesgo” (práctica de gestos técnicos con fatiga acumulada en bloques o vías que requieran mayor tiempo).

En consecuencia, se expone la efectividad y resultados de los tratamientos utilizados: tratamiento invasivo (quirúrgico) y tratamiento conservador (TPPS). El tratamiento quirúrgico con reconstrucción de la polea sólo proporcionó una recuperación inconsistente del nivel de escalada y se recomienda en casos de rotura completa o afectación de más de una polea. Por otro lado, el tratamiento conservador con entablillado o taping es el más utilizado y relevante; evidencia reducción de la tensión en aquellos puntos clave que se ven lesionados y, por ende, podría ser también una buena idea utilizarlo de manera preventiva.

Como conclusión final en el debate de realizar un tratamiento conservador con ejercicios específicos o recurrir a la cirugía para tratar la lesión de poleas, se afirma la elección por tratamiento conservador debido a que los pacientes no operados se recuperaron antes y mejor que los pacientes quirúrgicos, volviendo a la práctica deportiva antes y con menos probabilidades de recidiva.

Se valora que el protocolo a seguir tras el tratamiento conservador (PPS) de las lesiones de polea conste de tratamientos de rehabilitación y readaptación, divididos en: terapias manuales, ejercicio físico y vendaje funcional (“taping”). El tratamiento manual está indicado para mejorar el dolor y la movilidad, mientras que los ejercicios físicos específicos han demostrado eficacia para una vuelta a la actividad deportiva en la mayoría de los casos al nivel anterior previo a la lesión.

En definitiva, se recomienda seguir buenas prácticas en la prevención de la lesión de polea en escalada. Estas buenas prácticas serían: el buen calentamiento completo y específico, el entrenamiento de la técnica en crimpados (orientados al “open crimp”), el entrenamiento con cargas progresivas y la identificación y gestión de las “situaciones de riesgo”.

## 7. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Bouyer, M., Forli, A., Semere, A., Chedal Bornu, B. J., Corcella, D., & Moutet, F. (2016). Recovery of rock climbing performance after surgical reconstruction of finger pulleys. *Journal of Hand Surgery (European Volume)*, 41(4), 406–412. <https://doi.org/10.1177/1753193415623914>

Cooper, C. & LaStayo, P. (2020). A potential classification schema and management approach for individuals with A2 flexor pulley strain. *Journal of Hand Therapy*, 33(4), 598-601. <https://doi.org/10.1016/j.jht.2019.01.002>

Forrester, J. D., Tran, K., Tennakoon, L. & Staudenmayer, K. (2018). Climbing-Related Injury Among Adults in the United States: 5-Year Analysis  
Lucía Ferreccio - Zhaoqi Sun

- of the National Emergency Department Sample. *Wilderness & Environmental Medicine*, 29(4), 425-430.  
<https://doi.org/10.1016/j.wem.2018.05.006>
- Iruetagoiena-Urbieta, X., De la Fuente-Ortiz de Zarate, J., Blasi, M., Obradó-Carriedo, F., Ormazabal-Arístegi, A., & Rodríguez-López, E. S. (2020). Grip Force Measurement as a Complement to High-Resolution Ultrasound in the Diagnosis and Follow-Up of A2 and A4 Finger Pulley Injuries. *Diagnostics*, 10(4), 206.  
<https://doi.org/10.3390/diagnostics10040206>
- Larsson, R., Nordeman, L., & Blomdahl, C. (2022). To tape or not to tape: annular ligament (pulley) injuries in rock climbers—a systematic review. *BMC Sports Science, Medicine & Rehabilitation*, 14(1), 1–17.
- Lopresti, Natal, Panella, M., F. , L. (2019). Lesioni delle pulegge negli scalatori: Trattamento riabilitativo. Pulley injury in climbers: rehabilitation treatment. *Il Fisioterapista*, 4(2019).
- Lum & Park (2018) Lum, Z. C. & Park, L. (2018). Rock climbing injuries and time to return to sport in the recreational climber. *Journal of Orthopaedics*, 715.  
doi: <https://doi.org/10.1016/j.jor.2019.04.001>
- Lutter, C., Tischer, T., Hotfield, T., Frank, L., Enz, A., Simon, M. & Schoffl, V. (2020). Current Trends in Sport Climbing Injuries after the Inclusion into the Olympic Program. Analysis of 633 Injuries within the years 2017/18. *Muscle Ligaments and Tendons Journal*, 10(02), 201.  
<https://doi.org/10.32098/mltj.02.2020.06>
- Miro, P. H., VanSonnenberg, E., Sabb, D. M., & Schöffl, V. (2021). Finger Flexor Pulley Injuries in Rock Climbers. *Wilderness & Environmental Medicine*, 32(2), 247–258. <https://doi.org/10.1016/j.wem.2021.01.011>
- Mohn, S., Spörri, J., Mauler, F., Kabelitz, M. & Schweizer, A. Nonoperative Treatment of Finger Flexor Tenosynovitis in Sport Climbers—A
- Lucía Ferreccio - Zhaoqi Sun

- Retrospective Descriptive Study Based on a Clinical 10-Year Database. (2022). *Biology* 2022, 11, 815. <https://doi.org/10.3390/biology11060815>
- Schellhammer, F., & Vantorre, A. (2019). Semi-dynamic MRI of climbing-associated injuries of the finger. *Skeletal Radiology*, 48(9), 1435–1437. <https://doi.org/10.1007/s00256-019-03216-x>
- Schöffl, I., Oppelt, K., Jüngert, J., Schweizer, A., Bayer, T., Neuhuber, W., & Schöffl, V. (2009). The influence of concentric and eccentric loading on the finger pulley system. *Journal of Biomechanics*, 42(13), 2124–2128. <https://doi.org/10.1016/j.jbiomech.2009.05.033>
- Schöffl, V. R., Einwag, F., Strecker, W., & Schöffl, I. (2006). Strength measurement and clinical outcome after pulley ruptures in climbers. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 38(4), 637–643. <https://doi.org/10.1249/01.mss.0000210199.87328.6a>
- Schoffl, V., Schoffl, I., Frank, L., Kupper, T., Simon, M. & Lutter, C. (2020). Tendon Injuries in the Hands in Rock Climbers: Epidemiology, Anatomy, Biomechanics and Treatment An Update. *Muscle Ligaments and Tendons Journal*, 10(02), 233. <https://doi.org/10.32098/mltj.02.2020.08>
- Schneeberger, M., & Schweizer, A. (2016). Pulley Ruptures in Rock Climbers: Outcome of Conservative Treatment With the Pulley-Protection Splint—A Series of 47 Cases. *Wilderness & Environmental Medicine*, 27(2), 211–218. <https://doi.org/10.1016/j.wem.2015.12.017>
- Schweizer, A., & Hudek, R. (2011). Kinetics of crimp and slope grip in rock climbing. *Journal of Applied Biomechanics*, 27(2), 116–121. <https://doi.org/10.1123/jab.27.2.116>
- Tanaka, S., Uehara, K., Sugimura, R., Miura, T., Ohe, T., Tanaka, S. & Morizaki, Y. (2021). Evaluation of the first annular pulley stretch effect under isometric contraction of the flexor tendon in healthy volunteers and trigger finger

patients using ultrasonography. BMC Musculoskeletal Disorders, 22(1).  
<https://doi.org/10.1186/s12891-021-04299-1>

Wegner, L., Pagel, J., E., Smit, A., W., Straszacker, A., Swart, S., L. & Taft, St., J. (2015). Common neuromusculoskeletal injuries amongst rock climbers in the Western Cape. South African Journal of Physiotherapy, 71(1), 227-230.  
<http://dx.doi.org/10.4102/sajp.v71i1.227>

## 8. ANEXOS

### 8.1. CUADRO RESUMEN ARTÍCULOS EMPLEADOS

AUTOR/AÑO	TÍTULO	MÉTODO	POBLACIÓN	RESULTADO
Bouyer et al. (2016)	Recovery of rock climbing performance after surgical reconstruction of finger pulleys	Se evaluó el injerto de retináculo, la recuperación del rendimiento deportivo y la corrección de la cuerda del arco después de la reconstrucción quirúrgica de la rotura de la polea de dedos cerrados en escaladores de alto nivel.	Un total de 38 pacientes tratados con extensor.	<p>El tiempo medio de seguimiento fue de 85 meses, y 30 pacientes regresaron a su nivel de escalada anterior. La puntuación total media de movimiento activo fue del 96% del lado opuesto.</p> <p>Todos los pacientes tenían un excelente puntaje Buck-Gramcko. No hubo diferencias significativas en la fuerza de agarre y la fuerza de pellizco de la punta en la posición de engarce entre el lado lesionado y el lado opuesto.</p> <p>Un total de 31 pacientes fueron examinados con ultrasonografía. En 18, los efectos de la cuerda del arco flexor habían regresado a valores casi normales. Había una asociación entre la recuperación del nivel de escalada en roca y la corrección flexora de la cuerda del arco.</p>

<p>Lum &amp; Park (2018)</p>	<p>Rock climbing injuries and time to return to sport in the recreational climber</p>	<p>Se trata de un estudio transversal, basado en la cumplimentación de un cuestionario anónimo,</p> <p>Entre 2017 y 2018, pregunta por edad, sexo, experiencia en escalada y nivel de escalada, los tipos de lesiones, marcaran área anatómica que estuviera lesionada, si se realizó alguna cirugía o terapia, cuántos meses tomó el proceso de recuperación para alcanzar o mejorar el nivel que tenía antes de la lesión.</p>	<p>De los 237 pacientes La edad media de los escaladores era de 27,4 años. La cohorte quirúrgica era mayor, 29 años. El grupo no operatorio 27,2 años. 196 (82,70%) eran hombres y 41 (17,30%) eran mujeres. El promedio de años de experiencia en escalada fue de 4,3 años (rango 0-15 años), El grupo ascendió en promedio YDS 5.11b y trepó rocas entre los grados Hueco V4-5.</p>	<p>Se registraron 432 lesiones en 237 escaladores: 41,9% mano/codo, 19,9% pie/tobillo, 17,3% hombro. El 66% de los pacientes no requirió tratamiento, 49 (21%) fueron sometidos a fisioterapia, 27 (11%) fueron sometidos a cirugía con un 93% de satisfacción. Los pacientes no operados se recuperaron a los 3,9 meses; los pacientes quirúrgicos tardaron 9,1 meses en volver a practicar deporte (p=0,01). Vuelve al mismo nivel: 79% pacientes no quirúrgicos y 70% pacientes quirúrgicos (p=0,30).</p>
------------------------------	---	--	---	--

<p>Cooper &amp; LaStayo (2020)</p>	<p>A potential classification schema and management approach for individuals with A2 flexor pulley strain</p>	<p>(No hay muestra, ni resultados)                  Se recomienda una terapia conservadora para distensiones de polea aisladas y roturas de poleas, mientras que roturas de poleas múltiples requieren reconstrucción quirúrgica.                  El tratamiento conservador incluye reposo absoluto, y ortesis de protección de poleas. La propuesta de este artículo, primero la realización de un esquema de clasificación diseñado para ayudar a los terapeutas a distinguir a las personas que se beneficiarían de tratamientos como la optimización del descanso y la inmovilización, de aquellos que se beneficiarían de enfoques que incorporen métodos restaurativos, ejercicios de resistencia y vuelta al deporte.                  La propuesta de aplicación del esquema de clasificación es estratificar a los individuos según el estadio de gravedad con A2 distensiones de la polea y clasifíquelas como "graves" cuando el tratamiento consistiría en reposo e inmovilización, amplitud de movimiento suave y modificación profunda de la actividad.                  Por el contrario, las personas que se caracterizan por estar en una etapa "leve" haría un tratamiento readaptador. Este programa de ejercicios que incorpora carga progresiva y suspensión entrenamiento de la junta (creo que se refiere a ejercicios de colgarse, en inglés le llama hang board training).                  Las personas de la categoría "moderada" realizarían un programa de menor intensidad (respecto a las personas sin lesión entiendo).</p>		
<p>Iruretagoiena-Urbieta et al. (2020)</p>	<p>Grip Force Measurement as a Complement to High-Resolution Ultrasound in the Diagnosis and Follow-Up of A2</p>	<p>Se determinó si un escalador lesionado con polea anular implica una disminución de la fuerza flexora de</p>	<p>Estudio observacional en 39 escaladores con lesiones en polea A2 o A4 para el tercer o cuarto dedo. Variables: dolor a la palpación, ultrasonido tendón-hueso, la distancia</p>	<p>Los escaladores lesionados presentaron una disminución en el agarre de los dedos fuerza en comparación con los controles no lesionados al realizar un engarce de un dedo. Ahí existe una correlación significativa entre la</p>

	and A4 Finger Pulley Injuries	los dedos, así como su relación con la clínica y la ecografía.	y la fuerza de prensión de los dedos disminuyen. Se consideraron tres tipos de agarre de escalada en roca: el crimpado con los dedos, crimpado abierto y crimpado cerrado.	distancia tendón-hueso a nivel de la polea lesionada y la disminución de la fuerza de agarre de los dedos medida mediante la realización de un engarce de un dedo.
Schöffl et al. (2020)	Tendon Injuries in the Hands in Rock Climbers: Epidemiology, Anatomy, Biomechanics and Treatment - An Update	Se comparó las lesiones específicas del tendón, estudios de cohortes clínicas y revisión de los conceptos terapéuticos actuales.	Las lesiones de los tendones en las manos de los escaladores fueron identificadas por nuestros escaladores base de datos de pacientes durante los años 2017/18. Estos se compararon con los números de 2009-2012 y 1998-2001. Se analizaron las lesiones y se compararon los resultados con los literatura actual.	Dentro de las diez lesiones más frecuentes durante los años 2017 y 2018, tres fueron a los tendones y la vaina/poleas del tendón. En una comparación longitudinal de pacientes en un clínica médica deportiva específica de escalada, la lesión de la polea es consistentemente la más frecuente lesión, seguida de tenosinovitis y capsulitis de las articulaciones de los dedos.
Lutter et al. (2020)	Current Trends in Sport Climbing Injuries after the Inclusion into the Olympic Program.	Se evaluó prospectivamente la demografía actual, la distribución y la	En 2017-2018, realizaron una encuesta de lesiones en un solo centro que incluyó a 436 pacientes escaladores, con un	El 77,1% de las lesiones afectaron a las extremidades superiores, el 17,7% a las inferiores y el 5,2% a otras regiones del cuerpo. La gravedad de

	Analysis of 633 Injuries within the years 2017/18	gravedad de las lesiones relacionadas con la escalada después de la inclusión del deporte en el programa olímpico y analizar los cambios en comparación con dos poblaciones de estudio anteriores.	número total de 633 lesiones o quejas independientes relacionadas con la escalada.	las lesiones fue en general baja. Las lesiones más frecuentes fueron las lesiones de polea de dedo (12,3%) y tenosinovitis de los dedos (10,6%). El 43,9% de las lesiones notificadas fueron agudas y el 56,1% crónicas. Los accidentes de bouldering fueron la principal causa de lesiones agudas (60,4%).
Mohn et al. (2022)	Nonoperative Treatment of Finger Flexor Tenosynovitis in Sport Climbers—A Retrospective Descriptive Study Based on a Clinical 10-Year Database.	El espesor de la polea se midió mediante ultrasonido. Tratamiento conservador y sólo uno con tratamiento adicional (inyección ácido hialurónico) y terapia aplicada: reducción de carga	Sesenta y cinco escaladores deportivos (49 hombres, edad media 34,1 años) diagnosticados con tenosinovitis de los flexores de los dedos.	El tratamiento dio como resultado una reducción estadísticamente significativa en la intensidad del dolor durante la escalada (relación antes/después de la terapia [Escala analógica visual (EVA)/EVA] = 0,62; IC del 95 % = 0,55, 0,68). Todos los pacientes pudieron reanudar la escalada, y el 75% recuperó o incluso superó su nivel de escalada inicial.

		en escalada.		
Schneeberger & Schweizer (2016)	Pulley Ruptures in Rock Climbers: Outcome of Conservative Treatment With the Pulley-Protection Splint—A Series of 47 Cases.	La distancia tendón-falange en flexión forzada activa se midió antes y después del tratamiento en registros ecográficos. Los resultados funcionales y específicos del deporte se evaluaron mediante un cuestionario.	En el estudio se incluyeron cuarenta y siete roturas completas de poleas en 45 escaladores (edad media- 33,4 años; entre 21,8 a 56,2 años).	En los 39 pacientes que se sometieron a un examen ecográfico de seguimiento, el tratamiento con PPS disminuyó la DE TPD media de $4,4 \pm 1,0$ mm a $2,3 \pm 0,6$ mm después de la rotura de la polea A2 y de $2,9 \pm 0,7$ mm a $2,1 \pm 0,5$ mm después de la rotura de la polea A4. La distancia tendón-falange se redujo en todos los pacientes. De los 43 escaladores que completaron los cuestionarios, 38 habían recuperado su nivel de escalada anterior una media de 8,8 meses después de la rotura de la polea; 1 informó una destreza de los dedos reducida; 39 evaluaron los resultados de su tratamiento como buenos y 4 como muy buenos.
Wegner et al. (2015)	Common neuromusculoskeletal injuries amongst rock climbers in the Western Cape.	Se utilizó un diseño de estudio descriptivo, cuantitativo, transversal y retrospectivo, que utilizó una	De la población total de 650 escaladores, se tomó una muestra conveniente de 247 para completar la encuesta autoadministrada.	Las lesiones de la polea del tendón flexor de los dedos fueron la lesión del SNM diagnosticada con mayor frecuencia. Las lesiones en las regiones de los dedos, la mano y el codo fueron las lesiones autoinformadas más

		encuesta de desarrollo propio basada en la literatura.		comunes por área. El riesgo de sufrir lesiones relacionadas con la escalada se correlacionó significativamente con el género, el entorno, el grado y el tipo de escalada, pero no con la frecuencia de la escalada.
--	--	--	--	--