



## **TRABAJO FINAL**

**Presentado para acceder al título de**

**ESPECIALISTA EN KINESIOLOGÍA Y FISIOTERAPIA DEL  
DEPORTE**

**Título: “Ejercicios isométricos para tendinopatía de flexores de  
dedos, en un escalador deportivo.”**

**Autor/a:**

**Lic. Pidone Maria Angeles - N° DNI 32287817**

**Director:**

**Esp. Clarisa N. Mildenberger**

**Lugar:**

**Rosario**

**Fecha de presentación**

**27/11/2023**

**Firma autor/a**

A handwritten signature in black ink, consisting of a stylized, cursive letter 'P' followed by a horizontal line extending to the right.

## INDICE:

I.	RESUMEN.....	1
II.	INTRODUCCIÓN .....	2
III.	OBJETIVOS .....	5
IV.	MÉTODOS .....	6
a.	Estrategia de búsqueda.....	6
i.	Palabras Claves.....	6
ii.	Combinaciones de las palabras clave .....	6
iii.	Bases de datos de la literatura consultadas.....	7
iv.	Periodo de publicación analizada.....	7
b.	Generalidades del CC en relación con los métodos y procedimientos elegidos.....	7
V.	DESARROLLO.....	8
a.	Análisis de la literatura recuperada .....	8
i.	Introducción a la escalada deportiva.....	8
ii.	Características Biomecánicas y técnicas de la escalada deportiva .....	8
iii.	Evolución demográfica.....	11
iv.	Epidemiología.....	11
v.	Incidencia y prevalencia de lesiones.....	12
b.	Caso Clínico.....	19
i.	Diagnóstico médico .....	19
ii.	Evaluación .....	20
iii.	Plan de tratamiento:.....	22
iv.	Resultados.....	24
VI.	DISCUSIÓN.....	28
VII.	CONCLUSIÓN .....	30
VIII.	BIBLIOGRAFÍA .....	31

## I. RESUMEN

En la escalada deportiva y el boulder las lesiones de dedos y manos son las más prevalentes e invalidantes. Los protocolos actuales muestran tiempos muy prolongados para la reinscripción deportiva. Buscar respuestas a este inconveniente resulta prioritario siendo que la actividad está en un auge mundial y local, tanto a niveles competitivos de alto rendimiento como en participantes recreativos.

**OBJETIVO:** Analizar los efectos terapéuticos de la aplicación de un plan de ejercicios isométricos específicos, en un escalador deportivo de sexo masculino, con diagnóstico de tendinopatía de flexores profundos de los dedos (FPD).

**METODOLOGÍA:** Se realizaron 5 semanas de tratamiento con dos sesiones semanales de ejercicios isométricos específicos, aumentando el volumen de acuerdo con la evolución de paciente. Se evaluó funcionalidad del miembro superior por medio de la Escala dash, se evaluó dolor al agarre e múltipresa y fuerza manual con dinamómetro manual.

**RESULTADOS:** Se registraron aumento de fuerza desde la sesión 7, aumentando 24kg de fuerza en total desde la primera valoración a la última. La evolución del dolor se registra disminución de 4 puntos luego de la primera semana de tratamiento, hasta desaparecer por completo en la 4ta semana y esto se ve relacionado con el aumento progresivo de la fuerza.

**CONCLUSIÓN:** Incorporar a los tratamientos ya existentes este tipo de ejercicios puede ser la alternativa para conseguir la reincorporación deportiva más eficiente y pronta.

## II. INTRODUCCIÓN

La escalada deportiva es una modalidad que deriva del alpinismo y más concretamente de la variante escalada libre, nace a mediados de los 70-80 y se creó como una práctica de habilidades de entrenamiento, utilizadas por los alpinistas ambiciosos que proyectaban realizar travesías alpinas o grandes expediciones. Con el tiempo ha progresado para convertirse en las nuevas subdisciplinas que se basan en las dificultades técnicas de la escalada.(1-3)

En la escalada deportiva se utilizan diferentes elementos o herramientas que sirven como medio de seguridad tales como la cuerda, los mosquetones, arnés, cascos y dispositivos de frenado. El objetivo es desplazarse por paredes en sentido ascendente agarrándose y apoyándose en presas (puntos de agarre y apoyo) con la única ayuda de pies y manos. Se basa en buscar la máxima dificultad de movimientos minimizando riesgos a través de rutas predeterminadas (vías de escalada), con seguros fijos. Teniendo en cuenta dónde se realiza la escalada deportiva surgen dos modalidades: escalada en muro artificial o rocódromo y la escalada en roca o aquella que se realiza en medio natural.(1)

La escalada deportiva y el Boulder son disciplinas que han crecido enormemente en popularidad, tanto es así que en los últimos 15-20 años comenzaron competencias a nivel mundial. (4,5) En agosto del 2016 fue declarada deporte olímpico y estuvo presente en los juegos Olímpicos de Tokio 2020. Actualmente se desarrolla en tres modalidades de competición, bien reglamentadas como son el bloque, la dificultad y la velocidad; estas competencias se realizan en rocódromos: (6,7)

- 1 Bloque: se escalan un número de rutas técnicas individuales y cortas, son intentadas sin utilizar cuerda de escalada, se utiliza colchones de seguridad para proteger las caídas. El número total de puntos conseguidos por el competidor y el número total de intentos para lograrlo determinan su clasificación.
- 2 Dificultad: El escalador tiene el cabo de la cuerda atada al arnés y a su vez esta se vincula al dispositivo de seguro que usa su compañero, el escalador irá subiendo y colocando la cuerda en cada cinta exprés armada, se pasará por los mosquetones en forma secuencial y la mayor distancia alcanzada a lo largo de la línea de ruta determina la clasificación del competidor.
- 3 Velocidad: Las rutas son intentadas en “top rope” (cuerda que cae desde arriba pasando por un anclaje fijo) con el competidor asegurado desde abajo. El tiempo necesario para terminar una ruta determina su clasificación. (6)

Escalar requiere en el atleta de un rendimiento físico muy exigente y variante en el tiempo, solicitando desde contracciones isométricas sostenidas de los músculos de los antebrazos, a contracciones musculares concéntricas de gran potencia y fuerza, requiriendo también de equilibrio, coordinación y una gran amplitud de movimientos articulares.(4)

A pesar de este crecimiento, la metodología y planificación del entrenamiento de este deporte ha sido basado en la observación, la intuición y el ensayo-error. La frase “para escalar mejor hay que escalar mucho”, suena y se repite con mucha frecuencia entre escaladores e instructores, quitándole importancia al proceso de planificación y metodología de entrenamiento aplicado al deporte.(1,8) Entre las distintas creencias y opiniones basadas en las experiencias personales que existen sobre la preparación y el entrenamiento para la escalada surge una de las más fuertes, que se basa en que la fuerza y la resistencia de los dedos son algunos de los factores más importantes del rendimiento en la escalada deportiva.(1)

Los patrones de lesiones han cambiado considerablemente. En la escalada deportiva las caídas son muy comunes e inevitables cuando el escalador está intentando realizar una vía al límite de su rendimiento, éstas se producen habitualmente en paredes que están inclinadas (extraplomos) o techos, lo que cambia totalmente el patrón de lesiones. Debido al hecho de contar con seguros fijos se disminuyen los traumatismos de gran impacto en el tren inferior, trasladando el mayor porcentaje de lesiones al tren superior, principalmente en los miembros superiores (dedos y hombros).(3)

Afortunadamente las lesiones graves se han vuelto más raras gracias a la especialización del uso de equipos de seguridad, cuerdas, arnés y equipo de protección. Las lesiones tienen que ver hoy con la dificultad, el carácter repetitivo que ha tomado esta actividad y el sobreentrenamiento.(9)

Backe y cols. han identificado que entre el 75-90% de los casos, la mano es la estructura anatómica más comúnmente afectada, reportándose en tres cuarta parte de los escaladores de elite y recreativos, donde las lesiones traumáticas son unas de las más frecuentes, aunque las lesiones que generan más preocupación en los escaladores, son las que afectan a las estructuras músculo tendinosas, y que se dan por estrés repetitivo, luego de sesiones prolongadas de entrenamiento en rocódromos. (10)

Los problemas en los dedos y en las manos, se encuentran principalmente en las vainas de los tendones flexores. Esto se debe a que una de las formas más comunes de agarre en la pared coloca a las articulaciones interfalángicas proximales flexionadas a más de 90° en conjunto con una hiperextensión de las interfalángicas distales, lo que se traduce en cargas muy altas de tensión para las poleas de las vainas de los tendones flexores. La tenosinovitis

crónica de los tendones flexores es la segunda lesión más común; el desarrollo de esta lesión suele ser muy frustrante y a veces con periodos dolorosos recurrentes que duran más de un año, sin embargo, el pronóstico es favorable. En general cuando un escalador cree sentir síntomas de lesión en sus manos por uso excesivo de las mismas, comienza a notar, por la mañana temprano, una mayor rigidez en manos y un excesivo déficit de motricidad fina de los dedos. (3,11) Podemos sumar a estas lesiones mencionadas, las tendinitis de músculos del antebrazo, el síndrome del túnel carpiano y las fracturas por estrés especialmente en dedos y muñeca. (12)

La aparición de estas lesiones se ven relacionadas mayormente con la sobrecarga del entrenamiento o con la mala estructuración y planificación del mismo, por esto el rol del kinesiólogo en los trabajos de prevención y planificación del entrenamiento, resultan fundamentales para disminuir la tasa de lesiones músculo tendinosas.(12) En este trabajo, se plantea un tratamiento aplicando ejercicios isométricos específicos, basado en un entrenamiento de suspensiones isométricas.(1)

### III. OBJETIVOS

#### Objetivo general:

Analizar los efectos terapéuticos de la aplicación de un plan de ejercicios isométricos específicos, en un escalador deportivo de sexo masculino, con diagnóstico de tendinopatía de flexores profundos de los dedos (FPD).

#### Objetivos específicos:

- Valorar la evolución de la fuerza de FPD por medio de un dinamómetro, antes y después del tratamiento.
- Cuantificar el dolor en distintos momentos del tratamiento con escala de VAS.
- Evaluar por medio del cuestionario de la Escala Funcional de la Extremidad Superior al inicio del tratamiento y al final.

#### IV. MÉTODOS

##### a. Estrategia de búsqueda

##### i. Palabras Claves

MESH	DESH	TERMINOS LIBRES
Mountaineering	Montañismo	
Finger Injuries	Traumatismos de dedos	
Overuse Injuries	Trastornos de traumas acumulados	
Exercise	Ejercicio Físico	
Isometric Contraction	Contracción Isométrica	
Isometric Exercise	Ejercicio isométrico	
Tendinopathy	Tendinopatía	
Pain	Dolor	
		Rock Climbing
		Chronic injuries in climbing
		Sport Climbing
		Boulder

##### ii. Combinaciones de las palabras clave

rock climbing[All Fields] AND ("injuries"[Subheading] OR "injuries"[All Fields] OR "wounds and injuries"[MeSH Terms] OR ("wounds"[All Fields] AND "injuries"[All Fields]) OR "wounds and

rock[All Fields] AND climbing[All Fields] AND ("education"[Subheading] OR "education"[All Fields] OR "training"[All Fields] OR "education"[MeSH Terms] OR

"training"[All Fields])

rock[All Fields] AND climbing[All Fields] AND ("education"[Subheading] OR "education"[All Fields] OR "training"[All Fields] OR "education"[MeSH Terms] OR "training"[All Fields]) AND ("Prevent"[Journal] OR "prevent"[All Fields]) rock[All

Fields] AND climbing[All Fields] AND performance[All Fields]

"exercise"[MeSH Terms] OR isometric exercise[Text Word]

"tendinopathy"[MeSH Terms] OR tendinopathy[Text Word]

iii. Bases de datos de la literatura consultadas

PubMed

LiLacs, IBECs

iv. Periodo de publicación analizada

2006 a 2022, estudios sobre escalada y lesiones de escalada.

2014 a 2022, estudios sobre ejercicios isométricos como tratamiento.

b. Generalidades del CC en relación con los métodos y procedimientos elegidos.

Se selecciona el paciente de la demanda del consultorio, escalador deportivo intermedio, de 32 años, sexo masculino, que llega con diagnóstico médico de tendinosis de FPD, sin estudios de imágenes. Se le realiza el cuestionario de la Escala Funcional de la Extremidad Superior y una evaluación de dolor con VAS. Para la evaluación con VAS se le pide al paciente que, en posición de sedestación con el hombro flexionado y codo semiflexionado, agarre el cubo múltipresa y lo apriete con toda su fuerza y nos de referencia de si percibe dolor. Para a partir de estas evaluaciones poder decidir el tipo de tratamiento a realizar.

Por los resultados de las evaluaciones se decide la aplicación del plan de ejercicios isométricos, ya que el paciente ha realizado tratamientos anteriores de fisioterapia y no logra el retorno deportivo sin dolor ni rendimiento adecuado.

Se utiliza un dinamómetro de mano analógico con escala de medición en kg. Esta evaluación se comenzó a realizar luego de la tercera semana de tratamiento. En la primera medición se realizó dinamometría de ambas manos y se registra los resultados comparativos. Luego se realizaron mediciones al inicio de cada sesión de la mano en tratamiento. Al final de este se realizó una evaluación de fuerza de ambas manos.

## V. DESARROLLO

### a. Análisis de la literatura recuperada

#### i. Introducción a la escalada deportiva

La escalada es un deporte donde los participantes usan sus manos y sus pies para subir rocas o rocódromos. Hay tres estilos básicos: Escalada deportiva, Boulder y escalada tradicional. Se diferencian en el tipo de protección que usan cada uno en un evento de caída y por el entorno donde ocurren.

- Tradicional: se escala al aire libre con cuerda que se ata al escalador para asegurarlo en el ascenso. La cuerda está asegurada a un equipo de protección colocado en la roca por el escalador (móviles) que lo asegura en el caso de caídas. Estos seguros pueden salirse en altos impactos si son mal colocados. El escalador está vinculado con un compañero (asegurador) que tiene un aparato que le va dando cuerda o frenando para asegurar que no se caiga al suelo.
- Escalada deportiva: se practica en ambiente natural y gimnasio de escalada. Se usa cuerda, que está unida al escalador y conecta a los puntos de anclaje prefijados durante el ascenso. El escalador está vinculado con un compañero (asegurador) que tiene un aparato con el que le va dando cuerda o frenando para asegurar que no se caiga al suelo.
- Boulder: Se practica en Gimnasios de escalada y en espacios naturales, se caracteriza por movimientos de baja altura, no se usa cuerda. Los observadores pueden cuidar al escalador, hay colchones. Las caídas producen lesiones leves.(13)

#### ii. Características Biomecánicas y técnicas de la escalada deportiva

La escalada deportiva es una actividad donde los participantes buscan llegar al final de una ruta predeterminada, tanto sea en la roca (ambiente natural) como en el interior usando agarres artificiales. Estas rutas pueden incluir movimientos de ascenso, descensos y travesías en horizontal.

La escalada es un deporte acíclico, que cuenta con tres fases de movimiento, fase preparatoria, fase central y fase final, las 3 fases van enlazadas continuamente, pero cada movimiento al escalar será distinto, ya que los agarres tendrán diferentes formas y estarán a distancias diversas, la pared podrá variar de inclinación, los movimientos serán hacia arriba, horizontal o hacia abajo, si es necesario. El deportista avanza sobre la pared de manera que su técnica sea la más efectiva, influenciado por su fuerza, flexibilidad y capacidad de lectura del camino a recorrer. Escalar una pared requiere que la persona realice las secuencias de

movimiento pasando por momentos de equilibrio estable e inestable en una combinación de movimientos heterogéneos de todo su cuerpo, realizando tracción desde los agarres con sus brazos y empujando desde el apoyo de sus pies.

Gracias a que se ha mejorado la seguridad con los avances tecnológicos, los escaladores hoy se concentran en realizar movimientos más difíciles en paredes empinadas y con agarres pequeños que permiten el contacto de la falange distal únicamente. Al ser tan pequeño el agarre, los dedos se colocan en arqueo, donde la articulación interfalángica proximal (IFP) se flexiona a 90° o más y la distal se hiperextiende, en contraste los agujeros donde entran uno o dos dedos suelen agarrarse en posición de dedos colgantes, esto quiere decir que se extiende las articulaciones interfalángicas proximales (IFP) y se flexionan las distales.(14)

Hay diferentes tipos de agarres, y se los puede clasificar en:

- Romo: agarres grandes y redondeados, el ángulo de flexión de la IFP es leve y el pulgar no está en contacto con el índice. (Imagen:1)

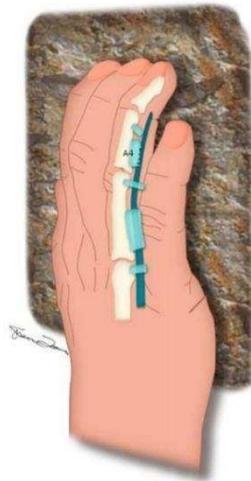


Imagen 1: Imagen de la posición de dedos y tendones en un Romo (15)

- Mono o Bidedo: uno o dos dedos, lo más común medio y anular 10 a 20 grados de flexión interfalángica distal (IFD) y 40 grados IFP. (Imagen: 2)



Imagen 2: Mono dedo.(15)

□ Regleta abierta: Se agarra con la última falange, la IFP se flexiona a 90 y la distal permanece en extensión. (Imagen:3)

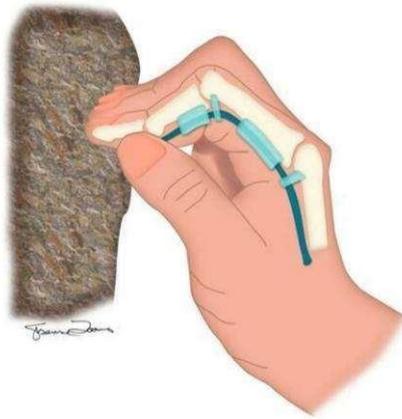


Imagen 3: Regleta abierta, grafico de situación de tendones y poleas. (15)

□ Arqueo: se agarra con la última falange, la IFP se flexiona entre 90 y 100° y la IFD se hiperextiende. (Imagen: 4)



#### Imagen 4: Arqueo (15)

- Bolsillos: IFD y IFP están flexionadas y su flexión depende de la forma del bolsillo.
- Pinza: flexión de IFD y IFP de uno o más dedos en oposición al pulgar, quedando el agarre entre los dedos y el pulgar.

El uso de pies puede variar desde el apoyo en pequeños filos, buscar adherir la suela de las pédulas (zapatillas de escalada) a la pared, gancheos (tracción con el empeine) y talonear (tracción con el talón).

A pesar de que la escalada se realice con todo el cuerpo, la fuerza de los dedos es un factor determinante en la performance de los escaladores deportivos. La fuerza isométrica de los flexores de dedos es predictiva del nivel de competición.(16)

Se observa un desarrollo notable en el alcance y la calidad de la escalada en roca en los últimos años. Las manos se utilizan como herramientas para el ascenso, y muchas de las fuerzas de apoyo externas se aplican sobre los dedos y también se distribuyen a través de la muñeca, el codo y el hombro.(17)

#### iii. Evolución demográfica

La escalada deportiva es una disciplina que ha crecido exponencialmente a nivel mundial en los últimos 20 años. Esto tiene correlación con el acceso a las paredes artificiales en las ciudades, hasta en aquella que no se encuentran próximas a espacios donde la actividad se realiza al aire libre.(18,19) La IFSC (International Federation of Sport Climbing) afirma que en el 2016 había en el mundo 25 millones de escaladores, y que la población habría aumentado en los últimos 10 años aproximadamente el 50%.(3)

Se puede considerar un deporte joven que está creciendo rápidamente, en todo el mundo se realizan competencias locales organizadas por Clubes Andinos o Federaciones. En Argentina la escalada deportiva está nucleada en la FASA (Federación Argentina de Ski y Andinismo). La IFSC organiza mundiales, de todas las categorías. En el 2020 fue incluida en el programa de los Juegos Olímpicos en Tokyo, por medio de sus 3 modalidades (Dificultad, Velocidad y Boulder).(3)

#### iv. Epidemiología

El entorno donde se realiza la actividad va a disminuir o aumentar los riesgos de lesión. La escalada deportiva y el Boulder emplean movimientos y técnicas específicas, los cuales pueden guiarnos a reconocer lesiones propias de la actividad.

La mayoría de los estudios epidemiológicos que existen reportan lesiones de escalada en entornos específicos. Estos reportes se realizaron en gimnasios de escalada, y muestran lesiones por sobreuso (tendinitis, síndrome de túnel carpiano y fracturas por estrés), particularmente en dedos y muñeca, acontecen el 75-90% de las lesiones en escalada. El dedo del escalador se caracteriza por una ruptura de la polea A2 del dedo anular, que se produce cuando se realiza una carga excesiva en los agarres de arqueo, ya que la fricción entre el tendón y la polea aumenta en esta posición, se ha descrito como particularmente frecuente entre los escaladores de competición de élite.(15)

El riesgo de lesiones serias o muerte en la escalada deportiva o Boulder son extremadamente bajas y son comparativamente bajo con respecto a otros deportes. Existe alta prevalencia de lesiones de dedo, codo y hombro relacionados con movimientos extenuantes o de uso excesivo. (18)

v. Incidencia y prevalencia de lesiones

Se estima 4.2 lesiones/1000hs de práctica de escalada. La incidencia de lesiones en la carrera del escalador es 1.52/sujetos. Se registran 4.24 lesiones/sujeto para una población de escaladores de roca (tabla 1).(20)

Estudios (Año)	Proporción de incidencia de lesiones (IP) y Tasa de Incidencia (IR) (95% CI)
Tomczak et al (1989)(11)	Proporción de Incidencia (IP): 428 Lesiones (409, 447) /100 Participantes
Limb (1995)(12)	Tasa de incidencia de lesión (IR): 53.87 Lesiones (40.58, 70.12)
Rohrbough et al (2000)(5)	IP de carrera: 300 lesiones (250, 357)

Logan et al (2004)(9)	IP carrera: 152 lesiones (133, 172)/100 participantes
Gerdes et al (2006)(16)	IP de la carrera: 131 lesiones (126, 136) / 100 participantes (los autores permitieron 3 informes de lesiones como máximo)
Josephsen et al (2007)(2)	IP de lesiones de boulder en exteriores: 103 lesiones (71, 146) / 100 participantes / año IP de lesiones de boulder en interiores: 127 lesiones (85, 184) / 100 participantes / año
Shahram et al (2007)(17)	No Examinado
Backe et al (2008)(18)	IR: 4.2 Lesiones (3.61, 4.77)/1000 Horas Escaladas (14 traumáticas y 194 lesiones por sobreuso en 49 986 horas escaladas)
Jones et al (2008)(3)	IP: 137 Lesiones (121, 154)/100 Participantes/años
Neuhof et al (2011)(4)	IR: 0.2 Lesiones (0.02, 0.72)/1000 horas escaladas (solo lesiones agudas)
Pieber et al (2012)(15)	Profesionales IP: 194 Lesiones (175, 214)/100 participantes
Schöffl et al (2013)(20)	IR: 0.74 lesiones (0.24, 1.73)/1000 horas compitiendo (solo lesiones agudas)
Schöffl et al (2013)(10)	IR: 0.02 lesiones (0.01, 0.03)/1000 horas escaladas (solo lesiones agudas)

Tabla 1: Proporciones de incidencia de lesiones informadas o tasas de incidencia para todos los estudios revisados(20)

La incidencia de lesiones en la escalada deportiva comparativamente con otros deportes es extremadamente baja, aunque suelen ser eventos que los ausenten del deporte un tiempo demasiado prolongado.

Tabla 2: Proporción de incidencia de lesión (IP) por disciplina.

Disciplina sostenida durante la lesión	IP por lesión/100 Participantes/edad (95%CI)
Escalada Deportiva %	33 (24 a 40)
Boulder %	58 (46 a 72)
Ambas (escalada Deportiva y boulder) %	5 (2 a 10)

Otras disciplinas % *	4 (2 a 9)
-----------------------	-----------

\* Otras disciplinas informadas por los participantes incluyen entrenamientos de fuerza y acondicionamiento físico para escalar, realizar una ruta de escalada en interior y lesiones que se originan en otros lugares y se agravan con la escalada.(20)

Las investigaciones han demostrado que las lesiones por sobrecarga y uso excesivo son las más frecuentes y la zona más propensa a lesionarse son los miembros superiores, las lesiones por caída son menos comunes y ocurren mayormente en miembros inferiores. (10,19)

#### Clasificación de lesiones

- Según el mecanismo de acción:
  - Lesiones por impacto: donde el escalador falla y cae sobre la superficie de escalada y/o tierra o un objeto como roca cayendo sobre el escalador. Tipo de lesiones, fracturas y contusiones. Generalmente involucran miembros inferiores. (20)
  - No impacto: Son el resultado de un trauma agudo sobre el cuerpo, se producen por una carga excesiva de tejido contráctil y no contráctil mientras se realiza un movimiento extremo o dinámico, se producen mayormente en Miembros superiores (dedos, muñeca, codo y hombro). Tipo de lesiones, distensiones y roturas.(20)
  - Lesión por uso excesivo (sobreuso): por movimientos repetitivos. Tendinitis tendinopatías. Involucran dedos, codo y hombro.(20)

Se ha demostrado que las lesiones por uso excesivo representan el 93% y el 28% de los participantes informan al menos una de estas. Siendo los dedos y la muñeca eran la ubicación más común.(10)

Las lesiones traumáticas constituyen el 7% del total. El 50% de estas son en miembros inferiores (pie, tobillo y dedos del pie). En miembros superiores acontecen el 36% de los casos y las lesiones más comunes son de ligamentos, contusiones o laceraciones y fracturas.(15)

- Según zona corporal:
  - Mano: El sitio más común de lesiones son las articulaciones interfalángicas proximales, se ve en más del 50% de los escaladores deportivos de élite y el esguince del ligamento colateral de esta se ve en el 40%. Lesiones del tendón y las vainas tendinosas de los flexores superficiales y profundos, se ha registrado con una prevalencia del 26%. La lesión de la polea anular es frecuente en escaladores, afecta al 25% de los escaladores de élite aproximadamente, y raramente se ve en otras circunstancias. Las poleas A2 (imagen 5) y A4 son las que más comúnmente se

lesionan. La lesión de la polea A4 es 33% más frecuente que la A2, y las lesiones agudas de la polea son más frecuentes que las crónicas.

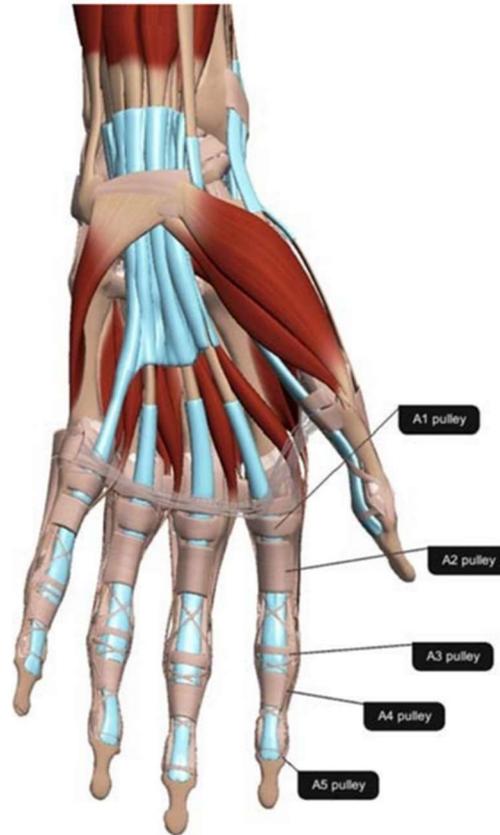


Imagen 5: Anatomía de Poleas(13)

- Codo: En una encuesta europea se registró que el dolor de codo es la queja más común en escaladoras y la tercera en importancia en escaladores. Refieren dolor en la unión miotendinosa del braquial anterior, las epicondilitis se han observado en escaladores con laxitud ligamentaria.(15)
- Hombros: La segunda zona más común en lesionarse, comprometen el 17% de las lesiones aproximadamente, el dolor crónico de hombro se ve en el 33% de escaladores de élite. Entre las lesiones de hombro se han registrado, que la más común es la de labrum, siendo el 33%, impingement 23%, luxación anteroinferior con lesión de labrum 10%, desgarro y rotura de bíceps 6%, tendinopatías 5%. El pinzamiento subcoracoideo puede ocurrir a veces, y la luxación coracoacromial puede ser el resultado de alguna caída.(10)
- Miembros Inferiores: La mayoría de estas lesiones son por impacto, y encontraremos entre ellas, contusiones y fractura de calcáneo y tobillo, lesiones osteocondrales, esguinces de tobillo con lesión de ligamentos, esguince de rodilla con lesión de ligamento cruzado anterior y ligamentos laterales. Ruptura de meniscos, por flexiones

profundas, luxación rotuliana. Las modernas zapatillas de escalada maximizan la capacidad del escalador para el agarre en repisas de roca. Sin embargo, los zapatos se reducen para maximizar su eficacia, prensa los dedos de los pies, flexionan las articulaciones IFP e IFD y extienden las metatarso falángicas. Esto supina el pie y permite que las puntas de los dedos soporten el peso del escalador, lo que con frecuencia resulta en hematomas subungueales. Inicialmente, el escalador desarrolla hallux valgus, que puede evolucionar en hallux rigidus. Las zapatillas posicionan el pie en una dorsiflexión produciendo un gran estrés en la fascia plantar, lo que puede conducir a fascitis plantar crónica. Otras lesiones por uso excesivo del pie incluyen bursitis retrocalcánea, tendinopatía de Aquiles y tobillo inestables.(10) - Lesiones específicas:

Son lesiones dadas por las condiciones específicas del deporte, que permitirán diagnosticar y tratar con especificidad. En diferentes estudios se han podido identificar, y nos sirven como guía para empezar a clasificarlas y reconocerlas.

- **Dedos del escalador:** Lesión exclusiva de los escaladores y generalmente representa cierto grado de tensión dentro del sistema de poleas flexoras de los dedos de la mano. Esta lesión puede ser aguda o por sobreuso, dependiendo del mecanismo de acción. Si es aguda el escalador referirá haber sentido un chasquido/crepitación, inflamación, edema y dolor inmediato. Otra presentación es la historia de larguísimo disconfort, malestar y relativa debilidad, con historial de probar repetidas veces un paso de una vía, puede haber previa afectación de tendones flexores que el deportista no ha tratado. El dedo más involucrado es el índice de la mano dominante.(21) Las poleas flexoras que se lesionan son A2, A3 y A4, pero la lesión que mayormente prevalece es la de la polea A2. Algunos estudios muestran que esta lesión representa el 30% de las lesiones en escaladores amateurs y aproximadamente el 50% de los escaladores de Élite tienen algún grado de lesión en ellas.(21)
- **Codo del escalador:** La posición biomecánica más usada en la técnica de escalada es flexión de codo y pronación de antebrazo, muñeca posición neutra, flexión de dedos, mayormente primera y segunda falange. Esta acción requiere un balance muscular entre agonistas, antagonistas y fijadores muy específicos que suelen por la naturaleza de los músculos y la necesidad de fuerzas específicas, crear tensiones en los músculos epitrocleares y epicondileos. Además de una contracción insuficiente del bíceps llevando a una activación compensatoria del braquial anterior y su uso excesivo.
- **Síndrome de Extensores:** Se produce por el uso excesivo de ciertos agarres que afectan las Vainas de los tendones extensores y los tendones de los flexores. Las lesiones de los tendones flexores de dedo y mano vienen acompañadas del síndrome de la vaina

de los extensores. Se ve típicamente después de muchos años de escalada y de una cadena de lesiones por uso excesivo. Podemos notar cambios artríticos progresivos con formación de espolones óseos significativos que irritan la vaina de los extensores presentando tenosinovitis.(15) Factores de riesgo de lesiones Factores intrínsecos:

- Sexo: Las mujeres tienen mayores riesgos de esguinces y lesiones por tracción, los hombres mayores riesgos de laceraciones por fractura, pero la mayoría de los estudios no muestran diferencia entre sexos.(10)
- Edad: aumenta el porcentaje de lesión en manos y dedos, mayor incidencia de tendinitis en tercer y cuarto dedo entre los 19-34 años que entre los 9-19 años. El riesgo de lesión aumenta en la adolescencia.(10)
- Años de práctica: No hay respuestas significativas.(10)
- Índice de masa corporal: Mayor el índice de masa corporal se asocia a mayor riesgo de lesiones.(10)
- Fuerza de prensión: No hay relación significativa.(10)
- Grado de dificultad: a mayor dificultad mayor probabilidad de lesión.(10) Factores

Extrínsecos:

- Escalada deportiva: 0.29/1000 lesiones/hora. (10)
- Boulder: 1.47/1000 lesiones/hora.(10)
- Volumen de escalada: En el Boulder el riesgo es significativamente más alto en lo que se refiere a lesiones de dedos por realizar movimientos exigentes repetidas veces y en grandes volúmenes, en comparación a la escalada deportiva.(10)
- Indoor vs. Outdoor: En los escaladores de gimnasio el riesgo de lesiones de dedos es significativamente más alto que los escaladores deportivos.(10)
- Aplomo vs Extraplomo: Es más lesivo el extraplomo que el aplomo.(10)

## Tratamientos habituales de lesiones de dedo

Las lesiones de dedos son las que más aquejan al escalador deportivo y al escalador de Boulder, por lo que hemos visto, la acción repetitiva de diferentes agarres especialmente el de la posición de arqueo pone en tensión a los tendones flexores y a toda la anatomía compleja de mano, muñeca y antebrazo. Esto viene relacionado a la falta de sistematización de los entrenamientos, la no preparación física y el no respeto de los descansos entre intentos.(13)

Como medida preventiva se recomienda, trabajar la fuerza y fortalecimiento de tendones, incluir trabajos de flexibilidad de músculos opuestos a los que utilizamos al escalar para disminuir las descompensaciones articulares. Respetar tiempo de recuperación de 24hs después de cada entreno y hasta 48hs si el entrenamiento fue de alta intensidad.

La rehabilitación puede llevar semanas o meses, y suele ser la queja constante de los escaladores. Se realizan estiramientos, ejercicios de movilidad para recuperar rangos de movimientos, fortalecimiento de antagonistas para asegurar una recuperación equilibrada a largo plazo, modificación de la técnica y cambios de agarres.(21)

Solo el 6% de las lesiones de poleas que son severas se tratan con cirugía y tienen un retorno a la actividad de 6 meses. La mayoría de las lesiones de dedos son menos severas, con gestiones conservadoras son tratadas efectivamente. El manejo conservador incluye, reposo relativo, crioterapia, terapia manual, taping y entrenamiento de fuerza progresivo. Las inyecciones de corticoides son discutibles, porque al aplicarlas intratendinosas pueden llegar a romper el tendón. Sin embargo, cuando el tratamiento conservador falla y un diagnóstico diferencial de tendinitis crónica o tenosinovitis ha sido establecido puede estar justificado.(13)

Se sugiere el retorno total con tratamiento conservador dentro de las 6 semanas para una ruptura parcial, 6 a 12 semanas para una ruptura completa, 6 semanas para lesión de alto grado, ruptura de polea asociado a daños en ligamentos colaterales y músculos lumbricales.(13)

## Ejercicios isométricos y tendinopatías

El ejercicio isométrico se ha recomendado como medio para aliviar el dolor en tendinopatías. Se ha visto disminución de dolor y discapacidad, pero no mejora de fuerza.(22) Se ha recomendado como alivio inmediato del dolor en personas que sufren tendinopatías en miembros inferiores (MMII).(23)

Los ejercicios isométricos parecen ser más efectivos durante las temporadas competitivas para el alivio del dolor a corto plazo, ha mostrado potencial reducción del dolor y mejora funcional. Se ha encontrado reducción significativa del dolor inmediatamente

después de una serie de ejercicios. Se recomiendan para guiar la práctica clínica, y parecen ser los más adecuados para el alivio del dolor a corto plazo, con mejoras significativas en el dolor durante temporadas de competencia.(24)

Las contracciones isométricas liberan inhibición cortical que es paralela a la reducción del dolor. La inhibición del dolor después de una contracción isométrica local es generalizada. Esto indica la participación del SNC, el efecto del ejercicio sobre la corteza cerebral motora puede modularse en presencia del dolor. La reducción del dolor observada después del ejercicio isométrico puede deberse a cambios corticales observados y al reclutamiento del grupo de motoneuronas y/o impulsado por cambios a nivel del tejido.(25)

La fuerza isométrica de los flexores de dedos se considera uno de los principales determinantes físicos del rendimiento de la escalada deportiva.(26,27) Los escaladores usan la parte distal de los dedos para sostener su masa corporal de los agarres, para lograrlo se requiere una fuerza isométrica de flexores y extensores de dedos para mantener la posición de la mano y el contacto con el agarre.(27)

Por todo lo antes mencionado se plantea el uso de ejercicios isométricos como tratamiento, ya que es esencial en la práctica deportiva y como medio terapéutico.

En diferentes estudios sobre entrenamiento estático o isométrico en escaladores deportivos se ha observado que las cargas mantenidas durante un tiempo de esfuerzo de 3 a 10 segundos, repetidas de 10 a 40 veces y con recuperación entre repeticiones de 3 a 20 segundos y de 1 a 3 minutos entre series, provoca una mejora de fuerza máxima isométrica y en el tiempo de la fatiga.(1,26)

#### b. Caso Clínico

Paciente de sexo masculino, edad 32 años, escalador deportivo intermedio, que cursa con dolor en dedo anular y mayor de su mano izquierda desde más de 12 meses, que aumenta en agarres tipo regletas en posición inclinada y lateralizada. El paciente ya realizó en el momento agudo de la lesión tratamiento de fisioterapia y kinesiología, sin conseguir el retorno deportivo, refiriendo síntomas al practicarla.

#### i. Diagnóstico médico.

Tendinopatía del flexor común profundo de los dedos, dedo anular y medio, mano izquierda.

ii. Evaluación.

En la primera sesión se realizaron las siguientes evaluaciones iniciales. -

Escala funcional de Extremidad superior: Miembro superior izquierdo

Hoy le causa o le podría causar dificultad con:

Actividades	Extrema dificultad o incapacidad de realizar la actividad	Bastante dificultad	Dificultad moderada	Un poco de dificultad	No dificultad
a. Cualquier trabajo usual, trabajo doméstico, o actividades de la escuela.					4
b. Sus pasatiempos usuales, actividades recreativas o deportivas.		2			
c. Levantar una bolsa de comestibles al nivel de la cintura.					4
d. Levantar una bolsa de comestible por encima de la cabeza.					4
e. Arreglarse el pelo.					4
f. Poner presión en las manos como al levantarse de la bañera o la silla.					4
g. Preparando comida como pelar o cortar					4
h. Conducir					4
i. Limpiar con la aspiradora barrer o rastrillar					4
j. Vestirse					4
k. Amarrando los botones					4
l. Utilizando instrumentos y aparatos.					4

m. Abrir puertas					4
n. Limpiar					4
o. Atar zapatos					4
p. Dormir					4
q. Lavando, planchando, doblando ropa					4
r. Abriendo un frasco				3	
s. Tirar una pelota					4
t. Cargar una maleta pequeña con la extremidad afectada					4

Puntuación: 77/80

- Evaluación del Dolor (escala de VAS):

Se evalúa el dolor a la palpación de la zona afectada, donde 0 es ausencia de dolor y 10 es el máximo dolor percibido.

Puntuación: 7.

Se evalúa del dolor al agarre de múltipresa, buscando realizar su máxima fuerza.

Puntuación: 6.



Imagen 6: Imagen propia

- Evaluación de dinamometría (tercera semana de tratamiento):

Mano Derecha: 50 Kg

Mano izquierda: 28 Kg

iii. Plan de tratamiento:

Objetivos del tratamiento:

“Disminuir el dolor y la impotencia funcional que este produce, por medio de ejercicios isométricos de la musculatura flexora, para el retorno a la actividad deportiva”.

Tratamiento:

Se planifican 5 semanas de tratamiento, con dos sesiones semanales separadas por un día de descanso entre cada una y 4 días de descanso entre una semana y la siguiente, de ejercicios isométricos, basados en entrenamiento de suspensiones intermitentes diseñados por Eva Lopez.(1)

Se realiza una evaluación del paciente para elegir el tamaño de la regleta a utilizar. Esta será la que el paciente pueda sostener más de 18 segundos haciendo la mayor fuerza posible, sin dolor. El paciente estará sentado, hombro flexionado sobre la cabeza, codo con mínima flexión, muñeca extendida, dedos agarran cubo múltipresa en agarre de 20mm, falange y media, dedos colgantes.



Imagen 7: Imagen propia

Luego de la 3er semana se incorpora valoración con dinamómetro de mano, previo a la realización de la sesión de ejercicios.

El paciente no realiza reposo deportivo, evitará en sus días de escalada los agarres tipo regleta que le provocan dolor.

Plan de tratamiento:

- Tiempo de contracción isométrica 10''
- Tiempo de descanso entre repeticiones: 20''
- Repeticiones: 5
- Descanso entre series: 3'

Semana	Sesiones	Series	Repeticiones
1°	2	2	5/(10''x20'')
2°	2	2	5/(10''x20'')
3°	2	3	5/(10''x20'')
4°	2	4	5/(10''x20'')
5°	2	4	5/(10''x20'')

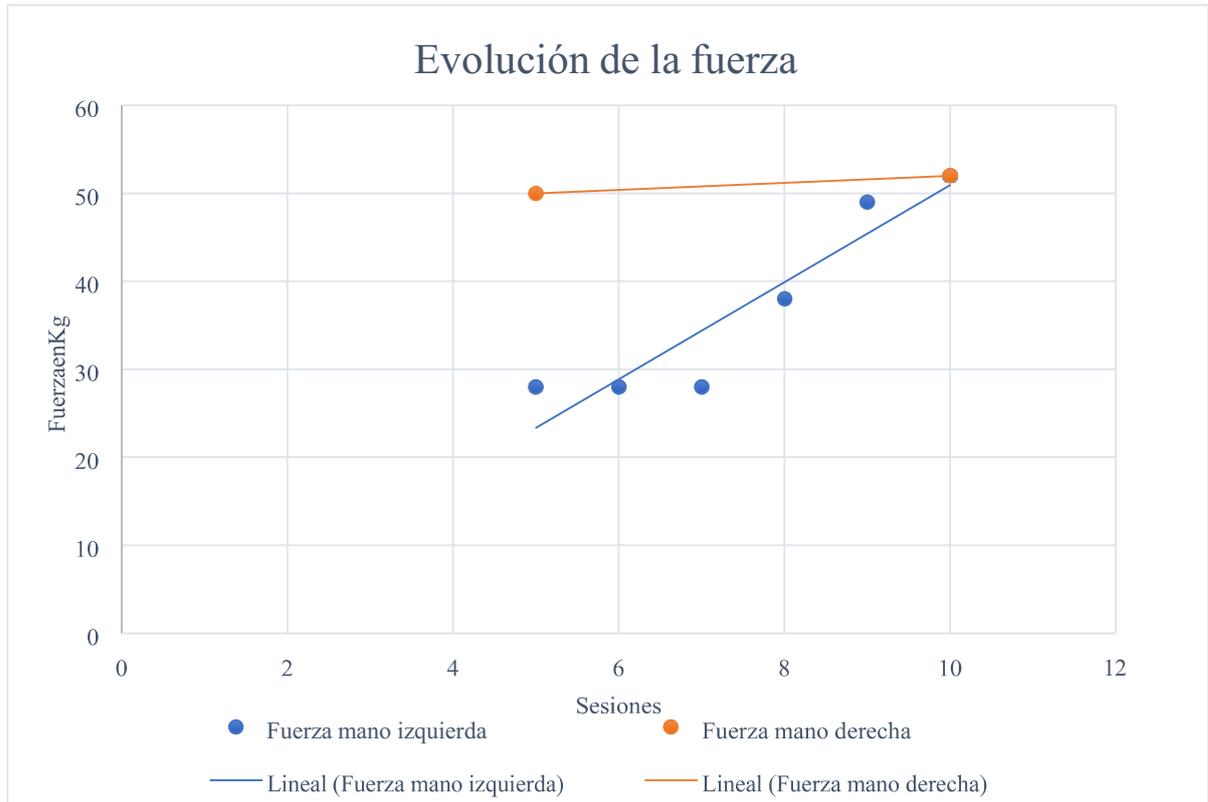
Tabla 3: Plan de tratamiento

iv. Resultados

Semanas	Sesiones	Dinamometría	Dolor (EVA) Agarre de multipresa
1°	1°	No se realizó	6
1°	2°	No se realizó	4
2°	3°	No se realizó	2
2°	4°	No se realizó	2
3°	5°	28 Kg (dolor)	2
3°	6°	28 kg (dolor)	2
4°	7°	28 Kg	0
4°	8°	38 kg	0
5°	9°	49 Kg	0
5°	10°	52Kg	0

Tabla 4: Resultados y mediciones, por sesión semanal.

Gráfico 1: Evolución de la fuerza



Escala funcional de Extremidad superior: Miembro superior izquierdo Hoy le causa o le podría causar dificultad con:

Actividad	Extrema dificultad o incapacidad de realizar la actividad	Bastante dificultad	Dificultad moderada	Un poco de dificultad	No dificultad
a. Cualquier trabajo usual, trabajo doméstico, o actividades de la escuela.					4
b. Sus pasatiempos usuales, actividades recreativas o deportivas.					4
c. Levantar una bolsa de comestibles al nivel de la cintura.					4
d. Levantar una bolsa de comestible por encima de la cabeza.					4
e. Arreglarse el pelo.					4
f. Poner presión en las manos como al levantarse de la bañera o la silla.					4
g. Preparando comida como pelar o cortar					4
h. Conducir					4
i. Limpiar con la aspiradora barrer o rastrillar					4
j. Vestirse					4
k. Amarrando los botones					4
l. Utilizando instrumentos y aparatos.					4
m. Abrir puertas					4
n. Limpiar					4

o. Atar zapatos					4
p. Dormir					4
q. Lavando, planchando, doblando ropa					4
r. Abriendo un frasco					4
s. Tirar una pelota					4
t. Cargar una maleta pequeña con la extremidad afectada					4

Puntuación: 80/80

- Dinamometría comparativa final de sesiones:

Mano izquierda: 52 kg

Mano derecha (mano hábil): 52 kg

## VI. DISCUSIÓN

Recuperar la capacidad de realizar contracciones isométricas intermitentes, con aumento de fuerza y resistencia, resulta fundamental para la recuperación de las lesiones en los tendones flexores de dedos en los escaladores deportivos. La aplicación del programa de ejercicios isométricos muestra en este paciente en particular una evolución favorable, registrando desde la semana 4 la desaparición del dolor y el aumento progresivo de la fuerza en las sesiones siguientes, llegando en la última sesión a igualar las fuerzas de prensión de ambas manos.

En la bibliografía consultada los tratamientos de tendinosis de flexores de dedos se basan en medicación antiinflamatoria, reposo, entablillado durante varios días, aplicación de ungüentos y masajes, crioterapia y en condición persistente inyecciones locales de corticoides, ya que la tendinosis crónica puede ser rebelde. (28) Se realizan estiramientos, ejercicios de movilidad para recuperar rangos de movimientos, fortalecimiento de antagonistas para asegurar una recuperación equilibrada a largo plazo, modificación de la técnica y cambios de agarres. La rehabilitación puede llevar meses y suele ser una queja constante de los deportistas. (21) Al analizar la técnica deportiva, se puede observar que en los tratamientos recomendados no se trabaja la recuperación de la capacidad de realizar contracciones isométricas intermitentes claves para el desarrollo y el rendimiento en la escalada, por esto se plantea un plan de ejercicios isométricos.

En el análisis de los resultados podemos observar, aumento de fuerza desde la sesión 7 en adelante, llegando a la última sesión con valores similares a la mano no lesionada (mano hábil), aumentando 24kg de fuerza en total desde la primera valoración a la última. No se encontraron estudios que evidencien el aumento de fuerza con la aplicación de ejercicios isométricos en rehabilitación, pero podríamos explicar este aumento por la recuperación de la técnica de agarre y la reproducción de un gesto técnico conocido por el paciente. A pesar de que no hay evidencias específica en rehabilitación, si la hay en entrenamientos ya que el método de suspensiones isométricas máximas, o suspensiones isométricas intermitentes se usan para fortalecer flexores de dedos. (1,26,29) Entrenar la fuerza de los dedos utilizando el agarre en extensión (dedos colgantes) podría ser una gran estrategia para mejorar la fuerza y minimizar el riesgo de lesiones, una situación que podría resultar especialmente conveniente para escaladores novatos o durante programas de rehabilitación. Blai Ferrer-Uris y cols. sugieren el agarre en dedos colgantes por tener mayor potencial de reclutamiento de los músculos agonistas (flexor profundo de los dedos y flexor superficial de los dedos) y recomiendan la inclusión del agarre de dedos colgantes al entrenar la fuerza de agarre ya que disminuye la tensión de los tejidos blandos de los dedos (poleas y piel) respecto a las otras dos posiciones.(29) Eva López y Juan José González, han registrado mejora en la resistencia del

agarre luego de la 4ta a la 8va semana de entrenamiento con suspensiones intermitentes. La principal conclusión de su estudio es que el programa de suspensiones intermitentes parece ser altamente eficaz para mejorar la resistencia de agarre.(26) En diferentes estudios sobre entrenamiento estático o isométrico en escaladores deportivos se ha observado que las cargas mantenidas durante un tiempo de esfuerzo de 3 a 10 segundos, repetidas de 10 a 40 veces y con recuperación entre repeticiones de 3 a 20 segundos y de 1 a 3 minutos entre series, provoca una mejora de fuerza máxima isométrica y en el tiempo de fatiga. (1, 26) Todo esto antes mencionado nos sugiere que la incorporación del plan de ejercicios isométricos a la rehabilitación de la tendinosis sería una buena elección, buscando minimizar las infiltraciones con corticoides y optimizar la vuelta a la actividad.

En la evolución del dolor se registra disminución de 4 puntos luego de la primera semana de tratamiento, hasta desaparecer por completo en la 4ta semana y esto se podría relacionar con el aumento progresivo de la fuerza. Viana Vuvan y cols, muestran que el ejercicio isométrico no supervisado en tendinopatía lateral de codo, fue efectivo para mejorar el dolor y la discapacidad, pero no la calificación de cambio percibida y la fuerza de agarre sin dolor en comparación con esperar y observar a las 8 semanas, es dudoso que esta forma de ejercicio sea eficaz como tratamiento único. (22)

Se realizó la evaluación de Escala funcional de Extremidad superior, para tener información preliminar de si la lesión le producía al paciente limitaciones fuera del ámbito deportivo, constatando que al inicio del tratamiento era leve y al final inexistente, no se encontraron registros que especifique el uso de esta valoración en pacientes escaladores.

Se concluye en el análisis de los resultados y la bibliografía existente, que la persistencia del dolor en las tenosinovitis de flexores puede relacionarse con la no recuperación de la fuerza específica del gesto técnico y que a pesar de que no hay registros de que los ejercicios isométricos en otras patologías tendinosas recuperen la fuerza, en esta patología en particular al ser una necesidad específica del deporte, las contracciones isométricas intermitentes de los flexores de dedos, puede ser un estímulo que sí resulte necesario y satisfactorio. Se debería profundizar sobre qué tipo de cambios fisiológicos estos ejercicios producen para saber a ciencia cierta cuál es la razón del aumento de fuerza.

## VII. CONCLUSIÓN

La aplicación de un plan de ejercicios isométricos específicos aplicados durante 5 semanas, nos muestra en este paciente en particular la desaparición del dolor y la recuperación de la fuerza de agarre, permitiendo el retorno deportivo a niveles anteriores a la lesión. Por lo tanto, incorporar a los tratamientos ya existentes este tipo de ejercicios puede ser la alternativa para conseguir la reincorporación deportiva más eficiente y pronta.

## VIII. BIBLIOGRAFÍA

1. López Rivera EM. Efectos de diferentes métodos de entramiento de fuerza y resistencia de agarre en escaladores deportivos de distintos niveles [Internet] [<http://purl.org/dc/dcmitype/Text>]. Universidad de Castilla-La Mancha; 2014 [citado el 1 de agosto de 2023]. Disponible en: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/tesis?codigo=78693>
2. Morrison AB, Schöffl VR. Physiological responses to rock climbing in young climbers. *Br J Sports Med* [Internet]. 2007;41(12):852–61; discussion 861. Disponible en: <https://bjsm.bmj.com/content/41/12/852>
3. Schweizer A. Sport climbing from a medical point of view. *Swiss Med Wkly* [Internet]. 2012;142:w13688. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/23135959/>
4. Sheel AW. Physiology of sport rock climbing. *Br J Sports Med* [Internet]. 2004;38(3):355–9. Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC1724814/>
5. Mermier CM, Janot JM, Parker DL, Swan JG. Physiological and anthropometric determinants of sport climbing performance. *Br J Sports Med* [Internet]. 2000;34(5):359–65; discussion 366. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/11049146/>
6. Reglamento-CAED-FASA-2023-v1.pdf [Internet]. [citado el 1 de agosto de 2023]. Disponible en: <https://www.fasa.org.ar/web/wp-content/uploads/2023/05/Reglamento-CAED-FASA-2023-v1.pdf>
7. Alvero-Cruz JR, Giner Arnabat L, Alacid Cárceles F, Rosety-Rodríguez MÁ, Ordóñez Muñoz FJ. Somatotipo, Masa Grasa y Muscular del Escalador Deportivo Español de Elite. *Int J Morphol* [Internet]. 2011 [citado el 1 de agosto de 2023];29(4):1223–30. Disponible en: [http://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S071795022011000400026&lng=en&nrm=iso&tlng=en](http://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S071795022011000400026&lng=en&nrm=iso&tlng=en)
8. Hörst E. Cómo entrenar y escalar mejor [Internet]. 1a. ed. en castellano. Madrid: Desnivel; 1996. 239 p. (Manuales Desnivel). Disponible en: <https://www.worldcat.org/es/title/431192944>
9. Bollen SR. Soft tissue injury in extreme rock climbers. *Br J Sports Med* [Internet]. el 1 de diciembre de 1988 [citado el 1 de agosto de 2023];22(4):145–7. Disponible en: <https://bjsm.bmj.com/lookup/doi/10.1136/bjsm.22.4.145>
10. Backe S, Ericson L, Janson S, Timpka T. Rock climbing injury rates and associated risk factors in a general climbing population. *Scand J Med Sci Sports* [Internet]. 2009 [citado el 1 de agosto de 2023];19(6):850–6. Disponible en: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/j.1600-0838.2008.00851.x>

11. Schweizer A. Biomechanical properties of the crimp grip position in rock climbers. *J Biomech* [Internet]. 2001 [citado el 1 de agosto de 2023];34(2):217–23. Disponible en: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S002192900001846>
12. Baena Extremera A, Granero Gallegos A. Propuesta didáctica para evitar las principales lesiones en escaladores. *ESPIRAL Cuad Profr* [Internet]. 2014 [citado el 1 de agosto de 2023];7(13):44–50. Disponible en: <http://ojs.ual.es/ojs/index.php/ESPIRAL/article/view/962>
13. Jones G, Johnson MI. A Critical Review of the Incidence and Risk Factors for Finger Injuries in Rock Climbing. *Curr Sports Med Rep* [Internet]. 2016 [citado el 1 de agosto de 2023];15(6):400–9. Disponible en: <https://journals.lww.com/00149619201611000-00009>
14. Schweizer A, Hudek R. Kinetics of Crimp and Slope Grip in Rock Climbing. *J Appl Biomech* [Internet]. 2011 [citado el 1 de agosto de 2023];27(2):116–21. Disponible en: <https://journals.humankinetics.com/view/journals/jab/27/2/article116.xml>
15. Chang CY, Torriani M, Huang AJ. Rock Climbing Injuries: Acute and Chronic Repetitive Trauma. *Curr Probl Diagn Radiol* [Internet]. 2016 [citado el 1 de agosto de 2023];45(3):205–14. Disponible en: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0363018815001061>
16. Morenas Martín J, Del Campo VL, Leyton Román M, Gómez-Valadés Horrillo JM, Gómez Navarrete JS. Description of the finger mechanical load of climbers of different levels during different hand grips in sport climbing. *J Sports Sci* [Internet]. 2013 [citado el 1 de agosto de 2023];31(15):1713–21. Disponible en: <http://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/02640414.2013.797592>
17. Quaine F, Vigouroux L, Martin L. Finger Flexors Fatigue in Trained Rock Climbers and Untrained Sedentary Subjects. *Int J Sports Med* [Internet]. 2003 [citado el 1 de agosto de 2023];24(6):424–7. Disponible en: <http://www.thiemeconnect.de/DOI/DOI?10.1055/s-2003-41174>
18. Folkl AK. Characterizing the Consequences of Chronic Climbing-Related Injury in Sport Climbers and Boulderers. *Wilderness Environ Med* [Internet]. 2013 [citado el 1 de agosto de 2023];24(2):153–8. Disponible en: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S1080603212003754>
19. McDonald JW, Henrie AM, Teramoto M, Medina E, Willick SE. Descriptive Epidemiology, Medical Evaluation, and Outcomes of Rock Climbing Injuries. *Wilderness Environ Med* [Internet]. 2017 [citado el 1 de agosto de 2023];28(3):185–96. Disponible en: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S1080603217301126>
20. Woollings KY, McKay CD, Emery CA. Risk factors for injury in sport climbing and bouldering: a systematic review of the literature. *Br J Sports Med* [Internet]. 2015 [citado el 1 de agosto de 2023];49(17):1094–9. Disponible en: <https://bjsm.bmj.com/lookup/doi/10.1136/bjsports-2014-094372>
21. Baláš J, Michailov M, Giles D, Kodejška J, Panáčková M, Fryer S. Active recovery of the finger flexors enhances intermittent handgrip performance in rock climbers. *Eur J Sport Sci* [Internet]. 2016 [citado el 1 de agosto de 2023];16(7):764–

72. Disponible en:  
<http://www.tandfonline.com/doi/full/10.1080/17461391.2015.1119198>
22. Vuvan V, Vicenzino B, Mellor R, Heales LJ, Coombes BK. Unsupervised Isometric Exercise versus Wait-and-See for Lateral Elbow Tendinopathy. *Med Sci Sports Exerc* [Internet]. 2020 [citado el 1 de agosto de 2023];52(2):287–95. Disponible en:  
<https://journals.lww.com/10.1249/MSS.0000000000002128>
23. Riel H, Vicenzino B, Jensen MB, Olesen JL, Holden S, Rathleff MS. The effect of isometric exercise on pain in individuals with plantar fasciopathy: A randomized crossover trial. *Scand J Med Sci Sports* [Internet]. 2018 [citado el 1 de agosto de 2023];28(12):2643–50. Disponible en:  
<https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/sms.13296>
24. Lim HY, Wong SH. Effects of isometric, eccentric, or heavy slow resistance exercises on pain and function in individuals with patellar tendinopathy: A systematic review. *Physiother Res Int* [Internet]. 2018 [citado el 1 de agosto de 2023];23(4):e1721. Disponible en:  
<https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/pri.1721>
25. Rio E, Kidgell D, Purdam C, Gaida J, Moseley GL, Pearce AJ, et al. Isometric exercise induces analgesia and reduces inhibition in patellar tendinopathy. *Br J Sports Med* [Internet]. 2015 [citado el 1 de agosto de 2023];49(19):1277–83. Disponible en:  
<https://bjsm.bmj.com/lookup/doi/10.1136/bjsports-2014-094386>
26. López-Rivera E, González-Badillo JJ. Comparison of the Effects of Three Hangboard Strength and Endurance Training Programs on Grip Endurance in Sport Climbers. *J Hum Kinet* [Internet]. 2019 [citado el 1 de agosto de 2023];66(1):183–95. Disponible en:  
<https://www.sciendo.com/article/10.2478/hukin-2018-0057>
27. Torr O, Randall T, Knowles R, Giles D, Atkins S. Reliability and Validity of a Method for the Assessment of Sport Rock Climbers' Isometric Finger Strength. *J Strength Cond Res* [Internet]. 2022 [citado el 1 de agosto de 2023];36(8):2277–82. Disponible en:  
<https://journals.lww.com/10.1519/JSC.0000000000003548>
28. Schoffl V, Schoffl I, Frank L, Kupper T, Simon M, Lutter C. Tendon Injuries in the Hands in Rock Climbers: Epidemiology, Anatomy, Biomechanics and Treatment An Update. *Muscle Ligaments Tendons J* [Internet]. 2020 [citado el 19 de septiembre de 2023];10(02):233. Disponible en: <http://www.mltj.online/tendon-injuries-in-thehands-in-rock-climbers-epidemiology-anatomy-biomechanics-and-treatment-anupdate/>
29. Ferrer-Uris B, Arias D, Torrado P, Marina M, Busquets A. Exploring forearm muscle coordination and training applications of various grip positions during maximal isometric finger dead-hangs in rock climbers. *PeerJ* [Internet]. 2023 [citado el 19 de septiembre de 2023];11:e15464. Disponible en: <https://peerj.com/articles/15464>