

Efectividad del reentrenamiento de la técnica de carrera como intervención en el abordaje del síndrome compartimental crónico por esfuerzo en la pierna

**CIENCIAS DE LA ACTIVIDAD FÍSICA Y
DEL DEPORTE**

FACULTAD CIENCIAS DE LA ACTIVIDAD
FÍSICA Y EL DEPORTE



Realizado por: Víctor Cebrián López

Nº Expediente:

Grupo TFG: Mix-61

Año Académico: 2021-2022

Tutor/a: José Bonal

Área: Revisión bibliográfica

Resumen

Introducción: El síndrome compartimental crónico por esfuerzo (SCCE) es una patología cuyos síntomas se asocian con un aumento repentino o significativo de la actividad física y crean una condición debilitante. En la mayoría de los individuos, el síndrome afecta al compartimento anterior y su principal síntoma clínico es el dolor. Tradicionalmente se ha considerado el tratamiento quirúrgico como la mejor opción. En la actualidad, el tratamiento conservador más prometedor es el reentrenamiento de la técnica de carrera, cuyo objetivo es mejorar la economía de carrera reduciendo el trabajo realizado por los músculos del compartimento afectado.

Objetivo: Examinar la efectividad del reentrenamiento de la técnica de carrera en la disminución de los síntomas del SCCE anterior en la pierna, de forma que permita la vuelta a la actividad física o ejercicio físico anterior.

Metodología: Búsqueda en las bases de datos Scopus, SportDiscus, Academic Search Ultimate, CINAHL, Medline Complete, Rehabilitation & Sports Medicine Source, PubMed y la búsqueda simultánea de textos completos proporcionada por la Biblioteca CRAI de la Universidad Europea de Madrid. Se han considerado los estudios clínicos en idioma inglés, publicados en los últimos diez años, con texto completamente disponible, que incluyan estudios de casos realizados con sujetos diagnosticados o con síntomas compatibles con SCCE de la pierna.

Resultados: 11 estudios que cumplen con los criterios de selección citados fueron incluidos en el análisis final.

Conclusiones: Un protocolo de reentrenamiento de la técnica de carrera en sujetos con SCCE anterior tiene una efectividad de moderada a buena en la resolución de la sintomatología asociada a esta patología.

Palabras clave: síndrome compartimental crónico por esfuerzo, tratamiento conservador, reentrenamiento de la técnica de carrera, dolor de pierna inducido por el ejercicio.

Abstract

Background: Chronic exertional compartment syndrome (CECS) is a pathology whose symptoms are associated with a sudden or significant increase in physical activity and create a debilitating condition. In most individuals, the syndrome affects the anterior compartment and its main clinical symptom is pain. Surgical treatment has traditionally been considered the best option. Currently, the most promising conservative treatment is gait retraining, which aims to improve running economy by reducing the work performed by the muscles of the affected compartment.

Objective: To examine the effectiveness of gait retraining in reducing anterior CECS symptoms in the leg, in a way that allows a return to previous physical activity or exercise.

Methods: Search in the databases Scopus, SportDiscus, Academic Search Ultimate, CINAHL, Medline Complete, Rehabilitation & Sports Medicine Source, PubMed and the simultaneous full text search provided by the CRAI Library of the Universidad Europea de Madrid. English-language clinical studies, published within the last ten years, with fully available text, including case studies conducted with subjects diagnosed with or with symptoms consistent with CECS of the leg, have been considered.

Results: 11 studies meeting the above selection criteria were included in the final analysis.

Conclusion: A gait retraining protocol in subjects with previous CECS has moderate to good effectiveness in resolving the symptoms associated with this pathology.

Keywords: chronic exertional compartment syndrome, conservative treatment, gait retraining, exercise-induced leg pain.

Índice

| | |
|--|----|
| 1. Introducción | 5 |
| 2. Objetivos..... | 12 |
| 3. Metodología | 12 |
| 3.1 Diseño..... | 12 |
| 3.2 Estrategia de búsqueda | 12 |
| 3.3 Criterios de selección..... | 13 |
| 3.4 Diagrama de flujo..... | 14 |
| 4. Resultados..... | 15 |
| 4.1 Cuadro resumen artículos empleados | 15 |
| 4.2 Resumen artículos empleados | 18 |
| 5. Discusión | 32 |
| 6. Futuras líneas de investigación | 37 |
| 7. Conclusiones | 38 |
| 8. Referencias bibliográficas..... | 39 |
| 9. Anexos..... | 43 |

1. Introducción

Un síndrome es un conjunto de síntomas característicos de una enfermedad o un estado determinado (RAE). En el caso del síndrome compartimental crónico por esfuerzo (SCCE), dichos síntomas se asocian con un aumento repentino o significativo de la actividad física y crean una condición debilitante. Este síndrome se ha informado en distintas partes del cuerpo, aunque este trabajo se centrará en la pierna.

Se debe diferenciar entre síndrome compartimental agudo y crónico, ya que este último ocurre sin antecedente traumático, se reproduce con la actividad física y cede con el reposo, mientras que el agudo se produce por traumatismo (fracturas, quemaduras, etc.) o patologías no traumáticas (infecciones, hemorragias, etc.) y requiere intervención quirúrgica de descompresión urgente.

El principal síntoma clínico del SCCE es el dolor, a menudo descrito como "calambres" o "ardor", que generalmente ocurre en un punto predecible de la pierna después del inicio de la actividad física y se alivia rápidamente con el cese de esta (Nwakibu et al., 2020). Además, puede asociarse con parestesias, entumecimiento, debilidad, etc. A menudo, estos síntomas conducen a una reducción de la frecuencia e intensidad de la actividad física e incluso a su renuncia.

El dolor de las extremidades inferiores inducido por la actividad física es común entre los deportistas y otras poblaciones de pacientes activos.

Está ampliamente aceptado que los adultos jóvenes, que realizan ejercicio en forma de carrera o practican deportes de pelota en equipo y el personal militar, tienen un mayor riesgo de desarrollar SCCE (Barnes, 1997; Cook y Bruce, 2002; Raikin et al., 2005, como se citó en Tucker, 2010), sin una clara diferencia en la incidencia entre hombres y mujeres (Scheltinga, 2006; Shah et al., 2004, como se citó en Tucker, 2010). Según de Bruijn, van Zantvoort, van Klaveren, et al. (2018), también son factores predictores los antecedentes de patología en la pierna. Sin embargo, informes recientes muestran que el SCCE también se puede encontrar en personas mayores (de Bruijn, van Zantvoort, Winkes et al., 2018) y menos activas (Edmundsson et al., 2007).

El SCCE ocurre en el 27% de los casos registrados de dolor en las piernas inducido por el ejercicio (Burrus et al., 2015), siendo la forma más común de este tipo de dolor en deportistas (Kaplan et al., 2021). Sin embargo, la mejor estimación de la incidencia del SCCE proviene de estudios militares, como el realizado por Waterman et al. en 2013, en el que identificaron un total de 4.100 casos diagnosticados de SCCE dentro de una población en riesgo de 8.320.201 personas, lo que se correlaciona con una incidencia general de aproximadamente 1 de cada 2.000 personas por año.

Como se ha mencionado anteriormente, el SCCE se ha descrito en distintas partes del cuerpo (mano, antebrazo, muslo y pie), aunque el 95% de los casos ocurren en la pierna (Barnes, 1997), entendida como el segmento anatómico comprendido entre la articulación de la rodilla y del tobillo.

En general, se acepta que la pierna consta de cuatro compartimentos musculares que están restringidos por la fascia crural, la tibia, el peroné y una membrana interósea, y que son el compartimento anterior, el lateral, el posterior superficial y el posterior profundo. Sin embargo, la resonancia magnética y los hallazgos perioperatorios recientes confirman la existencia de un quinto compartimento que contiene el músculo tibial posterior con una fascia separada (Winkes, Tseng et al., 2016; Winkes, van Zantvoort, et al., 2016, como se citó en de Bruijn et al., 2020).

En el compartimento anterior se incluyen el nervio peroneo profundo, el extensor largo de los dedos, el tibial anterior y el extensor largo del dedo gordo. Dentro del compartimento lateral se encuentran el nervio peroneo superficial y los músculos peroneo largo y peroneo corto. El compartimento posterior superficial contiene el gastrocnemio, el sóleo y el plantar. Por último, el compartimento posterior profundo contiene el tibial posterior, el flexor largo de los dedos, el flexor largo del dedo gordo, el poplíteo y el nervio tibial.

Bruijn et al. (2020), señalan que en la mayoría de los individuos el síndrome afecta al compartimento anterior y la sintomatología aparece generalmente de manera bilateral. Los músculos del compartimento anterior inducen la dorsiflexión del pie y contribuyen a la inversión y eversión. Como se acaba de citar, el compartimento

anterior se describe como el más comúnmente afectado (42,5%), en comparación con el lateral (35,5%) y el posterior (combinado profundo y superficial) (18,9%) (Davis et al., 2013).

Cualquier compartimento puede verse afectado de forma combinada o aislada. Davis et al. (2013) indican que aproximadamente el 60% de los afectados por SCCE tienen más de un compartimento de la pierna afectado, mientras que casi el 40% experimenta solo un compartimento afectado.

Respecto a la fisiopatología del SCCE, continúa siendo poco conocida y, consecuentemente, la patología a menudo se diagnostica erróneamente, lo que ha llevado al infradiagnóstico de un número presuntamente elevado de casos (Bonasia et al., 2015, como se citó en Kaplan et al., 2021).

Franklyn-Miller (2017) indica que se asume que la presión intracompartimental (PIC) se eleva durante el ejercicio, causando hipoxia tisular y dolor isquémico posterior debido a la disminución del flujo sanguíneo. Además, señala que se hacen suposiciones adicionales que atribuyen este aumento de la presión al incremento del volumen del músculo durante el ejercicio y/o una distensibilidad fascial disminuida.

Sin embargo, no existe hasta la fecha una evidencia concluyente para demostrar daño celular hipóxico o disminución de la perfusión capilar (Edmundsson et al., 2010, como se citó en Franklyn-Miller et al., 2014). Hay autores que plantean nuevas teorías para tratar de dar respuesta a la fisiopatología de este síndrome.

Franklyn-Miller et al. en su estudio publicado en 2014, observaron en personal militar con dolor en el compartimento anterior una dorsiflexión prolongada del tobillo y una elevación reducida del talón durante la fase de oscilación, una flexión dorsal excesiva en el contacto del talón con el suelo, dorsiflexión del tobillo y extensión del dedo gordo del pie persistentes en el apoyo medio y flexión plantar del tobillo reducida en el despegue. A los pocos minutos de iniciar la carrera, los pacientes desarrollaban un sonido provocado al golpear con el talón. Estas observaciones son consistentes con una contracción repetida y prolongada del tibial anterior que, por lo tanto, puede resultar en un inicio temprano de fatiga y el desarrollo de

síntomas similares a “calambres”. Además, si la carga sobre los dorsiflexores aumenta aún más por factores extrínsecos como el transporte de carga, el calzado pesado, la pendiente y el aumento de la carga de entrenamiento, puede producirse un incremento de los síntomas característicos del SCCE.

Las contracciones excéntricas del compartimento anterior de la pierna se han asociado, a corto plazo, con un aumento de la PIC; sin embargo, actualmente no hay evidencia de una asociación directa entre este aumento de la PIC y el dolor y la función muscular reducida descritos en el SCCE (Tweed y Barnes, 2008, como se citó en Franklyn-Miller et al., 2014).

La falta de conocimiento exacto de la fisiopatología del SCCE dificulta su diagnóstico. Antes de realizarlo, se deben considerar otras patologías con sintomatología de dolor en las piernas relacionado con el esfuerzo que pueden presentarse de manera similar. Debido a ello, es esencial obtener una historia completa de los síntomas del paciente, así como realizar un correcto examen físico ya que, aunque en los casos de SCCE dicho examen no suele presentar complicaciones en reposo, es útil para descartar estas otras posibles causas de dolor que sí podrían manifestarse en esta exploración. Dentro de ellas, se puede incluir el síndrome de estrés tibial medial (SETM), fractura por estrés, síndrome de atrapamiento del nervio sural o peroneo superficial y síndrome de atrapamiento de la arteria poplítea. También es importante tener en cuenta que el SCCE puede aparecer junto con alguna de las patologías mencionadas anteriormente (Zimmermann, Helmhout y Beutler, 2017).

Una vez descartadas otras patologías y dada la ausencia de síntomas en reposo, a menudo es necesario realizar pruebas de provocación.

Hasta la fecha, la medición de la PIC es el criterio de referencia más utilizado para el diagnóstico de la patología. Mediante esta prueba, se comparan los valores obtenidos en el paciente con los descritos por Pedowitz, quien estableció unas PIC límite, tanto pre como post ejercicio (1 minuto y 5 minutos después del ejercicio), a partir de las cuales se consideraba la presencia de SCCE: presión previa al ejercicio de 15 mm Hg o mayor, y/o presión 1 minuto después de finalizar el ejercicio mayor

o igual a 30 mm Hg, y/o presión 5 minutos tras finalizar el ejercicio mayor o igual a 20 mm Hg.

Sin embargo, en la actualidad existe un debate sobre la precisión y el valor diagnóstico de estos criterios.

Respecto a la precisión de los valores descritos por Pedowitz, Nilsson et al. (2014) en su estudio realizaron una monitorización continua de las PIC y determinaron que, realizando mediciones 1 minuto después del ejercicio, un registro de presión absoluta de más de 50 mm Hg o una amplitud de la oscilación de la PIC de más de 5 mm Hg, confirma el SCCE con una sensibilidad del 96% y una especificidad del 94%. Por otra parte, Roscoe et al. (2015) también propusieron un protocolo dinámico de medida de la PIC basado en el ejercicio, que utiliza mediciones continuas de la misma, concluyendo en su estudio que la mayor validez diagnóstica se logró durante el ejercicio, lo que debilita una característica fundamental de los criterios de Pedowitz que se basa en las PIC medidas antes y después del ejercicio.

En relación al valor diagnóstico, Franklyn-Miller et al. (2014) sugieren que los criterios de Pedowitz solo son aplicables al compartimento anterior y, por lo tanto, no son útiles para diagnosticar la patología en otros compartimentos. Además, sugieren que la metodología que siguió Pedowitz a la hora de diseñar los grupos de estudio no fue adecuada.

Por su parte, Zimmermann et al. (2018) en un estudio en el que analizaron la PIC de al menos un compartimento muscular de la pierna en 501 sujetos, encontraron que no existe una correlación directa entre el nivel de dolor producido durante el esfuerzo y la PIC en la pierna, ya que tanto sujetos con dolor como sin síntomas podían tener PIC altas o bajas.

Además de las mediciones de la PIC, las pruebas de diagnóstico también incluyen imágenes por resonancia magnética y espectroscopía de infrarrojo cercano, entre otras. La resonancia magnética se utiliza con un doble fin. Por un lado, se emplea para la realización del diagnóstico diferencial y, por otro lado, para el diagnóstico del SCCE tras una prueba de provocación. Los hallazgos de imagen en el caso de la existencia de la patología son relativamente simples de observar y se

corresponden con un aumento del volumen compartimental, aumento de la intensidad de la señal muscular y abombamiento de la membrana interósea (Nico et al., 2020). Aunque todas las pruebas de diagnóstico parecen ser útiles para confirmar la existencia del SCCE, actualmente no se acepta universalmente ningún procedimiento de diagnóstico estándar (Aweid et al., 2012)

Una vez diagnosticado el SCCE, hay dos posibles vías de tratamiento: conservador y quirúrgico.

Hasta el momento, los tratamientos conservadores utilizados han consistido fundamentalmente en cese de la actividad física provocadora, reposo, masaje, ejercicios de estiramiento, hielo o terapia de ondas de choque. Estas intervenciones han mostrado resultados no concluyentes para el manejo del SCCE, ya que generalmente no conseguían una reducción significativa de los síntomas.

Tradicionalmente se ha considerado el tratamiento quirúrgico como la mejor opción para el abordaje de esta patología. Dicho tratamiento quirúrgico consiste en la realización de una fasciotomía del compartimento afectado. Aunque a corto plazo este tratamiento presenta mejores resultados que el conservador, a largo plazo hay dudas de que los resultados sean tan favorables como se pensaba. Thein et al. (2019) realizaron un estudio con pacientes diagnosticados de SCCE, con un seguimiento medio de 28,15 meses, obteniendo que casi el 23% de los casos tratados quirúrgicamente no pudieron retornar al nivel de actividad previo. Es posible que la cirugía presente riesgos, complicaciones o limitaciones a largo plazo que no se consideraron previamente y que pueden afectar al resultado de la cirugía, lo que justifica una consideración más cuidadosa sobre a quién realizar este tipo de intervención (Nwakibu et al., 2020).

Como señalan Kaplan et al. (2021), en la actualidad, el tratamiento conservador más prometedor del SCCE es el reentrenamiento de la técnica de carrera, cuyo objetivo es mejorar la economía de carrera reduciendo el trabajo realizado por los músculos del compartimento afectado. Según Helmhout et al. (2016), un patrón de carrera con apoyo del talón en el contacto inicial provoca una posición de dorsiflexión del tobillo, lo que da como resultado un marcado aumento de la

actividad excéntrica de los músculos del compartimento anterior, en particular del músculo tibial anterior. Por tanto, para eliminar la posición de dorsiflexión del tobillo en el momento del contacto inicial, se sugiere utilizar una técnica de carrera con apoyo en el antepié.

Por último, se debe indicar que en la actualidad se están desarrollando dos estudios clínicos relacionados con el tratamiento conservador del SCCE. En el Bispebjerg Hospital de Copenhague se está realizando uno de ellos, cuya hipótesis plantea que un tratamiento de fisioterapia que incluye un cambio en la técnica de la carrera y una fasciotomía proporcionan resultados igual de favorables como opciones de tratamiento del SCCE del compartimento anterior de la pierna. Está previsto que participen 72 sujetos con edades comprendidas entre 18 y 50 años, que se dividirán en dos grupos. En uno de los grupos estarán aquellos a los que se les practique fasciotomía de los compartimentos anterior y lateral de la pierna y que recibirán fisioterapia estándar tras la operación durante 12 semanas. El otro grupo recibirá fisioterapia intensiva durante 12 semanas que incluye un cambio en la técnica de carrera.

El segundo estudio clínico lo dirige el Centro Médico Militar Nacional Walter Reed (Bethesda, Maryland, Estados Unidos) y tiene como objetivo evaluar el uso de tratamientos conservadores del SCCE en los compartimentos anterior y lateral de la pierna, como son el reentrenamiento de la marcha y las inyecciones de toxina botulínica. Está previsto que en este estudio participen 620 sujetos, de 18 a 50 años de edad, con un seguimiento de al menos 2 años. Se establecerán cuatro grupos. Dos grupos tendrán 1 sesión en la clínica con un profesional médico capacitado y recibirán un programa de reentrenamiento de la técnica de carrera para completar en casa; los sujetos de uno de estos grupos recibirán una inyección de solución salina en los compartimentos dolorosos de la pierna y los del otro grupo recibirán una inyección de toxina botulínica. En los otros dos grupos, los participantes asistirán a 8 sesiones durante el transcurso de 6 semanas en la clínica con un profesional médico capacitado para completar un programa supervisado de reentrenamiento de la técnica de carrera y, al igual que en los dos primeros grupos mencionados, uno de ellos recibirá una inyección de solución salina y el otro una inyección de toxina botulínica.

2. Objetivos

Principal: Examinar la efectividad del reentrenamiento de la técnica de carrera en la disminución de los síntomas del SCCE anterior en la pierna, de forma que permita la vuelta a la actividad física o ejercicio físico anterior.

Secundarios:

- Conocer el grado de satisfacción de los sujetos tras la intervención consistente en la modificación de la técnica de carrera.
- Examinar qué variables del reentrenamiento de la técnica de carrera deben tenerse en cuenta para la mejora de la sintomatología en los sujetos con SCCE.
- Detectar si las modificaciones introducidas en el reentrenamiento de la técnica de carrera producen modificaciones en los valores de la PIC.
- Conocer el tiempo mínimo de intervención necesario para que se produzcan cambios significativos y permanentes en la técnica de carrera.

3. Metodología

3.1 Diseño

Se ha realizado una revisión sistemática, a través de búsqueda en bases de datos científicas, sobre tratamiento conservador del SCCE, así como sobre técnica de carrera y reentrenamiento de la marcha en esta patología.

3.2 Estrategia de búsqueda

Se realizó una búsqueda en Scopus, SportDiscus, Academic Search Ultimate, CINAHL, Medline Complete, Rehabilitation & Sports Medicine Source, PubMed y la búsqueda simultánea de textos completos proporcionada por la Biblioteca CRAI de la Universidad Europea de Madrid.

Las búsquedas realizadas incluyeron las siguientes formulas: (TITLE-ABS-KEY (chronic AND exertional AND compartment AND syndrome) AND ALL (management OR treatment) AND ALL (conservative OR nonsurgical OR nonoperative) AND ALL ("lower limb" OR "lower extremity" OR leg)) AND PUBYEAR > 2011 AND (LIMIT-TO (LANGUAGE , "English")), (chronic[Title/Abstract] AND exertional[Title/Abstract] AND compartment[Title/Abstract] AND syndrome[Title/Abstract]) AND (running technique) Filters: Full text, in the last 10 years, English y (chronic[Title/Abstract] AND exertional[Title/Abstract] AND compartment[Title/Abstract] AND syndrome[Title/Abstract]) AND (gait retraining) Filters: Full text, in the last 10 years, English.

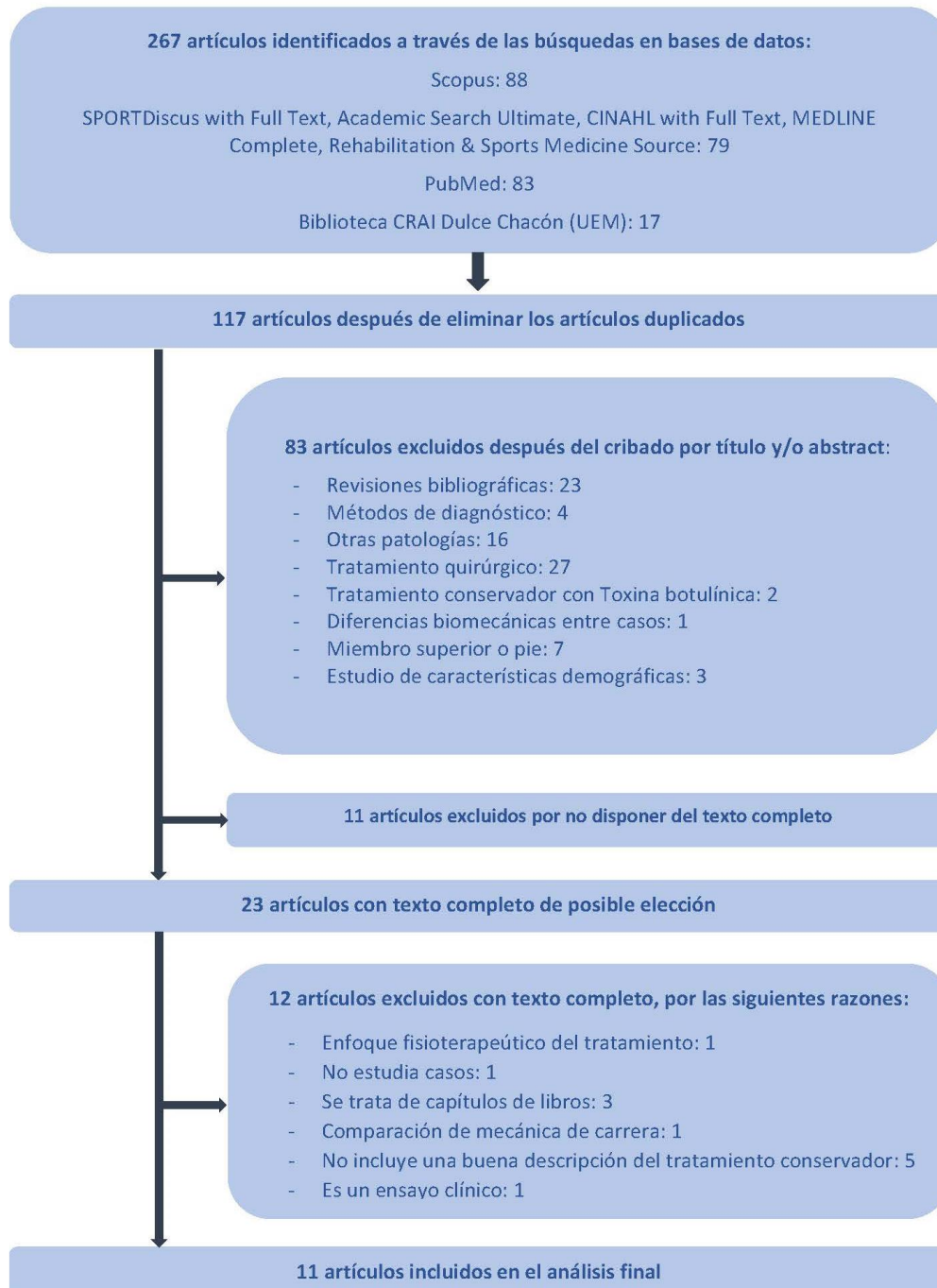
3.3 Criterios de selección

Se consideraron los estudios clínicos en idioma inglés, publicados en los últimos 10 años, con texto completamente disponible que incluyeran estudios de casos realizados con sujetos diagnosticados o con síntomas compatibles con SCCE de la pierna. Además, también se incluyeron los estudios que utilizaron medidas de resultado informadas por los pacientes, como el regreso a la actividad, la satisfacción, la Encuesta de Resultados de la Pierna (LLOS) o la Evaluación Numérica de Valoración Única (SANE). Los artículos seleccionados deben referirse a sujetos a los que se realiza tratamiento conservador del SCCE relacionado con la actividad física.

3.4 Diagrama de flujo

Figura 1

Diagrama de flujo



Elaboración propia

4. Resultados

4.1 Cuadro resumen artículos empleados

| Autor/es y año | Objetivo | Variables | Muestra | Protocolo | Resultados |
|----------------------|--|--|--|---|---|
| Breen et al. (2015) | Examinar el resultado clínico de sujetos con EILP en el compartimento anterior después de un programa de reentrenamiento de la técnica de carrera. | Edad, sexo, peso, altura e IMC. Datos cinemáticos y angulares, combinado con un autoinforme sobre capacidad funcional y los cuestionarios EILP y GROC. | 10 deportistas con EILP en el compartimento anterior de la pierna. | Reentrenamiento de la técnica de carrera durante 6 semanas focalizado en aumentar la flexión de cadera, la cadencia, mantener el torso erguido y lograr un patrón de apoyo con el mediopié. Sesiones de 60', máximo 3 semanales. Uso de señales verbalizadas combinadas con la ayuda de video. | La distancia de carrera, las puntuaciones subjetivas de función de las EEI y el dolor mejoraron significativamente. Hubo una mejora media de la puntuación del cuestionario EILP a las 6 semanas y al año de seguimiento. |
| Diebal et al. (2011) | Describir los resultados de un modelo de tratamiento conservador sistemático centrado en la carrera del antepié en sujetos con SCCE. | Edad, altura, sexo, peso, duración de los síntomas. Parámetros cinemáticos y cinéticos y PIC pre y post ejercicio. Cuestionarios de seguimiento. | 2 sujetos con SCCE. | Nueva técnica con apoyo del antepié, aumento de la cadencia a 3 pasos/s y uso de los isquiotibiales para levantar el pie de apoyo. Uso de metrónomo para marcar la cadencia y correcciones en video. 3 sesiones de 1h a la semana durante 6 semanas. | Aumento de la velocidad de paso, mientras que la longitud del paso, el impulso y las GRFs disminuyeron. Las PIC disminuyeron. Aumentaron la distancia de carrera y la velocidad sin síntomas de SCCE. |
| Diebal et al. (2012) | Valorar la reducción del dolor y de la discapacidad asociada a través de la adopción de una técnica de carrera con apoyo de antepié. | Edad, peso, altura, IMC y PA basal. PIC en reposo y tras carrera, velocidad media, distancia total, medidas cinemáticas y cinéticas, cuestionarios LLOS, SANE, GROC. Esfuerzo percibido y niveles de dolor. Tiempo en una carrera de 2 millas. | 10 militares con SCCE indicados para liberación quirúrgica. | Nueva técnica de carrera con apoyo de antepié, aumento de cadencia a 3 pasos/s y uso de los isquiotibiales para despegar el pie del suelo. Uso de metrónomo para marcar la cadencia y video para mostrar los errores de ejecución. Sesiones 3 veces/semana durante 45' en el transcurso de 6 semanas. | Disminución significativa de PIC después de la carrera, dolor, GRFs y valores de impulso. Aumento significativo de distancia de carrera. SANE y LLOS aumentaron significativamente a las 6 semanas y al año. Puntuaciones de GROC entre 5 y 7. Tiempos de carrera significativamente más rápidos. Ninguno requirió cirugía. |
| Gibson (2013) | Describir los resultados tras la adopción de una técnica de carrera con apoyo de antepié en un sujeto con SCCE. | Edad, sexo, duración y evolución de los síntomas. | 1 sujeto diagnosticado con SCCE con una historia de 6 meses | Adopción de técnica de carrera con apoyo de antepié, aumento de la cadencia y acortamiento de la longitud de zancada. | Resolución de síntomas, permaneciendo sin dolor un año después. Volvió a correr las distancias completadas antes de la aparición de los síntomas. |

Efectividad del reentrenamiento de la técnica de carrera como intervención en el abordaje del síndrome compartimental crónico por esfuerzo en la pierna

| Autor/es y año | Objetivo | Variables | Muestra | Protocolo | Resultados |
|-------------------------|--|---|--|--|---|
| Helmhout et al. (2015) | Evaluar la efectividad de un programa de intervención destinado a cambiar la técnica de carrera en miembros del servicio militar con SCCE. | Sexo, edad, altura, peso, % de grasa, circunferencia de cintura, PA y duración de los síntomas. Perfil de dolor durante la carrera, PIC, distancia de carrera, longitud del paso, cadencia, tiempo de contacto y tiempo de vuelo, cuestionarios SANE, LLOS, PSC y GROC. | 19 militares con SCCE | Nueva técnica de carrera con apoyo de antepié, cadencia de 180 pasos/min, disminución de la longitud de zancada y uso de isquiotibiales para elevar el pie de apoyo. Sesiones de 60', 3 veces/ semana, durante 6 semanas. Metrónomo para marcar la cadencia, correcciones verbales y de video. | Mejora significativa de la distancia de carrera, PIC y puntuaciones en los cuestionarios SANE, LLOS y PSC. La puntuación media de la GROC estuvo entre 3 y 4. En el 74% de participantes no se informó aumento del dolor. Las autoevaluaciones continuaron mejorando 4 meses después. La puntuación media de la GROC mejoró a 6 puntos. |
| Helmhout et al. (2016) | Evaluar un programa de reentrenamiento de la técnica de carrera en militares con SCCE con el objetivo de eliminar el contacto de apoyo con el talón. | Altura, peso, porcentaje de grasa, circunferencia de la cintura, PA, PIC, cuestionarios SANE, LLOS, PSC, GROC y SQUASH. Datos cinemáticos y cinéticos. Puntuaciones de dolor durante y después de la prueba. | 6 miembros del servicio militar con SCCE | Modificación de la técnica de carrera consistente en aumentar la cadencia, acortar las zancadas y mantener los músculos de pie y pierna relajados. 11 sesiones de 90', durante 5 semanas. Metrónomo para marcar la cadencia y correcciones con señales verbales. | Mejoras de moderadas a razonables en los cuestionarios, que continuaron hasta los 9 meses de seguimiento. Mejora en el rendimiento de carrera. Tras la intervención, en la mayoría el inicio del dolor se retrasó en comparación con el valor inicial. |
| Meulekamp et al. (2016) | Evaluación de las características del paciente y los resultados a corto plazo del programa de rehabilitación para miembros del servicio militar con SCCE o SETM. | Edad, sexo, PIC, tipo de servicio militar, rango militar y duración de los síntomas. Además, se registraron las puntuaciones de la NRS y PSFS al comienzo y en la última semana. | 161 militares en 3 grupos: SETM (n = 47), tratamiento conservador de SCCE (n = 34) y rehabilitación después de intervención quirúrgica de SCCE (n = 80). | Intervención de 6 semanas, dividida en 4 módulos: 1- Condiciones previas (normalización movilidad articular y tono), 2- Entrenamiento de conciencia corporal (mejora fuerza y resistencia, instrucciones de técnica para caminar y entrenamiento de estabilidad de CORE y EEII), 3- Postura y movimiento (entrenamiento funcional de carrera, desviaciones de posición del pie y adaptación del calzado y/o plantillas) y 4- Conductual (enfoque de actividad graduada). | En el grupo de tratamiento conservador del SCCE se produjo un empeoramiento no significativo en la NRS. Sin embargo, hubo una mejora significativa en la PSFS. No se encontró correlación significativa entre la NRS media y la PSFS con las variables como la duración de los síntomas, la PIC o la edad. |
| Meulekamp et al. (2017) | Identificar factores pronósticos para el resultado de un programa de tratamiento conservador de SCCE en militares | Edad, IMC, % de grasa corporal, duración del servicio militar, cuestionarios PSEQ y PSFS, alineación del pie, PIC, comorbilidades, consumo de alcohol, suplementos, tabaquismo, duración de síntomas y demandas del servicio. Medición del dolor mediante VRS y NRS, además de realizar PSFS. | 45 militares con PIC > 30 mmHg en al menos un compartimento, síntomas de SCCE persistentes > 3 meses o SCCE. | Igual que el anterior. Sesiones 3 veces/semana. | 25 sujetos tuvieron un resultado exitoso (reducción del dolor ≥ 2 puntos) y 20 un resultado no exitoso. Factores que demostraron un aumento limitado de la razón de posibilidades para un resultado no satisfactorio: tabaquismo, consumo de alcohol, PIC, síntomas de más de 6 meses y demandas físicas del servicio. Sin embargo, estos factores no alcanzaron relevancia. |

Efectividad del reentrenamiento de la técnica de carrera como intervención en el abordaje del síndrome compartimental crónico por esfuerzo en la pierna

| Autor/es y año | Objetivo | Variables | Muestra | Protocolo | Resultados |
|---|--|---|--|---|--|
| Zimmermann, Linschoten y Beutler (2017) | Describir las experiencias clínicas y el mantenimiento a largo plazo del reentrenamiento de la técnica de carrera para soldados con EILP. | Edad, altura, peso, IMC, duración de los síntomas, datos biométricos, PIC, diagnóstico, datos cinéticos y cinemáticos, estado militar, estado actual de EILP, tiempo y esfuerzo necesarios para dominar la nueva técnica y cualquier intervención médica adicional en el período de seguimiento. Cuestionario SANE. | 61 casos para análisis y reentrenamiento de la técnica de carrera. 32 de ellos realizaron una encuesta de seguimiento al año y 28 una nueva medición de la biomecánica | 4 sesiones de instrucción de 30' a 60' para examinar la técnica de carrera personal y enseñar la nueva. Posteriormente, programa de reentrenamiento de la técnica de carrera de 6 semanas con un segundo programa opcional de 6 semanas más. Además, programa de estiramiento o fortalecimiento de la musculatura de las EEII, suplementación con vitamina D, masaje, punción seca, neuroploterapia, ondas de choque, medias de compresión, evaluación de zapatillas, evaluación/ prescripción de plantillas, mantenimiento de la condición física e imágenes radiológicas. | Hubo cambios significativos y duraderos en la biomecánica de la carrera, en particular, la reducción de la fuerza máxima y la presión máxima en los talones. La mayoría estaban satisfechos con el reentrenamiento de la carrera. En el seguimiento, el 84% tuvo alguna, la mayoría o toda la reducción de los síntomas. El 70% informó que había dominado la nueva técnica de carrera en 2 meses. La puntuación de la SANE aumentó. |
| Zimmermann y Bakker (2019) | Examinar qué variables del reentrenamiento de la marcha tienen el mayor efecto en la reducción de fuerzas de reacción verticales de forma aislada y combinada. | Edad, sexo, altura, peso e IMC. Mediciones de PIC y parámetros biomecánicos. Se calificaron los síntomas de EILP de acuerdo con el perfil de dolor de piernas en carrera. | 12 sujetos con EILP, donde se incluye el SCCE. | Una única sesión de reentrenamiento de la técnica de carrera de 30'. Las tres variables de reentrenamiento fueron: cambio de apoyo de talón a aterrizaje con el antepié, aumento de la cadencia a 180 pasos/minuto y elevación del centro de gravedad. Instrucciones verbales y metrónomo. | Cada variable de la técnica de carrera provocó un patrón diferente de cambios entre las variables de fuerza, en su mayoría reducciones. De forma aislada, la señal 1 produjo la mayor reducción de fuerza y presión sobre el talón. En general, la combinación de señales 1 + 2 + 3 ocupó el primer lugar en la reducción de fuerzas para 4 de las 6 variables. |
| Zimmermann, Hutchinson et al. (2019) | Evaluar el resultado del tratamiento conservador para el SCCE en relación con la reducción de las fasciotomías y la tasa de regreso al servicio activo. | Edad, sexo, altura, peso, IMC, diagnóstico, PIC, duración de síntomas, episodio repetido, síntomas en el primer año de servicio, puntuación SANE para tres grupos de resultados: regreso al servicio, vuelta al médico y salida del ejército. | 75 militares con SCCE anterior con PIC + (Grupo 1), o con PIC + y SETM (Grupo 2). | Estiramiento y/o fortalecimiento de EEII, masaje, punción seca, ondas de choque, suplementación de vitamina D, evaluación de las zapatillas, plantillas antipronación personalizadas, mantenimiento de la condición física con entrenamiento de bajo impacto, reentrenamiento de la técnica de carrera y programa de carrera progresivo. | Inicialmente, el 65% regresó al servicio y el 28% fueron remitidos a cirugía. No hubo diferencias entre el Grupo 1 y 2. En el seguimiento 742 días después, el 57% seguía en activo y sin fasciotomía, el 43% regresó a su especialidad militar original, el 48% todavía tenían síntomas y el 12% requirió de fasciotomía. |

Abreviaturas utilizadas: EEII (Extremidades inferiores), EILP (Dolor de pierna inducido por el ejercicio), GRFs (Fuerzas de reacción vertical del suelo), GROC (Escala de calificación global del cambio), IMC (Índice de masa corporal), LLOS (Encuesta de resultados de la pierna), NRS (Escala numérica del dolor), PA (Presión arterial), PIC (Presión intracompartimental), PSC (Molestias específicas de los pacientes), PSEQ (Cuestionario de autoeficacia del dolor), PSFS (Escala funcional específica del paciente), SANE (Evaluación numérica de valoración única), SCCE (Síndrome compartimental crónico por esfuerzo), SETM (Síndrome de estrés tibial medial), SQUASH (Breve cuestionario para evaluar la actividad física para mejorar la salud), VAS (Escala analógica visual), VRS (Escala de calificación verbal).

4.2 Resumen artículos empleados

En el estudio realizado por Breen et al. (2015) se examinó el resultado clínico de pacientes con dolor de pierna inducido por el ejercicio (EILP) en el compartimento anterior después de un programa de reentrenamiento de la técnica de carrera.

Para ello, fueron reclutados 10 sujetos adultos con EILP en el compartimento anterior de la pierna.

Se efectuó un primer examen para descartar otras patologías, siendo finalmente diagnosticados con síndrome de sobrecarga biomecánica (BOS) anterior. Previo a la intervención, se realizó un análisis de video bidimensional para obtener una serie de datos cinemáticos (longitud de zancada) y angulares (inclinación del pie, ángulo de la tibia, ángulo de flexión lumbar, dorsiflexión del tobillo y flexión de cadera), y los sujetos cumplieron un autoinforme de capacidad funcional y el cuestionario EILP.

La intervención consistió en un reentrenamiento de la técnica de carrera durante un periodo de seis semanas, en el que se llevaron a cabo un máximo de tres sesiones semanales con una duración de 60 minutos cada una. El fin era reducir la actividad excéntrica de los músculos del compartimento anterior de la pierna. Las sesiones consistieron en ejercicios de carrera y entrenamiento en intervalos de marcha y carrera, realizando correcciones verbales para alterar la cinemática. Además, se llevó a cabo una revisión de la técnica de carrera cada dos semanas mediante video, realizando ajustes cinemáticos según fuera necesario, por lo que cada sujeto tuvo tres de estas sesiones en total.

Tras la intervención, se repitieron las pruebas iniciales y al cabo de un año se pidió a los sujetos que volvieran a cumplimentar los cuestionarios, añadiendo la Escala de Calificación Global del Cambio (GROC).

La distancia de carrera, las puntuaciones del autoinforme de capacidad funcional y el dolor mejoraron significativamente. Se observó un aumento promedio del 40,3% después de la intervención y del 49,2% al año, para las puntuaciones del cuestionario EILP. Los mayores cambios se observaron en “correr durante 30

minutos o más” y “capacidad para participar en el deporte deseado durante el tiempo que quiera”, con un aumento en las puntuaciones de 57,5% y 50%, respectivamente. Tras la intervención, 8 sujetos corrieron sin dolor durante 30 minutos y los otros 2 aumentaron significativamente su distancia de carrera antes de la aparición de los síntomas. Un año después, 7 de los 10 sujetos corrían completamente sin dolor, un sujeto corría sin síntomas durante al menos 80 minutos, un sujeto estaba lesionado y el otro no respondía. A las 6 semanas se produjo un cambio significativo en la longitud de zancada, la inclinación del pie, el ángulo de dorsiflexión de tobillo, el ángulo de la tibia en el contacto inicial y el ángulo de flexión de la cadera. El ángulo de inclinación del pie en el contacto inicial en el pie derecho e izquierdo cambió de un ángulo de dorsiflexión promedio de 18,32 y 18,26, respectivamente, a un ángulo de flexión plantar de 1,89 y 3,43, respectivamente. Esto representa un cambio técnico de la posición del pie de apoyo de talón a una posición de apoyo de antepié/mediopié. De manera similar, el ángulo tibial medio en el contacto inicial cambió en la parte inferior de la pierna derecha e izquierda de 11,72 y 11,98, respectivamente, a 2,89 y 2,48, respectivamente. Esto representa una reducción en la angulación tibial a una posición casi vertical de la tibia en el contacto inicial. Los promedios del ángulo máximo de flexión de la cadera a la derecha y a la izquierda cambiaron de 35,99 y 35,10, respectivamente, a 45,74 y 45,17, respectivamente. Se observaron cambios pequeños, pero estadísticamente significativos en la dorsiflexión del tobillo derecho e izquierdo en la fase de apoyo medio, pasando de 63,18 y 63,27, respectivamente, a 64,92 y 65,1, respectivamente. Se observó una reducción significativa en la longitud de la zancada de 67,58 cm a 46,8 cm en la derecha y de 69,59 cm a 50,36 cm en la izquierda. No hubo cambios significativos en la flexión lumbar en el contacto inicial.

Diebal et al. (2011) realizaron un estudio con el objetivo de describir los resultados de un modelo de intervención conservadora sistemática centrada en la carrera del antepié en sujetos con SCCE en el compartimento anterior.

Para ello, seleccionaron a 2 sujetos con SCCE, el primero con una historia de 4 años de la patología y el segundo se encontraba 7 meses después de una fasciotomía bicompartimental de la pierna derecha con una reaparición de los síntomas y una nueva aparición de los síntomas en el lado contralateral.

En primer lugar, se les realizó un examen físico que debía ser normal en reposo, para descartar otras patologías. Posteriormente, se procedió a efectuar una evaluación de la carrera en la que apareció la sintomatología y en el momento en el que pedían el cese de la actividad, se les realizaba un nuevo examen físico. En la siguiente sesión, se tomaron parámetros cinemáticos y cinéticos: longitud del paso, cadencia, fuerza de reacción vertical del suelo (GRF) e impulso; en una tercera sesión se midieron las PIC pre y post ejercicio.

La intervención se centró en modificar la técnica de carrera de los sujetos, a los que se instruyó en una técnica de carrera con apoyo en el antepié, con el objetivo de eliminar el golpe inicial del talón y, en consecuencia, reducir las GRFs. El entrenamiento incluyó el aumento de la velocidad de los pasos a 3 por segundo, utilizando un metrónomo para marcar la cadencia, y el uso de los isquiotibiales para levantar el pie del suelo. La retroalimentación se proporcionó mediante video para ayudar a corregir los errores de ejecución. Este entrenamiento se llevó a cabo 3 veces a la semana durante aproximadamente 1 hora cada una, en el transcurso de 6 semanas. Las sesiones consistieron en ejercicios de carrera y posteriormente en entrenamiento con intervalos de marcha y carrera.

A las 6 semanas, se repitió el examen inicial de forma completa y además cumplieron la GROC. En este periodo, ambos sujetos habían conseguido modificar su técnica de carrera.

El análisis cinemático y cinético reveló un aumento de la cadencia, mientras que la longitud del paso, el impulso y las GRFs disminuyeron. Además, las PIC de las piernas disminuyeron tanto antes como después del ejercicio. Los sujetos también aumentaron la distancia de carrera y la velocidad, sin síntomas de SCCE. Finalmente, completaron cuestionarios de seguimiento a los 7 meses tras la intervención informando de notables mejorías.

En 2012, Diebal et al. publican un artículo en el que plantean que es posible conseguir una reducción del dolor y de la discapacidad asociada con el SCCE a través de la adopción de una técnica de carrera con apoyo de antepié.

Para ello, se reclutó a 10 sujetos (militares) con diagnóstico de SCCE anterior derivados para fasciotomía. Se les realizó un examen físico, que debía ser normal en reposo.

Previo a la intervención, se tomaron las PIC del compartimento anterior tanto en reposo como después de una prueba de carrera. También se obtuvo la velocidad media y distancia total de dicha carrera, así como medidas cinemáticas y cinéticas (longitud de paso, cadencia, tiempo de apoyo, GRFs, impulso, etc.). Además, los sujetos cumplieron una serie de cuestionarios de autoinforme como la LLOS, que evalúa específicamente condiciones de la pierna como SCCE y lesiones por estrés tibial, y la SANE; también se recogieron las calificaciones de esfuerzo percibido mediante la escala Borg y los niveles de dolor mediante la Escala Analógica Visual (VAS).

La intervención consistió en instruir y entrenar a los sujetos para que adoptaran una técnica de carrera con apoyo de antepié, además de un aumento de la cadencia a 3 pasos por segundo y el uso de los isquiotibiales para despegar el pie del suelo, en lugar de utilizar el gastrocnemio y el sóleo para empujar el pie. Durante la intervención, para marcar la cadencia de paso se utilizó un metrónomo digital y se ayudaron de una cámara de video para demostrar los errores de ejecución. El entrenamiento se llevó a cabo 3 veces por semana durante 45 minutos, a lo largo de 6 semanas.

Tras la intervención se repitió el protocolo inicial de mediciones realizadas, añadiendo la GROC para evaluar el cambio percibido por los sujetos. Un año después, se contactó con los participantes para completar un cuestionario de actividad, la LLOS y la SANE. Finalmente, se recopiló el desempeño tanto al ingresar al estudio como un año después, de una carrera cronometrada de 2 millas, prueba realizada en las fuerzas armadas.

En relación a las mediciones de la PIC, se obtuvieron diferencias significativas en las PIC antes y después del ejercicio previo a la intervención, pero no tras la intervención. También se obtuvieron diferencias significativas entre las mediciones tras el ejercicio antes y después de la intervención. Por último, el incremento en la

PIC tras el ejercicio comparado con la PIC en reposo fue significativamente menor tras la intervención. La longitud de paso, el tiempo de contacto, la GRF, el índice de aceptación del peso y los valores de impulso disminuyeron significativamente, mientras que la cadencia se incrementó significativamente. La distancia de carrera aumentó significativamente de 1,4 km a 4,8 km tras la intervención (con la excepción de un sujeto que cursaba con otro problema físico previo, todos los participantes pudieron completar la distancia predeterminada de carrera de 5 km después de 6 semanas de la intervención), lo que supone un 243% de aumento, y el dolor reportado en la VAS durante la carrera disminuyó significativamente, desde 71,3 previo a la intervención a 2,7 tras la intervención. Un año después, el 80% corría un mínimo de 5 km dos veces por semana y el otro 20% reportó otros problemas físicos, mientras que el dolor informado al correr disminuyó significativamente. Todos informaron que pudieron volver a realizar la actividad física anterior sin limitación. La SANE aumentó significativamente de 49,9 a 90,4, y la LLOS aumentó significativamente de 67,3 a 91,5. Las puntuaciones de la GROC a las 6 semanas estaban entre 5 y 7 para todos los participantes. Un año después, las puntuaciones de la SANE y la LLOS (93,8 y 94,2, respectivamente) fueron mayores que las informadas durante el seguimiento de 6 semanas. Los tiempos realizados en la carrera de dos millas también fueron significativamente más rápidos que los valores previos a la intervención. Ningún sujeto requirió fasciotomía.

Gibson (2013) describió un caso en el que presenta los resultados obtenidos por un sujeto con SCCE tras la adopción de una técnica de carrera con apoyo de antepié. Dicho sujeto fue diagnosticado con SCCE anterior con una historia de 6 meses. En el examen físico, no había evidencia de ninguna anomalía anatómica o patología manifiesta que afectara a las extremidades inferiores.

Previo al estudio, el sujeto había intentado un tratamiento conservador consistente en la fabricación de plantillas personalizadas para limitar la pronación excesiva del pie, masaje regular de la zona afectada, la aplicación de hielo después del ejercicio y el estiramiento diario de los músculos del compartimento anterior. Al no obtener buenos resultados, se le recomendó fasciotomía. Antes de someterse al tratamiento quirúrgico, adoptó de manera progresiva una técnica de carrera con apoyo en el

antepié, aumento de la cadencia de carrera y disminución de la longitud de zancada.

El sujeto experimentó una evidente resolución de sus síntomas y permaneció sin dolor un año después, volviendo a correr las distancias completadas antes de la aparición de los síntomas. Informó dolor muscular de aparición tardía en la parte posterior de la pierna durante el período de transición temprano, pero describió cómo esto se resolvió de forma gradual.

Helmhout et al. (2015) evaluaron la efectividad de un programa de intervención destinado a cambiar la técnica de carrera en miembros del servicio militar con SCCE anterior y/o lateral.

En este estudio se utilizó un diseño prospectivo de cohorte de un solo grupo para el que se reclutaron a 19 sujetos (militares) con SCCE anterior y/o lateral. Inicialmente, se les realizó un examen físico en reposo en el que los hallazgos debían ser normales.

Previo a la intervención, se realizó una prueba de carrera para provocar los síntomas. En cada minuto de carrera, los sujetos iban evaluando su perfil de dolor, es decir, el nivel de dolor en 4 regiones de la pierna mediante una escala de calificación de 10 puntos. Después se midió la PIC. Además, los participantes completaron 3 cuestionarios de autoinforme: SANE, LLOS y el Patient Specific Complaints (PSC). Se midió la distancia de carrera, la longitud del paso, la cadencia, el tiempo de contacto y el tiempo de vuelo.

La intervención consistió en un programa de entrenamiento grupal de 6 semanas destinado a adquirir la técnica de carrera con apoyo de antepié y los principios del Método Pose (correr a un mínimo de 180 pasos/ minuto, disminuir la longitud de la zancada y usar activamente los isquiotibiales para elevar el pie de apoyo del suelo). Las sesiones de entrenamiento tenían una duración aproximada de 60 minutos cada una y se llevaron a cabo 3 veces por semana. Además de las correcciones verbales, se utilizaron metrónomos para marcar la cadencia, así como la ayuda de video para realizar correcciones. Una semana después del fin de la intervención,

se repitieron todas las mediciones de referencia, es decir, datos biométricos, PIC, cuestionarios y rendimiento en la carrera y, además, se realizó la GROC.

A los 4 meses posteriores a la intervención, se pidió a los participantes que completaran un cuestionario de seguimiento que consistía en la SANE, la LLOS, el PSC y la GROC.

Se encontraron diferencias significativas entre las puntuaciones previas y posteriores a la intervención para todas las medidas de resultado excepto para la cadencia. Se encontró una mejora significativa para la distancia de carrera (43%), los valores de la PIC (36%) y las puntuaciones en los cuestionarios SANE (36%, pasando de 56,2 a 76,6), LLOS (18%, aumentando del 72% al 84,6%) y PSC (60%, variando de 70,4 a 28,4). La puntuación media posterior a la intervención en la GROC estuvo entre "algo mejor" y "moderadamente mejor". En 14 participantes (74%), no se informó aumento del dolor después de la intervención, en comparación con 3 participantes (16%) al inicio; en todos estos casos, la prueba de carrera fue interrumpida por falta de aptitud cardiorrespiratoria. Las autoevaluaciones continuaron mejorando 4 meses después del final del programa de intervención, con tasas medias de mejora del 48% en la SANE, aumentando hasta los 83,2 puntos, 26% en la LLOS, alcanzando el 90,4% y 81% en el PSC, disminuyendo a 12,8. La puntuación media de la GROC mejoró a 6 puntos ("mucho mejor").

Helmhout et al. (2016) realizaron un estudio con el propósito de evaluar un programa de reentrenamiento de la técnica de la marcha integrando los principios de movimiento derivados de una técnica de carrera con apoyo de antepié en militares con SCCE anterior y/o lateral.

En el estudio participaron 6 miembros del servicio con SCCE anterior y/o lateral. Inicialmente, se les realizó un examen físico en reposo en el que los hallazgos debían ser normales.

Antes de la intervención, se sometieron a una prueba de carrera para provocar la sintomatología y se midieron las PIC tras el cese de la actividad. Además, los sujetos rellenaron los cuestionarios SANE, LLOS, PSC y el Breve Cuestionario para Evaluar la Actividad Física para Mejorar la Salud (SQUASH), que mide el grado de

actividad física diaria. Una semana después, se realizó una prueba de marcha de velocidad incremental, en la cual se recopilaban datos cinemáticos (longitud del paso, cadencia y tiempo de cambio de carga del talón al antepié durante la fase de apoyo) y cinéticos (fuerza máxima en el área del talón). Además, se registraron las puntuaciones de dolor de forma verbal en una escala de 0 a 10 al final de cada minuto durante toda la prueba. También se preguntaron las puntuaciones de dolor a uno, cinco y 10 minutos tras el cese de la actividad.

La intervención consistió en un programa de 5 semanas, compuesto por ejercicios de fortalecimiento de los pies y las piernas, ejercicios de flexibilidad, ejercicios de percepción y marcha en cinta o al aire libre. Los objetivos del programa eran entrenar a los participantes para aumentar la cadencia, realizar zancadas más cortas y relajar los músculos del pie y de la pierna, con el fin de disminuir la carga de trabajo de la musculatura del compartimento anterior. Dos semanas antes de la primera sesión de entrenamiento, se instruyó a los participantes sobre la estabilidad del CORE y los ejercicios de fortalecimiento para los pies y piernas. Estos ejercicios se utilizaron para preparar la parte inferior del cuerpo para la nueva técnica. El programa de entrenamiento consistió en 11 sesiones de 90 minutos cada una. Las correcciones se realizaron mediante señales verbales, en algunas sesiones se hizo uso de electromiografía como ayuda para proporcionar a los participantes información visual sobre la actividad de los músculos tibiales anteriores y se utilizó un metrónomo para marcar la cadencia. Una semana después de la última sesión de entrenamiento, se repitieron todas las mediciones de referencia y también se recopiló la GROC.

A los 9 meses de la intervención, se pidió a los participantes que completaran un cuestionario de seguimiento que consistía en la SANE, la LLOS, el PSC, el SQUASH y la GROC.

Para la mayoría de los participantes se demostraron mejoras de moderadas a razonablemente buenas en los cuestionarios tras la intervención, y estas puntuaciones continuaron mejorando tras los nueve meses de seguimiento. En la SANE, se obtuvieron mejoras desde el 4% al 33%, pasando de una media inicial de 66,7, a 73,3 a las 5 semanas de intervención y a 86,7 a los 10 meses de

seguimiento. En el PSC, respecto a la actividad más importante, los valores disminuyeron de 70,5 previo a la intervención a 37,3 después de esta y a 22,5 en el seguimiento de 10 meses. Respecto a la LLOS, la puntuación al inicio era de 73,8%, elevándose al 85,3% tras la intervención y a 89,7% a los 10 meses. El rendimiento de la marcha mejoró durante el período de intervención en todos los sujetos menos uno, oscilando entre el 6% y el 38%. Los datos cinemáticos y cinéticos mostraron cambios antes y después de la intervención que reflejaban la modificación de la técnica de marcha en la mayoría de los sujetos. Los perfiles de dolor postintervención de los participantes durante la marcha mostraron que, en la mayoría de los sujetos, el inicio del dolor en las piernas se retrasó en comparación con el valor inicial. De los 6 participantes, finalmente 2 requirieron tratamiento quirúrgico.

En 2016, Meulekamp et al. realizaron una evaluación de las características de sujetos y los resultados a corto plazo de un programa de rehabilitación para miembros del servicio militar con SCCE o SETM.

Se trata de un estudio observacional retrospectivo en el que participaron 161 militares, que se agruparon en las siguientes categorías: SETM (n = 47), tratamiento conservador de SCCE (n = 34) y rehabilitación después de la intervención quirúrgica de SCCE (SCCEo; n = 80).

Previo a la intervención, se recopilaron datos de los participantes tales como duración de los síntomas, PIC, etc. y se registraron las puntuaciones de la Escala Numérica del Dolor (NPRS) y la Escala Funcional Específica del Paciente (PSFS).

El protocolo se divide en una fase de observación de 1 semana y una fase de intervención de 5 semanas y los objetivos se estimaron en función del informe del período de observación. Para la intervención se desarrollaron 4 módulos:

1. Condiciones previas: Normalización de la movilidad articular y la restauración del tono muscular normal.
2. Entrenamiento físico de conciencia corporal: Mejora de la fuerza y la resistencia muscular (especialmente los músculos de la pantorrilla),

- instrucciones para caminar y entrenamiento de estabilidad del CORE y las extremidades inferiores.
3. Postura y movimiento: Entrenamiento funcional de la marcha, las desviaciones de la posición de pie y la adaptación del calzado y/o plantillas.
 4. Conductual: Enfoque de actividad graduada.

Transcurridas las 6 semanas, se repitieron los cuestionarios realizados previamente.

En el grupo de SCCE se produjo un empeoramiento no significativo en la NPRS. Sin embargo, hubo una mejora significativa en la PSFS, con una mejora media de 19,4 entre los valores obtenidos antes y después de la intervención. El 80% de los participantes reportaron mejoras en la PSFS. No se encontró correlación significativa entre la NPRS media y la PSFS con las variables como la duración de los síntomas, la PIC o la edad.

Por su parte, el propósito del estudio de Meulekamp et al. (2017) fue identificar los factores pronósticos para los resultados de un programa conservador para el abordaje del SCCE en militares.

Se trata de un estudio prospectivo en el que se reclutaron 45 militares con PIC > 30 mm Hg en al menos un compartimento, síntomas de SCCE persistentes durante más 3 meses o SCCE diagnosticado.

Durante la evaluación inicial cada sujeto completó un cuestionario estandarizado y se sometió a un examen físico, donde se recogieron datos como alineación del pie, PIC, comorbilidades, consumo de alcohol, de suplementos, tabaquismo, duración de los síntomas, etc. y cumplieron el Cuestionario de Autoeficacia del Dolor (PSEQ). Posteriormente, realizaron una prueba de 12 minutos de carrera en la que se midió el dolor mediante la Escala de Calificación Verbal (VRS) y la Escala de Calificación Global del Cambio (NRS), además de rellenar la PSFS.

El protocolo se divide en una fase de observación de 1 semana y una fase de intervención de 5 semanas, con 3 sesiones grupales semanales. Los objetivos se

estimaron en función del informe del período de observación. Para la intervención se desarrollaron 4 módulos:

1. Condiciones previas: Normalización de la movilidad articular y la restauración del tono muscular normal.
2. Entrenamiento físico de conciencia corporal: Mejora de la fuerza y la resistencia muscular (especialmente los músculos de la pantorrilla), instrucciones para caminar y entrenamiento de estabilidad del CORE y las extremidades inferiores.
3. Postura y movimiento: Entrenamiento funcional de la marcha, las desviaciones de la posición de pie y la adaptación del calzado y/o plantillas.
4. Conductual: Enfoque de actividad graduada.

A la finalización de la intervención, se repitió la prueba de carrera de 12 minutos, volviendo a recoger los datos de dolor mediante la VRS, la NRS y la PSFS. Un resultado "exitoso" del programa de rehabilitación se definió como una reducción del dolor mayor o igual a 2 puntos en la VRS durante la prueba de carrera.

25 sujetos tuvieron un resultado exitoso y 20 un resultado no exitoso. Antes de comenzar la intervención, hubo una diferencia significativa en los resultados de la PSFS entre ambos grupos, teniendo mejores puntuaciones los del grupo exitoso. Además, en este grupo se observaron diferencias significativas en la VRS, en la NRS y en la PSFS (de 55,5 a 16,1) mientras que, en el grupo sin éxito, solo la discapacidad en las actividades diarias, medida por la PSFS, fue significativamente menor a las 6 semanas en comparación con la basal (de 64,8 a 39,6). Los factores que demostraron un aumento limitado de posibilidades para un resultado no satisfactorio fueron tabaquismo, consumo de alcohol, PIC, síntomas de más de 6 meses y demandas físicas del servicio. Sin embargo, estos factores no alcanzaron relevancia.

Zimmermann, Linschoten y Beutler (2017) publicaron un estudio cuyo fin era describir las experiencias clínicas y el mantenimiento a largo plazo del reentrenamiento de la técnica de carrera para soldados con EILP.

Este estudio retrospectivo incluyó un análisis del historial del sujeto, una encuesta de seguimiento y un estudio de la biomecánica de carrera. Se incluyeron todos los soldados con EILP que recibieron reentrenamiento de la marcha como parte de su programa de tratamiento en el año 2015 con los siguientes diagnósticos: SETM, SCCE (PIC > 35 mm Hg), BOS (PIC < 35 mm Hg), SETM + BOS y SETM + SCCE. El tiempo de seguimiento mínimo fue de tres meses. En total, se seleccionaron 61 sujetos para el análisis y reentrenamiento de la marcha, 32 de los cuales estaban disponibles en 2016 para una encuesta de seguimiento y 28 también para la medición de seguimiento de la biomecánica. Del 2015 se recuperaron datos como la duración de los síntomas, datos biométricos, PIC después del ejercicio y datos cinéticos y cinemáticos (longitud de zancada, cadencia, fuerza máxima y presión máxima en antepié, mediopié y retropié). Del seguimiento en 2016, se obtuvo el estado militar vigente, estado en ese momento del EILP, tiempo y esfuerzo necesarios para dominar la nueva técnica y cualquier intervención médica adicional en el período de seguimiento. Se registró la puntuación de la SANE al principio del programa, al finalizarlo y en el seguimiento.

La intervención consistió en 4 sesiones de instrucción de 30 a 60 minutos para analizar la técnica de carrera personal y enseñar la nueva. A los sujetos se les ofreció retroalimentación mediante video de su técnica de carrera original y nueva. El estilo de carrera se determinó mediante la evaluación en video a cámara lenta y la medición de la GRFs en la cinta. Un sujeto con técnica de carrera con apoyo de talón se estableció cuando visualmente apoyaba primero el talón y además imprimía una fuerza máxima en los talones > 400 N. Posteriormente, recibieron un programa de reentrenamiento de la técnica de carrera de 6 semanas, con 2 sesiones en cada una, basado en sesiones de carrera, y muchos permanecieron en un segundo programa de 6 semanas más. El reentrenamiento de la marcha no fue la única intervención ofrecida en 2015 a pacientes con EILP. Además, recibieron un programa personalizado con una combinación de estiramiento y/o fortalecimiento de la musculatura de las EEII, suplementación con vitamina D, masaje, punción seca, neuroproloterapia, ondas de choque, prescripción de medias de compresión, evaluación de zapatillas para correr, evaluación/prescripción de plantillas, mantenimiento de la condición física e imágenes radiológicas.

Hubo cambios significativos y duraderos en la biomecánica de la carrera. En particular, en la reducción de la fuerza máxima y la presión máxima en los talones. La mayoría estaban satisfechos con el reentrenamiento de la marcha. En el seguimiento, el 84% tuvo alguna, la mayoría o toda la reducción de los síntomas (el 28% de los sujetos informó de una resolución total de los síntomas, el 22% de una disminución de la mayoría de los síntomas y el 34% de una reducción de alguno de los síntomas). El 70% informó que había dominado la nueva técnica de carrera en 2 meses. Al inicio de la intervención, la puntuación media de la SANE fue de 52 y tanto después de la intervención como en el seguimiento, la puntuación de la SANE promedio de los sujetos con EILP fue de 77. Por tanto, hubo una mejora del 48%. De los sujetos que completaron la encuesta de seguimiento ($n = 32$), dos tuvieron tratamiento quirúrgico (6,25%).

En el 2019, Zimmermann y Bakker examinaron qué variables del reentrenamiento de la técnica de carrera tienen el mayor efecto en la reducción de GRFs de forma aislada y/o combinada.

Participaron 12 sujetos masculinos con EILP, donde se incluye el SCCE. Todos los participantes fueron evaluados inicialmente mediante el historial, examen físico y pruebas de diagnóstico.

Como parte de los procedimientos de diagnóstico, se pidió a todos los sujetos que corrieran en una cinta rodante y calificaran sus síntomas de EILP de acuerdo con el perfil de dolor de piernas en carrera. Además, a todos se les realizaron mediciones de la PIC en el primer minuto después del ejercicio. Las tres variables de reentrenamiento de la técnica de carrera de interés fueron: cambio de apoyo de talón a aterrizaje con el antepié, aumento de la cadencia a 180 pasos por minuto y elevación del centro de gravedad, sin inclinar el tronco hacia delante ni mirar hacia abajo. Los parámetros biomecánicos de interés fueron la longitud de la zancada, cadencia, fuerza máxima y presión máxima en tres segmentos del pie: talón, medio pie, antepié.

La intervención consistió en una única sesión de reentrenamiento de la técnica de carrera de 30 minutos. Cada sujeto realizó 8 carreras de 30 segundos cada una,

con un tiempo de descanso de 15 segundos. Las correcciones se realizaban mediante instrucciones verbales. Se ayudó a los sujetos a mantener la cadencia prescrita por carrera con un metrónomo.

Cada variable, es decir, cada cambio en la técnica de carrera, provocó un patrón diferente de cambios entre las seis variables de fuerza, en su mayoría reducciones. De forma aislada, el cambio de apoyo de talón a aterrizaje con el antepié produjo la mayor reducción de fuerza y presión sobre el talón, resultando porcentajes de 45,8% y 67,2%, respectivamente. En general, la combinación de las tres variables (cambio de apoyo de talón a aterrizaje con el antepié, aumento de la cadencia a 180 pasos por minuto y elevación del centro de gravedad) ocupó el primer lugar en la reducción de fuerzas para cuatro de las seis variables de la fuerza (fuerza máxima en antepié y retropié y presión máxima en mediopié y retropié), siendo significativa en todas menos en presión máxima en mediopié.

Por último, Zimmermann, Hutchinson et al. (2019) evaluaron el resultado del tratamiento conservador para el SCCE anterior en relación con la reducción en el número de fasciotomías practicadas y la tasa de regreso al servicio activo.

Este estudio es una cohorte histórica, con una encuesta de seguimiento como mínimo 1 año después de completar un programa conservador. Participaron 75 sujetos (militares) con SCCE anterior, elegibles para tratamiento quirúrgico, con PIC positiva (Grupo 1), o con PIC positiva y SETM asociado (Grupo 2).

Previo a la intervención, se les realizó una prueba de carrera hasta la tolerancia al dolor y se les hizo una medición de las PIC de los compartimentos sospechosos de SCCE. Además, tuvieron que cumplimentar la SANE.

La intervención fue personalizada en función de las necesidades de los participantes: estiramiento y/o fortalecimiento de la musculatura de las EEII, masaje, punción seca de los puntos gatillo, terapia de ondas de choque en el borde tibial medial, suplementación de vitamina D, evaluación de zapatos para correr, plantillas antipronación personalizadas, mantenimiento de la condición física con un programa de entrenamiento de bajo impacto, reentrenamiento de la técnica de carrera (reducción del impacto del talón, reducción del 10% de la longitud de la

zancada, cadencia de 180 pasos/ min y aumento de la elevación de la rodilla de 1 a 2 cm) y un programa de carrera progresivo. Al finalizar la intervención volvieron a completar la SANE.

En la encuesta de seguimiento, se recogieron datos como la duración de síntomas, si sufrieron episodios repetidos, los síntomas en el primer año de servicio y puntuación de la SANE para tres grupos de resultados: regreso al servicio (éxito de la intervención), vuelta al médico y salida del ejército.

La duración media de la intervención fue de 144,9 días. Inicialmente, el 65% pudo regresar al servicio, el 28% fueron remitidos para cirugía y el 7% abandonaron las Fuerzas Armadas. No hubo diferencias en los resultados entre el Grupo 1 y el Grupo 2. En la encuesta de seguimiento, de los sujetos que pudieron regresar al servicio, el 57% todavía estaban en servicio activo y sin fasciotomía, el 43% regresó a su especialidad militar original, el 36% dejó el ejército, el 48% todavía tenían síntomas y el 12% requirió de fasciotomía. La puntuación de la SANE mejoró de 45 puntos a 74,2 tras la intervención y 78,3 en el seguimiento.

5. Discusión

En todos los artículos analizados se evidencia una disminución de la sintomatología asociada al SCCE tras la realización de un protocolo conservador basado en el reentrenamiento de la técnica de carrera, siendo esta la única intervención en la mayoría de estudios, aunque en alguno de ellos se combinaba con prácticas complementarias. Gracias a ello, los sujetos, en un porcentaje de moderado a bueno, pudieron volver a la actividad previa sin necesidad de procedimiento quirúrgico.

En los trabajos de Breen et al. (2015), Diebal et al. (2011), Diebal et al. (2012) y Gibson (2013), al menos el 80% de los participantes pudieron completar la distancia de carrera que se les proponía tras la modificación de la técnica de carrera, con ausencia de sintomatología. Los sujetos que no fueron capaces de completar la distancia total propuesta, o aumentaron significativamente la distancia recorrida antes de la aparición de los síntomas en comparación con los datos iniciales o no pudieron completarla debido a problemas físicos no relacionados con el SCCE.

Por otro lado, Diebal et al. (2012) y Helmhout et al. (2015) hallaron que, tras la intervención, la distancia de carrera aumentó de forma significativa, aunque hubo grandes diferencias en los porcentajes de incremento obtenidos en ambos estudios.

En el estudio de Helmhout et al. (2016), aunque no registraron la distancia recorrida, si lo hicieron con el tiempo de actividad, encontrando un aumento significativo del mismo tras la intervención en todos los sujetos menos en uno.

En relación únicamente a la mejora de la sintomatología, sin tener en cuenta otras variables, los resultados obtenidos en los estudios de Meulekamp et al. (2017), Zimmermann, Linschoten y Beutler (2017) y Zimmermann, Hutchinson et al. (2019) muestran que entre el 52% y el 84% de los sujetos con SCCE consiguen una reducción parcial o total de los síntomas asociados a la patología, tras una intervención basada en el reentrenamiento de la técnica de carrera.

Además, Zimmermann, Hutchinson et al. (2019) también señalan que más de la mitad de los sujetos que habían participado en el estudio, pudieron regresar a su actividad laboral anterior o similar, la cual conllevaba ejercicio físico, sin necesidad de tratamiento quirúrgico.

Con respecto a la cuestión de si con este protocolo conservador se consigue evitar la intervención quirúrgica, todos los autores señalan que no fue necesaria, al menos, durante el tiempo de estudio, a excepción de Helmhout et al. (2016) y Zimmermann, Linschoten y Beutler (2017) que indican que 2 de los sujetos que participaron en sus estudios si la precisaron, y Zimmermann, Hutchinson et al. (2019) que señalan que, en el seguimiento, 5 de 42 sujetos recibieron fasciotomía.

Resultados de cuestionarios

Diebal et al. (2012), Helmhout et al. (2015), Helmhout et al. (2016), Zimmermann, Linschoten y Beutler (2017) y Zimmermann, Hutchinson et al. (2019) utilizaron en sus estudios el cuestionario SANE para evaluar el estado subjetivo de la pierna tanto antes como después de la intervención, así como tras un periodo de seguimiento que varió entre los 3 meses y los 2 años. Los resultados obtenidos muestran que se produjo una mejora en todos los casos tras la intervención que

osciló entre el 9,9% y el 81% y que, a su vez, se incrementó durante el seguimiento posterior obteniéndose en este caso unos porcentajes de mejora entre el 30% y el 88% con respecto a los valores iniciales.

Por otra parte, en los trabajos de Diebal et al. (2012), Helmhout et al. (2015), Helmhout et al. (2016), Meulekamp et al. (2016) y Meulekamp et al. (2017) se recopilaban datos acerca de los niveles de dolor, tanto en las pruebas de carrera previas a la intervención como en otro tipo de actividades físicas o ejercicios físicos, recogidos a través de diferentes cuestionarios como la VAS, el PSC y la PSFS (en estos dos últimos cuestionarios se realiza una calificación mediante la VAS de diferentes ítems preseleccionados). En todos los estudios se apreciaron mejoras en los niveles de dolor tras la intervención que varían entre el 19,4% y el 96,2%. Además, Helmhout et al. (2015) y Helmhout et al. (2016) recogieron datos en un seguimiento realizado entre 4 y 10 meses después, encontrando que las mejoras en los niveles de dolor continuaron incrementándose posteriormente entre un 39,7% y un 54,9% en relación a los valores obtenidos tras la intervención.

Diebal et al. (2012), Helmhout et al. (2015) y Helmhout et al. (2016) también recogieron datos relacionados con síntomas y dificultades funcionales para realizar actividades de la vida diaria y ejercicio físico mediante la LLOS. Sus resultados muestran una mejora en todos los casos, tanto al final de la intervención como en seguimientos posteriores, llegando a alcanzar puntuaciones iguales o superiores al 90%, siendo el 100% la ausencia total de síntomas y limitaciones.

Grado de satisfacción

El conocimiento del grado de satisfacción de los sujetos tras la intervención, con los datos proporcionados en los estudios analizados, se basará en las puntuaciones obtenidas mediante la GROC ya que se trata de una escala que valora de manera directa la evolución de la patología desde el inicio del proceso. Breen et al. (2015), Diebal et al. (2011), Diebal et al. (2012), Helmhout et al. (2015) y Helmhout et al. (2016) utilizaron la GROC en sus trabajos, obteniendo resultados positivos en todos los casos, que de manera general se encontraron entre +4 (moderadamente mejor) y +6 (mucho mejor). Además, Zimmermann, Linschoten y Beutler (2017), pese a no

incluir esta escala en su trabajo, mencionan que la mayoría de los sujetos se mostraron positivos sobre el reentrenamiento de la marcha.

Variables cinéticas y cinemáticas

A continuación, se examinarán las variables del reentrenamiento de la técnica de carrera que se han tenido en cuenta para la mejora de la sintomatología en los artículos seleccionados.

A los sujetos incluidos en los trabajos analizados se les ofrecieron distintas señales verbales que, de forma general, se pueden unificar en 4 grupos:

- Realizar el apoyo en el mediopié/ antepié (Breen et al., 2015; Zimmermann et al., 2017; Zimmermann y Bakker, 2019; Zimmermann, Hutchinson et al., 2019)
- Aumentar la flexión de la cadera/ elevar la altura de la rodilla (Breen et al., 2015; Zimmermann, Hutchinson et al., 2019)
- Efectuar un despegue más temprano del pie/ usar activamente los isquiotibiales para elevar el pie de apoyo del suelo (Breen et al., 2015; Diebal et al., 2011; Helmhout et al., 2015)
- Correr con una posición del torso más erguida/ elevar el centro de gravedad (Breen et al., 2015; Zimmermann y Bakker, 2019)

Además, en todos los trabajos señalados en los apartados anteriores, la modificación de la técnica de carrera incluye un aumento de la cadencia hasta los 180 pasos por minuto, que se señala mediante el uso de un metrónomo o de forma verbal.

Tal como señalan Breen et al. (2015), el cambio al apoyo en el mediopié/ antepié provoca una disminución en la inclinación del pie en dicho momento, es decir, una disminución en la flexión dorsal del tobillo, lo que se relaciona con una menor activación del tibial anterior, así como una reducción en la angulación tibial a una posición casi vertical de la tibia con respecto al suelo. Por otro lado, respecto al aumento de la flexión de la cadera/ elevación de la altura de la rodilla, sugieren que aumentar ligeramente la flexión de la cadera a veces es más efectivo para reducir

el ángulo de dorsiflexión del tobillo en el apoyo, debido a que una posición más alta de la rodilla en la fase de oscilación final, proporciona más tiempo al sujeto para alinear la tibia y el pie y lograr el apoyo deseado de antepié/ mediopié. En cuanto a la realización de un despegue más temprano del pie/ uso activo de los isquiotibiales para elevar el pie de apoyo del suelo, los autores esperaban que tuviera un doble efecto: aumento de la cadencia y mayor flexión de la cadera. Además, la experiencia previa de los autores había sugerido que mantener el torso más erguido/ elevar el centro de gravedad a menudo era complementario para lograr una mayor flexión de la cadera con la consiguiente reducción de la dorsiflexión del tobillo. Finalmente, señalan que el aumento de la cadencia propicia una reducción en la longitud de la zancada y consecuentemente en el ángulo de inclinación del pie; por tanto, un aumento de la cadencia reduce la actividad del tibial anterior.

Medidas de PIC

Uno de los fines del presente trabajo es detectar si las modificaciones introducidas en el reentrenamiento de la técnica de carrera producen modificaciones en los valores de la PIC.

Según los estudios de Diebal et al. (2011), Diebal et al. (2012) y Helmhout et al. (2015), tras una intervención de reentrenamiento de la técnica de carrera, con una duración en todos los casos de 6 semanas, se obtuvieron disminuciones de la PIC postejercicio, con una oscilación entre el 30% y el 51%. Diebal et al. (2012) sugieren que puede haber un beneficio limitado al medir las PIC bilateralmente para aquellos que tienen síntomas bilaterales de SCCE. Parece que medir la PIC en una pierna puede ser suficiente ya que no hubo diferencias significativas de presión entre las piernas de los sujetos tanto en reposo como después de correr.

Tiempo de intervención

Otro aspecto importante a tener en cuenta es la duración que debe tener la intervención, por un lado, para producir cambios efectivos y por otro para que estos se asimilen de forma que se mantengan en el tiempo.

Según Zimmermann, Linschoten y Beutler (2017), una sesión de reentrenamiento de la marcha cambia el patrón de apoyo e introduce cambios relativamente pequeños en la longitud de la zancada y en la cadencia, pero puede producir un cambio estadísticamente significativo en la mayoría de los parámetros de la carrera, en particular en la fuerza máxima (N) y en la presión (N/cm²) en los talones. En su estudio retrospectivo, algunos sujetos obtuvieron una puntuación de seguimiento alta de la SANE con tan solo una única sesión de reentrenamiento de la marcha; sin embargo, la mayoría hubiera preferido tener 3 o 4 sesiones. Además, la medición en el seguimiento muestra que los participantes perdieron un porcentaje de los cambios que se realizaron después de la primera sesión de reentrenamiento de la marcha, pero permaneció una reducción estadísticamente significativa en la fuerza y la presión en los talones.

Por otro lado, Diebal et al. (2012), Helmhout et al. (2016), Zimmermann, Linschoten y Beutler (2017) y Zimmermann, Hutchinson et al. (2019) consideran que la duración óptima de la intervención para que los sujetos asimilen los cambios se sitúa entre las 4 y las 6 semanas.

Señalar que, los sujetos que realizaron un protocolo de al menos 5 semanas, continuaron mejorando en los meses posteriores a la finalización de la intervención, lo que sugiere que los efectos de un programa de esta duración dirigido a modificar la técnica de carrera tienen un potencial a más largo plazo (Helmhout et al., 2015; Helmhout et al., 2016).

6. Futuras líneas de investigación

Los trabajos analizados, en general, están realizados sobre muestras de tamaño reducido, en especial aquellos que no estudian poblaciones militares. Sería deseable que futuras investigaciones utilicen muestras de mayor tamaño sobre población civil, y en concreto deportistas, ya que existen diferencias importantes relacionadas con el tipo de calzado utilizado, el tipo de ejercicio físico realizado, etc. entre las distintas poblaciones.

Por otro lado, los resultados obtenidos hasta el momento todavía tienen una tasa de éxito con margen de mejora. Por ello, es necesaria más investigación tanto sobre

el protocolo de reentrenamiento de la técnica de carrera como sobre posibles intervenciones complementarias. En este último apartado se podrían incluir, por ejemplo, programas de ejercicios analíticos para la musculatura afectada con ejercicios isométricos, concéntricos y principalmente excéntricos.

Además, estos estudios analizan medidas obtenidas en un ergómetro de tapiz rodante instrumentado, en un entorno interior controlado. Correr sobre esta superficie es biomecánicamente diferente a correr sobre otro tipo de superficie y la cinética/cinemática de la carrera observada puede ser bastante diferente de la carrera habitual. Por tanto, sería interesante replicar estos estudios sobre otras superficies y entornos.

7. Conclusiones

Los resultados obtenidos muestran que un protocolo de reentrenamiento de la técnica de carrera en sujetos con SCCE anterior tiene una efectividad de moderada a buena en la resolución de la sintomatología asociada a esta patología.

Por otra parte, el grado de satisfacción de los sujetos tras la intervención está acorde con el éxito de la misma ya que suelen calificar la evolución de sus síntomas entre “moderadamente mejor” y “mucho mejor” con respecto al inicio.

Las variables a tener en cuenta en el reentrenamiento de la marcha incluyen la longitud de zancada, la cadencia, el ángulo de dorsiflexión de tobillo, el ángulo de la tibia con respecto al suelo, el ángulo de flexión de la cadera y el ángulo de flexión lumbar.

Además, los cambios introducidos en la técnica de carrera producen una disminución de los valores de la PIC postejercicio.

Por último, aunque se han observado cambios significativos en la técnica de carrera desde la primera sesión de la intervención, se precisa una duración de la misma de al menos 4-6 semanas para que estos cambios se mantengan a lo largo del tiempo.

8. Referencias bibliográficas

- Aweid, O., Del Buono, A., Malliaras, P., Iqbal, H., Morrissey, D., Maffulli, N., y Padhiar, N. (2012). Systematic review and recommendations for intracompartmental pressure monitoring in diagnosing chronic exertional compartment syndrome of the leg. *Clinical journal of sport medicine: official journal of the Canadian Academy of Sport Medicine*, 22(4), 356–370. <https://doi.org/10.1097/JSM.0b013e3182580e1d>
- Barnes, M. (1997). Diagnosis and management of chronic compartment syndromes: a review of the literature. *British journal of sports medicine*, 31(1), 21–27. <https://doi.org/10.1136/bjsm.31.1.21>
- Breen, D. T., Foster, J., Falvey, E., y Franklyn-Miller, A. (2015). Gait re-training to alleviate the symptoms of anterior exertional lower leg pain: A case series. *International Journal of Sports Physical Therapy*, 10(1), 85–94.
- Burrus, M. T., Werner, B. C., Starman, J. S., Gwathmey, F. W., Carson, E. W., Wilder, R. P., y Diduch, D. R. (2015). Chronic leg pain in athletes. *The American journal of sports medicine*, 43(6), 1538–1547. <https://doi.org/10.1177/0363546514545859>
- Davis, D. E., Raikin, S., Garras, D. N., Vitanzo, P., Labrador, H., y Espandar, R. (2013). Characteristics of patients with chronic exertional compartment syndrome. *Foot & ankle international*, 34(10), 1349–1354. <https://doi.org/10.1177/1071100713490919>
- de Bruijn, J. A., van Zantvoort, A., van Klaveren, D., Winkes, M. B., van der Cruijssen-Raaijmakers, M., Hoogeveen, A. R., Teijink, J., y Scheltinga, M. R. (2018). Factors predicting lower leg chronic exertional compartment syndrome in a large population. *International journal of sports medicine*, 39(1), 58–66. <https://doi.org/10.1055/s-0043-119225>
- de Bruijn, J. A., van Zantvoort, A., Winkes, M. B., van der Cruijssen-Raaijmakers, M., Hoogeveen, A. R., Teijink, J., y Scheltinga, M. (2018). Lower leg chronic exertional compartment syndrome in patients 50 years of age and older. *Orthopaedic journal of sports medicine*, 6(3), 2325967118757179. <https://doi.org/10.1177/2325967118757179>

- de Bruijn, J., Winkes, M., van Eerten, P., y Scheltinga, M. (2020). Chronic exertional compartment syndrome as a cause of anterolateral leg pain. *Der Unfallchirurg*, 123(Suppl 1), 8–14. <https://doi.org/10.1007/s00113-019-0641-9>
- Diebal, A. R., Gregory, R., Alitz, C., y Gerber, J. P. (2011). Effects of forefoot running on chronic exertional compartment syndrome: A case series. *International Journal of Sports Physical Therapy*, 6(4), 312–321.
- Diebal, A. R., Gregory, R., Alitz, C., y Gerber, J. P. (2012). Forefoot running improves pain and disability associated with chronic exertional compartment syndrome. *The American Journal of Sports Medicine*, 40(5), 1060–1067. <https://doi.org/10.1177/0363546512439182>
- Edmundsson, D., Toolanen, G., y Sojka, P. (2007). Chronic compartment syndrome also affects nonathletic subjects: a prospective study of 63 cases with exercise-induced lower leg pain. *Acta orthopaedica*, 78(1), 136–142. <https://doi.org/10.1080/17453670610013547>
- Franklyn-Miller, A. (2017). Exertional lower limb pain: A biomechanical approach to load distribution in running. *Journal of Science and Medicine in Sport*, 20(Suppl 3). <https://doi.org/10.1016/j.jsams.2017.09.372>
- Franklyn-Miller, A., Roberts, A., Hulse, D., y Foster, J. (2014). Biomechanical overload syndrome: defining a new diagnosis. *British journal of sports medicine*, 48(6), 415–416. <https://doi.org/10.1136/bjsports-2012-091241>
- Gibson, A. R. (2013). Chronic exertional compartment syndrome and forefoot striking: A case study. *International Journal of Athletic Therapy & Training*, 18(6), 24-26.
- Helmhout, P. H., Diebal, A. R., van der Kaaden, L., Harts, C. C., Beutler, A., y Zimmermann, W. O. (2015). The effectiveness of a 6-week intervention program aimed at modifying running style in patients with chronic exertional compartment syndrome: Results from a series of case studies. *Orthopaedic Journal of Sports Medicine*, 3(3). <https://doi.org/10.1177/2325967115575691>
- Helmhout, P. H., Diebal-Lee, M. A., Poelsma, L. R., Harts, C. C., y Zimmermann, L. W. (2016). Modifying marching technique in military service members with chronic exertional compartment syndrome: A case series. *International Journal of Sports Physical Therapy*, 11(7), 1106–1124.

- Kaplan, S., Olivier, B., y Obiora, O. L. (2021). Effectiveness of surgical and non-surgical management strategies in patients with chronic exertional compartment syndrome of the anterior compartment of the leg: a systematic review protocol. *JB1 evidence synthesis*, 19(11), 3198–3205. <https://doi.org/10.11124/JBIES-20-00324>
- Meulekamp, M. Z., Sauter, W., Buitenhuis, M., Mert, A., y van der Wurff, P. (2016). Short-term results of a rehabilitation program for service members with lower leg pain and the evaluation of patient characteristics. *Military Medicine*, 181(9), 1081–1087. <https://doi.org/10.7205/MILMED-D-15-00303>
- Meulekamp, M. Z., van der Wurff, P., van der Meer, A. y Lucas, C. (2017). Identifying prognostic factors for conservative treatment outcomes in servicemen with chronic exertional compartment syndrome treated at a rehabilitation center. *Military Medical Research*, 4(1), 36. <https://doi.org/10.1186/s40779-017-0145-2>
- Nico, M., Carneiro, B. C., Zorzenoni, F. O., Ormond Filho, A. G., y Guimarães, J. B. (2020). The role of magnetic resonance in the diagnosis of chronic exertional compartment syndrome. *Revista brasileira de ortopedia*, 55(6), 673–680. <https://doi.org/10.1055/s-0040-1702961>
- Nilsson, A., Zhang, Q., y Styf, J. (2014). Using the amplitude of pulse-synchronous intramuscular pressure oscillations when diagnosing chronic anterior compartment syndrome. *Orthopaedic journal of sports medicine*, 2(11). <https://doi.org/10.1177/2325967114556443>
- Nwakibu, U., Schwarzman, G., Zimmermann, W. O., y Hutchinson, M. R. (2020). Chronic exertional compartment syndrome of the leg management is changing: where are we and where are we going?. *Current sports medicine reports*, 19(10), 438–444. <https://doi.org/10.1249/JSR.0000000000000762>
- Roscoe, D., Roberts, A. J., y Hulse, D. (2015). Intramuscular compartment pressure measurement in chronic exertional compartment syndrome: new and improved diagnostic criteria. *The American journal of sports medicine*, 43(2), 392–398. <https://doi.org/10.1177/0363546514555970>
- Tucker A. K. (2010). Chronic exertional compartment syndrome of the leg. *Current reviews in musculoskeletal medicine*, 3(1-4), 32–37. <https://doi.org/10.1007/s12178-010-9065-4>

- Velasco, T. O., y Leggit, J. C. (2020). Chronic exertional compartment syndrome: a clinical update. *Current sports medicine reports*, 19(9), 347–352. <https://doi.org/10.1249/JSR.0000000000000747>
- Waterman, B. R., Liu, J., Newcomb, R., Schoenfeld, A. J., Orr, J. D., y Belmont, P. J., Jr (2013). Risk factors for chronic exertional compartment syndrome in a physically active military population. *The American journal of sports medicine*, 41(11), 2545–2549. <https://doi.org/10.1177/0363546513497922>
- Zimmermann, W. O., y Bakker, E. (2019). Reducing vertical ground reaction forces: The relative importance of three gait retraining cues. *Clinical Biomechanics*, 69, 16–20. <https://doi.org/10.1016/j.clinbiomech.2019.06.014>
- Zimmermann, W. O., Helmhout, P. H., y Beutler, A. (2017). Prevention and treatment of exercise related leg pain in young soldiers; a review of the literature and current practice in the Dutch Armed Forces. *Journal of the Royal Army Medical Corps*, 163(2), 94–103. <https://doi.org/10.1136/jramc-2016-000635>
- Zimmermann, W. O., Hutchinson, M. R., Van den Berg, R., Hoencamp, R., Backx, F. J. G., y Bakker, E. W. P. (2019). Conservative treatment of anterior chronic exertional compartment syndrome in the military, with a mid-term follow-up. *BMJ Open Sport & Exercise Medicine*, 5(1). <https://doi.org/10.1136/bmjsem-2019-000532>
- Zimmermann, W. O., Ligthert, E., Helmhout, P. H., Beutler, A., Hoencamp, R., Backx, F. J., & Bakker, E. W. (2018). Intracompartmental pressure measurements in 501 service members with exercise-related leg pain. *Translational Journal of the American College of Sports Medicine*, 3(14), 107-112.
- Zimmermann, W. O., Linschoten, C. W. y Beutler, A. (2017). Gait retraining as part of the treatment programme for soldiers with exercise-related leg pain: preliminary clinical experiences and retention. *South African Journal of Sports Medicine*, 29(1), 1-6. <https://doi.org/10.17159/2078-516X/2017/v29i0a1923>

9. Anexos

Anexo A: Evaluación Numérica de Valoración Única (SANE)

Mediante una sola pregunta, valora el estado subjetivo de la lesión en ese momento

¿Cómo calificaría hoy la pierna en una escala de 0 a 100, siendo 100 normal?

.....

Anexo B: Encuesta de Resultados de la Pierna (LLOS)

Lower Leg Outcome Survey (LLOS)

Instrucciones: El siguiente cuestionario está diseñado para determinar los síntomas y limitaciones que experimenta debido a su pierna mientras realiza sus **actividades típicas**. Responda cada pregunta marcando **con un círculo la puntuación que acompaña a la descripción que mejor lo representa durante los últimos 3 a 5 días**. Para una pregunta dada, más de una de las descripciones puede representarla, pero marque **solo** la puntuación que acompaña a la descripción que mejor la representa durante sus actividades diarias habituales en los últimos 3 a 5 días.

Síntomas (20 en total)

| 1. ¿Hasta qué punto el dolor en la pierna afecta a su nivel de actividad diaria? | |
|--|--|
| Puntuación | Descripción |
| 5 | Nunca tengo dolor en mi pierna |
| 4 | Tengo dolor en la pierna, pero no afecta a mi actividad diaria |
| 3 | El dolor afecta ligeramente a mi actividad |
| 2 | El dolor afecta moderadamente a mi actividad |
| 1 | El dolor afecta severamente a mi actividad |
| 0 | El dolor en la pierna me impide realizar todas las actividades diarias |

| 2. ¿Hasta qué punto la rigidez en la pierna afecta a su nivel de actividad diaria? | |
|--|--|
| Puntuación | Descripción |
| 5 | Nunca tengo rigidez en mi pierna |
| 4 | Tengo rigidez en la pierna, pero no afecta a mi actividad diaria |
| 3 | La rigidez afecta ligeramente a mi actividad |
| 2 | La rigidez afecta moderadamente a mi actividad |
| 1 | La rigidez afecta severamente a mi actividad |
| 0 | La rigidez en la pierna me impide realizar todas las actividades diarias |

| 3. ¿Hasta qué punto la hinchazón en la pierna afecta a su nivel de actividad diaria? | |
|--|--|
| Puntuación | Descripción |
| 5 | Nunca tengo hinchazón en la pierna |
| 4 | Tengo hinchazón en la pierna, pero no afecta a mi actividad diaria |
| 3 | La hinchazón afecta ligeramente a mi actividad |
| 2 | La hinchazón afecta moderadamente a mi actividad |
| 1 | La hinchazón afecta severamente a mi actividad |
| 0 | La hinchazón en la pierna me impide realizar todas las actividades diarias |

| 4. ¿Hasta qué punto la debilidad o falta de fuerza de su pierna afecta a su actividad diaria? | |
|---|--|
| Puntuación | Descripción |
| 5 | Nunca siento debilidad en mi pierna. |
| 4 | Siento debilidad en mi pierna, pero no afecta a mi actividad diaria |
| 3 | La debilidad afecta ligeramente a mi actividad |
| 2 | La debilidad afecta moderadamente a mi actividad |
| 1 | La debilidad afecta severamente a mi actividad |
| 0 | La debilidad de mi tobillo/pierna me impide realizar todas las actividades diarias |

Discapacidad Funcional con Actividades de la Vida Diaria (20 en total)

| 5. ¿Cómo afecta su pierna a su capacidad para caminar o marchar hasta 3 millas (aproximadamente 45 minutos)? | |
|--|--|
| Puntuación | Descripción |
| 5 | Mi pierna no afecta a mi capacidad para caminar o marchar 3 millas |
| 4 | Al caminar tengo dolor en la pierna, pero no afecta a mi capacidad para caminar o marchar 3 millas |
| 3 | Mi pierna me impide caminar o marchar más de 2 millas (30 minutos) |
| 2 | Mi pierna me impide caminar más de 1 milla (15 minutos) |
| 1 | Mi pierna me impide caminar más de 1/2 milla (5-10 minutos) |
| 0 | Mi pierna me impide caminar. |

| 6. Debido a su pierna, ¿camina con muletas o bastón? | |
|--|--|
| Puntuación | Descripción |
| 3 | Puedo caminar sin muletas ni bastón |
| 2 | Mi pierna hace que camine con 1 muleta o bastón |
| 1 | Mi pierna me obliga a caminar con 2 muletas |
| 0 | Debido a mi pierna, no puedo caminar ni siquiera con muletas |

| 7. ¿Su pierna le hace cojear cuando camina? | |
|---|---|
| Puntuación | Descripción |
| 2 | Puedo caminar sin cojear |
| 1 | A veces, mi pierna me hace caminar cojeando |
| 0 | Debido a mi pierna, no puedo caminar sin cojear |

| 8. ¿Cómo afecta su pierna a su capacidad para ponerse en cuclillas? | |
|---|---|
| Puntuación | Descripción |
| 5 | Mi pierna no afecta a mi capacidad para agacharme. Puedo ponerme en cuclillas hasta abajo |
| 4 | Me duele cuando me pongo en cuclillas, pero aún puedo hacerlo hasta abajo |
| 3 | No puedo ponerme en cuclillas más de 3/4 del camino hacia abajo |
| 2 | No puedo agacharme más de la mitad del camino hacia abajo |
| 1 | No puedo ponerme en cuclillas más de 1/4 del camino hacia abajo |
| 0 | No puedo ponerme en cuclillas en absoluto |

| 9. ¿Cómo afecta su pierna a su capacidad para subir y bajar escaleras? | |
|--|---|
| Puntuación | Descripción |
| 5 | Mi pierna no afecta a mi habilidad para subir y bajar escaleras |
| 4 | Tengo dolor en la pierna cuando subo y bajo escaleras, pero no limita mi capacidad para subir y bajar escaleras |
| 3 | Puedo subir y bajar escaleras con normalidad, pero necesito confiar en el uso de una barandilla |
| 2 | Puedo subir y bajar escaleras, de peldaño en peldaño, con el uso de una barandilla |
| 1 | Tengo que usar muletas o bastón para subir y bajar escaleras |
| 0 | No puedo subir y bajar escaleras |

Discapacidad Funcional con Actividad Deportiva (20 en total)

| 10. ¿Cómo afecta su pierna a su capacidad para trotar hasta 3 millas (aproximadamente 25-30 minutos)? | |
|---|--|
| Puntuación | Descripción |
| 10 | Mi pierna no afecta a mi capacidad para trotar 3 millas |
| 8 | Tengo dolor en la pierna cuando troto, pero no afecta a mi capacidad para trotar 3 millas |
| 6 | Mi pierna me impide trotar más de 2 millas (15-20 minutos) |
| 4 | Mi pierna me impide trotar más de 1 milla (8-10 minutos) |
| 2 | Mi pierna me impide trotar más de 1/2 milla (4-5 minutos) |
| 0 | La parte inferior de mi pierna me impide trotar |
| 11. ¿Cómo afecta su pierna a su capacidad para saltar sobre una pierna? | |
| Puntuación | Descripción |
| 5 | Mi pierna no afecta a mi capacidad para saltar con el máximo esfuerzo 3 veces seguidas. |
| 4 | Tengo dolor en la pierna cuando salto 3 veces, pero no afecta a mi capacidad para saltar |
| 3 | Mi pierna no afecta a mi capacidad para saltar con un esfuerzo del 50-75 % 3 veces seguidas |
| 2 | Mi pierna no afecta a mi capacidad para saltar con un 25-50 % de esfuerzo 3 veces seguidas |
| 1 | Mi pierna me impide saltar más de una vez |
| 0 | Mi pierna me impide saltar |
| 12. ¿Cómo afecta su pierna a su capacidad para participar en actividades deportivas o recreativas? (elija la respuesta que mejor represente su habilidad) | |
| Puntuación | Descripción |
| 5 | Mi pierna no afecta a mi capacidad para participar a nivel competitivo en deportes como fútbol, baloncesto, gimnasia, esquí, ráquetbol |
| 4 | Mi pierna no afecta a mi capacidad para participar a nivel recreativo en deportes como fútbol, baloncesto, gimnasia, esquí, ráquetbol |
| 3 | Mi pierna no afecta a mi capacidad para participar a nivel recreativo en deportes como voleibol, softbol |
| 2 | Mi pierna no afecta a mi capacidad para participar en deportes como golf, bolos, esquí de fondo |
| 1 | Mi pierna no afecta a mi capacidad para participar en actividades como ciclismo, natación, caminatas |
| 0 | Mi pierna me impide participar en actividades deportivas o recreativas |

Fuente: Elaboración propia, adaptado de Diebal, A. R., Gregory, R., Alitz, C., y Gerber, J. P. (2012). Forefoot running improves pain and disability associated with chronic exertional compartment syndrome. *The American Journal of Sports Medicine*, 40(5), 1060–1067. <https://doi.org/10.1177/0363546512439182>

Anexo C: Escala de Calificación Global del Cambio (GROC)

GLOBAL RATING OF CHANGE SCALE (GROC)

Gracias por la oportunidad de ayudar en su rehabilitación. La siguiente escala de calificación nos permite revisar el resultado global de su condición por la intervención de la terapia física. Permite que revisemos el resultado de su tratamiento kinésico, la cual ayuda a guiar nuestro tratamiento para servir mejor a nuestros pacientes en el futuro. La Escala de Calificación Global del Cambio (GROC) ha sido bien documentada y se utiliza ampliamente en investigación como una medida de resultado, así como la comparación de las medidas de resultado.

Por favor, califique el estado general de la parte lesionada del cuerpo o la región desde que usted comenzó **TRATAMIENTO HASTA AHORA** (Marque sólo una):

| | | | | | |
|----|--------------------------|---|-----------------|---|---------------------------|
| -7 | Lo peor que podría estar | 0 | Igual que antes | 7 | Lo mejor que podría estar |
| -6 | Mucho peor | | | 6 | Mucho mejor |
| -5 | Casi todo peor | | | 5 | Casi todo mejor |
| -4 | Moderadamente peor | | | 4 | Moderadamente mejor |
| -3 | Algo peor | | | 3 | Algo mejor |
| -2 | Un poco peor | | | 2 | Un poco mejor |
| -1 | Ligeramente peor | | | 1 | Ligeramente mejor |

Fuente: Elaboración propia, adaptado de Jaeschke R, Singer J, Guyatt GH. Measurement of health status. Ascertaining the minimal clinically important difference. Control Clin Trials 1989: 407-15.

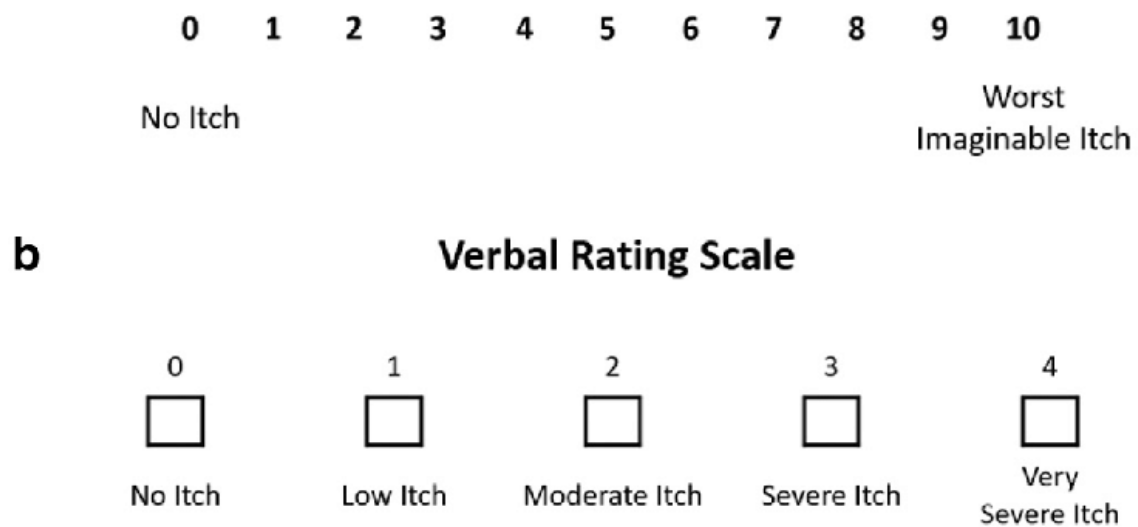
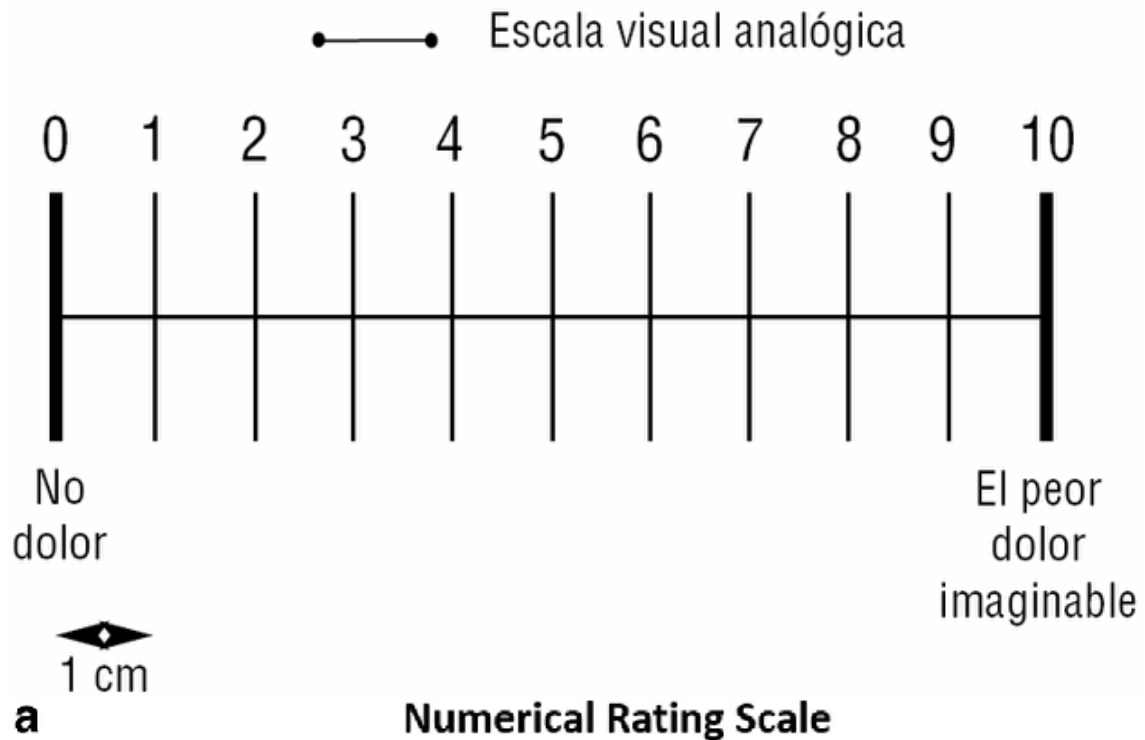
Anexo D: Escala de Borg

Valora el esfuerzo percibido.

| Escala original | | Escala modificada | |
|-----------------|-----------------------|-------------------|---------------------|
| 6 | Sin esfuerzo | 0 | Nulo |
| 7 | Extremadamente ligero | 0,5 | Apenas perceptible |
| 8 | | 1 | Muy ligero |
| 9 | Muy ligero | 2 | Ligero |
| 10 | | 3 | Moderado |
| 11 | Ligero | 4 | Algo pesado |
| 12 | | 5 | Pesado (duro) |
| 13 | Algo duro | 6 | |
| 14 | | 7 | Muy duro |
| 15 | Duro (pesado) | 8 | |
| 16 | | 9 | |
| 17 | Muy pesado | 10 | Extremadamente duro |
| 18 | | | *máximo |
| 19 | Extremadamente duro | | |
| 20 | Máximo ejercicio | | |

Anexo E: Escala Visual Analógica (VAS), Escala de Calificación Numérica (NRS) y Escala de Calificación Verbal (VRS)

Valoran el dolor.



Anexo F: Escala Funcional Específica del Paciente (PSFS)

Proporciona información sobre las actividades diarias en las que el sujeto experimenta problemas en su realización. Se puntúa en una escala visual que va desde 0 (incapaz de realizar la actividad) a 100 (capaz de realizar la actividad en nivel previo a la lesión).

The Patient-Specific Functional Scale

This useful questionnaire can be used to quantify activity limitation and measure functional outcome for patients with any orthopaedic condition.

Clinician to read and fill in below: Complete at the end of the history and prior to physical examination.

Initial Assessment:

I am going to ask you to identify up to three important activities that you are unable to do or are having difficulty with as a result of your _____ problem. Today, are there any activities that you are unable to do or having difficulty with because of your _____ problem? (Clinician: show scale to patient and have the patient rate each activity).

Follow-up Assessments:

When I assessed you on (state previous assessment date), you told me that you had difficulty with (read all activities from list at a time). Today, do you still have difficulty with: (read and have patient score each item in the list)?

Patient-specific activity scoring scheme (Point to one number):

| | | | | | | | | | | |
|----------------------------|---|---|---|---|---|--|---|---|---|----|
| 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
| Unable to perform activity | | | | | | Able to perform activity at the same level as before injury or problem | | | | |

(Date and Score)

| Activity | Initial | | | | | |
|------------|---------|--|--|--|--|--|
| 1. | | | | | | |
| 2. | | | | | | |
| 3. | | | | | | |
| 4. | | | | | | |
| 5. | | | | | | |
| Additional | | | | | | |
| Additional | | | | | | |

Total score = sum of the activity scores/number of activities

Minimum detectable change (90%CI) for average score = 2 points

Minimum detectable change (90%CI) for single activity score = 3 points

PSFS developed by: Stratford, P., Gill, C., Westaway, M., & Binkley, J. (1995). Assessing disability and change on individual patients: a report of a patient specific measure. *Physiotherapy Canada*, 47, 258-263.

Reproduced with the permission of the authors.

Anexo G: Patient Specific Complaints (PSC)

Los sujetos tienen que seleccionar de 1 a 3 actividades diarias, las más importantes, que se vieron obstaculizadas por las molestias de sus piernas en la última semana y calificarlas en una Escala Analógica Visual (VAS) de 100 mm.

Anexo H: Breve Cuestionario para Evaluar la Actividad Física para Mejorar la Salud (SQUASH)

Mide el grado de actividad física diaria en las siguientes categorías: actividades de desplazamiento, actividades laborales, actividades del hogar, actividades de ocio. Se expresa como puntajes de actividad por semana

Appendix A: The short questionnaire to assess health enhancing physical activity (SQUASH)

Think about an average week in the past months. Please indicate **how many days per week** you performed the following activities, **how much time on average** you were engaged in this, and (if applicable) **how strenuous** this activity was for you?

| COMMUTING ACTIVITIES (round trip) | days per week | average time per day | Effort (circle please) |
|-----------------------------------|---------------|----------------------|------------------------|
| Walking to/from work or school | days | hour minutes | slow/moderate/fast |
| Bicycling to/from work or school | days | hour minutes | slow/moderate/fast |
| Not applicable | | | |

| LEISURE TIME ACTIVITIES | days per week | average time per day | Effort (circle please) |
|---|---------------|----------------------|------------------------|
| Walking | days | hour minutes | slow/moderate/fast |
| Bicycling | days | hour minutes | slow/moderate/fast |
| Gardening | days | hour minutes | light/moderate/intense |
| Odd jobs | days | hour minutes | light/moderate/intense |
| Sports (please write down yourself) <i>e.g., tennis, fitness, skating, swimming, dancing</i> | | | |
| 1. | days | hour minutes | light/moderate/intense |
| 2. | days | hour minutes | light/moderate/intense |
| 3. | days | hour minutes | light/moderate/intense |
| 4. | days | hour minutes | light/moderate/intense |

| HOUSEHOLD ACTIVITIES | days per week | average time per day |
|--|---------------|----------------------|
| Light household work (cooking, washing dishes, ironing, child care) | days | hour minutes |
| Intense household work (scrubbing floor, walking with heavy shopping bags) | days | hour minutes |

| ACTIVITY AT WORK AND SCHOOL | average time per week |
|---|-----------------------|
| Light work (sitting/standing with some walking, e.g., a desk job) | hour minutes |
| Intense work (regularly lifting heavy objects at work) | hour minutes |
| Not applicable | |

Anexo I: Cuestionario de Autoeficacia del Dolor (PSEQ)

Pain Self-Efficacy Questionnaire (PSEQ)

Instructions:

Please rate how confident you are that you can do the following things at present, despite the pain. To indicate your answer tap one of the options on the scale under each item, from "not at all confident" to "completely confident".

| | | Not at all Confident | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | Completel y Confident |
|----|---|----------------------|---|---|---|---|---|-----------------------|
| 1 | I can enjoy things, despite the pain. | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
| 2 | I can do most of the household chores (e.g. tidying-up, washing dishes, etc.), despite the pain. | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
| 3 | I can socialise with my friends or family members as often as I used to do, despite the pain. | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
| 4 | I can cope with my pain in most situations. | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
| 5 | I can do some form of work, despite the pain. ('work' includes housework, paid and unpaid work). | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
| 6 | I can still do many of the things I enjoy doing, such as hobbies or leisure activity, despite pain. | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
| 7 | I can cope with my pain without medication. | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
| 8 | I can still accomplish most of my goals in life, despite the pain. | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
| 9 | I can live a normal lifestyle, despite the pain. | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
| 10 | I can gradually become more active, despite the pain. | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |

Developer Reference:

Nicholas, M. K. (2007). The pain self-efficacy questionnaire: Taking pain into account. *European Journal of Pain*, 11(2), 153-163.

Anexo J: Cuestionario de Dolor Inducido por el Ejercicio en la Pierna (EILP)

EXERCISE-INDUCED LEG PAIN QUESTIONNAIRE-BRITISH VERSION (EILP-BR)

Dear patient, please answer the questions below with one answer (by marking one per line with a tick [V]) that most closely describes your condition within the past week. If you have bilateral symptoms, please answer for the worse side. If the described activity is limited by something other than your leg pain, mark not applicable (NA).

Because of your exercise-induced leg pain, how much problems do you have with the following activities?

| | No Difficulty | Slight Difficulty | Moderate Difficulty | Extreme Difficulty | Unable to Perform | NA |
|--|---------------|-------------------|---------------------|--------------------|-------------------|----|
| When beginning to run | | | | | | |
| Running after about 10 minutes | | | | | | |
| Running after about 15 minutes | | | | | | |
| Running after 30 minutes or longer | | | | | | |
| Jumping | | | | | | |
| Landing | | | | | | |
| Starting and stopping quickly | | | | | | |
| Sideward cutting movements | | | | | | |
| Low-impact activities | | | | | | |
| Ability to participate in your desired sport as long as you like | | | | | | |

Fuente: Korakakis, V., Malliaropoulos, N., Baliotis, K., Papadopoulou, S., Padhiar, N., Nauck, T., & Lohrer, H. (2015). Cross-cultural Adaptation and Validation of the Exercise-Induced Leg Pain Questionnaire for English- and Greek-Speaking Individuals. *The Journal of orthopaedic and sports physical therapy*, 45(6), 485–496. <https://doi.org/10.2519/jospt.2015.5428>