EFICACIA DEL EJERCICIO TERAPEUTICO CON RESTRICCIÓN DEL FLUJO SANGUÍNEO EN LA REHABILITACIÓN DE LA TENDINOPATÍA DE EPICÓNDILO EN JUGADORES DE PÁDEL

FACULTAD DE MEDICINA, SALUD Y DEPORTES

Realizado por: Adrián García Bermejo y Pablo Pilar Mezquita.

Año Académico: 2025-2026.

Tutor/a: Dra. Mónica García Mateos

Área: Diseño de estudio experimental.

Resumen

Introducción: El pádel ha experimentado un notable crecimiento en las últimas décadas, lo que ha conllevado un aumento de las lesiones musculoesqueléticas, destacando la tendinopatía lateral del codo como una de las más frecuentes debido a los movimientos repetitivos y a la sobrecarga del complejo extensor del antebrazo. El ejercicio terapéutico constituye la base del tratamiento conservador, siendo el ejercicio excéntrico una de las estrategias más eficaces. En este contexto, el entrenamiento con restricción del flujo sanguíneo (BFR) ha emergido como una técnica prometedora, aunque su aplicación en tendinopatías sigue siendo limitada y poco estudiada en combinación con programas de carga. **Objetivos:** Analizar la efectividad de un programa de ejercicio excéntrico combinado con BFR frente a un programa excéntrico sin restricción en la rehabilitación de la tendinopatía lateral del codo en jugadores de pádel. También se evaluarán los cambios en el dolor, la funcionalidad del miembro superior, la fuerza muscular y el tiempo de recuperación, así como posibles diferencias según el sexo. **Metodología:** Se llevará a cabo un ensayo clínico aleatorizado, prospectivo y longitudinal con 58 participantes, distribuidos en un grupo experimental (ejercicio excéntrico + BFR) y un grupo control (ejercicio excéntrico sin BFR). La intervención tendrá una duración de ocho semanas, con tres sesiones semanales supervisadas. Las variables se evaluarán al inicio, a las cuatro y ocho semanas, y en un seguimiento a las doce semanas.

Palabras clave: Tendinopatía lateral del codo, pádel, ejercicio excéntrico, restricción del flujo sanguíneo, rehabilitación, dolor.

Abstract

Introduction: Padel has experienced significant growth in recent decades, leading to an increase in musculoskeletal injuries, with lateral elbow tendinopathy being one of the most common due to repetitive movements and overload of the forearm extensor complex. Therapeutic exercise constitutes the cornerstone of conservative treatment, with eccentric exercise being one of the most effective strategies. In this context, blood flow restriction (BFR) training has emerged as a promising technique; however, its application in tendinopathies remains limited and scarcely studied in combination with loading programs. **Objectives:** To analyze the effectiveness of an eccentric exercise program combined with BFR compared to an eccentric program without restriction in the rehabilitation of lateral elbow tendinopathy in padel players. Additionally, changes in pain, upper limb function, muscle strength, and recovery time will be assessed, as well as potential differences according to sex. **Methodology:** A randomized, prospective, and longitudinal clinical trial will be conducted with 58 participants, allocated into an experimental group (eccentric exercise + BFR) and a control group (eccentric exercise without BFR). The intervention will last eight weeks, with three supervised sessions per week. Outcomes will be assessed at baseline, at four and eight weeks, and at a 12-week follow-up.

Keywords: Lateral elbow tendinopathy, padel, eccentric exercise, blood flow restriction, rehabilitation, pain.

Índice

1. Introducción 1

2. Justificación 2

3. Hipótesis y objetivos 4

4. Metodología 5

4.1. Diseño 5

4.2. Consideraciones éticas 6

4.3. Sujetos 7

4.4. Grupos 9

4.5. Variables 11

4.6. Descripción de la intervención 12

4.7. Recogida de datos y plan de análisis estadístico 15

4.8. Limitaciones del estudio 18

5. Plan de trabajo 19

5.1. Etapas de desarrollo 19

5.2. Equipo investigador 20

5.3. Distribución de las tareas 20

6. Sostenibilidad 20

7. Referencias bibliográficas 21

8. Anexo 26

Índice de Figuras

Figura 1 …….. 30

Figura 2 …….. 30

Figura 3 …….. 31

Índice de Tablas

Tabla 1 …….. 32

1. Introducción

En las últimas décadas, el pádel ha experimentado un notable crecimiento internacional, consolidándose como uno de los deportes de raqueta con mayor expansión en Europa y América Latina. Este aumento ha implicado un incremento de practicantes y del interés por las lesiones asociadas. Diversas investigaciones epidemiológicas señalan una alta prevalencia de lesiones musculoesqueléticas, que oscila entre el 40% y el 95% de los jugadores a lo largo de su carrera (Dahmen et al., 2023). Además, la incidencia se sitúa entre 2,75 y 3 lesiones por cada 1000 horas de juego, con una prevalencia anual superior al 60% (Dahmen et al., 2023), lo que evidencia los riesgos asociados a su práctica.

El análisis anatómico muestra un patrón característico, siendo el codo una de las regiones más afectadas (Declève et al., 2025), debido a las demandas biomecánicas del deporte, como los movimientos repetidos de extensión de muñeca y pronosupinación del antebrazo. Entre las patologías más frecuentes destaca la tendinopatía lateral del codo o “codo de tenista”, caracterizada por dolor en el epicóndilo lateral, sensibilidad a la palpación y dolor en actividades con contracción resistida de los extensores del antebrazo (Coombes et al., 2015).

Desde el punto de vista fisiopatológico, se trata de una lesión degenerativa por sobreuso, localizada en el origen del extensor radial corto del carpo, con microlesiones repetidas. A nivel histológico, presenta hiperplasia angiofibroblástica, con proliferación fibroblástica, colágeno tipo III inmaduro y desorganización estructural, sin presencia significativa de células inflamatorias (Buchanan & Varacallo, 2023). Este hallazgo ha favorecido el uso del término “tendinopatía” frente a “epicondilitis” (Karbowiak et al., 2023). La ecografía puede mostrar alteraciones estructurales, aunque el diagnóstico sigue siendo clínico (Buchanan & Varacallo, 2023; Karbowiak et al., 2023).

Estas alteraciones reducen la resistencia tendinosa y aumentan la susceptibilidad a nuevas lesiones. El diagnóstico se apoya en pruebas como Cozen, Mill y la extensión resistida del tercer dedo (Dorf et al., 2007), siendo la ecografía y la resonancia útiles para valorar la lesión.

En el pádel, factores como la unilateralidad, la repetición de golpes, el volumen de entrenamiento y las características de la pala se asocian al desarrollo de esta patología (Dahmen et al., 2023; Declève et al., 2025), que puede afectar al rendimiento y continuidad deportiva. La fisioterapia es clave en su tratamiento conservador. Aunque tradicionalmente se han empleado terapias pasivas, actualmente se priorizan enfoques basados en la carga mecánica del tendón.

En cuanto al ejercicio excéntrico, se puede afirmar que es una de las intervenciones más estudiadas, mostrando mejores resultados frente a tratamientos pasivos (Woodley et al., 2006) y beneficios en dolor y función en otras tendinopatías (Prudêncio et al., 2023), mediante mecanismos como la mecanotransducción y reorganización del colágeno (Quinlan et al., 2019).

El ejercicio isométrico ha ganado interés por su posible efecto analgésico, aunque no presenta ventajas significativas frente a otros métodos cuando se utiliza de forma aislada (Clifford et al., 2020), siendo comparable o inferior al ejercicio excéntrico o de resistencia lenta pesada (Lim & Wong, 2018).Por otro lado, el entrenamiento con restricción del flujo sanguíneo (BFR) ha emergido como una técnica prometedora. Consiste en aplicar oclusión parcial durante ejercicio de baja carga, generando mejoras en fuerza y masa muscular comparables al entrenamiento de alta intensidad (Hughes et al., 2017), gracias a la hipoxia y acumulación de metabolitos.

No obstante, su aplicación en tendinopatías es aún limitada. Una revisión reciente señala la escasez y heterogeneidad de estudios (Burton & McCormack, 2022), aunque un ensayo clínico ha mostrado mejoras en dolor y función al combinar BFR con ejercicio (Karanasios et al., 2022).

2. Justificación

El pádel ha experimentado un crecimiento notable en las últimas décadas, convirtiéndose en uno de los deportes de mayor expansión en Europa. Este auge ha traído consigo un aumento paralelo de lesiones musculoesqueléticas: la literatura científica señala tasas de incidencia cercanas a tres lesiones por cada mil horas de juego y prevalencias anuales que pueden superar el 60% de los

practicantes (Dahmen et al., 2023), lo que evidencia la necesidad de desarrollar estrategias preventivas y terapéuticas eficaces.

Entre las zonas más afectadas destaca el codo, y dentro de su perfil lesional, la tendinopatía lateral, conocida popularmente como epicondilitis, es una de las patologías más frecuentes (Declève et al., 2025). Se manifiesta con dolor en la cara lateral del codo, pérdida de fuerza de agarre y limitaciones funcionales que repercuten tanto en el rendimiento deportivo como en la vida diaria. Su alta prevalencia en el pádel no es casual: los movimientos repetitivos de golpeo y la constante transmisión de fuerzas a través del complejo musculotendinoso del antebrazo someten al tendón extensor común a una carga mecánica que, cuando supera la capacidad adaptativa del tejido, desencadena procesos degenerativos crónicos (Cocco et al., 2024).

Desde la fisioterapia, el tratamiento conservador se orienta principalmente a restaurar la función tendinosa mediante ejercicio terapéutico. El ejercicio excéntrico se ha consolidado como uno de los pilares de esta rehabilitación, con evidencia acumulada que demuestra mejoras significativas en dolor y función en distintos tipos de tendinopatía (Woodley et al., 2006).

Por su parte, el ejercicio isométrico ha ganado interés por sus posibles efectos analgésicos inmediatos, útiles en fases iniciales; sin embargo, una revisión sistemática con metaanálisis concluyó que no muestra ventajas significativas frente a otras modalidades de ejercicio en la reducción del dolor o la mejora funcional (Clifford et al., 2020), por lo que se considera principalmente un complemento dentro de programas de carga progresiva.

En cuanto al entrenamiento con restricción del flujo sanguíneo (BFR), aunque su eficacia en adaptaciones musculares está bien documentada, su aplicación en tendinopatías sigue siendo un campo emergente. La evidencia disponible es aún escasa y heterogénea, lo que dificulta establecer recomendaciones clínicas sólidas (Burton & McCormack, 2022). Algunos estudios preliminares apuntan a que combinar ejercicio de baja carga con BFR podría generar mejoras relevantes en dolor y función en la tendinopatía lateral del codo, aunque la combinación específica con ejercicio excéntrico o isométrico apenas ha sido investigada.

Por todo esto, el presente estudio tiene como objetivo analizar la eficacia de combinar ejercicio excéntrico con restricción del flujo sanguíneo en la rehabilitación de la tendinopatía lateral del codo en jugadores de pádel, con el fin de optimizar el tratamiento conservador en una población cada vez más numerosa.

3. Hipótesis y objetivos

A partir de la evidencia científica disponible sobre el ejercicio terapéutico y la restricción del flujo sanguíneo en la rehabilitación de las tendinopatías se plantean las siguientes hipótesis:

Hipótesis conceptual

El ejercicio terapéutico con restricción del flujo sanguíneo produce mejores resultados en el dolor, la funcionalidad, la fuerza de prensión manual, la extensión y flexión de muñeca y el tiempo de recuperación, en comparación con el ejercicio terapéutico convencional, en jugadores de pádel con tendinopatía lateral del codo a corto, medio y largo plazo.

Hipótesis alternativa (H1)

El ejercicio terapéutico con restricción del flujo sanguíneo produce mejoras estadísticamente significativas en el dolor, la funcionalidad, la fuerza de prensión manual, la extensión y flexión de muñeca y el tiempo de recuperación, en comparación con el ejercicio terapéutico convencional, en jugadores de pádel con tendinopatía lateral del codo a corto, medio y largo plazo.

Hipótesis nula (H0)

El ejercicio terapéutico con restricción del flujo sanguíneo no produce mejoras estadísticamente significativas en el dolor, la funcionalidad, la fuerza de prensión manual, la extensión y flexión de muñeca ni en el tiempo de recuperación, en comparación con el ejercicio terapéutico convencional, en jugadores de pádel con tendinopatía lateral del codo a corto, medio y largo plazo.

A continuación, se exponen los objetivos del presente estudio:

Objetivo principal

- Analizar la efectividad del ejercicio terapéutico con restricción del flujo sanguíneo en comparación con el ejercicio terapéutico convencional en la mejora del dolor en la tendinopatía lateral del codo en jugadores de pádel antes, durante y después de la intervención.

Objetivos secundarios

- Evaluar los efectos del ejercicio terapéutico con restricción del flujo sanguíneo sobre la funcionalidad del miembro superior en jugadores de pádel con tendinopatía lateral del codo antes, durante y después de la intervención.

- Analizar la efectividad del ejercicio terapéutico con restricción del flujo sanguíneo en comparación con el ejercicio terapéutico convencional en la ganancia de fuerza de prensión manual en jugadores de pádel con tendinopatía lateral del codo antes, durante y después de la intervención.

- Analizar la efectividad del ejercicio terapéutico con restricción del flujo sanguíneo en comparación con el ejercicio terapéutico convencional en la ganancia de fuerza de extensión y flexión de muñeca en jugadores de pádel con tendinopatía lateral del codo antes, durante y después de la intervención.

- Comparar el tiempo de recuperación de los participantes que realicen ejercicio terapéutico con restricción del flujo sanguíneo y aquellos que sigan un programa de ejercicio terapéutico convencional antes, durante y después de la intervención.

4. Metodología

4.1. Diseño

El presente estudio se plantea como un ensayo clínico experimental, longitudinal, analítico, prospectivo y aleatorizado, cuyo objetivo es analizar la eficacia de dos intervenciones de ejercicio terapéutico en sujetos con tendinopatía lateral de codo.

Se opta por un diseño experimental al ser el más apropiado para determinar relaciones de causalidad entre la intervención aplicada y los resultados clínicos. Su carácter longitudinal permite analizar la evolución de los participantes a lo largo del tiempo, mientras que el enfoque analítico facilita la comparación entre los distintos grupos del estudio. El estudio es prospectivo, ya que los datos se recogen desde la inclusión de los participantes en adelante. La asignación a grupos se realizará mediante aleatorización, con el fin de reducir sesgos y mejorar la validez interna.
En cuanto al enmascaramiento, se empleará un diseño con evaluador ciego, dado que no es posible el cegamiento de los participantes ni de los investigadores por la naturaleza de la intervención

4.2. Consideraciones éticas

La presente investigación se diseñará y ejecutará siguiendo los principios éticos fundamentales establecidos para la investigación con seres humanos. Todos los participantes recibirán una hoja de información al paciente, en la que se detallarán los objetivos, procedimientos, posibles riesgos y beneficios del estudio, así como su carácter voluntario.

Asimismo, deberán firmar el correspondiente consentimiento informado antes de su inclusión. Ambos documentos que se adjuntan en el apartado de Anexos, número 1 y 2. La investigación se llevará a cabo conforme a los principios establecidos en la Declaración de Helsinki, garantizando el respeto a la dignidad, la seguridad y los derechos de los participantes en todo momento.

Previamente al inicio del estudio, el protocolo será evaluado y aprobado por un comité de ética de la investigación, asegurando que cumple con los requisitos éticos y legales vigentes. En relación con la protección de datos personales, se garantizará la confidencialidad de la información mediante un proceso de codificación, asignando a cada participante un código identificativo.

El tratamiento de los datos se realizará conforme al Reglamento (UE) 2016/679 y la Ley Organiza 3/2018, de protección de datos personales y garantía de los derechos digitales, garantizando la no identificación directa de los sujetos y asegurando el uso exclusivo de la información con fines científicos.

4.3. Sujetos

Descripción de la población del estudio

La población del estudio estará constituida por jugadores de pádel de ambos sexos, con edades comprendidas entre los 18 y 65 años, con diagnóstico clínico de tendinopatía lateral de codo. Los participantes serán reclutados en el ámbito de la Comunidad de Madrid, a través de clubes deportivos, servicios de fisioterapia y medicina deportiva, así como mediante estrategias de difusión en entornos deportivos. La participación será voluntaria, requiriendo la firma previa de consentimiento informado conforme a la normativa vigente.

Criterios de selección

Criterios de Inclusión

Serán elegibles los sujetos que cumplan la totalidad de los siguientes criterios (Karanasios et al., 2022).

- Edad entre 18 y 65 años.
- Diagnóstico clínico de TLC confirmado mediante: (a) dolor a la palpación sobre el epicóndilo lateral; (b) test de Cozen positivo; (c) test de Maudsley positivo; (d) test de Mill positivo; (e) reducción de la fuerza de prensión indolora ≥5% respecto al lado contralateral con el codo en extensión.
- Práctica habitual de pádel ≥2 sesiones semanales durante los seis meses previos a la inclusión.
- Duración de los síntomas superior a cuatro semanas, para excluir cuadros agudos de resolución espontánea.
- Comprensión y firma del consentimiento informado.

Los criterios de exclusión se dividen en dos categorías: (a) los que ejercen efecto contaminante sobre la variable dependiente, al modificar la respuesta clínica al margen de la intervención; y (b) los que representan un riesgo para el participante, especialmente en relación con la aplicación de BFR:

Efecto contaminante (Hinz et al., 2023; Karanasios et al., 2022; Karanasios et al., 2023):

- TLC ipsilateral en los tres años previos a la inclusión.
- Tendinopatía de hombro ipsilateral, radiculopatía cervical o síndrome de atrapamiento del nervio radial en el miembro afecto.

- Artritis reumatoide u otras enfermedades inflamatorias sistémicas con afectación articular.
- Cirugía ortopédica previa sobre el codo, antebrazo o muñeca del lado afecto.
- Tratamiento con corticosteroides locales en los seis meses previos o cualquier otro tratamiento fisioterapéutico activo para la TLC en el momento de la inclusión.
- Déficit neurológico sensitivo o motor en el miembro superior afecto.
- Índice de masa corporal (IMC) ≥ 30 kg/m², que dificulta la correcta aplicación y calibración del manguito de compresión en BFR.

Riesgo para el participante por contraindicaciones de BFR (Anderson et al., 2022; Minniti et al., 2019):

- Trastornos vasculares: antecedentes de trombosis venosa profunda (TVP), insuficiencia venosa, enfermedad vascular periférica o disfunción endotelial documentada.
- Antecedentes de cirugía cardíaca o enfermedades cardiovasculares graves no controladas.
- Historia personal o familiar de embolismo pulmonar.
- Antecedentes de linfadenectomía axilar o exploración ganglionar que contraindiquen la aplicación del manguito en el miembro afecto.
- Síncope o pérdida de conciencia ante la compresión corporal externa.
- Antecedentes oncológicos activos o en tratamiento.
- Embarazo.

Tamaño muestral

La variable principal utilizada es la intensidad del dolor, evaluada mediante la Escala Numérica del Dolor (END, 0–10), que constituye una medida de referencia relevante en los ensayos sobre TLC y la que sustenta las hipótesis del proyecto (Farrar et al., 2009). Para el cálculo del tamaño muestral se ha recurrido a los datos de estudios previos con resultados significativos, conforme a las directrices metodológicas vigentes.

El estudio de referencia es el ensayo controlado aleatorizado de Karanasios et al. (2022), único ECA publicado que evalúa específicamente el entrenamiento con BFR frente a BFR simulado en pacientes con TLC. Dicho estudio encontró diferencias estadísticamente significativas entre grupos en la intensidad del dolor a las 12 semanas.

A partir de estos resultados se extraen los parámetros necesarios para el cálculo:

- Desviación típica (DE) agrupada: 2,1 puntos.
- Diferencia mínima clínicamente relevante (DMCR): 1,5 puntos en la END, valor que supera la diferencia mínima importante (DMI) establecida para esta escala en TLC y que coincide con la diferencia observada en el estudio de referencia.

Aplicación informática GRANMO

Aceptando un riesgo alfa de 0,05 y un poder estadístico superior a 0,8 en un contraste unilateral se precisan 29 sujetos en el grupo 1 y 29 en el grupo 2 para detectar una diferencia igual o superior a 1,5 unidades. Se asume que la desviación estandar común es de 2,1. Se ha estimado una tasa de pérdidas de seguimento del 15%. Este porcentaje de pérdidas es conservador y coherente con el adoptado en el estudio de Karanasios et al. (2022), que amplió su muestra de 21 a 23 participantes por grupo con un 10% de pérdidas.

4.4. Grupos

El ensayo clínico aleatorizado incluirá 58 participantes, distribuidos en dos grupos de 29 mediante aleatorización simple, siguiendo modelos previos en tendinopatía lateral del codo (Karanasios, 2020; Karanasios et al., 2022).

Grupo experimental (n = 29): Realizará ejercicio excéntrico de extensores de muñeca combinado con restricción del flujo sanguíneo (BFR) mediante manguito en el brazo. La presión se ajustará individualmente según el porcentaje de oclusión arterial (LOP). El programa durará 8 semanas, con dos sesiones semanales supervisadas y ejercicios domiciliarios. Esta intervención podría potenciar adaptaciones neuromusculares y efectos hipoalgésicos frente al ejercicio aislado.

Grupo control (n = 29): Seguirá el mismo programa excéntrico en iguales condiciones, pero con un manguito sin inflar (sham-BFR), impidiendo distinguir la asignación. Este método ha sido utilizado en estudios previos (Coombes et al., 2008). El ejercicio excéntrico sin BFR es eficaz en la rehabilitación de la TLC, justificando su uso como control activo.

Este método ha sido utilizado en estudios previos (Coombes et al., 2008). El ejercicio excéntrico sin BFR es eficaz en la rehabilitación de la TLC, justificando su uso como control activo.

Aleatorización

La asignación de los participantes a cada grupo se realizará mediante un procedimiento de aleatorización simple, garantizando que todos tengan la misma probabilidad de ser asignados al grupo experimental o al grupo control.

La secuencia de aleatorización se generará previamente al inicio del reclutamiento utilizando la herramienta informática Randomizer.org (www.randomizer.org), que permite obtener listas de asignación aleatoria validadas y de acceso libre, tal como se ha empleado en ensayos previos sobre restricción del flujo sanguíneo en tendinopatía lateral del codo (Coombes et al., 2008). Esta secuencia será elaborada por un investigador independiente, ajeno tanto a la intervención clínica como al proceso de evaluación, con el objetivo de garantizar la adecuada ocultación de la asignación.

Para asegurar dicha ocultación, se empleará el método de sobres opacos, sellados y numerados secuencialmente. Cada sobre contendrá en su interior la asignación correspondiente (grupo experimental o control) y será abierto únicamente en el momento de la inclusión del participante, una vez verificado el cumplimiento de todos los criterios de selección y tras la firma del consentimiento informado. Estos sobres estarán bajo la custodia de un investigador que no participará ni en la evaluación de los sujetos ni en la aplicación del tratamiento, reduciendo así el riesgo de sesgo de selección, tal como se describe en la literatura metodológica.

En cuanto al enmascaramiento, el diseño del estudio permite mantener un cegamiento triple (participante, evaluador y analista de datos), gracias al uso de un

manguito de compresión que puede estar inflado o no, sin que el participante pueda distinguir su condición experimental. Este enfoque sigue el modelo de sham-BFR descrito en estudios previos. No obstante, el fisioterapeuta encargado de aplicar la intervención no podrá ser cegado, dado que es responsable de decidir si el manguito se infla o no en cada caso.

4.5. Variables

Variables independientes

Las variables independientes del presente estudio estarán determinadas por el tipo de intervención aplicada a los participantes:

- Grupo de ejercicio terapéutico combinado con BFR:
  Los participantes realizarán el mismo programa de ejercicio terapéutico, añadiendo BFR.
- Grupo de ejercicio terapéutico:
  Los participantes realizarán un programa de ejercicio terapéutico orientado al tratamiento de la epicondilalgia lateral.

Ambas variables se clasifican como variables cualitativas dicotómicas, medidas en una escala nominal.

Variables dependientes

Dolor

El dolor constituye la variable principal del estudio. Se clasifica como una variable cuantitativa discreta y será medido mediante la Escala Numérica del Dolor (END), instrumento ampliamente utilizado y validado para la valoración de la intensidad del dolor (Hawker et al., 2011; Herrero et al., 2018).

Funcionalidad del miembro superior

La funcionalidad del miembro superior se clasifica como una variable cuantitativa continua. Será evaluada mediante el cuestionario PRTEE (Patient-Rated Tennis Elbow Evaluation), herramienta específica y validada para valorar dolor y limitación funcional en pacientes con TLC (Beaton et al., 2005).

Fuerza de prensión manual

La fuerza de prensión manual se considera una variable cuantitativa continua, medida en una escala de razón mediante dinamometría (Gränicher et al., 2024).

Fuerza de flexión y extensión

La fuerza de flexión y extensión se clasifica como una variable cuantitativa continua, medida en una escala de razón mediante pruebas de repetición máxima (RM), empleado para la valoración objetiva de la fuerza muscular (Grgic et al., 2020).

Tiempo de recuperación

El tiempo de recuperación se define como el periodo necesario hasta alcanzar el retorno a la actividad deportiva habitual. Se medirá en días, por lo que se clasifica como una variable cuantitativa continua medida en una escala de razón (Hanlon et al., 2023; Kibler et al., 1992).

Variables moduladoras

Sexo

El sexo se clasifica como una variable cualitativa dicotómica. Esta variable será considerada como posible moduladora de la respuesta al tratamiento.

Edad

La edad se considera una variable cuantitativa continua, medida en años y expresada en una escala de razón.

Índice de masa corporal (IMC)

El índice de masa corporal (IMC) se clasifica como una variable cuantitativa continua, medida en una escala de razón y calculada mediante kg/m².

4.6. Descripción de la intervención

La intervención se diseñará con el objetivo de garantizar su reproducibilidad y aplicabilidad clínica, siguiendo las recomendaciones establecidas en la literatura científica reciente sobre el tratamiento de la tendinopatía lateral del codo. El protocolo se fundamentará en la evidencia actual.

Especialmente en relación con el uso del ejercicio excéntrico y la aplicación de entrenamiento con restricción del flujo sanguíneo (Karanasios et al., 2021; Hughes et al., 2017). El programa tendrá una duración de 8 semanas, con una frecuencia de 3 sesiones semanales en días no consecutivos, siguiendo las recomendaciones actuales sobre carga terapéutica en tendinopatías (Malliaras et al., 2013; Rio et al., 2016). Cada sesión será supervisada por un fisioterapeuta, quien garantizará la correcta ejecución técnica, control de la carga y seguridad del paciente. Los sujetos serán asignados a:

- Grupo de ejercicio terapéutico con restricción del flujo sanguíneo.
- Grupo de ejercicio terapéutico.

Ambos grupos realizaran exactamente el mismo protocolo de ejercicios, diferenciados exclusivamente en la aplicación del BFR.

El tratamiento se centrará en la extensión excéntrica de muñeca, dirigida principalmente al extensor radial corto del carpo, musculo clave en la fisiopatología de la tendinopatía de epicóndilo lateral (Karanasios et al., 2021). Véase Figura 1 del apartado de Anexos. El paciente se situará en sedestación, con el hombro en ligera abducción (30º aproximadamente). El codo se colocará en extensión completa o ligera flexión en función de la tolerancia individual. El antebrazo se dispondrá en pronación y apoyado sobre superficie estable, de manera que la muñeca quede situada en el borde de la mesa, permitiendo su libre movimiento durante la ejecución del ejercicio. La ejecución se iniciará con la muñeca en una posición de extensión máxima. Desde esta posición, la fase concéntrica será realizada con la ayuda de la mano contralateral, con el objetivo de minimizar la activación muscular en esta fase y centrar el estímulo en el trabajo excéntrico.

A continuación, el paciente llevara a cabo la fase excéntrica de forma lenta y controlada, descendiendo progresivamente hacia la flexión de muñeca. Durante toda la ejecución, se prestará especial atención a evitar compensaciones a nivel del hombro o del codo, asegurando que el movimiento se realice de forma aislada en la articulación de la muñeca. El tiempo de ejecución se estandarizará, estableciendo una duración de la fase excéntrica de entre 5 segundos, controlado con un cronometro por parte del fisioterapeuta.

Se incorporarán ejercicios complementarios con el objetivo de optimizar la transferencia funcional. En primer lugar, se incluirá una variación del ejercicio principal en agarre neutro, manteniendo la misma ejecución descrita previamente. Asimismo, se incorporarán contracciones isométricas de los extensores de muñeca, consistentes en mantener la muñeca en posición de extensión contra la resistencia durante 30 segundos. Este ejercicio se realizará al inicio de la sesión, con el objetivo de modular el dolor. Véase Figura 2 y 3 del apartado de Anexos.

En cuanto a la dosificación del ejercicio, se seguirá el modelo de carga progresiva basado en la evidencia en tendinopatías (Malliaras et al., 2013). Cada ejercicio se realizará 3 series de 15 repeticiones. El descanso entre series será de 60 segundos y la frecuencia del programa se establecerá en 3 sesiones por semana en días no consecutivos.

La intensidad el ejercicio se ajustará de forma individualizada, estableciendo una carga inicial que permita completar el volumen de trabajo con un dolor igual o inferior a 4/10 en la escala END. Se permitirá la presencia de dolor leve o moderado durante la ejecución, siempre que sea tolerable y no se asocie a un empeoramiento significativo de los síntomas tras 24-48 horas posteriores (Rio et al., 2016).

La progresión de la carga se realizará de manera individualizada en función de la respuesta clínica del paciente. Se incrementará la carga entre un 5 y un 10% cuando el paciente sea capaz de completar el ejercicio con un dolor por debajo de 4 y sin reagudización posterior. Este modelo de progresión se fundamenta en los principios de adaptación tendinosa mediante carga mecánica progresiva (Malliaras et al., 2013).

El grupo experimental, el protocolo se llevará a cabo bajo condiciones de restricción del flujo sanguíneo. Para ello, se colocará un manguito neumático en la porción proximal del brazo, asegurando la correcta adaptación anatómica. Previamente, se determinará de forma individual la presión de oclusión arterial mediante una ecografía Doppler. La presión de trabajo se establecerá al 40% y el 50%, rango recomendado para intervenciones en miembro superior (Hughes et al., 2017; Centner et al., 2019).

El manguito permanecerá inflado durante la realización de las series y los periodos de descanso intra-sesion y se desinflará por completo al finalizar el bloque de ejercicio. La duración total de la oclusión no superará los 15 minutos con el fin de garantizar la seguridad del procedimiento.

La dosificación especifica bajo condiciones de BFR se adaptará a los protocolos descritos (Hughes et al., 2017), consistiendo en 3 series de 15 repeticiones con 60 segundos de descanso entre series. La carga empleada será baja, un 30% del RM estimado, permitiendo generar un estímulo efectivo con menor estrés mecánico sobre el tendón.

Durante toda la intervención se llevará a cabo un control de seguridad exhaustivo, monitorizando de forma continua el dolor (escala END), la fatiga percibida y la posible aparición de síntomas neurovasculares. Se establecerán como criterios de interrupción inmediata la aparición de dolor intenso (7/10), hormigueo o entumecimiento en la extremidad, así como mareos o malestar general.

La adherencia al tratamiento se garantizará mediante el registro sistemático de la asistencia a las sesiones, el control de las cargas utilizadas en cada sesión y la supervisión directa por parte del fisioterapeuta responsable. Este control permitirá asegurar la correcta aplicación del protocolo y la trazabilidad de la intervención a lo largo del estudio.

4.7. Recogida de datos y plan de análisis estadístico

Responsables y procedimiento de recogida

La recogida de datos será realizada por un evaluador ciego, fisioterapeuta ajeno a las intervenciones, que desconocerá en todo momento la asignación grupal de los participantes. Los datos se registrarán de forma inmediata en un cuaderno de recogida de datos (CRD) en papel y posteriormente en una base de datos digital protegida, conforme a la normativa vigente. La custodia corresponde a los dos investigadores principales.

Tiempos de medición

Las evaluaciones de las variables se darán en cuatro momentos: basal antes de la intervención (T0), intermedia al finalizar la semana 4 (T1), final al concluir la semana 8 (T2) y seguimiento a las 12 semanas (T3), para evaluar la persistencia de los efectos y el retorno deportivo.

Herramientas de medida

Dolor: Mediante medición de END, el participante indica verbalmente un valor de 0 a 10, en reposo y durante extensión resistida de muñeca, registrándose ambos valores en el CRD.

Funcionalidad del miembro superior: Mediante cuestionario PRTEE cumplimentado de forma autónoma por el participante sin presencia del evaluador. La puntuación total (0–100) se calcula según el procedimiento estandarizado.

Fuerza de prensión manual: Mediante dinamometría con dinamómetro hidráulico (Jamar o equivalente) según protocolo ASHT (Roberts et al., 2011): sedestación, hombro neutro, codo a 90°, antebrazo neutro y muñeca en ligera extensión. Se realizan tres mediciones con 60 s de intervalo, registrándose la media en kgf en ambas extremidades.

Fuerza de flexión/extensión de muñeca: Mediante protocolo de 8RM con el participante en sedestación, codo en extensión y antebrazo en pronación. Se realizan dos intentos con 3 minutos de recuperación, registrándose el mejor valor. El 1RM se estima mediante la fórmula de Brzycki:

$$1RM = Carga\ (kg) / [1{,}0278 - (0{,}0278 \times 8)] = Carga\ (kg) / 0{,}8062$$

Tiempo de recuperación: Mediante medición de semanas desde el inicio de la intervención hasta cumplir simultáneamente: END ≤ 2/10 en actividad, PRTEE ≤ 20 puntos y reanudación del pádel al nivel previo a la lesión.

Plan de análisis estadístico

El análisis se realizará con IBM SPSS Statistics v.32.0, estableciendo un nivel de significación de $p < 0{,}05$ y presentando los resultados con IC 95%.

Normalidad

Dado que n ≤ 50, la normalidad de todas las variables cuantitativas se evaluará mediante la prueba de Shapiro-Wilk, tanto para la muestra global como estratificada por grupo, determinando el uso de pruebas paramétricas o no paramétricas en cada análisis.

Análisis descriptivo

Las variables cuantitativas se describirán con media ± desviación típica y error estándar de la media si la distribución es normal, o mediante mediana y rango intercuartílico (P25–P75) si no lo es, reportando siempre valores mínimo y máximo. Las variables cualitativas se describirán mediante frecuencia absoluta (n) y frecuencia relativa (%).

Manejo de datos faltantes

El análisis principal se realizará por intención de tratar (ITT), imputando datos faltantes mediante última observación conocida (LOCF). Como análisis de sensibilidad se realizará un análisis por protocolo (PP), restringido a participantes con asistencia ≥ 80% de las sesiones.

Análisis inferencial

Previamente al análisis inferencial se comprobará la distribución de las variables mediante la prueba de Shapiro-Wilk. Para el análisis intragrupo (comparación entre distintos momentos temporales dentro del mismo grupo) se empleará la prueba T de Student para muestras relacionadas si las variables siguen una distribución normal. En caso contrario, se utilizará la prueba de Wilcoxon.

Para el análisis intergrupo (comparación entre grupo experimental y grupo control) se utilizará la prueba T de Student para muestras independientes en variables con distribución normal y la prueba U de Mann-Whitney en aquellas que no cumplan criterios de normalidad. Las variables cualitativas se analizarán mediante la prueba de chi-cuadrado o el test exacto de Fisher cuando sea necesario.

Con el objetivo de evaluar la evolución de las variables a los largo del tiempo y comparar los cambios entre ambos grupos en los distintos momentos de la medición (T0, T1, T2 y T3), se realizará un ANOVA de medidas repetidas o su equivalente no paramétrico en función de la distribución de los datos. El tamaño del efecto se calculará mediante la D de Cohen, interpretándose según los criterios convencionales. Se establecerá un nivel de significación estadística de $p < 0,05$.

4.8. Limitaciones del estudio

Analizando el diseño metodológico del presente estudio, se identifican las siguientes limitaciones no subsanables:

1. Imposibilidad de controlar la actividad física y deportiva durante la intervención
Al tratarse de jugadores de pádel activos, no puede garantizarse que todos los participantes mantengan el mismo volumen, frecuencia e intensidad de actividad física y deportiva fuera del programa de ejercicio terapéutico aplicado.

2. Efecto placebo diferencial no cuantificable
La aplicación del manguito de restricción puede generar expectativas terapéuticas en los participantes, incluso en condiciones de sham-BFR. Esto podría producir un efecto placebo asociado a la intervención que no puede diferenciarse completamente del efecto fisiológico real del BFR mediante los diseños actualmente disponibles.

3. Imposibilidad de cegamiento completo del fisioterapeuta
Aunque el estudio contempla cegamiento del evaluador y de los participantes, el fisioterapeuta encargado de aplicar la intervención no podrá ser cegado debido a la necesidad de controlar la presión de oclusión. Esta limitación podría introducir sesgos de actuación relacionados con la supervisión, motivación o interacción terapéutica durante las sesiones.

4. Variabilidad individual en la percepción del dolor
La variable principal del estudio, el dolor, será evaluada mediante una escala subjetiva (END). Aunque se trata de una herramienta contrastada, la percepción dolorosa está influida por factores emocionales, psicológicos y contextuales, lo que puede generar variabilidad.

5. Limitada validez externa de los resultados

La muestra estará constituida exclusivamente por jugadores de pádel con tendinopatía lateral del codo, por lo que los resultados podrían no ser extrapolables a otros grupos poblacionales, como personas sedentarias, trabajadores manuales o deportistas de otras disciplinas con demandas biomecánicas diferentes sobre el miembro superior.

5. Plan de trabajo

5.1. Etapas de desarrollo

El presente estudio se desarrollará en la Universidad Europea de Madrid, situada en Villaviciosa de Odón, donde tendrá lugar tanto las valoraciones como la intervención. El protocolo de investigación ha sido previamente elaborado en esta institución, definiendo de manera estructural el diseño metodológico, las variables de estudio y los procedimientos de evaluación e intervención.

Antes del inicio del estudio, el proyecto será sometido a la aprobación del Comité de Ética de la Universidad Europea de Madrid, garantizando el complimiento de la normativa vigente en la investigación con seres humanos. Una vez obtenida dicha aprobación se iniciará el proceso de reclutamiento de participantes en la Comunidad de Madrid, a través de clubes de pádel, la propia universidad y la difusión en redes sociales, con una duración estimada de dos meses y un tamaño muestral de 58 sujetos.

Las valoraciones se realizarán en el laboratorio de la universidad en tres momentos: una evaluación inicial, una evaluación al finalizar el programa y una última evaluación a los tres meses, con el objetivo de analizar tanto los efectos inmediatos como la persistencia de los resultados. La intervención se llevará a cabo igualmente en las instalaciones de la universidad, con una duración total de ocho semanas y una frecuencia de tres sesiones semanales, todas ellas supervisadas por un fisioterapeuta para asegurar la correcta aplicación del protocolo.

Finalmente, el análisis de los resultados será realizado por el analista mediante el uso de software IBM SPSS Statistics, aplicando pruebas estadísticas en función de la naturaleza de los datos. El estudio será registrado en la plataforma Prospero y sus resultados difundidos en el ámbito académico y científico.

5.2. Equipo investigador

El equipo investigador estará compuesto por un médico especialista en traumatología, dos fisioterapeutas encargados de las mediciones, dos fisioterapeutas responsables de la aplicación del tratamiento y un analista de datos. Todos ellos participaran de forma coordinada en las distintas fases del estudio, garantizando el rigor metodológico y la calidad del proceso investigador.

5.3. Distribución de las tareas

El medico traumatólogo será responsable de confirmar el diagnostico de los participantes. Las valoraciones serán realizadas por dos fisioterapeutas cegados para garantizar la objetividad de las mediciones. La intervención será aplicada por dos fisioterapeutas no cegados, encargados de supervisar el tratamiento y asegurar la correcta ejecución del protocolo. Finalmente, el análisis de los datos será llevado a cabo por un analista. Esta organización permite optimizar el control de sesgos y asegurar la validez del estudio. Vease Tabla 1 del Anexo.

6. Sostenibilidad

El presente estudio contribuye de manera directa al cumplimiento de varios Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS), especialmente al ODS 3: “Salud y bienestar” se relaciona de manera directa con el objetivo principal del estudio, ya que la intervención busca mejorar la función, reducir el dolor y aumentar la calidad de vida mediante programas de ejercicios terapéutico basado en la evidencia; y al ODS 4: “Educación de calidad” ya que el presente estudio contribuye a la formación y desarrollo de competencias del personal sanitario implicado. La correcta aplicación del protocolo requiere aprendizaje y actualización constante en metodología de investigación, evaluación clínica y ejercicios terapéutico basado en la evidencia, favoreciendo así la transferencia de conocimiento y la mejora de la práctica profesional en la fisioterapia.

7. Referencias bibliográficas

Anderson, K. D., Rask, D. M. G., Bates, T. J., & Nuelle, J. A. V. (2022). Overall Safety and Risks Associated with Blood Flow Restriction Therapy: A Literature Review. Military Medicine, 187(9-10), 1059-1064. https://doi.org/10.1093/milmed/usac055

Beaton, D. E., Wright, J. G., & Katz, J. N. (2005). Development of the QuickDASH. Journal Of Bone And Joint Surgery, 87(5), 1038-1046. https://doi.org/10.2106/jbjs.d.02060

Buchanan, B. K., & Varacallo, M. A. (2026). Lateral epicondylitis (tennis elbow). In *StatPearls*. StatPearls Publishing.

Burton, I., & McCormack, A. (2022). Blood flow restriction resistance training in tendon rehabilitation: A scoping review on intervention parameters, physiological effects, and outcomes. *Frontiers in Sports and Active Living*, *4*, 879860. https://doi.org/10.3389/fspor.2022.879860

Centner, C., Wiegel, P., Gollhofer, A., & König, D. (2019). Effects of blood flow restriction training on muscular strength and hypertrophy in older individuals: A systematic review and meta-analysis. *Sports Medicine (Auckland, N.Z.)*, *49*(1), 95–108. https://doi.org/10.1007/s40279-018-0994-1

Clifford, C., Challoumas, D., Paul, L., Syme, G., & Millar, N. L. (2020). Effectiveness of isometric exercise in the management of tendinopathy: a systematic review and meta-analysis of randomised trials. *BMJ Open Sport & Exercise Medicine*, *6*(1), e000760. https://doi.org/10.1136/bmjsem-2020-000760

Cocco, G., Ricci, V., Corvino, A., Abate, M., Vaccaro, A., Bernabei, C., Cantisani, V., Vallone, G., Caiazzo, C., Caulo, M., & Pizzi, A. D. (2024). Musculoskeletal disorders in padel: from biomechanics to sonography. Journal Of Ultrasound, 27(2), 335-354. https://doi.org/10.1007/s40477-023-00869-2

Coombes, B. K., Bisset, L., & Vicenzino, B. (2009). A new integrative model of lateral epicondylalgia. *British Journal of Sports Medicine*, *43*(4), 252–258. https://doi.org/10.1136/bjsm.2008.052738

Coombes, Brooke K., Bisset, L., & Vicenzino, B. (2010). Efficacy and safety of corticosteroid injections and other injections for management of tendinopathy: a systematic review of randomised controlled trials. *Lancet*, *376*(9754), 1751–1767. https://doi.org/10.1016/S0140-6736(10)61160-9

Dahmen, J., Emanuel, K. S., Fontanellas-Fes, A., Verhagen, E., Kerkhoffs, G. M. M. J., & Pluim, B. M. (2023). Incidence, prevalence and nature of injuries in padel: a systematic review. *BMJ Open Sport & Exercise Medicine*, *9*(2), e001607. https://doi.org/10.1136/bmjsem-2023-001607

Declève, P., Nourissat, G., Neyens, D., Cools, A., & Borms, D. (2025). Prevalence and injury profiles for recreational padel players: A cross-sectional survey-based study. *Physical Therapy in Sport: Official Journal of the Association of Chartered Physiotherapists in Sports Medicine*, *75*, 8–14. https://doi.org/10.1016/j.ptsp.2025.07.002

Dorf, E. R., Chhabra, A. B., Golish, S. R., McGinty, J. L., & Pannunzio, M. E. (2007). Effect of elbow position on grip strength in the evaluation of lateral epicondylitis. *The Journal of Hand Surgery*, *32*(6), 882–886. https://doi.org/10.1016/j.jhsa.2007.04.010

Farrar, J. T., Pritchett, Y. L., Robinson, M., Prakash, A., & Chappell, A. (2009). The Clinical Importance of Changes in the 0 to 10 Numeric Rating Scale for Worst, Least, and Average Pain Intensity: Analyses of Data from Clinical Trials of Duloxetine in Pain Disorders. Journal Of Pain, 11(2), 109-118. https://doi.org/10.1016/j.jpain.2009.06.007

Gränicher, P., Maurer, Y., Spörri, J., Haller, B., Swanenburg, J., De Bie, R. A., Lenssen, T. A. F., & Scherr, J. (2024). Accuracy and Reliability of Grip Strength Measurements: A Comparative Device Analysis. Journal Of Functional Morphology And Kinesiology, 9(4), 274. https://doi.org/10.3390/jfmk9040274

Grgic, J., Lazinica, B., Schoenfeld, B. J., & Pedisic, Z. (2020). Test–Retest Reliability of the One-Repetition Maximum (1RM) Strength Assessment: a Systematic

Review. Sports Medicine - Open, 6(1), 31. https://doi.org/10.1186/s40798-020-00260-z

Hanlon, S. L., Silva, R. S., Honick, B. J., & Silbernagel, K. G. (2023). Effect of Symptom Duration on Injury Severity and Recovery in Patients With Achilles Tendinopathy. Orthopaedic Journal Of Sports Medicine, 11(5), 23259671231164956. https://doi.org/10.1177/23259671231164956

Hawker, G. A., Mian, S., Kendzerska, T., & French, M. (2011). Measures of adult pain: Visual Analog Scale for Pain (VAS Pain), Numeric Rating Scale for Pain (NRS Pain), McGill Pain Questionnaire (MPQ), Short-Form McGill Pain Questionnaire (SF-MPQ), Chronic Pain Grade Scale (CPGS), Short Form-36 Bodily Pain Scale (SF-36 BPS), and Measure of Intermittent and Constant Osteoarthritis Pain (ICOAP). Arthritis Care & Research, 63(S11), S240-52. https://doi.org/10.1002/acr.20543

Herrero, M. T. V., Bueno, S. D., Moyá, F. B., De la Torre, M. V. R. I., & García, L. C. (2018). Valoración del dolor. Revisión Comparativa de Escalas y Cuestionarios. Revista de la Sociedad Española del Dolor. https://doi.org/10.20986/resed.2018.3632/2017

Hinz, M., Franz, A., Pirker, C., Traimer, S., Lappen, S., Doucas, A., & Siebenlist, S. (2023). Blood-flow-restriction-Training als Behandlungsoption der Epicondylopathia humeri radialis – eine Studienvorstellung. Die Orthopädie, 52(5), 365-370. https://doi.org/10.1007/s00132-023-04370-w

Hughes, L., Paton, B., Rosenblatt, B., Gissane, C., & Patterson, S. D. (2017). Blood flow restriction training in clinical musculoskeletal rehabilitation: a systematic review and meta-analysis. *British Journal of Sports Medicine*, *51*(13), 1003–1011. https://doi.org/10.1136/bjsports-2016-097071

Karanasios, S. (2020). Blood flow restriction training in tennis elbow (lateral epicondylitis) [Data set]. In *http://isrctn.com/*. Springer Science and Business Media LLC.

Karanasios, S., Korakakis, V., Moutzouri, M., Xergia, S. A., Tsepis, E., & Gioftsos, G. (2022). Low-load resistance training with blood flow restriction is effective

for managing lateral elbow tendinopathy: A randomized, sham-controlled trial. *The Journal of Orthopaedic and Sports Physical Therapy*, *52*(12), 803–825. https://doi.org/10.2519/jospt.2022.11211

Karanasios, S., Korakakis, V., Whiteley, R., Vasilogeorgis, I., Woodbridge, S., & Gioftsos, G. (2021). Exercise interventions in lateral elbow tendinopathy have better outcomes than passive interventions, but the effects are small: a systematic review and meta-analysis of 2123 subjects in 30 trials. *British Journal of Sports Medicine*, *55*(9), 477–485. https://doi.org/10.1136/bjsports-2020-102525

Karanasios, S., Lignos, I., & Gioftsos, G. (2023). Wrist Extensor Training With Blood Flow Restriction for the Management of Lateral Elbow Tendinopathy: A Case Report. Cureus, 15(2), e35468. https://doi.org/10.7759/cureus.35468

Karbowiak, M., Holme, T., Thambyrajah, J., & Di Mascio, L. (2023). Management of lateral epicondylitis (tennis elbow). *BMJ (Clinical Research Ed.)*, *381*, e072574. https://doi.org/10.1136/bmj-2022-072574

Kibler, W. B., Chandler, T. J., EdD, & Pt, B. K. P. (1992). Principles of Rehabilitation After Chronic Tendon Injuries. Clinics In Sports Medicine, 11(3), 661-671. https://doi.org/10.1016/s0278-5919(20)30512-3

Lim, H. Y., & Wong, S. H. (2018). Effects of isometric, eccentric, or heavy slow resistance exercises on pain and function in individuals with patellar tendinopathy: A systematic review. *Physiotherapy Research International: The Journal for Researchers and Clinicians in Physical Therapy*, *23*(4), e1721. https://doi.org/10.1002/pri.1721

Minniti, M. C., Statkevich, A. P., Kelly, R. L., Rigsby, V. P., Exline, M. M., Rhon, D. I., & Clewley, D. (2019). The Safety of Blood Flow Restriction Training as a Therapeutic Intervention for Patients With Musculoskeletal Disorders: A Systematic Review. The American Journal Of Sports Medicine, 48(7), 1773-1785. https://doi.org/10.1177/0363546519882652

Malliaras, P., Barton, C. J., Reeves, N. D., & Langberg, H. (2013). Achilles and patellar tendinopathy loading programmes : a systematic review comparing

clinical outcomes and identifying potential mechanisms for effectiveness: A systematic review comparing clinical outcomes and identifying potential mechanisms for effectiveness. *Sports Medicine (Auckland, N.Z.)*, *43*(4), 267–286. https://doi.org/10.1007/s40279-013-0019-z

Prudêncio, D. A., Maffulli, N., Migliorini, F., Serafim, T. T., Nunes, L. F., Sanada, L. S., & Okubo, R. (2023). Eccentric exercise is more effective than other exercises in the treatment of mid-portion Achilles tendinopathy: systematic review and meta-analysis. *BMC Sports Science, Medicine and Rehabilitation*, *15*(1), 9. https://doi.org/10.1186/s13102-023-00618-2

Quinlan, J. I., Narici, M. V., Reeves, N. D., & Franchi, M. V. (2019). Tendon adaptations to eccentric exercise and the implications for older adults. *Journal of Functional Morphology and Kinesiology*, *4*(3), 60. https://doi.org/10.3390/jfmk4030060

Rio, E., Kidgell, D., Moseley, G. L., Gaida, J., Docking, S., Purdam, C., & Cook, J. (2016). Tendon neuroplastic training: changing the way we think about tendon rehabilitation: a narrative review. *British Journal of Sports Medicine*, *50*(4), 209–215. https://doi.org/10.1136/bjsports-2015-095215

Roberts, H. C., Denison, H. J., Martin, H. J., Patel, H. P., Syddall, H., Cooper, C., & Sayer, A. A. (2011). A review of the measurement of grip strength in clinical and epidemiological studies: towards a standardised approach. Age And Ageing, 40(4), 423-429. https://doi.org/10.1093/ageing/afr051

Woodley, B. L., Newsham-West, R. J., & Baxter, G. D. (2007). Chronic tendinopathy: effectiveness of eccentric exercise. *British Journal of Sports Medicine*, *41*(4), 188–198; discussion 199. https://doi.org/10.1136/bjsm.2006.029769

8. Anexo

Anexo 1

Hoja de información al paciente.

Título del estudio

Efectividad del ejercicio excéntrico con y sin restricción del flujo sanguíneo (BFR) en la rehabilitación de la tendinopatía lateral del codo en jugadores de pádel.

Introducción y propósito del estudio

Se le invita a participar en un estudio de investigación en el ámbito de la fisioterapia. Antes de decidir su participación, es importante que lea detenidamente la siguiente información y comprenda en qué consiste el estudio.
El objetivo de esta investigación es analizar la eficacia de un programa de ejercicio excéntrico en la rehabilitación de la tendinopatía lateral del codo, comparando los efectos de su aplicación con y sin restricción del flujo sanguíneo (BFR).

Objetivos del estudio

- Evaluar los cambios en el dolor tras la aplicación de un programa de ejercicio excéntrico.
- Analizar la mejora de la funcionalidad del miembro superior afectado.
- Comparar la eficacia del ejercicio excéntrico con BFR frente al ejercicio excéntrico sin BFR.

Procedimiento

Si acepta participar, será incluido en uno de los dos grupos del estudio de forma aleatoria:

- **Grupo con BFR:** realizará un programa de ejercicio excéntrico para la musculatura extensora del antebrazo y codo, mientras se aplica restricción parcial del flujo sanguíneo mediante un manguito neumático en el miembro superior.
- **Grupo sin BFR:** realizará el mismo programa de ejercicio excéntrico sin aplicación de restricción del flujo sanguíneo.

El programa constará de sesiones supervisadas en las que se ejecutarán ejercicios excéntricos progresivos, adaptados a la tolerancia del participante. Se realizarán evaluaciones periódicas del dolor y la funcionalidad mediante escalas y cuestionarios validados.

Posibles riesgos e inconvenientes

La participación en este estudio presenta riesgos mínimos. Puede aparecer dolor muscular leve, fatiga o molestias transitorias en la zona afectada, especialmente tras la realización de los ejercicios excéntricos, lo cual es esperable dentro de un proceso de rehabilitación.

En el caso del grupo con BFR, pueden aparecer sensaciones de presión o incomodidad en la extremidad durante la aplicación del manguito, aunque se utilizarán protocolos de seguridad para minimizar cualquier riesgo.

Posibles beneficios

No se garantiza un beneficio directo para todos los participantes. No obstante, la intervención podría contribuir a la disminución del dolor, la mejora de la función del codo y la recuperación de la capacidad funcional para la práctica deportiva. Además, los resultados del estudio podrán aportar evidencia científica relevante en el tratamiento de la tendinopatía lateral del codo.

Voluntariedad y confidencialidad

La participación es totalmente voluntaria. El participante podrá retirarse del estudio en cualquier momento sin que ello afecte a su tratamiento o atención sanitaria. Todos los datos recogidos serán tratados de forma confidencial conforme al Reglamento General de Protección de Datos (RGPD) y la Ley Orgánica 3/2018 (LOPDGDD), garantizando el anonimato mediante codificación de los participantes.

Nota: Hoja que se le aportara a los pacientes para que reciban la información del estudio.

Anexo 2

Consentimiento informado.

Título del estudio

Eficacia del ejercicio excéntrico con restricción del flujo sanguíneo en la rehabilitación de la tendinopatía de epicóndilo en jugadores de pádel

Investigadores responsables

Adrián García Bermejo y Pablo Pilar Mezquita.
Grado en Fisioterapia
Universidad Europea de Madrid

Información del estudio

Se le invita a participar en un estudio de investigación clínica en el ámbito de la fisioterapia. El objetivo es analizar la eficacia de un programa de ejercicio excéntrico en la rehabilitación de la tendinopatía lateral del codo, comparando su aplicación con y sin restricción del flujo sanguíneo (BFR). La tendinopatía lateral del codo es una patología de origen degenerativo frecuente en deportes de raqueta, caracterizada por dolor en la región epicondílea lateral y limitación funcional del miembro superior.

Procedimiento

En caso de aceptar participar, será asignado de forma aleatoria a uno de los dos grupos:

Grupo con BFR: ejercicio excéntrico con restricción parcial del flujo sanguíneo mediante manguito neumático.

Grupo sin BFR: mismo ejercicio sin restricción.

El programa será progresivo, supervisado y adaptado a la tolerancia del participante. Se realizarán evaluaciones periódicas de dolor y funcionalidad mediante instrumentos validados.

Riesgos e inconvenientes

Los riesgos son mínimos y propios del ejercicio terapéutico, pudiendo aparecer dolor muscular, fatiga o molestias transitorias. En el grupo con BFR puede aparecer sensación de presión o incomodidad leve y transitoria.

Beneficios esperados

No se garantiza beneficio individual directo. Puede contribuir a la reducción del dolor y mejora funcional. Los resultados podrán aportar evidencia científica relevante.

Voluntariedad y retirada

La participación es voluntaria. El participante puede retirarse en cualquier momento sin repercusión en su atención sanitaria.

Confidencialidad y protección de datos

Los datos serán tratados de forma confidencial y codificada conforme al RGPD y la LOPDGDD.

Evaluación ética

El estudio será evaluado y aprobado por un Comité de Ética de la Investigación antes de su inicio.

Declaración de consentimiento

Declaro haber recibido información suficiente, comprender el estudio y aceptar voluntariamente participar.

☐ ACEPTO participar

☐ NO ACEPTO participar

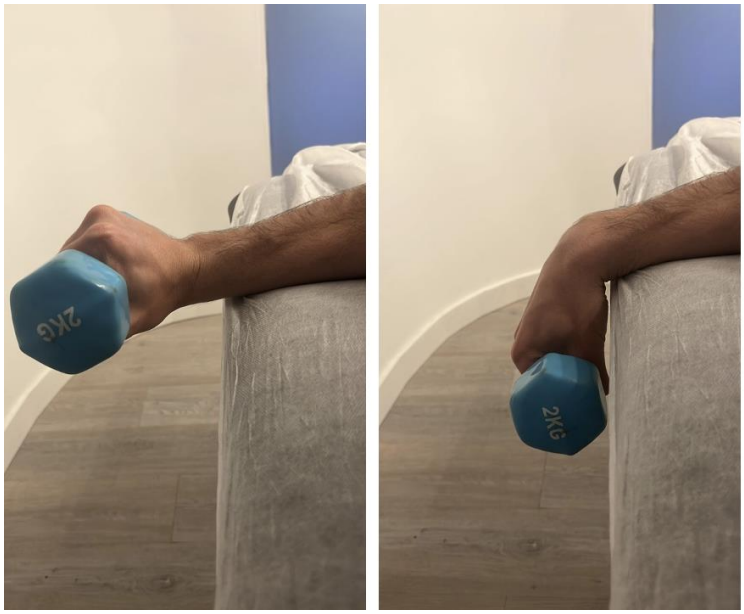
Firma del participante: _____ Fecha: ___/___/____

Firma del investigador: _____ Fecha: ___/___/____

Nota: Consentimiento de creación propia para la firma de los pacientes.

Figura 1:

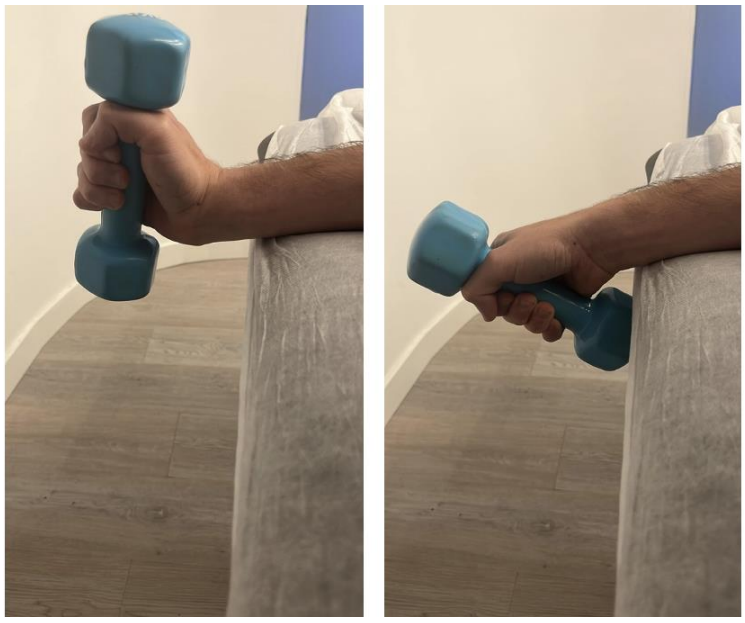
Representación del ejercicio principal.



Nota: Imagen de elaboración propia.

Figura 2:

Representación primer ejercicio complementario.



Nota: Imagen de elaboración propia.

Figura 3:

Representación segundo ejercicio complementario.



Nota: Imagen de elaboración propia.

Tabla 1:

Tabla cronograma

TAREA	RESPONSABLES	MES 1	MES 2	MES 3	MES 4	MES 5	MES 6	MES 7	MES 8	MES 9	MES 10	MES 11
APROBACION ETICA	Médico y Fisioterapeutas	X	X									
PREPARACION		X	X									
RECLUTAMIENTO DE PARTICIPANTES	Fisioterapeutas no cegados			X	X							
INTERVENCION						X	X					
SEGUIMIENTO								X				
VALORACIONES	Médico y Fisioterapeutas cegados			X	X	X	X	X				
ANALISIS DE DATOS	Analista								X	X		
REDACCION Y DIFUSION	Medico y Fisioterapeutas										X	X

Nota: Tabla de elaboración propia sobre el cronograma y el reparto de tareas.