

**TESIS DOCTORAL**



**EFFECTO DEL EJERCICIO EXCÉNTRICO SUPERVISADO  
SOBRE EL AUTORREALIZADO  
EN LA TENDINOPATÍA LATERAL DEL CODO**

**ANTONIO MANUEL OYA CASERO**

**DIRECTORES:**

ANTONIO IGNACIO CUESTA VARGAS

CRISTINA ROLDÁN JIMÉNEZ

**PROGRAMA DE DOCTORADO EN CIENCIAS DE LA SALUD**

UNIVERSIDAD  
DE MÁLAGA



 FACULTAD DE  
CIENCIAS DE LA SALUD  
Universidad de Málaga

**UNIVERSIDAD DE MÁLAGA**

**2023**



UNIVERSIDAD  
DE MÁLAGA

AUTOR: Antonio Oya Casero

 <https://www.orcid.org/0000-0001-8397-0747>

EDITA: Publicaciones y Divulgación Científica. Universidad de Málaga



Esta obra está bajo una licencia de Creative Commons Reconocimiento-NoComercial-SinObra-Derivada 4.0 Internacional:

<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/legalcode>

Cualquier parte de esta obra se puede reproducir sin autorización pero con el reconocimiento y atribución de los autores.

No se puede hacer uso comercial de la obra y no se puede alterar, transformar o hacer obras derivadas.

Esta Tesis Doctoral está depositada en el Repositorio Institucional de la Universidad de Málaga (RIUMA): [riuma.uma.es](http://riuma.uma.es)

UNIVERSIDAD  
DE MÁLAGA





## DECLARACIÓN DE AUTORÍA Y ORIGINALIDAD DE LA TESIS PRESENTADA PARA OBTENER EL TÍTULO DE DOCTOR

D. Antonio Manuel Oya Casero estudiante del programa de doctorado Clinimetría y Fisioterapia de la Universidad de Málaga, autor de la tesis, presentada para la obtención del título de doctor por la Universidad de Málaga, titulada:

Efecto del ejercicio excéntrico supervisado sobre el autorrealizado en la tendinopatía lateral del codo

Realizada bajo la tutorización de D. Antonio Cuesta Vargas y dirección de Dña. Cristina Roldán Jiménez y Antonio I. Cuesta Vargas

DECLARO QUE:

La tesis presentada es una obra original que no infringe los derechos de propiedad intelectual ni los derechos de propiedad industrial u otros, conforme al ordenamiento jurídico vigente (Real Decreto Legislativo 1/1996, de 12 de abril, por el que se aprueba el texto refundido de la Ley de Propiedad Intelectual, regularizando, aclarando y armonizando las disposiciones legales vigentes sobre la materia), modificado por la Ley 2/2019, de 1 de marzo.

Igualmente asumo, ante la Universidad de Málaga y ante cualquier otra instancia, la responsabilidad que pudiera derivarse en caso de plagio de contenidos en la tesis presentada, conforme al ordenamiento jurídico vigente.

En Málaga, a 03 de Mayo de 2023

Fdo.: Antonio Manuel Oya Casero Doctorando/a	Fdo.: Antonio I. Cuesta Vargas Tutor/a
Fdo.: Cristina Roldán Jiménez y Antonio I. Cuesta Vargas Director/es de tesis	



D. Antonio I. Cuesta Vargas

Como director de la tesis: Efecto del ejercicio excéntrico supervisado sobre el autorrealizado en la tendinopatía lateral del codo

Presentada por D. Antonio Manuel Oya Casero

### INFORMA

- Que dichas publicaciones han sido presentadas, publicadas o aceptadas para su publicación, muestra o reproducción con posterioridad a la fecha de matrícula del doctorando en el Programa de Doctorado.
- Que en ellas consta la Universidad de Málaga, a través de la afiliación de sus directores y el/la doctorando/a.
- Que el doctorando consta como primero o segundo autor de todas ellas<sup>1</sup>.
- Que dichas publicaciones NO han sido utilizadas en tesis anteriores.

Lo que firma a los efectos oportunos, en Málaga a 3 de Mayo de 2023

Fdo.: D. Antonio I. Cuesta Vargas

Director/a Director/a



EFQM AENOR



<sup>1</sup> Según el art. 19 del Reglamento de Doctorado de la Universidad de Málaga, sólo en casos realmente excepcionales, la Comisión Académica del Programa de Doctorado podrá autorizar que en una contribución que avale una tesis, el doctorando figure en una posición posterior a la segunda, o que la contribución se haya producido en un periodo de investigación previo a la matrícula del doctorando en el Programa, a la vista de las justificaciones presentadas y con el visto bueno de la Comisión de Posgrado.

C/ Arquitecto Francisco Peñalosa 3  
Ampliación Campus de Teatinos

Málaga-2907  
1 Tel.:9519528

Dña. Cristina Roldán Jiménez

Como directora de la tesis: Efecto del ejercicio excéntrico supervisado sobre el autorrealizado en la tendinopatía lateral del codo

Presentada por D./D<sup>a</sup>: Antonio Manuel Oya Casero

### INFORMA

- Que dichas publicaciones han sido presentadas, publicadas o aceptadas para su publicación, muestra o reproducción con posterioridad a la fecha de matrícula del doctorando en el Programa de Doctorado.
- Que en ellas consta la Universidad de Málaga, a través de la afiliación de sus directores y el doctorando.
- Que el doctorando consta como primero o segundo autor de todas ellas<sup>1</sup>.
- Que dichas publicaciones NO han sido utilizadas en tesis anteriores.

Lo que firma a los efectos oportunos, en Málaga a 3 de Mayo de 2023

Fdo.: Dña. Cristina Roldán Jiménez

Director/a Director/a



EFQM AENOR



<sup>1</sup> Según el art. 19 del Reglamento de Doctorado de la Universidad de

Málaga, sólo en casos realmente excepcionales, la Comisión Académica del Programa de Doctorado podrá autorizar que en una contribución que avale una tesis, el doctorando figure en una posición posterior a la segunda, o que la contribución se haya producido en un periodo de investigación previo a la matrícula del doctorando en el Programa, a la vista de las justificaciones presentadas y con el visto bueno de la Comisión de Posgrado.

C/ Arquitecto Francisco Peñalosa 3  
Ampliación Campus de Teatinos

Málaga-2907

1 Tel.:9519528

## AUTORIZACIÓN PARA LA LECTURA DE LA TESIS PRESENTADA PARA OBTENER EL TÍTULO

D. Antonio I. Cuesta Vargas

Institución: Universidad de Málaga

Posición: Profesor Titular de Universidad

### CERTIFICA

Que la tesis doctoral titulada: Efecto del ejercicio excéntrico supervisado sobre el autorrealizado en la tendinopatía lateral del codo

presentada por D. Antonio Manuel Oya Casero

Ha sido realizada bajo mi dirección y considero que reúne los requisitos y calidad científica necesaria para ser defendida y juzgada por el tribunal de tesis correspondiente, a fin de optar al Grado de Doctor por la Universidad de Málaga.

Y para que conste a los efectos oportunos, en cumplimiento de la normativa vigente, firmo el presente certificado.

Fecha: 3 de Mayo de 2023

Fdo.:

## AUTORIZACIÓN PARA LA LECTURA DE LA TESIS PRESENTADA PARA OBTENER EL TÍTULO

Dña. Cristina Roldán Jiménez

Institución: Universidad de Málaga

Posición: Profesora Ayudante Doctora

### CERTIFICA

Que la tesis doctoral titulada: Efecto del ejercicio excéntrico supervisado sobre el autorrealizado en la tendinopatía lateral de codo

presentada por D. Antonio Manuel Oya Casero

Ha sido realizada bajo mi dirección y considero que reúne los requisitos y calidad científica necesaria para ser defendida y juzgada por el tribunal de tesis correspondiente, a fin de optar al Grado de Doctor por la Universidad de Málaga.

Y para que conste a los efectos oportunos, en cumplimiento de la normativa vigente, firmo el presente certificado.

Fecha: 3 de Mayo de 2023

Fdo.:



UNIVERSIDAD  
DE MÁLAGA

**A mis padres.** Sois un ejemplo de amor y cariño, sin vosotros no hubiese sido posible, gracias por estar siempre ahí y dármelo todo.

**A mi mujer.** Tu apoyo inquebrantable, tu sacrificio amoroso y tu apuesta por mí desde la sombra, hacen que pueda llegar muy alto, gracias.

**A mis hijos.** Sois la inspiración de cada mañana, aprendo día a día de vosotros, gracias por haber aparecido en mi vida.



UNIVERSIDAD  
DE MÁLAGA

## AGRADECIMIENTOS

A mi director de tesis Amigo-Hermano Miguel Muñoz-Cruzado y Barba por tantos años apostando por mí, por el tiempo y conocimientos que me has regalado, por querer sacarme adelante en este proyecto, haciéndolo tuyo. Me has llevado de la mano durante muchos años hasta el final de la etapa, sintiéndome constantemente empujado por ti.

A mi directora de tesis Cristina Roldán por no dejarme ni un solo minuto, por su enorme paciencia, por hacerme sentirme bien en los errores y enseñarme de una forma muy fácil, por sus continuos ánimos, por su trato cariñoso y respetuoso.

A mi director Antonio Cuesta por su accesibilidad y empatía, referente personal desde hace muchos años.

A Rafa y Paqui, por vuestra ayuda en el cuidado de los niños que me han permitido tener mucho tiempo para poder dedicárselo a esta tesis.

A mi amigo Rafa Lomas, por estar siempre tan cerca y haberme resuelto innumerables cuestiones, ayudándome siempre en todo lo que ha podido.

Al jefe de servicio de la Unidad de Medicina Física y Rehabilitación Juan Alfonso Andrade por su tiempo y trabajo dedicado al estudio, por el interés mostrado, aportando conocimientos científicos muy valiosos para poder llevarlos a la práctica.

A la jefa del servicio de Fisioterapia Encarna Chamorro, por haberme abierto todas las puertas para realizar el estudio en su servicio y poner todos los recursos disponibles a mi alcance.

A mi amigo Manolo Madera, fisioterapeuta ejemplar con una exquisita técnica de terapia manual que ha aplicado magistralmente a los pacientes de este estudio.

A Rosario García, por tu profesionalidad y experiencia, por tu interés constante y capacidad organizativa en el estudio.

A todos los pacientes que aceptaron colaborar en este estudio y a todas las personas que de una u otra forma me han ayudado en la realización de esta tesis.



UNIVERSIDAD  
DE MÁLAGA

## ÍNDICE DE CONTENIDOS.

RESUMEN .....	1
MARCO TEÓRICO .....	7
I. Anatomía del codo .....	7
1. Osteología .....	7
a. Húmero distal .....	7
b. Radio proximal .....	8
c. Cúbito proximal .....	8
2. Artrología .....	9
a. Articulaciones .....	9
b. Ligamentos .....	9
3. Miología .....	10
4. Neurología .....	11
5. Angiología .....	12
II. Importancia de la epicondilitis como trastorno músculo-esquelético .....	12
1. Epicondilitis y Epicondilopatía .....	13
a. Definición .....	13
b. Fisiología .....	14
c. Patogenia .....	15
d. Prevalencia .....	17
III. Evaluación Fisioterápica del codo .....	17
a. Cuestionarios de evaluación .....	17
b. Dinamometría .....	18
c. Test de valoración diagnóstica y funcional .....	19
IV. Tratamientos para la LET .....	21
a. Terapia manual y manipulación .....	21
b. Ortesis y vendaje .....	22
c. Láser .....	22
d. Ultrasonido y fonoforesis .....	22
e. Campos electromagnéticos .....	23
f. Iontoforesis .....	23

g. Acupuntura .....	23
h. Diatermia por onda corta continua o pulsada .....	24
i. Hielo .....	24
j. Ondas de choque .....	24
k. Infiltraciones con sangre autóloga .....	25
l. Infiltraciones con corticoides .....	25
m. Tratamientos quirúrgicos .....	26
V. Ejercicio terapéutico .....	26
a. Beneficios del ejercicio .....	26
b. Modalidades del ejercicio .....	27
c. Ejercicio concéntrico .....	27
d. Ejercicio excéntrico .....	28
e. Efectos fisiológicos del ejercicio excéntrico .....	29
OBJETIVOS .....	30
MARCO EMPÍRICO .....	30
1. Introducción .....	31
2. Materiales y métodos .....	33
2.1. Participantes y escenario .....	33
2.2. Consideración ética .....	34
2.3. Tamaño de la muestra .....	34
2.4. Medidas de resultado .....	34
2.5. Procedimiento .....	35
2.6. Intervenciones .....	36
2.6.1. Grupo experimental .....	36
2.6.2. Grupo de control .....	37
2.7. Análisis estadístico .....	38
3. Resultados .....	39
4. Discusión .....	42
5. Conclusiones .....	46
Anexo 1 .....	48
Bibliografía del artículo .....	49
Discusión general .....	54
Bibliografía general .....	58

## **SIGLAS Y ACRÓNIMOS**

**TME:** Trastorno musculoesquelético

**ECRB:** Extensor carpi radialis brevis

**LET:** Tendinopatía lateral del codo

**DASH:** Disabilities of arm, shoulder and hand

**VEFS:** Escala funcional de los miembros superiores

**EVA:** Escala visual analógica

**VAS:** Visual analogue scale

**VISA-A:** Escala de valoración para tendinopatía aquilea

**PRTEE:** Patient Rated Tennis Elbow Evaluation

**AMA:** Asociación Médica Americana

**ECA:** Ensayos clínico aleatorizado

**LLLT:** Low level laser therapy

**PEMF:** Pulsed Electro-Magnetic Field

**TOCH:** Terapia de ondas de choque

**PRP:** Plasma Rico en Plaquetas

**DOMS:** Delayed Onset Muscle Soreness

**SE:** Error estándar



UNIVERSIDAD  
DE MÁLAGA

# RESUMEN



Confundida con la epicondilitis, más conocida como codo de tenis, la tendinopatía lateral del codo (LET) es una enfermedad que afecta principalmente al músculo extensor radial corto (extensor carpi radialis brevis), con una prevalencia de entre el 1% y 3% de la población y con un pico de incidencia en el segmento de edad de 35 a 59 años. La LET es un cuadro doloroso, incluido en las denominadas entenosopatías. Como factor etiopatogénico, tiene especial importancia el uso excesivo y/o repetitivo de las actividades que comportan extensión de la muñeca, produciéndose como consecuencia de ello dolor (epicondilalgia) e impotencia funcional del miembro afecto. El término LET ha sustituido al tradicionalmente utilizado de epicondilitis, pues los datos histológicos demuestran un papel irrelevante de los fenómenos inflamatorios frente al protagonismo de los fenómenos degenerativos, con desorganización de las fibras colágenas y escasa presencia de células inflamatorias.

El arsenal terapéutico que actualmente se puede utilizar en la LET es muy numeroso y variado, lo que refleja la cuestionable eficacia de la mayoría de las técnicas utilizadas más allá del uso de medidas farmacológicas sintomáticas en fase aguda. En este contexto, cada vez goza de más soporte científico el uso de ejercicios excéntricos. Llegados a este punto, el debate se centra en cuál es la mejor forma de aplicar los ejercicios excéntricos: si de forma individualizada y manual a cargo de un fisioterapeuta durante un número determinado de sesiones, o mediante la entrega de un folleto con ilustraciones para su autorrealización.

Se realizó un ensayo controlado, aleatorizado, piloto, simple ciego entre pacientes del Sistema Público de Salud de Jaén. El reclutamiento se inició en 2017 y veinte pacientes fueron aleatorizados. Los criterios de inclusión fueron tener entre 18 y 65 años, y tres meses o más de evolución, realizándole previamente una valoración específica para identificar la LET. El grupo de intervención realizó ejercicios de movilización, estiramiento y ejercicios excéntricos aplicados directamente por un fisioterapeuta (10 sesiones). El grupo control realizó un plan de ejercicios equivalente al realizado en el grupo de intervención con ayuda de un folleto ilustrado autorrealizados por el paciente (10 sesiones). Ambos grupos recibieron ultrasonidos simulados. Se midió el dolor con la

escala visual analógica (EVA), la funcionalidad mediante el cuestionario de discapacidades de brazo, hombro y mano (DASH), y la satisfacción con una escala tipo Likert, al inicio de la intervención, inmediatamente después de la intervención y 3 meses después de la intervención. Por tanto, el objetivo fue comparar la eficacia de un programa de ejercicios excéntricos realizados al paciente por el fisioterapeuta frente a esta misma tabla de ejercicios autorrealizados por el paciente.

El ejercicio excéntrico realizado en pacientes con LET es una alternativa eficaz para el tratamiento de esta patología. El grupo experimental presentó una mayor tendencia a la mejora de la funcionalidad y disminución del dolor respecto al grupo control, aunque estas diferencias no fueron significativas. Un programa de 10 sesiones de ejercicios excéntricos, realizados por un fisioterapeuta o autorrealizados por el paciente tras el aprendizaje de la técnica, produjo mejoras en la función del miembro superior y el dolor en pacientes con LET. La figura del fisioterapeuta toma una especial relevancia al ser este, el profesional especializado en enseñar a realizar los ejercicios terapéuticos al paciente.





## MARCO TEÓRICO

El marco teórico que a continuación se presenta, va a exponer la anatomía relacionada con el codo, nos va a introducir en la importancia que tienen las epicondilopatías dentro de los trastornos musculoesqueléticos, para posteriormente realizar una valoración funcional del codo con el posterior abordaje de los tratamientos más importantes que se realizan para la lesión indicada. Finalmente, se realizará un abordaje del ejercicio excéntrico en profundidad debido a su importancia, pues es la intervención de elección en esta tesis doctoral.

### I. Anatomía del codo

**1- Osteología.** La osteología del codo está formada por tres huesos: el húmero, el radio y el cúbito. Sus características principales y superficie articular pasan a describirse a continuación:

#### a. Húmero distal.

Presenta una bisagra para el pliegue del codo y un pivote para el radio. La base está bordeada por músculos flexo-pronadores por dentro y extensores-supinadores por fuera. El hueso ofrece un brazo de palanca para los músculos potentes de la flexión-extensión. Podemos distinguir las siguientes partes (*Rouvière, H. Anatomía humana : descriptiva, topográfica y funcional. Vol. III, Miembros; Sistema nervioso central. 10a ed., 8a española. Madrid: Baylly-Bailliere, 1974. Print., s. f.*):

- Tróclea. Está situada en la parte medial del segmento articular y corresponde a la incisura de la tróclea del cúbito.
- Cóndilo humeral. Ocupa la parte lateral del segmento articular y corresponde a la fovea de la cabeza radial.
- Epicóndilo medial. Es una prominencia que ofrece un brazo de palanca al tendón común de los músculos epicondíleos mediales.

- Epicóndilo lateral. Es el hueso menos saliente y la inserción a los músculos epicondíleos laterales.

#### **b. Radio proximal.**

El radio es el hueso móvil del antebrazo, que pivota alrededor del cúbito durante los movimientos de pronosupinación, se puede dividir en cabeza, cuello y tuberosidad radial como sigue (*Rouvière, H. Anatomía humana : descriptiva, topográfica y funcional. Vol. III, Miembros; Sistema nervioso central. 10a ed., 8a española. Madrid: Baylly-Bailliere, 1974. Print., s. f.*):

- La cabeza es una superficie articular con una cara superior o fóvea y el contorno que corresponde a la incisura radial del cúbito y al ligamento anular.
- El cuello que es una porción cilíndrica y estrecha que soporta la cabeza.
- La tuberosidad radial que está situada en la parte anteromedial del cuello, es un saliente ovalado con eje mayor vertical.

#### **c. Cúbito proximal.**

Es claramente más voluminoso que la parte inferior, podemos destacar los siguientes relieves más significativos (*Rouvière, H. Anatomía humana : descriptiva, topográfica y funcional. Vol. III, Miembros; Sistema nervioso central. 10a ed., 8a española. Madrid: Baylly-Bailliere, 1974. Print., s. f.*):

- La apófisis coronoides tiene una forma de prisma triangular actuando de contrafuerte anterior ante una luxación posterior.
- El olécranon es un volumen cuboideo localizado en la parte posterosuperior del cúbito.
- La cresta del supinador proporciona la inserción del ligamento colateral cubital.
- El tubérculo sublime proporciona la inserción para el paquete anterior del ligamento colateral medial.

## 2- Artrología.

### a. Articulaciones.

El codo es la articulación intermedia del miembro superior, presenta tres articulaciones que son las que conforman el complejo articular del codo, se describen a continuación (*Dufour, Michel., and Michel. Pillu. Biomecánica funcional : miembros, cabeza, tronco. Barcelona, etc: Masson, 2006. Print., s. f.*):

- **Articulación humerocubital.** Es altamente congruente. Presenta un solo eje con movimiento de bisagra: flexión-extensión.
- **Articulación humeroradial.** Permite la rotación. Presenta dos ejes, movimiento de bisagra y movimiento de rotación.
- **Articulación radiocubital superior.** Permite la rotación. Presenta un solo eje, realizando movimiento de rotación interna y rotación externa (pronación y supinación).

La estabilidad articular está proporcionada por restricciones dinámicas (musculares) y restricciones estáticas (hueso, cápsula y ligamentos).

### b. Ligamentos.

La función principal de los ligamentos es la unión de los distintos huesos unificándolos y permitiendo su movilidad. Las distintas articulaciones mencionadas en el apartado anterior se encuentran conformadas por distintos ligamentos que se encuentran uniendo a estos huesos describiéndose a continuación (*Dufour, Michel., and Michel. Pillu. Biomecánica funcional : miembros, cabeza, tronco. Barcelona, etc: Masson, 2006. Print., s. f.*):

- **Ligamento colateral cubital.** Es el más potente y se opone a la exageración del valgo.
- **Ligamento colateral radial.** Es simétrico al anterior y está compuesto de tres fascículos que van del húmero al cúbito.
- **Ligamento anular.** Constituye a la vez una superficie articular y un medio de unión.
- **Ligamento cuadrado.** Refuerza la parte inferior de la interlínea radiocubital superior.

### 3- Miología.

La musculatura que se presenta en el codo tiene características anatómicas diferentes, las cuales se describen a continuación mostrando el origen, inserción, inervación y la acción de los músculos del codo en la tabla 1 (Dufour, Michel., and Michel. Pillu. *Biomecánica funcional : miembros, cabeza, tronco. Barcelona, etc: Masson, 2006. Print., s. f.*).

Tabla 1. Origen, inserción, inervación y la acción de los músculos del codo.

MUSCULATURA DEL CODO				
MÚSCULO	ORIGEN	INSERCIÓN	INERVACIÓN	ACCIÓN
<b>Bíceps braquial</b>	Cabeza larga: glenoides superior/labrum Cabeza corta: coracoides	Tuberosidad radial	Musculocutáneo	Flexión/ supinación codo
<b>Braquial</b>	Húmero, tabique intermuscular	Apófisis coronoides	Musculocutáneo (medial), radial (lateral)	Flexión codo
<b>Braquiorradial</b>	Húmero	Estiloides radial	Radial	Flexión de codo
<b>Tríceps braquial</b>	Cabeza medial-húmero Cabeza lateral-húmero Cabeza larga-glenoides inferior	Olecranon	Radial	Extensión de codo
<b>Ancóneo</b>	Cóndilo lateral	Cúbito	Radial	Estabilidad

En algunos casos, el dolor epicondilar, comúnmente conocido como epicondilitis, se produce como consecuencia de puntos gatillo miofasciales producidos por los músculos supinadores, braquiorradial, extensor radial largo del carpo, tríceps braquial, supraespinoso, extensores de los de los cuarto y quinto y ancóneo (D.G. Simons, J.G. Travell, L.S. Simons , 2.<sup>a</sup> ed., *Dolor y disfunción miofascial. El manual de los puntos gatillo, Volumen 1, Editorial Médica Panamericana, Madrid (2002), s. f.*).

Un Punto Gatillo Miofascial es una zona de un músculo que presenta la capacidad de dar dolor referido a otras regiones anatómicas. Este punto se encuentra ubicado en una banda muscular tensa. Se percibe porque al palpar la zona se acentúa la dolencia, y/o se refleja o extiende por otras áreas del cuerpo.

En la miología debe contemplarse también el aparato fibroso. En el caso del miembro superior, este cuenta con un cierto número de estructuras que aseguran el aislamiento, mantenimiento y transmisión de las tensiones en el seno de los órganos músculo-tendino-ligamentoso, estando formado por las siguientes fascias y retináculos:

- **Fascia superficial.** Es una envoltura situada por debajo de los tegumentos, que constituye una especie de “subpiel”.
- **Fascia profunda.** Divide el compartimento anterior en dos partes, uno superficial y otro profundo.
- **Retináculos.** Son dos, el retináculo de los músculos flexores que es el más importante y el retináculo de los músculos extensores que es el más débil.
- **Correderas de los dedos.** Están escalonadas desde la art. metacarpofalángica hasta la interfalángica distal.

#### 4- Neurología.

Desde el punto de vista motor, sensitivo y fisiopatológico el miembro superior está relacionado con el plexo braquial que es una estructura nerviosa que nace en las vértebras cervicales, destacando los siguientes nervios en el codo (*Dufour, Michel., and Michel. Pillu. Biomecánica funcional : miembros, cabeza, tronco. Barcelona, etc: Masson, 2006. Print., s. f.*).

- **Nervio cutáneo lateral antebraquial.** Este nervio es la rama terminal del nervio musculocutáneo, este último, discurre entre el bíceps y el braquial y emerge lateral al tendón distal del bíceps braquial como nervio cutáneo antebraquial lateral.
- **Nervio radial (fascículo posterior).** Perfora el tabique intermuscular lateral para entrar en el compartimento anterior del brazo aproximadamente en la unión de los tercios medio y distal del húmero. La parálisis del nervio radial está más comúnmente asociada a fracturas de tercio medio de húmero.
- **Nervio cubital (fascículo medial).** Pasa a través del túnel cubital posterior al epicóndilo medial.

- **Nervio mediano (fascículos lateral y medial).** Se encuentra por delante del músculo braquial en la articulación del codo.

### 5- Angiología.

La irrigación del miembro superior está dada por varias arterias que son la arteria humeral, arteria radial, arteria cubital y dos arcos palmares, haciendo referencia a los huesos con los que se relaciona. A nivel del codo destacamos las siguientes (*Dufour, Michel., and Michel. Pillu. Biomecánica funcional : miembros, cabeza, tronco. Barcelona, etc: Masson, 2006. Print., s. f.*):

- **Arteria braquial.** A nivel de la articulación del codo, la arteria braquial se ramifica en las arterias radial y cubital.
- **Arteria colateral cubital inferior.** Proporciona el único suministro directo de sangre oxigenada al nervio cubital, proximal al túnel cubital.

## II. Importancia de la Epicondilitis como trastorno musculoesquelético.

Los trastornos musculoesqueléticos (TME) incluyen un amplio espectro de condiciones que, por lo general, se asocian con dolor y limitación de la movilidad, aunque presentan especificidades según la enfermedad de que se trate. Se caracterizan por su alta prevalencia en la población general, su tendencia frecuente a la cronicidad y su potencial de ocasionar discapacidad. Tienen un gran impacto en la calidad de vida y la funcionalidad de las personas que las padecen. Están relacionados con el envejecimiento progresivo de la población y con los cambios en los estilos de vida y de trabajo, por lo que se prevé que estos trastornos irán en aumento en los próximos años. Además, tienen importantes repercusiones en la esfera psicosocial de las personas que los padecen (*Comisión nacional de seguridad y salud en el trabajo, INSST*), s. f.). Según la OMS, las enfermedades musculoesqueléticas en su conjunto suponen la primera causa de discapacidad física (de origen no mental) en el mundo occidental. A nivel mundial,

más de 1600 millones de adultos de 15 a 64 años tienen una afección que se beneficiaría de la rehabilitación, y los TME contribuyen a aproximadamente dos tercios de esta cifra (Cieza et al., 2020). Estos trastornos afectan a millones de trabajadores en toda Europa y suponen un coste de miles de millones de euros para las empresas, la mayor parte de las afecciones se localizan en la espalda (región lumbar y cervical), hombros y extremidades. Entre los factores de riesgo físicos y biomecánicos cabe destacar:

- La manipulación de cargas, especialmente al flexionar o girar el cuerpo.
- Los movimientos repetitivos o enérgicos.
- Las posturas forzadas y estáticas.
- Las vibraciones, una mala iluminación o los entornos de trabajo a temperaturas bajas.
- El trabajo a un ritmo rápido.
- Una posición sentada o erguida durante mucho tiempo sin cambiar de postura.

Los trastornos de los tejidos blandos del brazo ocurren comúnmente entre las poblaciones trabajadoras y son una causa frecuente por enfermedad en todo el mundo (Silverstein et al., 1998). Entre ellos, cabe destacar la epicondilitis, la cual ha sido motivo de realización de esta tesis y, por tanto, se desarrollará a continuación.

## **1- Epicondilitis o Epicondilopatía.**

### **a. Definición.**

La epicondilitis es uno de los trastornos más prevalentes del brazo. La epicondilitis lateral se denomina comúnmente como codo de tenista y la epicondilitis medial se denomina codo de golfista. La epicondilitis se define clínicamente por dolor en la región del epicóndilo, deterioro funcional y reducción de la productividad. Produce una gran carga económica por la pérdida de días de trabajo y, en algunos pacientes, la incapacidad para trabajar puede durar varias semanas (Cohen & da Rocha Motta Filho, 2012). Hay evidencia con tareas de trabajo forzadas, una combinación de actividades forzadas y

repetitivas de la extremidad superior, y una combinación de actividades forzadas o repetitivas y posturas extremas no neutras de la mano y brazo, produciéndose generalmente en población activa (Stasinopoulos & Papadopoulou, 2022).

#### **b. Fisiología.**

El tendón es un tejido conectivo intrincadamente organizado que transfiere eficientemente la fuerza muscular al esqueleto óseo. Su estructura, función y fisiología reflejan las tensiones mecánicas extremas y repetitivas que soportan los tejidos tendinosos. Estas demandas mecánicas también se encuentran debajo de las altas tasas clínicas de trastornos de los tendones y presentan desafíos abrumadores para el tratamiento clínico de esta dolencia (Snedeker & Foolen, 2017).

El extensor carpi radialis brevis (ECRB), se origina en el epicóndilo lateral del húmero y es el músculo afectado con mayor frecuencia. El pronador y otros músculos extensores del carpo también se ven comúnmente afectados. Además del factor de las fuerzas mecánicas excesivas, el origen único de la ECRB en la cara lateral del capitellum pone al tendón en riesgo de lesión durante la extensión y flexión del codo (Ma & Wang, 2020). El ECRB tiene un origen pequeño y transmite fuerzas grandes a través de su tendón durante las maniobras repetidas agarrar. Debido a que la inserción del músculo ECRB está próxima al eje del movimiento de desviación radial, actúa sólo de asistencia, sin embargo, es el motor primario en la extensión de la articulación radiocarpiana. El músculo ECRB además, estabiliza la articulación radiocarpiana cuando se flexionan los dedos, la acción principal de este músculo es extender y abducir la mano (del Sol & Cerda, 2015).

Los tendones sanos son de color brillante y tienen una estructura fibroelástica adoptando distintas formas dependiendo de su función. Dentro de la red de la matriz extracelular, los tenoblastos y los tenocitos constituyen alrededor del 90 % al 95 % de los elementos celulares de los tendones. Presentan una baja tasa metabólica y capacidad de generar energía anaeróbica fundamental para transportar, cargar y mantener la tensión

durante largos periodos de tiempo reduciendo el riesgo de isquemia y necrosis posterior, sin embargo, esta baja tasa metabólica da como resultado una curación lenta después de una lesión (Sharma & Maffulli, 2005).

El principal fibroblasto responsable de la producción de colágeno del tendón y su matriz es el tenocito, una célula de forma cilíndrica capaz de producir precursores de la matriz, elastina, proteoglicanos y colágeno, produciendo una molécula precursora llamada procolágeno que dará lugar al tropocolágeno. Los enlaces cruzados covalentes luego unen a las fibrillas en la típica triple hélice produciendo la proteína más fuerte del cuerpo, con una dirección concreta y determinada en función de la localización anatómica del tendón, por lo tanto, la clave para la resistencia a la tracción de los tendones es el colágeno (Kirkendall & Garrett, 2007).

Los tendones reciben su riego sanguíneo de tres fuentes principales: los sistemas intrínsecos en la unión miotendinosa, la unión osteotendinosa, y el sistema extrínseco a través del paratendón o la vaina sinovial. La vascularización del tendón está comprometida en zonas funcionales y sitios de torsión, fricción o compresión (Carr & Norris, 1989).

La inervación de los tendones la proporcionan los nervios de los músculos circundantes y pequeños fascículos de los nervios cutáneos. Los mecanorreceptores (tipos I a III), que se encuentran en el interior y en la superficie del tendón, convierten los estímulos de presión o tensión en señales nerviosas aferentes. El número y la ubicación de las fibras nerviosas y las terminaciones nerviosas varía según la función del tendón, estando más representados en los tendones más pequeños involucrados en los movimientos finos (Abate et al., 2009).

### **c. Patogenia.**

En el pasado, se creía que la epicondilitis era un proceso inflamatorio. La inspección perioperatoria en la mayoría de los casos revela tejido grisáceo homogéneo con edema. Esta anomalía se presenta en casos de tendinosis, independientemente de que sean laterales, mediales o posteriores que evolucionan en cuatro fases (Cohen & da Ro-

cha Motta Filho, 2012):

1. La primera etapa es inflamatoria, reversible y sin alteraciones patológicas.
2. La segunda etapa se caracteriza por la degeneración angiofibroblástica.
3. La tercera etapa se caracteriza por tendinosis asociada a alteración estructural (desgarro del tendón).
4. En la cuarta etapa, además de estas últimas alteraciones, se presenta fibrosis y calcificación.

Tendinopatía lateral del codo (LET) parece ser el término más apropiado para usar en la práctica clínica, porque términos anteriores como epicondilitis lateral, codo de tenista, epicondialgia lateral, epicondilosis, entesopatía, codo del padre de la novia, tendinitis extensora, tendinosis extensora y la tendinopatía extensora hacen referencia a términos etiológicos, anatómicos y fisiopatológicos inapropiados (Stasinopoulos & Papadopoulou, 2022).

El dolor es el síntoma principal de LET. El dolor que experimentan los pacientes con LET puede deberse a cambios en el sistema nervioso, como resultado de cambios en el tejido neuronal, así como procesos nociceptivos y no nociceptivos. Los cambios en los tendones debidos a LET incluyen poblaciones densas de fibroblastos, hiperplasia vascular y colágeno desorganizado (Chourasia et al., 2013).

Las observaciones epidemiológicas muestran claramente que el culpable inicial de la tendinopatía está ocasionado por el uso excesivo del tendón. De hecho, afectan principalmente a los atletas y personas activas que realizan actividades que estresan un tendón específico. Cuando el tendón se sobrecarga y se somete a una tensión repetitiva, las fibras de colágeno comienzan a deslizarse unas sobre otras, rompiendo sus enlaces cruzados y provocando la desnaturalización del tejido. Se cree que este microtrauma acumulativo no solo debilita el entrecruzamiento del colágeno, sino que también afecta la matriz colágena, así como los elementos vasculares del tendón. Además, cuando el tendón se somete a un ejercicio extenuante, se desarrollan temperaturas muy altas en su interior (Abate et al., 2009).

#### **d. Prevalencia.**

La LET, representa una de las tendinopatías más comunes de las extremidades superiores, con una incidencia anual del 1%-3% en la población total, además, alcanza su pico máximo entre las edades 30 y 60 años, afectando principalmente al brazo dominante (Pellegrino et al., 2023).

La LET es una lesión común por uso excesivo debido a la sobrecarga excéntrica repetitiva del origen del tendón del ECRB que conduce a microdesgarros (Ahmed et al., 2022). Los hallazgos histológicos incluyen la proliferación de tejido de granulación, microruptura, abundancia de fibroblastos, hiperplasia vascular, colágeno amorfo, y una ausencia de células inflamatorias (Nagarajan et al., 2022).

La relación entre los factores de carga de trabajo y la epicondilitis ha sido más fuerte cuando los trabajadores han estado expuestos a una combinación de factores de riesgo, como fuerza y repetición, y posturas extremas no neutrales de los brazos. Fumar puede interferir con la circulación de los tendones, lo que no solo pone estos tejidos en riesgo de lesión, sino que también retrasa o previene su curación durante un período de recuperación. Así mismo, se ha encontrado una mayor incidencia de tendinitis de las extremidades superiores en sujetos con obesidad. La obesidad provoca resistencia a la insulina, un componente del síndrome metabólico, que puede conducir a la diabetes mellitus tipo 2. Se observa un mayor riesgo de epicondilitis lateral y medial en sujetos con diabetes tipo 2 (Shiri et al., 2006).

### **III. Evaluación fisioterápica del codo.**

#### **a. Cuestionarios de valoración.**

Para medir la severidad del dolor y el deterioro funcional, los científicos y clínicos utilizan escalas de dolor y discapacidad compuestas por varios ítems cuyos valores respectivos se suman para obtener puntajes globales y subglobales. El uso de estas escalas en el manejo de pacientes que padecen LET promueve y facilita el seguimiento terapéu-

tico. Para medir el estado del codo se utilizan diferentes cuestionarios como el Disabilities of Arm, Shoulder and Hand (DASH), la Escala de funcionalidad de los miembros superiores (UEFS) y Evaluación del codo de tenista calificada por el paciente (PRTEE).

- El PRTEE evalúa el dolor y la capacidad funcional durante la semana anterior. El cuestionario se divide en 2 partes: una escala de dolor compuesta por 5 preguntas y una escala funcional compuesta por 10 preguntas. Las respuestas deben darse en una escala graduada de 0 a 10 (0 representa la ausencia de dolor o dificultad al realizar una tarea y 10 representa el peor dolor imaginable o la incapacidad total para realizar una tarea). La puntuación máxima de la primera parte es de 50 y de la segunda de 100. Para calcular la puntuación total, la puntuación de discapacidad se divide por 2 y se suma a la puntuación de dolor para obtener una puntuación de 100 (Kaux et al., 2016).
- El cuestionario DASH, es un cuestionario autoadministrado, que valora el miembro superior como una unidad funcional y permite cuantificar y comparar la repercusión de los diferentes procesos que afectan a distintas regiones de dicha extremidad. Desarrollado a iniciativa de la American Academy of Orthopedic Surgeons, se ha utilizado en numerosos trabajos (tanto en rehabilitación y reumatología como en cirugía ortopédica y traumatología), su fiabilidad, validez y sensibilidad a los cambios son bien conocidas (Teresa Hervás et al., 2006).
- La Escala de función de las extremidades superiores (UEFS), es un cuestionario autoadministrado de ocho ítems para medir los trastornos de la extremidades superiores (Pransky et al., 1997).

#### **b. Dinamometría.**

Se puede usar un dinamómetro hidráulico disponible comercialmente para medir la fuerza de agarre. La Sociedad Estadounidense de Cirugía de la Mano y la Sociedad Estadounidense de Terapeutas de la Mano recomiendan que, para determinar la fuerza de agarre, se registre un promedio de tres intentos. Las pautas de la AMA exigen que el

agarre se registre en kilogramos. La fuerza de agarre normal de un adulto cambia según el tamaño del objeto que se está agarrando. Por lo tanto, las puntuaciones de agarre para las cinco posiciones consecutivas del mango Jamar crean una curva de campana, siendo la primera posición la menos ventajosa para un agarre fuerte.

### **c. Test de valoración diagnóstica y funcional.**

En la valoración funcional del codo encontramos un número importante de test y pruebas que nos ayudan en el examen físico, que, realizado de forma correcta, forma parte fundamental en el diagnóstico de las disfunciones del aparato locomotor (Díaz Mancha, Juan Antonio, 2014):

- Prueba de Cozen: esta prueba se utiliza para valorar una posible afectación de la musculatura epicondílea.
- Prueba de Cozen invertida: esta prueba se utiliza para valorar una posible disfunción a nivel de los músculos epitrocleares.
- Prueba resisitida del codo de tenista: esta prueba se utiliza para valorar una posible afectación muscular/tendinosa a nivel del epicóndilo humeral.
- Prueba pasiva del codo de tenista: esta prueba se utiliza para valorar una posible afectación a nivel de la musculatura que inserta en el epicóndilo.
- Prueba del codo de golfista: esta prueba se utiliza para valorar una posible afectación tendinosa de la musculatura epitrocLEAR del húmero.
- Prueba activa para epicondilitis: esta prueba se utiliza para valorar una posible afectación tendinosa de la musculatura epicondílea.
- Prueba de hiperextensión: esta prueba se utiliza para evaluar una posible disfunción a nivel de la cápsula de la articulación del codo.
- Prueba de hiperflexión del codo: esta prueba se utiliza para valorar una posible disfunción articular o capsular a nivel del codo.
- Prueba de flexión de codo: esta prueba se utiliza para valorar una posible afectación por atrapamiento nervioso a nivel de la articulación del codo, especialmente a

nivel del nervio mediano.

- Prueba de presión en varo: esta prueba se utiliza para valorar una posible afectación del sistema ligamentoso a nivel del compartimento externo de la articulación del codo.
- Prueba de presión en valgo: esta prueba se utiliza para valorar una posible afectación ligamentaria a nivel del compartimento interno de la articulación del codo.
- Signo de Tinel para la corredera epitrocleeocraniana: esta prueba se utiliza para valorar una posible afectación por atrapamiento nervioso a nivel de codo. Es especialmente útil en caso del atrapamiento del nervio cubital a nivel de la corredera epitrocleeocraniana.
- Maniobra de Mills: esta prueba se utiliza para evaluar una posible afectación tendinosa de la musculatura que se inserta en el epicóndilo humeral.
- Prueba de la inestabilidad lateromedial del codo: esta prueba se utiliza para valorar una posible afectación ligamentosa a nivel de la articulación del codo.
- Pivot Shift para el codo: esta prueba se utiliza para valorar una posible afectación de la inestabilidad del codo.
- Maniobra de compresión del pronador redondo: esta prueba se utiliza para evaluar una posible afectación por atrapamiento del nervio mediano a nivel del músculo pronador redondo.
- Maniobra de compresión del supinador corto: esta prueba se utiliza para valorar una posible afectación por atrapamiento del nervio radial a nivel de la arcada de Frösche formada por las dos hojas superficial y profunda del músculo supinador corto.
- Prueba de esfuerzo en supinación: esta prueba se utiliza para valorar una posible afectación articular a nivel del codo.
- Prueba de la silla: esta prueba se utiliza para valorar una posible afectación tendinosa a nivel de epicóndilo humeral.
- Prueba de Bowden: esta prueba se utiliza para valorar la presencia de una posible afectación tendinosa de la musculatura epicondílea.

- Prueba de Thomson: esta prueba se utiliza para valorar una posible afectación de la musculatura que se inserta en el epicóndilo humeral.
- Prueba de Mill: esta prueba se utiliza para valorar una posible afectación de la musculatura que se inserta en el epicóndilo humeral.
- Prueba de movimiento de sobrecarga: esta prueba se utiliza para valorar una posible afectación de la musculatura que se inserta en el epicóndilo humeral.
- Prueba de extensión sobre el antebrazo: esta prueba se utiliza para valorar una posible afectación de la musculatura que se inserta en la epitroclea humeral.
- Prueba del Tinel para el pronador redondo: esta prueba se utiliza para valorar una posible afectación por atrapamiento del nervio mediano a nivel del músculo pronador redondo.
- Prueba de Tinel para la fosa epicondiloolecraniana: esta prueba se utiliza para evaluar un posible compromiso del nervio radial a su paso por la fosa epicondiloolecraniana.

#### IV. **Tratamientos para la LET.**

Más de cuarenta tipos de tratamientos distintos se han descrito para el tratamiento de las LET, lo que refleja que ningún tratamiento es realmente eficaz para la mayoría de los pacientes. El ejercicio rara vez se administra como un tratamiento aislado, y muchos ensayos clínicos aleatorizados (ECA) estudian una variedad de tipos de ejercicio en combinación con otras intervenciones. A continuación, pasan a describirse los principales tratamientos.

##### **a. Terapia manual y manipulación.**

Las técnicas de terapia manual, incluyen masaje de fricción profunda, ejercicio y técnicas de movilización de tejidos blandos y movilización de las articulaciones (Sensibursa et al., 2007). Las técnicas de terapia manual para el codo, la muñeca y la columna

cervicotorácica pueden reducir el dolor y aumentar la fuerza de prensión sin dolor inmediatamente después del tratamiento, no encontrando evidencia suficiente de ningún efecto clínico a largo plazo para la terapia manual sola (L. M. Bisset & Vicenzino, 2015).

#### **b. Ortesis y vendaje.**

Las ortesis mantienen, mejoran o restauran la función alterada de una zona del cuerpo. Según el Ministerio de Sanidad, las ortesis son dispositivos adaptados externamente sobre cualquier región anatómica que modifican sus características estructurales o funcionales para mantener, mejorar o restaurar la función alterada de la zona del cuerpo que lo necesita. El mecanismo de trabajo del aparato ortopédico es que reduce las fuerzas sobre el tendón extensor común y, por lo tanto, disminuye el dolor del paciente durante las actividades en las que se contraen los músculos extensores. El uso de aparatos ortopédicos, puede influir favorablemente en la actividad laboral en este tipo de pacientes, favoreciendo su continuidad en el trabajo y mejorando sus actividades de la vida diaria (Struijs et al., 2004).

#### **c. Láser.**

La terapia con láser de bajo nivel (LLLT) ha estado disponible durante casi tres décadas, y los resultados positivos dispersos se han visto contrarrestados por numerosos resultados negativos de los ensayos. Tiene un efecto antiinflamatorio y un efecto bioestimulador en la producción de colágeno (Bjordal et al., 2008).

#### **d. Ultrasonido y fonoforesis.**

El ultrasonido es una forma de energía que proviene de las vibraciones mecánicas, la cual se extiende en formas de ondas de compresión longitudinal. La terapia de ultrasonido es una forma de tratamiento de fisioterapia que utiliza ondas sonoras con una frecuencia más alta que nuestro umbral de audición. En base a la evidencia encontrada, no se puede apoyar o refutar el uso del ultrasonido como tratamiento unimodal

para la LET cuando se basa en datos agrupados y estudios que lo compararon con otros tratamientos activos o un placebo (L. Bisset, 2005).

#### **e. Campos electromagnéticos.**

La terapia de campo electromagnético pulsado (PEMF) se puede utilizar en la práctica médica y también en los trastornos musculoesqueléticos como agente terapéutico. Muestra su eficacia cambiando los potenciales de membrana celular y el transporte de iones. Esto conduce a un efecto antiinflamatorio al inhibir el edema y mejorar la microcirculación (Uzunca et al., 2007).

#### **f. Iontoforesis.**

La iontoforesis, o transferencia de iones, utiliza corriente directa continua de bajo amperaje para introducir iones fisiológicamente activos aplicados tópicamente a través de la superficie del cuerpo. El principio es que un electrodo cargado eléctricamente repelerá un ion con carga similar. Se ha demostrado que el corticosteroide, la dexametasona, se transfiere iontoforéticamente a todas las capas de tejido subyacentes hasta el electrodo, e incluyendo, las estructuras tendinosas y el tejido cartilaginoso., Runeson et al (Runeson & Haker, 2002), en un estudio realizado con 65 pacientes no observó diferencias significativas entre el grupo de corticosteroides y el grupo de placebo en relación con el resultado subjetivo y objetivo después del período de tratamiento y en el seguimiento.

#### **g. Acupuntura.**

La acupuntura consiste en la inserción de agujas muy finas en la piel en puntos estratégicos del cuerpo. La acupuntura, un componente clave de la medicina china tradicional, se utiliza con frecuencia para tratar el dolor. Como terapia común y elemento importante de la medicina tradicional china, el efecto analgésico de la acupuntura ha sido reconocido internacionalmente. Además, la acupuntura reduce la incidencia de efectos

secundarios en comparación con los analgésicos. Sin embargo, no se ha evaluado sistemáticamente si la acupuntura es superior a la acupuntura simulada o a los tratamientos convencionales (Zhou et al., 2021).

#### **h. Diatermia por Onda corta continua o pulsada.**

La onda corta es una terapia de calor profundo que tiene la capacidad de penetrar y calentar al tejido subcutáneo de la zona donde se realiza la aplicación. La diatermia por onda corta tiene numerosos efectos sobre los tejidos, puede aumentar la circulación y cambiar la temperatura del tejido, que directamente produce un aumento del umbral del dolor y una disminución del hinchazón y dolor. Los efectos en el aumento de la temperatura del tejido, circulación y reducción del dolor en pacientes con condiciones musculoesqueléticas degenerativas han sido bien documentados. Pero hay poca evidencia para apoyar el uso de la onda corta en el tratamiento de LET (Ediz, 2012).

#### **i. Hielo.**

El hielo puede disminuir la extravasación de sangre y proteínas de los nuevos capilares que se encuentran en la tendinopatía, así como disminuir la tasa metabólica del tendón. Ambos mecanismos promueven la curación de LET. Además, el hielo se puede utilizar para el alivio sintomático del dolor. Sin embargo, los hallazgos en el ensayo realizado por Manias et al (Manias, 2006), indican que el hielo como complemento del programa de ejercicios no ofrece ningún beneficio en pacientes con LET.

#### **j. Ondas de choque.**

Aunque la terapia por ondas de choque (TOCH) se ha aplicado desde la década de 1980, no está claro cómo este tratamiento mejora los síntomas de la LET. Se cree que el proceso estimula la angiogénesis al aumentar la difusión de citoquinina desde los vasos, creando una neovascularización en la región tendón-hueso. La TOCH estimula la cicatrización de los tejidos blandos al inhibir la función de los receptores aferentes del

dolor inmediatamente después del tratamiento y regula a la baja la expresión de citoquinas inflamatorias, mejora la angiogénesis y mejora la proliferación celular y la síntesis de la matriz extracelular en aproximadamente 1 mes. Una revisión sistemática que investigó el efecto de la TOCH en pacientes con LET mostró que las TOCH no tuvo ningún efecto clínico en comparación con el tratamiento simulado o el grupo de control. Además, en la revisión sistemática, se afirmó que la TOCH fue más efectiva para aumentar la fuerza de prensión que la terapia con láser para pacientes con LET (Karanasios, Tsamasiotis, et al., 2021). Los datos sobre el efecto terapéutico de TOCH sobre el tratamiento simulado en pacientes con LET son contradictorios.

#### **k. Infiltraciones con sangre autóloga.**

El plasma rico en plaquetas (PRP) es un tratamiento cada vez más popular para LET. Aumenta la expresión del gen de colágeno y la producción del factor de crecimiento endotelial y aumenta la producción de tenocitos y colágeno tipo I. El PRP inhibe el proceso inflamatorio y estimula la proliferación y maduración del proceso curativo, la inyección con sangre autóloga reduce el número total de formaciones de hendiduras intersticiales y focos anecoicos, grosor del tendón y neovascularización (Gautam et al., 2015). En un estudio realizado por Annaniemi et al (Annaniemi et al., 2022), concluyeron que los pacientes que se sometieron a inyecciones de PRP para la LET obtuvieron mejores resultados funcionales y de dolor en comparación con la fisioterapia, y esta mejora duró al menos 24 meses. Los resultados de este estudio respaldan el uso de inyecciones de PRP en la LET cuando otros tratamientos conservadores han fallado.

#### **l. Infiltraciones con corticoides.**

Las inyecciones intraarticulares de glucocorticoides son utilizadas frecuentemente por dermatólogos, reumatólogos, traumatólogos y en atención primaria por su fácil administración, sin embargo, esta técnica no está exenta de efectos adversos, como son la atrofia e hipopigmentación cutánea como efecto secundario. Las indicaciones para las

infiltraciones generales con glucocorticoides son: enfermedad inflamatoria monofocal u oligofocal articular o de tejidos blandos, enfermedad inflamatoria polifocal, pero con mayor severidad monofocal u oligofocal, insuficiencia del tratamiento farmacológico y/o rehabilitador y cuando estén contraindicados otros tratamientos. Las infiltraciones con corticoides a nivel de epicóndilo parecen ser más efectivas a corto plazo, aunque estos beneficios revierten después de 6 semanas con un alto índice de recurrencia (Loarte Pasquel & Cabal García, 2014).

#### **m. Tratamientos quirúrgicos.**

Se han descrito numerosos procedimientos quirúrgicos abiertos, siendo el estándar actual y más comúnmente informado el procedimiento de Nirschl o sus variaciones (Nirschl & Pettrone, 1979). La intervención quirúrgica para el manejo de la LET sigue siendo controvertida (Moran et al., 2023).

Dado que el ejercicio físico terapéutico es la intervención principal para el tratamiento de LET en la presente tesis, pasa a detallarse en el siguiente apartado de manera más extensa.

### **V. Ejercicio terapéutico.**

#### **a. Beneficios del ejercicio.**

El ejercicio terapéutico es un tratamiento eficaz y seguro para el dolor musculoesquelético y se recomienda en muchas guías clínicas. Los efectos del ejercicio se comparan favorablemente con otros tipos de tratamiento, siendo una opción de tratamiento para el dolor musculoesquelético con tamaños de efecto medianos o grandes para los resultados de dolor, funcionalidad y calidad de vida (Bailey et al., 2018).

La evidencia actual no es concluyente en cuanto al contenido y/o distribución del ejercicio en cada patología (Babatunde et al., 2017).

### b. Modalidades de ejercicio.

Existe varias formas de ejercicio, las cual se encuentran esquematizadas en la figura 1.

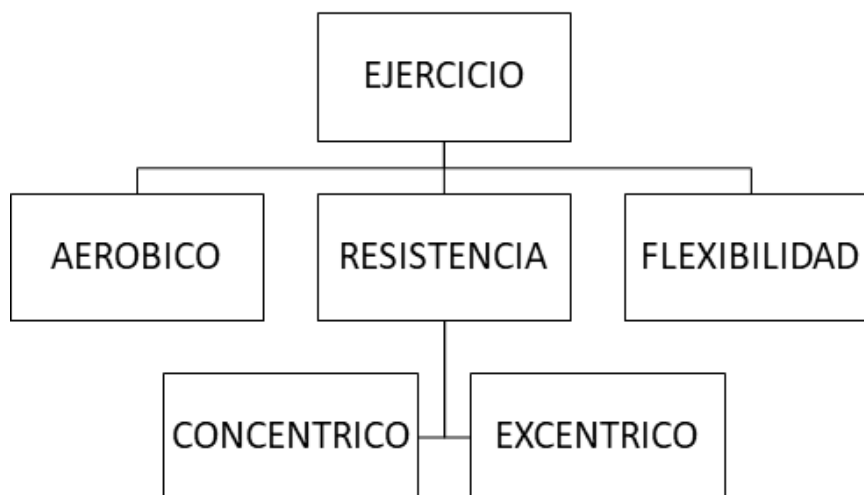


Figura 1. Modalidades de ejercicio físico.

### c. Ejercicio concéntrico.

Los movimientos concéntricos se producen cuando las fibras musculares se acortan a la vez que realizan una acción en la que vence una resistencia externa. En el trabajo muscular concéntrico, el músculo ejerce acciones motoras, mientras que, en el trabajo muscular excéntrico, el músculo soporta una carga externa y ejerce acciones de frenado. Así, las acciones de los músculos concéntricos producen movimientos corporales como la locomoción o la prensilidad, mientras que las acciones de los músculos excéntricos generan movimientos antigravitatorios y de frenado. Los ejercicios excéntricos isotónicos se realizan contra la gravedad utilizando el peso del cuerpo y/o una carga adicional. Los ejercicios excéntricos isocinéticos fueron posibles gracias al desarrollo de ergómetros isocinéticos con velocidad de movimiento angular constante. Este tipo de ejercicio es ampliamente utilizado para evaluar la fuerza muscular y el entrenamiento en atletas, y para rehabilitación (Isner-Horobeti et al., 2013).

Aunque las contracciones concéntricas proporcionan la fuerza de propulsión necesaria para movimientos como correr, saltar, lanzar y levantar, una estrategia común de movimiento humano es combinar contracciones excéntricas y concéntricas en una secuencia conocida como ciclo de estiramiento-acortamiento. La prevalencia de esta estrategia de movimiento probablemente se puede atribuir a varios factores, como su capacidad para maximizar el rendimiento, mejorar la eficiencia mecánica y atenuar las fuerzas de impacto. El ciclo de estiramiento-acortamiento involucra una contracción excéntrica inicial (típicamente un estiramiento de pequeña amplitud a una velocidad de moderada a rápida) seguida inmediatamente por una contracción concéntrica (Enoka, 1996).

#### **d. Ejercicio excéntrico**

El ejercicio excéntrico se produce cuando existe un alargamiento de las fibras musculares durante la contracción. El ejercicio debe prescribirse cuidadosamente en función del nivel de condición física, los objetivos y el historial médico anterior utilizando los principios de especificidad y periodización (Hryvniak et al., 2021).

En las contracciones excéntricas, la fuerza aumenta primero y después se mantiene constante al aumentar la velocidad de alargamiento, generándose fuerzas mucho mayores durante el alargamiento activo que durante el acortamiento (Hoppeler & Herzog, 2014). Así mismo, los dos propósitos principales de una contracción excéntrica serían; disipar la energía para la desaceleración y almacenar energía para la próxima contracción, esto sugiere, que la utilización de contracciones excéntricas rápidas en el ejercicio puede desarrollar selectivamente la fuerza en las unidades motoras rápidas (McNeill, 2015).

El ejercicio progresivo, especialmente con componentes excéntricos y aeróbicos, parece ser un enfoque eficaz para reducir el dolor y mejorar la función en pacientes con tendinopatías de miembros superiores (Ortega-Castillo et al., 2022). El ejercicio excéntrico está asociado con el dolor muscular de aparición tardía (DOMS). La opinión actual

es que el dolor surge del daño a las fibras musculares producido por las contracciones de alargamiento (Brockett et al., 1997).

Las contracciones excéntricas de los músculos esqueléticos producen lesión y en última instancia, fortalece la musculatura. Los experimentos mecánicos revelan que la tensión excesiva del sarcómero es la principal causa de lesión. La tensión excesiva permite la ruptura de la membrana extracelular o intracelular que puede permitir la hidrólisis de proteínas estructurales que conducen a la ruptura miofibrilar (Lieber & Fridén, 1999).

#### **e. Efectos fisiológicos del ejercicio excéntrico.**

Ya no es motivo de controversia que el ejercicio excéntrico produzca signos estructurales de daño muscular. Es concebible que, debido a pequeños errores de alineación, los filamentos gruesos y delgados de los sarcómeros demasiado estirados puedan chocar entre sí. La inactivación de algunos sarcómeros por daño a los túbulos T también puede desempeñar un papel importante. Cualesquiera que sean los detalles precisos, existe evidencia de sarcómeros y semisarcómeros sobreextendidos en músculos que han sufrido contracciones excéntricas (Proske & Morgan, 2001). Con contracciones excéntricas repetidas, el número de sarcómeros permanentemente debilitados o estirados en exceso aumenta gradualmente (Allen, 2001).

Los órganos tendinosos son receptores sensoriales ubicados en la unión músculo-tendón de la mayoría de los músculos esqueléticos de los mamíferos. Los órganos tendinosos responden principalmente a la tensión activa generada por las contracciones de un grupo seleccionado de unidades motoras. Se observa que varias propiedades musculares cambian después de un período de ejercicio excéntrico al que no se está acostumbrado. Primero se produce una caída en la tensión activa debido a la fatiga y el daño de las fibras musculares. En segundo lugar, la relación longitud-tensión activa del músculo cambia en la dirección de longitudes musculares más largas, debido a la presencia en las fibras musculares de sarcómeros rotos en serie con sarcómeros que aún funcionan. En tercer lugar, hay un aumento de la tensión pasiva de todo el músculo (Morgan et al., 2003).

## OBJETIVOS

El objetivo del estudio que a continuación se presenta fue comparar los efectos de un programa de ejercicios excéntricos aplicado por un fisioterapeuta a pacientes con LET a través de un programa manual estructurado frente a su autoejecución por el paciente, guiado por un folleto ilustrado.

## MARCO EMPÍRICO

**Artículo:** Efecto del ejercicio excéntrico supervisado sobre la tendinopatía lateral del codo: un estudio piloto.

**Publicado en:** Journal of Clinical Medicine. Volumen 11, número 24.

DOI: 10.3390/jcm11247434.

**Fecha:** 15 de diciembre del 2022.

**Autores:** Antonio Oya-Casero<sup>1</sup>, Miguel Muñoz Cruzado Barba<sup>1</sup>, Manuel Madera García<sup>2</sup>, Rosario García-Llorent<sup>2</sup>, Juan Alfonso Andrade-Ortega<sup>2</sup>, Antonio I. Cuesta-Vargas<sup>1,3,4</sup> y Cristina Roldán Jiménez<sup>1,3</sup>. Departamento de Fisioterapia, Facultad de Ciencias de la Salud, Universidad de Málaga, Andalucía Tech., Arquitecto Francisco Peñalosa, 3, 29071 Málaga, España.

- 1- Unidad de Rehabilitación Puerta de Andalucía, Hospital Universitario de Jaén, 23007 Jaén, España.
- 2- Instituto de Investigación Biomédica de Málaga (IBIMA) Plataforma BIONAND, Grupo de Clinimetría (F-14), 29071 Málaga, España.
- 3- Escuela de Ciencias Clínicas, Facultad de Ciencias de la Salud, Tecnología de la Universidad de Queensland, Brisbane, QLD 4000, Australia. Autor a quien debe dirigirse la correspondencia.

## Resumen:

**Introducción:** No se ha demostrado la eficacia del ejercicio excéntrico realizado por el propio paciente en el tratamiento de la tendinopatía lateral del codo (LET). El objetivo de este estudio fue comparar los efectos de un programa de ejercicios excéntricos aplicado

por un fisioterapeuta a pacientes con LET a través de un programa manual estructurado frente a su autoejecución, guiado por un folleto ilustrado.

**Método:** Se realizó un ensayo controlado, aleatorizado, piloto, simple ciego. Veinte pacientes fueron aleatorizados. El grupo de intervención realizó ejercicios excéntricos aplicados directamente por un fisioterapeuta (10 sesiones). El grupo control realizó ejercicios excéntricos realizados por el propio paciente (10 sesiones). Ambos grupos recibieron ultrasonidos simulados. Se midió el dolor (escala analógica visual (EVA)), la funcionalidad (cuestionario DASH) y la satisfacción (con una escala de Likert) al inicio de la intervención, inmediatamente después de la intervención y 3 meses después de la intervención.

**Resultados:** La edad media fue de 53,17 y 54,25 años. El grupo experimental presentó una mayor tendencia a mejorar la funcionalidad (DASH -15,91) y disminución del dolor (EVA -2,88) respecto al grupo control, aunque estas diferencias no fueron significativas ( $p > 0,05$ ).

**Conclusión:** El ejercicio excéntrico, tanto realizado por el fisioterapeuta como autoejecutado por el paciente, mejoró la funcionalidad y el dolor en los pacientes con LET.

**Palabras clave:** exercise therapy; rehabilitation; physical therapy modalities; tendinopathy; elbow tendinopathy; tennis elbow; resistance training

## 1. Introducción

La tendinopatía lateral del codo (LET) es una patología dolorosa incluida dentro de las denominadas entesopatías (Fatyga et al., 2020). Aunque esta patología suele englobarse en lo que se conoce como “codo de tenista”, la práctica de este deporte como causa de LET solo aparece en un porcentaje muy bajo de casos (Weber et al., 2015). La prevalencia de esta enfermedad en la población general es del 1% al 3%, con un pico de incidencia en personas de 35 a 59 años (Murgia et al., 2011). Un factor etiopatogénico de especial importancia es la realización excesiva y/o repetitiva de actividades que implican supinación y pronación del antebrazo con el codo extendido, provocando dolor y deterioro funcional (Walz et al., 2010).

Es importante diferenciar entre el término “epicondilitis”, que se utilizó para des-

cribir el dolor crónico de un tendón sintomático, lo que implicaba la inflamación como proceso patológico central (Abate et al., 2009), y el término “epicondilosis” LET, que engloba un proceso estructurado y degenerativo en el cual a nivel histológico, aparecen fenómenos degenerativos, con desorganización de las fibras de colágeno (Ahadi et al., 2019) y escasa presencia de células inflamatorias (Nagrle et al., 2009).

El diagnóstico de LET se basa en la historia clínica y el examen físico del paciente. En concreto, algunos autores afirman que el caso clínico debe tener una evolución de seis meses, aunque la mayoría de los investigadores establecen un punto de corte de tres meses. El proceso no es autolimitado, y se asocia con dolor y discapacidad continua en un gran número de pacientes, siendo el “dolor al agarrar” la limitación funcional más común (L. M. Bisset & Vicenzino, 2015).

La literatura ha demostrado que la fisioterapia es rentable en aquellas intervenciones que incluyen un enfoque físico activo, como el ejercicio (Bürge et al., 2016). Para la rentabilidad en el tratamiento de LET, los médicos generalistas holandeses recomiendan mantener una actitud expectante hacia las infiltraciones o la fisioterapia (Korthals-de Bos et al., 2004). Sin embargo, un ensayo australiano reciente apoya la fisioterapia manual (8 sesiones) sobre la infiltración de corticoides, encontró que, aunque más costosa, esta era la única intervención efectiva y, en consecuencia, rentable (Coombes et al., 2016). Por otro lado, no hay evidencia suficiente para recomendar en el tratamiento de LET el uso de intervenciones pasivas, como la terapia con láser, diatermia de onda corta pulsada (PSWD), ultrasonido, acupuntura y hielo, y los tratamientos con terapia manual y de masaje y dispositivos ortopédicos, que solo han mostrado evidencia al comienzo del tratamiento (Jones, 2009). Estos hallazgos conducen a tratamientos activos.

En la rehabilitación de lesiones, un enfoque activo ayuda a los pacientes a utilizar estrategias para superar las limitaciones y promover la autonomía de los pacientes en comparación con el enfoque pasivo (Bürge et al., 2016). En el tratamiento fisioterapéutico, el ejercicio excéntrico ha demostrado su eficacia en la reducción del dolor y la mejora funcional en pacientes que padecen esta enfermedad (Dimitrios, 2014; Raman et al.,

2012; Stasinopoulos & Stasinopoulos, 2017). Aunque la evidencia aún es limitada, cada vez hay más apoyo científico para el uso de ejercicios excéntricos, especialmente si estos son parte de un programa de tratamiento multimodal (Cullinane et al., 2014). Un metaanálisis reciente muestra que el fortalecimiento excéntrico parece ser más efectivo para LET (Chen & Baker, 2021). Hoy en día, los estudios han comparado ejercicios excéntricos versus concéntricos autoejecutados en el hogar (Peterson et al., 2014), ejercicios excéntricos autoejecutados en el hogar versus ninguna intervención (Söderberg et al., 2012) o el efecto adicional del ejercicio excéntrico autoejecutado en el hogar en un programa de atención estándar (Tyler et al., 2010). Sin embargo, ningún estudio ha comparado la eficacia de ejercicios excéntricos aplicados por un fisioterapeuta frente a ejercicios realizados por el propio paciente. El uso de una modalidad u otra podría tener un impacto en el costo-efectividad en el tratamiento de esta patología.

Debido a la necesidad de un abordaje activo y la eficacia demostrada por el ejercicio excéntrico, este estudio piloto tuvo como objetivo comparar la eficacia de un programa de ejercicio excéntrico aplicado por un fisioterapeuta a pacientes con LET a través de un programa manual estructurado contra el mismo programa realizado por el mismo paciente.

## **2. Materiales y métodos**

### **2.1. Participantes y escenario**

Este estudio piloto incluyó sujetos con LET reclutados en el Hospital Universitario de Jaén (España) a través del médico jefe de la Unidad de Medicina Física y Rehabilitación, remitidos por su médico de atención primaria o especialista. Por tanto, todos ellos pertenecían al Servicio Andaluz de Salud y fueron derivados por el trámite normal de ingreso a consulta. Los criterios de inclusión fueron los siguientes: edad entre 18 y 65 años, con LET de tres o más meses de evolución. Los pacientes con LET se identificaron clínicamente con los siguientes criterios: (1) sensibilidad sobre el epicóndilo lateral, (2) dolor al agarrar, (3) dolor con la flexión pasiva de la muñeca con la extensión del codo y (4) dolor con la extensión resistida de la muñeca. Se excluyeron del estudio aquellos pacientes

con dolor musculoesquelético generalizado, condiciones reumáticas que involucran el miembro superior, cervicobraquialgia, antecedentes traumáticos del miembro superior, patología neurológica o cualquier otra patología que pudiera interferir en la función del miembro superior. El estudio también excluyó a los pacientes que se encontraban de baja por enfermedad o en situación de litigio por una patología del miembro superior.

## **2.2. Consideración ética**

Todos los sujetos aceptaron participar voluntariamente en el estudio y dieron su consentimiento informado por escrito. El comité de ética de investigación de la provincia de Jaén (España) aprobó este estudio siguiendo la Declaración de Helsinki. La intervención fue registrada en Clinical Trials (ID: NCT03996928, OYA-EXC-2019-1).

## **2.3. Tamaño de la muestra**

El reclutamiento se inició en enero de 2017 y finalizó en marzo de 2020, debido a la pandemia de COVID-19. El tamaño de la muestra se calculó a posteriori, utilizando el software G Power. Considerando un tamaño de muestra de  $n = 8$  y  $n = 12$ , con un error alfa de 0,05 y un tamaño del efecto de 0,44, la potencia estadística obtenida para este estudio piloto fue de 0,23.

## **2.4. Medidas de resultado**

Se midieron variables descriptivas y antropométricas como edad (años), sexo (masculino, femenino), talla (m), peso (kg) e IMC ( $\text{kg}/\text{m}^2$ ). Para determinar el efecto de la intervención, se midieron las siguientes variables principales de resultado:

Discapacidad según el cuestionario de discapacidades del brazo, hombro y mano (DASH). Este cuestionario es autoadministrado y evalúa el miembro superior como unidad funcional, lo que permite cuantificar y comparar las repercusiones de los diferentes procesos que afectan a distintas regiones de dicho miembro. Se expresa en valores porcentuales (0 = sin dificultad, 100 = dificultad máxima) (Teresa Hervás et al., 2006).

Dolor, según la escala analógica visual (EVA) de 100 mm, validada en LET (Viswas et al., 2012).

Satisfacción, según una escala Likert de 5 puntos de baja a alta satisfacción (1 =

insatisfecho, 2 = levemente insatisfecho, 3 = ni satisfecho ni insatisfecho, 4 = satisfecho y 5 = muy satisfecho) (Braaksma et al., 2022; Tovar-Martínez et al., 2021).

Las variables para medir la discapacidad y el dolor se registraron al inicio de la intervención, después de la intervención (posintervención) y a los 3 meses de finalizada la intervención (seguimiento). La variable “satisfacción” se midió solo inmediatamente y 3 meses después de la intervención. Todas las valoraciones fueron realizadas por el médico.

## 2.5. Procedimiento

El reclutamiento comenzó en enero de 2017 y finalizó en marzo de 2020. Durante este período, los pacientes de la Unidad de Medicina Física y Rehabilitación que cumplieron con los criterios fueron asignados aleatoriamente a un grupo y recibieron la intervención. Como la intervención fue individualizada y no siguió un formato grupal, la intervención en cada sujeto no coincidió con un hito temporal.

Las variables independientes fueron recogidas por el médico, una vez reclutado el paciente para el estudio piloto y antes de la aleatorización. Las variables dependientes fueron recopiladas por el mismo médico en tres momentos diferentes: (1) el día en que se inició el estudio (cegado con respecto al grupo al que se asignó al azar a cada paciente); (2) 2 semanas después de la finalización del tratamiento, coincidiendo con el día de la última sesión de fisioterapia; y (3) a los 3 meses de finalizado el tratamiento, en visita concertada en consulta externa (ver Figura 2). Todos los datos fueron cargados en una hoja de Excel para su posterior análisis por parte del médico.



Figura 2. Los resultados dependientes se evaluaron en tres momentos diferentes: valoración inicial, tras la intervención y seguimiento.

Los sujetos fueron aleatorizados en dos grupos posibles: grupo de intervención y grupo de control. Para ello, utilizamos un software de acceso abierto (Nosetup.org © 2022-2022, [http://nosetup.org/php\\_on\\_line/numero\\_aleatorio](http://nosetup.org/php_on_line/numero_aleatorio), último acceso el 17 de noviembre de 2022), que permite obtener una secuencia aleatoria de dos números posibles (1 y 2), correspondiendo el 1 al grupo de intervención y el 2 al grupo control. No se realizaron estratificaciones de grupos. Los pacientes fueron evaluados inicialmente por el médico para asegurar los criterios de inclusión. La evaluación posterior a la intervención y de seguimiento también fue realizada por el médico, que estaba cegado a la asignación de grupos. Únicamente la supervisora de fisioterapia conocía la secuencia y se encargaba de aleatorizar los pacientes a cada grupo, y no participó en el tratamiento ni en el análisis de los datos.

Dos fisioterapeutas aplicaron las sesiones: uno en el grupo control y otro en el grupo intervención. No se les informó qué grupo era de intervención o de control, y ninguno de ellos participó en la recolección o análisis de los datos. Por lo tanto, los participantes y los fisioterapeutas estaban cegados a la asignación de grupos para reducir el riesgo de vías. En el grupo control, el fisioterapeuta realizó una supervisión para mejorar la adherencia al tratamiento mediante la aplicación de ultrasonidos simulados, así como para garantizar la realización del programa de ejercicios.

## **2.6. Intervenciones**

### **2.6.1. Grupo experimental**

La intervención consistió en ejercicios de movilización, ejercicios de estiramiento y ejercicios excéntricos. Tanto los ejercicios de movilización como de estiramiento se detallan en el Anexo I. Los ejercicios excéntricos epicondilares fueron aplicados directamente por un fisioterapeuta de la siguiente manera: (i) posición inicial (Figura 3A): el paciente apoya el antebrazo en pronación y flexión del codo a 100 ° en la mesa de tratamiento, dejando la mano afuera y en flexoextensión neutra de la muñeca; (ii) actividad (Figura 3B): en primer lugar, el fisioterapeuta desplaza pasivamente la muñeca-mano del paciente a flexión dorsal con inclinación radial y, desde esta posición, el fisioterapeuta

ejerce una presión aproximada de 2 kg sobre el dorso de la mano, produciendo la flexión palmar con inclinación cubital, solicitando al paciente que se oponga a ella, de forma que se alcance la posición final muy lentamente y de forma controlada en 10 s; (iii) una vez alcanzada la posición final (Figura 3C), el fisioterapeuta desplaza la mano del paciente a la posición inicial, para evitar la actividad concéntrica. La secuencia que se llevó a cabo consistió en 3 series de 10 repeticiones cada una (Bürge et al., 2016; Marcolino et al., 2016). Se realizaron un total de 10 sesiones, con una duración de 20 min cada una, distribuidas en una sesión por día de lunes a viernes por un período total de 2 semanas; además, se administró a los pacientes terapia de ultrasonido simulado en las diez sesiones, con el objetivo de mejorar su adherencia.

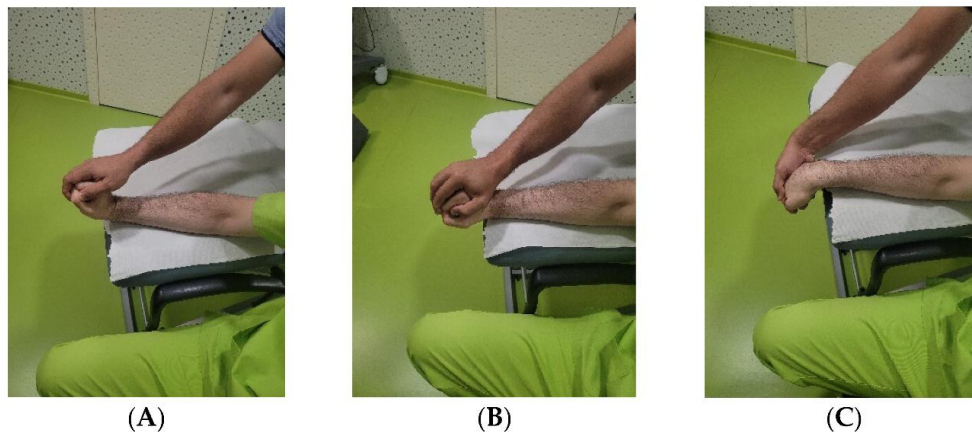


Figura 3. Paciente realizando los ejercicios en el grupo de intervención. (A): Posición inicial. (B): Posición intermedia. (C): Posición final.

### 2.6.2. Grupo de control

Un fisioterapeuta informó a los pacientes del grupo control sobre un plan de ejercicios equivalente al realizado en el grupo de intervención, con la ayuda de un folleto ilustrado, que se entregó al paciente a modo de orientación. Dado que los pacientes de este grupo no fueron asistidos por un fisioterapeuta, la flexión palmar fue realizada por ellos mismos con la ayuda de una banda elástica, de la siguiente manera: (i) el paciente, sentado en una silla, apoya el antebrazo en pronación del codo y flexión a 100°, dejando la mano afuera, y en flexo-extensión neutra de muñeca; (ii) con la banda elástica en tensión, el paciente mueve la mano lenta y progresivamente hacia la flexión palmar con inclinación cubital; luego, (iii) el paciente vuelve a la posición de flexión dorsal e inclina-

ción radial, asistiendo la banda elástica para evitar un ejercicio concéntrico (Figura 4). Los ejercicios de movilización y estiramiento fueron los mismos que los realizados en el grupo experimental (Tabla A1). Además del ejercicio realizado por ellos mismos, se administró a los pacientes terapia de ultrasonido simulado en las diez sesiones para mejorar su adherencia al tratamiento. La asistencia al ultrasonido simulado también permitió el seguimiento del paciente para la finalización del tratamiento domiciliario.

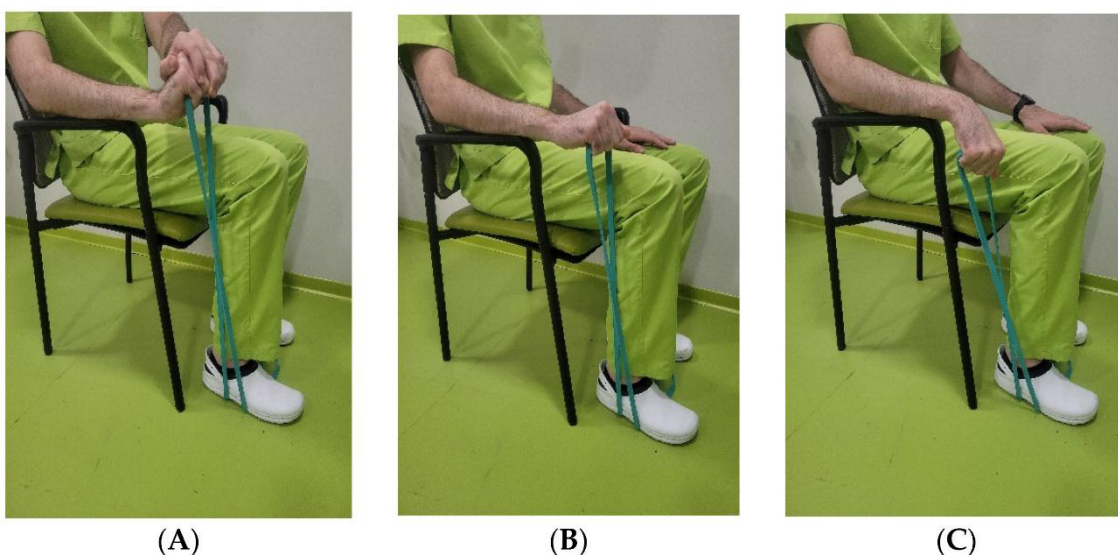


Figura 4. Paciente del grupo control realizando el ejercicio con banda elástica: (A) posición inicial; (B) posición intermedia; (C) posición final.

## 2.7. Análisis estadístico

Se calcularon estadísticas descriptivas para todas las medidas de resultado, incluidas las medidas de tendencia central y dispersión. Los resultados cualitativos se describieron como número de sujetos (n) y porcentaje (%). La distribución normal se probó mediante la prueba de Kolmogorov-Smirnov. El efecto se estableció para los resultados clínicos al comparar las puntuaciones al final de la intervención y en un seguimiento de 3 meses. Dependiendo del resultado, se aplicó la prueba t de Student o la prueba de Wilcoxon. Los cambios dentro del grupo también se examinaron y describieron mediante la media y el error estándar (SE). Los análisis se realizaron con SPSS versión 22.0 (SPSS Inc., Chicago, IL, EE. UU.).

### 3. Resultados

Inicialmente se reclutaron un total de 25 pacientes y finalmente se incluyeron y aleatorizaron 20 de ellos. En la Figura 5 se dan más detalles.

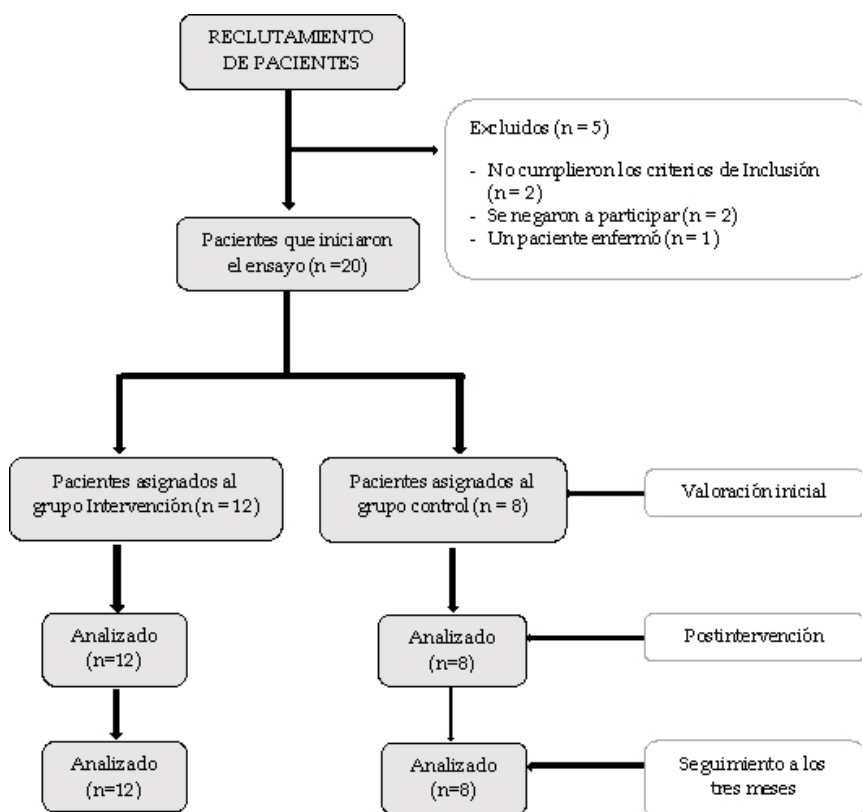


Figura 5. Esquema del estudio piloto.

La Tabla 1 muestra los resultados de referencia de la muestra. No se encontraron diferencias significativas entre los grupos en las medidas de resultado clínico al inicio del estudio. Todas las variables presentaron una distribución normal ( $p > 0,05$ ).

	Grupo experimental (n = 8)	Grupo control (n = 12)	p Valores
Edad (años)	54.25 (5.53)	53.17 (10.72)	0.771
Estatura (m)	1.65 (1.80–1.49)	1.63 (1.73–1.51)	0.678
Peso (Kg)	76 (9)	76.36 (19.98)	0.962
IMC (Kg/m <sup>2</sup> )	23.64 (0.11)	23.27 (5.30)	0.832
DASH	54.25 (18.36)	56.42 (15.70)	0.781
VAS	6.5 (2.35)	6.04 (1.73)	0.557

Tabla 1. Comparación entre grupos al inicio del estudio.

En la tabla 2 se muestran los resultados tras la intervención, los cambios intragrupo y las diferencias de medias entre grupos. Ambos grupos mostraron una disminución en los valores de DASH y EVA, siendo estos cambios mayores en el grupo experimental. En el grupo experimental, DASH disminuyó 15,91 puntos y EVA 2,88 en promedio, mientras que en el grupo control, DASH y EVA disminuyeron 8,7 y 1,4 puntos, respectivamente. Sin embargo, estas diferencias no fueron significativas. En la Tabla 2 se muestran más detalles.

	Posintervención		Cambios intragrupo		Cambios entre grupos
	Grupo intervención (n = 8)	Grupo control (n = 12)	Grupo intervención (n = 8)	Grupo control (n = 12)	Media (SE)
	Media (SD)	Media (SD)	Diferencia de medias (SD)	Diferencia de medias (SD)	
DASH	38.34 (20.41)	47.72 (21.99)	-15.91 (15.17)	-8.7 (20.27)	7.20 (7.93)
VAS	3.7 (2.36)	4.62 (2.75)	-2.88 (1.87)	-1.4 (2)	1.47 (0.88)

Tabla 2. Resultados posintervención de las variables principales, incluidos los cambios dentro del grupo y entre grupos.

La Tabla 3 muestra los cambios dentro del grupo y las diferencias entre los grupos en DASH y VAS en el seguimiento de 3 meses. Aunque ambos grupos experimentaron una disminución en las puntuaciones DASH y EVA a los 3 meses, estos cambios fueron mayores en el grupo control, aunque sin diferencias significativas entre grupos. En la Tabla 3 se muestran más detalles.

	Seguimiento (3 Meses)		Cambios intragrupo		Cambios entre grupos
	Grupo intervención (n = 8)	Grupo control (n = 12)	Grupo intervención (n = 8)	Grupo control (n = 12)	
	Media (SD)	Media (SD)	Media (SD)	Media (SD)	Media (SE)
DASH	34.08 (22.59)	31.05 (16.25)	-4.26 (14.70)	-16.66 (10.76)	-12.40 (6.05)
VAS	3.1 (2.10)	3.33 (1.96)	-0.51 (1.15)	-1.29 (1.32)	-0.779 (0.55)

Tabla 3. Resultados en el seguimiento a los 3 meses de las variables principales, incluidos los cambios intragrupo y entre grupos.

Los resultados de la variable satisfacción se muestran en la Tabla 4. En ambos grupos, los pacientes mostraron satisfacción con el trato recibido.

Satisfacción	Posintervención		Seguimiento (3 Meses)	
	Grupo intervención (n = 8)	Grupo control (n = 12)	Grupo intervención (n = 8)	Grupo control (n = 12)
Insatisfecho	1 (12.5%)	1 (8.3%)	1 (12.5%)	-
Ligeramente insatisfecho	-	-	7 (87.5%)	-
Ni satisfecho ni insatisfecho	-	-	-	-
Satisfecho	6 (75%)	9 (75%)	-	6 (50%)
Muy satisfecho	1 (12.5%)	2 (16.7%)	-	6 (50%)

Tabla 4. Descripción de la satisfacción posintervención y en el seguimiento a los 3 meses en ambos grupos.

#### 4. Discusión

El principal hallazgo de este estudio piloto fue que el ejercicio excéntrico programado para LET fue eficaz en el tratamiento de esta patología, ya que mejoró el dolor y la funcionalidad del codo en el paciente. El grupo experimental presentó una mayor tendencia a la mejoría funcional y reducción del dolor con respecto al grupo de pacientes que autorealizó el mismo programa de ejercicios, aunque estas diferencias no fueron significativas, posiblemente debido al tamaño de la muestra. Además, en el seguimiento, esta tendencia cambió, mostrando el grupo control una mayor funcionalidad; sin embargo, la reducción del dolor fue aún mayor en el grupo experimental.

El ejercicio excéntrico realizado al paciente de forma manual por el fisioterapeuta produjo una mejora en la funcionalidad del miembro superior del paciente, como lo demuestra la disminución de 15,91 y 2,88 puntos en las escalas DASH y EVA, respectivamente, tras la intervención (Tabla 2). En el seguimiento, esta diferencia aumentó en 4,26 y 0,6 puntos en DASH y EVA, respectivamente (Tabla 3).

El ejercicio excéntrico se ha mostrado previamente como una alternativa eficaz en el manejo de LET (Jafari Kafiabadi et al., 2021). En general, se acepta que el entrenamiento de fuerza disminuye los síntomas de la tendinosis (Hoogvliet et al., 2013), lo que corrobora el efecto encontrado en nuestro estudio.

La mejora en la funcionalidad del codo y el dolor en ambos grupos está en línea con la encontrada en el estudio de Anitha et al (Anitha & Prachi, 2018). En ese estudio, 60 sujetos fueron aleatorizados en dos grupos de 30 sujetos cada uno. El grupo control solo recibió ultrasonido y el grupo experimental recibió ultrasonido y el ejercicio excéntrico de la musculatura epicondílea. Los resultados fueron favorables para el grupo experimental, ya que mostró una mejora estadísticamente significativa en cuanto al dolor de 5,5 a 4,13 puntos ( $p < 0,001$ ), medido con la escala numérica del dolor, y una mejora en la fuerza de prensión, medida por dinamometría de un valor medio de 15,60 kg a 24,56 kg ( $p < 0,001$ ).

Los resultados del presente estudio también están de acuerdo con los del estudio

piloto de Tyler et al (Tyler et al., 2010), en el que 21 sujetos fueron aleatorizados en dos grupos: uno con 11 sujetos, que realizaron entrenamiento excéntrico, y el otro con 10 sujetos, que recibieron un tratamiento de fisioterapia estándar. El programa de ejercicios excéntricos demostró ser efectivo en el tratamiento de la LET, obteniendo que todas las variables dependientes fueron mayores para el grupo excéntrico en comparación con el grupo de tratamiento estándar, en DASH (76% para el grupo de entrenamiento excéntrico vs 13% para el grupo control) y VAS (81% para el grupo de entrenamiento excéntrico vs. 22% para el grupo control). En el presente estudio, ambos grupos realizaron trabajo excéntrico, obteniendo mejoras en DASH y EVA en ambos grupos (Tabla 2 y Tabla 3).

El trabajo excéntrico domiciliario a través de una tabla de ejercicios enseñada al paciente por un fisioterapeuta también demostró ser efectivo en cuanto al dolor y la funcionalidad. En concreto, también mejoró la funcionalidad del miembro superior, ya que redujo el DASH y EVA en 8,7 y 1,4 puntos, respectivamente, tras la intervención (tabla 2). En el seguimiento esta diferencia aumentó en 7,97 y 0,13 puntos en DASH y EVA, respectivamente (Tabla 3). Por lo tanto, el hallazgo de este estudio está en línea con el de estudios como el de Söderberg et al (Söderberg et al., 2012). En el estudio mencionado, 42 sujetos fueron aleatorizados en dos grupos: el grupo experimental realizó un entrenamiento excéntrico domiciliario con una banda epicondilea, mientras que el grupo control solo recibió una banda epicondilea, con una intervención de 6 semanas en ambos grupos. Se concluyó que una intervención diaria de ejercicios excéntricos realizados en casa fue eficaz para aumentar la fuerza de la mano sin dolor, reduciendo los casos de epicondilitis lateral durante la intervención. Después de la intervención, con respecto al grupo control, los sujetos del grupo experimental mostraron significativamente mayor fuerza de prensión manual ( $F = 5,51$ ,  $p = 0,025$ ) y fuerza de extensión de la mano ( $F = 10,39$ ,  $p = 0,0001$ ) sin dolor.

El efecto del ejercicio excéntrico en el hogar para LET se ha abordado previamente en más estudios. Nilsson et al (Nilsson et al., 2007) realizaron un estudio de 78 pacientes con LET en un grupo de intervención con 51 pacientes, aplicando entrenamiento en

el hogar, consejos ergonómicos y vendajes cuando fue necesario; el grupo control recibió el tratamiento estandarizado (antiinflamatorios, corticoides, fisioterapia, vendajes, etc.). Después de cuatro semanas, el grupo de intervención mostró menos bajas por LET, reducción del dolor y mejoría de la funcionalidad, que se midieron con el cuestionario de evaluación del antebrazo PRFEQ; además, regresaron a sus trabajos antes que los sujetos del grupo de control.

Además, se ha estudiado el efecto de los ejercicios excéntricos en otras tendinopatías, como el tendón de Aquiles. Arnal-Gómez et al (Arnal-Gómez et al., 2020) realizaron una revisión bibliográfica en la que observaron que la terapia de ejercicios excéntricos aplicada a la tendinopatía de Aquiles era eficaz por sí sola y en combinación con otros tratamientos; esto sugiere que el programa de intervención basado en ejercicio excéntrico es la mejor manera de tratar la tendinopatía de Aquiles. Stevens et al (Stevens & Tan, 2014) utilizaron dos formas diferentes de realizar ejercicio excéntrico en 28 participantes; A ambos grupos se les enseñó el protocolo de ejercicios excéntricos de Alfredson, aunque a uno de los grupos se le pidió que realizara 180 repeticiones, y al otro grupo se le pidió que realizara tantas repeticiones como pudiera. Ambos grupos mejoraron sus puntajes en VISA-A y VAS después de 6 semanas. En concreto, la escala EVA en el grupo experimental disminuyó 2,39 mm tras la intervención, menor que en el grupo experimental del presente estudio. Por último, Yu et al (Yu et al., 2013), en su estudio con 32 sujetos aleatorizados en dos grupos, compararon el ejercicio excéntrico (grupo experimental) y el ejercicio concéntrico (grupo control). Como resultado, el grupo experimental mostró una mejoría significativa en el dolor de 3,56 puntos, medido con la escala EVA, lo cual es similar a los resultados encontrados en nuestro estudio, en el que obtuvimos una disminución de 2,88 puntos en la EVA (Tabla 2).

Estos estudios mencionados incluyeron ejercicio excéntrico y otras terapias como parte del tratamiento. Asimismo, el presente estudio también incluyó estiramientos, ultrasonidos simulados y progresión de ejercicios, siguiendo el tratamiento habitual en la Unidad de Rehabilitación. Si bien permite estudiar posibles diferencias debidas única-

mente a la modalidad de aplicación de los ejercicios excéntricos, la comparación entre estudios en la literatura no es fácil. En cuanto a la satisfacción, el 75% de los pacientes manifestaron estar satisfechos con el tratamiento después de la intervención (Tabla 4). Braaskma et al (Braaksma et al., 2022) también midió la satisfacción. En su estudio, el 45,4% afirmó estar satisfecho con el tratamiento recibido en cuanto a la reducción del dolor y el 56,4% en la mejora de la funcionalidad.

Encontramos diferencias tanto en las intervenciones como en el diseño en todos los estudios mencionados. Sin embargo, en el presente estudio, el papel del fisioterapeuta fue especialmente relevante en el manejo de estos pacientes, ya que él/ella era el encargado de enseñar la técnica al paciente de una forma u otra, y la institución del fisioterapeuta estaba a cargo de decidir cómo aplicar dichos ejercicios en función de las necesidades de los pacientes.

Los sujetos de investigaciones anteriores pueden ser similares a la muestra del presente estudio, ya que los sujetos se incluyeron si tenían un período mínimo de síntomas y pruebas clínicas positivas. Por ejemplo, Tyler et al., incluyeron sujetos con síntomas durante más de seis semanas. Habían sido diagnosticados mediante varias pruebas, como el dolor a la palpación en el epicóndilo lateral, entre otras pruebas clínicas (Tyler et al., 2010). En la misma línea, los sujetos de otros estudios presentaron síntomas durante al menos un mes y dolor durante varias pruebas clínicas (Söderberg et al., 2012). Además, su edad media osciló entre 47 y 51 años, similar a la muestra preestablecida (edad media 54 y 53 años).

El presente estudio tiene algunas limitaciones que es necesario señalar. En primer lugar, al tratarse de un estudio piloto, es necesario realizar ensayos clínicos aleatorizados que incluyan un mayor número de sujetos. En segundo lugar, sería interesante estudiar los efectos de cada tipo de intervención por separado, incluyendo un grupo que recibe el ejercicio excéntrico de forma manual por parte de un fisioterapeuta, otro grupo que autorealiza el ejercicio excéntrico siguiendo un folleto ilustrado y un tercer grupo control con placebo. En tercer lugar, dado que el período de seguimiento desde el inicio

del estudio es de 12 semanas y que LET tiene una alta tasa de recurrencia, los resultados actuales deben verse como una evidencia de la eficacia a corto plazo del fortalecimiento excéntrico. Por lo tanto, queda por determinar si el enfoque de tratamiento proporciona una eficacia similar a largo plazo. Finalmente, aunque la ejecución del ejercicio excéntrico es fácil de aplicar manualmente, podría haber diferencias en la aplicación de la fuerza por parte del fisioterapeuta. Por último, al tratarse de un estudio piloto, los resultados deben tomarse con cautela y pueden no ser generalizables a la población que padece LET. Los estudios futuros deben abordar estas limitaciones.

## **5. Conclusiones.**

Un programa de 10 sesiones de ejercicios excéntricos, realizados por un fisioterapeuta o autoejecutados por el paciente tras el aprendizaje de la técnica, produjo mejoras en la función del miembro superior y el dolor en pacientes con LET. Aunque hubo una tendencia de mejora en el grupo experimental, que realizó los ejercicios bajo la supervisión del fisioterapeuta, no hubo mejoras significativas entre los dos grupos. Son necesarios futuros ensayos clínicos con muestras más amplias para determinar la existencia de diferencias entre estas dos intervenciones.

### **Contribuciones de autor.**

Conceptualización, MM-CB; metodología, MM-CB y CR-J.; análisis formal, CR-J., AIC-V. y AO-C.; investigación, MM-CB, JAA-O.; recursos, JAA-O., MM-G. y RG-L.; análisis de datos, CR-J.; redacción—preparación del borrador original, AO-C. y CR-J.; redacción—revisión y edición, AO-C. y CR-J.; supervisión MM-CB, JAA-O., AIC-V. y CR-J.; administración de proyectos, JAA-O., MM-G. y RG-L. Todos los autores han leído y aceptado la versión publicada del manuscrito.

### **Fondos.**

Esta investigación no recibió financiación externa.

### **Declaración de la Junta de Revisión Institucional.**

El estudio se realizó de acuerdo con la Declaración de Helsinki, y fue aprobado

por el Comité Ético de Jaén (Epicondiosis16 26/01/2017). Este estudio también fue registrado en Ensayos Clínicos (ID: NCT03996928, OYA-EXC-2019-1).

**Declaración de consentimiento informado.**

Se obtuvo el consentimiento informado de todos los sujetos involucrados en el estudio.

**Declaración de disponibilidad de datos.**

Los datos están disponibles previa solicitud al autor correspondiente.

**Agradecimientos.**

Nos gustaría ofrecer mi agradecimiento especial a los participantes de este proyecto.

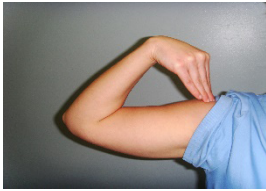
**Conflictos de interés.**

Los autores declaran no tener conflicto de intereses.

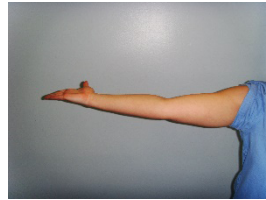
ANEXO 1

TABLA DE EJERCICIOS DOMICILIARIOS PARA EPICONDILOSIS

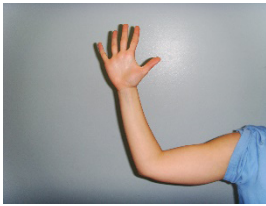
1. Ejercicios de movilización



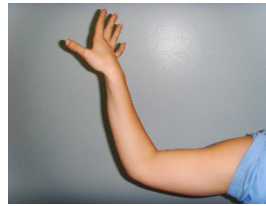
Flexión de codo



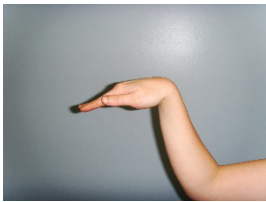
Extensión de codo



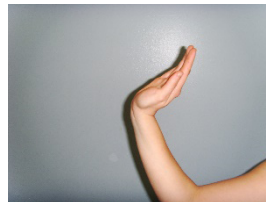
Mano abierta



Mano cerrada



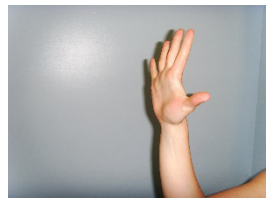
Flexión de Muñeca



Extensión de muñeca



Cerrar puño

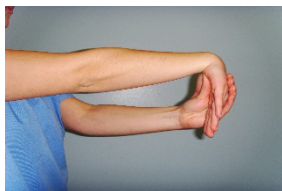


Abrir puño

2. Ejercicios de estiramiento



Estiramiento epicondilar



Estiramiento epitroclear

## **BIBLIOGRAFÍA DEL ARTÍCULO.**

- Abate, M., Gravare-Silbernagel, K., Siljeholm, C., Di Iorio, A., De Amicis, D., Salini, V., Werner, S., & Paganelli, R. (2009). Pathogenesis of tendinopathies: Inflammation or degeneration? *Arthritis Research & Therapy*, 11(3), 235. <https://doi.org/10.1186/ar2723>
- Ahadi, T., Esmaeili Jamkarani, M., Raissi, G. R., Mansoori, K., Emami Razavi, S. Z., & Sajadi, S. (2019). Prolotherapy vs Radial Extracorporeal Shock Wave Therapy in the Short-term Treatment of Lateral Epicondylitis: A Randomized Clinical Trial. *Pain Medicine*, 20(9), 1745-1749. <https://doi.org/10.1093/pm/pny303>
- Anitha, A., & Prachi, G. (2018). Effectiveness of Eccentric Strengthening of Wrist Extensors along with Conventional Therapy in Patients with Lateral Epicondylitis. *Research Journal of Pharmacy and Technology*, 11(12), 5340. <https://doi.org/10.5958/0974-360X.2018.00972.1>
- Arnal-Gómez, A., Espí-López, G. V., Cano-Heras, D., Muñoz-Gómez, E., Balbastre Tejedor, I., Ramírez-Iñiguez de la Torre, M. V., & Vicente-Herrero, M. T. (2020). Revisión bibliográfica sobre la eficacia del ejercicio excéntrico como tratamiento para la tendinopatía del tendón de Aquiles. *Archivos de Prevención de Riesgos Laborales*, 23(2), 211-233. <https://doi.org/10.12961/aprl.2020.23.02.07>
- Bisset, L. M., & Vicenzino, B. (2015). Physiotherapy management of lateral epicondylalgia. *Journal of Physiotherapy*, 61(4), 174-181. <https://doi.org/10.1016/j.jphys.2015.07.015>
- Braaksma, C., Otte, J., Wessel, R. N., & Wolterbeek, N. (2022). Investigation of the efficacy and safety of ultrasound-standardized autologous blood injection as treatment for lateral epicondylitis. *Clinics in Shoulder and Elbow*, 25(1), 57-64. <https://doi.org/10.5397/cise.2021.00339>
- Bürge, E., Monnin, D., Berchtold, A., & Allet, L. (2016). Cost-Effectiveness of Physical Therapy Only and of Usual Care for Various Health Conditions: Systematic Review. *Physical Therapy*, 96(6), 774-786. <https://doi.org/10.2522/ptj.20140333>
- Chen, Z., & Baker, N. A. (2021). Effectiveness of eccentric strengthening in the treatment of lateral elbow tendinopathy: A systematic review with meta-analysis. *Journal of Hand*

Therapy, 34(1), 18-28. <https://doi.org/10.1016/j.jht.2020.02.002>

Coombes, B. K., Connelly, L., Bisset, L., & Vicenzino, B. (2016). Economic evaluation favours physiotherapy but not corticosteroid injection as a first-line intervention for chronic lateral epicondylalgia: Evidence from a randomised clinical trial. *British Journal of Sports Medicine*, 50(22), 1400-1405. <https://doi.org/10.1136/bjsports-2015-094729>

Cullinane, F. L., Boocock, M. G., & Trevelyan, F. C. (2014). Is eccentric exercise an effective treatment for lateral epicondylitis? A systematic review. *Clinical Rehabilitation*, 28(1), 3-19. <https://doi.org/10.1177/0269215513491974>

Dimitrios, S. (2014). The Effectiveness of Isometric Contractions Combined with Eccentric Contractions and Stretching Exercises on Pain and Disability in Lateral Elbow Tendinopathy. A Case Report. *Journal of Novel Physiotherapies*, 05(01). <https://doi.org/10.4172/2165-7025.1000238>

Fatyga, K., Tarczyńska, M., Gawęda, K., Mazur, R., & Głodek, Ł. (2020). Entesopathy of the lateral epicondyle of the humeral bone – current treatment options. *Journal of Education, Health and Sport*, 10(3), 140-147. <https://doi.org/10.12775/JEHS.2020.10.03.015>

Hoogvliet, P., Randsdorp, M. S., Dingemans, R., Koes, B. W., & Huisstede, B. M. A. (2013). Does effectiveness of exercise therapy and mobilisation techniques offer guidance for the treatment of lateral and medial epicondylitis? A systematic review. *British Journal of Sports Medicine*, 47(17), 1112-1119. <https://doi.org/10.1136/bjsports-2012-091990>

Jafari Kafiabadi, M., Sabaghzadeh, A., Biglari, F., Karami, A., Sadighi, M., & Ebrahimpour, A. (2021). Surgical and Non-Surgical Management Strategies for Lateral Epicondylitis. *Journal of Orthopedic and Spine Trauma*. <https://doi.org/10.18502/jost.v7i1.5958>

Jones, V. (2009). Physiotherapy in the Management of Tennis Elbow: A Review. *Shoulder & Elbow*, 1(2), 108-113. <https://doi.org/10.1111/j.1758-5740.2009.00023.x>

Korthals-de Bos, I. B. C., Smidt, N., van Tulder, M. W., Rutten-van Molken, M. P. M. H., Adriaans, H. J., van der Windt, D. A. W. M., Assendelft, W. J. J., & Bouter, L. M. (2004). Cost Effectiveness of Interventions for Lateral Epicondylitis: Results from a Randomised Controlled Trial in Primary Care. *Pharmacoeconomics*, 22(3), 185-195. <https://doi.org/10.1007/s001470040003>

org/10.2165/00019053-200422030-00004

Marcolino, A. M., das Neves, L. M. S., Oliveira, B. G., Alexandre, A. A., Corsatto, G., Barbosa, R. I., & de Cássia Registro Fonseca, M. (2016). Multimodal approach to rehabilitation of the patients with lateral epicondylitis: A case series. *SpringerPlus*, 5(1), 1718. <https://doi.org/10.1186/s40064-016-3375-y>

Murgia, A., Harwin, W., Prakoonwit, S., & Brownlow, H. (2011). Preliminary observations on the presence of sustained tendon strain and eccentric contractions of the wrist extensors during a common manual task: Implications for lateral epicondylitis. *Medical Engineering & Physics*, 33(6), 793-797. <https://doi.org/10.1016/j.medengphy.2011.02.002>

Nagrle, A. V., Herd, C. R., Ganvir, S., & Ramteke, G. (2009). Cyriax Physiotherapy Versus Phonophoresis with Supervised Exercise in Subjects with Lateral Epicondylalgia: A Randomized Clinical Trial. *The Journal of Manual & Manipulative Therapy*, 17(3), 171-178.

Nilsson, P., Thom, E., Baigi, A., Marklund, B., & Månsson, J. (2007). A prospective pilot study of a multidisciplinary home training programme for lateral epicondylitis. *Musculoskeletal Care*, 5(1), 36-50. <https://doi.org/10.1002/msc.97>

Peterson, M., Butler, S., Eriksson, M., & Svärdsudd, K. (2014). A randomized controlled trial of eccentric vs. Concentric graded exercise in chronic tennis elbow (lateral elbow tendinopathy). *Clinical Rehabilitation*, 28(9), 862-872. <https://doi.org/10.1177/0269215514527595>

Raman, J., MacDermid, J. C., & Grewal, R. (2012). Effectiveness of Different Methods of Resistance Exercises in Lateral Epicondylitis—A Systematic Review. *Journal of Hand Therapy*, 25(1), 5-26. <https://doi.org/10.1016/j.jht.2011.09.001>

Söderberg, J., Grooten, W. J., & Äng, B. O. (2012). Effects of eccentric training on hand strength in subjects with lateral epicondylalgia: A randomized-controlled trial: Eccentric training and lateral epicondylalgia. *Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports*, 22(6), 797-803. <https://doi.org/10.1111/j.1600-0838.2011.01317.x>

Stasinopoulos, D., & Stasinopoulos, I. (2017). Comparison of effects of eccentric training, eccentric-concentric training, and eccentric-concentric training combined with isometric

contraction in the treatment of lateral elbow tendinopathy. *Journal of Hand Therapy*, 30(1), 13-19. <https://doi.org/10.1016/j.jht.2016.09.001>

Stevens, M., & Tan, C.-W. (2014). Effectiveness of the Alfredson Protocol Compared With a Lower Repetition-Volume Protocol for Midportion Achilles Tendinopathy: A Randomized Controlled Trial. *Journal of Orthopaedic & Sports Physical Therapy*, 44(2), 59-67. <https://doi.org/10.2519/jospt.2014.4720>

Teresa Hervás, M., Navarro Collado, M. J., Peiró, S., Rodrigo Pérez, J. L., López Matéu, P., & Martínez Tello, I. (2006). Versión española del cuestionario DASH. Adaptación transcultural, fiabilidad, validez y sensibilidad a los cambios. *Medicina Clínica*, 127(12), 441-447. <https://doi.org/10.1157/13093053>

Tovar-Martínez, J. I., Romero-Ibarguengoitia, M. E., & Elvira Torres-Almaguer, C. (2021). Development and Validation of an Instrument in Spanish to Evaluate Patient Satisfaction in Telemedicine Consultation During COVID-19 Pandemic. *Telemedicine and E-Health*, tmj.2021.0320. <https://doi.org/10.1089/tmj.2021.0320>

Tyler, T. F., Thomas, G. C., Nicholas, S. J., & McHugh, M. P. (2010). Addition of isolated wrist extensor eccentric exercise to standard treatment for chronic lateral epicondylitis: A prospective randomized trial. *Journal of Shoulder and Elbow Surgery*, 19(6), 917-922. <https://doi.org/10.1016/j.jse.2010.04.041>

Viswas, R., Ramachandran, R., & Korde Anantkumar, P. (2012). Comparison of Effectiveness of Supervised Exercise Program and Cyriax Physiotherapy in Patients with Tennis Elbow (Lateral Epicondylitis): A Randomized Clinical Trial. *The Scientific World Journal*, 2012, 1-8. <https://doi.org/10.1100/2012/939645>

Walz, D. M., Newman, J. S., Konin, G. P., & Ross, G. (2010). Epicondylitis: Pathogenesis, Imaging, and Treatment. *RadioGraphics*, 30(1), 167-184. <https://doi.org/10.1148/rg.301095078>

Weber, C., Thai, V., Neuheuser, K., Groover, K., & Christ, O. (2015). Efficacy of physical therapy for the treatment of lateral epicondylitis: A meta-analysis. *BMC Musculoskeletal Disorders*, 16(1), 223. <https://doi.org/10.1186/s12891-015-0665-4>

Yu, J., Park, D., & Lee, G. (2013). Effect of Eccentric Strengthening on Pain, Muscle Strength, Endurance, and Functional Fitness Factors in Male Patients with Achilles Tendinopathy. *American Journal of Physical Medicine & Rehabilitation*, 92(1), 68-76. <https://doi.org/10.1097/PHM.0b013e31826eda63>

## **DISCUSIÓN GENERAL.**

El conjunto de resultados de esta tesis presenta una publicación nueva que viene a reforzar el uso del ejercicio excéntrico en tendinopatías, y concretamente, en LET. El uso de ejercicio está cada vez más extendido, siendo utilizado por una gran parte de fisioterapeutas. Por esta razón, se hace necesario determinar el tipo de ejercicio utilizado, la intensidad, el número de repeticiones, el número de series por sesión, el número de sesiones por día, la frecuencia por semana y el número de semanas del programa de ejercicios, ya que no se ha definido la dosificación óptima (Raman et al., 2012). Además, se abre una opción interesante a la hora de aplicar el tratamiento con ejercicios excéntricos, de forma manual por el fisioterapeuta o autoejecutada por el paciente, quedando esta posibilidad a criterio de él y/o de la institución en la que desarrolle su ejercicio profesional.

El ensayo se realizó en el contexto del Hospital Clínico Universitario de Jaén, concretamente en el servicio de Medicina física y Rehabilitación. Esto conlleva, que el paciente cuando accedía a este servicio venía derivado por su médico de familia o por un médico especialista. Todo esto se traduce en tiempo que el paciente ha tenido que esperar hasta ser atendido en la Unidad de Medicina Física y Rehabilitación, que en algunos casos llegó a ser de hasta 2 años. Durante este período, el paciente ha sido visitado y tratado por su médico de familia y/o especialista para acabar en nuestro servicio. Por tanto, muchos pacientes abandonan durante todo este proceso, haciendo que el reclutamiento sea muy lento y tedioso.

Uno de los factores que pueden influir en los resultados de este estudio son las expectativas del paciente, ya que existe la tendencia a sobrestimar los beneficios de los tratamientos recibidos (Hoffmann & Del Mar, 2015). En el contexto de este estudio, una vez que el paciente llega al servicio, viene con unas expectativas distintas a las que descubre: aunque recibe un tratamiento activo basado en la evidencia científica mediante ejercicio (Karanasios, Korakakis, et al., 2021), el paciente espera recibir una terapia pasiva tal como la terapia manual y se hace necesario explicarles las bondades de este tipo

de terapia frente a otras. Por esta razón, se decidió aplicar ultrasonidos placebo, además los pacientes quedaban más satisfechos, y aseguraba el seguimiento del mismo.

Como se mostró en la figura 5, algunos pacientes se negaron a participar en el estudio, otros se perdieron por el camino y otros no cumplieron los criterios de inclusión. De forma general, cuando al paciente se le explicaba y decidía participar, finalizaba la intervención de forma satisfactoria.

Como implicación clínica, protocolizar este tipo de tratamiento en los centros de salud para que el fisioterapeuta pueda enseñarlo de forma constante, implicaría que el paciente recibiera un tratamiento eficaz, disminuyendo así listas de espera, medicación, bajas laborales, y mejorando su satisfacción, dolor, fuerza y funcionalidad.

A pesar de los resultados favorables de la presente tesis y de la literatura científica reciente (Özdingler et al., 2023) se necesitan más estudios que apoyen el uso de ejercicios excéntricos, que detallen la forma de realizar el ejercicio, que describan la dosis más adecuada, en definitiva, aún, quedan muchas cuestiones por resolver.

#### **PROSPECTIVA.**

Actualmente seguimos reclutando muestra en el Hospital con el objetivo de conseguir el mayor número posible de pacientes, además, hemos hablado con los médicos de atención primaria para que nos hagan una derivación directa a nuestro servicio. Se ha añadido un dinamómetro para medir la fuerza, un grupo control que es el que realiza el tratamiento estándar de fisioterapia sin ejercicio y una última medición a los 12 meses.

#### **CONCLUSIONES.**

1. Un programa de 10 sesiones de ejercicios excéntricos, realizados por un fisioterapeuta o autoejecutados por el paciente tras el aprendizaje de la técnica, produjo mejoras en la función del miembro superior y el dolor en pacientes con LET.
2. En este estudio piloto, hubo una tendencia de mejora en el grupo que realizó los ejercicios excéntricos supervisados por un fisioterapeuta, aunque estas mejoras

no fueron significativas con respecto a realizar el ejercicio autoejecutado por el paciente.

3. Son necesarios futuros ensayos clínicos con muestras más amplias para determinar la existencia de diferencias entre estas dos intervenciones.

### **COMPETENCIAS ADQUIRIDAS.**

Son varias las competencias adquiridas a lo largo del período de aprendizaje durante la realización de esta tesis doctoral. Por un lado, en el ámbito clínico aprender a realizar una búsqueda bibliográfica científica me ha permitido conocer en profundidad la patología estudiada. Como clínico, este aspecto ha sido realmente importante para mí, ya que he podido tratar a mis pacientes desde un punto de vista científico, despreciando así, los tratamientos fisioterápicos que no sirven, para aplicar los que están en la literatura científica, mejorando así mis resultados y mejorando su calidad de vida. Esto se ha visto traducido en un aumento considerable del número de pacientes con esta lesión que han visitado mi consulta, derivados principalmente por compañeros fisioterapeutas y especialistas.

El proceso de diseño del ensayo clínico me permitió poner en práctica los conocimientos adquiridos en el Master de Investigación en Ciencias de la Salud de la Universidad de Jaén y del Master de Actividad Física y Salud la Universidad Europea de Madrid, para concretar el tipo de ensayo, aleatorización y el tipo de ejercicio que se ajustase más a los objetivos que se pretendían conseguir en el estudio. He conocido el uso de cuestionarios de evaluación de la discapacidad y funcionalidad percibida por los pacientes. Concretamente con el cuestionario DASH, he utilizado la escala visual analógica y manejado un cuestionario de satisfacción del paciente mediante la escala Likert. Estos aspectos los he reforzado durante el periodo de formación mediante cursos realizados a través de una amplia oferta de formación de la Escuela de Doctorado.

También he aprendido como solicitar los permisos necesarios para realizar un ensayo clínico en un Hospital público desarrollando habilidades para que un equipo de

profesionales de distintas especialidades colaborase en el estudio añadiendo más carga de trabajo a sus jornadas laborales. Esto ha sido muy enriquecedor porque me ha aportado perspectivas nuevas de otros sanitarios con amplia experiencia en mi campo.

En cuanto a la redacción, en el proceso de elaboración de artículos para enviar a revistas científicas he aprendido a redactar las distintas partes de la que consta un artículo: redacción de una introducción actualizada sobre el tema, descripción de la metodología, presentación de resultados y la elaboración de una discusión constatando los hallazgos obtenidos, desarrollando cualidades de redacción y usando con destreza un gestor bibliográfico. Por otro lado, durante el proceso de revisión he aprendido a encajar las críticas hacia mi trabajo de investigación, aceptando las sugerencias de los revisores y adaptando el texto a los cambios sugeridos, cambios que sin duda han mejorado el artículo.

Así mismo, he aprendido el proceso de envío a revistas científicas adaptando el manuscrito a las distintas normativas de las revistas.

## BIBLIOGRAFÍA GENERAL.

Abate, M., Gravare-Silbernagel, K., Siljeholm, C., Di Iorio, A., De Amicis, D., Salini, V., Werner, S., & Paganelli, R. (2009). Pathogenesis of tendinopathies: Inflammation or degeneration? *Arthritis Research & Therapy*, 11(3), 235. <https://doi.org/10.1186/ar2723>

Ahadi, T., Esmaeili Jamkarani, M., Raissi, G. R., Mansoori, K., Emami Razavi, S. Z., & Sajadi, S. (2019). Prolotherapy vs Radial Extracorporeal Shock Wave Therapy in the Short-term Treatment of Lateral Epicondylitis: A Randomized Clinical Trial. *Pain Medicine*, 20(9), 1745-1749. <https://doi.org/10.1093/pm/pny303>

Ahmed, A. F., Rayyan, R., Zikria, B. A., & Salameh, M. (2022). Lateral epicondylitis of the elbow: An up-to-date review of management. *European Journal of Orthopaedic Surgery & Traumatology*, 33(2), 201-206. <https://doi.org/10.1007/s00590-021-03181-z>

Allen, D. G. (2001). Eccentric muscle damage: Mechanisms of early reduction of force: Eccentric muscle damage. *Acta Physiologica Scandinavica*, 171(3), 311-319. <https://doi.org/10.1046/j.1365-201x.2001.00833.x>

Anitha, A., & Prachi, G. (2018). Effectiveness of Eccentric Strengthening of Wrist Extensors along with Conventional Therapy in Patients with Lateral Epicondylitis. *Research Journal of Pharmacy and Technology*, 11(12), 5340. <https://doi.org/10.5958/0974-360X.2018.00972.1>

Annaniemi, J. A., Pere, J., & Giordano, S. (2022). Platelet-Rich Plasma Injections Decrease the Need for Any Surgical Procedure for Chronic Epicondylitis versus Conservative Treatment—A Comparative Study with Long-Term Follow-Up. *Journal of Clinical Medicine*, 12(1), 102. <https://doi.org/10.3390/jcm12010102>

Arnal-Gómez, A., Espí-López, G. V., Cano-Heras, D., Muñoz-Gómez, E., Balbastre Tejedor, I., Ramírez-Iñiguez de la Torre, M. V., & Vicente-Herrero, M. T. (2020). Revisión bibliográfica sobre la eficacia del ejercicio excéntrico como tratamiento para la ten-

dinopatía del tendón de Aquiles. Archivos de Prevención de Riesgos Laborales, 23(2), 211-233. <https://doi.org/10.12961/aprl.2020.23.02.07>

Babatunde, O. O., Jordan, J. L., Van der Windt, D. A., Hill, J. C., Foster, N. E., & Protheroe, J. (2017). Effective treatment options for musculoskeletal pain in primary care: A systematic overview of current evidence. PLOS ONE, 12(6), e0178621. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0178621>

Bailey, D. L., Holden, M. A., Foster, N. E., Quicke, J. G., Haywood, K. L., & Bishop, A. (2018). Defining adherence to therapeutic exercise for musculoskeletal pain: A systematic review. British Journal of Sports Medicine, bjsports-2017-098742. <https://doi.org/10.1136/bjsports-2017-098742>

Bisset, L. (2005). A systematic review and meta-analysis of clinical trials on physical interventions for lateral epicondylalgia \* Commentary. British Journal of Sports Medicine, 39(7), 411-422. <https://doi.org/10.1136/bjism.2004.016170>

Bisset, L. M., & Vicenzino, B. (2015). Physiotherapy management of lateral epicondylalgia. Journal of Physiotherapy, 61(4), 174-181. <https://doi.org/10.1016/j.jphys.2015.07.015>

Bjordal, J. M., Lopes-Martins, R. A., Joensen, J., Couppe, C., Ljunggren, A. E., Stergioulas, A., & Johnson, M. I. (2008). A systematic review with procedural assessments and meta-analysis of Low Level Laser Therapy in lateral elbow tendinopathy (tennis elbow). BMC Musculoskeletal Disorders, 9(1), 75. <https://doi.org/10.1186/1471-2474-9-75>

Braaksma, C., Otte, J., Wessel, R. N., & Wolterbeek, N. (2022). Investigation of the efficacy and safety of ultrasound-standardized autologous blood injection as treatment for lateral epicondylitis. Clinics in Shoulder and Elbow, 25(1), 57-64. <https://doi.org/10.5397/cise.2021.00339>

Brockett, C., Warren, N., Gregory, J. E., Morgan, D. L., & Proske, U. (1997). A comparison of the effects of concentric versus eccentric exercise on force and position sense at the human elbow joint. Brain Research, 771(2), 251-258. <https://doi.org/10.1016/>

S0006-8993(97)00808-1

Bürge, E., Monnin, D., Berchtold, A., & Allet, L. (2016). Cost-Effectiveness of Physical Therapy Only and of Usual Care for Various Health Conditions: Systematic Review. *Physical Therapy*, 96(6), 774-786. <https://doi.org/10.2522/ptj.20140333>

Carr, A., & Norris, S. (1989). The blood supply of the calcaneal tendon. *The Journal of Bone and Joint Surgery. British Volume*, 71-B(1), 100-101. <https://doi.org/10.1302/0301-620X.71B1.2914976>

Chen, Z., & Baker, N. A. (2021). Effectiveness of eccentric strengthening in the treatment of lateral elbow tendinopathy: A systematic review with meta-analysis. *Journal of Hand Therapy*, 34(1), 18-28. <https://doi.org/10.1016/j.jht.2020.02.002>

Chourasia, A. O., Buhr, K. A., Rabago, D. P., Kijowski, R., Lee, K. S., Ryan, M. P., Grette-Belling, J. M., & Sesto, M. E. (2013). Relationships Between Biomechanics, Tendon Pathology, and Function in Individuals With Lateral Epicondylitis. *Journal of Orthopaedic & Sports Physical Therapy*, 43(6), 368-378. <https://doi.org/10.2519/jospt.2013.4411>

Cieza, A., Causey, K., Kamenov, K., Hanson, S. W., Chatterji, S., & Vos, T. (2020). Global estimates of the need for rehabilitation based on the Global Burden of Disease study 2019: A systematic analysis for the Global Burden of Disease Study 2019. *The Lancet*, 396(10267), 2006-2017. [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(20\)32340-0](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(20)32340-0)

Cohen, M., & da Rocha Motta Filho, G. (2012). LATERAL EPICONDYLITIS OF THE ELBOW. *Revista Brasileira de Ortopedia (English Edition)*, 47(4), 414-420. [https://doi.org/10.1016/S2255-4971\(15\)30121-X](https://doi.org/10.1016/S2255-4971(15)30121-X)

(Comisión nacional de seguridad y salud en el trabajo, INSST). (s. f.).

Coombes, B. K., Connelly, L., Bisset, L., & Vicenzino, B. (2016). Economic evaluation favours physiotherapy but not corticosteroid injection as a first-line intervention for chronic lateral epicondylalgia: Evidence from a randomised clinical trial. *British Journal of Sports Medicine*, 50(22), 1400-1405. <https://doi.org/10.1136/bjsports-2015-094729>

Cullinane, F. L., Boocock, M. G., & Trevelyan, F. C. (2014). Is eccentric exercise an effective treatment for lateral epicondylitis? A systematic review. *Clinical Rehabilitation*, 28(1), 3-19. <https://doi.org/10.1177/0269215513491974>

del Sol, M., & Cerda, A. (2015). Los Músculos Extensores Radiales del Carpo y su Importancia Clínica: Una Revisión de la Literatura. *International Journal of Morphology*, 33(3), 936-941. <https://doi.org/10.4067/S0717-95022015000300021>

D.G. Simons, J.G. Travell, L.S. Simons, 2.a ed., *Dolor y disfunción miofascial. El manual de los puntos gatillo, Volumen 1*, Editorial Médica Panamericana, Madrid (2002). (s. f.).

Díaz Mancha, Juan Antonio. (2014). Valoración manual.

Dimitrios, S. (2014). The Effectiveness of Isometric Contractions Combined with Eccentric Contractions and Stretching Exercises on Pain and Disability in Lateral Elbow Tendinopathy. A Case Report. *Journal of Novel Physiotherapies*, 05(01). <https://doi.org/10.4172/2165-7025.1000238>

Dufour, Michel., and Michel. Pillu. *Biomecánica funcional: Miembros, cabeza, tronco*. Barcelona, etc: Masson, 2006. Print. (s. f.).

Ediz. (2012). ELECTROTHERAPEUTIC INTERVENTIONS FOR TENNIS ELBOW OR LATERAL EPICONDYLITIS: A BRIEF REVIEW OF THE LITERATURE. *Physics International*, 3(2), 44-49. <https://doi.org/10.3844/pisp.2012.44.49>

Enoka, R. M. (1996). Eccentric contractions require unique activation strategies by the nervous system. *Journal of Applied Physiology*, 81(6), 2339-2346. <https://doi.org/10.1152/jappl.1996.81.6.2339>

Fatyga, K., Tarczyńska, M., Gawęda, K., Mazur, R., & Głodek, Ł. (2020). Entesopathy of the lateral epicondyle of the humeral bone – current treatment options. *Journal of Education, Health and Sport*, 10(3), 140-147. <https://doi.org/10.12775/JEHS.2020.10.03.015>

Gautam, V., Verma, S., Batra, S., Bhatnagar, N., & Arora, S. (2015). Platelet-Rich Plasma versus Corticosteroid Injection for Recalcitrant Lateral Epicondylitis: Clinical and

Ultrasonographic Evaluation. *Journal of Orthopaedic Surgery*, 23(1), 1-5. <https://doi.org/10.1177/230949901502300101>

Hoffmann, T. C., & Del Mar, C. (2015). Patients' Expectations of the Benefits and Harms of Treatments, Screening, and Tests: A Systematic Review. *JAMA Internal Medicine*, 175(2), 274. <https://doi.org/10.1001/jamainternmed.2014.6016>

Hoogvliet, P., Randsdorp, M. S., Dingemans, R., Koes, B. W., & Huisstede, B. M. A. (2013). Does effectiveness of exercise therapy and mobilisation techniques offer guidance for the treatment of lateral and medial epicondylitis? A systematic review. *British Journal of Sports Medicine*, 47(17), 1112-1119. <https://doi.org/10.1136/bjsports-2012-091990>

Hoppeler, H., & Herzog, W. (2014). Eccentric exercise: Many questions unanswered. *Journal of Applied Physiology* (Bethesda, Md.: 1985), 116(11), 1405-1406. <https://doi.org/10.1152/jappphysiol.00239.2014>

Hryvniak, D., Wilder, R. P., Jenkins, J., & Statuta, S. M. (2021). Therapeutic Exercise. En *Braddom's Physical Medicine and Rehabilitation* (pp. 291-315.e4). Elsevier. <https://doi.org/10.1016/B978-0-323-62539-5.00015-1>

Isner-Horobeti, M.-E., Dufour, S. P., Vautravers, P., Geny, B., Coudeyre, E., & Richard, R. (2013). Eccentric Exercise Training: Modalities, Applications and Perspectives. *Sports Medicine*, 43(6), 483-512. <https://doi.org/10.1007/s40279-013-0052-y>

Jafari Kafiabadi, M., Sabaghzadeh, A., Biglari, F., Karami, A., Sadighi, M., & Ebrahimipour, A. (2021). Surgical and Non-Surgical Management Strategies for Lateral Epicondylitis. *Journal of Orthopedic and Spine Trauma*. <https://doi.org/10.18502/jost.v7i1.5958>

Jones, V. (2009). Physiotherapy in the Management of Tennis Elbow: A Review. *Shoulder & Elbow*, 1(2), 108-113. <https://doi.org/10.1111/j.1758-5740.2009.00023.x>

Karanasios, S., Korakakis, V., Whiteley, R., Vasilogeorgis, I., Woodbridge, S., & Gioftos, 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., Tsamasiotis, G. K., Michopoulos, K., Sakellari, V., & Gioftsos, G. (2021). Clinical effectiveness of shockwave therapy in lateral elbow tendinopathy: Systematic review and meta-analysis. *Clinical Rehabilitation*, 35(10), 1383-1398. <https://doi.org/10.1177/02692155211006860>

Kaux, J.-F., Delvaux, F., Schaus, J., Demoulin, C., Locquet, M., Buckinx, F., Beudart, C., Dardenne, N., Van Beveren, J., Croisier, J.-L., Forthomme, B., & Bruyère, O. (2016). Cross-cultural adaptation and validation of the Patient-Rated Tennis Elbow Evaluation Questionnaire on lateral elbow tendinopathy for French-speaking patients. *Journal of Hand Therapy*, 29(4), 496-504. <https://doi.org/10.1016/j.jht.2016.06.007>

Kirkendall, D. T., & Garrett, W. E. (2007). Function and biomechanics of tendons. *Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports*, 7(2), 62-66. <https://doi.org/10.1111/j.1600-0838.1997.tb00120.x>

Korthals-de Bos, I. B. C., Smidt, N., van Tulder, M. W., Rutten-van Molken, M. P. M. H., Adriaansz, H. J., van der Windt, D. A. W. M., Assendelft, W. J. J., & Bouter, L. M. (2004). Cost Effectiveness of Interventions for Lateral Epicondylitis: Results from a Randomised Controlled Trial in Primary Care. *Pharmacoeconomics*, 22(3), 185-195. <https://doi.org/10.2165/00019053-200422030-00004>

Lieber, R. L., & Fridén, J. (1999). Mechanisms of muscle injury after eccentric contraction. *Journal of Science and Medicine in Sport*, 2(3), 253-265. [https://doi.org/10.1016/S1440-2440\(99\)80177-7](https://doi.org/10.1016/S1440-2440(99)80177-7)

Loarte Pasquel, E. P., & Cabal García, A. A. (2014). Atrofia e hipopigmentación cutánea secundaria a infiltración. *SEMERGEN - Medicina de Familia*, 40(3), e61-e63. <https://doi.org/10.1016/j.semerg.2013.01.015>

Ma, K.-L., & Wang, H.-Q. (2020). Management of Lateral Epicondylitis: A Narrative Literature Review. *Pain Research and Management*, 2020, 1-9. <https://doi.org/10.1155/2020/6965381>

Manias, P. (2006). A controlled clinical pilot trial to study the effectiveness of ice as a supplement to the exercise programme for the management of lateral elbow tendinopathy. *British Journal of Sports Medicine*, 40(1), 81-85. <https://doi.org/10.1136/bjism.2005.020909>

Marcolino, A. M., das Neves, L. M. S., Oliveira, B. G., Alexandre, A. A., Corsatto, G., Barbosa, R. I., & de Cássia Registro Fonseca, M. (2016). Multimodal approach to rehabilitation of the patients with lateral epicondylitis: A case series. *SpringerPlus*, 5(1), 1718. <https://doi.org/10.1186/s40064-016-3375-y>

McNeill, W. (2015). About eccentric exercise. *Journal of Bodywork and Movement Therapies*, 19(3), 553-557. <https://doi.org/10.1016/j.jbmt.2015.05.002>

Moran, J., Gillinov, S. M., Jimenez, A. E., Schneble, C. A., Manzi, J. E., Vaswani, R., Mathew, J. I., Nicholson, A. D., Kunze, K. N., Gulotta, L. V., Altchek, D. W., & Dines, J. S. (2023). No Difference in Complication or Reoperation Rates Between Arthroscopic and Open Debridement for Lateral Epicondylitis: A National Database Study. *Arthroscopy: The Journal of Arthroscopic & Related Surgery*, 39(2), 245-252. <https://doi.org/10.1016/j.arthro.2022.08.022>

Morgan, D. L., Gregory, J. E., & Proske, U. (2003). Tendon organs as monitors of muscle damage from eccentric contractions. *Experimental Brain Research*, 151(3), 346-355. <https://doi.org/10.1007/s00221-003-1508-3>

Murgia, A., Harwin, W., Prakoonwit, S., & Brownlow, H. (2011). Preliminary observations on the presence of sustained tendon strain and eccentric contractions of the wrist extensors during a common manual task: Implications for lateral epicondylitis. *Medical Engineering & Physics*, 33(6), 793-797. <https://doi.org/10.1016/j.medengphy.2011.02.002>

Nagarajan, V., Ethiraj, P., Prasad P, A., & Shanthappa, A. H. (2022). Local Corticosteroid Injection Versus Dry Needling in the Treatment of Lateral Epicondylitis. *Cureus*. <https://doi.org/10.7759/cureus.31286>

Nagrale, A. V., Herd, C. R., Ganvir, S., & Ramteke, G. (2009). Cyriax Physiotherapy Ver-

sus Phonophoresis with Supervised Exercise in Subjects with Lateral Epicondylalgia: A Randomized Clinical Trial. *The Journal of Manual & Manipulative Therapy*, 17(3), 171-178.

Nilsson, P., Thom, E., Baigi, A., Marklund, B., & Månsson, J. (2007). A prospective pilot study of a multidisciplinary home training programme for lateral epicondylitis. *Musculoskeletal Care*, 5(1), 36-50. <https://doi.org/10.1002/msc.97>

Nirschl, R. P., & Pettrone, F. A. (1979). Tennis elbow. The surgical treatment of lateral epicondylitis. *The Journal of Bone and Joint Surgery. American Volume*, 61(6A), 832-839.

Ortega-Castillo, M., Cuesta-Vargas, A., Luque-Teba, A., & Trinidad-Fernández, M. (2022). The role of progressive, therapeutic exercise in the management of upper limb tendinopathies: A systematic review and meta-analysis. *Musculoskeletal Science and Practice*, 62, 102645. <https://doi.org/10.1016/j.msksp.2022.102645>

Özdiñçler, A. R., Baktır, Z. S., Mutlu, E. K., & Koçyiğit, A. (2023). Chronic lateral elbow tendinopathy with a supervised graded exercise protocol. *Journal of Hand Therapy: Official Journal of the American Society of Hand Therapists*, S0894-1130(22)00113-2. <https://doi.org/10.1016/j.jht.2022.11.005>

Pellegrino, R., Di Iorio, A., Filoni, S., Mondardini, P., Paolucci, T., Sparvieri, E., Tarantino, D., Moretti, A., & Iolascon, G. (2023). Radial or Focal Extracorporeal Shock Wave Therapy in Lateral Elbow Tendinopathy: A Real-Life Retrospective Study. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 20(5), 4371. <https://doi.org/10.3390/ijerph20054371>

Peterson, M., Butler, S., Eriksson, M., & Svärdsudd, K. (2014). A randomized controlled trial of eccentric vs. Concentric graded exercise in chronic tennis elbow (lateral elbow tendinopathy). *Clinical Rehabilitation*, 28(9), 862-872. <https://doi.org/10.1177/0269215514527595>

Pransky, G., Feuerstein, M., Himmelstein, J., Katz, J. N., & Vickers-Lahti, M. (1997). Measuring Functional Outcomes in Work-Related Upper Extremity Disorders: Develop-

ment and Validation of the Upper Extremity Function Scale. *Journal of Occupational & Environmental Medicine*, 39(12), 1195-1202. <https://doi.org/10.1097/00043764-199712000-00014>

Proske, U., & Morgan, D. L. (2001). Muscle damage from eccentric exercise: Mechanism, mechanical signs, adaptation and clinical applications. *The Journal of Physiology*, 537(2), 333-345. <https://doi.org/10.1111/j.1469-7793.2001.00333.x>

Raman, J., MacDermid, J. C., & Grewal, R. (2012). Effectiveness of Different Methods of Resistance Exercises in Lateral Epicondylitis—A Systematic Review. *Journal of Hand Therapy*, 25(1), 5-26. <https://doi.org/10.1016/j.jht.2011.09.001>

Rouvière, H. *Anatomía humana: Descriptiva, topográfica y funcional*. Vol. III, Miembros; Sistema nervioso central. 10a ed., 8a española. Madrid: Baylly-Bailliere, 1974. Print. (s. f.).

Runeson, L., & Haker, E. (2002). Iontophoresis with cortisone in the treatment of lateral epicondylalgia (tennis elbow)-a double-blind study: Iontophoresis with cortisone in the treatment of tennis elbow. *Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports*, 12(3), 136-142. <https://doi.org/10.1034/j.1600-0838.2002.02142.x>

Senbursa, G., Baltacı, G., & Atay, A. (2007). Comparison of conservative treatment with and without manual physical therapy for patients with shoulder impingement syndrome: A prospective, randomized clinical trial. *Knee Surgery, Sports Traumatology, Arthroscopy*, 15(7), 915-921. <https://doi.org/10.1007/s00167-007-0288-x>

Sharma, P., & Maffulli, N. (2005). TENDON INJURY AND TENDINOPATHY: HEALING AND REPAIR. *The Journal of Bone and Joint Surgery-American Volume*, 87(1), 187-202. <https://doi.org/10.2106/00004623-200501000-00030>

Shiri, R., Viikari-Juntura, E., Varonen, H., & Heliovaara, M. (2006). Prevalence and Determinants of Lateral and Medial Epicondylitis: A Population Study. *American Journal of Epidemiology*, 164(11), 1065-1074. <https://doi.org/10.1093/aje/kwj325>

Silverstein, B., Welp, E., Nelson, N., & Kalat, J. (1998). Claims incidence of work-related disorders of the upper extremities: Washington state, 1987 through 1995.

American Journal of Public Health, 88(12), 1827-1833. <https://doi.org/10.2105/AJPH.88.12.1827>

Snedeker, J. G., & Foolen, J. (2017). Tendon injury and repair – A perspective on the basic mechanisms of tendon disease and future clinical therapy. *Acta Biomaterialia*, 63, 18-36. <https://doi.org/10.1016/j.actbio.2017.08.032>

Söderberg, J., Grooten, W. J., & Äng, B. O. (2012). Effects of eccentric training on hand strength in subjects with lateral epicondylalgia: A randomized-controlled trial: Eccentric training and lateral epicondylalgia. *Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports*, 22(6), 797-803. <https://doi.org/10.1111/j.1600-0838.2011.01317.x>

Stasinopoulos, D., & Papadopoulou, M. (2022). Is Lateral Elbow Tendinopathy an Appropriate Clinical Diagnostic Term When the Condition Is Persistent? *Journal of Clinical Medicine*, 11(9), 2290. <https://doi.org/10.3390/jcm11092290>

Stasinopoulos, D., & Stasinopoulos, I. (2017). Comparison of effects of eccentric training, eccentric-concentric training, and eccentric-concentric training combined with isometric contraction in the treatment of lateral elbow tendinopathy. *Journal of Hand Therapy*, 30(1), 13-19. <https://doi.org/10.1016/j.jht.2016.09.001>

Stevens, M., & Tan, C.-W. (2014). Effectiveness of the Alfredson Protocol Compared With a Lower Repetition-Volume Protocol for Midportion Achilles Tendinopathy: A Randomized Controlled Trial. *Journal of Orthopaedic & Sports Physical Therapy*, 44(2), 59-67. <https://doi.org/10.2519/jospt.2014.4720>

Struijs, P. A. A., Kerkhoffs, G. M. M. J., Assendelft, W. J. J., & van Dijk, C. N. (2004). Conservative Treatment of Lateral Epicondylitis: Brace Versus Physical Therapy or a Combination of Both—A Randomized Clinical Trial. *The American Journal of Sports Medicine*, 32(2), 462-469. <https://doi.org/10.1177/0095399703258714>

Teresa Hervás, M., Navarro Collado, M. J., Peiró, S., Rodrigo Pérez, J. L., López Matéu, P., & Martínez Tello, I. (2006). Versión española del cuestionario DASH. Adaptación transcultural, fiabilidad, validez y sensibilidad a los cambios. *Medicina Clínica*, 127(12), 441-447. <https://doi.org/10.1157/13093053>

- Tovar-Martínez, J. I., Romero-Ibarguengoitia, M. E., & Elvira Torres-Almaguer, C. (2021). Development and Validation of an Instrument in Spanish to Evaluate Patient Satisfaction in Telemedicine Consultation During COVID-19 Pandemic. *Telemedicine and E-Health*, tmj.2021.0320. <https://doi.org/10.1089/tmj.2021.0320>
- Tyler, T. F., Thomas, G. C., Nicholas, S. J., & McHugh, M. P. (2010). Addition of isolated wrist extensor eccentric exercise to standard treatment for chronic lateral epicondylitis: A prospective randomized trial. *Journal of Shoulder and Elbow Surgery*, 19(6), 917-922. <https://doi.org/10.1016/j.jse.2010.04.041>
- Uzunca, K., Birtane, M., & Taştekin, N. (2007). Effectiveness of pulsed electromagnetic field therapy in lateral epicondylitis. *Clinical Rheumatology*, 26(1), 69-74. <https://doi.org/10.1007/s10067-006-0247-9>
- Viswas, R., Ramachandran, R., & Korde Anantkumar, P. (2012). Comparison of Effectiveness of Supervised Exercise Program and Cyriax Physiotherapy in Patients with Tennis Elbow (Lateral Epicondylitis): A Randomized Clinical Trial. *The Scientific World Journal*, 2012, 1-8. <https://doi.org/10.1100/2012/939645>
- Walz, D. M., Newman, J. S., Konin, G. P., & Ross, G. (2010). Epicondylitis: Pathogenesis, Imaging, and Treatment. *RadioGraphics*, 30(1), 167-184. <https://doi.org/10.1148/rg.301095078>
- Weber, C., Thai, V., Neuheuser, K., Groover, K., & Christ, O. (2015). Efficacy of physical therapy for the treatment of lateral epicondylitis: A meta-analysis. *BMC Musculoskeletal Disorders*, 16(1), 223. <https://doi.org/10.1186/s12891-015-0665-4>
- Yu, J., Park, D., & Lee, G. (2013). Effect of Eccentric Strengthening on Pain, Muscle Strength, Endurance, and Functional Fitness Factors in Male Patients with Achilles Tendinopathy. *American Journal of Physical Medicine & Rehabilitation*, 92(1), 68-76. <https://doi.org/10.1097/PHM.0b013e31826eda63>
- Zhou, Y., Chen, C., Yang, Y., Yu, H., & Yang, Z. (2021). Acupuncture therapy for tennis elbow: A protocol for systematic review and meta-analysis. *Medicine*, 100(5), e24402. <https://doi.org/10.1097/MD.00000000000024402>