

Grado en Fisioterapia

Trabajo Fin de Grado

Título:

***“Efectividad del ejercicio isométrico junto
al ejercicio concéntrico-excéntrico frente
al ejercicio excéntrico en tenistas con
epicondialgia lateral”***

Alumno: Sergio Garrido López

Tutor: Carlos López Moreno

Madrid, Mayo de 2019

TABLA DE CONTENIDO

Tabla de abreviaturas.....	3
Resumen.....	4
Abstract.....	5
1. Antecedentes y estado actual del tema	6
2. Evaluación de la evidencia	17
3. Objetivos del estudio	22
Objetivo principal	22
Objetivos específicos	22
4. Hipótesis.....	23
5. Metodología.....	24
5.1 Diseño.....	24
5.2 Sujetos de estudio.....	25
5.3 Variables.....	27
5.4 Hipótesis operativa.....	27
5.5 Recogida, análisis de datos, contraste de la hipótesis.....	28
5.6 Limitaciones del estudio	30
5.7 Equipo investigador.....	30
6. Plan de trabajo	31
6.1 Diseño de la intervención	31
6.2 Etapas de desarrollo	37
6.3 Distribución de tareas de todo el equipo investigador.....	38
6.4 Lugar de realización del proyecto.....	39
7. Listado de referencias	40
8. Anexos	43

Tabla de abreviaturas

8RM	8 repeticiones máximas
CEIC	Comité Ético de Investigación Clínica
d	Precisión
EL	Epicondilalgia lateral
EUEF	Escuela Universitaria de Enfermería y Fisioterapia
GC	Grupo control
GI	Grupo intervención
ME	Musculatura epicondílea
PRTEE	Patient Rated Tennis Elbow Evaluation
ROM	Rango de movimiento (Range Of Movement)
SD	Desviación estándar (Standard Deviation)
TCE	Tendón común de los epicóndilos
TENS	Electroestimulación transcutánea (Transcutaneous Electrical Nerve Stimulation)
US	Ultrasonido

Tabla 1: Tabla de abreviaturas (elaboración propia).

Resumen

Antecedentes

La epicondialgia lateral es una de las patologías de codo más comunes en trabajos manuales repetitivos y deportistas que realizan un gesto reiterativo de extensión de muñeca y supinación del antebrazo y mano durante más de dos horas. Afecta a la inserción tendinosa común de la musculatura epicondílea que presenta un síndrome doloroso en la zona del epicóndilo con pérdida de fuerza al realizar algún gesto con la muñeca extendida y poniendo en tensión el tendón común de los epicóndilos. Para prevenir y/o tratar esta lesión hay varias opciones, aunque a día de hoy no hay consenso sobre que opción terapéutica es la más adecuada, la inclusión del ejercicio terapéutico junto a otra terapia es fundamental en la recuperación de la patología.

Objetivos

El objetivo del estudio es analizar la eficacia del ejercicio isométrico junto al ejercicio concéntrico-excéntrico frente al ejercicio excéntrico en aquellos tenistas entre 20 y 40 años que padezcan la epicondialgia lateral.

Metodología

Se diseña un estudio analítico experimental, prospectivo con una muestra de 106 sujetos distribuida aleatoriamente en un grupo experimental que realizará un protocolo de ejercicios isométrico y concéntricos-excéntricos y un grupo control que realizará un protocolo de ejercicios excéntricos.

Se realizará una medición al inicio y otra al fin del estudio del dolor con un algómetro y de la fuerza con un dinamómetro isocinético. Finalmente se compararán los resultados de ambos grupos.

Palabras clave

Epicondialgia lateral, ejercicio terapéutico, jugadores de tenis.

Abstract

Background

Lateral epicondylitis is one of the most common elbow diseases in hand-workers and athletes who perform a reiterative wrist extension with a forearm and hand supination for more than two hours. Lateral epicondylitis affects at the common tendon of the epicondyle muscles and sets a pain syndrome in epicondyle area and provokes a strength decrease in those movements than involve the epicondyle muscles. There are a lot of options to prevent and/or treatment, but as today there's a lack of consensus in which therapeutic option is the most appropriate, but the inclusion of therapeutic exercise in combination with another treatment seems to be essential in this pathology recovery.

Objectives

The aim of the study is to evaluate the effectiveness of isometric exercise in combination with concentric-eccentric exercise in comparison with eccentric exercise in those tennis players between 20-40 years old who suffer lateral epicondylitis.

Methodology

An analytical, experimental and prospective study with a sample of 106 subjects randomly divided in an experimental group that will perform an isometric and concentric-eccentric exercises protocol and a control group that will perform an eccentric exercises protocol.

A pre and postintervention measurement of strength and pain will be taken with isokinetic dynamometer and an algometer respectively. In the end, the final results of both groups will be compared.

Key words

Lateral epicondylitis, therapeutic exercise, tennis players.

1. Antecedentes y estado actual del tema

La epicondilitis lateral (EL) es una patología de codo de las más comunes en trabajos manuales repetitivos y deportistas que realizan un gesto deportivo reiterativo de extensión de muñeca y supinación del antebrazo y mano durante más de dos horas. Afecta principalmente a la inserción tendinosa común de la musculatura epicondílea (ME) en el epicóndilo humeral, de donde se destaca al extensor radial corto del carpo como el músculo principalmente afectado por la EL(1-7), pero también puede afectar al extensor de los dedos, extensor del meñique, extensor cubital del carpo(7), extensor radial largo del carpo, braquiorradial y ancóneo.

El complejo anatómico del codo está formado por los huesos húmero, cúbito y radio y sus relaciones articulares dentro de la misma cavidad articular y cápsula sinovial, unidos por el mismo paquete ligamentoso y que al situarla en posición anatómica presenta un valgo fisiológico. Este complejo articular es el que permite poder acercar y alejar las manos a la cara y los movimientos de pronación y supinación del antebrazo y mano.

En las relaciones articulares encontramos(8,9):

- Articulación húmerocubital: de tipo troclear, con movimiento de flexión y extensión.
- Articulación húmeroradial: de tipo enartrosis y esferoidea, permite movimientos de flexión, extensión y pronosupinación.
- Articulación radiocubital proximal: de tipo trocoides en pivote, permite los movimientos de pronosupinación.

En el paquete ligamentoso de la articulación del codo se diferencian las siguientes estructuras, en las que todas ellas salvo algunos fascículos son ligamentos capsulares(9,10):

- Ligamento anterior.
- Ligamento colateral cubital: dividido en fascículo anterior, medio y posterior.
- Ligamento colateral radial: dividido también tres fascículos en los cuales el fascículo anterior y el medio están estrechamente relacionados con el ligamento anular del radio.
- Ligamento posterior.
- Ligamento cuadrado o de Denucé.
- Ligamento anular del radio.

En el cúbito a nivel proximal podemos diferenciar las siguientes estructuras: olecranon, escotadura sigmoidea mayor, escotadura radial, tubérculo y tuberosidad del cubito. En el radio proximal podemos distinguir: la cabeza del radio, el cuello del radio y la tuberosidad radial. Por último, podemos diferenciar en el húmero distal las siguientes estructuras(8,9):

- Tróclea.
- Capítulo o cóndilo humeral.
- Fosa olecraniana.
- Epicóndilos, donde diferenciamos:
 - o Epicóndilo medial o epitróclea, donde se origina el grupo muscular flexor-pronador.
 - o Epicóndilo lateral o epicóndilo propiamente dicho, donde se origina el grupo muscular extensor-supinador.

Dentro del grupo muscular extensor-supinador se encuentran las siguientes estructuras musculares, todos con origen en el epicóndilo lateral(8-10):

- Ancóneo: responsable de la extensión del antebrazo, es un musculo corto de forma triangular situado en la zona posterior del codo que inserta en el tendón común de los epicóndilos (TCE) y en la cara lateral del olécranon.
- Braquiorradial: es el responsable de la flexión del codo y únicamente es supinador cuando el codo se encuentra completamente pronado.
- Extensor radial largo del carpo: responsable de la abducción y extensión de la mano, con inserción en la cara posterior del segundo metacarpiano.
- Extensor radial corto del carpo: responsable de la abductor y extensor de la mano, inserta en la cara posterior del tercer metacarpiano.
- Extensor común de los dedos: responsable de la extensión de las articulaciones interfalángicas, metacarpofalángicas y la mano. Inserta en la cara posterior de las falanges distales del 2º al 5º dedo.
- Extensor propio del 5º dedo: realiza la misma función que el musculo extensor común de los dedos, con inserción sobre la falange distal del 5º dedo.
- Extensor cubital del carpo: responsable de la aducción y extensión de la mano e inserta en el 5º metacarpiano.
- Supinador: responsable de la supinación del antebrazo, como su propio nombre indica e inserta en el tercio proximal del radio. Por el discurre el nervio radial(9).

Las estructuras vasculares que atraviesan el codo son: arteria braquial, radial y cubital. También tenemos que destacar a nivel nervioso: nervio musculocutáneo (raíces de C5 a C8), nervio mediano (raíces de C5 a T1), nervio radial (raíces de C6 a C8) y nervio cubital (C8 y T1)(8,9).

La EL cursa con un síndrome doloroso en la zona del epicóndilo y una pérdida de fuerza sobre todo cuando se realiza algún gesto con la muñeca extendida y poniendo en tensión el tendón común de los epicóndilos, como puede suceder en un golpe de revés de tenis (4,7,11,12) o en diversas actividades de la vida diaria. Se cataloga la EL cómo una patología autolimitante en la que hay una degeneración del TE, no un proceso inflamatorio del mismo como se creía, donde debido a la ausencia de células inflamatorias en el tejido tendinoso se produce un aumento de los fibroblastos, hiperplasia vascular y se encuentran fibras de colágeno desordenadas y en un estado inmaduro junto a la presencia de proteoglicanos y glicosaminoglicanos(3,6,7,11,13,14).

Es una patología sobre la que no está muy clara la incidencia real que tiene en la población, pero la mayoría de los estudios señalan una incidencia del 1 al 3% de la población y afecta de forma similar tanto a hombres como mujeres(5,6,11,13-21). En el tenis las tendinopatías en el miembro superior son la segunda causa de lesión, donde los cambios evolutivos que se han ido dando en el deporte contribuyen a que haya una menor incidencia dentro de la población que practica el deporte, pero a la vez estos cambios hacen más fácil la aparición de la sintomatología propia de la EL, de estos cambios y de algunas características del juego habría que destacar(12):

- El aumento del tamaño de la zona de impacto de la raqueta, junto al uso de un material más ligero (se emplea grafito en lugar de madera) y la mejora de la tecnología empleada en las cuerdas genera los siguientes efectos en el cuerpo del deportista en el momento de impactar la bola:
 - a) Tener que aplicar una mayor fuerza con la musculatura extensora y supinadora para contrarrestar el mayor torque que se genera en el momento del golpeo.
 - b) Una mayor transmisión de las vibraciones al brazo del deportista como consecuencia de la mayor rigidez aportada por los nuevos materiales, la cual ha permitido que el efecto y velocidad que se le puede aplicar a la pelota sea mucho mayor.

- El tipo de superficie de juego. Ya que una superficie más dura está ligada a una mayor incidencia en lesiones del miembro superior, aunque la evidencia es limitada.(12)

Cabe destacar que dependiendo del tipo de empuñadura que el jugador utilice determina el tipo de patología de codo que puede desencadenar por la dirección en la que van a incidir las vibraciones que se transmiten, ya que el uso de una empuñadura tipo oeste y sus variantes se relaciona con patología cubital y una empuñadura tipo este y sus variantes con la patología radial(12). De manera independiente a la forma de empuñar la raqueta, según como se disponga la mano sobre el mango de la raqueta ésta se cogerá con mayor o menor tensión, por lo que colocar la mano con el segundo dedo ligeramente separado del resto va a favorecer un agarre menos tenso (imagen 2).

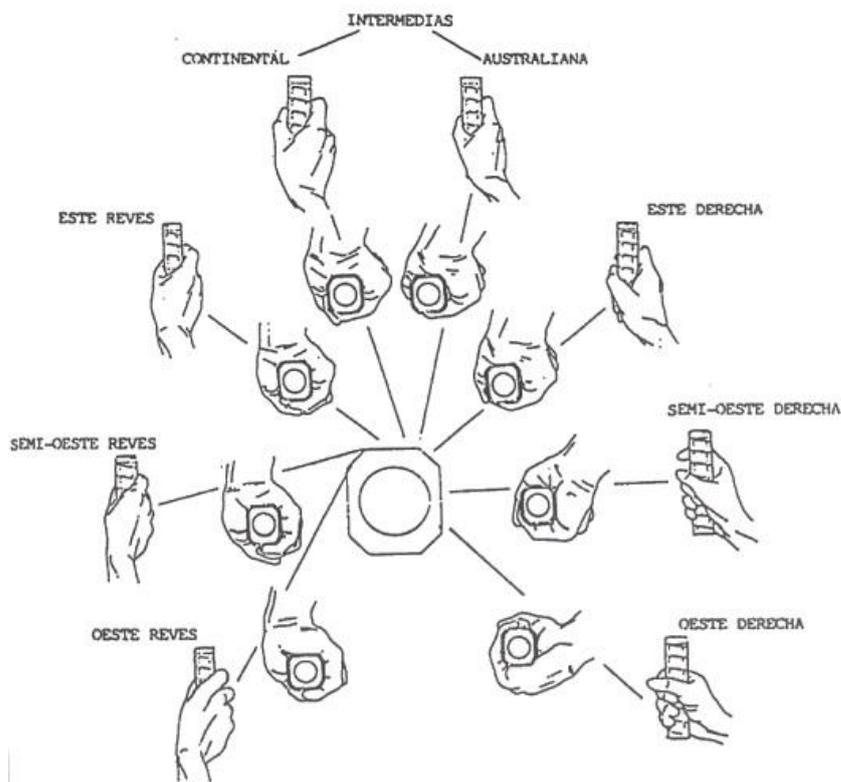


Imagen 1: tipos de empuñaduras.

Fuente: <https://www.sportem.es/informacion/lecciones/58-empunaduras.html?showall=1>



*Imagen 2: distinta colocación del segundo dedo al agarrar la raqueta
(elaboración propia).*

Debemos considerar ciertos factores, que bien de forma individual o combinada, pueden favorecer la aparición o aumento de la sintomatología de la EL en jugadores de tenis; los cuales son(11,12):

- Técnica de golpeo incorrecta, romper la muñeca en el momento del impacto de la bola al golpearla de revés como consecuencia de una mala posición de pies y un impacto de la bola atrasado respecto al cuerpo.
- Prolongación en el tiempo de los partidos.
- Elevada frecuencia de práctica deportiva.
- Tamaño del diámetro de la empuñadura de la raqueta, la cual afecta a la tensión con la que se agarra la raqueta.
- Peso y balance de la raqueta.

La evidencia señala que la EL se corresponde en mayor medida con una degeneración del tejido que con un proceso inflamatorio debido a los cambios que se producen en el tejido por la repetición de microtraumatismos, se pueden diferenciar cuatro etapas(11):

Etapa 1	Respuesta inflamatoria aguda.
Etapa 2	Si el estrés al que está sometido el tendón es continuado se produce un aumento de los fibroblastos y de colágeno.
Etapa 3	El continuo acumulo de sustancias patológicas deriva a una rotura parcial o total del tendón.
Etapa 4	El tendón presenta características de las etapas 1 y 2 pero con la presencia de calcificaciones y fibrosis.

Tabla 2: etapas de degeneración del tendón (elaboración propia).

Aunque también hay una corriente que piensa que el inicio de la EL no está totalmente ligado al sobreuso de la musculatura afecta, sino lo contrario, que debido a la falta de estímulos en ciertas zonas del tendón que no están acostumbradas al ejercicio habitual que se practica puede generar una debilidad en el tendón haciéndolo más susceptible a la lesión(11). Se ha encontrado un estudio que señala como causa de la EL la fricción que genera la cabeza del radio ya que se encuentra en contacto con el TCE y provocaría la degeneración del tejido e incluso tensión neural adversa(1).

Clínicamente los pacientes de EL presentan dolor en la zona del epicóndilo lateral del codo, irradiación del dolor hacia la mano en dirección de la ME e incluso se dan casos en el que el dolor asciende hacia el hombro(11,19,22,23). El factor desencadenante del dolor es una contracción de la ME al agarrar algún objeto, el cual puede ser durante todo el recorrido articular o solo en determinados momentos del movimiento. Se debe tener en cuenta que la EL presenta una sintomatología similar con otras patologías, por lo que se deben realizar test de provocación para confirmar la EL como el “test de la silla”, uno de los más utilizados es el cuestionario *Patient Rated Tennis Elbow Evaluation* (PRTEE) (Anexo I) en la que el propio paciente completa para determinar de forma subjetiva la limitación que le produce la patología, resistir la extensión de la mano, despertar el dolor a la palpación del epicóndilo lateral, e incluso determinar el tamaño de agarre no doloroso se considera como test diferencial(7,11,24,25). Las patologías a tener en cuenta serían(11):

- Radiculopatías cervicales con dolor en hombro y codo.
- Sobreuso del codo como compensación del hombro congelado.
- Degeneración de la articulación húmero radial.
- Atrapamiento del nervio interóseo posterior (ramificación del nervio radial).
- Patología del ancóneo, bien por inflamación o edema.
- Artritis.

Los métodos de diagnóstico por imagen que se pueden emplear para confirmar la EL serían radiografías, resonancia magnética y ultrasonido. También la electromiografía es útil para descartar el atrapamiento nervioso.(11,14)

En la evidencia encontrada se habla de muchas formas de tratamiento, aunque no hay consenso en que terapia es mejor pero la mayoría está de acuerdo en que la combinación de ejercicio con cualquier otra terapia es lo más indicado y también mencionan cual es el principal objetivo del tratamiento: reducir el dolor, mejorar la funcionalidad y la fuerza(2,3,6,7,11,18,21,23,26,27). Para la medición de la fuerza la evidencia encontrada emplea un dinamómetro de mano(1,3,4,7,16,18,22,25,27,28), el cual es un método objetivo para valorar la fuerza mediante un equipo analógico. Por ello para la medición de la fuerza en el presente estudio se decide emplear un equipo digital que proporciona una medida mucho más precisa como es el dinamómetro BTE Primus RS (Anexo II) junto con la herramienta 162, ya que este equipo permite mediciones más versátiles de diferentes actividades de la vida diaria, laborales y deportivas de forma estática como de forma dinámica(29,30).



Imagen 3: BTE Primus RS (elaboración propia).

Respecto a la medición del dolor, la evidencia encontrada ha empleado diversos métodos como las escalas visuales analógicas(1-7,14-16,18,19,23,25,27,28,31), escalas numéricas de dolor(13,16,17,22) y algómetros(1,14). La práctica totalidad de los estudios hallados emplean herramientas que resultan bastante subjetivas, si a esto le sumamos la dificultad que tiene objetivar el dolor se plantea un problema que nosotros pretendemos objetivar mediante la utilización de un algómetro barométrico, modelo Wagner FDK 100, una herramienta que nos permite saber la fuerza (expresada en Newtons y kilogramos) mediante la aplicación de presión de forma perpendicular sobre la piel del paciente ya que estimula los nociceptores superficiales y profundos de los tejidos y así poder cuantificar de manera objetiva el dolor del paciente y compararlo con el miembro no afecto(32,33).

En base a lo encontrado en la evidencia reciente se distinguen varias opciones de tratamiento, por un lado, tenemos las opciones no fisioterapéuticas donde se encuentra: uso de antiinflamatorios no esteroideos, descanso y evitar las actividades que agraven la sintomatología o el uso de ortopedias. Además de estas opciones también se encuentra la cirugía mediante artroscopia para aquellos casos en los que el resto de las opciones terapéuticas han fracasado(11).

Dentro de los tratamientos propios de la fisioterapia, la evidencia reciente menciona varias terapias que pueden ser empleadas:

- Pilates. Se encontró un estudio en el que se quería valorar la efectividad de un programa de ejercicios basado en el método Pilates, cuyos resultados fueron positivos respecto al grupo que no realizó la intervención basada en el programa de ejercicios de Pilates pero no fueron significativos como para determinar su efectividad por las limitaciones del estudio(22).
- Electrolisis percutánea guiada por ultrasonido. Un artículo hallado en la evidencia reciente quiso valorar el uso de esta terapia junto a un programa de ejercicios excéntricos y estiramientos se valoró su efectividad a corto y largo plazo en pacientes con EL crónico. En dicho estudio se obtuvieron resultados positivos en la disminución de la sintomatología de la EL y disminución de los cambios degenerativos que se producen en el tendón a causa de la patología en medio y largo plazo, así como una menor reincidencia en la EL(14).

- Ondas de choque. Donde se ha encontrado un estudio que valora la efectividad de la terapia junto a una intervención de fisioterápica consistente en ultrasonido (US), electroestimulación transcutánea (TENS), estiramientos y masaje transversal sobre el TCE en el que se obtiene una mejora del dolor y de la fuerza respecto al grupo control(28); además se encontró otro estudio donde se compara la efectividad de las ondas de choque en pacientes agudos y crónicos con EL obteniendo resultados positivos(19). Además, en un tercer estudio reciente hallado también se hace referencia a la mejora de la clínica de pacientes con EL tras la inclusión del tratamiento con ondas de choque a la intervención fisioterápica(4).
- US frente a inyecciones de corticoesteroides. Se halló un estudio en la literatura reciente donde se compara la efectividad de una intervención basada en US y ejercicio terapéutico frente a las inyecciones de corticoesteroides, dando por resultado del estudio que el programa de US y ejercicio da mejores resultados en la disminución del dolor y aumento de la fuerza en el medio y largo plazo(18).
- Inyecciones de plasma frente a la terapia laser. Se encontró un estudio en donde se comparaba la efectividad de una intervención con inyecciones de plasma frente a otra con terapia laser, donde se señaló que ambos métodos favorecen significativamente el aumento de los factores de crecimiento en ese TCE afectado por la EL así como favorece la recuperación del tejido degenerado en el tendón(6).
- Kinesiotaping. En donde la evidencia hallada muestra mejoras significativas en el dolor y fuerza junto a la intervención fisioterápica y un programa de ejercicios(3,4).
- Movilización neural y de la cabeza del radio. Un estudio encontrado en la literatura reciente aplica estas dos terapias junto a un programa de ejercicios y se compara con esa misma aplicación del programa de ejercicios sin ningún otro tipo de terapia más, en donde se obtiene que tanto la aplicación de estas dos terapias junto al programa de ejercicios como solo la aplicación del programa de ejercicios tiene resultados positivos para la EL ya que no se obtienen resultados significativamente favorables hacia ninguna de las intervenciones(1).
- Manipulaciones de la muñeca. En un estudio encontrado se obtienen resultados positivos a corto plazo, los únicos que se consideraron en el estudio, para este tipo de intervención frente a un protocolo consistente en US, masaje, estiramientos y ejercicios de fortalecimiento(25).

- En la literatura reciente se encontró un estudio en el que se compara cual sería la frecuencia ideal de aplicación de fisioterapia, si 2, 3 o 6 días por semana, en un programa de tratamiento fisioterápico consistente en la aplicación de calor, US, TENS y ejercicios concéntrico-excéntricos e isométricos. Donde los resultados no fueron demasiado concluyentes respecto a cuál sería la frecuencia ideal debido a la similitud de resultados, aunque si que se descarta una frecuencia de tratamiento 2 días por semana por ser insuficiente, pero si se hace mención a que la aplicación de 6 días a la semana de tratamiento tiene resultados un poco más positivos(2).
- Otro estudio hallado en la literatura reciente valora la efectividad del ejercicio concéntrico junto a la aplicación simultanea de TENS, en el cual se obtuvieron resultados significativamente positivos en la disminución del dolor y mejora de la fuerza respecto al grupo control que recibió primero la aplicación de TENS y después realizaron los ejercicios concéntricos(27).
- Ejercicio terapéutico mediante contracciones isométricas, excéntricas o concéntrico-excéntricas o una combinación de ellas, donde en la literatura reciente siempre está presente la realización de un plan de ejercicios y se obtiene que hay un efecto positivo en la reducción del dolor y aumento de la fuerza(5,7,15,16,23). Se debe hacer especial mención dentro de la literatura reciente a los últimos estudios de **Jill Cook**, donde se destaca la efectividad del ejercicio isométrico frente al ejercicio isotónico en lo referido a la disminución del dolor en tendinopatías, puesto que ejercicio isométrico consigue una mayor analgesia, de aparición más inmediata y que permite la realización de unos aproximadamente 45 minutos de ejercicio sin dolor tras la ejecución de este tipo de ejercicio lo cual permite una mayor carga de trabajo y/o mejor técnica de ejecución de la actividad a desarrollar o de utilizarlo en deportistas con tendinopatías que se encuentran en mitad de la temporada de competición, puesto que si se elimina el dolor también desaparece el miedo al movimiento doloroso y pudiendo ayudar a que el atleta no vea alterado su rendimiento deportivo(34,35).

Por todo lo expuesto anteriormente, se decide valorar la eficacia el ejercicio isométrico junto al excéntrico-concéntrico frente al ejercicio excéntrico en el tendón de los epicóndilos, ya que pese a la controversia y carencias halladas en la evidencia reciente sobre el origen, fisiopatología y tratamiento más eficaz en la EL, así como la evidente necesidad de realizar más estudios sobre la patología, de mejor calidad metodológica, con mayores muestras de sujetos y valorando mejor la efectividad en los

distintos plazos de tiempo de la mayoría de las terapias empleadas, todos ponen de manifiesto que la realización de algún tipo de ejercicio, ya sea isométrico o isotónico, y combinarlo con otra terapia es fundamental en la recuperación de la patología puesto que favorece una más eficaz y mejor recuperación de la patología. Por ello el objeto del estudio es intentar arrojar algo de luz sobre cuál de las dos formas de ejercicio resulta más beneficioso para futuras intervenciones fisioterapéuticas de la EL.

2. Evaluación de la evidencia

Se realizaron búsquedas bibliográficas a través de las siguientes bases de datos: PubMed, y EBSCO (empleando las bases de datos Academic Search Complete, CINAHL y MEDLINE).

Términos empleados:

N.º	Término castellano	Término/s inglés
1	Epicondialgia lateral	Tennis elbow (Mesh)
2	Ejercicio isométrico	Isometric exercise
3	Ejercicio excéntrico-concéntrico	Eccentric-concentric exercise
4	Ejercicio excéntrico	Eccentric exercise
5	Fisioterapia	Physiotherapy Physical therapy
6	Medición del dolor	Pain measurement
7	Medición de la fuerza	Strength measurement
8	Tendinopatía	Tendinopathy
9	Ejercicio terapéutico	Therapeutic exercise

Tabla 3: Términos empleados (elaboración propia)

Se realiza una combinación de los términos previamente mencionados estableciendo una estrategia de búsqueda en las diferentes bases de datos.

En PubMed se aplican filtros de búsqueda a partir del año 2013 y en humanos. Donde se encontraron un total de 101 artículos de los cuales 43 fueron utilizados.

En EBSCO se aplican filtros de búsqueda de artículos a partir del año 2013. Dando como resultado un total de 32 artículos, siendo de utilidad para el estudio 15 artículos.

Además de los artículos empleados como resultado de la búsqueda sistemática también se realizaron búsquedas manuales de artículos, donde se añadieron 11 artículos de especial relevancia y se emplearon 3 libros de interés para el estudio.

N = 147 artículos.

Estrategias de búsqueda empleadas:

Buscador	Estrategia de búsqueda	N.º artículos encontrados	N.º artículos descartados por título o abstract	N.º artículos utilizados/válidos
Pubmed	<i>((tennis elbow) AND eccentric-concentric exercise) AND physical therapy</i>	1	0	1
	<i>((pain measurement) AND isometric exercise) AND tendinopathy) AND physical therapy</i>	29	19	10
	<i>((tennis elbow) AND pain measurement) AND therapeutic exercise</i>	9	0	9
	<i>((tendinopathy) AND strength measurement) AND isometric exercise</i>	13	8	5
	<i>((((tennis elbow) AND isometric exercise) AND eccentric exercise) AND physical therapy) AND pain measurement</i>	4	0	4

	<i>((tennis elbow) AND pain measurement) AND physical therapy</i>	25	11	14
	<i>((isometric exercise) AND eccentric exercise) AND pain measurement) AND tendinopathy</i>	14	10	4
	<i>((isometric exercise) AND eccentric exercise) AND strength measurement) AND tendinopathy</i>	6	3	3
EBSCO	<i>tennis elbow AND pain measurement AND therapeutic exercise</i>	10	1	9
	<i>tendinopathy AND strength measurement AND isometric exercise</i>	1	1	0
	<i>tennis elbow AND pain measurement</i>	20	14	6

	<i>AND physical therapy</i>			
	<i>isometric exercise AND eccentric exercise AND pain measurement AND tendinopathy</i>	1	1	0

Tabla 4: Estrategias de búsqueda PubMed y EBSCO (elaboración propia).

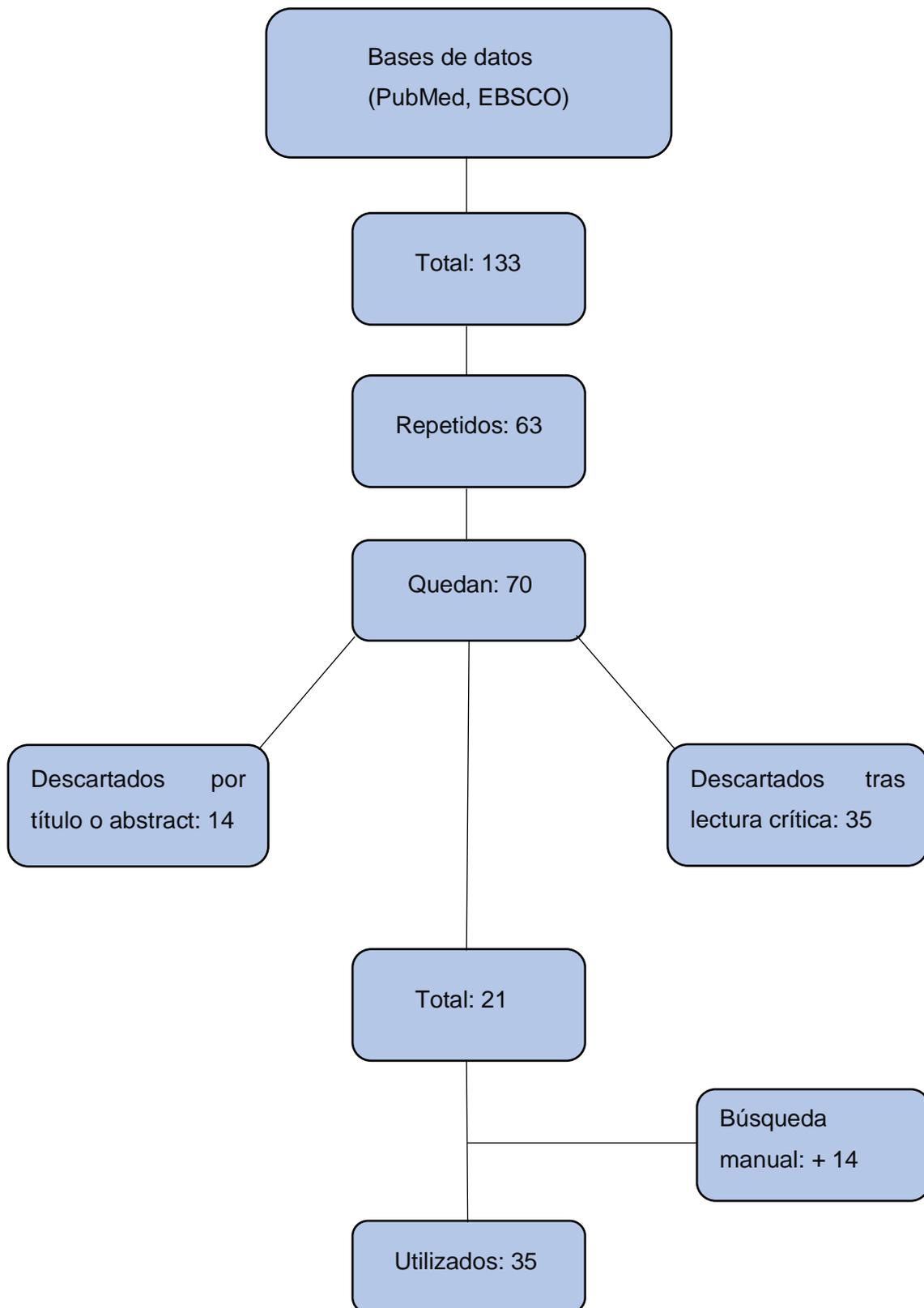


Diagrama de flujo 1: elaboración propia

3. Objetivos del estudio

Objetivo principal

Determinar si el ejercicio isométrico junto al ejercicio concéntrico-excéntrico es más efectivo que el ejercicio excéntrico en el tratamiento de tenistas con epicondilalgia lateral.

Objetivos específicos

Comparar la variación de la intensidad del dolor tras la aplicación del ejercicio isométrico junto al ejercicio concéntrico-excéntrico respecto al ejercicio excéntrico en pacientes con epicondilalgia lateral.

Comparar la variación de la fuerza tras la aplicación del ejercicio isométrico junto al ejercicio concéntrico-excéntrico respecto al ejercicio excéntrico en paciente con epicondilalgia lateral.

4. Hipótesis

La aplicación del ejercicio isométrico junto al ejercicio concéntrico-excéntrico es más efectiva que el ejercicio excéntrico en pacientes con epicondialgia lateral en la disminución del dolor y aumento de fuerza.

5. Metodología

5.1 Diseño

Se realiza un estudio analítico experimental, prospectivo distribuido en 2 grupos: un grupo experimental en el que se aplicará un programa de ejercicio isométrico y concéntrico-excéntrico, y un grupo control en el que se aplicará un programa de ejercicio excéntrico. A ambos grupos se les medirá el dolor mediante un algómetro barométrico modelo Wagner FDK 100 y se les medirá la fuerza de agarre mediante el dinamómetro BTE Primus RS.

En el estudio presentado no se puede cegar al fisioterapeuta evaluador por el conocimiento de las técnicas a aplicar, ni a los sujetos dado que se les informará de los procedimientos mediante la hoja de consentimiento. El estadístico será el único que desconocerá a que grupo pertenece cada uno de los sujetos de estudio. Con el fin de preservar el anonimato de los sujetos y de limitar el acceso a los datos a los miembros del equipo investigador, tal como expone la Ley Orgánica 3/2018 de 5 de diciembre, de protección de datos personales y garantía de los derechos digitales, se dispondrá de dos bases de datos, una con los datos personales y otra únicamente con los datos de investigación y número de identificación.

La distribución de los sujetos en los distintos grupos se realizará de manera aleatoria mediante el uso de la aplicación Microsoft Excel®.

Para la realización del presente estudio se ha cumplido con la normativa legal vigente además de solicitar la aprobación del Comité Ético de Investigación Clínica (CEIC), organismo responsable de aprobar aquellos aspectos éticos relevantes para la realización del trabajo de investigación con personas y velar por el cumplimiento de sus derechos (ANEXO III). Además, todos los sujetos del estudio serán previamente informados del procedimiento del estudio a través de la hoja de consentimiento informado para poder realizar la investigación (ANEXO IV).

5.2 Sujetos de estudio

- Población diana: Como consecuencia de falta de consenso en la prevalencia de la EL, se incluirán jugadores y jugadoras de tenis (adultos jóvenes) entre 20 y 40 años(36).
- Población de estudio: jugadores y jugadoras de tenis entre los 20 y 40 años que cumplan con los criterios de inclusión.
- Criterios de inclusión: características que deben tener los sujetos para poder entrar en el estudio:
 - a) Jugadores/as de tenis que compitan en la Federación de Tenis de Madrid o no federados que practiquen el deporte con una regularidad de al menos 3 días/semana.
 - b) Edad comprendida entre los 20 y 40 años.
 - c) Diagnosticado con EL en el miembro hábil de juego
- Criterios de exclusión: características que impiden formar parte del estudio.
 - a) Pacientes con EL bilateral.
 - b) Cualquier tipo de alteración cognitiva o física que impida al sujeto realizar correctamente el estudio.
 - c) Padecer en el momento de la inclusión en el estudio de otra patología musculoesquelética ajena a la EL.
- Muestra y determinación del tamaño muestral:

Para calcular el tamaño de la muestra, se utilizará la siguiente fórmula:

$$n = \frac{2K * SD^2}{d^2}$$

En donde se identifican los siguientes datos que vamos a usar:

- K: Es una constante, obtenida de la tabla que aparece a continuación. En nuestro caso, el valor es de 13, con un poder estadístico (1 -β) del 95% y un nivel de significación (α) del 5%.

Poder estadístico (1 -β)	Nivel de significación (α)		
	5%	1%	0'10%
80%	7'8	11'7	17'1
90%	10'5	14'9	20'9
95%	13	17'8	24'3

Tabla 5: Valor de K (elaboración propia).

- SD y d: La desviación estándar (SD) y la precisión (d) han sido obtenidas del artículo *Effects of concentric contraction of the wrists and transcutaneous electrical nerve stimulation cycle on pain and muscle strenght in lateral epicondylitis patients*, cuyo valor para la SD es de 11'34 y para la d es de 8'54.

Una vez que se tienen todos los datos, el resultado de la ecuación es el siguiente:

$$n = \frac{2K * SD^2}{d^2} = \frac{2 * 13 * 11'34^2}{8'54^2} = 45'84 = 46$$

Tras la realización de los cálculos obtenemos que n tiene un valor de 46, muestra a la cual debemos aplicar un 15% para que en el caso de posibles pérdidas de sujetos el estudio no se vea afectado. Por lo que el resultado de n será de 53 sujetos por grupo. El número total de sujetos del estudio será de **106**.

5.3 Variables

Variable	Tipo de variable	Unidad medida	Herramienta medición
Tipo de tratamiento	Independiente, cualitativa, dicotómica		0 = G. Control 1 = G. Intervención
Momento de la medición	Independiente, cualitativa, dicotómica		0 = Pretratamiento 1 = Postratamiento
Dolor	Dependiente, cuantitativa, continua	Newton	Algómetro Wagner FDK 100
Fuerza	Dependiente, cuantitativa, continua	Newton	BTE Primus RS

Tabla 6: tabla de variables (elaboración propia).

Las variables tipo de tratamiento y momento de la medición son independientes, cualitativas y dicotómicas ya que solo tienen dos únicos valores cada una de las variables; la primera presenta la pertenencia al grupo control (GC) por un lado o al grupo intervención (GI) por el otro, mientras que la segunda variable presenta el pretratamiento y postratamiento.

Las variables dolor y fuerza son dependientes, cualitativas y continuas ya que las herramientas de medición empleadas permiten obtener valores comprendidos entre los números enteros.

5.4 Hipótesis operativa

- Hipótesis nula (H_0): la aplicación del ejercicio isométrico junto con el ejercicio concéntrico-excéntrico no produce diferencias estadísticamente significativas en la disminución del dolor respecto a la aplicación del ejercicio excéntrico. Si se dieran diferencias se debería al azar.

Hipótesis alternativa (H_1): la aplicación del ejercicio isométrico junto con el ejercicio concéntrico-excéntrico produce diferencias estadísticamente significativas en la disminución del dolor respecto a la aplicación del ejercicio excéntrico. Si se dieran diferencias se debería al azar.

- b. Hipótesis nula (H_0): la aplicación del ejercicio isométrico junto con el ejercicio concéntrico-excéntrico no produce diferencias estadísticamente significativas en el aumento de la fuerza respecto a la aplicación del ejercicio excéntrico. Si se dieran diferencias se debería al azar.

Hipótesis alternativa (H_1): la aplicación del ejercicio isométrico junto con el ejercicio concéntrico-excéntrico produce diferencias estadísticamente significativas en el aumento de la fuerza respecto a la aplicación del ejercicio excéntrico. Si se dieran diferencias se debería al azar.

5.5 Recogida, análisis de datos, contraste de la hipótesis

Los datos personales de los sujetos se les recogerán a través de la hoja de recogida de datos (ANEXO V) por el investigador principal, hoja en la cual aparecerá el número identificador de cada sujeto y poder mantener el anonimato.

Los datos obtenidos en la algometría y dinamometría serán recopilados por el investigador principal y el fisioterapeuta colaborador, quienes serán asignados al GC y GC respectivamente para evitar el sesgo interexaminador, al inicio del estudio antes de iniciar la intervención asignada a cada grupo y al finalizar el periodo de duración de 15 semanas de la intervención.

Los datos recopilados serán introducidos en el programa Microsoft Excel® y analizados mediante el programa estadístico IBM SPSS® Statistics Desktop 22.0 por el experto analista, donde se realizará:

- Análisis descriptivo: donde se describe el comportamiento de la muestra según las variables a estudiar. Se recogerá para cada una de las variables:
 - Media: valor resultante de la suma de los valores obtenidos de cada variable dividida entre el tamaño muestral.

- Desviación típica: valor que expresa la distancia promedio de los valores de cada variable de su media.
- Coeficiente de variación: valor que establece la relación de la desviación típica en cada variable respecto a su media aritmética.
- Análisis inferencial: donde se realizará un contraste de hipótesis bilateral de las diferencias presentes en cada variable dependiente en las medias entre la medición pretratamiento y postratamiento a través de los test correspondientes. Se realizará en cada grupo la diferencia entre las medias de las mediciones pre y post de cada variable dependiente para obtener la variable diferencia para, a continuación, realizar una comparación de medias de muestras no relacionadas que se hará comparando entre ambos grupos la media de la variable diferencia de cada variable.

En un primer lugar, se utilizará la prueba de Kolmogorov-Smirnov para determinar si el comportamiento de la muestra se encuentra dentro de los rangos de normalidad de las variables, para comprobar la homogeneidad de la muestra se someterá al Test de Levene de homogeneidad de las varianzas. Si como resultado en ambas pruebas obtenemos que $p > 0.05$ se estará cumpliendo el principio de normalidad, por lo que utilizaremos el test paramétrico T-Student de muestras independientes. En el caso obtener en ambas pruebas un resultado de $p < 0.05$ no tendremos una distribución normal ni homogeneidad en la varianza de los grupos del estudio, por lo que debemos realizar una prueba no paramétrica para muestras independiente, el test U de Mann-Whitney.

Tanto para la T-Student como para la U de Mann-Whitney debemos fijarnos en el valor que determina p:

- Si el valor es $p > 0.05$ podemos afirmar que no se aprecian diferencias estadísticamente significativas ya que los resultados entre las mediciones pretratamiento y postratamiento pueden deberse al azar y en consecuencia no podremos rechazar la hipótesis nula.
- Si el valor es $p < 0.05$ se están obteniendo diferencias estadísticamente significativas y si podremos rechazar la hipótesis nula.

Los resultados obtenidos por las variables dependientes serán representados mediante un diagrama de barras, los resultados de las variables independientes mediante un gráfico de sectores.

5.6 Limitaciones del estudio

Debido a disponibilidad de un solo dinamómetro BTE Primus RS ubicado en la Escuela de Enfermería y Fisioterapia de la Universidad Pontificia de Comillas, es una posible limitación debido a la posible lejanía. La cual se podría solventar si alguna entidad financiase parte del estudio y pusiera a disposición de los sujetos un servicio de transporte gratuito.

Otra limitación en el estudio es la falta de consenso en la epidemiología de la EL, así como la ausencia de un protocolo de actuación.

La validez externa del estudio es otra de las limitaciones que encontramos, ya que los resultados obtenidos solo son aplicables al rango de edad incluido en el estudio.

5.7 Equipo investigador

El equipo de trabajo estará formado por:

- Un investigador principal: Sergio Garrido López, fisioterapeuta graduado por la Universidad Pontificia de Comillas.
- Fisioterapeuta colaborador: con la formación de Máster en biomecánica y fisioterapia deportiva de la Universidad Pontificia de Comillas.
- Experto analista: que lleva a cabo el análisis y cruce de resultados.

6. Plan de trabajo

6.1 Diseño de la intervención

En primer lugar, se solicitará la aprobación del proyecto al CEIC (Anexo III) de la universidad y se revisará que se cumpla la última revisión de la declaración del Helsinki. Una vez que se reciba su aprobación dará comienzo el proyecto y se reunirá el equipo que llevara a cabo la investigación.

El siguiente paso será conseguir los sujetos a los que se realizará el estudio, para ello contactaremos con la Federación de Tenis de Madrid para que nos derive a aquellos jugadores que pueden ser potenciales sujetos de estudio, a los que se citará en la universidad para aplicar los criterios de inclusión y exclusión. Aquellos jugadores que cumplan los criterios de inclusión se les entregará el consentimiento informado (ANEXO IV), que deberán entregar firmado, y la hoja de recogida de datos personales (ANEXO V). Una vez que se hayan recogido todos los documentos se numerará a cada sujeto para anonimizarlo y proteger sus datos personales. La numeración de los sujetos será introducida en el programa Microsoft Excel® para aleatorizarlos, siendo los números pares asignados al GI y los impares al GC.

Una vez obtenida toda la información mencionada anteriormente se procederá a planificar las fechas para citar a los sujetos y llevar a cabo las mediciones y comenzar con el protocolo de ejercicios de cada grupo.

La medición de la fuerza con el dinamómetro BTE Primus RS se realizará al inicio del estudio y una vez éste haya concluido a las 15 semanas. El sujeto deberá realizar una contracción isométrica máxima de agarre durante 6 segundos, ésta se repetirá 3 veces con un descanso de 30 segundos entre repetición y el valor final de la prueba será la media de los valores obtenidos. La herramienta 162 se colocará en la posición número 2 para los sujetos femeninos y en la posición número 3 para los sujetos masculinos; la posición de los sujetos está determinada por las recomendaciones de la American Society of Hand Therapist (ASHT), la cual consiste en(29,30):

- Los sujetos estarán en bipedestación con ambos pies en la misma línea que sus hombros frente al BTE Primus, cuya altura se regulará para cada sujeto.

- Hombro en aducción y posición neutra de rotación y de flexo-extensión. Se les coloca una cuña entre el brazo y el lateral del tórax para evitar compensaciones musculares.
- Codo en 90 grados de flexión y antebrazo en posición neutral.
- Muñeca entre 0 y 30 grados de extensión y entre 0 y 15 de desviación cubital.

La pantalla del equipo no será visible a los sujetos durante el test para que no reciban información visual durante la medición, así como no habrá ningún tipo de input auditivo para los sujetos. Cada sujeto realizará previamente una prueba para familiarizarse con la actividad a realizar durante la medición.

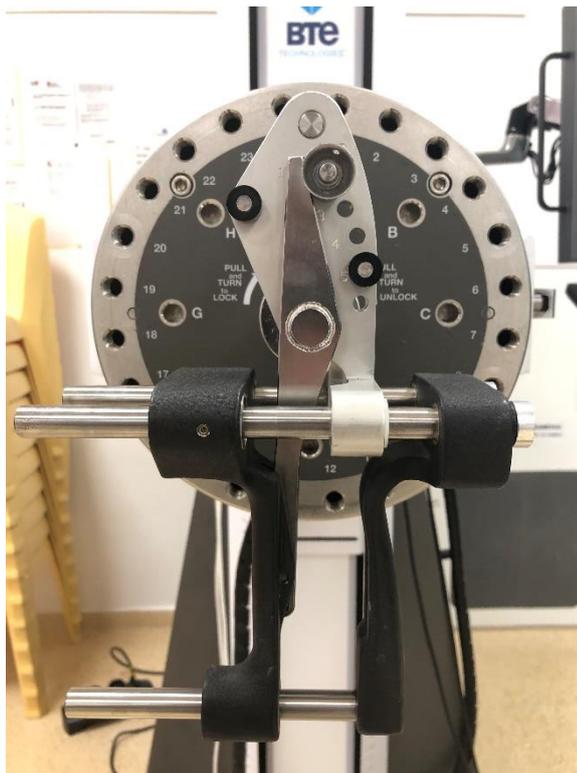


Imagen 4: posición 2 de la herramienta 162 (elaboración propia).

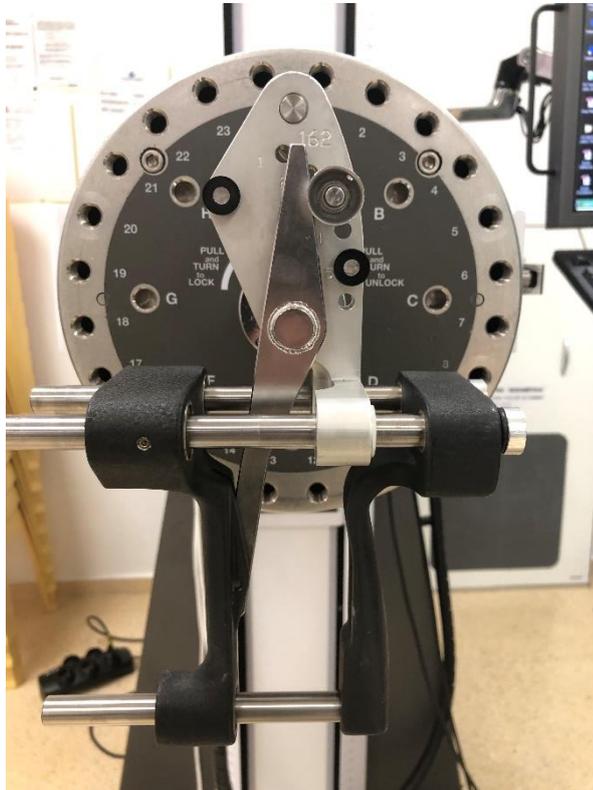


Imagen 5: posición 3 de la herramienta 162 (elaboración propia).

La medición del dolor con el algómetro Wagner FDK 100 se realizará al inicio del estudio y una vez éste haya concluido a las 15 semanas. El sujeto estará sentado en una silla con respaldo y apoyado en éste, mirando al frente, con el brazo sobre una camilla regulable en altura para que se coloque en abducción de 90 grados, con el codo en 90 grados, antebrazo en pronación y mano extendida con la palma en contacto con la camilla. El evaluador se situará de pie y paralelamente a la dirección del antebrazo del sujeto. Previamente a la medición se le comunicara al sujeto que se le irá aplicando una presión progresiva y que deberá avisarnos mediante una orden verbal concisa que comienza a sentir dolor en la zona de la presión aplicada y/o siente dolor referido. La presión se ejercerá de forma perpendicular sobre el TCE e irá aumentando de forma progresiva hasta que el sujeto nos comunique que comienza a sentir dolor, momento en el cual dejaremos de aplicar la presión. Este proceso se realizará 3 veces y el resultado será el valor medio de las tres mediciones.



Imagen 6: posición de medición con el algómetro (elaboración propia)

Debido a la falta de consenso, el programa de ejercicios a emplear en cada grupo del estudio está basado en el protocolo realizado por Jill Cook para tendón rotuliano(34). Antes de comenzar el programa de ejercicios se realizará un test de fuerza máxima para determinar la carga máxima con la que el sujeto es capaz de realizar 8 repeticiones máximas (8RM) para cada ejercicio concéntrico-excéntrico y excéntricos, cuya carga irá aumentando semanalmente un 2'5%. Para los ejercicios isométricos la carga a emplear será 4 veces superior a la empleada en el resto de los ejercicios. El protocolo de ejercicios se realizará 3 veces por semana, con peso libre, durante un total de 15 semanas en ambos grupos. El protocolo será el siguiente:

Realización del test 8RM:

1. Realizar calentamiento previo al inicio del test para evitar lesiones.
2. Determinar una carga que el sujeto pueda levantar más de 8 veces.
3. Realizar varias repeticiones.
4. Descanso de 1 a 5 minutos según el sujeto.
5. Incrementar el peso 1kg.
6. Repetir el proceso hasta que el sujeto solo pueda realizar 8 repeticiones.

Grupo intervención:

1. Ejercicios isométricos: se le pedirá al sujeto una contracción isométrica máxima que sea capaz; se realizarán 5 series de 45 segundos de duración con un descanso de 60 segundos entre series para permitir el descanso muscular. Durante la realización del ejercicio se le proporcionan instrucciones verbales para que no pierda la atención durante el ejercicio. Los ejercicios son:

- 1.1. Contracción isométrica máxima de agarre con la muñeca en una extensión de 30° , para ello la palma de la mano debe estar paralela al suelo, el codo en flexión de 90° y el hombro en aducción. El sujeto se colocará en bipedestación con ambos pies en la misma línea que sus hombros.

- 1.2. Contracción isométrica máxima de agarre con el antebrazo en una pronación de 45° , para ello el codo debe estar en flexión de 90° y el hombro en aducción. El sujeto se colocará en bipedestación con ambos pies en la misma línea que sus hombros.

2. Ejercicios concéntricos-excéntricos: se realizarán 4 series de 8 repeticiones, con una duración de la fase concéntrica de 3 segundos y de 4 segundos para la fase excéntrica, un descanso entre series de 60 segundos y una carga inicial del 80% de la 8RM que se irá incrementando un 2'5% semanalmente. Los ejercicios son:

- 2.1. Extensión de muñeca: se realizará un ejercicio que implica la contracción isotónica de la musculatura extensora de la muñeca, oscilará en un rango de movimiento (ROM) que resulte cómodo al sujeto comprendido entre los 45° de flexión de muñeca y los 80° de extensión de muñeca. La posición de inicio será con la mayor flexión de muñeca posible y la posición final en la mayor extensión de muñeca posible dentro del ROM anteriormente descrito. Para la correcta ejecución el sujeto deberá estar en bipedestación con ambos pies en la misma línea que sus hombros con la palma de la mano debe estar paralela al suelo, antebrazo en la pronación de 70° , el codo en flexión de 90° y el hombro en aducción.

2.2. Supinación del antebrazo: se realizará un ejercicio que implica la contracción isotónica de la musculatura supinadora del antebrazo, oscilará en un ROM que resulte cómodo al sujeto comprendido entre los 70° de pronación y los 80° de supinación del antebrazo. La posición de inicio será con el antebrazo en la mayor pronación posible y la posición final será con el antebrazo en la mayor supinación posible dentro del ROM anteriormente descrito. Para la correcta ejecución el sujeto deberá estar en bipedestación con ambos pies en la misma línea que sus hombros con la muñeca en posición neutra, la palma de la mano debe estar paralela al suelo, el codo en flexión de 90° y el hombro en aducción.

Grupo control:

1. Ejercicios excéntricos: se realizarán 4 series de 8 repeticiones, con una duración de la fase excéntrica de 5 segundos, un descanso entre series de 60 segundos y una carga inicial del 80% de la 8RM que se irá incrementando un 2'5% semanalmente. Al no haber fase concéntrica la vuelta a la posición de inicio de cada ejercicio se realizará con la ayuda del miembro no afecto para evitar contracciones concéntricas entre las repeticiones de los ejercicios. Los ejercicios son:

1.1. Excéntrico de la extensión de muñeca: se realizará un ejercicio que implica la contracción excéntrica de la musculatura extensora de la muñeca, oscilará en un ROM que resulte cómodo al sujeto comprendido entre los 45° de flexión de muñeca y los 80° de extensión de muñeca. La posición de inicio será con la mayor extensión de muñeca posible y la posición final en la mayor flexión de muñeca posible dentro del ROM anteriormente descrito. Para la correcta ejecución el sujeto deberá estar en bipedestación con ambos pies en la misma línea que sus hombros con la palma de la mano debe estar paralela al suelo, antebrazo en la pronación de 70°, el codo en flexión de 90° y el hombro en aducción.

1.2. Excéntrico de la supinación del antebrazo: se realizará un ejercicio que implica la contracción excéntrica de la musculatura supinadora del antebrazo, oscilará en un ROM que resulte cómodo al sujeto comprendido entre los 70° de pronación y los 80° de supinación del antebrazo. La posición de inicio será con el antebrazo en la mayor supinación posible y la posición final será con el antebrazo en la mayor

pronación posible dentro del ROM anteriormente descrito. Para la correcta ejecución el sujeto deberá estar en bipedestación con ambos pies en la misma línea que sus hombros con la muñeca en posición neutra, la palma de la mano debe estar paralela al suelo, el codo en flexión de 90° y el hombro en aducción.

Tanto los resultados de las mediciones, como el 8RM inicial y la carga utilizada durante cada semana del estudio se apuntarán en la hoja de recogida de datos del estudio (ANEXO VI), la cual posteriormente será entregada al experto analista para realizar el análisis estadístico explicado anteriormente, quien remitirá los datos obtenidos al investigador principal para redactar las conclusiones oportunas y la discusión del estudio.

6.2 Etapas de desarrollo

TAREAS	FECHA DE REALIZACION Y DURACION
Redacción del proyecto	Septiembre 2018 a Mayo 2019 (9 meses)
Aprobación del proyecto por parte del CEIC	Junio 2019 a Julio 2019 (2 meses)
Selección del equipo investigador, reunión y división de tareas	29 de Julio al 4 de Agosto 2019 (1 semana).
Contacto con la federación y selección de la muestra	Septiembre 2019 a Noviembre 2019 (3 meses) No se contacta en Agosto debido a ser periodo vacacional
Primera medición	Final Noviembre 2019 a Diciembre 2019 (1 mes)
Segunda medición	Marzo 2020 a mediados de Abril 2020 (1 mes y medio)
Análisis de datos	Mayo 2020 (1 mes)
Redacción de conclusiones finales	Primera quincena de Junio 2020

Tabla 7: etapas de desarrollo (elaboración propia).

6.3 Distribución de tareas de todo el equipo investigador

Investigador principal y diseñador del estudio:

Sergio Garrido López, grado en fisioterapia por la Escuela Universitaria de Enfermería y Fisioterapia (EUEF) de la Universidad Pontificia de Comillas. Será el encargado de:

- Diseñar y redactar el proyecto.
- Reunir al resto del equipo investigador, asignación de tareas y coordinación de reuniones.
- Selección de la muestra.
- Dar información del estudio al CEIC de la EUEF y a los sujetos participantes del estudio.
- Mediciones y seguimiento de los sujetos del GI durante las sesiones, así como recopilar los datos del GI.
- Redacción de las conclusiones y discusión del proyecto.

Fisioterapeuta investigador colaborador:

Será el encargado de realizar las mediciones y seguimiento de los sujetos durante las sesiones del GC, así como se encargará de la recogida de datos del GC.

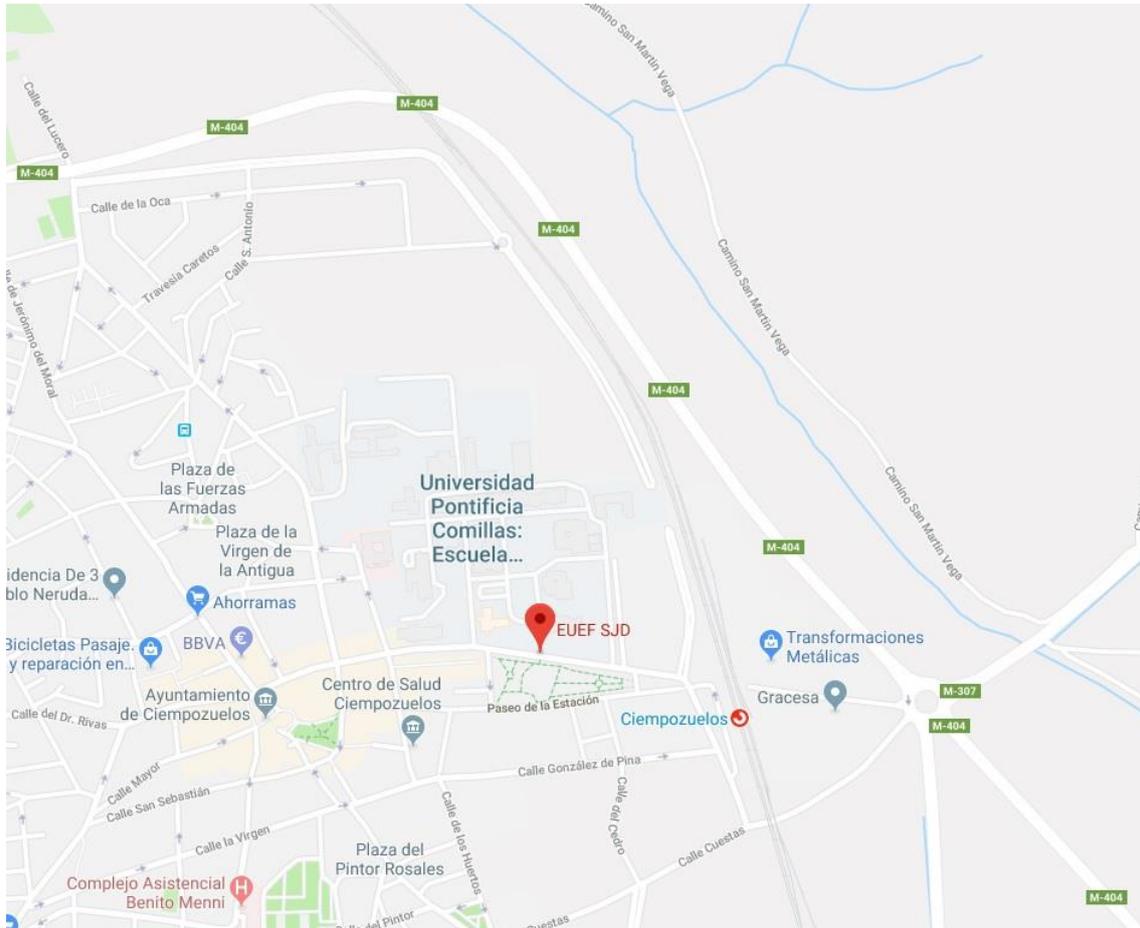
Cada investigador es asignado exclusivamente a un grupo del estudio para eliminar el sesgo interexaminador.

Experto analista:

Será el responsable de toda la metodología de la investigación y cruce de resultados.

6.4 Lugar de realización del proyecto

El estudio se llevará a cabo por completo en la EUEF de la Universidad Pontificia de Comillas, ubicada en la avenida San Juan de Dios, número 1, 28350, Ciempozuelos, Madrid.



7. Listado de referencias

- (1) Dabholkar AS, Kalbande VM, Yardi S. Neural Tissue Mobilisation Using ULTT2b and Radial Head Mobilisation v/s Exercise Programme in Lateral Epicondylitis. *Indian Journal of Physiotherapy & Occupational Therapy* 2013 October;7(4):247-252.
- (2) Changes in Pain, Dysfunction, and Grip Strength of Patients with Acute Lateral Epicondylitis Caused by Frequency of Physical Therapy: A Randomized Controlled Trial. *Journal of Physical Therapy Science* 2014 July;26(7):1037-1040.
- (3) Wegener RL, Brown T, O'Brien L. The use of elastic therapeutic tape and eccentric exercises for lateral elbow tendinosis: a case series. *Hand Therapy* 2015 June;20(2):56-63.
- (4) Eraslan L, Yuce D, Erbilici A, Baltaci G. Does Kinesiotaping improve pain and functionality in patients with newly diagnosed lateral epicondylitis? *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc* 2018 Mar;26(3):938-945.
- (5) Raman J, MacDermid JC, Grewal R. Effectiveness of different methods of resistance exercises in lateral epicondylitis--a systematic review. *J Hand Ther* 2012 Jan-Mar;25(1):25; quiz 26.
- (6) Tetschke E, Rudolf M, Lohmann CH, Stärke C. Autologous proliferative therapies in recalcitrant lateral epicondylitis. *Am J Phys Med Rehabil* 2015 Sep;94(9):696-706.
- (7) Stasinopoulos D, Stasinopoulos I. Comparison of effects of eccentric training, eccentric-concentric training, and eccentric-concentric training combined with isometric contraction in the treatment of lateral elbow tendinopathy. *J Hand Ther* 2017 Jan - Mar;30(1):13-19.
- (8) Gerald R. Williams MD, Matthew L. Ramsey MD, Sam W. Wiesel MD. *Técnicas quirúrgicas en hombro y codo*. 1st ed. ed.: Lippincott Williams & Wilkins; 2011.
- (9) Rouviere H DA. *Anatomía Humana. Descriptiva, Topográfica y Funcional*. Tomo III. 11th ed. ed.: Masson; 2005.
- (10) Schunke M, Schulte E, Schumacher U, Voll M, Wesker K. *Prometheus texto y atlas de anatomía*. 2nd ed. ed.: Medica Panamericana; 2011.
- (11) Ahmad Z, Siddiqui N, Malik SS, Abdus-Samee M, Tytherleigh-Strong G, Rushton N. Lateral epicondylitis: a review of pathology and management. *Bone Joint J* 2013 Sep;95-B(9):1158-1164.
- (12) Dines JS, Bedi A, Williams PN, Dodson CC, Ellenbecker TS, Altchek DW, et al. Tennis injuries: epidemiology, pathophysiology, and treatment. *J Am Acad Orthop Surg* 2015 Mar;23(3):181-189.
- (13) Chesterton LS, Lewis AM, Sim J, Mallen CD, Mason EE, Hay EM, et al. Transcutaneous electrical nerve stimulation as adjunct to primary care management for tennis elbow: pragmatic randomised controlled trial (TATE trial). *BMJ: British Medical Journal (Clinical Research Edition)* 2013 June;347:f5160.

- (14) Valera-Garrido F, Minaya-Muñoz F, Medina-Mirapeix F. Ultrasound-guided percutaneous needle electrolysis in chronic lateral epicondylitis: short-term and long-term results. *Acupunct Med* 2014 Dec;32(6):446-454.
- (15) Ortega-Castillo M, Medina-Porqueres I. Effectiveness of the eccentric exercise therapy in physically active adults with symptomatic shoulder impingement or lateral epicondylar tendinopathy: A systematic review. *J Sci Med Sport* 2016 Jun;19(6):438-453.
- (16) Menta R, Randhawa K, Côté P, Wong JJ, Yu H, Sutton D, et al. The effectiveness of exercise for the management of musculoskeletal disorders and injuries of the elbow, forearm, wrist, and hand: a systematic review by the Ontario Protocol for Traffic Injury Management (OPTIMA) collaboration. *J Manipulative Physiol Ther* 2015 Sep;38(7):507-520.
- (17) Koh C, Seffinger MA. Muscle Energy Technique Improves Chronic Lateral Epicondylitis. *J Am Osteopath Assoc* 2016 01 01;116(1):58.
- (18) Murtezani A, Ibraimi Z, Villasolli TO, Silamniku S, Krasniqi S, Vokrri L. Exercise and Therapeutic Ultrasound Compared with Corticosteroid Injection for Chronic Lateral Epicondylitis: A Randomized Controlled Trial. *Ortop Traumatol Rehabil* 2015 Jul-Aug;17(4):351-357.
- (19) Köksal İ, Güler O, Mahiroğulları M, Mutlu S, Çakmak S, Akşahin E. Comparison of extracorporeal shock wave therapy in acute and chronic lateral epicondylitis. *Acta Orthop Traumatol Turc* 2015;49(5):465-470.
- (20) Weber C, Thai V, Neuheuser K, Groover K, Christ O. Efficacy of physical therapy for the treatment of lateral epicondylitis: a meta-analysis. *BMC Musculoskelet Disord* 2015 Aug 25;16:223.
- (21) Sanders TL, Maradit Kremers H, Bryan AJ, Ransom JE, Smith J, Morrey BF. The epidemiology and health care burden of tennis elbow: a population-based study. *Am J Sports Med* 2015 May;43(5):1066-1071.
- (22) Dale LM, Mikuski C, Miller J. Outcomes of a pilates-based intervention for individuals with lateral epicondylitis: A pilot study. *Work* 2015;53(1):163-174.
- (23) Cullinane FL, Boocock MG, Trevelyan FC. Is eccentric exercise an effective treatment for lateral epicondylitis? A systematic review. *Clin Rehabil* 2014 Jan;28(1):3-19.
- (24) Macdermid JC, Silbernagel KG. Outcome Evaluation in Tendinopathy: Foundations of Assessment and a Summary of Selected Measures. *J Orthop Sports Phys Ther* 2015 November;45(11):950-964.
- (25) Joshi S, Metgud S, C. E. Comparing the effects of Manipulation of Wrist and Ultrasound, Friction Massage and Exercises on Lateral Epicondylitis: A Randomized Clinical Study. *Indian Journal of Physiotherapy & Occupational Therapy* 2013 July;7(3):205-209.
- (26) Desmeules F, Boudreault J, Dionne CE, Frémont P, Lowry V, MacDermid JC, et al. Efficacy of exercise therapy in workers with rotator cuff tendinopathy: a systematic review. *J Occup Health* 2016 Sep 30;58(5):389-403.

- (27) Effects of concentric contraction of the wrists and transcutaneous electrical nerve stimulation cycle on pain and muscle strength in lateral epicondylitis patients. *Journal of Physical Therapy Science* 2017 December;29(12):2081-2084.
- (28) Yang T, Huang Y, Lau Y, Wang L. Efficacy of Radial Extracorporeal Shock Wave Therapy on Lateral Epicondylitis, and Changes in the Common Extensor Tendon Stiffness with Pretherapy and Posttherapy in Real-Time Sonoelastography: A Randomized Controlled Study. *Am J Phys Med Rehabil* 2017 Feb;96(2):93-100.
- (29) Shechtman O, Hope LM, Sindhu BS. Evaluation of the torque-velocity test of the BTE-Primus as a measure of sincerity of effort of grip strength. *J Hand Ther* 2007 Oct-Dec;20(4):334; quiz 335.
- (30) Shechtman O, Davenport R, Malcolm M, Nabavi D. Reliability and validity of the BTE-Primus grip tool. *J Hand Ther* 2003 Jan-Mar;16(1):36-42.
- (31) Nishizuka T, Iwatsuki K, Kurimoto S, Yamamoto M, Hirata H. Efficacy of a forearm band in addition to exercises compared with exercises alone for lateral epicondylitis: A multicenter, randomized, controlled trial. *J Orthop Sci* 2017 Mar;22(2):289-294.
- (32) Vanderweeën L, Oostendorp RaB, Vaes P, Duquet W. Pressure algometry in manual therapy. *Man Ther* 1996 Dec;1(5):258-265.
- (33) van Wilgen P, van der Noord R, Zwerver J. Feasibility and reliability of pain pressure threshold measurements in patellar tendinopathy. *J Sci Med Sport* 2011 Nov;14(6):477-481.
- (34) Rio E, van Ark M, Docking S, Moseley GL, Kidgell D, Gaida JE, et al. Isometric Contractions Are More Analgesic Than Isotonic Contractions for Patellar Tendon Pain: An In-Season Randomized Clinical Trial. *Clin J Sport Med* 2017 May;27(3):253-259.
- (35) Rio E, Kidgell D, Purdam C, Gaida J, Moseley GL, Pearce AJ, et al. Isometric exercise induces analgesia and reduces inhibition in patellar tendinopathy. *Br J Sports Med* 2015 Oct;49(19):1277-1283.
- (36) Guadalupe Jiménez Sánchez. *Teorías del desarrollo III*. 1ª ed. ed.: RED TERCER MILENIO S.C.; 2012.

8. Anexos

Anexo I: Cuestionario PRTEE

Fecha: _____

ESCALA PRTEE (AUTOEVALUACIÓN EN EL CODO DE TENISTA)

Las siguientes preguntas nos ayudarán a comprender las dificultades que ha tenido con su brazo durante la semana pasada. Usted tendrá que definir sus síntomas durante la semana pasada, en una escala de 0 a 10, con el valor medio que estime oportuno. Por favor conteste a todas las preguntas.

Si usted no pudo realizar una actividad por dolor, marque con un círculo el número "10". Sólo deje espacios en blanco si nunca realiza dicha actividad. Si fuese el caso, indíquelo, por favor, tachando la pregunta con una línea.

1. DOLOR en su brazo afecto											
<i>Califique la intensidad media del dolor que ha tenido en el codo/brazo, rodeando con un círculo el número que mejor describa su dolor en una escala del 0 al 10, donde el cero (0) significa que no ha tenido dolor, y el diez (10) significa el peor dolor que pueda imaginar.</i>											
Durante la semana pasada, CALIFIQUE SU DOLOR...	Sin dolor										El peor dolor imaginable
<i>Cuando usted está en reposo</i>	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
<i>Cuando hace un actividad con movimiento repetitivo del brazo/muñeca</i>	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
<i>Cuando lleva una bolsa de la compra</i>	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
<i>Cuando mejor se ha encontrado</i>	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
<i>Cuando peor ha estado</i>	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
2. AFECTACIÓN FUNCIONAL											
A. ACTIVIDADES ESPECÍFICAS											
<i>Califique el grado de dificultad que ha experimentado para realizar cada una de las tareas descritas en la tabla inferior durante la semana pasada, rodeando con un círculo el número que mejor describa la dificultad que ha tenido para realizar las acciones de la lista en una escala de 0 a 10. El cero (0) significa que usted no tuvo ninguna dificultad y el diez (10) que fue tan difícil que no pudo hacerlo en absoluto.</i>											
	Sin dificultad										Incapaz de hacerlo
<i>Girar un pomo de una puerta o una llave</i>	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
<i>Llevar una bolsa de la compra o un maletín por el asa</i>	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
<i>Llevar una taza de café o un vaso de leche a la boca</i>	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
<i>Abrir un frasco, tarro.</i>	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
<i>Subirse los pantalones</i>	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
<i>Escurrir un paño o toalla mojada</i>	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
B. ACTIVIDADES COTIDIANAS											
<i>Califique el grado de dificultad que ha experimentado para realizar sus actividades cotidianas en cada una de las áreas indicadas más abajo, durante la semana pasada, rodeando con un círculo el número que mejor describa la dificultad que ha tenido para realizar las acciones de la lista en una escala de 0 a 10. Por favor, entienda por "actividades cotidianas" las que realizaba antes de tener el problema en su brazo. El cero (0) significa que usted no tuvo ninguna dificultad y el diez (10) que fue tan difícil que no pudo hacerlo en absoluto.</i>											
	Sin dificultad										Incapaz de hacerlo
1. Cuidados personales (vestirse, aseo personal)	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
2. Trabajo doméstico (limpieza, fregar, etc)	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
3. En su puesto de trabajo o estudio	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
4. Actividades deportivas o de ocio	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
COMENTARIOS:											

Subescala DOLOR = ___ puntos; Subescala FUNCIÓN = A) Act. Especif: ___ puntos B) Act.Cotid: ___ puntos

PUNTUACIÓN TOTAL:

--

Como realizar la puntuación

Escala de dolor: puntuación mínima 0; puntuación máxima 50.

Escala de afectación funcional: (actividades específicas + actividades cotidianas) /2.
Puntuación mínima 0; puntuación máxima 50.

Puntuación total: Escala de dolor + escala de afectación funcional

Anexo II: Especificaciones técnicas BTE Primus RS



PRIMUS RS

Sistema Versatil de rehabilitación.



DESCRIPCIONES

El Primus RS es el sistema más versátil y funcional en la rehabilitación de alto nivel y evaluación de articulaciones múltiples. Sus aplicaciones son para ortopedia, rehabilitación neurológica, terapia de mano, geriatría, medicina del deporte, rehabilitación industrial y rehabilitación de personas con quemaduras.

Puede duplicar prácticamente cualquier actividad funcional, cuenta con aplicaciones de extremidades inferiores, superiores y del tronco.

Trabaja en los siguientes modos: isocinético, isométrico isotónico, y CPM (movilización pasiva)

Cuenta con capacidades de entrenamiento avanzadas: polimétricas, estabilización rítmica, reeducación muscular, exoébricas de carga alta.

Mide la velocidad hasta 4500º/s en modo isotónico, muestra la resistencia en tres planos diferentes, tiene software de anatomía con fotos interactivas, protocolos y patrones grabados y personalizables.

Con sus modalidades de resistencia y accesorios, puede satisfacer las necesidades de cualquier médico, terapeuta físico tanto en el entorno doméstico como industrial.

El primus RS tiene una versatilidad interminable que le ayudará a crecer.

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS

El ordenador incluye plataforma windows XP, impresora color y lector-grabador de CD y monitor plano táctil

Modos de trabajos

Isométrico Isocinético Conoétrico/conoétrico

Isotónico Pasivo Conoétrico/exoétrico

Rendimiento

Máxima resistencia (Isométrico): 1,800 inch-lbs., 203 Nm

Máxima resistencia (Dinámico): Conoétrico sólo: 1,440 inch-lbs., 163 Nm

Conoétrico/Exoétrico: 1,260 inch-lbs., 142 Nm

Máxima resistencia (Isocinético): 1,260 inch-lbs., 142 Nm

Máxima altura: 198 cm.

Mínima altura: 15 cm.

Cabezal rotación: +90 grados a -90 (desde horizontal)

Dimensiones: Altura: 198 cm.. Ancho 1 cm. Longitud: 152.5 cm.

Alimentación

Se requiere línea dedicada de 220/240 volts, 50Hz, 10 amps

DATOS DE PEDIDO

506595 PRIMUS RS



Delegaciones: Barcelona - Bilbao - La Coruña - Las Palmas - Madrid - Palma de Mallorca - Sevilla - Valencia
R - 10 12 045 F R00

al Servicio de la Salud



C/ F nº 15, Poligono Industrial nº1 - 28938, Móstoles. Madrid - Teléfono: 902 161 024 - Fax: 902 102 418
e-mail: info@enraf.es - www.enraf.es

Anexo III: Solicitud de evaluación del ensayo clínico presente al CEIC

Don Sergio Garrido López, con DNI 50243720-J, en carácter de investigador principal, graduado por la Universidad Pontificia de Comillas y con domicilio social en C/ Vía Lusitana 43, 28025, Madrid y teléfono de contacto 630073877.

EXPONE: El deseo de realizar el estudio "Efectividad del ejercicio isométrico junto al ejercicio concéntrico-excéntrico frente al ejercicio excéntrico en tenistas con epicondilitis lateral" el cual será llevado a cabo en la Escuela de Enfermería y Fisioterapia de la Universidad Pontificia de Comillas, ubicado en Avda. San Juan de Dios nº1, Ciempozuelos, Madrid.

El estudio se llevará cabo cumpliendo con todos los requisitos legales vigentes, se protegerá la información de carácter personal de los sujetos como así lo exige la Ley Orgánica 3/2018 de 5 de diciembre, de protección de datos personales y garantía de los derechos digitales, así como respetarán todos los aspectos éticos para la realización de ensayos clínicos. De la misma manera se garantiza que la información obtenida durante el estudio presentado será solo empleada para mejora de la práctica clínica y mejorar la calidad de vida de los pacientes.

SE SOLICITA: la acreditación correspondiente para la realización del presente estudio. Para la cual se adjunta la siguiente documentación:

- Descripción de terapia a emplear.
- Consentimiento informado de los sujetos de estudio.
- Currículum Vitae del equipo investigador
- Declaración escrita de cada uno de los componentes del equipo investigador por la cual niegan cualquier tipo de interés contrario al expuesto en la presente solicitud.

En Madrid, a 24 de febrero de 2019.

Anexo IV: Hoja de consentimiento informado

DOCUMENTO DE CONSENTIMIENTO INFORMADO

ESTUDIO CLINICO:

“EFECTIVIDAD DEL EJERCICIO ISOMETRICO JUNTO AL EJERCICIO CONCENTRICO-EXCENTRICO FRENTE AL EJERCICIO EXCENTRICO EN TENISTAS CON EPICONDILALGIA LATERAL”

Usted tiene derecho a conocer el procedimiento al que va a ser sometido como participante en este estudio clínico y las complicaciones más frecuentes que puedan ocurrir.

Este documento intenta explicarle todas estas cuestiones; léalo atentamente y consulte todas las dudas que se le planteen. Le recordamos que, por imperativo legal, tendrá que firmar, usted o su representante legal, el consentimiento informado para que podamos realizarle dicho procedimiento.

DESCRIPCION DEL PROCEDIMIENTO:

En primer lugar, se hará una valoración para ver si cumple los criterios de inclusión y exclusión del estudio:

Criterios de inclusión: características que deben tener los sujetos para poder entrar en el estudio.

- Jugadores/as de tenis que compitan en la Federación de Tenis de Madrid o no federados que practiquen el deporte con una regularidad de al menos 3 días/semana.
- Edad comprendida entre los 20 y 40 años.
- Diagnosticado con EL en el miembro hábil de juego

Criterios de exclusión: características que impiden formar parte del estudio.

- Pacientes con EL bilateral.
- Cualquier tipo de alteración cognitiva o física que impida al sujeto realizar correctamente el estudio.
- Padecer en el momento de la inclusión en el estudio de otra patología musculoesquelética ajena a la EL.

Posteriormente se realizará una distribución aleatoria de los sujetos en el grupo control o en el grupo intervención y se comenzará a citar a los sujetos para realizar la medición de fuerza con un dinamómetro BTE Primus RS, medir el dolor con un algómetro Wagner FDK 100 y comenzar con el protocolo de ejercicios correspondiente al grupo que se le haya asignado.

La medición de la fuerza con el dinamómetro BTE Primus RS se realizará al inicio del estudio y una vez éste haya concluido a las 15 semanas. El sujeto deberá realizar una contracción isométrica máxima de agarre durante 6 segundos, ésta se repetirá 3 veces con un descanso de 30 segundos entre repetición y el valor final de la prueba será la media de los valores obtenidos. La herramienta 162 se colocará en la posición número 2 para los sujetos femeninos y en la posición número 3 para los sujetos masculinos; la posición de los sujetos está determinada por las recomendaciones de la American Society of Hand Therapist (ASHT), la cual consiste en(29,30):

- Los sujetos estarán en bipedestación con ambos pies en la misma línea que sus hombros frente al BTE Primus, cuya altura se regulará para cada sujeto.
- Hombro en aducción y posición neutra de rotación y de flexo-extensión. Se les coloca una cuña entre el brazo y el lateral del tórax para evitar compensaciones musculares.
- Codo en 90 grados de flexión y antebrazo en posición neutral.
- Muñeca entre 0 y 30 grados de extensión y entre 0 y 15 de desviación cubital.

La pantalla del equipo no será visible a los sujetos durante el test para que no reciban información visual durante la medición, así como no habrá ningún tipo de input auditivo para los sujetos. Cada sujeto realizará previamente una prueba para familiarizarse con la actividad a realizar durante la medición.

La medición del dolor con el algómetro Wagner FDK 100 se realizará al inicio del estudio y una vez éste haya concluido a las 15 semanas. El sujeto estará sentado en una silla con respaldo y apoyado en éste, mirando al frente, con el brazo sobre una camilla regulable en altura para que se coloque en abducción de 90 grados, con el codo en 90 grados, antebrazo en pronación y mano extendida con la palma en contacto con la camilla. El evaluador se situará de pie y paralelamente a la dirección del antebrazo del sujeto. Previamente a la medición se le comunicara al sujeto que se le irá aplicando

una presión progresiva y que deberá avisarnos mediante una orden verbal concisa que comienza a sentir dolor en la zona de la presión aplicada y/o siente dolor referido. La presión se ejercerá de forma perpendicular sobre el TCE e irá aumentando de forma progresiva hasta que el sujeto nos comunique que comienza a sentir dolor, momento en el cual dejaremos de aplicar la presión. Este proceso se realizará 3 veces y el resultado será el valor medio de las tres mediciones.

El programa de ejercicios a emplear en cada grupo del estudio está basado en el protocolo realizado por Jill Cook para tendón rotuliano(34). Antes de comenzar el programa de ejercicios se realizará un test de fuerza máxima para determinar la carga máxima con la que el sujeto es capaz de realizar 8 repeticiones máximas (8RM) para cada ejercicio concéntrico-excéntrico y excéntricos, cuya carga irá aumentando semanalmente un 2'5%. Para los ejercicios isométricos la carga a emplear será 4 veces superior a la empleada en el resto de los ejercicios. El protocolo de ejercicios se realizará 3 veces por semana, con peso libre, durante un total de 15 semanas en ambos grupos. El protocolo será el siguiente:

Realización del test 8RM:

1. Realizar un calentamiento previo al inicio del test para evitar lesiones.
2. Determinar una carga que el sujeto pueda levantar más de 8 veces.
3. Realizar varias repeticiones.
4. Descanso de 1 a 5 minutos según el sujeto.
5. Incrementar el peso 1kg.
6. Repetir el proceso hasta que el sujeto solo pueda realizar 8 repeticiones.

Grupo intervención:

1. Ejercicios isométricos: se le pedirá al sujeto una contracción isométrica máxima que sea capaz; se realizarán 5 series de 45 segundos de duración con un descanso de 60 segundos entre series para permitir el descanso muscular. Durante la realización del ejercicio se le proporcionan instrucciones verbales para que no pierda la atención durante el ejercicio. Los ejercicios son:

- 1.1. Contracción isométrica máxima de agarre con la muñeca en una extensión de 30°, para ello la palma de la mano debe estar paralela al suelo, el codo en flexión de 90° y el hombro en aducción. El sujeto se

colocará en bipedestación con ambos pies en la misma línea que sus hombros.

1.2. Contracción isométrica máxima de agarre con el antebrazo en una pronación de 45°, para ello el codo debe estar en flexión de 90° y el hombro en aducción. El sujeto se colocará en bipedestación con ambos pies en la misma línea que sus hombros.

2. Ejercicios concéntricos-excéntricos: se realizarán 4 series de 8 repeticiones, con una duración de la fase concéntrica de 3 segundos y de 4 segundos para la fase excéntrica, un descanso entre series de 60 segundos y una carga inicial del 80% de la 8RM que se irá incrementando un 2'5% semanalmente. Los ejercicios son:

2.1. Extensión de muñeca: se realizará un ejercicio que implica la contracción isotónica de la musculatura extensora de la muñeca, oscilará en un rango de movimiento (ROM) que resulte cómodo al sujeto comprendido entre los 45° de flexión de muñeca y los 80° de extensión de muñeca. La posición de inicio será con la mayor flexión de muñeca posible y la posición final en la mayor extensión de muñeca posible dentro del ROM anteriormente descrito. Para la correcta ejecución el sujeto deberá estar en bipedestación con ambos pies en la misma línea que sus hombros con la palma de la mano debe estar paralela al suelo, antebrazo en la pronación de 70°, el codo en flexión de 90° y el hombro en aducción.

2.2. Supinación del antebrazo: se realizará un ejercicio que implica la contracción isotónica de la musculatura supinadora del antebrazo, oscilará en un ROM que resulte cómodo al sujeto comprendido entre los 70° de pronación y los 80° de supinación del antebrazo. La posición de inicio será con el antebrazo en la mayor pronación posible y la posición final será con el antebrazo en la mayor supinación posible dentro del ROM anteriormente descrito. Para la correcta ejecución el sujeto deberá estar en bipedestación con ambos pies en la misma línea que sus hombros con la muñeca en posición neutra, la palma de la mano debe estar paralela al suelo, el codo en flexión de 90° y el hombro en aducción.

Grupo control:

2. Ejercicios excéntricos: se realizarán 4 series de 8 repeticiones, con una duración de la fase excéntrica de 5 segundos, un descanso entre series de 60 segundos y una carga inicial del 80% de la 8RM que se irá incrementando un 2'5% semanalmente. Al no haber fase concéntrica la vuelta a la posición de inicio de cada ejercicio se realizará con la ayuda del miembro no afecto para evitar contracciones concéntricas entre las repeticiones de los ejercicios. Los ejercicios son:

2.1. Excéntrico de la extensión de muñeca: se realizará un ejercicio que implica la contracción excéntrica de la musculatura extensora de la muñeca, oscilará en un ROM que resulte cómodo al sujeto comprendido entre los 45° de flexión de muñeca y los 80° de extensión de muñeca. La posición de inicio será con la mayor extensión de muñeca posible y la posición final en la mayor flexión de muñeca posible dentro del ROM anteriormente descrito. Para la correcta ejecución el sujeto deberá estar en bipedestación con ambos pies en la misma línea que sus hombros con la palma de la mano debe estar paralela al suelo, antebrazo en la pronación de 70°, el codo en flexión de 90° y el hombro en aducción.

2.2. Excéntrico de la supinación del antebrazo: se realizará un ejercicio que implica la contracción excéntrica de la musculatura supinadora del antebrazo, oscilará en un ROM que resulte cómodo al sujeto comprendido entre los 70° de pronación y los 80° de supinación del antebrazo. La posición de inicio será con el antebrazo en la mayor supinación posible y la posición final será con el antebrazo en la mayor pronación posible dentro del ROM anteriormente descrito. Para la correcta ejecución el sujeto deberá estar en bipedestación con ambos pies en la misma línea que sus hombros con la muñeca en posición neutra, la palma de la mano debe estar paralela al suelo, el codo en flexión de 90° y el hombro en aducción.

RIESGOS:

Los mayores riesgos para la salud del sujeto sometido al presente estudio pueden ser derivados de la mala ejecución de los procedimientos por parte de los investigadores o por fallos en los equipos electro estimulador e isocinéticos. Este riesgo queda minimizado por la acreditada experiencia clínica e investigadora de los investigadores que realizan el estudio y el perfecto estado de los equipos que se encuentran al corriente de las revisiones y calibraciones pertinentes.

En cualquier caso, queda matizar algunas consecuencias que se pueden producir durante el desarrollo del estudio y que el sujeto tiene que ser consciente, tales como:

- **Dolor**: con el ejercicio es posible experimentar dolor muscular.

RIESGOS ESPECÍFICOS DEL USO DE EQUIPOS ISOCINETICOS:

No se conocen riesgos específicos derivados del uso de dispositivos isocinéticos, salvo los derivados de cualquier actividad física como pueden ser la fatiga, dolores articulares y la aparición de dolor muscular posterior al ejercicio.

CONTRAINDICACIONES:

- Marcapasos y/o dispositivos intracardiacos.
- Implantes metálicos internos como endoprótesis, material de osteosíntesis, etc.
- Alteraciones de la sensibilidad.
- Trombosis o hemorragias activas.
- Derrame sinovial, hemartros y heridas recientes de partes blandas.
- Epilépticos no controlados y síndromes coreicos.
- Hipertensión arterial y varices sin control.
- Personas que puedan propagar algún tipo de infección debido a la patología que sufren.
- Enfermedades agudas con fiebre.
- Estados febriles y/o de debilidad extrema.
- Personas con patología músculo-esquelética en miembro superior.

CONSENTIMIENTO

Yo, D/Dña. _____ con DNI _____ he leído la información que ha sido explicada en cuanto al consentimiento. He tenido la oportunidad de hacer preguntas sobre los procedimientos e intervenciones del estudio. Firmando abajo consiento que se me apliquen los procedimientos que se me ha explicado de forma suficiente y comprensible.

Entiendo que tengo el derecho de rehusar en cualquier momento. Entiendo mi plan de trabajo y consiento en ser tratado por un fisioterapeuta colegiado.

Declaro no encontrarme en ninguna de los casos de las contraindicaciones especificadas en este documento. Declaro haber facilitado de manera leal y verdadera los datos sobre estado físico y salud de mi persona que pudiera afectar a los procedimientos que se me van a realizar. Asimismo decido, dar mi conformidad, libre, voluntaria y consciente a los procedimientos que se me han informado.

Firma: _____ de _____ de _____

Tiene derecho a prestar consentimiento para ser sometido a los procedimientos necesarios para la realización del presente estudio, previa información, así como a retirar su consentimiento en cualquier momento previo a la realización de los procedimientos o durante ellos.

INVESTIGADOR

Yo, D/Dña. _____ con DNI _____ Fisioterapeuta e investigador de la Escuela de Enfermería y Fisioterapia "San Juan de Dios" (Universidad Pontificia Comillas Madrid) declaro haber facilitado al sujeto y/o persona autorizada, toda la información necesaria para la realización de los procedimientos explicitados en el presente documentos y declaro haber confirmado, inmediatamente antes de la aplicación de los mismos, que el sujeto no incurre en ninguno de los casos contraindicados relacionados anteriormente, así como haber tomado todas las precauciones necesarias para que la aplicación de los procedimientos sea correcta.

Firma: _____ de _____ de _____

Anexo V: Hoja de recogida de datos personales

CODIGO DEL SUJETO

NOMBRE	
APELLIDOS	
DNI	
FECHA DE NACIMIENTO	
TELEFONO DE CONTACTO	
CORREO ELECTRONICO	

Tabla 8: hoja de recogida de datos personales (elaboración propia).

Anexo VI: Hoja de recogida de datos del estudio

CODIGO DEL SUJETO

MIEMBRO AFECTO: IZQUIERDO / DERECHO			
8RM:		80% de 8RM:	
ALTURA DINAMOMETRO:			
	1ª MEDICION – PRE	2ª MEDICION - POST	MEDIA VARIABLE DIFERENCIA
DOLOR			
FUERZA			

CARGA EN	EJERC. ISOMETRICO		EJERC. CONC-EXCEN	
	EXT. MUÑECA	PRONACION	EXT. MUÑECA	PRONACION
SEMANA 1				
SEMANA 2				
SEMANA 3				
SEMANA 4				
SEMANA 5				
SEMANA 6				
SEMANA 7				
SEMANA 8				
SEMANA 9				
SEMANA 10				
SEMANA 11				
SEMANA 12				
SEMANA 13				
SEMANA 14				
SEMANA 15				

CARGA EN	EJERC. EXCENTRICO	
	EXT. MUÑECA	PRONACION
SEMANA 1		
SEMANA 2		
SEMANA 3		
SEMANA 4		
SEMANA 5		
SEMANA 6		
SEMANA 7		
SEMANA 8		
SEMANA 9		
SEMANA 10		
SEMANA 11		
SEMANA 12		
SEMANA 13		
SEMANA 14		
SEMANA 15		

Tabla 9: hoja de recogida de datos del estudio (elaboración propia).