



**ESCUELA
DE ENFERMERÍA
Y FISIOTERAPIA**



SAN JUAN DE DIOS

Grado en Fisioterapia

Trabajo Fin de Grado

¿Cuál es el protocolo de trabajo excéntrico más eficaz en deportistas con tendinopatía crónica en el tendón rotuliano?

Alumno: Raúl Coto Martín

Tutor: Néstor Pérez Mallada

Madrid, mayo de 2020

Índice de contenido.

Índice de tablas	III
Índice de gráficos	IV
Índice de figuras	V
Tabla de abreviaturas	VI
Resumen	8
Abstract	9
1. Antecedentes y estado actual del tema	10
2. Evaluación de la evidencia	28
3. Objetivos del estudio	33
3.1. Objetivo principal	33
3.2. Objetivos secundarios	33
4. Hipótesis	34
5. Metodología	35
5.1. Diseño	35
5.2. Sujetos de estudio	36
5.3. Variables	40
5.4. Hipótesis operativa	42
5.5. Recogida, análisis de datos y contraste de la hipótesis	43
5.6. Limitaciones del estudio	45
5.7. Equipo investigador	46
6. Plan de trabajo	48
6.1. Diseño de la intervención	48
6.2. Etapas de desarrollo	58
6.3. Distribución de tareas de todo el equipo investigador	59
6.4. Lugar de realización del proyecto	60
7. Listado de referencias	62
8. Anexos	67
Anexo I: Solicitud al Comité Ético de Investigación Clínica.	67
Anexo II: Documento explicativo del diseño del estudio para participantes.	68
Anexo III: Ficha a rellenar por participantes.	72
Anexo IV: Consentimiento informado.	73
Anexo V: Hoja de revocación.	74
Anexo VI: Cuestionario VISA-P español.	75
Anexo VII: Hipótesis.	77
Anexo VIII: Autorización para repositorio	89

Índice de tablas

Tabla 1. Abreviaturas y significado correspondiente.	VII
Tabla 2. Términos MeSH, términos DeCS y términos libres utilizados para la realización de la estrategia de búsqueda.	28
Tabla 3. Búsqueda libre en la base de datos EBSCO.	29
Tabla 4. Estrategia de búsqueda realizada en la base de datos EBSCO.	30
Tabla 5. Búsqueda libre en la base de datos PubMed.	30
Tabla 6. Estrategia de búsqueda realizada en la base de datos PubMed.	31
Tabla 7. Criterios de inclusión y exclusión.	36
Tabla 8. Nivel de significación y poder estadístico.	37
Tabla 9. Variables de estudio.	40
Tabla 10. Tabla Excel para la recogida de datos.	44
Tabla 11. Calendario tipo protocolo 1.	52
Tabla 12. Calendario tipo protocolo 2.	53
Tabla 13. Calendario tipo protocolo 3.	54
Tabla 14. Calendario tipo protocolo 4.	56
Tabla 15. Entrenamiento por semanas grupo 4.	56
Tabla 16. Calendario tipo protocolo 5.	57
Tabla 17. Etapas de trabajo y fechas correspondientes.	59

Índice de gráficos

Gráfico 1. Diagrama de flujo.	32
Gráfico 2. Tamaño muestral según variables de estudio.	38
Gráfico 3. Muestra total del estudio.	39

Índice de figuras

Ilustración 1. Dinamómetro PRIMUS RS de BTE Technologie.	49
Ilustración 2. Posición del paciente para la medición de la variable FIVM.	49
Ilustración 3. Posición inicial medición FCCmáx.	50
Ilustración 4. Posición final medición FCCmáx.	50
Ilustración 5. Protocolo excéntrico grupo 1 prensa piernas isoinercial.	51
Ilustración 6. Protocolo excéntrico grupo 2 prensa piernas isoinercial.	52
Ilustración 7. Sentadilla unipodal sobre superficie inclinada.	54
Ilustración 8. Ejercicio 1.	55
Ilustración 9. Ejercicio 2.	55
Ilustración 10. Ejercicio 3.	55

Tabla de abreviaturas

SIGLAS	SIGNIFICADO
BF	Bíceps femoral
CCA	Cadena cinética abierta
CCC	Cadena cinética cerrada
cm	Centímetro
CONC	Concéntrico
CORT	Corticoides
C _o V	Coefficiente de variación
d	Precisión
ECC	Excéntrico
EPI	Electrolisis percutánea intratisular
EVA	Escala visual analógica
FCC _{máx}	Fuerza concéntrica máxima
FECC _{máx}	Fuerza excéntrica máxima
FIVM	Fuerza isométrica voluntaria máxima
GM	Gastrocnemio medial
HSR	Heavy slow resistance
IMC	Índice de masa corporal
Kg	kilogramo
mm	Milímetros
Nxm	Newton x metro

PC	Peso corporal
RAC	Recto anterior del cuádriceps
RM	Repetición máxima
SD	Desviación típica
SP	Semiprofesional
ST	Semitendinoso
ST-TT	Surco troclear-tubérculo tibial
TA	Tibial anterior
TR	Tendinopatía rotuliana
TRA	Tendón rotuliano anormal
UDPM	Umbral de detección de movimiento pasivo
VISA-P	Victorian Institute of Sport Assessment- Patella
VL	Vasto lateral
VM	Vasto medial
W	Vatios

Tabla 1. Abreviaturas y significado correspondiente. Elaboración propia.

Resumen

Antecedentes:

La tendinopatía rotuliana supone un 14% del total de las lesiones en el deporte. En los deportes que involucran saltos, como por ejemplo el voleibol y el baloncesto, las cifras ascienden hasta el 44%. Existen numerosos factores intrínsecos y extrínsecos que favorecen su desarrollo, por lo que será importante tenerlos en cuenta para el campo de la prevención.

El tratamiento conservador es la primera opción a la hora de abordar esta patología, y más concretamente el ejercicio excéntrico. Sin embargo, no existe evidencia suficiente para afirmar que tipo de protocolo de trabajo excéntrico es más eficaz en cuanto a frecuencia, dosis e intensidad.

Objetivo principal:

El objetivo de este estudio es valorar la eficacia de los distintos protocolos de trabajo excéntrico en deportistas con tendinopatía rotuliana.

Metodología:

Se realizará un estudio experimental con deportistas derivados de sus respectivas federaciones, que hayan sido diagnosticados de tendinopatía rotuliana y cumplan los criterios de inclusión y exclusión. Se dividirán a los pacientes de forma aleatoria en 5 grupos de trabajo. Cada grupo realizará un protocolo diferente de ejercicio excéntrico.

Las variables a evaluar serán la fuerza isométrica voluntaria máxima del cuádriceps, la fuerza concéntrica máxima del cuádriceps (ambas con un dinamómetro), y la funcionalidad de la rodilla con la escala Victorian Institute of Sport Assessment-Patella.

Se realizarán dos mediciones, una pre-tratamiento y otra post-tratamiento. Con los datos obtenidos se realizará un análisis estadístico para valorar los posibles cambios de cada protocolo.

Palabras clave:

Tendinopatía.

Tendón rotuliano.

Ejercicio excéntrico.

Abstract

Background:

Patellar tendinopathy results as 14% of all sports injuries. In sports that involve jumps, such as volleyball and basketball, the number of injuries increases up to 44%. There are intrinsic and extrinsic factors that increase its development, so it will be important to take them into account in the field of prevention.

Conservative treatment is the first option for treating this pathology, and more specifically eccentric exercise. However, there is insufficient evidence to confirm what type of eccentric exercise protocol is more effective in terms of frequency, dose and intensity.

Main objective:

The objective of this study is to assess the efficacy of the different eccentric work protocols in athletes with patellar tendinopathy.

Methodology:

An experimental study will be carried out with athletes derived from their respective federations, who have been diagnosed with patellar tendinopathy and meet the inclusion and exclusion criteria. Patients will be randomly divided into 5 working groups. Each group will perform a protocol of eccentric exercise.

Variables to measure will be the maximum voluntary isometric strength of quadriceps, the maximum concentric strength of quadriceps (both with a dynamometer), and knee functionality with the Victorian Institute of Sport Assessment-Patella scale.

Two measurements will be made, one pre-treatment and another post-treatment. With the obtained data, a statistical analysis will be performed to assess the possible changes in each protocol.

Keywords:

Tendinopathy.

Patellar tendon.

Eccentric exercise.

1. Antecedentes y estado actual del tema

La prevalencia total de tendinopatía rotuliana (TR) en deportistas es del 14% (1,2). Una de las causas más comunes que producen dolor en la rodilla del deportista son los deportes que involucran saltos explosivos o cambios de dirección rápidos (3,4).

Deportes que requieren saltos verticales (como el voleibol y el baloncesto) tienen una prevalencia mayor de deportistas con TR crónica (2,5). El 32% de los jugadores de baloncesto padecen esta patología a lo largo de su carrera deportiva (6,7). En jugadores de voleibol profesionales la cifra asciende hasta el 44.6% (8,9). En cambio, en jugadores de voleibol de nivel semiprofesional (SP) la prevalencia de TR es tres veces menor (10). Van der Worp et al (11) realizaron un estudio con jugadores de las ligas de baloncesto y voleibol (de élite y SP) holandesas. La muestra del estudio lo conformaron un total de 2363 jugadores. Las cifras de prevalencia difieren con las descritas en los estudios anteriores, representando un porcentaje menor. El 18.6% de los sujetos de estudio sufrían TR (el 20.1% de los jugadores de voleibol y el 15.2% de los jugadores de baloncesto) y presentaban una puntuación de 66.2 ± 19 en la escala Victorian Institute of Sport Assessment-Patella (VISA-P). La presencia de TR era bilateral en el 6.3% de los sujetos.

La prevalencia de TR en el atletismo difiere entre las distintas disciplinas debido a las diferentes características corporales que presentan los atletas de cada modalidad. En corredores de corta distancia es del 14%, en corredores de media distancia del 33%, en corredores de larga distancia del 26%, en lanzadores del 40%, en saltadores del 21% y en atletas que participan en pruebas combinadas (decathlon y heptatlón) del 73% (12).

En otros deportes como el fútbol o el balonmano, el riesgo de padecer este tipo de lesiones es menor. En el caso del balonmano, la rodilla es la segunda articulación con más riesgo de sufrir algún tipo de patología por sobreuso (26.7%), suponiendo la TR un 15 % del total de las lesiones (13). Por otro lado, la incidencia de TR en el fútbol masculino es del 21%, siendo el doble en pretemporada que durante la temporada regular. Esto se debe a que durante la pretemporada se realizan trabajos con cargas más altas. En la mayoría de los casos, la lesión no supone la baja deportiva, sólo el 2,4% de futbolistas profesionales están de baja durante un tiempo debido a esta patología. En cuanto a la superficie del terreno de juego no se han encontrado diferencias significativas en cuanto a jugar en césped artificial o natural para desarrollar este tipo de lesión. Tampoco entre desarrollar TR en la pierna dominante o en la no dominante del futbolista. Además, a diferencia de otros deportes, la posición en el terreno de juego no indica un factor de riesgo que predisponga al deportista a desarrollar TR (6).

En contraposición con lo dicho anteriormente en el caso del fútbol, la TR es la lesión tendinosa que causa más bajas en la alta competición deportiva en deportes como el voleibol, el baloncesto o el atletismo (8). La media de duración de los síntomas es de aproximadamente 1 año y medio. Se estima que el 33% de los deportistas que padecen TR tardan 6 meses en volver a la competición, y un 20% están 1 año fuera de la competición debido a los síntomas (2). En algunos casos, los síntomas, especialmente el dolor en la cara anterior de la rodilla, pueden estar presentes más de 15 años (14).

Existen una serie de factores extrínsecos e intrínsecos que son potencialmente de riesgo para el desarrollo de una futura TR. Entre los extrínsecos encontramos el calzado, la superficie dónde se desarrolla el trabajo (aunque, como se mencionó anteriormente, en el caso del fútbol hay estudios que indican que no existen diferencias según el tipo de césped dónde se desarrolle la práctica deportiva) y la cantidad e intensidad de entrenamiento. No todos los deportistas expuestos a tales factores desarrollan la patología, por lo que será importante tener en cuenta factores intrínsecos tales como la edad, el género, el peso, la altura, la resistencia, la fuerza muscular, la flexibilidad muscular, la disposición de la rótula con respecto al fémur, las técnicas de salto y aterrizaje, la elasticidad del tendón, la inestabilidad muscular y el rango articular del tobillo (4).

El sobrepeso aumenta la probabilidad de desarrollar TR debido a que el tendón rotuliano tiene que soportar más carga. Lo mismo ocurre con la altura. Además, un incremento brusco de la carga de entrenamiento, un entrenamiento con alta carga excéntrica y las superficies duras aumentan también el riesgo de padecerla (6).

En cuanto a la variable género, los hombres tienen mayor prevalencia de padecer TR (18.3%) que las mujeres (10.3%). Se cree que esto se debe a la capacidad que tiene el cuádriceps de generar fuerza (siendo menor en mujeres). Por tanto, cuanto menor sea esta, menos estrés recibirá el tendón rotuliano (15). En el estudio de van der Worp et al (11) los hombres también mostraban una mayor tendencia a desarrollar TR que las mujeres, pero las cifras diferían ligeramente (25.3% hombres y 13.1% mujeres).]

Por otro lado, un índice de masa corporal (IMC) mayor aumenta el riesgo de padecer la lesión. De Vries et al (15) midieron el IMC de 90 jugadores de baloncesto sin TR, el resultado fue de 22.8 ± 2.7 . A los 3 años, 12 de los 90 sujetos habían desarrollado TR y el dato del IMC era significativamente mayor (23.7 ± 3.0). En jugadores de voleibol no se encontró relación entre las variables IMC y TR, pero se estableció una relación directa de la TR con la variable peso. Se midió el peso (en kilogramos (kg)) en 295 jugadores sin TR y el resultado fue de 73.5 ± 10.8 . A los 3 años 39 sujetos habían desarrollado TR y la variable peso había aumentado

significativamente (75.2 ± 11.8). Además, en este deporte, los jugadores cuya posición en el campo requiere más saltos tienen una tendencia mayor de padecer TR.

La variable edad también parece tener relación con el desarrollo de TR. En el estudio de Biernat et al (16) se muestra la relación entre la edad y la prevalencia de TR. Conforme aumenta la edad en los deportistas, los síntomas (dolor y pérdida de funcionalidad) y los cambios morfológicos en el tendón que se corresponden con la presencia de TR (neovascularización y engrosamiento tendinoso) también aumentan. El 18% de los jugadores de voleibol con edades comprendidas entre 16 y 19 años padecen TR, una cifra muy inferior comparada con la incidencia total de jugadores de más de 18 años (45%). Otros autores como Cook y Khan exponen que a partir de los 30 años el riesgo de padecer TR es mayor debido a una peor calidad del tejido tendinoso (15).

En contraposición con lo descrito anteriormente, la prevalencia de deportistas jóvenes (jugadores de rugby concretamente) con TR es relativamente alta (9.6%). Esto puede deberse al incremento de la carga de entrenamiento que se produce al pasar de entrenar con las categorías inferiores a entrenar con el primer equipo (5). Además, en el estudio realizado por Longo et al (17) en atletas con un rango de edad entre 35 y 80 años no encontraron diferencias significativas entre las variables género, edad, peso y altura a la hora de desarrollar TR.

Otro factor que puede afectar en el desarrollo de TR es la posición de la patela con respecto al fémur. Entre un 10.67%-46.9% de los pacientes con TR tienen una patela alta. También, la distancia entre el surco troclear y el tubérculo tibial (ST-TT) puede estar relacionado. El 23.4% de pacientes con TR tiene una distancia ST-TT 1.5 centímetros (cm) mayor que los sujetos sin TR (18). Además, en sujetos que padecen dolor patelofemoral se ha detectado (con electromiografía) una contracción anormal y asimétrica del vasto medial (VM) del cuádriceps. Se han encontrado diferencias de hasta el 75% en la actividad electromiográfica entre dos electrodos colocados con una separación de 1.5 cm en el VM (19).

Por otra parte, el tendón rotuliano soporta en cada aterrizaje una fuerza equivalente de entre 6 y 8 veces el peso corporal del jugador (4). La pierna dominante genera más fuerza en el tendón rotuliano (5.17 ± 0.86 veces el peso corporal (PC)) que la pierna no dominante (4.56 ± 0.85 el PC) (9). Teniendo en cuenta que durante un partido se llegan a realizar unos 70 saltos (con sus respectivos aterrizajes), el estrés al que está sometido el tendón rotuliano durante el juego es muy elevado. El grado de flexión dorsal de tobillo y la fuerza de la musculatura involucrada en la flexión plantar son dos componentes esenciales en la absorción de la fuerza de impacto con el suelo tras un salto. Se estima que la articulación del tobillo tiene que soportar entre el 37% y el 50% de la carga. Una pérdida en el rango articular de flexión dorsal produce que la carga que reciba el tendón rotuliano durante el aterrizaje sea

considerablemente mayor, aumentando el riesgo de lesión. Entre el 18.5% y el 29.4% de jugadores de baloncesto con una flexión dorsal menor a 36.5° desarrollan TR. Aquellos que tienen un grado de flexión dorsal mayor a 36.5° tienen una incidencia muy baja de lesión (entre el 1.8% y el 2.1 % de los casos) (4). Los deportistas que durante el aterrizaje tienen una mayor velocidad en la flexión dorsal de tobillo y en la flexión de tronco desarrollan una fuerza mayor en el tendón rotuliano, por lo que tienen una mayor probabilidad de desarrollar TR (9). En contraposición a esto, Morton et al (1) no encontraron como factor de riesgo la disminución de la flexión dorsal de tobillo en su estudio realizado en sujetos con TR.

Otro factor de riesgo para el desarrollo de la patología es un déficit propioceptivo. De Vries et al (20) midieron la influencia de poner una cincha en el tendón rotuliano (push med patellar brace) en cuanto a la propiocepción en sujetos sanos y en sujetos con TR. Para medirla usaron un dispositivo de medición del umbral de detección de movimiento pasivo (UDMP) (en este caso flexo-extensión de rodilla). El dispositivo mueve la rodilla a una velocidad angular de $0.5^{\circ}/s$ empezando a funcionar aleatoriamente en un rango de 5 a 15 segundos y con una amplitud de rodilla de entre 20° y 40° de flexión (evitando así que el sujeto se acostumbre). Se realizaron 80 mediciones en cada pierna por paciente (alternando movimientos de flexión y extensión). El paciente debía parar el dispositivo cuando sintiera movimiento en su rodilla. Los pacientes sanos tenían un UDMP de 0.58° sin vendaje, y con la colocación del vendaje lo disminuyeron en un 4.8% (0.55°). Esta mejora fue mayor en aquellos participantes sanos que tenían una propiocepción más baja respecto a la media de su grupo (disminuyeron el UDMP en un 9.3%). En cuanto a los pacientes con TR tenían, sin vendaje, unos valores del UDMP de 0.61° (más elevado que el grupo asintomático). Con vendaje lo disminuyeron a 0.57° (un 6.1%). Sin embargo, las diferencias fueron significativas sólo en la pierna asintomática, disminuyendo el UDMP un 7% (de 0.61° a 0.56°). No se encontraron diferencias significativas en la pierna con TR (20). Un uso preventivo de este tipo de vendaje parece ser más efectivo que el uso como tratamiento aislado para el tendón rotuliano, lo que nos indica que una alteración de la propiocepción en la articulación de la rodilla puede estar relacionada con el desarrollo de TR (21).

Morton et al (1) afirman en su estudio que la cantidad de entrenamiento también es un factor importante para tener en cuenta. El 18% de los sujetos que padecen TR entrenan más de 20 horas semanales. De los sujetos que entrenan 20 o más horas semanales sólo el 4.4% no han padecido este tipo de lesión durante su carrera. Por otro lado, encontraron cierta correlación entre el dolor de espalda y la TR (76.3% de los sujetos), frente al 63.3% de sujetos sin TR que referían este tipo de dolor. Por último, afirman que hay un 18.2% más de probabilidad de desarrollar TR si el deportista ha sufrido una lesión de rodilla de más de 6 semanas de evolución.

En la acción de un salto, los deportistas con TR ejercen una fuerza excéntrica mayor del cuádriceps (antes del despegue) que la que ejercen los sujetos sanos. Un factor común en el desarrollo de TR es un historial deportivo alto de carga excéntrica (2). Durante la realización de una contracción excéntrica de cuádriceps se ejerce una fuerza que triplica a la fuerza generada en una contracción concéntrica. Se cree que esto produce microrroturas en el tendón rotuliano que pueden influir en el desarrollo de una patología tendinosa (9).

Se sabe que gran parte de las lesiones musculares vienen dadas por un desequilibrio en la articulación debido a un mal ratio agonista-antagonista. Las lesiones en la rodilla pueden estar producidas por una inestabilidad en la cadera debido a una mala co-contracción de la musculatura rotadora interna, rotadora externa, aductora y abductora, encargadas de mantener la estabilidad de la articulación. Se ha comprobado que hay una diferencia significativa entre géneros en cuanto a la capacidad de generar fuerza excéntrica en los movimientos de abducción-aducción y rotación interna-externa, siendo menor en mujeres un 5% y un 16% respectivamente. Este déficit de fuerza provoca una disposición de la cadera en aducción y rotación interna que provoca en la articulación patelofemoral un mayor estrés. Además, la capacidad de generar fuerza excéntrica en los movimientos de flexión y extensión de rodilla es menor (17% y 20% respectivamente) en mujeres que en varones. Esta debilidad en la musculatura isquiotibial produce un movimiento anterior de la tibia durante la actividad deportiva que causa un estrés mayor en la articulación de la rodilla, siendo un factor de riesgo para el desarrollo de futuras patologías en esta articulación (22). En concordancia con lo mencionado anteriormente, los pacientes que presentan dolor en el área patelar durante ejercicios de alta carga realizan una inclinación de tronco y una aducción de cadera homolateral, incrementando así la carga en la articulación femoropatelar (en mayor medida en su cara lateral) y por tanto agravando el dolor (23). En el estudio elaborado por Nunes et al (24) observamos que aquellos pacientes con dolor en la articulación femoropatelar tienen un 25% menos de fuerza isométrica y un 18% menos de fuerza concéntrica en los músculos extensores de cadera y un 21% menos de fuerza isométrica y un 15% menos de fuerza concéntrica en los abductores de cadera que pacientes que no presentan ningún tipo de sintomatología en la articulación. En cuanto a la potencia muscular el grupo con sintomatología también presentaba déficits en la abducción y en la extensión de cadera (31% y 29% respectivamente) en comparación con los pacientes asintomáticos.

Además, una debilidad del glúteo mayor y el glúteo medio (musculatura extensora, abductora y rotadora externa) puede contribuir a la aparición de lesiones del miembro inferior debido a esa disposición en aducción y en rotación interna del fémur (mencionada en el párrafo anterior) durante la actividad deportiva (25,26). Por otro lado, el glúteo mayor tiene la función, junto al cuádriceps, de disipar y absorber las fuerzas de reacción que ejerce el suelo tras un

aterrizaje. Un glúteo mayor débil no podrá realizar plenamente su función. Por tanto, el cuádriceps tendrá que suplir su función, absorbiendo más carga y aumentando así el riesgo de lesión por sobrecarga (14). De lo mencionado anteriormente podemos deducir que en nuestro tratamiento será necesario incluir un trabajo de la musculatura rotadora externa y abductora para mejorar la alineación de la extremidad inferior durante la actividad. De Merche et al (23) realizaron un protocolo de ejercicio para fortalecer la musculatura de la cadera (concretamente glúteo medio y glúteo mayor) en pacientes con dolor en la articulación patelofemoral. Los ejercicios se realizaron 3 veces por semana durante 2 meses. Descubrieron que a las 8 semanas los pacientes presentaban una menor inclinación de tronco (24%) y una menor aducción de cadera (18%) durante la realización de una sentadilla monopodal, reduciendo así el estrés a nivel de rodilla y, por tanto, reduciendo el dolor.

Otro factor de riesgo importante de padecer TR es una imagen ecográfica anormal (se aprecian zonas más oscuras hipoecogénicas) en el tendón rotuliano (TRA) en personas asintomáticas. Podemos apreciar dicha anomalía en el 22% de los tendones rotulianos de deportistas (7,27). Durcan et al (5), en su estudio sobre la prevalencia de TR en jugadores de rugby, encontraron una cifra similar respecto a este aspecto (28.9%). La probabilidad de padecer TR en jugadores de baloncesto con TRA es 4 veces mayor en comparación con los que presentan una imagen ecográfica normal del tendón rotuliano. Edwards et al (27) comprobaron que los pacientes con TRA tienen estrategias de aterrizaje distintas en saltos horizontales que los pacientes con el tendón rotuliano normal, generando una mayor abducción y rotación interna de rodilla, lo que produce un aumento de carga en el tendón rotuliano. En el salto vertical no había diferencias significativas. Los autores creen que las diferencias se deben a que para desacelerar el movimiento de la extremidad durante un salto horizontal se necesita un mayor control neuromusculoesquelético. Además, se descubrieron diferencias en cuanto al orden de activación de la musculatura del miembro inferior durante el aterrizaje del salto horizontal. En los sujetos con TRA primero se activaba la musculatura isquiotibial (semitendinoso (ST) y bíceps femoral (BF)), luego entraban en acción el tibial anterior (TA) y el gastrocnemio medial (GM), y por último se contraía el VM, el vasto lateral (VL) y el recto anterior del cuádriceps (RAC). En los sujetos sin TRA el orden de activación era el siguiente: primero se activaban el TA y el MG, luego el ST y el BF, por último, el VL, el VM y el RAC. Una mala estrategia de aterrizaje después de un salto vertical es un aspecto importante para tener en cuenta. Se ha observado que los deportistas con TRA tienen un ángulo máximo de flexión de rodilla mayor durante el aterrizaje (70°, frente a los 62° del grupo sin TRA) (27). Se puede afirmar que los pacientes asintomáticos que presentan este patrón de aterrizaje tienen un riesgo elevado de desarrollar TR, ya que el tendón soporta más carga cuanto mayor sea la flexión de rodilla (7). En la articulación de la cadera también había

diferencias significativas durante el aterrizaje horizontal. Los pacientes con TRA realizaban una extensión de caderas durante la acción de aterrizaje (empezaban con 62° de flexión y acababan con 54°), y aterrizaban con un ángulo de flexión de cadera mayor (54°) que los sujetos sin TRA (50°) (27). La dirección de la fuerza ejercida sobre el tendón rotuliano tiene más relevancia a la hora de desarrollar TRA que la cantidad de carga soportada por el tendón tras un aterrizaje. Un factor que determina dicha dirección de fuerza es la flexibilidad del cuádriceps, por lo que una disminución de esta variable supondrá un factor de riesgo para el desarrollo de TR (7).

En el estudio realizado por Janssen et al (10) en deportistas de élite y deportistas SP de voleibol se pretendía determinar las variables con mayor influencia en el desarrollo de la patología. No se encontraron diferencias significativas entre ambos grupos en cuanto a: la fuerza isocinética excéntrica y concéntrica generada por el cuádriceps a diferentes velocidades (60°/s, 180°/s y 240°/s); la fuerza soportada por el tendón rotuliano tras un aterrizaje; la flexibilidad de la musculatura isquiotibial; la técnica de aterrizaje. Sin embargo, encontraron diferencias significativas en cuanto al número de horas de entrenamiento semanales, siendo de 22.4±7.0 en los deportistas de élite y de 7.9±5.3 en los SP. Además, los SP tenían una mayor flexibilidad en el cuádriceps (56.6°±10.8°) que los deportistas de élite (42.9°±7.9°). Con estos resultados se puede afirmar que una carga de entrenamiento alta y/o una flexibilidad disminuida en la musculatura extensora de rodilla pueden favorecer al desarrollo de TR (43). Sin embargo, Morton et al (1) no encontraron como factor de riesgo para desarrollar TR una disminución de la flexibilidad del cuádriceps. Además, en su estudio encontraron que una disminución de la flexibilidad de la musculatura isquiotibial puede aumentar el riesgo de padecer TR. El 25.8% de los deportistas sin TR (frente a un 32.7% de deportistas con TR) afirmaban tener sensación de rigidez en los isquiotibiales.

Con todo lo descrito anteriormente podemos hacernos una idea de todos los factores de riesgo que pueden influir en el desarrollo de TR. Sin embargo, los estudios difieren en algunos factores, por lo que será necesario seguir realizando estudios de calidad para poder concretar más sobre los aspectos que intervienen en el desarrollo de esta patología tan común en deportistas.

Las porciones del tendón que están en estado degenerativo pierden la facultad de ejercer su misión principal, la transmisión de fuerzas. Por ello, aquellas zonas que no presentan ninguna alteración se ven obligadas a compensar ese proceso, teniendo riesgo de sobrecargarse. El tratamiento deberá ir enfocado a eliminar el dolor y restaurar la función (aspecto más importante del tratamiento), ya que un déficit de la musculatura implicada, así como una carga excesiva o insuficiente pueden provocar que la lesión no se cure correctamente (28).

El tendón rotuliano tiene alta tendencia a padecer lesiones y en muchas ocasiones es complicado abordarlas de manera satisfactoria (29). La primera opción de tratamiento en TR es el tratamiento conservador, entre los que se encuentra el entrenamiento con ejercicio excéntrico (ECC), con el cual se han obtenido buenos resultados clínicos y una mejora de la funcionalidad en pacientes con TR (30,31). Sin embargo, no hay evidencia suficiente para afirmar qué tipo de protocolo es más eficaz en cuanto a frecuencia, dosis e intensidad. Por lo que es necesario seguir investigando sobre el tema para determinar cuál de todos es más eficaz para el manejo de la TR (2,3). Los resultados obtenidos en la recuperación de TR con un abordaje con trabajo ECC son favorables entre el 50% y el 70% de los casos (32). En el caso de los deportistas de élite el 45% de los sujetos cuyo tratamiento de TR se realiza solamente con ejercicio ECC no presentaron resultados satisfactorios tras el tratamiento. Esto nos lleva a pensar que no podemos centrar nuestro tratamiento simplemente en realizar este tipo de protocolo para la musculatura extensora de rodilla, sino que tendremos que fortalecer otras estructuras como la musculatura extensora y rotadora de cadera que, como se describió anteriormente, ayuda a absorber las fuerzas de reacción del suelo tras un aterrizaje, evitando una carga excesiva en la articulación de la rodilla. Conforme a esto, Scattone et al (14) realizaron un estudio en jugadores de voleibol con TR. La intervención consistía en modificar la estrategia de aterrizaje patológica (descrita por Edwards et al (27)), y en fortalecer la musculatura extensora de cadera. Tras 8 semanas de intervención los pacientes disminuyeron la puntuación de dolor (medida con la escala visual analógica (EVA)) de 6 a 0. En cuanto a la funcionalidad (medida con la escala VISA-P) aumentaron los valores de 61 a 95 puntos (14). Por otro lado, es de suma importancia que el deportista se centre plenamente en su recuperación, dejando de lado la competición mientras dure el tratamiento, de lo contrario el tratamiento no surgirá el efecto esperado (14).

No se han encontrado diferencias significativas entre realizar un protocolo de entrenamiento ECC y realizar un tratamiento quirúrgico en pacientes con TR, por lo que la segunda opción se realizará sólo si el tratamiento conservador ha fracasado. Otra opción de tratamiento conservador es la terapia con ondas de choque extracorpóreas, pero la evidencia de esta técnica es más limitada que en el caso de los ejercicios excéntricos (29).

El entrenamiento ECC genera mayor ganancia de fuerza muscular que el concéntrico (CONC). Gois et al (33) realizaron un estudio en sujetos sanos para comprobar los efectos del entrenamiento ECC y concéntrico CONC de extensores de rodilla. El grupo 1 (con entrenamiento ECC) realizaba el ejercicio con sobrecarga durante la fase excéntrica (desde extensión de rodilla hasta 90° de flexión). El grupo 2 (con entrenamiento CONC) lo realizaba con sobrecarga durante la fase concéntrica (desde 90° de flexión de rodilla hasta extensión completa). En el grupo 1 la fase excéntrica tenía una duración de 3 segundos y la fase

concéntrica duraba 1 segundo y en el grupo 2 los tiempos eran los contrarios, 3 segundos para la fase concéntrica y 1 segundo para la fase excéntrica. El ejercicio se realizaba en una máquina de extensión de piernas. El protocolo se realizó durante 10 sesiones, con 2 días de descanso entre ellas. La carga fue incrementándose con el paso de las sesiones. Ambos grupos realizaron en las dos primeras sesiones 3 series de 8 repeticiones (con descanso de 3 minutos entre series) con una carga del 80% de 1 repetición máxima (RM), es decir, con el 80% de la carga máxima tolerable para realizar una repetición. En las dos últimas sesiones la carga fue del 1RM realizándose 3 repeticiones con 20 segundos de descanso entre cada una. El grupo 1 aumentó su 1RM inicial de 50 ± 11 kg a 55 ± 11 kg. Se medía la fuerza generada en la extensión de rodilla (fase concéntrica). En el grupo 2 el aumento fue de 46 ± 10 kg a 48 ± 11 kg. En el grupo 1 hubo una ganancia de fuerza del 5%, mientras que la ganancia en el grupo 2 apenas llegaba al 2% (22). Santos et al (34) realizaron un estudio sobre sujetos sanos para ver el efecto que producía el entrenamiento ECC de los extensores de rodilla en cuánto a la fuerza muscular isométrica y excéntrica. El entrenamiento tenía una duración de 6 semanas. Se completaba el ejercicio 2 veces a la semana y consistía en la realización de 3 series de 10 repeticiones de contracciones excéntricas de rodilla (desde 20° de flexión hasta 90°) con una máquina isocinética a 30°/s. Había un descanso entre series de 3 minutos. Tras el protocolo los pacientes incrementaron su pico máximo de fuerza excéntrica a 30°/s en un 27%, a 120°/s en un 17% y su pico máximo de fuerza isométrica en un 16%.

El uso del ejercicio terapéutico con actividad muscular excéntrica es capaz de generar adaptaciones positivas que producen una ganancia de fuerza sin riesgo de dañar la estructura muscular (35), una disminución del dolor durante la actividad y una mejora de la funcionalidad (8). Se ha comprobado que hay un mayor aumento de la fuerza excéntrica muscular con el entrenamiento ECC (46%) que con el entrenamiento CONC (13%), ya que el primero requiere mayor intensidad. También existe un mayor aumento de la actividad muscular (medido con electromiografía) tras realizar un entrenamiento ECC (86%) frente a un entrenamiento CONC (12%) (36) (esto se corresponde con los resultados obtenidos por Gois et al (33) en su estudio). Uno de los mayores efectos que produce el ejercicio ECC es el aumento de la fuerza muscular debido a las adaptaciones neurales que a su vez producen un aumento de la capacidad de activación muscular. Debido a esto el entrenamiento con ejercicio ECC se usa como herramienta de tratamiento en lesiones musculoesqueléticas (incluidas tendinosas). Además, tiene un papel preventivo muy importante (37). Sin embargo, el efecto curativo que produce el entrenamiento ECC en TR puede no deberse a la ganancia de fuerza que este tipo de entrenamiento produce, sino que la causa responsable de la recuperación sea la modulación neurológica al estiramiento (38).

Papadopoulus et al (36) realizaron un estudio para determinar la influencia de un trabajo con carga excéntrica en las variables fuerza excéntrica máxima ($FECC_{m\acute{a}x}$), fuerza concéntrica máxima ($FCC_{m\acute{a}x}$) y potencia muscular con una prensa de piernas isocinética en sujetos sanos. Con esta máquina se realiza una actividad similar a la del salto (mecanismo lesional). Además, para evitar cargas excesivas en la columna vertebral se realiza el ejercicio sentado. El programa de entrenamiento tenía una duración de 8 semanas, realizándose dos entrenamientos semanales. Se realizaban 3 series de 5 a 10 repeticiones dependiendo de la intensidad del entrenamiento. De la semana 1 a la semana 3 la resistencia ejercida era del 70% de la $FECC_{m\acute{a}x}$, y durante las semanas posteriores la resistencia aumentaba al 90% de la $FECC_{m\acute{a}x}$ (medida previamente con la prensa isocinética). El recorrido del ejercicio era corto, se empezaba la fase excéntrica con 25° de flexión de rodilla y se finalizaba con 55° (entendiendo 0° como extensión completa de rodilla). La fase concéntrica se realizaba pasivamente. El grupo que realizó el entrenamiento de carga excéntrica aumentó sus valores de $FECC_{m\acute{a}x}$ en un $64.9\pm 5.5\%$, de $FCC_{m\acute{a}x}$ en un $32.2\pm 8.8\%$ y de potencia muscular en salto vertical en un $25.8\pm 1.2\%$. Además, la altura del salto vertical se aumentó en un 13.6% y el ángulo de flexión de rodilla tras el aterrizaje disminuyó considerablemente de 69° a 43°.

Gual et al (2) realizaron un entrenamiento de fuerza en jugadores de baloncesto y voleibol sin ningún tipo de lesión en los miembros inferiores. Tuvo una duración de 24 semanas, realizándose un entrenamiento semanal. Se llevaba a cabo con una polea de piernas isoinercial. Este aparato opone resistencia durante la fase concéntrica y te devuelve la misma fuerza ejercida durante la fase excéntrica, pudiendo trabajar con sobrecarga excéntrica. Se realizaban 4 series de 8 repeticiones máximas descansando 2 minutos entre series. El ejercicio consistía en realizar sentadillas, las cuales su fase concéntrica empezaba con una flexión de rodillas de 90° y finalizaba con la extensión completa de la articulación. Se quería conseguir una sobrecarga excéntrica, por lo que se pauto a los deportistas que durante los primeros grados de la fase excéntrica ejercieran poca resistencia para frenar el movimiento, y cuándo tuvieran una flexión de rodilla de 120° realizaran una fuerza máxima para detener el movimiento aproximadamente cuando la rodilla alcanzara 90° de flexión. Los resultados obtenidos fueron un aumento de la potencia (medida en vatios (W)) tanto en la fase excéntrica (la diferencia entre la semana 1 y la semana 24 era de 176.6 W) como en la fase concéntrica (aumentando 198 W entre la semana 1 y la 24). Los jugadores que no habían realizado este protocolo durante la temporada sólo aumentaron sus valores en 71.5 W en la fase excéntrica y 70.4 W en la fase concéntrica. Durante la realización del estudio ningún sujeto desarrolló TR, por lo que se puede decir que este tipo de entrenamiento mejora las capacidades del cuádriceps sin producir daño en el tendón rotuliano.

Por otro lado, los ejercicios excéntricos con alta carga producen un aumento de la síntesis de proteínas y una hipertrofia de las fibras musculares, lo que aumenta la fuerza y el tamaño muscular (39) debido a la gran tensión mecánica en los elementos pasivos que se están estirando durante la contracción, que a su vez aumentan la tensión de los elementos contráctiles (36). Otro efecto que genera este tipo de ejercicios es la disminución del contenido de agua presente en el tendón (aumentado en pacientes con TR), que en condiciones normales es del 55%. Con imágenes de resonancia magnética se encontraron que los sujetos del estudio de Ho et al (40) con TR presentaban un 91,1% de porcentaje de agua en el tendón. Se realizaba un entrenamiento ECC que consistía en 3 series de 15 repeticiones de sentadillas monopodales con la pierna patológica sobre una superficie que imponía al tobillo en una posición de 25% de flexión plantar, efectuando un descanso de 30 segundos entre series. Tras finalizar el entrenamiento se volvió a realizar una medición y el contenido de agua en el tendón había disminuido un 1.6%.

Por el contrario, algunos autores afirman que un protocolo de trabajo ECC a menudo puede resultar doloroso y provocar una peor adherencia al tratamiento que otras opciones terapéuticas analgésicas como pueden ser los ejercicios isométricos (41). Respecto al efecto analgésico, la evidencia afirma que lo más efectivo son 5 contracciones isométricas al 70% de la fuerza máxima con una duración de 45 segundos. Se descansará 2 minutos entre cada contracción y se podrá realizar el protocolo un máximo de 3 veces al día (42).

También se asocia el ejercicio ECC a una disminución de la excitabilidad en la fibra neuromuscular que, como resultado, provoca una disminución de la fuerza muscular. Además, la localización de la fibra muscular dentro del vientre muscular determina las características arquitectónicas y morfológicas de estas, por lo que las adaptaciones generadas por el ejercicio y la activación neuromuscular van a ser distintas en cada fibra muscular. Como consecuencia se puede producir un desequilibrio en cuanto al reparto de la carga dentro de la articulación, pudiéndose aumentar el riesgo de lesión por sobrecarga (39).

Una de las causas que pueden determinar que nuestro protocolo de trabajo ECC no resulte del todo eficaz es una mala elección de los ejercicios en cuanto a la carga recibida por el tendón (8). El manejo de la carga en TR es fundamental para obtener un tratamiento eficaz (43). Se tendrán que pautar ejercicios que aporten al tendón una carga directa máxima para conseguir adaptaciones en él que lo preparen para las exigencias del deporte (8). Cuando el deportista sea capaz de desarrollar actividades similares en volumen e intensidad a las demandadas por su deporte, podrá iniciar el proceso de retorno a la actividad deportiva (42). Otro dato de importancia que podría explicar el alto porcentaje de tratamientos fallidos durante la recuperación de TR es que, en gran parte de los estudios, cuyo tratamiento se basa en la

recuperación de lesiones mediante un protocolo de trabajo ECC, el ejercicio realizado (en cadena cinética abierta (CCA)) se aleja considerablemente del mecanismo lesional. Sería recomendable realizar ejercicios que biomecánicamente fueran parecidos al aterrizaje tras un salto, como por ejemplo es la sentadilla. El inconveniente de los ejercicios de cadena cinética cerrada (CCC) es que la carga que soporta la columna vertebral es mayor que en los ejercicios de CCA, por lo que el riesgo de lesión en la columna aumenta. Por ello podría ser recomendable realizar un protocolo de trabajo ECC de rodilla en CCC sin aumentar el riesgo de lesión en la columna vertebral (36).

Otro factor clave en un protocolo de ejercicio terapéutico es el descanso entre sesiones. El ejercicio excéntrico produce un estiramiento del tendón debido a la carga externa que recibe. Sin embargo, tras cesar el ejercicio el tendón no vuelve a la longitud normal (previa al ejercicio). Lavagnino et al (44) descubrieron que tras realizar series de sentadillas de 15 repeticiones con 1 minuto de descanso entre series (el número de series dependía de la fatiga del sujeto de estudio, siendo la media de sentadillas realizadas de 152) el tendón rotuliano incrementaba un $0.8 \pm 0.66\%$ su longitud y tras 24 horas de descanso el tendón seguía estando un $0.44 \pm 0.45\%$ más elongado que antes de realizar la sesión. No encontraron diferencias significativas entre la elongación producida en el tendón y el número de sentadillas realizadas. Este alargamiento del tendón se produce debido a que la tensión tisular disminuye de forma gradual a causa del ejercicio repetitivo. Como consecuencia el tendón se vuelve laxo y las células que lo forman pierden tensión. Esto produce un aumento de catabolitos, que si perdura en el tiempo puede conducir a una degradación tendinosa. De esto podemos deducir que es de vital importancia el reposo tras el ejercicio para que las células tendinosas recuperen su tensión.

En cuanto al número de repeticiones y series que se deben realizar durante el tratamiento de una TR con este tipo de protocolos, la evidencia sugiere que se deben realizar modificaciones en cada sesión. Con ello evitamos que el estímulo que generamos en el sistema musculoesquelético sea simétrico y, por tanto, evitamos la acomodación de los mecanorreceptores generando una adaptación neuromuscular constante (26).

Por otra parte, es preferible evitar ejercicios que involucren a ambas piernas, ya que el sujeto puede proteger su rodilla lesionada cargando más peso en el lado no afecto. Es preferible usar ejercicios como la sentadilla monopodal, la prensa de piernas o la extensión de rodilla (estas dos últimas con máquinas), ya que con estos ejercicios puedes ir aumentando de manera gradual la carga en la pierna afectada evitando así el riesgo de realizar compensaciones con la pierna no afectada. Malliaras et al (42) recomiendan hacer los ejercicios cada dos días, realizar de 3 a 4 series con una carga que empezará en 15RM (carga máxima tolerable para

realizar 15 repeticiones), que irá progresando hacia una carga 6RM (carga máxima tolerable para realizar 6 repeticiones). Para realizar ejercicios que supongan almacenamiento de energía y disipación de fuerzas del tendón rotuliano (pliometría) el paciente tendrá que poder realizar en la prensa de piernas 3 series de 8 repeticiones con una carga que suponga el 150% de su peso corporal.

Para la confección de un protocolo de ejercicio terapéutico, se hace imprescindible determinar los parámetros intensidad, volumen, tipo de ejercicio, periodización y duración del entrenamiento de forma adecuada con dos objetivos principales. El primero será mejorar las alteraciones musculoesqueléticas sin riesgo de daño o lesión y el segundo será promover la adherencia al tratamiento (35). A la hora de diseñar el tratamiento se debe modificar la carga que soporta el deportista. Se deben disminuir aquellas actividades (como los saltos) que supongan un estrés elevado al tendón. Además, la carga a la que someteremos al tendón durante la recuperación tendrá que ser progresiva conforme a los síntomas del paciente. Se permitirá un dolor leve moderado (3-4 en la EVA) durante el ejercicio, pero si este persiste a las 24 horas deberá reducirse la carga de trabajo ya que todavía no es tolerable por el tendón. Es importante educar al paciente en cuanto al dolor, aquí toma un papel muy importante el ámbito psicosocial, el deportista debe entender que en muchas ocasiones el dolor no se corresponde con daño estructural, por lo que un dolor leve es aceptable durante la recuperación (42). Sin embargo, es fundamental que el ejercicio se realice sin dolor intenso, ya que el dolor puede provocar cambios en la representación cortical, afectando así al control motor (41).

El protocolo de ejercicio ECC descrito por Purdam es comúnmente usado para el tratamiento de la patología rotuliana. Se realiza durante 12 semanas, todos los días de la semana y dos veces al día. Consiste en hacer sentadillas monopodales (con la pierna afectada) encima de una cuña con 25° de inclinación (posicionando el tobillo en flexión plantar) durante la fase excéntrica de bajada. Durante la fase concéntrica se sube con ambas piernas. Se realizan 3 series de 15 repeticiones. Se permite un dolor leve-moderado durante el ejercicio, si este aumenta debe acabar la serie. Se irá incrementando la carga según la sintomatología (43). Hay que tener especial atención en la correcta alineación de la cadera y de la pelvis especialmente durante la fase excéntrica, ya que un descenso de la pelvis contralateral o una aducción de la cadera homolateral pueden incrementar el estrés y por tanto el dolor durante el ejercicio (23).

Thijs et al (32) realizaron un estudio comparando el protocolo ECC descrito anteriormente junto a ondas de choque (grupo 1) frente a la realización del protocolo ECC aislado (grupo 2). Ambos grupos mejoraron los síntomas, pero no se encontraron diferencias significativas entre

ellos. Las variables medidas fueron la funcionalidad mediante la escala VISA-P. Los pacientes del grupo 2 presentaron 78.2 ± 15.8 puntos a los 6 meses de haber comenzado el tratamiento (las mediciones iniciales fueron de 58.9 ± 14.6 puntos), los pacientes del grupo 1 aumentaron la puntuación de 54.5 ± 15.4 a 70.9 ± 17.7 . La otra variable medida en el estudio fue el dolor (medido con la EVA) en las siguientes actividades: tres saltos monopodales, diez sentadillas monopodales, y tres saltos verticales máximos monopodales, todos ellos realizándose con la pierna afectada. El dolor durante las sentadillas fue de 4.1 en los pacientes del grupo 1 y de 4.7 en los del grupo 2 en la primera medición. Tras las 24 semanas desde el comienzo del protocolo el dolor bajó a 1.8 y 2.2 respectivamente. En cuanto al dolor durante los saltos monopodales, el grupo 1 presentaba una puntuación de 3.3 y el grupo 2 de 3.2. Tras 24 semanas la cifra disminuyó a 1.8 y 1.9 respectivamente. Por último, en los saltos verticales máximos con la pierna afectada los pacientes del grupo 1 presentaban un dolor de 2.8 y los del grupo 2 de 3.8. Tras 24 meses los valores disminuyeron a 1.6 y 1.5 respectivamente. En ningún caso se encontró diferencias significativas entre ambos grupos.

Kongsgard et al (43) realizaron un estudio comparando tres grupos de trabajo. El primer grupo realizaba el protocolo de trabajo ECC descrito por Purdam (explicado previamente de forma detallada), el segundo grupo realizaba un protocolo de resistencia pesada lenta (heavy slow resistance (HSR)), y al último grupo se le inyectaba 1 mL con 40 mg/mL de corticoides (CORT) en la zona hipoecoica del tendón (se administraba una primera inyección al inicio del estudio y una segunda inyección a las 4 semanas). El protocolo HSR tenía una duración de 12 semanas, realizándose 3 sesiones semanales, cada sesión constaba de los siguientes ejercicios: prensa de pierna, sentadillas y sentadillas hack. Todos los ejercicios se realizaban con ambas piernas y el rango de movimiento en todos ellos iba desde la extensión de piernas completa hasta los 90° de flexión de rodilla. Se realizaron cuatro series de cada ejercicio con 2 minutos de descanso entre cada una. Las repeticiones iban disminuyendo y la carga iba aumentando a lo largo de las sesiones. La primera semana se realizaron 15 repeticiones con una carga de 15RM, las dos siguientes semanas 12 repeticiones con una carga de 12RM, de tal modo que cada dos semanas iban realizándose dos repeticiones menos por serie con la carga máxima soportada para ese número de repeticiones (10RM, 8RM), para finalizar, las semanas 9,10,11 y 12 realizando 6 repeticiones con una carga de 6 RM. Se midió la variable funcionalidad mediante la escala VISA-P. El grupo ECC tenía unos valores iniciales de 53 ± 13 , el grupo HSR de 56 ± 13 y el grupo CORT de 64 ± 14 . A medio plazo (12 semanas después) todos los grupos mejoraron los valores en la escala: 75 ± 3 , 78 ± 18 y 82 ± 19 respectivamente. Sin embargo, a largo plazo, dichos valores se mantuvieron en el grupo ECC (76 ± 16) y en el grupo HSR (86 ± 12), pero no en el grupo CORT (64 ± 22). Otra variable medida fue el dolor con la EVA (sobre 100 puntos). Al inicio del estudio el grupo ECC presentaba una puntuación de

59±20, el grupo HSR de 61±15 y el grupo CORT de 58±17. A los seis meses los valores eran 22±17, 13±16 y 31±19 respectivamente. Con esto podemos concluir que los tres tipos de tratamiento son eficaces a medio plazo, pero sólo el entrenamiento ECC y el HSR mantienen las ganancias a largo plazo.

Steunebrink et al (45) realizaron un estudio en pacientes con TR para ver la efectividad del protocolo ECC descrito por Purdam junto a la administración (vía tópica) de parches de gliceril trinitrato. Al grupo experimental se le realizaban ambos tratamientos y al grupo control sólo el protocolo ECC durante 12 semanas. Se midió la variable funcionalidad con la escala VISA-P y ambos grupos mejoraron los valores de esta. En la medición inicial el grupo control y el grupo experimental obtuvieron los siguientes valores: 67.8±10.9 y 63±21.8 respectivamente. A las 24 semanas los valores habían aumentado a 80.7±22.1 en el grupo control y a 75±16.2 en el grupo experimental. No se encontraron diferencias significativas entre ambos grupos, por lo que el uso de parches de gliceril trinitrato junto al protocolo de ejercicio ECC no es más efectivo que realizar el protocolo de forma aislada.

Se ha demostrado con imágenes de ultrasonido que en los pacientes con TR hay una imagen ecográfica anormal con un tendón engrosado y una zona neovascularizada. Un estudio realizado por McCreesh et al (46) demuestra que tras la realización del protocolo ECC descrito por Purdam el tendón no sufre cambios en cuanto al grosor (el tendón del paciente con TR medía (longitudinalmente) 82 mm (antes y después de la realización del protocolo) y el tendón sin patología medía 38 mm). En cambio, sí se encontraron cambios con respecto a la neovascularización. Tras la realización del protocolo no se apreciaba presencia de fluido con el ultrasonido, por lo que se puede deducir que la neovascularización propia de la patología había disminuido considerablemente. A esta abolición de la neovascularización se le suman otros efectos producidos por el ejercicio, que ayudan a mejorar los síntomas y la funcionalidad de la articulación, como el incremento de la formación de colágeno.

Sin embargo, no todos los estudios sobre TR están realizados con el protocolo descrito por Purdam. Abat et al (3) realizaron un programa de ejercicio ECC en pacientes con TR dos días a la semana durante dos semanas consecutivas con el objetivo de conseguir un buen proceso de maduración en las fibras de colágeno. Se realizaban tres series de diez repeticiones cada una. El ejercicio se llevó a cabo con una de presa de piernas isoinercial. Durante la carga excéntrica la pierna con TR trabajaba sola. Para volver a la posición inicial del ejercicio (fase concéntrica) se ayudaba de la otra extremidad. El rango de movimiento durante el ejercicio iba desde la extensión de rodilla hasta los 60° de flexión. El resultado medido fue la funcionalidad de la rodilla mediante la escala VISA-P. Tras el tratamiento de TR con Electrolisis Percutánea Intratisular (EPI) más ejercicio excéntrico, los pacientes que

presentaban una puntuación en la escala VISA-P < 50 aumentaron su puntuación en 45.8 puntos y los pacientes con una puntuación de ≥ 50 antes del tratamiento la aumentaron en 15.6 puntos. La medición se realizó 12 semanas después de haber finalizado el tratamiento.

Romero Rodríguez et al (30) realizaron su estudio con un dispositivo isoinercial. Utilizaron una prensa de piernas. El estudio se realizó en jugadores de fútbol y baloncesto de primer nivel diagnosticados con TR. El protocolo tuvo una duración de 6 semanas realizándose 2 entrenamientos semanales. La ejecución del ejercicio era exactamente igual al descrito por Gual et al (2) para conseguir una sobrecarga excéntrica en el cuádriceps, pero con prensa de piernas en vez de sentadillas. Se comprobó que tras la realización del ejercicio la $FECC_{m\acute{a}x}$ aumentó en un 90%, la $FCC_{m\acute{a}x}$ lo hizo en un 70% (ambas medidas con el dispositivo de prensa isoinercial). Además, el RA aumentó su actividad electromiográfica en un 66% durante la fase excéntrica del ejercicio y la disminuyó en un 73% en la fase concéntrica. La funcionalidad (medida con la escala VISA-P) mejoró en un 86% después del ejercicio, y el dolor (medido con la EVA) disminuyó en un 60%. Estas variables fueron medidas 1 mes y medio después de haber acabado el protocolo de entrenamiento.

Stasinopoulos et al (47) realizaron un protocolo de ejercicio ECC en pacientes con TR en el que se realizaban tres series con quince repeticiones cada una de una sentadilla monopodal a baja velocidad (30 segundos de duración cada sentadilla) encima de una superficie con 25° de inclinación. El retorno a la posición inicial (fase concéntrica) se realizaba con la pierna sana. Se realizaba un descanso de dos minutos entre series. La carga que soportaban durante el ejercicio era su propio peso corporal, se permitía que hubiera un dolor moderado durante la realización del ejercicio, pero si el dolor era intenso, este debía finalizar. Cuando el paciente no presentará dolor durante la realización del ejercicio, se incrementaba la carga progresivamente. El programa se realizaba 5 veces por semana durante 4 semanas. En este estudio se midió la funcionalidad de la rodilla con la escala VISA-P. Se encontraron diferencias significativas entre el grupo 1 (entrenamiento ECC y estiramientos de cuádriceps e isquiotibiales) y el grupo 2 (sólo entrenamiento ECC). A las 4 semanas después de haber realizado el tratamiento, el grupo 1 obtuvo una puntuación de 42 puntos más alta respecto a la medición inicial (antes de empezar el tratamiento) y el grupo 2 obtuvo 28 puntos más. En la semana 24 se obtuvieron mediciones similares.

Basas et al (8) realizaron un protocolo de ejercicios para atletas profesionales de triple salto y salto de altura con TR. Se realizó durante doce semanas en la pretemporada de invierno y diez semanas en la pretemporada de verano, se realizaba dos veces al año con el objetivo de incrementar los beneficios. El protocolo se llevaba a cabo 3 días a la semana durante las dos primeras semanas, y a la tercera semana, con el objetivo de no sobrecargar el tendón, el

número de días de trabajo disminuía a 2 (así hasta completar las 12 o 10 semanas respectivamente). Además, los atletas seguían con el ritmo de entrenamiento normal propio de su deporte. El programa combinaba estimulación eléctrica con ejercicios excéntricos, isométricos y concéntricos. La fase excéntrica de los ejercicios (realizados con una banda elástica por debajo de las rodillas y atada a una espaldera) eran los siguientes: en el primero, desde una posición en bipedestación se bajaba a posición de sentadilla hasta una posición de 90° de flexión en cadera y rodilla; en el segundo, desde bipedestación se bajaba hasta una posición de 90° de flexión de rodillas y caderas a 0°; y en la tercera, con apoyo monopodal se bajaba hasta una posición de 75° de flexión en caderas y rodillas. En todos se mantenía la posición durante 3 segundos (fase isométrica) y se volvía a posición inicial (fase concéntrica). Se midió la variable dolor durante el ejercicio con la EVA. Los resultados obtenidos fueron una disminución del dolor significativa después de haberse realizado el protocolo. En la medición inicial se obtuvo una puntuación de dolor de $7,67 \pm 1,96$ sobre 10. Tras 12 meses se volvió a medir y la puntuación había disminuido considerablemente ($2,50 \pm 1,52$ sobre 10).

Por el contrario, otros autores han encontrado otras opciones de tratamiento más efectivas que el trabajo ECC en TR. Rio et al (41) midieron los cambios inmediatos en cuanto a fuerza y dolor comparando protocolos de ejercicio isométrico e isotónico en deportistas con TR. La fuerza isométrica voluntaria máxima (FIVM) se midió con un equipo isocinético con la rodilla a 60° de flexión. La variable dolor se midió con la EVA. Las variables se midieron antes y después de la realización de los programas de ejercicio. El protocolo isométrico consistía en la realización de 5 contracciones al 70% de la FIVM de 45 segundos cada una con la rodilla a 60° de flexión con un equipo isocinético. Se descansaba 2 minutos entre repeticiones. El protocolo ECC se llevó a cabo con una máquina de extensión de rodilla. Se realizaron 4 series de 8 repeticiones durando en cada repetición 4 segundos la fase excéntrica y 3 segundos la fase concéntrica. Se descansaba 2 minutos entre series. En cuanto al dolor, el grupo asignado al programa isométrico y el grupo asignado al programa isotónico obtuvieron los siguientes valores respectivamente antes del ejercicio: $7/10 \pm 2.04$ y $6.33/10 \pm 2.80$. Tras la realización del ejercicio ambos grupos disminuyeron el dolor, habiendo mayor disminución en el grupo isométrico ($0.17/10 \pm 0.41$ frente a $3.75/10 \pm 4.67$ del grupo de trabajo con ejercicio isotónico). Además, después de la intervención con el programa isométrico se obtuvo un aumento del 18.7% del FIVM. Después de la intervención con ejercicio isotónico no se encontraron cambios significativos en la FIVM.

Por otro lado, se ha demostrado que los pacientes que realizan el programa de ejercicio ECC bajo la supervisión de un fisioterapeuta tienen unos resultados más positivos que aquellos que lo hacen sin ninguna supervisión en su domicilio. Los ejercicios deberán realizarse a baja velocidad para favorecer la curación del tejido. Además, se debe ir aumentando la carga de

manera progresiva de forma individualizada en cada paciente, se permite dolor moderado durante el ejercicio, pero si este llega a ser excesivo el ejercicio debe finalizar (48).

Con todo lo encontrado en la bibliografía se puede deducir que el ejercicio terapéutico ECC es el tratamiento más eficaz para el manejo de la TR. Sin embargo, no debemos centrarnos sólo en ese aspecto, sino que deberemos enfocar nuestro tratamiento (devolviendo la funcionalidad al tendón) de una manera global. En cuanto a qué protocolo se debe elegir para el manejo de una TR no hay evidencia concluyente en cuanto a dosis, intensidad y carga. El objetivo de este estudio será comparar la eficacia de los diferentes protocolos excéntricos descritos en la literatura para el tratamiento de TR.

Para concluir, se quiere hacer referencia al simposio internacional científico de tendinopatías de 2019 (49), en el cual los expertos sobre esta materia expusieron una lista de los ítems que no pueden faltar en ningún estudio relacionado con tendinopatías. En todo estudio se debe informar de: el sexo de los sujetos de estudio; la edad (en años); la altura (indicando la unidad de medida); la masa corporal (indicando la unidad de medida); la duración de la sintomatología, la gravedad de la misma (dolor con la EVA en reposo y en actividad) y su localización; la historia previa del tendón; el nivel de funcionalidad (medida con la escala VISA); los test de carga realizados (se debe explicar de forma detallada el tipo de test y la metodología realizada); si se han usado pruebas de imagen deben estar dentro del estudio; la elección de los sujetos de estudio, esta debe estar correctamente detallada (localización geográfica, si fueron remunerados por realizar el estudio, si buscaban tratamiento para su patología), se debe incluir el número de sujetos que se excluyeron de la muestra final; la cantidad de actividad física que realiza cada sujeto; la medicación que toman los sujetos; los criterios de inclusión y exclusión; y otras características como: tratamientos recibidos anteriormente, otras zonas de dolor y factores psicológicos.

2. Evaluación de la evidencia

Se han elegido los siguientes términos para conformar la estrategia de búsqueda para la realización del trabajo. Se han utilizado descriptores de ciencias de la salud MeSH y DeCS con el objetivo de obtener una búsqueda más precisa. Se ha hecho uso de términos libres para aquellas palabras que no tienen asignado un descriptor específico.

Términos en español	Término en inglés.	Término MeSH	Término DeCS	Término libre
Fisioterapia	Physical therapy	Physical therapy	Physical therapy	Physiotherapy
Tendinopatía	Tendinopathy	Tendinopathy	Tendinopathy	Tendinopathy
Tendón rotuliano	Patellar tendon	Patellar tendon	Patellar ligament	Patellar tendon
Fuerza muscular	Muscular strength	Muscle strength	Muscle strength	Muscular strength
Factores de riesgo	Risk factors	Risk factors	Risk factors	Risk factors
Rodilla	Knee	Knee	Knee	Knee
Ejercicio	Exercise	Exercise	Exercise	Exercise
Excéntrico	Eccentric	NO	NO	Eccentric
Deporte	Sport	Sport	NO	Sport
Potencia	Power	Power	NO	Power
Epidemiología	Epidemiology	Epidemiology	Epidemiology	Epidemiology

Tabla 2. Términos MeSH, términos DeCS y términos libres utilizados para la realización de la estrategia de búsqueda. Elaboración propia.

EBSCO

Se han utilizado las siguientes bases de datos para la realización de la estrategia de búsqueda: Cinhal, E-journals, Medline y Academic Search Complet. La búsqueda se efectúa entre los días 25/10/2019 y 26/10/2019.

Búsqueda	Estrategia	Artículos encontrados
1	Physical therapy	111.190
2	Tendinopathy	17.231
3	Patellar tendón	14.088
4	Muscle strength	98.594
5	Risk facotrs	2.335.490
6	Knee	408.192
7	Exercise	1.080.983
8	Eccentric	46.191
9	Sport	1.136.773
10	Power	2.886.885
11	Epidemiology	2.812.789

Tabla 3. Búsqueda libre en la base de datos EBSCO. Elaboración propia.

Se realiza la búsqueda de las palabras claves desarrolladas en la tabla anterior, al haber un elevado número de artículos se procede a realizar una búsqueda más exhaustiva. Se utilizan operadores booleanos y limitadores de búsqueda expuestos en la siguiente tabla.

Búsqueda	Estrategia	Artículos encontrados
12	2 AND 5 AND 6 AND 9 Limitador: 2010-2019 Limitador: edad +19 años	16
13	2 AND 3 AND 7 AND 8 Limitador: 2010-2019 Limitador: edad +19 años	16
14	2 AND 4 AND 7 AND 8 AND 10 Limitador: 2010-2019	17

15	2 AND 3 AND 9 AND 11 Limitador: 2010-2019 Limitador: edad +19 años	9
16	1 AND 4 AND 6 AND 7 AND 8 AND 10 Limitador: 2010-2019	27

Tabla 4. Estrategia de búsqueda realizada en la base de datos EBSCO. Elaboración propia.

PUBMED

Se utiliza la misma estrategia de búsqueda que en la base de datos EBSCO para complementar los artículos ya encontrados y ampliar el número total de los mismos. Búsqueda realizada entre el 28/10/2019 y el 29/10/2019.

Búsqueda	Estrategia	Artículos encontrados
1	Physiotherapy	177.871
2	Tendinopathy	13.412
3	Patellar ligament	6.019
4	Muscular strength	9.614
5	Risk factors	1.262.611
6	Knee	163.875
7	Exercise	411.762
8	Eccentric	12.792
9	Sport	313.812
10	Power	331.094
11	Epidemiology	2.360.673

Tabla 5. Búsqueda libre en la base de datos PubMed. Elaboración propia.

Al igual que en EBSCO se utilizan operadores booleanos y limitadores para acotar la búsqueda y encontrar un número de artículos manejable para la realización del trabajo.

Búsqueda	Estrategia	Artículos encontrados
12	2 AND 5 AND 6 AND 9 Limitador: últimos 10 años Limitador: edad +19 años	24
13	2 AND 3 AND 7 AND 8 Limitador: últimos 10 años Limitador: edad +19 años	19
14	2 AND 4 AND 7 AND 8 AND 10 Limitador: últimos 10 años	2
15	2 AND 3 AND 9 AND 11 Limitador: últimos 10 años Limitador edad: +19 años	11
16	1 AND 4 AND 6 AND 7 AND 8 AND 10 Limitador: últimos 10 años	18

Tabla 6. Estrategia de búsqueda realizada en la base de datos PubMed. Elaboración propia.

Diagrama de flujo

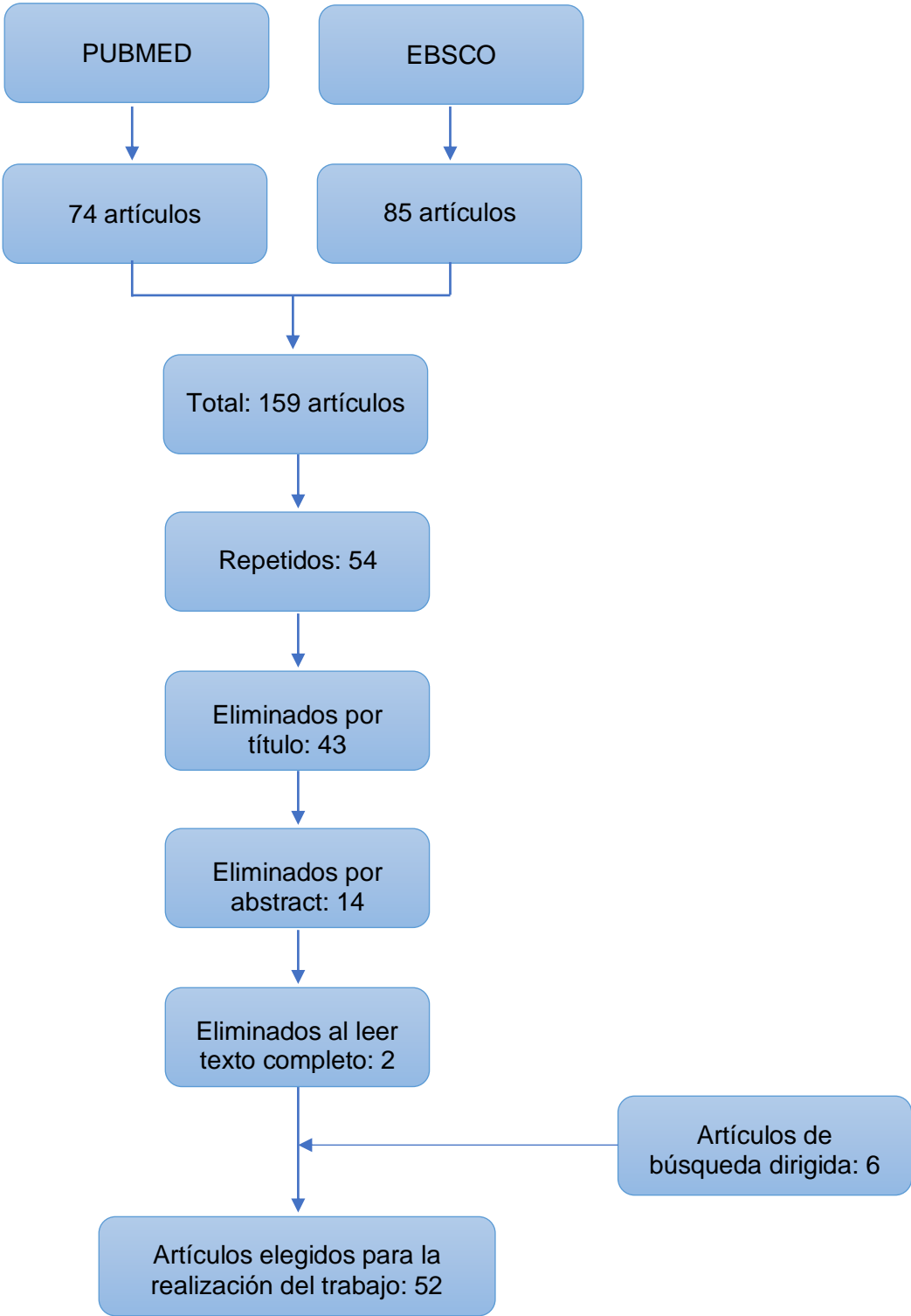


Gráfico 1. Diagrama de flujo. Elaboración propia.

3. Objetivos del estudio

3.1. Objetivo principal

Valorar la eficacia de los distintos protocolos de trabajo excéntrico en deportistas con tendinopatía rotuliana crónica.

3.2. Objetivos secundarios

1. Valorar los cambios producidos en la fuerza isométrica voluntaria máxima (FIVM) del cuádriceps entre los distintos protocolos de trabajo excéntrico* en deportistas con tendinopatía rotuliana crónica.

2. Valorar los cambios producidos en la fuerza concéntrica máxima ($FCC_{m\acute{a}x}$) isocinética a 60°/segundo del cuádriceps entre los distintos protocolos de trabajo excéntrico en deportistas con tendinopatía rotuliana crónica.

3. Valorar los cambios producidos en la fuerza concéntrica máxima ($FCC_{m\acute{a}x}$) isocinética a 180°/segundo del cuádriceps entre los distintos protocolos de trabajo excéntrico en deportistas con tendinopatía rotuliana crónica.

4. Valorar los cambios producidos en la fuerza concéntrica máxima ($FCC_{m\acute{a}x}$) isocinética a 240°/segundo del cuádriceps entre los distintos protocolos de trabajo excéntrico en deportistas con tendinopatía rotuliana crónica.

5. Valorar los cambios producidos en la funcionalidad del miembro inferior entre los distintos protocolos de trabajo excéntrico en deportistas con tendinopatía rotuliana crónica.

NOTA ACLARATORIA:

Los distintos protocolos de trabajo excéntrico que se indican en los objetivos anteriores son:

- *Protocolo excéntrico descrito por Abat et al (3) en su estudio.*
- *Protocolo excéntrico descrito por Romero Rodríguez et al (30) en su estudio,*
- *Protocolo de trabajo excéntrico descrito por Stasinopoulos et al (47) et al en su estudio.*
- *Protocolo de trabajo excéntrico descrito por Basas et al (8) en su estudio.*
- *Protocolo de trabajo excéntrico descrito por Purdam et al (43) en su estudio.*

4. Hipótesis

El protocolo de ejercicio excéntrico descrito por Basas et al (8) es el más eficaz en deportistas con tendinopatía rotuliana crónica.

5. Metodología

5.1. Diseño

Se realizará un ensayo clínico aleatorizado (estudio experimental), doble ciego modificado en el que, ni el investigador que realiza las mediciones, ni el analista que realiza el análisis estadístico, conocerán el grupo asignado con el fin de evitar o minimizar posibles sesgos durante el estudio. No es posible cegar al paciente, ya que en la hoja de información del proyecto deberán ir redactados de forma detallada los distintos grupos de intervención con sus respectivos tratamientos. Se escoge este diseño para realizar una comparación de los cambios generados entre los distintos protocolos de trabajo excéntrico en deportistas con tendinopatía rotuliana. Se realizarán dos mediciones de las variables dependientes, una antes de comenzar la intervención (pre-tratamiento) y la otra tras haberlo finalizado (post-tratamiento), con el fin de observar los cambios que cada protocolo genera en dichas variables a estudiar.

Se dividirán a los sujetos en 5 grupos de trabajo de manera aleatoria.

El grupo 1 realizará el protocolo de trabajo excéntrico descrito por Abat et al (3) en su estudio.

El grupo 2 realizará el protocolo de trabajo excéntrico descrito por Romero Rodríguez et al (30) en su estudio.

El grupo 3 realizará el protocolo de trabajo excéntrico descrito por Stasinopoulos et al (47) en su estudio.

El grupo 4 realizará el protocolo de trabajo excéntrico descrito por Basas et al (8) en su estudio.

El grupo 5 (grupo control) realizará el protocolo de trabajo excéntrico más habitual en el tratamiento de TR descrito por Purdam et al (43) en su estudio.

Para llevar a cabo el estudio será necesaria la aprobación del Comité Ético de Investigación Clínica, por lo que se deberá solicitar dicha aprobación (Anexo I).

El estudio sigue en todo momento los principios éticos para las investigaciones médicas en seres humanos que se declararon en el año 1964 en Helsinki.

Antes de entrar a formar parte del estudio, todos los participantes deberán leer un documento dónde estará reflejado el diseño del estudio: grupos de trabajo, objetivos del estudio, duración del mismo, etc. (Anexo II). Deberán completar una ficha (Anexo III) con sus datos personales que será guardado por el investigador principal (no será publicado ningún tipo de información

personal, durante todo el estudio cada sujeto dispondrá de un número de identificación). Por último, deberán leer y firmar el consentimiento informado (Anexo IV), por el que se comprometen a participar en el estudio voluntariamente, cumpliendo con la Ley Orgánica de Protección de Datos 3/2018.

Aquel sujeto que por el motivo que fuere desee abandonar el proyecto, podrá hacerlo sin ningún tipo de repercusión económica ni legal rellenando una hoja de revocación (Anexo V).

5.2. Sujetos de estudio

Los sujetos que formarán parte del estudio serán deportistas que hayan sido diagnosticados de TR. Habrá una serie de criterios de inclusión y exclusión con el fin de conseguir una muestra lo más homogénea posible. Todos los sujetos que cumplan las características necesarias para entrar en el proyecto deberán firmar un consentimiento informado por el que se comprometen de forma voluntaria a participar en el mismo.

CRITERIOS DE INCLUSIÓN	CRITERIOS DE EXCLUSIÓN
Sexo masculino	Cirugía previa de rodilla
Deportista	Haber recibido tratamiento previo
Diagnosticado de TR por un médico	Trastornos cognitivos
Mayores de edad	Uso habitual de medicación analgésica
Comprender el castellano o, en su defecto, el inglés	Fractura reciente (últimos 18 meses) de miembro inferior
Adscritos a las federaciones de atletismo, baloncesto, balonmano o fútbol o, en su defecto, otra federación	Seguir con los entrenamientos

Tabla 7. Criterios de inclusión y exclusión. Elaboración propia.

El tamaño de la muestra se calcula según la siguiente fórmula empleada en estudios en los que se realizan contraste de hipótesis mediante la comparación de medias (50):

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

Dónde:

n= tamaño de la muestra.

K= constante. Se calcula a través del nivel de significación (α) y el poder estadístico ($1-\beta$).

SD= desviación típica.

d= precisión.

Por lo general, se asume un nivel de significación $\alpha = 0,05$. Esto significa que hay un 5% de probabilidades de cometer el error tipo I (rechazar la hipótesis nula cuando es cierta). Además, está establecido un poder estadístico del 80%, $1-\beta = 0,80$.

El valor de K se estima a través de la siguiente tabla:

Poder estadístico ($1-\beta$)	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
99%	18,4	24,1	31,6

Tabla 8. Nivel de significación y poder estadístico. Elaboración propia.

A continuación, se determinará el tamaño de la muestra para cada variable de estudio.

En las variables medidas con dinamometría, para calcular la precisión (d) se utiliza el concepto de coeficiente de variación (C_v), que es el 10% de la media de la variable a estudiar (51).

En las variables cuyos datos no se obtengan con dinamometría, para determinar el valor d hallaremos la diferencia entre la medición post-tratamiento y pre-tratamiento.

Para la variable FIVM nos basaremos en el estudio de Rio et al (41) para determinar la desviación típica (SD) y la d.

- SD=31,25 Nxm; d=18,75 Nxm. Por tanto:

$$n = \frac{2(7,8) \times 31,25^2}{18,75^2} = 43,33. \text{ El tamaño de la muestra para esta variable será de 44 sujetos.}$$

Para las variables FCC_{máx} isocinéticas a 60°/seg, 180°/seg y 240°/seg nos basaremos en el estudio de Janssen et al (10) para determinar la SD y la d.

- A 60°/seg, SD= 0.33 Nxm/kg; d=0,269 Nxm/kg. Por tanto:

$$n = \frac{2(7,8) \times 0,33^2}{0,269^2} = 23,47. \text{ El tamaño de la muestra para esta variable será de 24 sujetos.}$$

- A 180°/seg, SD=0,21 Nxm/kg; d=0,208 Nxm/kg. Por tanto:

$$n = \frac{2(7,8) \times 0,21^2}{0,208^2} = 15,9. \text{ El tamaño de la muestra para esta variable será de 16 sujetos.}$$

- A 240°/seg, SD=0,20 Nxm/kg; d=0,178 Nxm/kg. Por tanto:

$$n = \frac{2(7,8) \times 0,20^2}{0,178^2} = 19,69. \text{ El tamaño de la muestra para esta variable será de 20 sujetos.}$$

Para la variable funcionalidad nos basaremos en el estudio de Abat et al (3) para determinar la SD y la d.

- SD=21,7 puntos; d=30,7 puntos. Por tanto:

$$n = \frac{2(7,8) \times 21,7^2}{30,7^2} = 7,79. \text{ El tamaño de la muestra para esta variable será de 8 sujetos.}$$

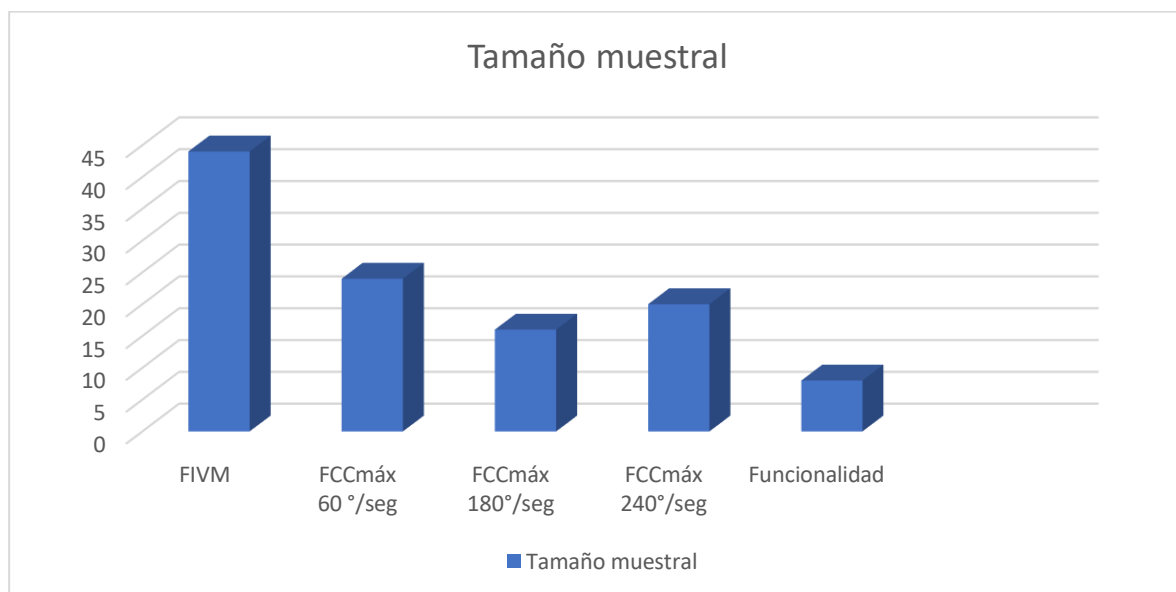


Gráfico 2. Tamaño muestral según variables de estudio. Elaboración propia.

La variable que mayor tamaño muestral tiene es FIVM (n=44). Se tomará dicho valor como referencia para determinar la muestra del estudio, por lo que cada grupo de trabajo estará formado por 44 sujetos, siendo la muestra 220 (5 grupos con 44 individuos cada uno). Además, será necesario añadir un 10% extra de sujetos en la muestra final del estudio por las posibles pérdidas que pudiera haber durante el transcurso del mismo.



Gráfico 3. Muestra total del estudio. Elaboración propia.

Finalmente, la muestra total con la que deberá realizarse el proyecto será de 242 sujetos, por lo que los grupos quedarán dispuestos tal y como muestra el gráfico superior: dos de ellos estarán formados por 49 sujetos y los tres restantes se completarán con 48.

Los participantes del estudio serán seleccionados por el método no probabilístico muestreo por bola de nieve. El investigador principal irá de forma presencial a las distintas federaciones deportivas madrileñas (voleibol, baloncesto, atletismo y fútbol). Allí se reunirá con los médicos y se les comentará el proyecto. Los respectivos médicos derivarán al investigador principal a aquellos sujetos que sean diagnosticados de TR y quieran participar en el estudio.

A continuación, se aleatorizará la muestra de forma simple. Todos los sujetos que hayan entrado en el estudio estarán en una lista (que dispondrá el investigador principal) identificados por un número (para guardar el anonimato en todo momento). A través de un programa generador de números aleatorios se irán completando los grupos. El primer número generado irá al grupo 1, el segundo al grupo 2, el tercero al grupo 3, el cuarto al grupo 4, el quinto al grupo 5 y volverá a empezar sucesivamente hasta completar los 5 grupos de trabajo.

5.3. Variables

Las variables que se usarán en el estudio son las siguientes:

VARIABLE	TIPO	MEDICIÓN	UNIDAD DE MEDIDA / CATEGORÍAS
FIVM del cuádriceps	Dependiente Cuantitativa continua	Dinamómetro	Newton x metro (Nm)
FCC _{máx} isocinética a 60°/seg del cuádriceps	Dependiente Cuantitativa continua	Dinamómetro	Newton x metro (Nm)
FCC _{máx} isocinética a 180°/seg del cuádriceps	Dependiente Cuantitativa continua	Dinamómetro	Newton x metro (Nm)
FCC _{máx} isocinética a 240°/seg del cuádriceps	Dependiente Cuantitativa continua	Dinamómetro	Newton x metro (Nm)
Funcionalidad	Dependiente Cuantitativa discreta	Escala VISA-P	Números (0-100)
Momento de medición	Independiente Cualitativa nominal dicotómica	x	Pre-tratamiento y post-tratamiento
Tipo de intervención	Independiente Cualitativa nominal policotómica	x	1*, 2**, 3***, 4**** y 5*****

Tabla 9. Variables de estudio. Elaboración propia.

* El grupo 1 realizará el protocolo de trabajo excéntrico descrito por Abat et al (3) en su estudio.

**El grupo 2 realizará el protocolo de trabajo excéntrico descrito por Romero Rodríguez et al (30) en su estudio.

***El grupo 3 realizará el protocolo de trabajo excéntrico descrito por Stasinopoulus et al (47) en su estudio.

****El grupo 4 realizará el protocolo de trabajo excéntrico descrito por Basas et al (8) en su estudio.

*****El grupo 5 (grupo control) realizará el protocolo de trabajo excéntrico más habitual en el tratamiento de TR descrito por Purdam et al (43) en su estudio.

La variable FIVM del cuádriceps se medirá con el dinamómetro PRIMUS RS de BTE Technologie. Se realizarán 6 contracciones máximas de 3 segundos de duración con un minuto de descanso entre cada contracción. Antes de comenzar la medición se realizará un calentamiento previo de la musculatura realizando cuatro contracciones isométricas submáximas y dos máximas con un minuto de descanso entre cada una (50). La unidad de medida en la que obtendremos los resultados será en Nxm (41).

Las variables de $FCC_{máx}$ del cuádriceps se medirán con el mismo dinamómetro. Tal y como indican Janssen et al (10) se medirá dicha fuerza a tres velocidades (contracciones isocinéticas): 60°/seg, 180°/seg y 240°/seg. Dos días antes de la primera medición (pre-tratamiento) cada sujeto realizará las tres pruebas para familiarizarse con el equipo. En cada prueba se realizarán 5 repeticiones con un minuto de descanso entre ellas. Antes de cada una se realizarán 3 repeticiones submáximas de calentamiento, descansando 30 segundos para posteriormente comenzar la medición. En el estudio de Janssen y colaboradores miden la variable dividiendo la fuerza ejercida en Nxm entre el peso del sujeto en kg. En nuestro estudio se decide medir la variable en Nxm como describen Rio et al (41) en su estudio.

La variable funcionalidad se medirá mediante el cuestionario VISA-P (Anexo VI). Los sujetos deberán rellenar una serie de ítems valorando su dolor del 0 al 10 (siendo 0 la ausencia de dolor y 10 el máximo dolor experimentado) en determinadas actividades. Se obtendrá una puntuación del 0 al 100. Cuánto más alta sea dicha puntuación, mayor será la funcionalidad del paciente (3,30).

La variable independiente grupo de tratamiento se determinará de forma aleatoria como se ha explicado anteriormente. Habrá 5 grupos de trabajo distintos.

La variable independiente momento de la medición tomará dos valores: pre-tratamiento y post-tratamiento, que se medirán 96 horas antes (4 días) de comenzar los tratamientos y 96 horas después de haberlos finalizado respectivamente. Se deja una separación de cuatro días entre tratamiento y medición con el objetivo de evitar fatiga muscular durante la medición que pueda alterar los resultados (33).

Quedan en el tintero variables independientes como el sexo o la edad que pudieran interferir en los resultados. Por motivos que se expondrán en el apartado de limitaciones no se incluyen dichas variables en el estudio.

5.4. Hipótesis operativa

FIVM del cuádriceps:

- Hipótesis nula (H_0): no existen diferencias estadísticamente significativas en la FIVM del cuádriceps, medida con el dinamómetro, entre los distintos protocolos de entrenamiento excéntrico descritos en el estudio.
- Hipótesis alternativa (H_a): existen diferencias estadísticamente significativas en la FIVM del cuádriceps, medida con el dinamómetro, entre los distintos protocolos de entrenamiento excéntrico descritos en el estudio.

FCC_{máx} isocinética a 60°/seg del cuádriceps:

- Hipótesis nula (H_0): no existen diferencias estadísticamente significativas en la FCC_{máx} isocinética a 60°/seg del cuádriceps, medida con el dinamómetro, entre los distintos protocolos de entrenamiento excéntrico descritos en el estudio.
- Hipótesis alternativa (H_a): existen diferencias estadísticamente significativas en la FCC_{máx} isocinética a 60°/seg, medida con el dinamómetro, entre los distintos protocolos de entrenamiento excéntrico descritos en el estudio.

FCC_{máx} isocinética a 180°/seg del cuádriceps:

- Hipótesis nula (H_0): no existen diferencias estadísticamente significativas en la FCC_{máx} isocinética a 180°/seg del cuádriceps, medida con el dinamómetro, entre los distintos protocolos de entrenamiento excéntrico descritos en el estudio.
- Hipótesis alternativa (H_a): existen diferencias estadísticamente significativas en la FCC_{máx} isocinética a 180°/seg, medida con el dinamómetro, entre los distintos protocolos de entrenamiento excéntrico descritos en el estudio.

FCC_{máx} isocinética a 240°/seg del cuádriceps:

- Hipótesis nula (H_0): no existen diferencias estadísticamente significativas en la FCC_{máx} isocinética a 240°/seg del cuádriceps, medida con el dinamómetro, entre los distintos protocolos de entrenamiento excéntrico descritos en el estudio.
- Hipótesis alternativa (H_a): existen diferencias estadísticamente significativas en la FCC_{máx} isocinética a 240°/seg, medida con el dinamómetro, entre los distintos protocolos de entrenamiento excéntrico descritos en el estudio.

Funcionalidad:

- Hipótesis nula (H_0): no existen diferencias estadísticamente significativas en la funcionalidad del miembro inferior, medida con la escala VISA-P, entre los distintos protocolos de entrenamiento excéntrico descritos en el estudio.
- Hipótesis alternativa (H_a): existen diferencias estadísticamente significativas en la funcionalidad del miembro inferior, medida con la escala VISA-P, entre los distintos protocolos de entrenamiento excéntrico descritos en el estudio.

En el Anexo VII se pueden observar las distintas hipótesis que se valorarán una vez analizado el resultado de la H_0 y H_a de las variables de estudio que comparan los 5 tipos de intervención conjuntamente. En dicho anexo se podrá ver la comparación entre cada protocolo y cada variable.

5.5. Recogida, análisis de datos y contraste de la hipótesis

El investigador principal irá, de forma presencial (llamando previamente a los directores para precisar una cita), a cada una de las federaciones deportivas madrileñas mencionadas anteriormente. Una vez allí, se reunirá con los médicos de cada federación y se les planteará el proyecto. Los médicos derivarán, a la Escuela de Enfermería y Fisioterapia San Juan de Dios, a aquellos sujetos que hayan sido diagnosticados de TR y que estén interesados en participar en el estudio. Allí, el investigador principal realizará una entrevista a cada paciente que acuda, con el fin de garantizar que se cumplen los criterios de inclusión y exclusión necesarios para participar en el estudio. Aquellos sujetos que finalmente sean seleccionados deberán leer y firmar la hoja de información al paciente (dónde se explica de forma detallada el proyecto), firmar la hoja del consentimiento informado en el que muestran su interés de participar de forma voluntaria y rellenar una ficha con sus datos personales.

Para poder publicar los datos estadísticos cumpliendo con la Ley Orgánica de Protección de Datos 3/2018 dónde se garantiza la privacidad, la integridad y la intimidad de cada individuo participante en nuestro estudio, se asignará un número a cada paciente. En la tabla de mediciones de todas las variables antes y después del tratamiento aparecerá dicho número y en ningún caso algún dato personal de cualquier sujeto.

El estudio cumple con cada uno de los aspectos éticos desarrollados en la declaración de Helsinki en 1964 y deberá ser aprobado por el Comité Ético de Investigación Clínica para su desarrollo.

Se realizarán las mediciones durante las fechas establecidas y se volcarán los resultados en una hoja de cálculo Excel que tendrá el siguiente formato:

Sujeto	Grupo	FIVM pre	FCC ^{máx} 60°/seg pre	FCC ^{máx} 180°/seg pre	FCC ^{máx} 240°/seg pre	Funcionalidad pre
xxx	(1-5)	x	x	x	x	(0-100)
		FIVM post	FCC ^{máx} 60°/seg post	FCC ^{máx} 180°/seg post	FCC ^{máx} 240°/seg post	Funcionalidad post
		x	x	x	x	(0-100)

Tabla 10. Tabla Excel para la recogida de datos. Elaboración propia.

Aquellos pacientes que por el motivo que fuere decidieran abandonar el proyecto antes de su finalización serán recogidos dentro de los resultados del estudio como pérdidas.

El análisis estadístico se realizará con el programa estadístico SPSS® con la base de datos que hemos rellenado en Excel. Se dividirá dicho análisis en dos partes: análisis interferencial y análisis descriptivo.

En primer lugar, se realizará un análisis descriptivo de las variables dependientes con el fin de obtener datos de tendencia central (media, mediana y moda) y de dispersión (desviación típica, varianza y rango).

A continuación, se realizará el análisis interferencial:

Para realizar el contraste de hipótesis, al tener más de dos muestras independientes (tenemos 5 grupos de trabajo), se utilizará el análisis de varianza ANOVA (si la prueba es paramétrica) o el test de Kruskal-Wallis (si la prueba es no paramétrica). Para que una prueba sea paramétrica debe existir igualdad entre las varianzas por un lado (test de Levene), y aleatoriedad (test de Rachas) y normalidad (prueba de Kolmogorov-Smirnov) de las muestras por otro.

- H_0 : No existen diferencias significativas entre las medias.
- H_a : Existen diferencias significativas entre las medias.
- $p < 0,05$. Existen diferencias estadísticamente significativas entre las medias. Se aceptará la H_a , rechazando la H_0 .
- $p > 0,05$. No existen diferencias estadísticamente significativas. Tendremos que aceptar la H_0 .

En el caso de que existan diferencias entre las medias (habremos aceptado la H_a) para saber que medias (de los 5 grupos de trabajo) son diferentes usaremos el método de Scheffé para comparaciones múltiples.

- H_0 : No existen diferencias significativas entre las medias.
- H_a : Existen diferencias significativas entre las medias
- $p < 0,05$. Hay diferencias significativas entre las medias. Se aceptará la H_a , rechazando la H_0 .
- $p > 0,05$. Se acepta que las medias son iguales. Se acepta la H_0 .

Para comprobar la homogeneidad entre las varianzas se realizará el test de Levene en el que:

- H_0 : existe igualdad entre las varianzas.
- H_a : no existe igualdad entre las varianzas.
- $p < 0,05$ (significativo). Se rechaza la H_0 aceptando la H_a . Las varianzas no son homogéneas.
- $p > 0,05$ (no significativo). Se acepta la H_0 . Varianzas homogéneas.

Para comprobar la aleatoriedad de las muestras se realizará el test de Rachas:

- H_0 : existe aleatoriedad de las muestras.
- H_a : no existe aleatoriedad de las muestras.
- $p < 0,05$. Se rechaza la H_0 aceptando la H_a . No hay aleatoriedad.
- $p > 0,05$. Se acepta la H_0 . Hay aleatoriedad.

Al ser una muestra $n > 30$ utilizaremos la prueba de Kolmogorov-Smirnov para determinar si la muestra se distribuye de manera normal:

- H_0 : la muestra se distribuye de forma normal.
- H_a : la muestra no tiene una distribución normal.
- $p < 0,05$. Se rechaza la H_0 aceptando la H_a . La muestra no se distribuye de forma normal.
- $p > 0,05$. Se acepta la H_0 . Existe distribución normal de la muestra.

5.6. Limitaciones del estudio

La principal limitación del proyecto es el tiempo para diseñarlo (7 meses). Debido a ello el número de artículos utilizados para realizar los antecedentes del trabajo y la extensión del

mismo se han visto reducidos. Además, la falta de tiempo ha llevado a tomar la decisión de no incluir como variables de estudio el sexo y la edad.

Otra limitación importante es el tamaño muestral, ya que a pesar de la colaboración de las distintas federaciones es difícil encontrar tantos sujetos que cumplan los criterios de inclusión y exclusión para participar en el estudio.

Por último, hay una gran diferencia de duración entre el protocolo descrito por Abat et al (3) y el resto de los protocolos. Es evidente que con un programa tan corto (2 semanas) los cambios de fuerza que se generen en la musculatura extensora de rodilla serán menores que en los demás grupos (o incluso inexistentes), pero en el estudio, además de la fuerza, se mide la funcionalidad. Según los resultados que se obtengan tras el estudio, algunos terapeutas tendrán la opción de elegir dicho protocolo siempre y cuando quieran mejorar la funcionalidad sin importar tanto la ganancia de fuerza.

5.7. Equipo investigador

Investigador principal:

Raúl Coto Martín, graduado en Fisioterapia en la Universidad Pontificia Comillas (promoción 2016-2020).

Fisioterapeutas:

Mediciones: Néstor Pérez Mallada, fisioterapeuta graduado en 1998 con Máster Oficial en Derecho Sanitario y Doctor en Biomedicina y Ciencias de la Salud con amplia experiencia en el ámbito investigador y el uso de instrumentos biomecánicos. Estará cegado para evitar posibles conflictos de intereses

Además, a cada grupo de trabajo se le asignarán 2 fisioterapeutas de forma aleatoria. Todos los fisioterapeutas cuentan con más de 5 años de experiencia en el ámbito de la investigación con numerosos estudios realizados a sus espaldas. Además, todos tienen amplio conocimiento en la fisiopatología tendinosa y cursos de experto en ejercicio terapéutico.

Médicos:

Los médicos de la Federación de Baloncesto de Madrid, de la Federación de Atletismo de Madrid, de la Federación de Madrid de Voleibol y de la Real Federación de Fútbol de Madrid serán partícipes del estudio.

Analista:

Graduado en fisioterapia en el año 2004 y en Estadística Aplicado en el año 2012. Experto en la utilización del programa estadístico SPSS® que ha participado en numerosos estudios de investigación relacionados con el ámbito de la salud. Al igual que el fisioterapeuta que realiza las mediciones estará cegado para evitar posibles conflictos de intereses.

6. Plan de trabajo

6.1. Diseño de la intervención

Tras diseñar y redactar correctamente el estudio, antes de ponerlo en marcha es necesario enviar la solicitud al Comité Ético de Investigación Clínica para su aprobación.

Una vez concedido el permiso para la realización del proyecto el investigador principal se dirigirá de forma presencial a las federaciones madrileñas de baloncesto, voleibol, atletismo y fútbol. Allí se reunirá con los médicos y les expondrá el diseño del proyecto para que estos deriven a los pacientes (varones mayores de edad) que hayan sido diagnosticados de TR a la Escuela de Enfermería y Fisioterapia San Juan de Dios, siempre y cuando quieran ser partícipes del estudio. Para ello, el investigador principal facilitará sus datos personales (teléfono y correo electrónico) a las distintas federaciones para que, llegado el momento, se establezca una fecha concreta en la que se entrevistará a cada sujeto derivado. Para la colaboración de más población (deportistas de otras federaciones) se publicará en las redes sociales el proyecto con el fin de que se inscriban más sujetos, para ello se dejará reflejado en dicho anuncio el teléfono y el correo electrónico del investigador principal.

Una vez explicado el proceso (a aquellos sujetos que hayan superado la entrevista) y firmada toda la documentación necesaria (hoja de información al paciente, consentimiento informado y ficha de datos personales), se procederá a aleatorizar en los grupos a los sujetos que hayan concluido este proceso. Para aleatorizar a los sujetos se esperará a tener un mínimo de 50 registrados en la base de datos. Teniendo en cuenta que la muestra total la deben constituir 242 sujetos, se realizarán 5 aleatorizaciones hasta completar todos los grupos de trabajo. Una vez vayan siendo asignados los deportistas en sus respectivos grupos de trabajo, se les informará por teléfono de la fecha y la hora para realizar las mediciones pre-tratamiento con el fisioterapeuta encargado de ello.

Las mediciones de la variable FIVM se realizarán con el dinamómetro PRIMUS RS de BTE Technologie con la herramienta 701. Todas las mediciones se realizarán con el paciente sentado en el dispositivo. Se ajustará el asiento según las características del paciente disponiendo una posición de 90° de flexión de codo y 90° de flexión de rodilla. El eje del dinamómetro deberá estar alineado con el cóndilo femoral externo de la pierna a medir. La almohadilla de la herramienta estará posicionada en el tercio distal de la tibia, a nivel maleolar. Los sujetos se sujetarán con cinchas a la silla para evitar posibles compensaciones en hombros y en pelvis, y a nivel de la almohadilla en el tercio distal de la tibia. Se indicará a los pacientes que no intenten realizar fuerza inclinando el tronco hacia delante. (35). Se dispondrá

la rodilla a 60° de flexión, ya que el brazo de palanca en ese punto es óptimo para que el tendón cuádriceps genere mayor fuerza (41). Antes de comenzar la medición se realizará un calentamiento previo de la musculatura realizando cuatro contracciones isométricas submáximas (entre el 50 y el 75% de la FVIM) y dos máximas con un minuto de descanso entre cada una. La prueba consistirá en realizar 6 contracciones máximas de 3 segundos de duración con un minuto de descanso entre cada contracción (50). En cada prueba se darán las mismas indicaciones (“estira la pierna realizando la máxima fuerza posible”) y se revisará que el paciente siga manteniendo la correcta posición para la prueba. El valor que tomaremos como referencia será el pico máximo de fuerza registrada en cualquier contracción. La unidad de medida será Nxm (41).

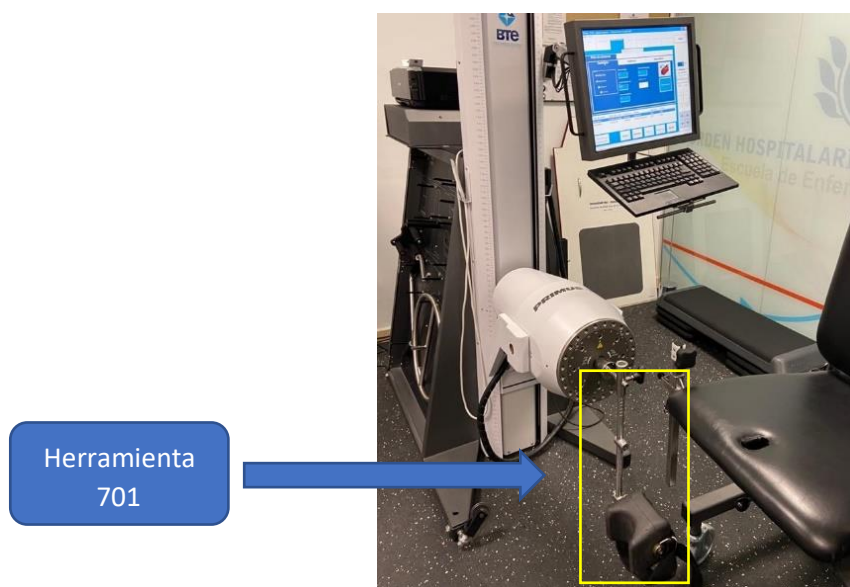


Ilustración 1. Dinamómetro PRIMUS RS de BTE Technologie. Elaboración propia



Ilustración 2. Posición del paciente para la medición de la variable FIVM. Elaboración propia

Para las variables $FCC_{m\acute{a}x}$ isocinéticas a $60^\circ/\text{seg}$, a $180^\circ/\text{seg}$ y a $240^\circ/\text{seg}$ de cuádriceps usaremos el mismo dispositivo. La colocación del paciente será la misma que en la medición anterior (FIVM). Se verificará el dispositivo para que la prueba se realice según los grados de flexo-extensión de rodilla que tenga cada sujeto desde los 90° de flexión de rodilla hasta la extensión completa (se recomienda no realizar hiperextensión para proteger la articulación) (35). Se realizará la prueba a distintas velocidades $60^\circ/\text{seg}$, $180^\circ/\text{seg}$ y $240^\circ/\text{seg}$ realizando 5 repeticiones máximas por cada prueba con un descanso de 1 minuto entre repeticiones. Antes de cada prueba se realizará un calentamiento previo realizando 3 repeticiones submáximas (a la velocidad de la prueba que vayan a realizar) descansado 30 segundos antes de comenzar la medición. El valor que tomaremos como referencia será el pico máximo de fuerza registrada en cualquiera de las 5 repeticiones para cada velocidad ($60^\circ/\text{seg}$, $180^\circ/\text{seg}$ y $240^\circ/\text{seg}$). La unidad de medida será Nxm. Antes de realizar la medición los pacientes deberán hacer una prueba de la misma para familiarizarse con la prueba y evitar errores durante la medición. Dicha prueba se realizará dos días antes para asegurarnos de que la musculatura no esté fatigada y los resultados no se vean alterados (10).

En las siguientes ilustraciones se muestra la posición inicial y la posición final del miembro inferior en el que se realizarán las mediciones.



Ilustración 4. Posición inicial medición $FCC_{m\acute{a}x}$. Elaboración propia.



Ilustración 3. Posición final medición $FCC_{m\acute{a}x}$. Elaboración propia

Para la variable funcionalidad se utilizará el cuestionario VISA-P, el cual nos dará una puntuación del 0 al 100, siendo 0 la puntuación más baja y 100 la más alta. Dicho cuestionario consta de una serie de ítems en los que se valora el dolor en distintas actividades deportivas tal y como se muestra en el Anexo VI.

La variable independiente momento de medición será para todos los sujetos igual. La medición pre-tratamiento se realizará 96 horas antes de comenzar el tratamiento (4 días) y la medición post-tratamiento se realizará a las 96 horas de haber concluido el mismo, con el fin de evitar fatiga en la musculatura que altere los resultados.

Pasados los 4 días de la medición, cada sujeto empezará sus respectivos tratamientos según al grupo de trabajo que pertenezcan. A continuación, se explica de forma detallada las distintas intervenciones.

El grupo 1 realizará el protocolo de trabajo excéntrico descrito por Abat et al (3) en su estudio. Se realiza un programa de ejercicio ECC dos días a la semana durante dos semanas consecutivas. El ejercicio se lleva a cabo con una de prensa de piernas isoinercial. Este dispositivo opone resistencia durante la fase concéntrica devuelve la misma fuerza ejercida durante la fase excéntrica, pudiendo trabajar con sobrecarga excéntrica. Durante la fase excéntrica del ejercicio la pierna con TR trabaja sola (ejercicio unipodal). Para volver a la posición inicial del ejercicio (fase concéntrica) el paciente debe ayudarse de la otra extremidad (ejercicio bipodal). El rango de movimiento durante el ejercicio discurre desde la extensión de rodilla hasta los 60° de flexión. Se realizan tres series de diez repeticiones cada una con dos minutos de descanso entre series.

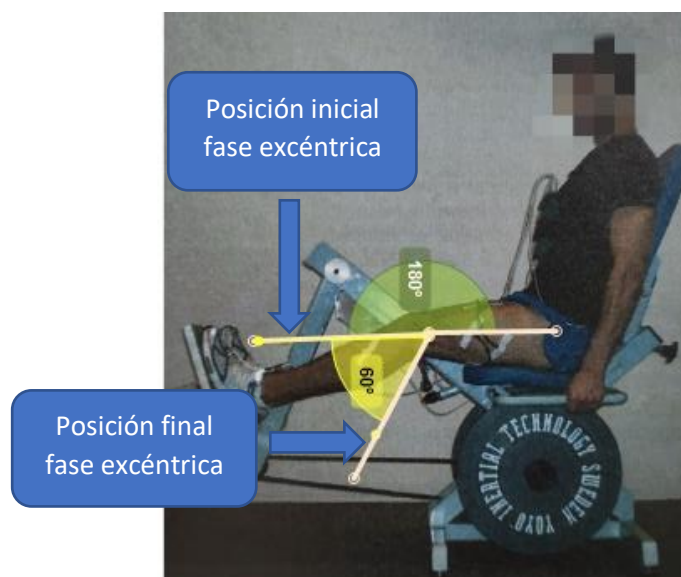


Ilustración 5. Protocolo excéntrico grupo 1 prensa piernas isoinercial. Fuente: Romero Rodríguez et al (30).

A continuación, se muestra un ejemplo del calendario que tendrían los sujetos de este grupo. En amarillo de muestran los días de trabajo con series y repeticiones correspondientes, en gris los días de descanso, y en azul los días de medición.

Mes 1						
L	M	M	J	V	S	D
	1	2		Medición	5	6
7	3x10	Descanso	Descanso	3x10	Descanso	Descanso
14	3x10	Descanso	Descanso	3x10	Descanso	Descanso
Descanso	Medición		24	25	26	27
28	29	30	31			

Tabla 11. Calendario tipo protocolo 1. Elaboración propia.

El grupo 2 realizará el protocolo de trabajo excéntrico descrito por Romero Rodríguez et al (30) en su estudio. Se utiliza una prensa de piernas isoinercial (la misma que en el grupo 1). Se realizan 4 series de 8 repeticiones máximas descansando 2 minutos entre series. La fase concéntrica de cada serie empieza con una flexión de rodillas de 90° y finaliza con la extensión completa de la articulación. Para conseguir una sobrecarga excéntrica, se pauta a los pacientes que durante los primeros grados de la fase excéntrica ejerzan poca resistencia para frenar el movimiento, y cuándo hayan alcanzado una flexión de rodilla de 120° realicen una fuerza máxima para detener el movimiento aproximadamente cuando la rodilla alcance los 90° de flexión. El ejercicio se hace en su totalidad de forma bipodal con ambas extremidades. El protocolo tiene una duración de 6 semanas realizándose 2 entrenamientos semanales.

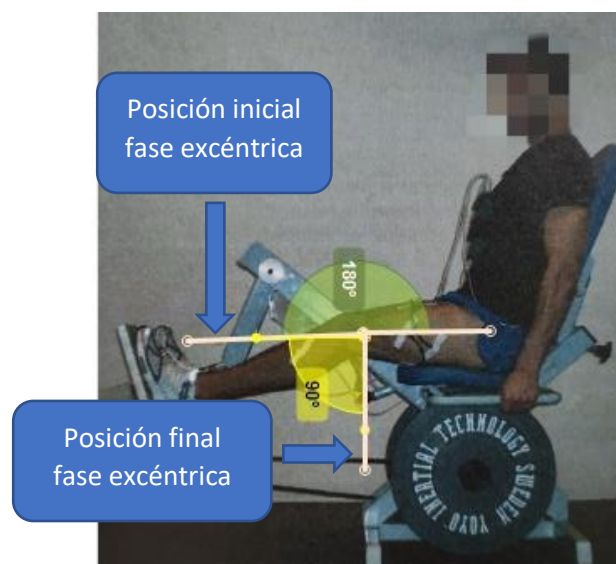


Ilustración 6. Protocolo excéntrico grupo 2 prensa piernas isoinercial. Fuente: Romero Rodríguez et al (30).

A continuación, se muestra un ejemplo del calendario que tendrían los pacientes de este grupo. En amarillo se muestran los días de trabajo con series y repeticiones correspondientes, en gris los días de descanso, y en azul los días de medición.

Mes 1						
L	M	M	J	V	S	D
	1	2	3	Medición	Descanso	Descanso
Descanso	4x8	Descanso	Descanso	4x8	Descanso	Descanso
Descanso	4x8	Descanso	Descanso	4x8	Descanso	Descanso
Descanso	4x8	Descanso	Descanso	4x8	Descanso	Descanso
Descanso	4x8	Descanso	Descanso	4x8	Descanso	Descanso
Mes 2						
L	M	M	J	V	S	D
Descanso	4x8	Descanso	Descanso	4x8	Descanso	Descanso
Descanso	4x8	Descanso	Descanso	4x8	Descanso	Descanso
Descanso	Medición	19	18	19	20	21
22	23	24	25	26	27	28
29	30	31				

Tabla 12. Calendario tipo protocolo 2. Elaboración propia.

El grupo 3 realizará el protocolo de trabajo excéntrico descrito por Stasinopoulos et al (47) en su estudio. Se realizarán tres series con quince repeticiones cada una de sentadilla monopodales a baja velocidad (30 segundos de duración cada sentadilla) encima de una superficie con 25° de inclinación. El retorno a la posición inicial (fase concéntrica) se realiza con la pierna sana. Se realiza un descanso de dos minutos entre series. La carga soportada durante el ejercicio es el propio peso corporal, se permite un dolor moderado durante la realización del ejercicio, pero si el dolor es intenso, el ejercicio debe finalizar. Cuando el paciente no presente dolor durante la realización del ejercicio, se incrementará la carga progresivamente. El programa tiene una duración de 4 semanas, realizándose 5 sesiones a la semana (2 días de descanso para generar adaptación en el tejido).



Ilustración 7. Sentadilla unipodal sobre superficie inclinada. Elaboración propia.

A continuación, se muestra un ejemplo del calendario que tendrían los pacientes de este grupo. En amarillo se muestran los días de trabajo con series y repeticiones correspondientes, en gris los días de descanso, y en azul los días de medición.

Mes 1						
L	M	M	J	V	S	D
		1	Medición	Descanso	Descanso	Descanso
3x15	3x15	3x15	3x15	3x15	Descanso	Descanso
3x15	3x15	3x15	3x15	3x15	Descanso	Descanso
3x15	3x15	3x15	3x15	3x15	Descanso	Descanso
3x15	3x15	3x15	3x15	3x15	Descanso	Descanso
Mes 2						
L	M	M	J	V	S	D
Descanso	Medición	5	6	7	8	9
10	11	12	13	14	15	16
17	18	19	18	19	20	21
22	23	24	25	26	27	28
29	30	31				

Tabla 13. Calendario tipo protocolo 3. Elaboración propia.

El grupo 4 realizará el protocolo de trabajo excéntrico descrito por Basas et al (8) en su estudio. Tiene una duración de doce semanas. El protocolo se llevaba a cabo 3 días a la semana durante las dos primeras semanas, y a la tercera semana, con el objetivo de no sobrecargar el tendón, el número de días de trabajo disminuía a 2 (así hasta completar las 12.

La fase excéntrica de los ejercicios (realizados con una banda elástica por debajo de las rodillas y atada a una espaldera) eran los siguientes: en el primero (ilustración 8), desde una posición en bipedestación se bajaba a posición de sentadilla hasta una posición de 90° de flexión en cadera y rodilla; en el segundo (ilustración 9), desde bipedestación se bajaba hasta una posición de 90° de flexión de rodillas y caderas a 0°; y en la tercero (ilustración 10), con apoyo monopodal se bajaba hasta una posición de 75° de flexión en caderas y rodillas. En todos se mantenía la posición durante 3 segundos (fase isométrica) y se volvía a posición inicial (fase concéntrica). La carga irá incrementándose con cargas graduales del 15% del peso del sujeto conforme avancen las sesiones.



Ilustración 8. Ejercicio 1. Elaboración propia.

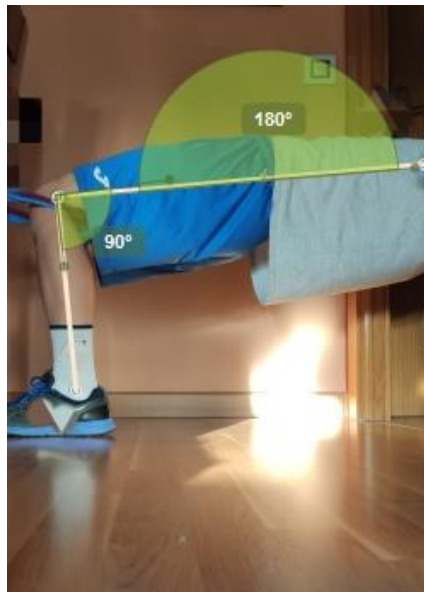


Ilustración 9. Ejercicio 2. Elaboración propia.

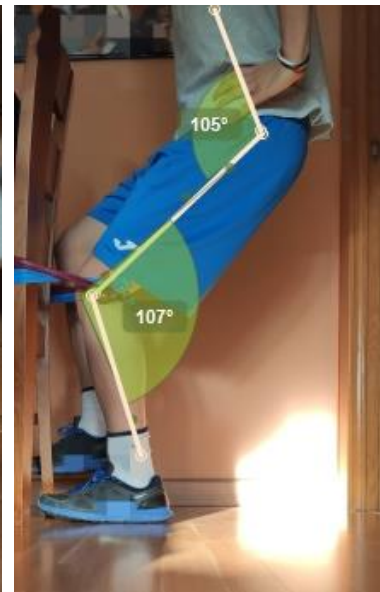


Ilustración 10. Ejercicio 3. Elaboración propia.

A continuación, se muestra un ejemplo del calendario que tendrían los pacientes de este grupo. En amarillo se muestran los días de trabajo, en gris los días de descanso, y en azul los días de medición.

Mes 1						
L	M	M	J	V	S	D
	1	2	Medición	Descanso	Descanso	Descanso
Trabajo	Descanso	Trabajo	Descanso	Trabajo	Descanso	Descanso
Trabajo	Descanso	Trabajo	Descanso	Trabajo	Descanso	Descanso
Descanso	Trabajo	Descanso	Trabajo	Descanso	Descanso	Descanso
Trabajo	Descanso	Trabajo	Descanso	Trabajo	Descanso	Descanso

Mes 2						
L	M	M	J	V	S	D
Trabajo	Descanso	Trabajo	Descanso	Trabajo	Descanso	Descanso
Descanso	Trabajo	Descanso	Trabajo	Descanso	Descanso	Descanso
Trabajo	Descanso	Trabajo	Descanso	Trabajo	Descanso	Descanso
Trabajo	Descanso	Trabajo	Descanso	Trabajo	Descanso	Descanso
Descanso	Trabajo	Descanso	Trabajo	Descanso	Descanso	Descanso
Mes 3						
L	M	M	J	V	S	D
Trabajo	Descanso	Trabajo	Descanso	Trabajo	Descanso	Descanso
Trabajo	Descanso	Trabajo	Descanso	Trabajo	Descanso	Descanso
Descanso	Trabajo	Descanso	Trabajo	Descanso	Descanso	Descanso
Medición	20	21	22	23	24	25
26	27	28	29	30	31	32

Tabla 14. Calendario tipo protocolo 4. Elaboración propia.

En la siguiente tabla se muestra los ejercicios y las repeticiones que se realizarán en cada sesión.

SEMANA	EJERCICIO 1	EJERCICIO 2	EJERCICIO 3
1	4 (series) x 8 (repeticiones)		
2	2x8 2x8(+15% carga)		
3	1x8 3x8 (+15% carga)		
4	1x8 3x8 (+30% carga)		
5	1x8 2x8 (+30% carga)	1x5	
6	1x6 2x6 (+30% carga)	2x5	
7	1x6 2x6 (+30% carga)	1x5 1x5 (+15% carga)	
8	1x6 2x6 (+30% carga)	1x5 1x5 (+30% carga)	
9	1x6 1x6 (+30% carga)	1x5 1x5 (+30% carga)	1x4
10	1x6 1x6 (+30% carga)	1x5 1x5 (+15% carga)	1x4
11	1x6 2x6 (+30% carga)	1x5 1x5 (+30% carga)	2x3
12	1x6 2x6 (+30% carga)	1x5 1x5 (+30% carga)	2x3

Tabla 15. Entrenamiento por semanas grupo 4. Elaboración propia.

El grupo 5 (grupo control) realizará el protocolo de trabajo excéntrico más habitual en el tratamiento de TR descrito por Purdam et al (43) en su estudio. Se realiza durante 12 semanas, todos los días de la semana y dos veces al día. Consiste en hacer sentadillas monopodales (con la pierna afectada) encima de una cuña con 25° de inclinación (posicionando el tobillo en flexión plantar) durante la fase excéntrica de bajada (Figura 7). Durante la fase concéntrica se sube con ambas piernas. Se realizan 3 series de 15 repeticiones. Se permite un dolor leve-moderado durante el ejercicio, si este aumenta debe acabar la serie. Se irá incrementando peso según la sintomatología. Hay que tener especial atención en la correcta alineación de la cadera y de la pelvis especialmente durante la fase excéntrica, ya que un descenso de la pelvis contralateral o una aducción de la cadera homolateral pueden incrementar el estrés y por tanto el dolor durante el ejercicio.

A continuación, un ejemplo del calendario que tendrían los pacientes de este grupo. En amarillo se muestran los días de trabajo con series y repeticiones correspondientes, en gris los días de descanso, y en azul los días de medición

Mes 1						
L	M	M	J	V	S	D
	1	2	Medición	Descanso	Descanso	Descanso
3x15 (x2)	3x15 (x2)	3x15 (x2)	3x15 (x2)	3x15 (x2)	3x15 (x2)	3x15 (x2)
3x15 (x2)	3x15 (x2)	3x15 (x2)	3x15 (x2)	3x15 (x2)	3x15 (x2)	3x15 (x2)
3x15 (x2)	3x15 (x2)	3x15 (x2)	3x15 (x2)	3x15 (x2)	3x15 (x2)	3x15 (x2)
3x15 (x2)	3x15 (x2)	3x15 (x2)	3x15 (x2)	3x15 (x2)	3x15 (x2)	3x15 (x2)
Mes 2						
L	M	M	J	V	S	D
3x15 (x2)	3x15 (x2)	3x15 (x2)	3x15 (x2)	3x15 (x2)	3x15 (x2)	3x15 (x2)
3x15 (x2)	3x15 (x2)	3x15 (x2)	3x15 (x2)	3x15 (x2)	3x15 (x2)	3x15 (x2)
3x15 (x2)	3x15 (x2)	3x15 (x2)	3x15 (x2)	3x15 (x2)	3x15 (x2)	3x15 (x2)
3x15 (x2)	3x15 (x2)	3x15 (x2)	3x15 (x2)	3x15 (x2)	3x15 (x2)	3x15 (x2)
3x15 (x2)	3x15 (x2)	3x15 (x2)	3x15 (x2)	3x15 (x2)	3x15 (x2)	3x15 (x2)
Mes 3						
L	M	M	J	V	S	D
3x15 (x2)	3x15 (x2)	3x15 (x2)	3x15 (x2)	3x15 (x2)	3x15 (x2)	3x15 (x2)
3x15 (x2)	3x15 (x2)	3x15 (x2)	3x15 (x2)	3x15 (x2)	3x15 (x2)	3x15 (x2)
3x15 (x2)	3x15 (x2)	3x15 (x2)	3x15 (x2)	3x15 (x2)	3x15 (x2)	3x15 (x2)
Descanso	Descanso	Descanso	Medición	23	24	25
26	27	28	29	30	31	32

Tabla 16. Calendario tipo protocolo 5. Elaboración propia.

Un posible sesgo durante la intervención es el de que haya dos fisioterapeutas por grupo de trabajo, ello puede hacer que los protocolos no se hagan de forma idéntica. Para evitarlo, el investigador principal realizará reuniones periódicas con los fisioterapeutas de cada protocolo para verificar cómo debe ser la realización de los mismos, remarcando los tiempos de descanso, la carga (que deberá ser progresiva en cada protocolo), el rango de movimiento durante los ejercicios, compensaciones que se realicen, etc.

Cada sujeto realizará su tratamiento con el calendario establecido y deberá esperar 4 días para realizar la medición post-tratamiento. Una vez medidos todos los sujetos se procederá a realizar el análisis estadístico de los datos.

Posteriormente se redactarán los resultados y las conclusiones para finalmente publicarlos.

6.2. Etapas de desarrollo

En la siguiente tabla se muestran las fechas en las que se lleva a cabo cada una de las etapas de la que consta el proyecto de investigación.

Etapas de trabajo	Fechas
Búsqueda bibliográfica y redacción de antecedentes	Octubre-diciembre 2019
Diseño y redacción del proyecto	Enero-marzo 2020
Solicitud al Comité de ética de investigación clínica para la realización del proyecto	Abril 2020
Acuerdos con las federaciones y el equipo investigador	Mayo 2020
Entrevista inicial (consentimiento informado)	Desde mayo 2020
Medición pre-tratamiento	01-junio/ 30 septiembre 2020
Intervención	Grupo 1: 2 semanas de duración Grupo 2: 6 semanas de duración Grupo 3: 4 semanas de duración Grupo 4: 12 semanas de duración Grupo 5: 12 semanas de duración Se comenzará 4 días después de la primera medición Hasta mediados de diciembre de 2020
Medición post-tratamiento	Cada sujeto lo realizará 4 días después de finalizar su respectivo tratamiento Hasta finales de diciembre de 2020

Análisis e interpretación de los datos	Enero 2021
Elaboración de resultados	Febrero 2021
Redacción y publicación de resultados	Marzo 2021

Tabla 17. Etapas de trabajo y fechas correspondientes. Elaboración propia.

6.3. Distribución de tareas de todo el equipo investigador

Investigador principal:

Su función principal será la de diseñar el proyecto, contactar con las federaciones madrileñas de atletismo, baloncesto, voleibol y fútbol, publicar anuncios del proyecto en las redes sociales y entrevistar a todos los sujetos que sean derivados de las federaciones deportivas (o se presenten debido a la publicidad en las redes sociales) comprobando si cumplen correctamente los criterios de inclusión y exclusión para participar en el estudio.

Además, explicará a los seleccionados, de forma detallada, en qué consiste el proyecto y les entregará la documentación necesaria para participar en el proyecto.

También, se encargará de la coordinación de todos los profesionales participantes en el estudio, asegurándose que se cumplen correctamente los tiempos establecidos para cada etapa del trabajo y organizando las reuniones necesarias durante el desarrollo del estudio.

Por último, publicará los resultados finales del estudio.

Fisioterapeutas:

Néstor Pérez Mallada. Se encargará de realizar las mediciones de las variables de estudio fuerza isométrica voluntaria máxima y fuerza concéntrica máxima isocinética a 60°/seg, 180°/seg y 240°/seg de cuádriceps con el dinamómetro PRIMUS RS de BTE Technologie antes y después de completar el tratamiento. También se encargará de pasar el cuestionario VISA-P para la medición de la variable funcionalidad antes y tras finalizar el tratamiento. Estará cegado sin saber el entrenamiento que haya realizado cada deportista.

Los fisioterapeutas asignados a cada grupo se encargarán de explicar el protocolo a realizar, dirigir las sesiones y garantizar una correcta ejecución de los distintos ejercicios pertenecientes a cada protocolo (técnica del ejercicio, series, repeticiones, tiempos de descanso, etc.).

Médicos:

Su función será derivar al estudio a todos los jugadores (varones) pertenecientes a sus respectivas federaciones que hayan sido correctamente diagnosticados de tendinopatía rotuliana.

Analista:

Se encargará de analizar e interpretar los datos obtenidos en las mediciones de las distintas variables mediante el programa SPSS®.

6.4. Lugar de realización del proyecto

Para poder realizar el proyecto de investigación es necesario la colaboración con distintas federaciones situadas en la Comunidad de Madrid que se encarguen de derivar pacientes que hayan sido diagnosticados por sus médicos de tendinopatía rotuliana. Las federaciones participantes en el estudio son las siguientes:

- Real Federación de Fútbol de Madrid. Localizada en la Calle Hernández de Tejada, 10, Madrid.
- Federación de Baloncesto de Madrid. Localizada en la Avenida de Salas de los Infantes, 1, Madrid.
- Federación de Madrid de Voleibol. Localizada en la Avenida de Filipinas, 54, Madrid.
- Federación de Atletismo de Madrid. Localizada en la Avenida de Salas de los Infantes, 1, Madrid.

El investigador principal se comunicará telefónicamente con las distintas federaciones y concretará una cita para realizar la entrevista a los sujetos diagnosticados de TR, en la que se comprobará si cumplen todos los requisitos necesarios para participar en el estudio. Aquellos que sean aptos tendrán que firmar la documentación necesaria mencionada anteriormente y serán citados para realizar las mediciones.

Las mediciones iniciales de las variables del estudio se llevarán a cabo en el laboratorio de la Escuela de enfermería y fisioterapia San Juan de Dios en la Universidad Pontificia Comillas, situada en la avenida San Juan de Dios nº1, Ciempozuelos, perteneciente a la Comunidad de Madrid. Se realizarán cuatro días antes de comenzar el protocolo. A continuación, se proporcionará un calendario a cada paciente con las fechas correspondientes de su tratamiento (según el grupo al que pertenezca tendrá más o menos días).

Las sesiones de tratamiento se realizarán de manera individualizada en las distintas aulas de la escuela (amplias salas diáfanas con el material necesario para realizar un correcto tratamiento). Al haber 2 fisioterapeutas por cada grupo, en cada sala habrá simultáneamente dos pacientes, siempre del mismo grupo de trabajo. Bajo ningún concepto podrá haber en la sala dos sujetos o fisioterapeutas de grupos de trabajo diferentes.

La medición final se realizará cuatro días después de haber realizado la última sesión de tratamiento en el laboratorio de biomecánica la escuela.

7. Listado de referencias

1. Morton S, Williams S, Valle X, Diaz-Cueli D, Malliaras P, Morrissey D. Patellar tendinopathy and potential risk factors: An international database of cases and controls. *Clin J Sport Med*. 2017;27(5):468-474.
2. Gual G, Fort-Vanmeerhaeghe A, Romero-Rodríguez D, Tesch PA. Effects of in-season inertial resistance training with eccentric overload in a sports population at risk for patellar tendinopathy. *J Strength Cond Res*. 2016;30(7):1834-42.
3. Abat F, Gelber PE, Polidori F, Monllau JC, Sanchez-Ibañez JM. Clinical results after ultrasound-guided intratissue percutaneous electrolysis (EPI®) and eccentric exercise in the treatment of patellar tendinopathy. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc*. 2015;23(4):1046–52.
4. Backman LJ, Danielson P. Low range of ankle dorsiflexion predisposes for patellar tendinopathy in junior elite basketball players: a 1-year prospective study. *Am J Sports Med*. 2011;39(12):2626–33.
5. Durcan L, Coole A, McCarthy E, Johnston C, Webb MJ, O'Shea FD, et al. The prevalence of patellar tendinopathy in elite academy rugby: a clinical and imaging study. *J Sci Med Sport*. 2014;17(2):173–6.
6. Hägglund M, Zwerver J, Ekstrand J. Epidemiology of patellar tendinopathy in elite male soccer players. *Am J Sports Med*. 2011;39(9):1906-1911.
7. Mann KJ, Edwards S, Drinkwater EJ, Bird SP. A lower limb assessment tool for athletes at risk of developing patellar tendinopathy. *Med Sci Sports Exerc*. 2013;45(3):527-533.
8. Basas Á, Cook J, Gómez MA, Rafael MA, Ramirez C, Medeiros B, et al. Effects of a strength protocol combined with electrical stimulation on patellar tendinopathy: 42 months retrospective follow-up on 6 high-level jumping athletes. *Phys Ther Sport*. 2018;34:105–12.
9. Janssen I, Steele JR, Munro BJ, Brown NAT. Predicting the patellar tendon force generated when landing from a jump. *Med Sci Sports Exerc*. 2013;45(5):927-934.
10. Janssen I, Steele JR, Munro BJ, Brown NT. Previously identified patellar tendinopathy risk factors differ between elite and sub-elite volleyball players. *Scand J Med Sci Sports*. 2015;25(3):308-314.
11. van der Worp H, van Ark M, Zwerver J, van den Akker-Scheek I. Risk factors for patellar tendinopathy in basketball and volleyball players: a cross-sectional study. *Scand J Med Sci Sports*. 2012;22(6):783-790.
12. Janssen I, van der Worp H, Hensing S, Zwerver J. Investigating Achilles and patellar tendinopathy prevalence in elite athletics. *Res Sports Med*. 2018;26(1):1-12.

13. Giroto N, Hespanhol Junior LC, Gomes MRC, Lopes AD. Incidence and risk factors of injuries in Brazilian elite handball players: A prospective cohort study. *Scand J Med Sci Sports*. 2017;27(2):195-202.
14. Scattone Silva R, Ferreira ALG, Nakagawa TH, Santos JEM, Serrão FV. Rehabilitation of patellar tendinopathy using hip extensor strengthening and landing-strategy modification: Case report with 6-month follow-up. *J Orthop Sports Phys Ther*. 2015;45(11):899-909.
15. de Vries AJ, van der Worp H, Diercks RL, van den Akker-Scheek I, Zwerver J. Risk factors for patellar tendinopathy in volleyball and basketball players: A survey-based prospective cohort study. *Scand J Med Sci Sports*. 2015;25(5):678-684.
16. Biernat R, Trzaskoma Z, Trzaskoma L, Czaprowski D. Rehabilitation protocol for patellar tendinopathy applied among 16- to 19-year old volleyball players. *J Strength Cond Res*. 2014;28(1):43-52.
17. Longo UG, Rittweger J, Garau G, Radonic B, Gutwasser C, Gilliver SF, et al. Patellar tendinopathy in master track and field athletes: influence of impact profile, weight, height, age and gender. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc*. 2011;19(3):508-512.
18. Tscholl PM, Biedert RM, Wanivenhaus F, Fucentese SF. Patellar tendinopathy with intratendinous alteration on MRI may be related to patellofemoral dysplasia. *Scand J Med Sci Sports*. 2018;28(4):1443-1450.
19. Gallina A, Wakeling JM, Hodges PW, Hunt MA, Garland SJ. Regional vastus medialis and vastus lateralis activation in females with patellofemoral pain. *Med Sci Sports Exerc*. 2019;51(3):411–420.
20. de Vries AJ, van den Akker-Scheek I, Diercks RL, Zwerver J, van der Worp H. The effect of a patellar strap on knee joint proprioception in healthy participants and athletes with patellar tendinopathy. *J Sci Med Sport*. 2016;19(4):278–282.
21. Keays SL, Mason M, Newcombe PA. Individualized physiotherapy in the treatment of patellofemoral pain. *Phys Res Int*. 2015;20(1):22–36.
22. de Marche Baldon R, Lobato DFM, Serrão FV. Differences between genders in eccentric hip adduction to abduction, hip medial to lateral rotation and knee flexion to extension peak torques ratios. *Isokinet Exerc Sci*. 2011;19(2):127–133.
23. de Marche Baldon R, Piva SR, Scattone Silva R, Serrão FV. Evaluating eccentric hip torque and trunk endurance as mediators of changes in lower limb and trunk kinematics in response to functional stabilization training in women with patellofemoral pain. *Am J Sports Med*. 2015;43(6):1485–1493.
24. Nunes GS, de Oliveira Silva D, Pizzari T, Serrão FV, Crossley KM, Barton CJ. Clinically measured hip muscle capacity deficits in people with patellofemoral pain. *Phys Ther Sport*. 2019;35:69-74.

25. Lewis CL, Lee TS, Foley HD, Berry JW. Hip-muscle activity in men and women during resisted side stepping with different band positions. *J Athl Train.* 2018;53(11):1071–81.
26. Barbosa AC, Carvalho RAN, Bonifácio DN, Martins FLM, Barbosa MCSA. Increased activation amplitude levels of gluteus medius in women during isometric and dynamic conditions following a 4-week protocol of low-load eccentric exercises. *Phys Res Int.* 2016;21(4):257–263.
27. Edwards S, Steele JR, McGhee DE, Beattie S, Purdam C, Cook JL. Landing strategies of athletes with an asymptomatic patellar tendon abnormality. *Med Sci Sports Exerc.* 2010;42(11):2072-80.
28. Cook JL, Rio E, Purdam CR, Docking SI. Revisiting the continuum model of tendon pathology: what is its merit in clinical practice and research?. *Br J Sports Med.* 2016;50:1187-91.
29. Rodriguez-Merchan EC. The treatment of patellar tendinopathy. *J Orthop Traumatol.* 2013;14(2):77-81.
30. Romero-Rodriguez D, Gual G, Tesch PA. Efficacy of an inertial resistance training paradigm in the treatment of patellar tendinopathy in athletes: a case-series study. *Phys Ther Sport.* 2011;12(1):43-48.
31. Malliaras P, Barton C, Reeves N, Langberg H. Achilles and patellar tendinopathy loading programmes. *Sports Med.* 2013;43(4):267–286.
32. Thijs KM, Zwerver J, Backx FJG, Steeneken V, Rayer S, Groenenboom P, et al. Effectiveness of shockwave treatment combined with eccentric training for patellar tendinopathy: A double-blinded randomized study. *Clin J Sport Med.* 2017;27(2):89-96.
33. Gois MO, Campoy FAS, Alves T, Ávila RP, Vanderlei LCM, Pastre CM. The influence of resistance exercise with emphasis on specific contractions (concentric vs. eccentric) on muscle strength and post-exercise autonomic modulation: a randomized clinical trial. *Braz J Phys Ther.* 2014;18(1):30-37.
34. Santos HH, Ávila MA, Hanashiro DN, Camargo PR, Salvini TF. The effects of knee extensor eccentric training on functional tests in healthy subjects. *Braz J Phys Ther.* 2010;14(4):276–283.
35. Harris-Love MO, Seamon BA, Gonzales TI, Hernandez HJ, Pennington D, Hoover BM. Eccentric exercise program design: a periodization model for rehabilitation applications. *Front Physiol.* 2017;112(8):1-16.
36. Papadopoulos C, Theodosiou K, Bogdanis GC, Gkantiraga E, Gissis I, Sambanis M, et al. Multiarticular isokinetic high-load eccentric training induces large increases in eccentric and concentric strength and jumping performance. *J Strength Cond Res.* 2014;28(9):2680-2688.

37. Baroni BM, Rodrigues R, Freire BB, Franke RdA, Geremia JM, Vaz MA. Effect of low-level laser therapy on muscle adaptation to knee extensor eccentric training. *Eur J Appl Physiol.* 2015;115(3):639-647.
38. Horstmann T, Jud HM, FrÖHlich V, MÜNdermann A, Grau S. Whole-body vibration versus eccentric training or a wait-and-see approach for chronic achilles tendinopathy: a randomized clinical trial. *J Orthop Sports Phys Ther.* 2013;43(11):794–803.
39. Hedayatpour N, Falla D. Non-uniform muscle adaptations to eccentric exercise and the implications for training and sport. *J Electromyogr Kines.* 2012;22(3):329–33.
40. Ho K, Kulig K. Changes in water content in response to an acute bout of eccentric loading in a patellar tendon with a history of tendinopathy: A case report. *Physiother Theory Pr.* 2016;32(7):566-570.
41. 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;49(19):1277-1283.
42. Malliaras P, Cook JL, Purdam C, Rio E. Patella tendinopathy: clinical diagnosis, load management, and advice for challenging case presentations. *J Orthop Sport Phys Ther.* 2015;45(11):887-898.
43. Kongsgaard M, Kovanen V, Aagaard P, Doessing S, Hansen P, Laursen AH, et al. Corticosteroid injections, eccentric decline squat training and heavy slow resistance training in patellar tendinopathy. *Scand J Med Sci Sports.* 2009;19(6):790-802.
44. Lavagnino M, Bedi A, Walsh CP, Sibilsky Enselman ER, Sheibani-Rad S, Arnoczky SP. Tendon contraction after cyclic elongation is an age-dependent phenomenon: in vitro and in vivo comparisons. *Am J Sports Med.* 2014;42(6):1471-77.
45. Steunebrink M, Zwerver J, Brandsema R, Groenenboom P, van den Akker-Scheek I, Weir A. Topical glyceryl trinitrate treatment of chronic patellar tendinopathy: a randomised, double-blind, placebo-controlled clinical trial. *Br J Sports Med.* 2013;47(1):34-39.
46. McCreesh KM, Riley SJ, Crotty JM. Neovascularity in patellar tendinopathy and the response to eccentric training: a case report using Power Doppler ultrasound. *Man Ther.* 2013;18(6):602-605.
47. Stasinopoulos D, Pantelis M, Kalliopi S. Comparing the effects of eccentric training with eccentric training and static stretching exercises in the treatment of patellar tendinopathy. A controlled clinical trial. *Clin Rehabil.* 2012; 26(5):423-430.
48. Stasinopoulos D, Stasinopoulos I, Pantelis M, Stasinopoulou K. Comparison of effects of a home exercise programme and supervised exercise programme for the management of lateral elbow tendinopathy. *Br J Sports Med.* 2010;44:579-583.

49. Rio E, Mc Auliffe S, Kuipers I, Girdwood M, Alfredson H, Bahr R et al. ICON PART-T 2019-International scientific tendinopathy symposium consensus: recommended standards for reporting participant characteristics in tendinopathy research. *Br J Sports Med.* 2019;0:1-4.
50. Lesnak J, Anderson D, Farmer B, Katsavelis D, Grindstaff TL. Validity of hand-held dynamometry in measuring quadriceps strength and rate of torque development. *Int J Sports Phys Ther.* 2019;14(2):180-187.
51. Anumula SK, Beku C, Murthy YSN. Measurement of reliability in grip strength. *Int J Health Sci.* 2013;1:1-8.
52. Hernandez-Sanchez S, Hidalgo MD, Gomez A. Cross-cultural adaptation of VISA-P score for patellar tendinopathy in Spanish population. *J Orthop Sports Phys Ther.* 2011;41(8):581-591.

8. Anexos

Anexo I: Solicitud al Comité Ético de Investigación Clínica.

Don Raúl Coto Martín en calidad de Investigador Principal, con Documento Nacional de Identidad _____ y domicilio social en _____, Madrid.

Expone, al Consejo Regional de la Comunidad de Madrid, que desea llevar a cabo el ensayo clínico *¿Cuál es el protocolo de trabajo excéntrico más eficaz en deportistas con tendinopatía crónica en el tendón rotuliano?* El proyecto será realizado en la Escuela de Enfermería y Fisioterapia San Juan de Dios, situado en la Avenida San Juan de Dios, Ciempozuelos.

El estudio se realizará tal y como está planteado, cumpliendo con toda la normativa legal que declara la Constitución conforme a la realización de ensayos clínicos en territorio nacional y conforme la normativa ética internacional aceptada en la declaración de Helsinki.

Adjunto la siguiente documentación:

- Copia del protocolo de ensayo clínico.
- Copia del Manual del Investigador.
- Copia de idoneidad de las instalaciones, del investigador principal y de los colaboradores.
- Copia de la hoja de información del estudio para sujetos.
- Copia de los consentimientos informados de los sujetos.

Firmado:

Raúl Coto Martín
Investigador principal

En Madrid a ____ de _____ del 20__.

Anexo II: Documento explicativo del diseño del estudio para participantes.

En este documento están reflejadas todas las características del estudio en el que está interesado a participar. Para entrar en el mismo es necesario que entienda perfectamente cada una de las partes de la que consta el mismo.

El proyecto *¿Cuál es el protocolo de trabajo excéntrico más eficaz en deportistas con tendinopatía crónica en el tendón rotuliano?* será realizado una vez conseguida la aprobación del Comité Ético de Investigación Clínica.

Para participar en el mismo, deberá rellenar una hoja con datos personales que, bajo ningún concepto podrán ser usados o publicados, serán guardados de forma confidencial según dictamina la Ley Orgánica de Protección de Datos 3/2018. Al entrar en el estudio se le asignará un código numérico con el que será identificado durante la duración del mismo.

El estudio de Investigación se llevará a cabo en las instalaciones de la Escuela de Enfermería y Fisioterapia San Juan de Dios, situada en la Avenida San Juan de Dios en Ciempozuelos, Madrid.

El fin de este estudio es determinar la efectividad de los distintos protocolos de trabajo excéntrico en deportistas con tendinopatía rotuliana. Para ello se medirán las siguientes variables:

- Fuerza isométrica del cuádriceps. Se medirá con un dinamómetro. Se realizarán 6 contracciones máximas de 3 segundos de duración (cada una) con la rodilla posicionada a 60° de flexión. Entre cada repetición se realizará un minuto de descanso. Antes de la prueba será necesario realizar un calentamiento previo de la musculatura. Este consistirá en 4 contracciones isométricas submáximas (aproximadamente de un 50% de la fuerza máxima) y dos contracciones máximas con un minuto de descanso entre cada una.
- Fuerza concéntrica del cuádriceps. Se medirá con un dinamómetro a distintas velocidades: 60°/seg, 180°/seg y 240°/seg (la fuerza a cada velocidad será una variable distinta). En cada prueba se realizarán 5 contracciones máximas desde los 90° de flexión de rodilla hasta la extensión completa. Se descansará un minuto entre cada prueba. Antes de realizar cada prueba se realizará un calentamiento previo que consistirá en la ejecución de 3 repeticiones submáximas (a la misma velocidad que la posterior medición), con un descanso de 30 segundos antes de comenzar la prueba. Se deberá acudir dos días antes de la fecha establecida para la realización de la medición, con el fin de familiarizarse con el dispositivo. Se obtendrán datos de fuerza expresados en Newtonxmetro.

- Funcionalidad: se medirá con el cuestionario VISA-P. Deberá rellenar una tabla con una serie de ítems en los que deberá identificar su dolor de 0 a 10 al realizar distintas actividades, obteniendo una puntuación del 0 al 100.

Se realizarán dos mediciones de las variables anteriores. La primera cuatro días antes de empezar el tratamiento, y la segunda cuatro días después de haberlo finalizado (con el fin de evitar fatiga muscular que nos altere los resultados de la prueba).

Habrán 5 grupos de trabajo diferentes (cada uno con un tratamiento). Los sujetos serán asignados de manera aleatoria a dichos grupos. Es necesario que los días que acuda a la escuela, bien a mediciones o bien a tratamiento, traiga pantalón corto de deporte, zapatillas de deporte y toalla.

El grupo 1 realizará el siguiente protocolo. Se realiza un programa de ejercicio excéntrico dos días a la semana durante dos semanas consecutivas. El ejercicio se lleva a cabo con una prensa de piernas isoinercial. Durante la fase excéntrica del ejercicio la pierna patológica trabaja sola (ejercicio unipodal). Para volver a la posición inicial del ejercicio (fase concéntrica) el paciente debe ayudarse de la otra extremidad (ejercicio bipodal). El rango de movimiento durante el ejercicio discurre desde la extensión de rodilla hasta los 60° de flexión. Se realizan tres series de diez repeticiones cada una con dos minutos de descanso entre series.

El grupo 2 realizará el siguiente protocolo. Se realiza un programa de trabajo excéntrico con una prensa de piernas isoinercial, ejecutando 4 series de 8 repeticiones máximas, con un descanso de 2 minutos entre series. La fase concéntrica de cada serie empieza con una flexión de rodillas de 90° y finaliza con la extensión completa de la articulación. El ejercicio se hace en su totalidad de forma bipodal con ambas extremidades. El protocolo tiene una duración de 6 semanas realizándose 2 entrenamientos semanales.

El grupo 3 realizará el siguiente protocolo de trabajo excéntrico. Se realizarán tres series con quince repeticiones cada una de sentadilla monopodales a baja velocidad (30 segundos de duración cada sentadilla) encima de una superficie con 25° de inclinación. El retorno a la posición inicial se realiza con la pierna sana. Habrá un descanso de dos minutos entre series. La carga soportada durante el ejercicio será el propio peso corporal. Cuando el paciente no presente dolor durante la realización del ejercicio, se incrementará la carga progresivamente. El programa tiene una duración de 4 semanas, realizándose 5 sesiones a la semana.

El grupo 4 realizará el siguiente protocolo. La fase excéntrica de los ejercicios (realizados con una banda elástica por debajo de las rodillas y atada a una espaldera) son los siguientes: en el primero, desde una posición en bipedestación se baja a posición de sentadilla hasta una posición de 90° de flexión en cadera y rodilla; en el segundo, desde bipedestación se baja

hasta una posición de 90° de flexión de rodillas y caderas a 0°; y en la tercera, con apoyo monopodal se baja hasta una posición de 75° de flexión en caderas y rodillas. En todos se mantiene la posición durante 3 segundos (fase isométrica) y se vuelve a posición inicial (fase concéntrica). Tiene una duración de doce semanas. Se llevarán a cabo 3 sesiones a la semana durante las dos primeras semanas, y a la tercera semana, el número de días de trabajo disminuirá a 2 (así hasta completar las 12). La carga irá incrementándose progresivamente en un 15 % del peso corporal del paciente. A continuación, se muestran los ejercicios y repeticiones que se realizarán en las distintas semanas:

sesión.

SEMANA	EJERCICIO 1	EJERCICIO 2	EJERCICIO 3
1	4 x 8		
2	2x8 2x8(+15% carga)		
3	1x8 3x8 (+15% carga)		
4	1x8 3x8 (+30% carga)		
5	1x8 2x8 (+30% carga)	1x5	
6	1x6 2x6 (+30% carga)	2x5	
7	1x6 2x6 (+30% carga)	1x5 1x5 (+15% carga)	
8	1x6 2x6 (+30% carga)	1x5 1x5 (+30% carga)	
9	1x6 1x6 (+30% carga)	1x5 1x5 (+30% carga)	1x4
10	1x6 1x6 (+30% carga)	1x5 1x5 (+15% carga)	1x4
11	1x6 2x6 (+30% carga)	1x5 1x5 (+30% carga)	2x3
12	1x6 2x6 (+30% carga)	1x5 1x5 (+30% carga)	2x3

El grupo 5 realizará el siguiente protocolo. Tendrá una duración de 12 semanas. Se realizará todos los días de la semana y dos veces al día. Consiste en hacer sentadillas monopodales (con la pierna afectada) encima de una cuña con 25° de inclinación (posicionando el tobillo en flexión plantar) durante la fase excéntrica de bajada. Durante la fase concéntrica se sube con ambas piernas. Se realizan 3 series de 15 repeticiones. Se permite un dolor leve-moderado

durante el ejercicio, si este aumenta debe acabar la serie. Se irá incrementando peso según la sintomatología.

Posibles riesgos

Es posible que el paciente durante la realización del tratamiento pueda sentir complicaciones asociadas al ejercicio: dolor muscular, dolor articular, cansancio o mareos. Si el paciente siente alguno de estos síntomas la sesión se detendrá automáticamente.

En cuanto al uso del dinamómetro no hay ningún riesgo en su empleo, salvo los mencionados anteriormente por el hecho de estar realizando un esfuerzo físico.

El paciente podrá abandonar el estudio cuando quiera (rellenando la documentación necesaria).

Con la firma del presente documento afirma que ha recibido la información necesaria sobre el diseño del estudio, sus objetivos y sus posibles riesgos.

Firmado:

En Ciempozuelos a ___ de _____ del 20__

Anexo III: Ficha a rellenar por participantes.

Estos datos serán guardados de manera confidencial por los investigadores que realizan el estudio. No aparecerá ningún dato personal durante el estudio ni serán publicados. Cada sujeto recibirá un código numérico con el que será identificado durante el mismo. Estos datos se recogen con el fin de informar y de enviar los resultados obtenidos tras la finalización del estudio a cada participante de forma digital (vía email) y de forma física (dirección postal).

Por favor rellene cada ítem con letras mayúsculas.

Nombre:

Apellidos:

Edad:

Correo electrónico:

Dirección:

Código postal:

Localidad:

Firmado:

En Ciempozuelos a ___ de _____ del 20__

Anexo IV: Consentimiento informado.

Don _____ con DNI _____, afirmo haber recibido la información necesaria del estudio de investigación *¿Cuál es el protocolo de trabajo excéntrico más eficaz en deportistas con tendinopatía crónica en el tendón rotuliano?*

Afirmo haber comprendido todos los aspectos que vienen explicados en la *Hoja de información al paciente* (objetivos, desarrollo y riesgos de la intervención). Firmando abajo acepto ser tratado por los fisioterapeutas del equipo investigador con la intervención de la que se me ha informado.

Afirmo haber rellenado toda la documentación de manera leal y veraz. Afirmo que no presento ninguna contraindicación para realizar el estudio.

Entiendo que mis datos no serán publicados bajo ningún concepto ni usados para otra función que no sea la de mandarme documentación necesaria al correo electrónico o a la dirección postal, por lo que se mantendrá mi anonimato en todo momento.

Por todo ello, acepto, de forma voluntaria y consciente, la participación en el presente estudio y la publicación de mis mediciones (de forma anónima) por parte del equipo investigador. He comprendido que no recibiré ningún tipo de compensación económica por participar en el proyecto.

Por último, he sido informado y entiendo que puedo abandonar el estudio en cualquier momento sin ningún tipo de repercusión económica y legal, siempre y cuando rellene la documentación necesaria (*Hoja de revocación*).

Afirmo haber recibido una copia de la *Hoja de información al paciente* y del presente *Consentimiento informado*.

Firmado:

En Ciempozuelos a ___ de _____ del 20__

Anexo V: Hoja de revocación.

Don _____ con DNI _____ a fecha ____
del ____ de 20____, decido revocar el consentimiento informado firmado el día ____ del mes ____
del año 20__ para la participación en el estudio de investigación *¿Cuál es el protocolo de
trabajo excéntrico más eficaz en deportistas con tendinopatía crónica en el tendón rotuliano?*
En virtud de mi derecho.

Para que conste, firmo el presente documento.

Firmado:

En Ciempozuelos a ____ de _____ del 20__

Anexo VI: Cuestionario VISA-P español. Elaboración propia. Basado en el estudio realizado por Hernández-Sánchez et al (52).

Este cuestionario sirve para valorar los síntomas en sujetos diagnosticados de tendinopatía rotuliana. Deberá contestar las preguntas valorando la intensidad del dolor del 0 al 10, siendo 0 la ausencia total de dolor y 10 el mayor dolor que ha experimentado.

1. ¿Cuántos minutos puede permanecer sentado sin dolor?

0-15	15-30	30-60	60-90	90-120	>120	PUNTOS
0	2	4	6	8	10	x

2. ¿Presenta dolor al bajar escaleras con paso normal?

0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	PUNTOS
10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0	x

3. ¿Presenta dolor en la rodilla al estirarla sin contactar el suelo con el pie?

0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	PUNTOS
10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0	x

4. ¿Presenta dolor en la rodilla al realizar el gesto de una “zancada”?

0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	PUNTOS
10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0	x

5. ¿Presenta dolor al ponerse de cuclillas?

0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	PUNTOS
10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0	x

6. ¿Presenta dolor durante la realización de 10 saltos seguidos con la pierna afectada o después de realizarlos?

0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	PUNTOS
10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0	x

7. ¿Práctica actividad física o deporte en la actualidad?

No	0
Entrenamiento y/o competición modificado	4
Entrenamiento y/o competición completo pero con un nivel inferior que cuando empezaron los síntomas.	7
Competición al mismo nivel o superior que cuando empezaron los síntomas.	10
PUNTOS	x

8. Conteste solo a una pregunta 8A, 8B o 8C según su sintomatología:

8A. Si no presenta dolor mientras realiza deporte ¿cuánto tiempo puede estar realizándolo? En minutos:

0-20	20-40	40-60	60-90	>90	PUNTOS
6	12	18	24	30	x

8B. Si tiene dolor realizando deporte, pero este no impide su realización ¿cuánto tiempo puede estar realizándolo? En minutos:

0-15	15-30	30-45	45-60	>60	PUNTOS
0	5	10	15	20	x

8C. Si presenta dolor realizando deporte y este le obliga a detener la actividad ¿cuánto tiempo puede estar realizándolo? En minutos:

Nada	0-10	10-20	20-30	>30	PUNTOS
0	2	5	7	10	x

PUNTUACIÓN TOTAL	
-------------------------	--

Nombre:

Fecha:

Anexo VII: Hipótesis operativas. Comparación entre cada protocolo según variable.

FIVM del cuádriceps:

- Hipótesis nula 1 (H_01): No existen diferencias estadísticamente significativas en la FIVM del cuádriceps, medida con el dinamómetro, entre realizar el protocolo descrito por Purdam et al (tratamiento habitual) y realizar el protocolo descrito por Abat et al en deportistas varones mayores de edad diagnosticados de TR.
- Hipótesis alternativa 1 (H_a1): Existen diferencias estadísticamente significativas en la FIVM del cuádriceps, medida con el dinamómetro, entre realizar el protocolo descrito por Purdam et al y realizar el protocolo descrito por Abat et al en deportistas varones mayores de edad diagnosticados de TR.
- Hipótesis nula 2 (H_02): No existen diferencias estadísticamente significativas en la FIVM del cuádriceps, medida con el dinamómetro, entre realizar el protocolo descrito por Purdam et al y realizar el protocolo descrito por Romero Rodríguez et al en deportistas varones mayores de edad diagnosticados de TR.
- Hipótesis alternativa 2 (H_a2): Existen diferencias estadísticamente significativas en la FIVM del cuádriceps, medida con el dinamómetro, entre realizar el protocolo descrito por Purdam et al y realizar el protocolo descrito por Romero Rodríguez et al en deportistas varones mayores de edad diagnosticados de TR.
- Hipótesis nula 3 (H_03): No existen diferencias estadísticamente significativas en la FIVM del cuádriceps, medida con el dinamómetro, entre realizar el protocolo descrito por Purdam et al y realizar el protocolo descrito por Stasinopoulos et al en deportistas varones mayores de edad diagnosticados de TR.
- Hipótesis alternativa 3 (H_a3): Existen diferencias estadísticamente significativas en la FIVM del cuádriceps, medida con el dinamómetro, entre realizar el protocolo descrito por Purdam et al y realizar el protocolo descrito por Stasinopoulos et al en deportistas varones mayores de edad diagnosticados de TR.
- Hipótesis nula 4 (H_04): No existen diferencias estadísticamente significativas en la FIVM del cuádriceps, medida con el dinamómetro, entre realizar el protocolo descrito por Purdam et al y realizar el protocolo descrito por Basas et al en deportistas varones mayores de edad diagnosticados de TR.
- Hipótesis alternativa 4 (H_a4): Existen diferencias estadísticamente significativas en la FIVM del cuádriceps, medida con el dinamómetro, entre realizar el protocolo descrito por Purdam et al y realizar el protocolo descrito por Basas et al en deportistas varones mayores de edad diagnosticados de TR.

- Hipótesis nula 5 (H_{05}): No existen diferencias estadísticamente significativas en la FIVM del cuádriceps, medida con el dinamómetro, entre realizar el protocolo descrito por Abat et al y realizar el protocolo descrito por Romero Rodríguez et al en deportistas varones mayores de edad diagnosticados de TR.
- Hipótesis alternativa 5 (H_{a5}): Existen diferencias estadísticamente significativas en la FIVM del cuádriceps, medida con el dinamómetro, entre realizar el protocolo descrito por Abat et al y realizar el protocolo descrito por Romero Rodríguez et al en deportistas varones mayores de edad diagnosticados de TR.
- Hipótesis nula 6 (H_{06}): No existen diferencias estadísticamente significativas en la FIVM del cuádriceps, medida con el dinamómetro, entre realizar el protocolo descrito por Abat et al y realizar el protocolo descrito por Stasinopoulus et al en deportistas varones mayores de edad diagnosticados de TR.
- Hipótesis alternativa 6 (H_{a6}): Existen diferencias estadísticamente significativas en la FIVM del cuádriceps, medida con el dinamómetro, entre realizar el protocolo descrito por Abat et al y realizar el protocolo descrito por Stasinopoulus et al en deportistas varones mayores de edad diagnosticados de TR.
- Hipótesis nula 7 (H_{07}): No existen diferencias estadísticamente significativas en la FIVM del cuádriceps, medida con el dinamómetro, entre realizar el protocolo descrito por Abat et al y realizar el protocolo descrito por Basas et al en deportistas varones mayores de edad diagnosticados de TR.
- Hipótesis alternativa 7 (H_{a7}): Existen diferencias estadísticamente significativas en la FIVM del cuádriceps, medida con el dinamómetro, entre realizar el protocolo descrito por Abat et al y realizar el protocolo descrito por Basas et al en deportistas varones mayores de edad diagnosticados de TR.
- Hipótesis nula 8 (H_{08}): No existen diferencias estadísticamente significativas en la FIVM del cuádriceps, medida con el dinamómetro, entre realizar el protocolo descrito por Romero Rodríguez et al y realizar el protocolo descrito por Stasinopoulus et al en deportistas varones mayores de edad diagnosticados de TR.
- Hipótesis alternativa 8 (H_{a8}): Existen diferencias estadísticamente significativas en la FIVM del cuádriceps, medida con el dinamómetro, entre realizar el protocolo descrito por Romero Rodríguez et al y realizar el protocolo descrito por Stasinopoulus et al en deportistas varones mayores de edad diagnosticados de TR.
- Hipótesis nula 9 (H_{09}): No existen diferencias estadísticamente significativas en la FIVM del cuádriceps, medida con el dinamómetro, entre realizar el protocolo descrito por Romero Rodríguez et al y realizar el protocolo descrito por Basas et al en deportistas varones mayores de edad diagnosticados de TR.

- Hipótesis alternativa 9 (H_a9): Existen diferencias estadísticamente significativas en la FIVM del cuádriceps, medida con el dinamómetro, entre realizar el protocolo descrito por Romero Rodríguez et al y realizar el protocolo descrito por Basas et al en deportistas varones mayores de edad diagnosticados de TR.
- Hipótesis nula 10 (H_010): No existen diferencias estadísticamente significativas en la FIVM del cuádriceps, medida con el dinamómetro, entre realizar el protocolo descrito por Stasinopoulus et al y realizar el protocolo descrito por Basas et al en deportistas varones mayores de edad diagnosticados de TR.
- Hipótesis alternativa 10 (H_a10): Existen diferencias estadísticamente significativas en FIVM del cuádriceps, medida con el dinamómetro, entre realizar el protocolo descrito por Stasinopoulus et al y realizar el protocolo descrito por Basas et al en deportistas varones mayores de edad diagnosticados de TR.

FCC_{máx} isocinética a 60°/seg del cuádriceps:

- Hipótesis nula 1 (H_01): No existen diferencias estadísticamente significativas en la FCC_{máx} isocinética a 60°/seg del cuádriceps, medida con el dinamómetro, entre realizar el protocolo descrito por Purdam et al y realizar el protocolo descrito por Abat et al en deportistas varones mayores de edad diagnosticados de TR.
- Hipótesis alternativa 1 (H_a1): Existen diferencias estadísticamente significativas en la FCC_{máx} isocinética a 60°/seg del cuádriceps, medida con el dinamómetro, entre realizar el protocolo descrito por Purdam et al y realizar el protocolo descrito por Abat et al en deportistas varones mayores de edad diagnosticados de TR.
- Hipótesis nula 2 (H_02): No existen diferencias estadísticamente significativas en la FCC_{máx} isocinética a 60°/seg del cuádriceps, medida con el dinamómetro, entre realizar el protocolo descrito por Purdam et al y realizar el protocolo descrito por Romero Rodríguez et al en deportistas varones mayores de edad diagnosticados de TR.
- Hipótesis alternativa 2 (H_a2): Existen diferencias estadísticamente significativas en la FCC_{máx} isocinética a 60°/seg del cuádriceps, medida con el dinamómetro, entre realizar el protocolo descrito por Purdam et al y realizar el protocolo descrito por Romero Rodríguez et al en deportistas varones mayores de edad diagnosticados de TR.
- Hipótesis nula 3 (H_03): No existen diferencias estadísticamente significativas en la FCC_{máx} isocinética a 60°/seg del cuádriceps, medida con el dinamómetro, entre realizar el protocolo descrito por Purdam et al y realizar el protocolo descrito por Stasinopoulus et al en deportistas varones mayores de edad diagnosticados de TR.

- Hipótesis alternativa 3 (H_{a3}): Existen diferencias estadísticamente significativas en la $FCC_{máx}$ isocinética a $60^\circ/\text{seg}$ del cuádriceps, medida con el dinamómetro, entre realizar el protocolo descrito por Purdam et al y realizar el protocolo descrito por Stasinopoulos et al en deportistas varones mayores de edad diagnosticados de TR.
- Hipótesis nula 4 (H_{04}): No existen diferencias estadísticamente significativas en la $FCC_{máx}$ isocinética a $60^\circ/\text{seg}$ del cuádriceps, medida con el dinamómetro, entre realizar el protocolo descrito por Purdam et al y realizar el protocolo descrito por Basas et al en deportistas varones mayores de edad diagnosticados de TR.
- Hipótesis alternativa 4 (H_{a4}): Existen diferencias estadísticamente significativas en la $FCC_{máx}$ isocinética a $60^\circ/\text{seg}$ del cuádriceps, medida con el dinamómetro, entre realizar el protocolo descrito por Purdam et al y realizar el protocolo descrito por Basas et al en deportistas varones mayores de edad diagnosticados de TR.
- Hipótesis nula 5 (H_{05}): No existen diferencias estadísticamente significativas en la $FCC_{máx}$ isocinética a $60^\circ/\text{seg}$ del cuádriceps, medida con el dinamómetro, entre realizar el protocolo descrito por Abat et al y realizar el protocolo descrito por Romero Rodríguez et al en deportistas varones mayores de edad diagnosticados de TR.
- Hipótesis alternativa 5 (H_{a5}): Existen diferencias estadísticamente significativas en la $FCC_{máx}$ isocinética a $60^\circ/\text{seg}$ del cuádriceps, medida con el dinamómetro, entre realizar el protocolo descrito por Abat et al y realizar el protocolo descrito por Romero Rodríguez et al en deportistas varones mayores de edad diagnosticados de TR.
- Hipótesis nula 6 (H_{06}): No existen diferencias estadísticamente significativas en la $FCC_{máx}$ isocinética a $60^\circ/\text{seg}$ del cuádriceps, medida con el dinamómetro, entre realizar el protocolo descrito por Abat et al y realizar el protocolo descrito por Stasinopoulos et al en deportistas varones mayores de edad diagnosticados de TR.
- Hipótesis alternativa 6 (H_{a6}): Existen diferencias estadísticamente significativas en la $FCC_{máx}$ isocinética a $60^\circ/\text{seg}$ del cuádriceps, medida con el dinamómetro, entre realizar el protocolo descrito por Abat et al y realizar el protocolo descrito por Stasinopoulos et al en deportistas varones mayores de edad diagnosticados de TR.
- Hipótesis nula 7 (H_{07}): No existen diferencias estadísticamente significativas en la $FCC_{máx}$ isocinética a $60^\circ/\text{seg}$ del cuádriceps, medida con el dinamómetro, entre realizar el protocolo descrito por Abat et al y realizar el protocolo descrito por Basas et al en deportistas varones mayores de edad diagnosticados de TR.
- Hipótesis alternativa 7 (H_{a7}): Existen diferencias estadísticamente significativas en la $FCC_{máx}$ isocinética a $60^\circ/\text{seg}$ del cuádriceps, medida con el dinamómetro, entre realizar el protocolo descrito por Abat et al y realizar el protocolo descrito por Basas et al en deportistas varones mayores de edad diagnosticados de TR.

- Hipótesis nula 8 (H_{08}): No existen diferencias estadísticamente significativas en la $FCC_{máx}$ isocinética a $60^\circ/\text{seg}$ del cuádriceps, medida con el dinamómetro, entre realizar el protocolo descrito por Romero Rodríguez et al y realizar el protocolo descrito por Stasinopoulus et al en deportistas varones mayores de edad diagnosticados de TR.
- Hipótesis alternativa 8 (H_{a8}): Existen diferencias estadísticamente significativas en la $FCC_{máx}$ isocinética a $60^\circ/\text{seg}$ del cuádriceps, medida con el dinamómetro, entre realizar el protocolo descrito por Romero Rodríguez et al y realizar el protocolo descrito por Stasinopoulus et al en deportistas varones mayores de edad diagnosticados de TR.
- Hipótesis nula 9 (H_{09}): No existen diferencias estadísticamente significativas en la $FCC_{máx}$ isocinética a $60^\circ/\text{seg}$ del cuádriceps, medida con el dinamómetro, entre realizar el protocolo descrito por Romero Rodríguez et al y realizar el protocolo descrito por Basas et al en deportistas varones mayores de edad diagnosticados de TR.
- Hipótesis alternativa 9 (H_{a9}): Existen diferencias estadísticamente significativas en la $FCC_{máx}$ isocinética a $60^\circ/\text{seg}$ del cuádriceps, medida con el dinamómetro, entre realizar el protocolo descrito por Romero Rodríguez et al y realizar el protocolo descrito por Basas et al en deportistas varones mayores de edad diagnosticados de TR.
- Hipótesis nula 10 (H_{010}): No existen diferencias estadísticamente significativas en la $FCC_{máx}$ isocinética a $60^\circ/\text{seg}$ del cuádriceps, medida con el dinamómetro, entre realizar el protocolo descrito por Stasinopoulus et al y realizar el protocolo descrito por Basas et al en deportistas varones mayores de edad diagnosticados de TR.
- Hipótesis alternativa 10 (H_{a10}): Existen diferencias estadísticamente significativas en $FCC_{máx}$ isocinética a $60^\circ/\text{seg}$ del cuádriceps, medida con el dinamómetro, entre realizar el protocolo descrito por Stasinopoulus et al y realizar el protocolo descrito por Basas et al en deportistas varones mayores de edad diagnosticados de TR.

$FCC_{máx}$ isocinética a $180^\circ/\text{seg}$ del cuádriceps:

- Hipótesis nula 1 (H_{01}): No existen diferencias estadísticamente significativas en la $FCC_{máx}$ isocinética a $180^\circ/\text{seg}$ del cuádriceps, medida con el dinamómetro, entre realizar el protocolo descrito por Purdam et al y realizar el protocolo descrito por Abat et al en deportistas varones mayores de edad diagnosticados de TR.
- Hipótesis alternativa 1 (H_{a1}): Existen diferencias estadísticamente significativas en la $FCC_{máx}$ isocinética a $180^\circ/\text{seg}$ del cuádriceps, medida con el dinamómetro, entre realizar el protocolo descrito por Purdam et al y realizar el protocolo descrito por Abat et al en deportistas varones mayores de edad diagnosticados de TR.

- Hipótesis nula 2 (H_{02}): No existen diferencias estadísticamente significativas en la $FCC_{máx}$ isocinética a $180^\circ/\text{seg}$ del cuádriceps, medida con el dinamómetro, entre realizar el protocolo descrito por Purdam et al y realizar el protocolo descrito por Romero Rodríguez et al en deportistas varones mayores de edad diagnosticados de TR.
- Hipótesis alternativa 2 (H_{a2}): Existen diferencias estadísticamente significativas en la $FCC_{máx}$ isocinética a $180^\circ/\text{seg}$ del cuádriceps, medida con el dinamómetro, entre realizar el protocolo descrito por Purdam et al y realizar el protocolo descrito por Romero Rodríguez et al en deportistas varones mayores de edad diagnosticados de TR.
- Hipótesis nula 3 (H_{03}): No existen diferencias estadísticamente significativas en la $FCC_{máx}$ isocinética a $180^\circ/\text{seg}$ del cuádriceps, medida con el dinamómetro, entre realizar el protocolo descrito por Purdam et al y realizar el protocolo descrito por Stasinopoulos et al en deportistas varones mayores de edad diagnosticados de TR.
- Hipótesis alternativa 3 (H_{a3}): Existen diferencias estadísticamente significativas en la $FCC_{máx}$ isocinética a $180^\circ/\text{seg}$ del cuádriceps, medida con el dinamómetro, entre realizar el protocolo descrito por Purdam et al y realizar el protocolo descrito por Stasinopoulos et al en deportistas varones mayores de edad diagnosticados de TR.
- Hipótesis nula 4 (H_{04}): No existen diferencias estadísticamente significativas en la $FCC_{máx}$ isocinética a $180^\circ/\text{seg}$ del cuádriceps, medida con el dinamómetro, entre realizar el protocolo descrito por Purdam et al y realizar el protocolo descrito por Basas et al en deportistas varones mayores de edad diagnosticados de TR.
- Hipótesis alternativa 4 (H_{a4}): Existen diferencias estadísticamente significativas en la $FCC_{máx}$ isocinética a $180^\circ/\text{seg}$ del cuádriceps, medida con el dinamómetro, entre realizar el protocolo descrito por Purdam et al y realizar el protocolo descrito por Basas et al en deportistas varones mayores de edad diagnosticados de TR.
- Hipótesis nula 5 (H_{05}): No existen diferencias estadísticamente significativas en la $FCC_{máx}$ isocinética a $180^\circ/\text{seg}$ del cuádriceps, medida con el dinamómetro, entre realizar el protocolo descrito por Abat et al y realizar el protocolo descrito por Romero Rodríguez et al en deportistas varones mayores de edad diagnosticados de TR.
- Hipótesis alternativa 5 (H_{a5}): Existen diferencias estadísticamente significativas en la $FCC_{máx}$ isocinética a $180^\circ/\text{seg}$ del cuádriceps, medida con el dinamómetro, entre realizar el protocolo descrito por Abat et al y realizar el protocolo descrito por Romero Rodríguez et al en deportistas varones mayores de edad diagnosticados de TR.
- Hipótesis nula 6 (H_{06}): No existen diferencias estadísticamente significativas en la $FCC_{máx}$ isocinética a $180^\circ/\text{seg}$ del cuádriceps, medida con el dinamómetro, entre

realizar el protocolo descrito por Abat et al y realizar el protocolo descrito por Stasinopoulus et al en deportistas varones mayores de edad diagnosticados de TR.

- Hipótesis alternativa 6 (H_{a6}): Existen diferencias estadísticamente significativas en la $FCC_{máx}$ isocinética a $180^\circ/\text{seg}$ del cuádriceps, medida con el dinamómetro, entre realizar el protocolo descrito por Abat et al y realizar el protocolo descrito por Stasinopoulus et al en deportistas varones mayores de edad diagnosticados de TR.
- Hipótesis nula 7 (H_{07}): No existen diferencias estadísticamente significativas en la $FCC_{máx}$ isocinética a $180^\circ/\text{seg}$ del cuádriceps, medida con el dinamómetro, entre realizar el protocolo descrito por Abat et al y realizar el protocolo descrito por Basas et al en deportistas varones mayores de edad diagnosticados de TR.
- Hipótesis alternativa 7 (H_{a7}): Existen diferencias estadísticamente significativas en la $FCC_{máx}$ isocinética a $180^\circ/\text{seg}$ del cuádriceps, medida con el dinamómetro, entre realizar el protocolo descrito por Abat et al y realizar el protocolo descrito por Basas et al en deportistas varones mayores de edad diagnosticados de TR.
- Hipótesis nula 8 (H_{08}): No existen diferencias estadísticamente significativas en la $FCC_{máx}$ isocinética a $180^\circ/\text{seg}$ del cuádriceps, medida con el dinamómetro, entre realizar el protocolo descrito por Romero Rodríguez et al y realizar el protocolo descrito por Stasinopoulus et al en deportistas varones mayores de edad diagnosticados de TR.
- Hipótesis alternativa 8 (H_{a8}): Existen diferencias estadísticamente significativas en la $FCC_{máx}$ isocinética a $180^\circ/\text{seg}$ del cuádriceps, medida con el dinamómetro, entre realizar el protocolo descrito por Romero Rodríguez et al y realizar el protocolo descrito por Stasinopoulus et al en deportistas varones mayores de edad diagnosticados de TR.
- Hipótesis nula 9 (H_{09}): No existen diferencias estadísticamente significativas en la $FCC_{máx}$ isocinética a $180^\circ/\text{seg}$ del cuádriceps, medida con el dinamómetro, entre realizar el protocolo descrito por Romero Rodríguez et al y realizar el protocolo descrito por Basas et al en deportistas varones mayores de edad diagnosticados de TR.
- Hipótesis alternativa 9 (H_{a9}): Existen diferencias estadísticamente significativas en la $FCC_{máx}$ isocinética a $180^\circ/\text{seg}$ del cuádriceps, medida con el dinamómetro, entre realizar el protocolo descrito por Romero Rodríguez et al y realizar el protocolo descrito por Basas et al en deportistas varones mayores de edad diagnosticados de TR.
- Hipótesis nula 10 (H_{010}): No existen diferencias estadísticamente significativas en la $FCC_{máx}$ isocinética a $180^\circ/\text{seg}$ del cuádriceps, medida con el dinamómetro, entre realizar el protocolo descrito por Stasinopoulus et al y realizar el protocolo descrito por Basas et al en deportistas varones mayores de edad diagnosticados de TR.

- Hipótesis alternativa 10 (H_{a10}): Existen diferencias estadísticamente significativas en $FCC_{máx}$ isocinética a 180°/seg del cuádriceps, medida con el dinamómetro, entre realizar el protocolo descrito por Stasinopoulos et al y realizar el protocolo descrito por Basas et al en deportistas varones mayores de edad diagnosticados de TR.

$FCC_{máx}$ isocinética a 240°/seg del cuádriceps:

- Hipótesis nula 1 (H_{01}): No existen diferencias estadísticamente significativas en la $FCC_{máx}$ isocinética a 240°/seg del cuádriceps, medida con el dinamómetro, entre realizar el protocolo descrito por Purdam et al y realizar el protocolo descrito por Abat et al en deportistas varones mayores de edad diagnosticados de TR.
- Hipótesis alternativa 1 (H_{a1}): Existen diferencias estadísticamente significativas en la $FCC_{máx}$ isocinética a 240°/seg del cuádriceps, medida con el dinamómetro, entre realizar el protocolo descrito por Purdam et al y realizar el protocolo descrito por Abat et al en deportistas varones mayores de edad diagnosticados de TR.
- Hipótesis nula 2 (H_{02}): No existen diferencias estadísticamente significativas en la $FCC_{máx}$ isocinética a 240°/seg del cuádriceps, medida con el dinamómetro, entre realizar el protocolo descrito por Purdam et al y realizar el protocolo descrito por Romero Rodríguez et al en deportistas varones mayores de edad diagnosticados de TR.
- Hipótesis alternativa 2 (H_{a2}): Existen diferencias estadísticamente significativas en la $FCC_{máx}$ isocinética a 240°/seg del cuádriceps, medida con el dinamómetro, entre realizar el protocolo descrito por Purdam et al y realizar el protocolo descrito por Romero Rodríguez et al en deportistas varones mayores de edad diagnosticados de TR.
- Hipótesis nula 3 (H_{03}): No existen diferencias estadísticamente significativas en la $FCC_{máx}$ isocinética a 240°/seg del cuádriceps, medida con el dinamómetro, entre realizar el protocolo descrito por Purdam et al y realizar el protocolo descrito por Stasinopoulos et al en deportistas varones mayores de edad diagnosticados de TR.
- Hipótesis alternativa 3 (H_{a3}): Existen diferencias estadísticamente significativas en la $FCC_{máx}$ isocinética a 240°/seg del cuádriceps, medida con el dinamómetro, entre realizar el protocolo descrito por Purdam et al y realizar el protocolo descrito por Stasinopoulos et al en deportistas varones mayores de edad diagnosticados de TR.
- Hipótesis nula 4 (H_{04}): No existen diferencias estadísticamente significativas en la $FCC_{máx}$ isocinética a 240°/seg del cuádriceps, medida con el dinamómetro, entre realizar el protocolo descrito por Purdam et al y realizar el protocolo descrito por Basas et al en deportistas varones mayores de edad diagnosticados de TR.

- Hipótesis alternativa 4 (H_{a4}): Existen diferencias estadísticamente significativas en la $FCC_{máx}$ isocinética a $240^\circ/\text{seg}$ del cuádriceps, medida con el dinamómetro, entre realizar el protocolo descrito por Purdam et al y realizar el protocolo descrito por Basas et al en deportistas varones mayores de edad diagnosticados de TR.
- Hipótesis nula 5 (H_{05}): No existen diferencias estadísticamente significativas en la $FCC_{máx}$ isocinética a $240^\circ/\text{seg}$ del cuádriceps, medida con el dinamómetro, entre realizar el protocolo descrito por Abat et al y realizar el protocolo descrito por Romero Rodríguez et al en deportistas varones mayores de edad diagnosticados de TR.
- Hipótesis alternativa 5 (H_{a5}): Existen diferencias estadísticamente significativas en la $FCC_{máx}$ isocinética a $240^\circ/\text{seg}$ del cuádriceps, medida con el dinamómetro, entre realizar el protocolo descrito por Abat et al y realizar el protocolo descrito por Romero Rodríguez et al en deportistas varones mayores de edad diagnosticados de TR.
- Hipótesis nula 6 (H_{06}): No existen diferencias estadísticamente significativas en la $FCC_{máx}$ isocinética a $240^\circ/\text{seg}$ del cuádriceps, medida con el dinamómetro, entre realizar el protocolo descrito por Abat et al y realizar el protocolo descrito por Stasinopoulos et al en deportistas varones mayores de edad diagnosticados de TR.
- Hipótesis alternativa 6 (H_{a6}): Existen diferencias estadísticamente significativas en la $FCC_{máx}$ isocinética a $240^\circ/\text{seg}$ del cuádriceps, medida con el dinamómetro, entre realizar el protocolo descrito por Abat et al y realizar el protocolo descrito por Stasinopoulos et al en deportistas varones mayores de edad diagnosticados de TR.
- Hipótesis nula 7 (H_{07}): No existen diferencias estadísticamente significativas en la $FCC_{máx}$ isocinética a $240^\circ/\text{seg}$ del cuádriceps, medida con el dinamómetro, entre realizar el protocolo descrito por Abat et al y realizar el protocolo descrito por Basas et al en deportistas varones mayores de edad diagnosticados de TR.
- Hipótesis alternativa 7 (H_{a7}): Existen diferencias estadísticamente significativas en la $FCC_{máx}$ isocinética a $240^\circ/\text{seg}$ del cuádriceps, medida con el dinamómetro, entre realizar el protocolo descrito por Abat et al y realizar el protocolo descrito por Basas et al en deportistas varones mayores de edad diagnosticados de TR.
- Hipótesis nula 8 (H_{08}): No existen diferencias estadísticamente significativas en la $FCC_{máx}$ isocinética a $240^\circ/\text{seg}$ del cuádriceps, medida con el dinamómetro, entre realizar el protocolo descrito por Romero Rodríguez et al y realizar el protocolo descrito por Stasinopoulos et al en deportistas varones mayores de edad diagnosticados de TR.
- Hipótesis alternativa 8 (H_{a8}): Existen diferencias estadísticamente significativas en la $FCC_{máx}$ isocinética a $240^\circ/\text{seg}$ del cuádriceps, medida con el dinamómetro, entre realizar el protocolo descrito por Romero Rodríguez et al y realizar el protocolo descrito

por Stasinopoulus et al en deportistas varones mayores de edad diagnosticados de TR.

- Hipótesis nula 9 (H_{09}): No existen diferencias estadísticamente significativas en la $FCC_{máx}$ isocinética a $240^\circ/\text{seg}$ del cuádriceps, medida con el dinamómetro, entre realizar el protocolo descrito por Romero Rodríguez et al y realizar el protocolo descrito por Basas et al en deportistas varones mayores de edad diagnosticados de TR.
- Hipótesis alternativa 9 (H_{a9}): Existen diferencias estadísticamente significativas en la $FCC_{máx}$ isocinética a $240^\circ/\text{seg}$ del cuádriceps, medida con el dinamómetro, entre realizar el protocolo descrito por Romero Rodríguez et al y realizar el protocolo descrito por Basas et al en deportistas varones mayores de edad diagnosticados de TR.
- Hipótesis nula 10 (H_{010}): No existen diferencias estadísticamente significativas en la $FCC_{máx}$ isocinética a $240^\circ/\text{seg}$ del cuádriceps, medida con el dinamómetro, entre realizar el protocolo descrito por Stasinopoulus et al y realizar el protocolo descrito por Basas et al en deportistas varones mayores de edad diagnosticados de TR.
- Hipótesis alternativa 10 (H_{a10}): Existen diferencias estadísticamente significativas en $FCC_{máx}$ isocinética a $240^\circ/\text{seg}$ del cuádriceps, medida con el dinamómetro, entre realizar el protocolo descrito por Stasinopoulus et al y realizar el protocolo descrito por Basas et al en deportistas varones mayores de edad diagnosticados de TR.

Funcionalidad:

- Hipótesis nula 1 (H_{01}): No existen diferencias estadísticamente significativas en la funcionalidad del miembro inferior, medida con la escala VISA-P, entre realizar el protocolo descrito por Purdam et al y realizar el protocolo descrito por Abat et al en deportistas varones mayores de edad diagnosticados de TR.
- Hipótesis alternativa 1 (H_{a1}): Existen diferencias estadísticamente significativas en la funcionalidad del miembro inferior, medida con la escala VISA-P, entre realizar el protocolo descrito por Purdam et al y realizar el protocolo descrito por Abat et al en deportistas varones mayores de edad diagnosticados de TR.
- Hipótesis nula 2 (H_{02}): No existen diferencias estadísticamente significativas en la funcionalidad del miembro inferior, medida con la escala VISA-P, entre realizar el protocolo descrito por Purdam et al y realizar el protocolo descrito por Romero Rodríguez et al en deportistas varones mayores de edad diagnosticados de TR.
- Hipótesis alternativa 2 (H_{a2}): Existen diferencias estadísticamente significativas en la funcionalidad del miembro inferior, medida con la escala VISA-P, entre realizar el protocolo descrito por Purdam et al y realizar el protocolo descrito por Romero Rodríguez et al en deportistas varones mayores de edad diagnosticados de TR.

- Hipótesis nula 3 (H_{03}): No existen diferencias estadísticamente significativas en la funcionalidad del miembro inferior, medida con la escala VISA-P, entre realizar el protocolo descrito por Purdam et al y realizar el protocolo descrito por Stasinopoulos et al en deportistas varones mayores de edad diagnosticados de TR.
- Hipótesis alternativa 3 (H_{a3}): Existen diferencias estadísticamente significativas en la funcionalidad del miembro inferior, medida con la escala VISA-P, entre realizar el protocolo descrito por Purdam et al y realizar el protocolo descrito por Stasinopoulos et al en deportistas varones mayores de edad diagnosticados de TR.
- Hipótesis nula 4 (H_{04}): No existen diferencias estadísticamente significativas en la funcionalidad del miembro inferior, medida con la escala VISA-P, entre realizar el protocolo descrito por Purdam et al y realizar el protocolo descrito por Basas et al en deportistas varones mayores de edad diagnosticados de TR.
- Hipótesis alternativa 4 (H_{a4}): Existen diferencias estadísticamente significativas en la funcionalidad del miembro inferior, medida con la escala VISA-P, entre realizar el protocolo descrito por Purdam et al y realizar el protocolo descrito por Basas et al en deportistas varones mayores de edad diagnosticados de TR.
- Hipótesis nula 5 (H_{05}): No existen diferencias estadísticamente significativas en la funcionalidad del miembro inferior, medida con la escala VISA-P, entre realizar el protocolo descrito por Abat et al y realizar el protocolo descrito por Romero Rodríguez et al en deportistas varones mayores de edad diagnosticados de TR.
- Hipótesis alternativa 5 (H_{a5}): Existen diferencias estadísticamente significativas en la funcionalidad del miembro inferior, medida con la escala VISA-P, entre realizar el protocolo descrito por Abat et al y realizar el protocolo descrito por Romero Rodríguez et al en deportistas varones mayores de edad diagnosticados de TR.
- Hipótesis nula 6 (H_{06}): No existen diferencias estadísticamente significativas en la funcionalidad del miembro inferior, medida con la escala VISA-P, entre realizar el protocolo descrito por Abat et al y realizar el protocolo descrito por Stasinopoulos et al en deportistas varones mayores de edad diagnosticados de TR.
- Hipótesis alternativa 6 (H_{a6}): Existen diferencias estadísticamente significativas en la funcionalidad del miembro inferior, medida con la escala VISA-P, entre realizar el protocolo descrito por Abat et al y realizar el protocolo descrito por Stasinopoulos et al en deportistas varones mayores de edad diagnosticados de TR.
- Hipótesis nula 7 (H_{07}): No existen diferencias estadísticamente significativas en la funcionalidad del miembro inferior, medida con la escala VISA-P, entre realizar el protocolo descrito por Abat et al y realizar el protocolo descrito por Basas et al en deportistas varones mayores de edad diagnosticados de TR.

- Hipótesis alternativa 7 (H_a7): Existen diferencias estadísticamente significativas en la funcionalidad del miembro inferior, medida con la escala VISA-P, entre realizar el protocolo descrito por Abat et al y realizar el protocolo descrito por Basas et al en deportistas varones mayores de edad diagnosticados de TR.
- Hipótesis nula 8 (H_08): No existen diferencias estadísticamente significativas en la funcionalidad del miembro inferior, medida con la escala VISA-P, entre realizar el protocolo descrito por Romero Rodríguez et al y realizar el protocolo descrito por Stasinopoulus et al en deportistas varones mayores de edad diagnosticados de TR.
- Hipótesis alternativa 8 (H_a8): Existen diferencias estadísticamente significativas en la funcionalidad del miembro inferior, medida con la escala VISA-P, entre realizar el protocolo descrito por Romero Rodríguez et al y realizar el protocolo descrito por Stasinopoulus et al en deportistas varones mayores de edad diagnosticados de TR.
- Hipótesis nula 9 (H_09): No existen diferencias estadísticamente significativas en la funcionalidad del miembro inferior, medida con la escala VISA-P, entre realizar el protocolo descrito por Romero Rodríguez et al y realizar el protocolo descrito por Basas et al en deportistas varones mayores de edad diagnosticados de TR.
- Hipótesis alternativa 9 (H_a9): Existen diferencias estadísticamente significativas en la funcionalidad del miembro inferior, medida con la escala VISA-P, entre realizar el protocolo descrito por Romero Rodríguez et al y realizar el protocolo descrito por Basas et al en deportistas varones mayores de edad diagnosticados de TR.
- Hipótesis nula 10 (H_010): No existen diferencias estadísticamente significativas en la funcionalidad del miembro inferior, medida con la escala VISA-P, entre realizar el protocolo descrito por Stasinopoulus et al y realizar el protocolo descrito por Basas et al en deportistas varones mayores de edad diagnosticados de TR.
- Hipótesis alternativa 10 (H_a10): Existen diferencias estadísticamente significativas en la funcionalidad del miembro inferior, medida con la escala VISA-P, entre realizar el protocolo descrito por Stasinopoulus et al y realizar el protocolo descrito por Basas et al en deportistas varones mayores de edad diagnosticados de TR.