



Centre universitari adscrit a la



Universidad Tecnocampus Mataró-Maresme

Grado en Ciencias de la Actividad Física y del Deporte

CREACIÓN DE UN PROTOCOLO DE EJERCICIOS
ISOMÉTRICOS PARA LA MODIFICACIÓN DE
SÍNTOMAS DE LA TENDINOPATÍA ROTULIANA.
PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

Alumno: Alex Villarejo Barberá

Director: Luís Franco Serrano

Trabajo Fin de Grado – 5º curso

Curso académico 2023-2024

Cornellá de Llobregat, 10/05/2024

AGRADECIMIENTOS

Me gustaría agradecer a Luís, mi tutor de trabajo de final de grado por ayudarme, aconsejarme y animarme a conseguir superar el escalón final de mi etapa como estudiante.

A mi familia, especialmente a mi padre y a mi madre por sacar cualquier momento de su ajetreado día para apoyarme, alegrarme e intentar sacar lo mejor de mí.

A mi pareja Aina, porque además de haberme ayudado con las fotografías para el trabajo, ha sido uno de los pilares más importantes que he tenido, brindándome siempre su apoyo incondicional.

Y a mis compañeros de clase David, Adrià, Álvaro, Iván y Carlos por haber compartido con ellos desde el principio hasta el final esta bonita etapa de 5 años.

ÍNDICE DE CONTENIDOS

RESUMEN Y PALABRAS CLAVE	5
SUMMARY AND KEY WORDS	6
1. INTRODUCCIÓN	7
1.1. DEFINICIÓN	7
1.2. ETIOLOGÍA	7
1.3. FACTORES DE RIESGO	8
1.4. EJERCICIOS ISOMÉTRICOS Y BENEFICIOS	8
2. JUSTIFICACIÓN DEL ESTUDIO	9
3. HIPÓTESIS Y OBJETIVOS	10
3.1. HIPÓTESIS	10
3.2. OBJETIVO PRINCIPAL	10
3.3. OBJETIVOS SECUNDARIOS	10
4. METODOLOGÍA	11
4.1. DISEÑO DEL ESTUDIO	11
4.2. POBLACIÓN Y MUESTRA	12
4.3. ASIGNACIÓN DE LOS INDIVIDUOS A LOS GRUPOS DE ESTUDIO	13
4.4. VARIABLES DE ESTUDIO	14
4.5. RECOGIDA DE DATOS	18
4.6. DESCRIPCIÓN DE LOS GRUPOS DE ESTUDIO Y PROPUESTA DE INTERVENCIÓN	18
4.6.1. CALENTAMIENTO	20
4.6.2. PARTE PRINCIPAL	23
4.7. ANÁLISIS ESTADÍSTICO	23
4.8. CONSIDERACIONES ÉTICAS	24
5. CRONOGRAMA	25
6. PRESUPUESTO	26
7. LIMITACIONES Y PROSPECTIVA	27
8. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	28
9. ANEXOS	30
9.1. ANEXO 1. ANAMNESIS CLÍNICA	30
9.2. ANEXO 2. TABLAS DE VALORACIONES	31
9.3. ANEXO 3. CALENTAMIENTO CON <i>FOAM ROLLER</i>	33
9.4. ANEXO 4. HOJA DE INFORMACIÓN PARA LOS PARTICIPANTES	35
9.5. ANEXO 5. CONSENTIMIENTO INFORMADO DEL PARTICIPANTE	37

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Calendario del proyecto	11
Tabla 2: Criterios de inclusión y exclusión	13
Tabla 3: Variables de estudio	14
Tabla 4: Ejercicios de activación metabólica	21
Tabla 5: Ejercicios de movilidad dinámica	22
Tabla 6: Protocolo de ejercicios isométricos	23
Tabla 7: Cronograma del proyecto de investigación.....	25
Tabla 8: Presupuesto recursos materiales del proyecto.....	26
Tabla 9: Presupuesto recursos humanos del proyecto.....	26
Tabla 10: Anamnesis clínica.....	30
Tabla 11: Valoraciones iniciales	31
Tabla 12: Calentamiento con foam roller	33

ÍNDICE DE IMÁGENES

Imagen 1: Single leg declined squat	16
Imagen 2: Leg extension.....	17
Imagen 3: Countermovement jump	18
Imagen 4: Wall squat, split squat y leg extension	19

RESUMEN Y PALABRAS CLAVE

La tendinopatía rotuliana es un trastorno musculoesquelético degenerativo caracterizado por dolor en el polo inferior de la rótula o en el tendón rotuliano proximal, muy común en todos aquellos deportistas que realizan acciones explosivas o repetitivas que suponen un alto impacto en la articulación, provocando el desgaste del tendón. Existe un pico de prevalencia en jugadores de baloncesto jóvenes, el cual provoca que la mitad de los que sufren esta patología no puedan volver a practicar deporte.

Por otro lado, los ejercicios isométricos son un tipo de ejercicios que ofrecen beneficios en la mejora de la sintomatología de esta patología al proporcionar una carga controlada sobre el tendón, generando un entorno seguro y menos agresivo.

El presente proyecto de investigación tiene como objetivo principal analizar los cambios sintomáticos que se producen en una tendinopatía rotuliana mediante un plan de entrenamiento de ejercicios isométricos de cuádriceps. El estudio está diseñado para jugadores jóvenes de baloncesto.

En esta intervención se realizará un ensayo clínico aleatorizado con un total de cuarenta participantes de entre trece y veintidós años, divididos en dos grupos (grupo A o grupo experimental y grupo B o grupo control). Tendrá una duración de cuatro semanas y para analizar los resultados obtenidos se realizarán seis valoraciones diferentes: rango de movimiento de flexión y extensión de rodilla, rango de movimiento de flexión de cadera, nivel de dolor en el tendón, fuerza concéntrica de cuádriceps y fuerza funcional de las extremidades inferiores. Al final del estudio, se compararán los datos obtenidos en las seis valoraciones para posteriormente discutir el efecto de la intervención.

Palabras clave: tendinopatía rotuliana, ejercicios isométricos, baloncesto.

SUMMARY AND KEY WORDS

Patellar tendinopathy is a degenerative musculoskeletal disorder characterized by pain in the lower pole of the patella or in the proximal patellar tendon, very common in all those athletes who perform explosive or repetitive actions that involve a high impact on the joint, causing wear of the tendon. There is a peak of prevalence in young basketball players, which causes that half of those who suffer this pathology cannot return to play sport.

On the other hand, isometric exercises are a type of exercise that offer benefits in improving the symptomatology of this pathology by providing a controlled load on the tendon, generating a secure and less aggressive environment.

The main objective of this research project is to analyze the symptomatic changes that occur in patellar tendinopathy through a training plan of isometric quadriceps exercises. The study is designed for young basketball players.

In this intervention, a randomized clinical trial will be conducted with a total of forty participants between thirteen and twenty-two years old, divided into two groups (group A or experimental group and group B or control group). It will last four weeks, and six different assessments will be made to analyze the results obtained: knee flexion and extension range of motion, hip flexion range of motion, level of tendon pain, concentric quadriceps strength and lower extremity functional strength. At the end of the study, the data obtained in the six assessments will be compared to subsequently discuss the effect of the intervention.

Key words: patellar tendinopathy, isometric exercises, basketball.

1. INTRODUCCIÓN

1.1. DEFINICIÓN

La tendinopatía rotuliana, también conocida como “síndrome de dolor patelofemoral” o “rodilla del saltador” (Figueroa D., Figueroa F. & Calvo, 2016), es un trastorno musculoesquelético degenerativo común que se caracteriza por dolor en la región anterior de la rodilla, más concretamente en el polo inferior o distal de la rótula o en el tendón rotuliano proximal (Malliaras, Cook, Purdam & Rio, 2015; Pearson et al., 2018). Esta patología es muy común en todos aquellos atletas que practican deportes que requieren cargas repetitivas del tendón rotuliano, caracterizados por acciones explosivas y repetitivas del mecanismo extensor de rodilla, como lo es principalmente el salto (Holden et al., 2019; Lim & Wong, 2018; Pearson & Hussain, 2014; Van Ark et al., 2016; Van der Worp, Van Ark, Zwerver & Akker-Scheek, 2011). El dolor puede manifestarse durante o después de la actividad física, afectando en la capacidad de los jugadores jóvenes a la hora de poder participar plenamente en su rendimiento deportivo, y más importante aún, en su bienestar físico y su calidad de vida (Mendonça, Ocarino, Bittencourt, Macedo & Fonseca, 2018)

1.2. ETIOLOGÍA

Centrándonos en la evidencia científica actual, varios autores señalan que esta patología está bastante concentrada en una determinada población, ya que existe un pico de prevalencia en deportistas practicantes de baloncesto que oscila entre los 15 y los 30 años, la mayoría de los cuáles son chicos. Aunque esto puede deberse a un mayor sobreuso del tendón por un aumento de la carga, cabe destacar que hay evidencia científica que no remarca diferencias significativas entre hombres y mujeres (Sprague, Smith, Knox, Pohlig & Silbernagel, 2018; Van der Worp et al., 2011).

La incidencia de la tendinopatía rotuliana en jugadores jóvenes de baloncesto es motivo de preocupación, ya que puede afectar tanto a su rendimiento deportivo como a su participación continua en el deporte. En el estudio realizado por Malliaras et al., (2015), remarcan que “más de un tercio de los atletas no pudieron regresar al deporte pasados los 6 meses de tratamiento, y el 53% de los atletas con tendinopatía rotuliana no pudieron volver a practicar deporte”.

Por otro lado, parte de la literatura existente apunta que el 32% de los deportistas de élite que practican baloncesto sufren esta patología, reduciéndose esta cantidad a un 11% si hablamos de jugadores amateurs o deportistas recreativos (Lian, Engebretsen & Bahr, 2005).

1.3. FACTORES DE RIESGO

Los factores de riesgo de la tendinopatía rotuliana son multifactoriales, involucrando factores biomecánicos, musculares, anatómicos y, en la mayoría de los casos, sobreuso (Malliaras et al., 2015; Sprague et al., 2018; Theodorou, Komnos & Hantes, 2023; Van der Worp et al., 2011). Las fuerzas repetitivas en la articulación de la rodilla durante actividades específicas pueden contribuir al desgaste del tendón rotuliano, generando un proceso degenerativo. Por otro lado, las horas totales de entrenamiento a la semana, sumadas a un descanso insuficiente con el cual poder permitir la remodelación de tejido entre sesiones, también son factores clave para el desarrollo de los síntomas característicos de esta patología (Malliaras et al., 2015; Theodorou et al., 2023).

La complejidad de esta condición resalta la necesidad de enfoques terapéuticos eficaces y personalizados para abordar los síntomas y mejorar la calidad de vida de quienes la padecen.

1.4. EJERCICIOS ISOMÉTRICOS Y BENEFICIOS

Dentro de la amplia variedad de estrategias de tratamiento para la tendinopatía rotuliana, los ejercicios isométricos han emergido como una opción terapéutica prometedora. La modalidad isométrica implica la contracción muscular sin cambios en la longitud del músculo o movimiento de la articulación. Este tipo de ejercicios puede ofrecer beneficios específicos en el contexto de la tendinopatía rotuliana, ya que proporcionan una carga controlada sobre el tendón sin generar movimientos repetitivos que podrían aumentar el dolor (Rio et al., 2017). Más concretamente, en un estudio centrado en la evaluación de tratamientos con aplicaciones de diferentes cargas en tendinopatías, se ha descubierto que los ejercicios isométricos pueden ayudar a disminuir el dolor tendinoso a corto plazo en deportistas que padecen una tendinopatía (Malliaras, Barton, Reeves & Langberg, 2013).

El propósito fundamental de este trabajo final de grado es desarrollar un protocolo de ejercicios isométricos específicamente diseñado para la modificación de síntomas en individuos con tendinopatía rotuliana. Este protocolo se basará en una revisión exhaustiva de la literatura científica actualizada, considerando las evidencias más recientes sobre la eficacia de los ejercicios isométricos en la gestión de la tendinopatía rotuliana.

2. JUSTIFICACIÓN DEL ESTUDIO

La falta de protocolos de tratamiento específicos para la tendinopatía rotuliana en jugadores de baloncesto remarca la necesidad de crear nuevas investigaciones que aborden este problema. Si bien es cierto que existen estudios enfocados de forma generalizada para el tratamiento de las tendinopatías, la aplicación de estos métodos a una población concreta y con demandas atléticas específicas requiere una consideración especializada. La justificación para esta investigación radica en la necesidad de desarrollar un protocolo de ejercicios isométricos adaptado a las características únicas de los jugadores de baloncesto jóvenes con tendinopatía rotuliana.

La implementación de un protocolo de ejercicios isométricos ofrece ventajas significativas, ya que se ha demostrado que estos ejercicios son seguros, bien tolerados y efectivos en el fortalecimiento de los tendones (Holden et al., 2019; Pearson & Hussain, 2014; Van Ark et al., 2016). La naturaleza controlada y estática de los ejercicios isométricos permite abordar la carga del tendón de manera progresiva, minimizando el riesgo de un aumento de los síntomas característicos de la patología. Además, la inclusión de un enfoque isométrico puede ser particularmente beneficioso en jugadores jóvenes, donde la adaptación a cargas dinámicas puede ser desafiante debido al desarrollo físico en curso y a la necesidad de evitar movimientos que puedan agravar la lesión.

La participación activa en el deporte, especialmente en disciplinas de alto impacto como el baloncesto, conlleva una serie de desafíos musculoesqueléticos, entre los cuales las tendinopatías representan una preocupación significativa. Dentro de este contexto, la tendinopatía rotuliana emerge como una condición prevalente y debilitante, particularmente entre los jugadores jóvenes de baloncesto. Este grupo demográfico, en pleno desarrollo físico y sometido a demandas atléticas intensas, enfrenta un riesgo considerable de lesiones en el tendón rotuliano, lo que puede impactar no solo en su rendimiento deportivo, sino también en su bienestar general.

La importancia de este estudio radica en la necesidad de proporcionar a los profesionales de la fisioterapia y a los pacientes estrategias terapéuticas fundamentadas y efectivas para abordar esta afección incapacitante. Un protocolo de ejercicios isométricos bien estructurado y respaldado por la evidencia podría representar un enfoque clave en la rehabilitación de esta condición, ofreciendo a los pacientes una opción de tratamiento no invasiva y centrada en el fortalecimiento específico.

3. HIPÓTESIS Y OBJETIVOS

3.1. HIPÓTESIS

La creación de un protocolo de entrenamiento centrado en las extremidades inferiores, más concretamente en cuádriceps, y enfocado en ejercicios isométricos es eficaz para la mejora o modificación de síntomas de la tendinopatía rotuliana en jugadores de baloncesto.

3.2. OBJETIVO PRINCIPAL

1. Proponer un proyecto de investigación mediante el cual poder analizar los cambios sintomáticos que se producen en una tendinopatía rotuliana mediante un plan de entrenamiento de ejercicios isométricos de cuádriceps.

3.3. OBJETIVOS SECUNDARIOS

1. Observar si se producen ganancias de fuerza en los diferentes grupos musculares de las extremidades inferiores, específicamente en el cuádriceps.
2. Abordar una investigación en la que se pueda determinar si existe una diferencia significativa en cuanto al tiempo de recuperación en un rango de edad variable comprendido entre los 13 y los 22 años.
3. Examinar la influencia del entrenamiento isométrico de extremidades inferiores sobre el riesgo de sufrir posibles recaídas de lesiones en la rodilla.

4. METODOLOGÍA

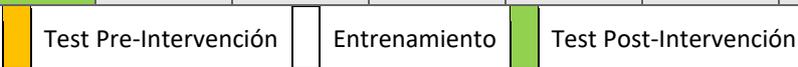
4.1. DISEÑO DEL ESTUDIO

Se planteará y diseñará específica y detalladamente un estudio analítico y experimental ya que se evalúa una pregunta de relación causa-efecto. Este estudio será longitudinal y prospectivo ya que existe un lapso de tiempo entre las variables y se puede establecer una secuencia temporal entre ellas. Será un ensayo clínico aleatorizado (ECA) con una duración de cuatro semanas, donde se comprobarán y se analizarán los efectos de un protocolo de entrenamiento de ejercicios isométricos de cuádriceps para la mejora de la sintomatología de la tendinopatía rotuliana. Este estudio no se llegará a realizar, pero podrá servir de punto de partida para otros investigadores que quieran obtener resultados detallados e indagar más sobre los efectos de dichos ejercicios en esta patología.

En las cuatro semanas de estudio que se plantean, se efectuarán tres sesiones de entrenamiento en cada una de ellas. Adicionalmente a estas tres sesiones de entrenamiento, la semana previa al inicio y la semana posterior a la finalización se realizará una sesión de valoración, donde se valorará a los sujetos que participen en dicho estudio para poder obtener los datos y posteriormente analizarlos y compararlos. Estas dos sesiones se denominarán: Test Pre-Intervención y Test Post-Intervención. Asimismo, en la sesión de la primera semana llamada “Test Pre-Intervención” se explicará detalladamente la técnica correcta de los ejercicios a cada uno de los sujetos para que estos no presenten dificultades a la hora de realizarlos. A continuación, se muestra una tabla resumen de las seis semanas totales de estudio:

Tabla 1: Calendario del proyecto

	LU	MA	MI	JU	VI	SA	DO
S1					PRE.		
S2	ENT.		ENT.		ENT.		
S3	ENT.		ENT.		ENT.		
S4	ENT.		ENT.		ENT.		
S5	ENT.		ENT.		ENT.		
S6	POST.						



El proyecto de investigación estará formado por dos grupos de estudio, los cuales serán grupo A o grupo experimental y el grupo B o grupo control:

- Grupo A: en este grupo los sujetos deberán realizar una pauta de calentamiento previa al entrenamiento y el protocolo de ejercicios isométricos diseñado. Ambos protocolos están especificados más adelante.
- Grupo B: en este grupo los sujetos deberán realizar únicamente la serie de calentamiento ya que pertenecen al grupo control.

Los dos grupos de estudio se han determinado de esta manera para evitar posibles influencias en las respuestas de las valoraciones y, por consiguiente, en la obtención errónea o menos exacta de los resultados. En caso de que un grupo de los dos no llegue a realizar ningún tipo de ejercicio o de protocolo puede provocar que los sujetos pertenecientes a este grupo piensen que forman parte del grupo control y, como se ha comentado anteriormente, las respuestas que puedan dar en las distintas valoraciones vengan influenciadas por una negatividad al pensar que no han recibido ningún tratamiento para disminuir los síntomas de su dolor. De este modo, pertenezcan al grupo que pertenezcan, será de obligado cumplimiento la realización de la pauta o protocolo de calentamiento, el cual engloba ejercicios de movilidad y de activación.

4.2. POBLACIÓN Y MUESTRA

Para la realización correcta y adecuada del estudio se seleccionarán un total de cuarenta ($n=40$) participantes masculinos que deberán cumplir los criterios de inclusión que se presentan a continuación. En caso de presentar alguna coincidencia con los criterios de exclusión, no podrán formar parte de este estudio.

Tabla 2: Criterios de inclusión y exclusión

CRITERIOS DE INCLUSIÓN	CRITERIOS DE EXCLUSIÓN
Pertenecer a un rango de edad entre los 13 y los 22 años.	Haber sufrido algún otro tipo de lesión que pueda influir en los resultados.
Que padezcan actualmente tendinopatía rotuliana únicamente unilateral.	Que padezcan actualmente tendinopatía rotuliana de forma bilateral.
Que presenten dolor en el polo inferior de la rótula.	Que realicen actividades extraescolares que supongan una carga adicional al entrenamiento.
Que sufran molestias al realizar saltos.	Que padezcan una enfermedad incapacitante en el momento de la realización del estudio.
Que practiquen baloncesto activamente.	No firmen el consentimiento informado.
Que entrenen 3 días por semana.	

Para confirmar que todos los participantes padecen de tendinopatía rotuliana, cada sujeto deberá presentar el informe médico donde se especifique y detalle la gravedad de la lesión. En caso de no poder presentar este informe, adicionalmente se realizará a cada uno de ellos una prueba de evaluación de sentadilla declinada a una sola pierna o “*Single Leg Decline Squat (SLDS)*”, donde el participante deberá realizar una sentadilla a una sola pierna con el pie apoyado sobre una cuña. En el caso de que presente dolor en el tendón rotuliano y poca flexión de rodilla, se considerará la prueba positiva (Rio et al., 2015).

4.3. ASIGNACIÓN DE LOS INDIVIDUOS A LOS GRUPOS DE ESTUDIO

Los cuarenta participantes totales estarán divididos en dos grupos (grupo A o grupo experimental y grupo B o grupo control) de veinte sujetos cada uno (n=20). Cada grupo estará dividido en cinco subgrupos o rangos de edad, con un total de cuatro participantes en cada uno de ellos. Por lo tanto, deberá haber ocho sujetos por cada rango de edad. Los rangos de edad establecidos son:

- Rango 1: 13-14 años
- Rango 2: 15-16 años
- Rango 3: 17-18 años
- Rango 4: 19-20 años
- Rango 5: 21-22 años

Una vez obtenidos los ocho sujetos por grupo de edad, se asignarán de forma aleatorizada a cada uno de los dos grupos de estudio mediante un programa informático de aleatorización llamado “*Research Randomizer*” <https://www.randomizer.org/>. Cada uno de los participantes recibirá en mano y de forma individual en un despacho de la universidad Tecnocampus Mataró, un sobre opaco y sellado en el cual irá introducida una carta, permitiendo y facilitando la confidencialidad del contenido del interior. En esta carta se detallará a qué grupo pertenecen (experimental o control) y cuál es el protocolo de entrenamiento que deben seguir. De esta manera los sujetos no podrán saber a qué grupo pertenecen los demás participantes y la diferencia entre protocolos de intervención, consiguiendo que la influencia en los resultados sea la menor posible.

Por otro lado, todos los participantes en el estudio serán adjudicados con un código de identificación numérico o alfanumérico, por lo que los datos obtenidos de su participación únicamente se identificarán con este código para mantener el anonimato de los sujetos.

4.4. VARIABLES DE ESTUDIO

Las variables de estudio que se recogerán durante el transcurso del protocolo se muestran en la siguiente tabla:

Tabla 3: Variables de estudio

VARIABLES	INSTRUMENTOS DE VALORACIÓN	MOMENTO DE VALORACIÓN
Datos demográficos	Valoración o anamnesis	Test Pre-Intervención
ROM flexión de cadera	Goniómetro	Test Pre-Intervención y Test Post-Intervención
ROM flexión de rodilla	Goniómetro	Test Pre-Intervención y Test Post-Intervención
ROM extensión de rodilla	Goniómetro	Test Pre-Intervención y Test Post-Intervención
Nivel de dolor en el tendón rotuliano	SLDS – Escala EVA	Test Pre-Intervención y Test Post-Intervención
Nivel de fuerza concéntrica de cuádriceps	Máquina extensora de cuádriceps – Ecuación de Brzycki	Test Pre-Intervención y Test Post-Intervención
Nivel de fuerza funcional	Countermovement Jump (CMJ)	Test Pre-Intervención y Test Post-Intervención

A continuación, se detallan con mayor exactitud las variables de estudio:

DATOS DEMOGRÁFICOS

Los datos demográficos se recogerán a través de una anamnesis clínica realizada por un profesional de la salud externo a la investigación. En dicho cuestionario se obtendrán datos personales en cuanto a la edad, sexo, talla (metros), peso (kilogramos), índice de masa corporal (IMC), hábitos tóxicos, antecedentes médicos (enfermedades que pueda padecer), exploración física (lesiones que haya podido sufrir) y medicación en caso de haber obtenido prescripción médica.

Esta entrevista pretende obtener datos exactos sobre cada participante, así que sólo se realizará una vez durante toda la investigación, más concretamente al inicio de esta (Test Pre-Intervención).

ROM FLEXIÓN DE CADERA

Para medir los grados de flexión de cadera y, por lo tanto, la flexibilidad de la musculatura de la cadena posterior de la pierna, el sujeto se colocará en decúbito supino en una camilla y el fisioterapeuta levantará la pierna lo máximo que pueda, manteniendo siempre la rodilla en posición neutra (0º) y evitando que se produzcan compensaciones (inclinación de la pelvis). Con la ayuda de un goniómetro colocaremos el eje en la cabeza del fémur, con el brazo fijo en dirección a la cresta ilíaca y el brazo móvil en dirección a la tuberosidad del cóndilo femoral externo.

ROM FLEXIÓN DE RODILLA

Para medir los grados de flexión de rodilla, el sujeto se colocará en decúbito prono sobre una camilla y con el pie por fuera de ella. El fisioterapeuta deberá llevar el pie lo más cerca posible del glúteo, procurando siempre que no se produzcan compensaciones a nivel de cadera (extensión de cadera). Con la ayuda de un goniómetro colocaremos el eje sobre la tuberosidad del cóndilo femoral externo, con el brazo fijo en dirección a la cabeza del fémur y el brazo móvil en dirección al maléolo externo del tobillo.

ROM EXTENSIÓN DE RODILLA

Para medir los grados de extensión de rodilla, el sujeto se colocará en decúbito prono sobre una camilla y con el pie por fuera de ella. El fisioterapeuta colocará un cojín justo por encima de la rótula (a la altura del cuádriceps) para poder elevar la pierna y que se produzca una extensión de rodilla. Con la ayuda de un goniómetro colocaremos el eje sobre la tuberosidad del cóndilo femoral externo, con el brazo fijo en dirección a la cabeza del fémur y el brazo móvil en dirección al maléolo externo del tobillo.

NIVEL DE DOLOR EN EL TENDÓN ROTULIANO

El nivel de dolor se medirá mediante la realización de una sentadilla unilateral declinada. El objetivo de la sentadilla declinada a una pierna es lograr el momento de fuerza máxima en el tendón rotuliano. Este momento se produce en una flexión de rodilla inferior a 60º, por lo que el sujeto no debe superar ese ángulo al realizar el ejercicio (Zwerver, Bredeweg & Soft, 2007).

Esta sentadilla se realizará con la pierna afectada apoyada sobre una cuña con una inclinación aproximada de 30º, y se repetirá un total de cinco veces. Una vez finalizadas estas cinco repeticiones, valoraremos el nivel de dolor mediante la escala EVA con una puntuación numérica del 0 al 10, donde 0 significará que no hay nada de dolor y 10 equivaldrá al nivel máximo de dolor o insoportable.



Imagen 1: Single leg declined squat

NIVEL DE FUERZA CONCÉNTRICA DE CUÁDRICEPS

El nivel de fuerza concéntrica de cuádriceps se calculará de forma indirecta mediante la ecuación formulada por Brzycki en 1993, ya que se considera la ecuación más fiable para el cálculo de 1RM cuando el número de repeticiones hasta el fallo es ≤ 10 (McNair, Colvin & Reid, 2011). La ecuación es la siguiente:

- $\text{Peso levantado en el test} / 1,0278 - (0,0278 \times \text{N.º repeticiones hasta fallo})$

Esta valoración será ejecutada en una máquina de extensión de cuádriceps. Siguiendo una adaptación de Baechle & Earle (2015), primeramente, cada sujeto deberá realizar cinco minutos de activación en un cicloergómetro, continuado de dos series de estiramientos estáticos de cuádriceps con una duración de veinte segundos. Después, deberán realizar dos series de diez repeticiones a baja carga con un descanso de tres minutos entre serie en la misma máquina que se usará para la valoración, es decir, la máquina de extensión de cuádriceps. Una vez finalizado el calentamiento, cada sujeto deberá decidir

un peso en el cual crea que pueda ser capaz de levantarlo durante diez repeticiones. En el caso de poder hacer más repeticiones, descansará dos minutos y se le subirá el peso un 10% más, y así hasta que consiga hacer las diez repeticiones o menos llegando al fallo muscular. Una vez alcanzado con éxito el objetivo deseado, concederemos como bueno el peso y el número de repeticiones realizadas, que serán los datos que se utilicen en la ecuación comentada anteriormente para poder extraer de forma indirecta el 1RM.



Imagen 2: Leg extension

NIVEL DE FUERZA FUNCIONAL

El nivel de fuerza funcional se evaluará mediante la prueba de salto CMJ, la cual consiste en realizar un salto partiendo desde una posición de pie y, seguidamente, iniciar una pequeña flexión de cadera y rodilla para posteriormente realizar el movimiento contrario y saltar lo más alto posible. En todo momento las manos deben permanecer pegadas a la cintura, para evitar el posible balanceo de brazos (Van Hooren & Zolotarjova, 2017). Cada participante deberá realizar tres intentos de salto, a través de los cuales se hará una media y se tomará como dato válido este valor. Los datos que se tendrán en cuenta para la posterior evaluación serán la altura de salto (centímetros), el tiempo de vuelo (segundos) y la potencia máxima (Watts). Todos estos datos mencionados se recogerán mediante la plataforma de contacto Chronojump Boscossystem junto con el Software 2.3.0-83 (25 marzo 2024) de la misma marca.



Imagen 3: Countermovement jump

4.5. RECOGIDA DE DATOS

La recogida de datos se realizará a través de personal externo a la investigación tanto en la valoración previa al inicio del ensayo como al finalizar este mismo. Todo el personal que participe en dicha obtención de datos estará doblemente cegado. Es decir, no conocerán ningún dato de los pacientes y tampoco conocerán ningún dato que hayan obtenido los otros compañeros en las mediciones, con el objetivo de no influenciar en cualquier obtención de resultados.

Para la valoración inicial o anamnesis contaremos con la ayuda de un doctor, cuya función será únicamente recoger los datos de este cuestionario. Para las valoraciones de dolor, fuerza y rango de movimiento, descritas en el apartado anterior, contaremos con la ayuda de dos fisioterapeutas distintos al anterior. De esto modo conseguiremos cegar al personal médico que participe en la recogida de datos tanto con los sujetos del estudio como entre el colectivo sanitario.

Véase en el Anexo 1 un ejemplo de la anamnesis clínica. Por otro lado, para cada variable de estudio se dispondrá de una tabla donde poder anotar todos los resultados obtenidos. Para un ejemplo, véase en el Anexo 2 del documento.

4.6. DESCRIPCIÓN DE LOS GRUPOS DE ESTUDIO Y PROPUESTA DE INTERVENCIÓN

Los participantes realizarán un protocolo de entrenamiento con una duración de cuatro semanas, donde cada una de ellas deberán efectuar tres sesiones de entrenamiento. La duración del entrenamiento no será la misma para cada uno de los dos grupos ya que los protocolos de trabajo estarán formados por ejercicios diferentes.

Para el grupo de entrenamiento A o grupo experimental, el protocolo tendrá una duración aproximada de cuarenta y cinco minutos cada sesión. Cada participante deberá ejecutar una serie de calentamiento que estará formada por ejercicios de activación metabólica con la finalidad de elevar la temperatura corporal, ejercicios de liberación miofascial con la aplicación de “foam roller” y ejercicios de movilidad dinámica con el fin de preparar el cuerpo tanto a nivel muscular como a nivel neural para la posterior realización de los ejercicios. Esta serie de calentamiento tendrá una duración aproximada de veinte minutos. Seguidamente llevarán a cabo el protocolo de ejercicios isométricos de cuádriceps, el cual estará formado por tres ejercicios distintos que serán: “wall squat” o sentadilla con la espalda apoyada en pared, “split squat” o sentadilla unilateral y “leg extension” o extensión de rodilla (imagen 4).

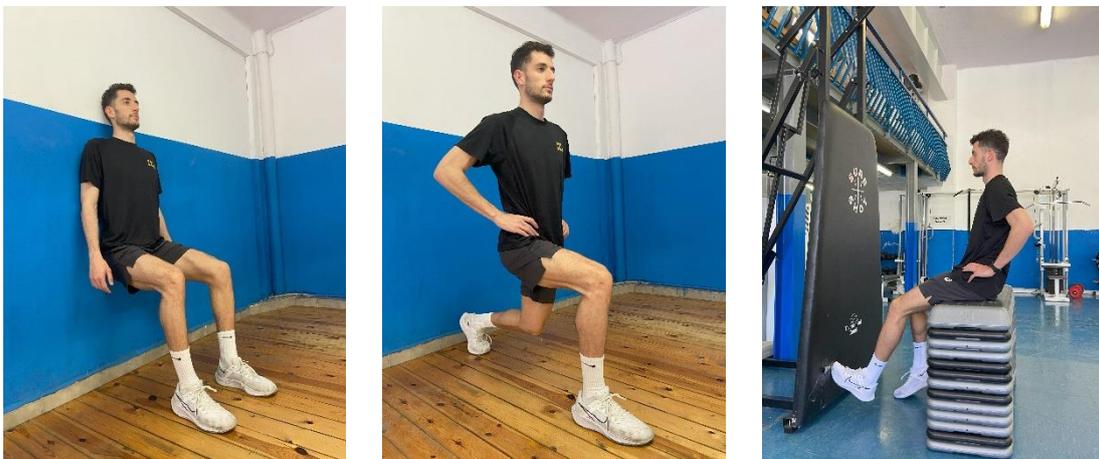


Imagen 4: Wall squat, split squat y leg extension

De cada uno de los tres ejercicios, los participantes deberán realizar seis series de veinte segundos de trabajo y cuarenta segundos de descanso. Una vez finalizadas las seis series de un ejercicio, descansarán tres minutos antes de pasar al siguiente ejercicio. Por lo tanto, la duración aproximada del protocolo de ejercicios isométricos será de veinticuatro minutos.

Para el grupo B o grupo control, el protocolo tendrá una duración aproximada de veinte minutos cada sesión. Cada participante deberá ejecutar solamente la serie de calentamiento formada por los ejercicios de activación metabólica, ejercicios con “foam roller” y los ejercicios de movilidad dinámica. Una vez finalizados estos ejercicios, el sujeto ya habrá finalizado la sesión. Al formar parte del grupo control, la única intención al realizar los ejercicios de calentamiento es la de intentar no influir en los posibles resultados en las valoraciones finales, ya que los participantes pertenecientes a este grupo podrían llegar a pensar que no han hecho nada y que por lo tanto el dolor sigue siendo el mismo o peor.

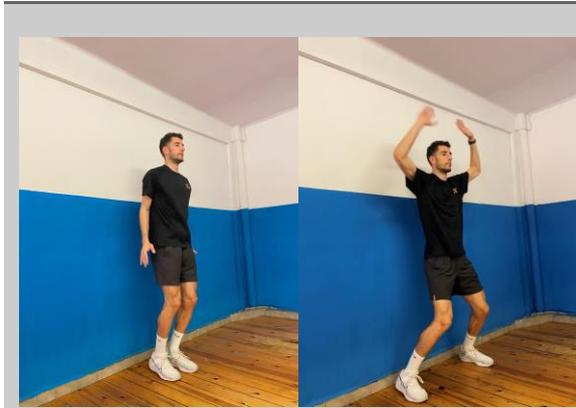
4.6.1. CALENTAMIENTO

El calentamiento estará formado por diferentes tareas o ejercicios. Primeramente, deberán realizar una serie de ejercicios submáximos de actividad aeróbica con la intención de empezar a activar el cuerpo y elevar su temperatura. Seguidamente seguirán los ejercicios con “*foam roller*” ya que, tal y como comentan en sus respectivos estudios Cheatham, Kolber, Cain & Lee (2015) y Wiewelhove et al. (2019), el rodillo de espuma parece tener efectos a corto plazo sobre el aumento del rango de movimiento articular sin afectar negativamente al rendimiento muscular, ayudando a atenuar las disminuciones en el rendimiento y el dolor musculares de aparición tardía (DOMS) después de ejercicio intenso. A su vez, también apuntan que esta aplicación del rodillo no parece afectar significativamente el rendimiento muscular. Para finalizar, deberán efectuar series de movilidad dinámica ya que parece ser que proporcionan una respuesta positiva en el sistema neuromuscular y, por consiguiente, mejoran el rendimiento, según apuntan Behm & Chaouachi (2011) en su estudio sobre los efectos de los estiramientos dinámicos en el rendimiento.

Los ejercicios de activación metabólica se muestran a continuación. Se deberán realizar un total de dos series de treinta segundos de trabajo y treinta segundos de descanso por cada uno de los ejercicios seleccionados.

Tabla 4: Ejercicios de activación metabólica

Jumping jacks



Rodillas arriba



Talones al culo



Monster walk



Coordinación EEII – 1



Coordinación EEII – 2



Seguidamente se muestran los ejercicios de movilidad dinámica. Se deberán realizar un total de diez repeticiones por cada extremidad en cada uno de los ejercicios seleccionados.

Tabla 5: Ejercicios de movilidad dinámica

<p>Flexores de cadera</p>	<p>Rotación torácica con zancada</p>	<p>Aductores</p>
		
<p>Glúteos</p>	<p>Isquiotibiales</p>	<p>Cuádriceps</p>
		

Para la muestra de la tabla con los ejercicios de calentamiento con “foam roller”, véase el ejemplo en el Anexo 3 del documento.

4.6.2. PARTE PRINCIPAL

La parte principal de la sesión, es decir, el protocolo de ejercicios isométricos planteado se muestra en la tabla 6 a continuación. Tal y como se ha detallado anteriormente, esta parte solo se aplicará al grupo de entrenamiento A o grupo experimental. Cada sujeto deberá realizar los ejercicios con una flexión de rodillas a una altura de 100º aproximadamente.

Tabla 6: Protocolo de ejercicios isométricos

PROTOCOLO DE EJERCICIOS ISOMÉTRICOS (GRUPO A/EXPERIMENTAL)

<i>Wall squat</i>			
Número de series	Tiempo de trabajo	Tiempo de descanso	Descanso entre ejercicio
6	20"	40"	3'

<i>Split squat</i>			
Número de series	Tiempo de trabajo	Tiempo de descanso	Descanso entre ejercicio
6	20"	40"	3'

<i>Leg extension</i>		
Número de series	Tiempo de trabajo	Tiempo de descanso
6	20"	40"

4.7. ANÁLISIS ESTADÍSTICO

Todos los datos para valorar serán mostrados como media \pm desviación estándar. Dado que estos se presentarán en valores cuantitativos y puesto que en el estudio existen más de un grupo, se utilizará la prueba de Shapiro-Wilk para determinar cualquier diferencia significativa entre grupos que se pueda producir, ya que es el más recomendado para estudios inferiores a 50 participantes. En el caso de que exista normalidad, se aplicará la prueba de Leven para determinar la homocedasticidad.

Para el análisis de la comparación de los resultados obtenidos entre los dos grupos, se utilizará la prueba paramétrica de ANOVA para grupos independientes en caso de cumplirse la normalidad, o la prueba no paramétrica de H de Kruskal-Wallis para grupos independientes en caso de no cumplir normalidad. Además, para la comparación de resultados entre intervenciones (Pre-Intervención y Post-Intervención) dentro de un mismo grupo se utilizará la prueba paramétrica de T-student-Fisher para grupos independientes en caso de cumplir normalidad o la prueba no paramétrica U de Mann-Whitney

para grupos independientes en caso de no cumplir normalidad. Las pruebas se considerarán significativas para el valor de $p < 0,05$.

4.8. CONSIDERACIONES ÉTICAS

El programa de intervención del presente estudio, así como los documentos de información al participante (Anexo 4) y de consentimiento informado (Anexo 5), serán enviados para su aprobación al Comité de Ética de la Escuela Superior de Ciencias de la Salud de TecnoCampus, con el fin de garantizar el cumplimiento de los aspectos éticos de la investigación.

Todos los participantes del estudio serán informados por el investigador principal, de forma oral y escrita, mediante la hoja de información al participante, la cual estará disponible en castellano y catalán e inglés. En caso de que el sujeto acepte participar en el presente estudio, se procederá a la firma del consentimiento informado, el cual también estará disponible en castellano y catalán e inglés. A su vez, en el caso de que cualquier participante pertenezca a una entidad o club, éste también deberá ser informado de la misma forma y se deberá pedir autorización para la realización del proyecto y el uso de los datos personales. En el caso de los participantes que sean menores de 16 años, dichos documentos deberán estar firmados por ellos mismos, juntamente con la firma de su padre, madre o tutor legal.

Durante el desarrollo del presente proyecto se respetarán en todo momento los principios éticos de la declaración de Helsinki (WMA, 2013), permitiendo que en cualquier momento los participantes puedan abandonar voluntariamente el estudio de forma libre, sin que eso suponga ningún perjuicio o cambio en el tratamiento habitualmente recibido. Asimismo, el proyecto respetará el Código Deontológico de la Profesión de Fisioterapia.

En el presente estudio se mantendrá la confidencialidad de los datos personales de los participantes, de acuerdo con la Ley Orgánica 3/2018, de 5 de diciembre, de protección de datos personales y garantía de los derechos digitales y el Reglamento general (UE) 2016/679, de 27 de abril de 2016, de protección de datos (RGPD). Por otra parte, dado que el derecho a la propia imagen está reconocido en el artículo 18.1 de la Constitución española y está regulado por la Ley Orgánica 1/1982, de 5 de mayo, sobre el derecho al honor, a la intimidad personal y familiar y a la propia imagen, se solicitará a los participantes el consentimiento para poder publicar fotografías relacionadas con el estudio en las que aparezcan y sean claramente identificables y, únicamente, para la difusión de este.

5. CRONOGRAMA

Tabla 7: Cronograma del proyecto de investigación

FASES DEL PROYECTO	2024 – 2025																											
	NOVIEMBRE				DICIEMBRE				ENERO				FEBRERO				MARZO				ABRIL				MAYO			
	SEMANA																											
	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
PLANIFICACIÓN DEL PROYECTO																												
Revisión bibliográfica																												
Definición del proyecto de investigación																												
Redacción del marco teórico y antecedentes																												
Elaboración del protocolo de investigación																												
TRABAJO DE CAMPO																												
Creación de grupos																												
Recogida de datos																												
PROCESAMIENTO DE LOS DATOS																												
Análisis e interpretación de los datos																												
Elaboración de los resultados																												
Elaboración de gráficas y figuras																												
Elaboración de la discusión e informe final																												

6. PRESUPUESTO

Este proyecto se plantea con la intención de ser lo menos costoso posible para poder llegar al máximo de personas, clubes o entidades posibles. Aunque la utilización de determinado material pueda suponer un coste elevado, el presupuesto se ha intentado adecuar a la cantidad económica media de los clubes de baloncesto formativo del territorio, el cual suele ser muy bajo o, en muchos casos, nulo. Aun así, en muchas ocasiones es obligatorio el uso de determinados programas o máquinas para poder obtener información para evaluar a los participantes. Dicho esto, el presupuesto total se resume en la tabla que se muestra a continuación:

Tabla 8: Presupuesto recursos materiales del proyecto

Material/Enlace	Precio por unidad con IVA (€)	Unidades	Total (€)
Goniómetro	3,51	2	7,02
Cuña 30º	8,66	2	17,32
Alquiler sala de gimnasio	15,00	40	600,00
Plataforma de contacto	215,00	1	215,00
Programa informático (software libre)	0,00	1	0,00

Por otro lado, también hay que añadir los costes de los trabajadores que estarán implicados en el proyecto, los cuales se muestran en la siguiente tabla:

Tabla 9: Presupuesto recursos humanos del proyecto

Responsables	N.º de profesionales	Coste/hora (€)	Horas de trabajo	Total (€)
Doctor	1	15,00	7	105,00
Fisioterapeuta	2	15,00	30	900,00

Sumando las tablas 8 y 9 mostradas anteriormente, el presupuesto total aproximado sería de unos 1835€ englobando tanto la parte de recursos materiales como la parte de recursos humanos.

7. LIMITACIONES Y PROSPECTIVA

Una de las mayores limitaciones que presenta este proyecto es el presupuesto. Se ha intentado plantear un estudio que suponga un coste bastante bajo, pero los presupuestos que tienen los clubes de formación de baloncesto para estos temas suelen ser muy bajos o incluso nulo. Esto les puede suponer un problema en la aplicación de este estudio.

Por otra parte, al ser un proyecto pensado para tener un coste muy bajo, existen técnicas o métodos de valoración que se están obviando, como la utilización de un ecógrafo para el diagnóstico seguro de la tendinopatía rotuliana, el uso de un equipo isocinético Cybex para el cálculo de una repetición máxima de extensión de cuádriceps, o la simple utilización de una máquina de extensión de pierna para realizar los ejercicios isométricos, que seguro que aportarían datos que ayudarían a facilitar las valoraciones y conclusiones de este estudio. Esto, a su vez, podría derivar en una mayor dificultad en la obtención de unos resultados más fiables en el trabajo.

Otra limitación que presenta este estudio es la horquilla de edad a la que va destinado. La intervención está planteada para participantes dentro de una franja de edad delimitada, que puede ser dudosa para la patología que se está tratando. Al seleccionar a gente joven, algunos participantes pueden presentar una edad biológica inferior a la edad cronológica y, en consecuencia, pudieran no estar completamente desarrollados físicamente. Este hecho podría estar ligado a padecer enfermedades de crecimiento, como la de Osgood-Schlatter, la cual presenta síntomas parecidos a la tendinopatía rotuliana.

Finalmente, en cuanto a la prospectiva, se precisa un proyecto dispuesto a ayudar a aquellos y aquellas deportistas que tengan la necesidad de solucionar los síntomas de la tendinopatía y que no dispongan de mucho tiempo o muchos recursos para mejorar su situación. Si toda la comunidad contribuye y pone de su parte, en breve podría haber un gran avance en el tratamiento de dicha enfermedad, abriendo las puertas a otras franjas de edad y a otros deportes.

8. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Baechle, T. R., & Earle, R. W. (2015). *Essentials of strength training and conditioning* (G. Haff & N. T. Triplett, Eds.; 4th ed.). Humans Kinetics.
- Behm, D. G., & Chaouachi, A. (2011). A review of the acute effects of static and dynamic stretching on performance. In *European Journal of Applied Physiology* (Vol. 111, Issue 11, pp. 2633–2651). <https://doi.org/10.1007/s00421-011-1879-2>
- Cheatham, S. W., Kolber, M. J., Cain, M., & Lee, M. (2015). THE EFFECTS OF SELF-MYOFASCIAL RELEASE USING A FOAM ROLL OR ROLLER MASSAGER ON JOINT RANGE OF MOTION, MUSCLE RECOVERY, AND PERFORMANCE: A SYSTEMATIC REVIEW. *International Journal of Sports Physical Therapy*, 10(6), 827–838.
- Figueroa, D., Figueroa, F., & Calvo, R. (2016). Patellar tendinopathy: Diagnosis and treatment. *Journal of the American Academy of Orthopaedic Surgeons*, 24(12), e184–e192. <https://doi.org/10.5435/JAAOS-D-15-00703>
- Holden, S., Lyng, K., Graven-Nielsen, T., Riel, H., Olesen, J. L., Larsen, L. H., & Rathleff, M. S. (2020). Isometric exercise and pain in patellar tendinopathy: A randomized crossover trial. *Journal of Science and Medicine in Sport*, 23(3), 208–214. <https://doi.org/10.1016/j.jsams.2019.09.015>
- Lian, Ø. B., Engebretsen, L., & Bahr, R. (2005). Prevalence of jumper's knee among elite athletes from different sports: A cross-sectional study. *American Journal of Sports Medicine*, 33(4), 561–567. <https://doi.org/10.1177/0363546504270454>
- Lim, H. Y., & Wong, S. H. (2018). Effects of isometric, eccentric, or heavy slow resistance exercises on pain and function in individuals with patellar tendinopathy: A systematic review. In *Physiotherapy Research International* (Vol. 23, Issue 4). John Wiley and Sons Ltd. <https://doi.org/10.1002/pri.1721>
- Malliaras, P., Barton, C. J., Reeves, N. D., & Langberg, H. (2013). Achilles and patellar tendinopathy loading programmes: A systematic review comparing clinical outcomes and identifying potential mechanisms for effectiveness. In *Sports Medicine* (Vol. 43, Issue 4, pp. 267–286). <https://doi.org/10.1007/s40279-013-0019-z>
- Malliaras, P., Cook, J., Purdam, C., & Rio, E. (2015). Patellar tendinopathy: Clinical diagnosis, load management, and advice for challenging case presentations. In *Journal of Orthopaedic and Sports Physical Therapy* (Vol. 45, Issue 11, pp. 887–898). Movement Science Media. <https://doi.org/10.2519/jospt.2015.5987>
- McNair, P. J., Colvin, M., & Reid, D. (2011). Predicting maximal strength of quadriceps from submaximal performance in individuals with knee joint osteoarthritis. *Arthritis Care and Research*, 63(2), 216–222. <https://doi.org/10.1002/acr.20368>
- Mendonça, L. D., Ocarino, J. M., Bittencourt, N. F., Macedo, L. G., & Fonseca, S. T. (2018). Association of hip and foot factors with patellar tendinopathy (Jumper's knee) 1 in athletes. *The Journal of Orthopaedic and Sports Physical Therapy*, 48(9), 676–684. <https://doi.org/10.2519/jospt.2018.7426>

- Pearson, S. J., & Hussain, S. R. (2014). Region-specific tendon properties and patellar tendinopathy: A wider understanding. In *Sports Medicine* (Vol. 44, Issue 8, pp. 1101–1112). Springer International Publishing. <https://doi.org/10.1007/s40279-014-0201-y>
- Pearson, S. J., Stadler, S., Menz, H., Morrissey, D., Scott, I., Munteanu, S., & Malliaras, P. (2018). Immediate and short-term effects of short- And long-duration isometric contractions in patellar tendinopathy. *Clinical Journal of Sport Medicine*, 30(4), 335–340. <https://doi.org/10.1097/JSM.0000000000000625>
- Rio, E., Kidgell, D., Purdam, C., Gaida, J., Lorimer Moseley, G., Pearce, A. J., & Cook, J. (2015). Isometric exercise induces analgesia and reduces inhibition in patellar tendinopathy. *British Journal of Sports Medicine*, 49(19), 1277–1283. <https://doi.org/10.1136/bjsports>
- Rio, E., Mathijs Van Ark, Docking, S., Lorimer Moseley, ¶, Kidgell, D., Gaida, J. E., Van Den Akker-Scheek, I., Zwerver, J., & Cook, J. (2017). Isometric Contractions Are More Analgesic Than Isotonic Contractions for Patellar Tendon Pain: An In-Season Randomized Clinical Trial. In *Clin J Sport Med* (Vol. 27). www.cjsportmed.com
- Sprague, A. L., Smith, A. H., Knox, P., Pohlig, R. T., & Grävare Silbernagel, K. (2018). Modifiable risk factors for patellar tendinopathy in athletes: A systematic review and meta-analysis. In *British Journal of Sports Medicine* (Vol. 52, Issue 24, pp. 1575–1585). BMJ Publishing Group. <https://doi.org/10.1136/bjsports-2017-099000>
- Theodorou, A., Komnos, G., & Hantes, M. (2023). Patellar tendinopathy: an overview of prevalence, risk factors, screening, diagnosis, treatment and prevention. *Archives of Orthopaedic and Trauma Surgery*, 143(11), 6695–6705. <https://doi.org/10.1007/s00402-023-04998-5>
- Van Ark, M., Cook, J. L., Docking, S. I., Zwerver, J., Gaida, J. E., Van den Akker-Scheek, I., & Rio, E. (2016). Do isometric and isotonic exercise programs reduce pain in athletes with patellar tendinopathy in-season? A randomised clinical trial. *Journal of Science and Medicine in Sport*, 19(9), 702–706. <https://doi.org/10.1016/j.jsams.2015.11.006>
- Van der Worp, H., Van Ark, M., Zwerver, J., & Van den Akker-Scheek, I. (2011). Risk factors for patellar tendinopathy in basketball and volleyball players: A cross-sectional study. *Scandinavian Journal of Medicine and Science in Sports*, 22(6), 783–790. <https://doi.org/10.1111/j.1600-0838.2011.01308.x>
- Van Hooren, B., & Zolotarjova, J. (2017). The Difference between Countermovement and Squat Jump Performances: A Review of Underlying Mechanisms with Practical Applications. In *Journal of Strength and Conditioning Research* (Vol. 31, Issue 7, pp. 2011–2020). NSCA National Strength and Conditioning Association. <https://doi.org/10.1519/JSC.0000000000001913>
- Wiewelhive, T., Döweling, A., Schneider, C., Hottenrott, L., Meyer, T., Kellmann, M., Pfeiffer, M., & Ferrauti, A. (2019). A meta-analysis of the effects of foam rolling on performance and recovery. In *Frontiers in Physiology* (Vol. 10, Issue APR). Frontiers Media S.A. <https://doi.org/10.3389/fphys.2019.00376>
- Zwerver, J., Bredeweg, S. W., & Hof, A. L. (2007). Biomechanical analysis of the single-leg decline squat. *British Journal of Sports Medicine*, 41(4), 264–268. <https://doi.org/10.1136/bjism.2006.032482>

9. ANEXOS

9.1. ANEXO 1. ANAMNESIS CLÍNICA

Tabla 10: Anamnesis clínica

DATOS PERSONALES

Número de identificación:					
Edad:		Sexo:			
Talla (metros):		Peso (kilogramos):		IMC:	
Hábitos tóxicos:					
Antecedentes médicos:					
Medicación:					
Exploración física:					

9.2. ANEXO 2. TABLAS DE VALORACIONES

Tabla 11: Valoraciones iniciales

ROM FLEXIÓN DE CADERA (º)

Pre-Intervención	
Post-Intervención	

ROM FLEXIÓN DE RODILLA (º)

Pre-Intervención	
Post-Intervención	

ROM EXTENSIÓN DE RODILLA (º)

Pre-Intervención	
Post-Intervención	

DOLOR EN TENDÓN ROTULIANO (EVA)

Pre-Intervención	
Post-Intervención	

FUERZA CONCÉNTRICA DE CUÁDRICEPS

	Peso máximo	Repeticiones máximas	1 RM (Brzycki)
Pre-Intervención			
Post-Intervención			

FUERZA FUNCIONAL – ALTURA DE SALTO (centímetros)

	Intento 1	Intento 2	Intento 3	Media
Pre-Intervención				
Post-Intervención				

FUERZA FUNCIONAL – TIEMPO DE VUELO (segundos)

	Intento 1	Intento 2	Intento 3	Media
Pre-Intervención				
Post-Intervención				

FUERZA FUNCIONAL – POTENCIA MÁXIMA (Watts)

	Intento 1	Intento 2	Intento 3	Media
Pre-Intervención				
Post-Intervención				

9.3. ANEXO 3. CALENTAMIENTO CON FOAM ROLLER

Tabla 12: Calentamiento con foam roller

Todos los participantes deberán trabajar en cada zona muscular que se muestra a continuación un total de 10 pasadas con el *foam roller*. El movimiento debe ser seguido y continuado, aplicando la misma presión sobre el rodillo en todo momento.

Pantorrillas	Peroneales
	
Tibial anterior	Isquiotibiales
	

Tensor de la fascia lata



Aductores



Cuádriceps



Glúteos



9.4. ANEXO 4. HOJA DE INFORMACIÓN PARA LOS PARTICIPANTES

INFORMACIÓN PARA LOS PARTICIPANTES

El/la estudiante Alex Villarejo Barberá del doble grado de Fisioterapia y Ciencias de la Actividad Física y el Deporte, dirigido/a por Luís Franco Serrano, está llevando a cabo el proyecto de investigación: Creación de un protocolo de ejercicios isométricos para la modificación de síntomas de la tendinopatía rotuliana.

El proyecto tiene como finalidad analizar los cambios sintomáticos que se producen en una tendinopatía rotuliana mediante un plan de entrenamiento de ejercicios isométricos. En primer lugar, los participantes serán asignados a uno de los dos grupos de estudio y llevarán a cabo un programa de ejercicios isométricos de 4 semanas de duración. En el proyecto participan los siguientes centros de investigación: Universidad Tecnocampus Mataró. En el contexto de esta investigación, le pedimos su colaboración para poder comprobar si estos programas establecidos por el investigador son efectivos en la mejora de la sintomatología de la tendinitis rotuliana, ya que usted cumple los siguientes criterios de inclusión: Pertenecer a un rango de edad entre los 13 y los 22 años; padecer actualmente tendinopatía rotuliana únicamente unilateral; presentar dolor en el polo inferior de la rótula; sufrir molestias al realizar saltos; practicar baloncesto activamente; entrenar 3 días por semana.

Esta colaboración implica participar en uno de los dos grupos establecidos y realizar las siguientes fases: 1) valoración inicial. 2) realización del protocolo de ejercicios isométricos. 3) valoración final.

Se asignará a todos los participantes un código, por lo que es imposible identificar al participante con las respuestas dadas, garantizando totalmente la confidencialidad. Los datos que se obtengan de su participación no se utilizarán con ningún otro fin distinto del explicitado en esta investigación y pasarán a formar parte de un fichero de datos, del que será máximo responsable el investigador principal. Dichos datos quedarían protegidos mediante una hoja de documentos, y únicamente el investigador principal podrá tener acceso.

El fichero de datos del estudio estará bajo la responsabilidad del investigador principal, ante el cual podrá ejercer en todo momento los derechos que establece la Ley Orgánica 3/2018, de 5 de diciembre, de protección de datos personales y garantía de los derechos digitales y el Reglamento general (UE) 2016/679, de 27 de abril de 2016, de protección de datos (RGPD).

Todos los participantes tienen derecho a retirarse en cualquier momento de una parte o de la totalidad del estudio, sin expresión de causa o motivo y sin consecuencias. También tienen derecho a que se les clarifiquen sus posibles dudas antes de aceptar participar y a conocer los resultados de sus pruebas.

Nos ponemos a su disposición para resolver cualquier duda que pueda surgirle. Puede contactar con nosotros a través del correo electrónico creado para la intervención: avillarejo@edu.tecnocampus.cat

9.5. ANEXO 5. CONSENTIMIENTO INFORMADO DEL PARTICIPANTE

CONSENTIMIENTO INFORMADO DEL PARTICIPANTE

Yo, [NOMBRE Y APELLIDOS DEL PARTICIPANTE], mayor de edad, con DNI [NÚMERO DE IDENTIFICACIÓN], actuando en nombre e interés propio,

DECLARO QUE:

He recibido información sobre el proyecto “Creación de un protocolo de ejercicios isométricos para la modificación de síntomas de la tendinopatía rotuliana”, del que se me ha entregado hoja informativa anexa a este consentimiento y para el que se solicita mi participación. He entendido su significado, me han sido aclaradas las dudas y me han sido expuestas las acciones que se derivan del mismo. Se me ha informado de todos los aspectos relacionados con la confidencialidad y protección de datos en cuanto a la gestión de datos personales que comporta el proyecto y las garantías tomadas en cumplimiento de la Ley Orgánica 3/2018, de 5 de diciembre, de protección de datos personales y garantía de los derechos digitales y el Reglamento general (UE) 2016/679, de 27 de abril de 2016, de protección de datos (RGPD).

Mi colaboración en el proyecto es totalmente voluntaria y tengo derecho a retirarme del mismo en cualquier momento, revocando el presente consentimiento, sin que esta retirada pueda influir negativamente en mi persona en sentido alguno. En caso de retirada, tengo derecho a que mis datos sean cancelados del fichero del estudio.

Así mismo, renuncio a cualquier beneficio económico, académico o de cualquier otra naturaleza que pudiera derivarse del proyecto o de sus resultados.

Por todo ello,

DOY MI CONSENTIMIENTO A:

1. Participar en el proyecto “Creación de un protocolo de ejercicios isométricos para la modificación de síntomas de la tendinopatía rotuliana”.
2. Que Alex Villarejo Barberá y su director/a Luís Franco Serrano puedan gestionar mis datos personales y difundir la información que el proyecto genere. Se garantiza que se preservará en todo momento mi identidad e intimidad, con las garantías establecidas en la Ley Orgánica 3/2018, de 5 de diciembre, de protección de datos personales y garantía de los derechos digitales y el Reglamento general (UE) 2016/679, de 27 de abril de 2016, de protección de datos (RGPD).

3. Que los investigadores conserven todos los registros efectuados sobre mi persona en soporte electrónico, con las garantías y los plazos legalmente previstos, si estuviesen establecidos, y a falta de previsión legal, por el tiempo que fuese necesario para cumplir las funciones del proyecto para las que los datos fueron recabados.

En [CIUDAD], a [DIA/MES/AÑO]

[FIRMA PARTICIPANTE]

[FIRMA DEL ESTUDIANTE] [FIRMA DEL DIRECTOR/A]