

**PROTOCOLO DE EJERCICIOS DE REHABILITACIÓN EN TENDINOPATÍAS  
ROTULIANAS UTILIZANDO LA RESTRICCIÓN DEL FLUJO SANGUÍNEO EN  
JUGADORAS DE BALONCESTO.**



*Centre universitari adscrit a la*

---



**Universitat  
Pompeu Fabra  
Barcelona**

Nadia García Masero

Alba García Ortega

Trabajo final de grado, 4to de Fisioterapia.

Tecnocampus, 12/02/2024, Mataró.

## 2. Índice de contenidos:

3.	Índice de tablas y figuras:.....	4
4.	Glosario:.....	5
5.	Resumen y palabras clave:.....	6
6.	Introducción:.....	8
6.1.	Tendinopatía rotuliana .....	8
6.2.	Blood Flow Restriction (BFR): .....	11
7.	Justificación del estudio: .....	13
8.	Hipótesis y objetivos: .....	14
8.1.	Hipótesis:.....	14
8.2.	Objetivos: .....	14
9.	Metodología:.....	15
9.1.	Diseño del estudio:.....	15
9.2.	Población y muestra: .....	15
9.3.	Asignación de los individuos a los grupos de estudio:.....	16
9.4.	Variables de estudio: .....	17
9.5.	Recogida de datos: .....	18
9.6.	Descripción de los grupos de estudio y propuesta de intervención:.....	19
9.6.1.	Propuesta de intervención GI:.....	19
9.6.2.	Propuesta de intervención GC:.....	25
9.7.	Análisis estadístico:.....	31
9.8.	Consideraciones éticas: .....	32
10.	Cronograma: .....	33
11.	Presupuesto: .....	34
12.	Limitaciones y prospectiva: .....	35
13.	Referencias bibliográficas:.....	38
14.	Anexos:.....	40
14.1.	Escala de Berg:.....	40
14.2.	Escala EVA:.....	40
14.3.	SF-36:.....	41

14.4. Consentimiento informado: ..... 41

### 3. Índice de tablas y figuras:

Tabla 1. Cuadro de variables.....	18
Tabla 2. Cuadro de recogida de datos.....	18
Tabla 3. Calentamiento GI.....	20
Tabla 4. Cuerpo del entrenamiento GI.....	21
Tabla 5. Cronograma calentamiento.....	24
Tabla 6. Cronograma cuerpo del entrenamiento y vuelta a la calma.....	24
Tabla 7. Progresiones del GI.....	25
Tabla 8. Calentamiento GC.....	26
Tabla 9. Cuerpo del entrenamiento GC.....	28
Tabla 10. Cronograma.....	33
Tabla 11. Presupuesto.....	34

#### 4. Glosario:

**TP:** tendinopatía rotuliana

**BFR:** restricción del flujo sanguíneo

**AINE:** fármacos antiinflamatorios no esteroideos

**ESWT:** ondas de choque extracorpóreas

**PRP:** plasma rico en plaquetas

**LOP:** presión total de oclusión de las extremidades

**GI:** grupo de intervención

**GC:** grupo control

**IMC:** índice de masa corporal

**EVA:** escala visual analógica del dolor

## 5. Resumen y palabras clave:

### **Introducción:**

La tendinopatía rotuliana (TR), también conocida como rodilla de saltador, se observa comúnmente en deportes que implican saltar y correr. Este trastorno musculoesquelético se caracteriza por dolor progresivo en la parte anterior de la rodilla relacionado con la actividad y disfunción del tendón rotuliano.

En este proyecto, realizaremos un protocolo de ejercicios con BFR para la rehabilitación de las tendinopatías rotulianas en mujeres que jueguen a baloncesto. Mediante la ayuda del BFR, lograremos conseguir una oclusión del riesgo sanguíneo de la participante del estudio, que nos permitirá trabajar a intensidades más altas.

### **Objetivos:**

El objetivo principal es evaluar la mejora de la fuerza de la extremidad inferior de las participantes afectadas con TR con la combinación de ejercicios y el BFR.

Como objetivos específicos tendremos disminuir el dolor, valorar los cambios en la calidad de vida, valorar la mejora de la fuerza pre – post tratamiento y corregir patrones de movimientos que contribuyan a la tendinopatía rotuliana.

### **Metodología:**

El estudio estará compuesto por dos grupos, el grupo control y el grupo de intervención. La inclusión de ejercicios excéntricos con BFR en el grupo de intervención permite evaluar su impacto específico en la rehabilitación de la tendinopatía rotuliana en comparación con la realización de los mismos ejercicios sin estas modalidades en el grupo de control.

### **Resultados:**

Este proyecto permitirá comparar los resultados entre ambos grupos y determinar si la utilización de ejercicios excéntricos con BFR tiene un efecto diferencial en la rehabilitación de la tendinopatía rotuliana.

### **Conclusión:**

Con este proyecto, se pretende demostrar la eficacia de la utilización del BFR junto con ejercicios excéntricos, para la rehabilitación de la tendinopatía rotuliana, y sus beneficios en la recuperación de la patología.

**Palabras clave:** tendinopatía rotuliana, rehabilitación, BFR, baloncesto, mujeres.

**Introduction:**

The patellar tendinopathy (PT), also known as jumper's knee, is commonly observed in sports involving jumping and running. This musculoskeletal disorder is characterized by progressive pain in the anterior part of the knee related to activity and dysfunction of the patellar tendon.

In this project, we will carry out an exercise protocol with BFR for the rehabilitation of patellar tendinopathies in women who play basketball. With the help of BFR, we will achieve blood flow restriction in the study participant, allowing us to work at higher intensities.

**Objectives:**

The main objective is to assess the improvement in lower limb strength of the participants affected by PT through the combination of exercises and BFR.

The specific goals we will have are to decrease pain, assess changes in quality of life, evaluate the improvement in strength pre- and post-treatment, and correct movement patterns that contribute to patellar tendinopathy.

**Methodology:**

The study will consist of two groups, the control group, and the intervention group. The inclusion of eccentric exercises with BFR in the intervention group allows for the evaluation of its specific impact on the rehabilitation of patellar tendinopathy compared to performing the same exercises without these modalities in the control group.

**Results:**

This project will allow for comparing the results between both groups and determining if the use of eccentric exercises with BFR has a differential effect on the rehabilitation of patellar tendinopathy.

**Conclusions:**

With this project, the aim is to demonstrate the effectiveness of using BFR (Blood Flow Restriction) along with eccentric exercises for the rehabilitation of patellar tendinopathy, and its benefits in the recovery of the condition.

**Keywords:** patellar tendinopathy, rehabilitation, BFR, basketball, women.

## 6. Introducción:

### 6.1. Tendinopatía rotuliana

La tendinopatía rotuliana (TR), también conocida como rodilla de saltador, se observa comúnmente en deportes que implican saltar y correr. Este trastorno musculoesquelético se caracteriza por dolor progresivo en la parte anterior de la rodilla relacionado con la actividad y disfunción del tendón rotuliano.

La TR es una afección común pero incomprendida que afecta a una variedad de poblaciones de pacientes. Esta falta de comprensión afecta la capacidad de los profesionales de la salud para proporcionar intervenciones de tratamiento eficaces. Los pacientes con TR a menudo informan niveles de dolor prolongados y de bajos a moderados, disminución de la flexibilidad y reducción de la fuerza, así como disminución de la función física.

La TR, como se ha mencionado antes, se caracteriza por un dolor anterior de rodilla, específicamente en el polo inferior de la rótula y dolor relacionado con la carga que aumenta con la demanda sobre los extensores de rodilla, especialmente en actividades que almacenan y liberan energía en el tendón.

Actualmente, la tendinopatía rotuliana (TR) representa el 10% de los diagnósticos clínicos de rodilla, hecho que lo convierte en una de las patologías más comunes de rodilla.

Un alto porcentaje de las deportistas de élite se ven incapacitadas para seguir compitiendo, lo cual hace que tengan que dejar la práctica deportiva y el otro porcentaje se ven obligadas a disminuir la carga en los entrenamientos. Normalmente se presenta clínicamente como un dolor localizado en la unión del tendón proximal al hueso con una carga de alto nivel en el tendón, como al saltar o al cambiar de dirección.(1–3)

La tendinopatía de rodilla ocurre en poblaciones físicamente activas de todas las edades, y el dolor posterior, obliga a muchos atletas a limitar o suspender la participación deportiva.(4,5)

Este trastorno musculoesquelético se observa comúnmente en deportes que implican saltar y correr (2) y es más común entre los atletas que realizan actividad que implican muchos saltos o movimientos explosivos, como el baloncesto. (6)

La tendinopatía rotuliana es principalmente una afección de atletas relativamente jóvenes (de 15 a 30 años).(3,7)

Se ha visto que, en una población adulta de práctica general, las tendinopatías de las extremidades inferiores tuvieron una tasa de prevalencia de 10,5 por 1000 personas-año, con una incidencia de 1,6 por 1000 personas-año.(4)

Según los estudios publicados anteriormente, un 45% de los atletas de salto de élite y el 14% de los atletas de salto recreativo experimentan los síntomas de la TR en un momento dado.(2) La prevalencia de la TR entre los jugadores de élite de baloncesto es del 45%.(2,4).

En comparación entre sexos, se ha informado que los hombres tienen entre dos y cuatro veces más probabilidades de desarrollar TR que las mujeres(3,8,9)

El suministro de sangre del tendón rotuliano sale directamente de la almohadilla de la grasa infrapatelar y del retináculo. (4) En particular, el tendón rotuliano tiene áreas de vascularización reducida, especialmente en las inserciones proximal y distal, que frecuentemente están relacionadas con la degeneración y el fracaso.(4)

Los tendones patológicos demuestran una mayor concentración de colágeno tipo III, en comparación con el colágeno principalmente tipo I en el tejido tendinoso sano. Cuando se observan tanto macroscópicamente como microscópicamente, las áreas afectadas de las fibras de colágeno de los tendones parecen más delgadas y desorganizadas, con fibrosis asociada. A nivel celular, los cambios incluyen hiper celularidad caracterizada por proliferación vascular anormal, junto con una mayor concentración de proteoglicanos y contenido de agua. Estas respuestas patológicas sugieren un intento del tendón de curarse a sí mismo y conducen al aumento frecuentemente observado en el grosor del tendón que típicamente caracteriza la tendinopatía rotuliana(4,6).

Es probable que un factor principal que contribuye a la tendinopatía rotuliana sea la sobrecarga mecánica del músculo cuádriceps, lo que provoca una falla por tracción de las fibras de colágeno dentro del tendón rotuliano.(4) La sobrecarga puede provocar debilidad del tejido y finalmente un fallo catastrófico. El aumento de la tensión se localiza en la porción posterior profunda del tendón, más cerca del centro de rotación de la rodilla y del polo inferior de la rótula, especialmente con una mayor flexión de la rodilla.(1)

Las tensiones de tracción repetitivas dentro del tendón rotuliano sin una recuperación adecuada pueden causar microtraumatismos con oportunidades insuficientes para la adaptación y curación del tejido. El daño causado por una tensión de tracción submáxima excesiva debilita partes del tendón y reduce su capacidad para transferir fuerzas desde el músculo cuádriceps. Esto se presenta clínicamente como debilidad del músculo cuádriceps.(4)

Además de estos cambios en la estructura del tendón, también suele haber un aumento en la cantidad de sustancia fundamental mucoide en el tendón. Esta sustancia está compuesta de glucosaminoglicanos y proteoglicanos, que desempeñan un papel en el mantenimiento de la integridad estructural del tendón. La mayor presencia de esta sustancia puede contribuir al engrosamiento del tendón. (10)

Según varios artículos científicos, las actividades repetitivas que cargan el tendón rotuliano, a menudo en combinación con variaciones en el comportamiento de entrenamiento, son un factor de riesgo primario para el desarrollo de TR. Los pacientes con TR demuestran volúmenes totales de entrenamiento, volúmenes de entrenamientos previos y exposiciones a partidos significativamente mayores en comparación con sus homólogos sanos. (3,4)

El desarrollo de la TR también se ha relacionado con alteraciones de la fuerza muscular, la amplitud de movimiento y la alineación estática en genu valgo de las extremidades inferiores.(4) La longitud de los músculos del muslo se ha asociado a la TR, ya que, si el cuádriceps o los isquiotibiales son más cortos o menos extensibles, son un factor de riesgo para padecerla.(3)

Varios estudios nombran como factores de riesgo, una reducción de la dorsiflexión de tobillo(3,11), mayor índice de masa corporal, aumento de la circunferencia de la cadera, altura del arco del pie, rendimiento en salto vertical(1,3,4).

La literatura nos muestra que existe una gran variedad de opciones que utilizan los profesionales de la salud a la hora de enfocar el tratamiento de la TR.

La Rehabilitación fisioterapéutica es la base del tratamiento conservador del TR. Se ha demostrado que mejora la fuerza y la flexibilidad en el mecanismo extensor de rodilla, lo que puede aliviar los síntomas y prevenir lesiones mayores.(2,6) El objetivo clave de la rehabilitación es desarrollar tolerancia a la carga por parte del tendón abordando inicialmente la reducción del dolor, seguido de una carga progresiva. En la rehabilitación del TR se utilizan ejercicios pesados de resistencia lenta, excéntricos e isométricos. Los estudios científicos evidencian que el ejercicio excéntrico es una de las estrategias de intervención más efectivas y utilizadas.(2) Las técnicas de terapia manual, incluida la manipulación miofascial del grupo de músculos extensores de rodilla, han tenido un efecto positivo en la reducción del dolor en pacientes con TR a corto y largo plazo. (3)

La crioterapia se utiliza principalmente para lograr un efecto analgésico. El frío contrarresta el proceso de neovascularización, que puede ser causa de la tendinopatía. (1)

El uso de fármacos antiinflamatorios no esteroides (AINE), se utilizan para tratar el dolor tendinopático, sin embargo, la histopatología de la tendinopatía muestra una falta de células inflamatorias, lo que hace que haya un gran debate sobre el uso de este tratamiento(1)

Otro tratamiento que se utiliza es la introducción de inyecciones con diferentes tipos de sustancias; las inyecciones de corticoesteroides pueden afectar a la síntesis de la matriz extracelular, la producción y depósito de colágeno, la formación de cicatrices y la proliferación y la viabilidad de los tenocitos. Esta inyección induce a un efecto vasoconstrictor sobre las células del músculo liso, disminuyendo así la producción de óxido nítrico y posiblemente disminuyendo el dolor, pero se ha demostrado que los pacientes que reciben este tratamiento de esteroides, recaen en la lesión (1,6); en el tratamiento con ondas de choque extracorpóreas (ESWT) se generan fuerzas elevadas sobre el tendón, que puede producir beneficios analgésicos mediante la desintegración mecánica de los depósitos de calcio y la estimulación de la reparación de tejidos. De esta manera se disminuye la transmisión de señales de dolor al cerebro mediante la hiperestimulación del área dolorosa.(1,2,6); las inyecciones de plasma rico en plaquetas (PRP) aumentan la concentración de factores de crecimiento localmente. Esto puede

promover la curación y remodelación de los tejidos. Actualmente no existen estándares de tratamiento en cuanto a dosis, técnicas de inyección, momento o número de inyecciones. (1,4,6) Algunos resultados sugieren que este método se puede utilizar de forma segura para el tratamiento de la TR, ayudando a la regeneración del tejido(12), pero otros resultados muestran un empeoramiento de los síntomas de la TR(1); y, por último, el tratamiento quirúrgico generalmente se recomienda solo después de seis meses de tratamiento no quirúrgico fallido. Existen dos técnicas quirúrgicas predominantes para el tratamiento de la TR, la cirugía abierta y la artroscopia. Las intervenciones terapéuticas y las terapias con inyecciones pueden ofrecer alivio sintomático, pero generalmente solo beneficios a corto plazo para la salud de los tendones(4).

## 6.2. Blood Flow Restriction (BFR):

La terapia de restricción del flujo sanguíneo es una técnica específica que se utiliza dentro de la terapia conservadora y tiene beneficios significativos para el desarrollo del músculo. Se utiliza una correa o un torniquete aplicado a la parte proximal de una extremidad para ocluir parcial o completamente el flujo sanguíneo con el fin de estimular adaptaciones musculares que mejoran la masa muscular y la fuerza. El objetivo del BFR es causar adaptaciones beneficiosas al músculo esquelético local.(13)

La manipulación del flujo sanguíneo junto con la contracción del músculo esquelético ha influido en gran medida en la comprensión fisiológica de la fatiga muscular, los reflejos de la presión arterial y el metabolismo en los seres humanos.(14)

Las adaptaciones musculares del ejercicio se deben al efecto combinado de la tensión mecánica, el daño muscular y el estrés metabólico. Se sugiere que los cambios musculares se producen a través del efecto indirecto de la acumulación de metabolitos y el entorno hipóxico, que resultan de una mayor activación muscular, fatiga y señalización anabólica que la misma intensidad de ejercicio realizado sin BFR. (15)

La hipertrofia muscular se produce cuando se logra un equilibrio positivo de proteínas en el entorno intracelular a partir del aumento de la síntesis de proteínas musculares o la disminución de la descomposición de la proteína muscular.(16)

Además, las fibras musculares de contracción rápida tipo II, que normalmente solo se reclutan preferentemente con mayor intensidad, se activan a cargas más bajas en condiciones de BFR, lo que proporciona la justificación del aumento de la hipertrofia muscular en BFR de baja carga en comparación con el ejercicio similar de baja carga solo.(17)

Las contraindicaciones para el uso del BFR incluyen antecedentes o potencial de trombosis venosa profunda, trastorno de la coagulación de la sangre, mala circulación, hipertensión, sistema linfático inadecuado, antecedentes de disfunción endotelial, venas varicosas, enfermedad vascular periférica,

diabetes, moretones fáciles, infección activa, cáncer, compromiso renal, embarazo e intolerancia a la intervención.(15)

Para establecer la presión total de oclusión de las extremidades (LOP) se identifica determinando la presión necesaria para eliminar un pulso detectable utilizando el ultrasonido Doppler. Para lograr la oclusión vascular parcial, se coloca un sistema de torniquete portátil PTS ii con un torniquete de tamaño específico correspondiente alrededor del músculo proximal. Este sistema permite un control preciso de la presión del manguito durante el entrenamiento a pesar de los cambios en el volumen muscular que se producen de forma natural durante la realización de ejercicios. Esto se logra estableciendo el torniquete del 40% al 80% del LOP.(18)

## 7. Justificación del estudio:

La tendinopatía rotuliana es una patología que suele darse en poblaciones físicamente activas y de todas las edades. El dolor que produce puede llegar a obligar a muchos atletas a limitar o suspender la participación en su práctica deportiva.

La literatura muestra evidencia por lo que hace al tratamiento conservador basándose sobre todo a la utilización de ejercicios excéntricos, pero varían en cuanto a tipología de ejercicios. El hacer esto hace que mejoren en la TR, pero se ha demostrado que es una recuperación lenta. También se ha visto que la realización de tratamientos con inyecciones únicamente funciona a corto plazo y a la larga vuelven a recaer en la lesión.

Según los estudios, la prevalencia en mujeres deportistas jugadoras de baloncesto es menor, y por eso hay una carencia de investigación comparada con la de los hombres.

En base a lo explicado anteriormente sería interesante realizar un plan de trabajo combinando los ejercicios excéntricos, que tienen un papel fundamental en la correcta recuperación de la TR porque permiten una gran mejoría en la recuperación de la lesión, combinando con el uso de BFR para lograr trabajar a intensidades más altas, sin comprometer el tendón rotuliano.

## 8. Hipótesis y objetivos:

### 8.1. Hipótesis:

La hipótesis propuesta para llevar a término mi propuesta de investigación es la siguiente:  
La utilización de un plan combinado de ejercicios y BFR en jugadoras de baloncesto con un diagnóstico de tendinopatía rotuliana afectará positivamente acortando el tiempo de recuperación.

### 8.2. Objetivos:

El objetivo principal de este estudio es:

- Evaluar la mejora de la fuerza de la extremidad inferior de las pacientes afectadas con TR con la combinación de ejercicios y el BFR

Objetivos específicos:

- Disminuir el dolor asociado con la tendinopatía rotuliana de la deportista.
- Valorar los cambios en la calidad de vida a través del cuestionario SF36.
- Medir la mejora de la fuerza muscular de la extremidad inferior pre-post tratamiento.
- Corregir patrones de movimiento que puedan contribuir a la tendinopatía rotuliana.

## 9. Metodología:

### 9.1. Diseño del estudio:

Se tratará de un estudio analítico. La finalidad del estudio será un ensayo clínico aleatorizado. En este estudio se dividirán dos grupos; un grupo de intervención (GI), el cual será el que realice los ejercicios junto con el BFR y el otro grupo será el grupo control (GC) que realizarán los mismos ejercicios sin BFR y sin supervisión de los fisioterapeutas. Se les enseñarán los mismos ejercicios y se les dará una pauta domiciliaria.

La secuencia temporal será longitudinal y prospectiva ya que se recopilarán datos de los mismos participantes a lo largo del tiempo.

### 9.2. Población y muestra:

La población diana serán mujeres deportistas que jueguen a baloncesto y que actualmente padezcan la patología de tendinopatía rotuliana, que vivan en el Vallés Oriental y que cumplan los criterios de inclusión comentados más adelante.

Los criterios de inclusión serán los siguientes:

- Mujeres
- Entre 14 y 35 años incluidos
- Sin ninguna patología contraindicada para el uso del BFR
- Que no sufran ninguna patología más añadida
- Jugadoras de baloncesto que realicen 3 entrenos semanales más el día de la competición.
- Que acepten firmar el consentimiento informado.

Los criterios de exclusión serán los siguientes:

- Hombres
- Que presenten un IMC mayor de 24,9
- Que padezcan alguna contraindicación para el uso del BFR
- Jugadoras de otro deporte que no sea baloncesto
- Que hagan uso de AINE's
- Con historial de trombosis venosa profunda u otras patologías vasculares
- Personas con artritis reumatoide
- Personas que estén bajo medicación anticoagulante

El cálculo de la muestra ha sido calculado por la "calculadora de tamaño muestral GRANMO". Con los criterios expuestos, el tamaño de la muestra se calculó aceptando un riesgo alfa de 0,05 y un poder estadístico superior a 0,80 en un contraste bilateral que se precisa de 43 sujetos en el primer grupo y 43 en el segundo para detectar como estadísticamente significativa la diferencia entre dos

proporciones, que para el grupo 1 se espera que sea de 0,2 y para el grupo 2 se espera que sea de 0,5. Se ha estimado una tasa de pérdidas del 10%.

### 9.3. Asignación de los individuos a los grupos de estudio:

El estudio se dividirá en dos grupos, control e intervención respectivamente, y la forma en que se realizan los dos grupos será aleatorio.

El estudio se llevará a cabo con la colaboración del Club Bàsquet Granollers, Club Bàsquet Les Franqueses, Club Bàsquet Canovelles, Club Bàsquet Lliçà d'Amunt, Club Bàsquet Lliçà de Vall, Club Bàsquet Sant Gervasi (Mollet), Club Bàsquet Mollet y Club Bàsquet Parets, que, a través de estos clubes deportivos se hará el reclutamiento de los participantes que tendrán que cumplir con los criterios de selección.

La forma en que se dividirán los dos grupos del estudio serán aleatorios y se realizarán frente a un notario para validar el proceso. Se utilizará un método de preparación de sobres opacos que indicarán el número de identificación de cada club y el grupo de tratamiento asignado.

Además, las consideraciones éticas se tendrán en cuenta para no dañar a nadie. Entonces se obtendrán dos grupos:

- Grupo de control (GC): en este grupo se encontrarán a las chicas que cumplan con los criterios de selección y que seguirán el tratamiento de ejercicios sin maquinas excéntricas y sin BFR. Se les dará una pauta domiciliaria.

- Grupo de intervención (GI): en este grupo se encontrarán a las deportistas que cumplan con los criterios de selección y realizarán el entrenamiento de ejercicios excéntricos con BFR propuesto en el estudio.

El procedimiento de ocultación de la asignación se realizará mediante sobres opacos o cerrados. Cada club recibirá un sobre sellado que contendrá la asignación de grupo correspondiente y se abrirán en el momento de la asignación.

Para controlar la adherencia al tratamiento, realizaremos sesiones supervisadas y se realizaran seguimientos regulares a los participantes de este proyecto.

El estudio se llevará a cabo durante un periodo de 12 semanas, tomando mediciones el primer día de la primera semana, la sexta semana y el último día de la última semana.

Dentro del grupo experimental se realizará otra repartición aleatoria en seis grupos, dónde se compondrán de 7 participantes cada uno, para que los ejercicios se puedan realizar de manera más individualizada.

Los datos anotados se analizarán utilizando ANOVA para comparar las diferencias entre grupos, antes y después del programa.

#### 9.4. Variables de estudio:

Las variables de este estudio serán divididas en cuatro apartados:

- Variables sociodemográficas, que nos permitirán recoger información sobre la relación entre los factores personales y la salud.
- Las variables objetivas nos permitirán recoger datos medibles sobre la evaluación y evolución de las participantes.
- Las variables subjetivas recogen datos relacionados con la percepción.
- Otra variable recogida durante el proyecto será la adherencia al tratamiento.

En las variables sociodemográficas se recogerán datos sobre los pacientes que puedan alterar los resultados en este proyecto. Estas variables se anotarán en la primera convocatoria únicamente:

- Edad: será una variable que se expresará años. Se anotará la fecha de nacimiento.
- Índice de masa corporal (IMC): será una variable cuantitativa que se expresará en Kg/m<sup>2</sup>. Se anotará el peso y la altura de las participantes para obtener el IMC correspondiente.

Las variables objetivas recogerán datos cuantificables, medibles y se observarán de manera directa y verificable:

- Fuerza muscular: se valorará mediante el dinamómetro. Para valorar el cuádriceps, la participante estará en sedestación en una silla, y le aplicaremos el dinamómetro en el tobillo. Deberá de realizar la fuerza máxima que pueda, realizando una extensión de rodilla. Para ser más precisos, siempre se utilizará exactamente el mismo discurso al realizar la medición, para dar el mismo estímulo a todas las participantes.
- Equilibrio: se utilizará la escala de Berg (anexo número 14.1.) para su valoración, para que de esta manera tengamos los datos de los participantes y podamos adaptar el ejercicio terapéutico.
- Estado del tendón: se utilizará un ecógrafo. A través de esta herramienta podremos valorar si hay una hipocogenidad, pérdida del patrón fibrilar, aparición de tejido conectivo desorganizado o engrosamiento del tendón. En cada recogida de datos, se realizará una ecografía del tendón y se tomará una foto de éste. De esa manera, al final del estudio, podremos comparar las tres imágenes del tendón, obtenidas durante la recogida de datos, y poder ver la evolución.

Las variables subjetivas recogerán datos sobre las percepciones, opiniones o sentimientos de las participantes. Estas variables deberán de ser respondidas cada viernes de todas las semanas que dure el proyecto:

- Dolor: para evaluar el dolor se utilizará la Escala visual analógica del dolor (EVA), (anexo número 14.2.). Le compartiremos una encuesta en Google forms, para que realice la escala

visual analógica del dolor y deberá de indicarnos en que punto de dolor se encuentra en ese momento.

- Calidad de vida: para evaluar este dato, utilizaremos la escala SF3, (anexo número 14.3.). Se le compartirá una encuesta en Google forms, con las preguntas de la escala, para que la participante conteste a las preguntas que se le realizarán, de esta manera podremos valorar la calidad de vida de la participante.

Otra variable que recogeremos será la adherencia, de esta manera tendremos en cuenta y registraremos la causa del abandono y el número de sesión en el que sucede el abandono.

Tabla 1. Cuadro de variables.

Variables	Tipos	Herramienta de medida	Unidad	Recogida de datos
<b>Sociodemográficas</b>	Edad	-	Años	El primer día del proyecto
	IMC	-	Kg/m <sup>2</sup>	
<b>Objetivas</b>	Fuerza muscular	Dinamómetro	Kilogramos	Semana 1, 6 y 12 del proyecto.
	Equilibrio	Berg	-	
	Estado del tendón	Ecógrafo		
<b>Subjetivas</b>	Dolor	EVA	-	Los viernes de cada semana.
	Calidad de vida	SF-36	-	
<b>Otras</b>	Adherencia	-	-	

#### 9.5. Recogida de datos:

La recogida de datos lo realizará un fisioterapeuta ajeno a todo el proceso de investigación, y es indispensable que sea el mismo para que el proceso de recogida de datos sea lo más preciso posible. Tanto el GC como el GI realizarán los test en el mismo momento, y lo realizarán en tres períodos diferentes: antes de empezar el estudio, a mitad del estudio y al finalizar el estudio.

La recogida de datos siempre se deberá realizar con el mismo procedimiento, que consistirá en rellenar una tabla de Excel donde el fisioterapeuta anotará la puntuación de cada persona. Una vez realizados los tests, las participantes deberán de decirle al fisioterapeuta el DNI para que el anotador registre los resultados.

Tabla 2. Cuadro de recogida de datos:

	Edad	IMC	FM (dinamómetro)	Equilibrio (Berg)	Estado del tendón (ecógrafo)	Dolor (EVA)	Calidad de vida (SF36)
DNI 1							
DNI 2							
DNI 3							
DNI 4							
DNI 5							
DNI 6							

## 9.6. Descripción de los grupos de estudio y propuesta de intervención:

La intervención que se llevará a cabo, una vez finalizado el proceso de división de los dos grupos (GC y GI), consiste en la aplicación del BFR juntamente con la realización de ejercicios para el GI, y el mismo protocolo de ejercicios sin BFR para el GC.

El objetivo de esta guía de ejercicios que se propone es fortalecer la extremidad inferior y de esta manera disminuir o eliminar los problemas de tendinopatía rotuliana y evitar recidiva.

La propuesta de intervención tratará de un seguimiento de 12 semanas, en una nave industrial situada en Canovelles, que se alquilará durante los tres meses que dure el proyecto. Antes de iniciar la intervención se realizará una valoración de todos los test mencionados en el siguiente apartado (4.4. variables). Dicha valoración será realizada por un fisioterapeuta ajeno a todo el proceso, para evitar ser influenciados. Se volverán a recoger los datos a las 6 semanas y, para finalizar, se realizará la última valoración al finalizar el estudio. La programación se verá en el apartado de cronograma.

La valoración la realizará un fisioterapeuta ajeno a todo el proceso, para evitar ser influenciados.

### 9.6.1. Propuesta de intervención GI:

La intervención que realizará el GI consta de tres fases:

Fase de iniciación: las primeras dos semanas serán consideradas de iniciación, durante las cuales se enseñará a las participantes del GI la adecuada realización de los ejercicios y, además, se realizará una clase de educación para la explicación de la patología y la importancia de la realización de los ejercicios. Ésta será la primera parte y la más importante, ya que se enseñará una buena educación muscular, para crear consciencia y dar conocimiento a las participantes de la musculatura y de su función. Habrá dos fisioterapeutas controlando la ejecución de los ejercicios por si es necesario la corrección de alguno de ellos y de resolver cualquier tipo de pregunta que se plantee la participante.

Fase de ejercicios: a partir de la tercera semana, el GI empezará a realizar los ejercicios correspondientes con el BFR. El entrenamiento se llevará a cabo tres días por semana, durante cuarenta y cinco minutos. En la primera parte de la sesión se realizarán estiramientos para calentar y preparar la musculatura y poder realizar el cuerpo del entrenamiento adecuadamente. En la segunda parte de la sesión se realizarán los ejercicios y, por último, se realizará una vuelta a la calma (la fase de ejercicios se explicará a continuación en una tabla).

Para realizar los ejercicios con el GI, se necesitará una máquina inercial de isquiotibiales, una leg extensión, una bicicleta estática, un bosu, gomas elásticas de diferentes resistencias, kettlebell de diferentes pesos, un aro de fuerza y una espuma. Los responsables que llevarán a cabo las intervenciones serán 3 fisioterapeutas ajenos al estudio para evitar alteraciones en los resultados. La fase de ejercicios se realizará de la siguiente manera:

- Fase de calentamiento del GI:

Tabla 3. Calentamiento GI

<b>Protocolo de ejercicios terapéuticos:</b>		
<b>1. Fase de calentamiento</b>		
<b>Ejercicio</b>	<b>Realización</b>	<b>Series y repeticiones</b>
1. <i>Movilidad de cadera</i>	Participante en sedestación en el suelo, con rodillas flexionadas. Desde esta posición, vamos con ambas rodillas a tocar el suelo, primero a un lado y después al otro.	Se realizará 20 series, 10 por cada lado.
2. <i>Estiramiento de cuádriceps</i>	Participante en bipedestación. Debe de llevar el pie hacia los glúteos y coger el pie con la mano, quedándose de pie con una pierna. Con la cadera debe de hacer una retroversión para notar aún más el estiramiento del cuádriceps.	Se mantendrá el estiramiento 20 segundos con cada pierna.
3. <i>Estiramiento de isquiotibiales</i>	Participante en decúbito supino. Realizar una flexión de rodilla hacia craneal, y con ambas manos coger la pantorrilla. Desde esta posición, llevar el pie hacia el techo hasta notar el estiramiento.	Se mantendrá el estiramiento 20 segundos con cada pierna.
4. <i>Pirámide</i>	La participante se colocará en posición de cuadrupedia. Desde esta posición, realizamos una extensión de rodillas, de manera que el cuerpo realizará una forma de "pirámide". Debemos de realizar una pequeña flexión con una de las rodillas e ir alternando con la otra rodilla, para notar el estiramiento en los gemelos.	Se mantendrá el estiramiento 5 segundos, y relajar volviendo a la posición inicial. Se realizarán 10 repeticiones con cada pierna.
5. <i>Zancada + rotación de tronco</i>	La participante se colocará en posición de bipedestación. Deberá de estirar la pierna hacia delante, con flexión de rodilla y de cadera, y una vez a realizada la flexión, rotará el cuerpo hacia el lado de la pierna que avance.	Se realizarán 10 zancadas con cada pierna, manteniendo la posición de rotación 5 segundos.
6. <i>Actividad cíclica</i>	El participante realizará 5 minutos de bicicleta, a un ritmo elevado, de manera que cuando la participante acabe el calentamiento, la FC habrá subido.	5 minutos.

- Cuerpo del entrenamiento del GI:

En el cuerpo del entrenamiento trabajaremos la fuerza, la propiocepción y el impacto. Se realizarán varios ejercicios que a continuación se explicarán, que durarán entre 30-35 minutos. En algunos ejercicios se colocará el BFR en la pierna afectada de la participante con una oclusión del 60%. Para la colocación del BFR, se pondrá el manguito en la zona más proximal de la pierna. A continuación, deberemos poner el Doppler para buscar la arteria femoral y escuchar el pulso. Podremos utilizar el manguito para inflar y aumentar la presión controlando el pulso arterial hasta la presión deseada. Quitaremos el manguito y desconectaremos el Doppler y las jugadoras podrán empezar a realizar los ejercicios que les pertocan.

Tabla 4. Cuerpo del entrenamiento GI.

<b>Protocolo de ejercicios terapéuticos:</b>		
<b>2. Fase de entrenamiento:</b>		
<b>Ejercicio</b>	<b>Realización</b>	<b>Series y repeticiones</b>
<i>1. Ejercicio de psoas</i>	La participante se deberá de poner una goma elástica en la zona del puente del pie. Se encontrará en decúbito supino. Desde esta posición, deberá de realizar una flexión de rodilla, llevando la rodilla hacia el pecho. De esta manera se trabajará el psoas con resistencia. El ejercicio se realizará con ambas piernas.	Se realizarán 2 series de 10 repeticiones, descansando 30 segundos entre serie y serie.
<i>2. Ejercicio de isquiotibiales en máquina inercial</i>	La participante se colocará en decúbito supino. Con una máquina inercial trabajaremos los isquiotibiales. Con la pierna en extensión, se colocará con la planta del pie mirando hacia el techo, realizando una flexión de cadera, y se colocará la máquina. Deberá de realizar fuerza para llevar la pierna en extensión desde el techo hacia el suelo, y deberá de controlar la vuelta, frenando el movimiento. El ejercicio se realizará con ambas piernas.	Se realizarán 2 series de 10 repeticiones, descansando 30 segundos entre serie y serie.

<p>3. <i>Leg extensión en máquina inercial con BFR</i></p>	<p>Este ejercicio se realizará en una máquina inercial. Colocaremos el <b>BFR</b> en la pierna afectada de la participante con una oclusión del 60%. La paciente deberá realizar una extensión de rodilla superando la resistencia de la máquina. El ejercicio se realizará con ambas piernas a la vez. Al acabar el ejercicio, se quitará el BFR y realizará 1 minuto de ejercicio cíclico para reactivar la circulación.</p>	<p>Se realizarán; 1 serie de 30 repeticiones y 3 series de 15 repeticiones, descansando 30 segundos entre serie y serie.</p>
<p>4. <i>Lunge Frontal dinámico con BFR</i></p>	<p>Se le colocará a la participante el <b>BFR</b> con una oclusión del 60%. La participante se colocará en bipedestación con una pierna delante y otra detrás. La participante deberá de realizar una flexión de rodilla de manera que la distancia que haya entre el suelo y su cadera se reduzca en comparación de la posición inicial. La participante realizará la ida y la vuelta de una recta. El ejercicio se realizará con ambas piernas. Al acabar el ejercicio, se quitará el BFR y realizará 1 minuto de ejercicio cíclico para reactivar la circulación.</p>	<p>Se realizarán; 1 serie de 30 repeticiones y 3 series de 15 repeticiones, descansando 30 segundos entre serie y serie.</p>
<p>5. <i>Squat con BFR</i></p>	<p>Se le colocará a la participante el <b>BFR</b> con una oclusión del 60%. En bipedestación, la participante deberá de realizar una sentadilla. Desde la bipedestación, se le pedirá una flexión de rodillas, como si se fuera a sentar en una silla y volver a la posición inicial. La participante se colocará un apoyo en los talones para quitar carga axial. El ejercicio se realizará con ambas piernas. Al acabar el ejercicio, se quitará el BFR y realizará 1 minuto de ejercicio en la bicicleta.</p>	<p>Se realizarán; 1 serie de 30 repeticiones y 3 series de 15 repeticiones, descansando 30 segundos entre serie y serie.</p>
<p>6. <i>Propiocepción</i></p>	<p>La participante se colocará en bipedestación, deberá de aguantar el equilibrio a una pierna, durante 30 segundos.</p>	<p>Se realizarán 2 series de 30 segundos con ambas piernas, descansando 30</p>

		segundos entre serie y serie.
7. <i>Salto</i>	La participante se colocará en bipedestación. A través de la aplicación "Switched on", deberá de seguir las indicaciones que se le marque. Durante 1 minuto, la paciente debe de saltar hacia donde se le indique, y mantener el equilibrio durante 5 segundos.	Se realizará 1 serie con cada pierna, descansando 30 segundos entre serie y serie.
8. <i>Ejercicio de gemelo</i>	La participante se colocará en bipedestación encima de un step. Con la mano contraria a la pierna a trabajar, cogerá un peso de 4kg. Con la pierna a trabajar, deberá de ponerse de "puntitas" y volver a bajar. El ejercicio se realizará con ambas piernas.	Se realizarán 2 series de 10 repeticiones, descansando 30 segundos entre serie y serie.
9. <i>Ejercicio de abductores</i>	La participante se colocará en decúbito supino, con un aro entre las piernas. Deberá de apretar el aro y volver a relajar.	Se realizarán 2 series de 10 repeticiones, descansando 30 segundos entre serie y serie.
10. <i>Puente glúteo</i>	La participante se colocará en decúbito supino, con flexión de cadera y flexión de rodillas. Los pies se colocarán a la altura de las caderas. Desde esta posición deberá de levantar los glúteos hacia el techo. Se le pondrá una goma a la altura de las rodillas, y a la misma vez que sube los glúteos, deberá de mantener la tensión de la goma elástica.	Se realizarán 2 series de 10 repeticiones, descansando 30 segundos entre serie y serie.

- Fase de vuelta a la calma del GI:

La participante realizará 2 minutos de actividad cíclica a una intensidad baja.

Fase de continuidad: esta fase realizada por el GC estará implícita en todo el proceso de intervención. Consistirá en la incorporación de estos ejercicios a la vida diaria de la participante.

Para la organización de las sesiones del GI, será dividido en 7 grupos de 6 participantes aleatoriamente. Cada participante será convocada a una hora diferente. Los horarios irán desde las 8 de la mañana hasta las 14 horas de la tarde, finalizando este último grupo a las 15 horas de la tarde.

En la fase de calentamiento, cada participante empezará en un ejercicio diferente, cada uno de ellos supervisado por un fisioterapeuta, e irán rotando cuando finalicen el ejercicio.

El cuerpo de calentamiento consta de 10 ejercicios. Cada participante será asignada en un ejercicio e irán rotando de la misma manera que en la fase de calentamiento. Cada fisioterapeuta se encargará de dos ejercicios a supervisar. A continuación, se verá un ejemplo del circuito a realizar (tabla 5 y 6):

Tabla 5. Cronograma calentamiento

GRUPO DE INTERVENCIÓN:						
Calentamiento						
	Movilización cadera	Cuádriceps	Isquiotibiales	Pirámide	Zancadas	Actividad cíclica
DNI						
1						
2						
3						
4						
5						
6						

Tabla 6. Cronograma cuerpo del entrenamiento y vuelta a la calma

GRUPO DE INTERVENCIÓN:											
Ejercicios											Vuelta a la calma
	Psoas	Isquiotibiales	Cuádriceps	Lunge	Squat	Propiocepción	Salto	Gemelos	Abductores	Puente glúteo	Actividad cíclica
DNI											A medida que vayan acabando
1											A medida que vayan acabando
2											A medida que vayan acabando
3											A medida que vayan acabando
4											A medida que vayan acabando
5											A medida que vayan acabando
6											A medida que vayan acabando

A medida que vayan pasando las semanas, se realizarán progresiones de los ejercicios para ir aumentando carga a los ejercicios, y que haya una mejora en la participante. La tabla de progresiones se verá a continuación:

Tabla 7. Progresiones del GI

Ejercicio	Junio				Julio				Agosto			
	Semana 1	Semana 2	Semana 3	Semana 4	Semana 5	Semana 6	Semana 7	Semana 8	Semana 9	Semana 10	Semana 11	Semana 12
<b>Psoas</b>	Goma elástica suave	Goma elástica suave	Goma elástica suave	Goma elástica suave	Goma elástica media	Goma elástica media	Goma elástica media	Goma elástica media	Bipedestación con goma elástica media			
<b>Isquiotibiales</b>	Se trabajará sobre la fuerza que la participante realice											
<b>Leg extension</b>	BFR al 60%	BFR al 60%	BFR al 60%	BFR al 60%	BFR al 50%	BFR al 50%	BFR al 50%	BFR al 50%	BFR al 40%	BFR al 40%	BFR al 40%	BFR al 40%
<b>Lunge frontal</b>	BFR al 60%	BFR al 60%	BFR al 60%	BFR al 60%	BFR al 50%	BFR al 50%	BFR al 50%	BFR al 50%	BFR al 40%	BFR al 40%	BFR al 40%	BFR al 40%
<b>Squat</b>	BFR al 60%	BFR al 60%	BFR al 60%	BFR al 60%	BFR al 50%	BFR al 50%	BFR al 50%	BFR al 50%	BFR al 40%	BFR al 40%	BFR al 40%	BFR al 40%
<b>Propiocepción</b>	Suelo	Suelo	Suelo	Suelo	Espuma	Espuma	Espuma	Espuma	Bosu	Bosu	Bosu	Bosu
<b>Salto</b>	Suelo	Suelo	Suelo	Suelo	Espuma	Espuma	Espuma	Espuma	Bosu	Bosu	Bosu	Bosu
<b>Gemelos</b>	4 Kg	4 Kg	4 Kg	4 Kg	6 Kg	6 Kg	6 Kg	6 Kg	8 Kg	8 Kg	8 Kg	8 Kg
<b>Abductores</b>	Aro suave	Aro suave	Aro suave	Aro suave	Aro medio	Aro medio	Aro medio	Aro medio	Aro duro	Aro duro	Aro duro	Aro duro
<b>Clam</b>	Goma elástica suave	Goma elástica suave	Goma elástica suave	Goma elástica suave	Goma elástica media	Goma elástica media	Goma elástica media	Goma elástica media	Goma elástica dura	Goma elástica dura	Goma elástica dura	Goma elástica dura
<b>Puente glúteo</b>	Goma elástica suave	Goma elástica suave	Goma elástica suave	Goma elástica suave	Goma elástica media	Goma elástica media	Goma elástica media	Goma elástica media	Goma elástica dura	Goma elástica dura	Goma elástica dura	Goma elástica dura

### 9.6.2. Propuesta de intervención GC:

**Fase de iniciación:** la primera sesión será considerada de iniciación, durante la cual, se enseñará a las participantes del GC la adecuada realización de los ejercicios y, además, se realizará una clase de educación para la explicación de la patología y la importancia de la realización de los ejercicios. Habrá dos fisioterapeutas controlando la ejecución de los ejercicios por si es necesario la corrección de alguno de ellos y resolver cualquier tipo de pregunta que se plantee la participante.

**Fase de ejercicios:** a partir del segundo día, el GC empezará a realizar los ejercicios correspondientes por ellas mismas. El entrenamiento se llevará a cabo tres días por semana, durante cuarenta y cinco minutos. En la primera parte de la sesión se realizarán estiramientos para calentar y preparar la musculatura y poder realizar el cuerpo del entrenamiento adecuadamente. En la segunda parte de la sesión se realizarán los ejercicios y, por último, se realizará una vuelta a la calma (la fase de ejercicios se explicará a continuación en una tabla).

En el GC, se realizarán los mismos ejercicios, sin el BFR y sin las máquinas excéntricas. El material que necesitarán será: una bicicleta, gomas elásticas de diferentes intensidades, un dispositivo electrónico (para descargar la aplicación "switched up"), kettlebell de diferentes pesos (pueden utilizar botellas de agua de diferentes pesos), y un aro de fuerza. Se les convocará una primera sesión para la explicación de los ejercicios, para realizar la clase educativa y, además, se les dará una pauta domiciliaria que deberán de realizar 3 días a la semana, que serán los lunes, miércoles y viernes, durante los 3 meses que dura el proyecto. En esta misma sesión se les realizarán las escalas ya nombradas, para la recogida de datos. Se les convocará dos días más, que serán los días de recogida de datos y únicamente vendrán para realizar las escalas. La escala de dolor y la escala de SF-36, las realizarán a través del Google forms. La pauta domiciliaria que deberán de realizar es la siguiente:

- Fase de calentamiento del GC:

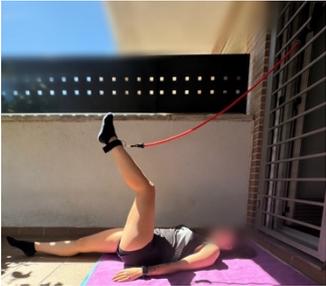
Tabla 8. Calentamiento GC

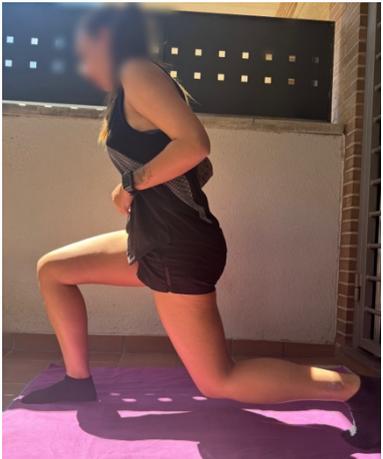
Protocolo de ejercicios terapéuticos:		
1. Fase de calentamiento:		
Ejercicio	Realización	Series y repeticiones
<p>1. <i>Movilidad de cadera</i></p> 	<p>Participante en sedestación en el suelo, con rodillas flexionadas. Desde esta posición, vamos con ambas rodillas a tocar el suelo, primero a un lado y después al otro.</p>	<p>Realizar 20 series 10 por cada lado.</p>
<p>2. <i>Estiramiento de cuádriceps</i></p> 	<p>Participante en bipedestación. Debe de llevar el pie hacia los glúteos y coger el pie con la mano, quedándose de pie con una pierna. Con la cadera debe de hacer una retroversión para notar aún más el estiramiento del cuádriceps.</p>	<p>Se mantendrá el estiramiento 20 segundos con cada pierna.</p>
<p>3. <i>Estiramiento de isquiotibiales</i></p> 	<p>Participante en decúbito supino. Realizar una flexión de rodilla hacia craneal, y con ambas manos coger la pantorrilla. Desde esta posición, llevar el pie hacia el techo hasta notar el estiramiento.</p>	<p>Se mantendrá el estiramiento 20 segundos con cada pierna.</p>

<p>4. <i>Pirámide</i></p> 	<p>La participante se colocará en posición de cuadrupedia. Desde esta posición, realizamos una extensión de rodillas, de manera que el cuerpo realizará una forma de “pirámide”. Debemos de realizar una pequeña flexión con una de las rodillas e ir alternando con la otra rodilla, para notar el estiramiento en los gemelos.</p>	<p>Se mantendrá el estiramiento 5 segundos, y relajar volviendo a la posición inicial. Se realizarán 10 repeticiones con cada pierna.</p>
<p>5. <i>Zancada + rotación de tronco</i></p> 	<p>La participante se colocará en posición de bipedestación. Deberá de estirar la pierna hacia delante, con flexión de rodilla y de cadera, y una vez a realizada la flexión, rotará el cuerpo hacia el lado de la pierna que avance.</p>	<p>Se realizarán 10 zancadas con cada pierna, manteniendo la posición de rotación 5 segundos.</p>
<p>6. <i>Actividad cíclica</i></p>	<p>El participante realizará 5 minutos de bicicleta, a un ritmo elevado, de manera que cuando la participante acabe el calentamiento, la FC habrá subido.</p>	<p>5 minutos</p>

- Cuerpo del entrenamiento del GC:

Tabla 9. Cuerpo del entrenamiento GC

Protocolo de ejercicios terapéuticos:		
2. Fase de entrenamiento:		
Ejercicio	Realización	Series y repeticiones
<p>1. <i>Ejercicio de psoas</i></p> 	<p>La participante se deberá de poner una goma elástica en la zona del puente del pie. Se encontrará en decúbito supino. Desde esta posición, deberá de realizar una flexión de rodilla, llevando la rodilla hacia el pecho. De esta manera se trabajará el psoas con resistencia. El ejercicio se realizará con ambas piernas.</p>	<p>Se realizarán 2 series de 10 repeticiones, descansando 30 segundos entre serie y serie.</p>
<p>2. <i>Ejercicio de isquiotibiales</i></p> <p>1.</p>  <p>2.</p> 	<p>La participante se colocará en decúbito supino. Con una goma elástica trabajaremos los isquiotibiales. Con la pierna en extensión, se colocará con la planta del pie mirando hacia el techo, realizando una flexión de cadera, y se colocará la goma elástica atada en el tobillo. Deberá de realizar fuerza para llevar la pierna en extensión de cadera desde el techo hacia el suelo, y deberá de controlar la vuelta, frenando el movimiento. El ejercicio se realizará con ambas piernas.</p>	<p>Se realizarán 2 series de 10 repeticiones, descansando 30 segundos entre serie y serie.</p>

<p>3. <i>Cuádriceps</i></p> <p>1.</p>  <p>2.</p> 	<p>La participante estará en sedestación en un banco. Colocará una goma elástica por detrás de ella y se la atará al pie. Desde esta posición, la paciente deberá de realizar una extensión de rodilla.</p>	<p>Se realizarán; 1 serie de 30 repeticiones y 3 series de 15 repeticiones, descansando 30 segundos entre serie y serie.</p>
<p>4. <i>Lunge Frontal dinámico</i></p> 	<p>La participante se colocará en bipedestación con una pierna delante y otra detrás. La participante deberá de realizar una flexión de rodilla de manera que la distancia que haya entre el suelo y su cadera se reduzca en comparación de la posición inicial. La participante realizará la ida y la vuelta de una recta. El ejercicio se realizará con ambas piernas.</p>	<p>Se realizarán; 1 serie de 30 repeticiones y 3 series de 15 repeticiones, descansando 30 segundos entre serie y serie.</p>
<p>5. <i>Squat</i></p> 	<p>En bipedestación, la participante deberá de realizar una sentadilla. Desde la bipedestación, se le pedirá una flexión de rodillas, como si se fuera a sentar en una silla y volver a la posición inicial. La participante se colocará un apoyo en los talones para quitar carga axial. El ejercicio se realizará con ambas piernas a la vez.</p>	<p>Se realizarán; 1 serie de 30 repeticiones y 3 series de 15 repeticiones, descansando 30 segundos entre serie y serie.</p>

<p>6. <i>Propiocepción</i></p> 	<p>La participante se colocará en bipedestación, deberá de aguantar el equilibrio a una pierna, durante 30 segundos.</p>	<p>Se realizarán 2 series de 30 segundos con ambas piernas, descansando 30 segundos entre serie y serie.</p>
<p>7. <i>Salto</i></p> 	<p>La participante se colocará en bipedestación. A través de la aplicación "Switched on", deberá de seguir las indicaciones que se le marque. Durante 1 minuto, la paciente debe de saltar hacia donde se le indique, y mantener el equilibrio durante 5 segundos.</p>	<p>Se realizará 1 serie con cada pierna, descansando 30 segundos entre serie y serie.</p>
<p>8. <i>Ejercicio de gemelo</i></p> 	<p>La participante se colocará en bipedestación encima de un step. Con la mano contraria a la pierna a trabajar, cogerá un peso de 4kg. Con la pierna a trabajar, deberá de ponerse de "puntitas" y volver a bajar. El ejercicio se realizará con ambas piernas.</p>	<p>Se realizarán 2 series de 10 repeticiones, descansando 30 segundos entre serie y serie.</p>
<p>9. <i>Ejercicio de abductores</i></p> 	<p>La participante se colocará en decúbito supino, con un aro entre las piernas. Deberá de apretar el aro y volver a relajar.</p>	<p>Se realizarán 2 series de 10 repeticiones, descansando 30 segundos entre serie y serie.</p>

<p>10. Puente glúteo</p> 	<p>La participante se colocará en decúbito supino, con flexión de cadera y flexión de rodillas. Los pies se colocarán a la altura de las caderas. Desde esta posición deberá de levantar los glúteos hacia el techo. Se le pondrá una goma a la altura de las rodillas, y a la misma vez que sube los glúteos, deberá de mantener la tensión de la goma elástica.</p>	<p>Se realizarán 2 series de 10 repeticiones, descansando entre serie y serie 30 segundos.</p>
--	---	--

- Fase de vuelta a la calma del GC:

La participante realizará 2 minutos de actividad cíclica a una intensidad baja.

Fase de continuidad: esta fase realizada por el GC estará implícita en todo el proceso de intervención.

Consistirá en la incorporación de estos ejercicios a la vida diaria de la participante.

Se realizarán progresiones de los ejercicios a medida que la participante vaya notando menos fatiga a la hora de realizar el ejercicio.

#### 9.7. Análisis estadístico:

Para llevar a cabo el análisis estadístico de este proyecto, se utilizará el uso del lenguaje del programa IBM SPSS Statistics versión 29.0.2.0 (20) o superior.

Este programa permite realizar análisis estadísticos e inferenciales. Nos ofrece herramientas para realizar análisis multivariados complejos y nos permitirá generar un informe a la finalización del proyecto.

En este proyecto se utilizará el análisis de varianza ANOVA, para comprobar si existen diferencias estadísticamente significativas entre los grupos. Se establecerán las siguientes hipótesis:

Hipótesis nula o H0: No hay diferencias significativas entre las medias de los grupos.

Hipótesis alternativa o H1: Existen diferencias significativas entre las medias de los grupos.

Para aceptar o rechazar la hipótesis nula, tendremos en cuenta el p-valor, establecido en 0,05. Para rechazar la hipótesis nula, el p-valor deberá de ser inferior a 0,05, concluyendo que los resultados son estadísticamente significativos y que existe diferencia entre grupos, por lo contrario, si el p-valor es superior a 0,05, no se rechazará la hipótesis nula, concluyendo que no hay diferencias significativas entre ambos grupos.

En relación con el intervalo de confianza, se establecerá en un nivel de confianza del 95%. Este porcentaje indicará la probabilidad de que el intervalo de confianza contenga el verdadero valor del parámetro.

Realizaremos un análisis univariado de las variables, en la que se hará una descripción breve de cada una de ellas, se examinará la distribución, incluyendo la forma y la presencia de valores atípicos y se identificarán valores extremos que puedan afectar en el análisis.

Se realizará un análisis bivariado para comparar la relación entre la variable de fuerza y la escala EVA, para ver si existe una relación entre estas dos variables.

#### 9.8. Consideraciones éticas:

El programa de ejercicios del presente estudio, así como los documentos de información al participante y de consentimiento informado (Anexo 14.4.), 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.

Todas las participantes del estudio serán informadas por la investigadora principal, de forma oral y escrita, mediante la hoja de información a la participante, la cual estará disponible en castellano y catalán. En caso de que el sujeto acepte participar en el presente estudio, se procederá a la firma del consentimiento informado (anexo número 14.5.), el cual también estará disponible en castellano y catalán.

Durante el desarrollo del presente proyecto se respetará 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.

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



## 11.Presupuesto:

Tabla 11. Presupuesto

PRESUPUESTO PROYECTO						
GASTOS	CONCEPTO	VALOR FINAL	VALOR 1 UNIDAD	UNIDADES	DESCRIPCIÓN	PROVEEDOR
		<b>LOCAL</b>	<b>19.500,00 €</b>			
	Alquiler pabellón Tagamanent	19.500,00 €	6.500,00 €	3	Se alquilará durante 3 meses para la realización del proyecto.	Habitacía
	<b>PERSONAL</b>	<b>1.300,00 €</b>				
	Fisioterapeuta intervención	1.200,00 €	400,00 €	3	Realizará la recogida de datos GC + intervención GI	Tecnocampus
	Fisioterapeuta recogida de datos	100,00 €	100,00 €	1	Realizará la recogida de datos GI	Tecnocampus
	<b>MATERIAL</b>	<b>6.859,39 €</b>				
	Esterillas	23,94 €	3,99 €	6	Se utilizará para el calentamiento	Decathlon
	Bicicleta estática	199,80 €	99,90 €	2	Se utilizarán para el calentamiento y post BFR	Cecotec
	Bandas elásticas redondas	19,98 €	9,99 €	2	Serán necesarias para los ejercicios	Amazon
	Bandas elásticas largas	11,90 €	5,95 €	2	Serán necesarias para los ejercicios	Amazon
	Maquina inercial isquiotibiales	599,01 €	599,01 €	1	Será necesario para los ejercicios	Deportvillage
	Leg extension inercial	599,00 €	599,00 €	1	Será necesario para los ejercicios	Fitnessdigital
	Steps	49,90 €	24,95 €	2	Será necesario para los ejercicios	Don deporte
	Aros de fuerza	17,56 €	8,78 €	2	Será necesario para los ejercicios	Amazon
	BFR	258,00 €	129,00 €	2	Será necesario para los ejercicios	Fysiosupplies
	Espuma 2cm	19,98 €	9,99 €	2	Será necesario para los ejercicios	Amazon
	Bosu	99,78 €	49,89 €	2	Será necesario para los ejercicios	Amazon
	Kettlebell 4kg	9,98 €	4,99 €	2	Será necesario para los ejercicios	Lidl
	Kettlebell 6kg	23,40 €	11,70 €	2	Será necesario para los ejercicios	Aemasport
	Kettlebell 8kg	31,20 €	15,60 €	2	Será necesario para los ejercicios	Aemasport
	Números de goma	3,26 €	1,63 €	2	Será necesario para el ejercicio de salto	Amazon
	Magnetoterapia	1.754,50 €	877,25 €	2	Magnetoterapia para el GC	Fisiomarket
	Crema	28,56 €	4,76 €	6	Crema para la terapia manual	Fisiomarket
	Ultrasonido	1.698,30 €	849,15 €	2	Máquina de ultrasonido	Fisiomarket
	Gel conductor de ultrasonido	3,76 €	0,94 €	4	Gel para aplicar el ultrasonido	Fisiomarket
	Dos camillas	239,58 €	119,79 €	2	Camilla para la terapia manual	Fisiomarket
	Dinamómetro	79,00 €	79,00 €	1	Lo utilizaremos para medir la fuerza de la participante	Balanzas flintec
	Ecógrafo	1.089,00 €	1.089,00 €	1	Lo utilizaremos para ver el estado del tendón	Doctor shop spagna
	<b>TOTAL</b>					
	<b>TOTAL</b>	<b>27.659,39 €</b>				

Con el presupuesto compartido anteriormente, podemos ver los costos del proyecto.

En cuanto a la ubicación del Alquiler del local, será en Canovelles. Es una localización muy céntrica para todas las participantes y de fácil acceso.

También contaremos con 4 fisioterapeutas, 1 de ellos únicamente realizará la recogida de datos del GI, y los otros 3 fisioterapeutas realizarán la intervención del GI y la recogida de datos del GC.

En cuanto a la cantidad de material, se ha decidido en base a la organización de la realización de ejercicios.

El precio final del presupuesto del proyecto queda fijado en 27.659,39€, y contaremos con un fondo de ahorros de 4.000€ por posibles imprevistos.

## 12.Limitaciones y prospectiva:

En cuanto a la realización del estudio, se pueden encontrar diferentes limitaciones y que pueden afectar directamente a los resultados finales del proyecto.

Debido a los cambios hormonales producidos durante el ciclo menstrual, muchas mujeres padecen síntomas físicos y psicológicos como dolor de pecho, acné, migraña, irritabilidad, ansiedad, estado de ánimo depresivo, cambios en el apetito. Estos síntomas suelen ocurrir durante la fase lútea, días previos a la menstruación, en la que los niveles de estrógenos están más disminuidos y las concentraciones de progesterona son mayores. Este proceso hormonal puede afectar al estado de la participante al realizar los ejercicios, por su estado físico del momento. Esto implicará reducir la intensidad de los ejercicios si la participante así lo desea.

La estructura del tendón rotuliano y sus patologías, como se ha explicado con anterioridad, puede ir muy relacionado con las cargas que recibe. El baloncesto necesita mucho del tendón rotuliano, ya que es un deporte en el que se salta y se corre. Al realizar el proyecto en estas fechas, las participantes ya habrán acabado la liga, y el tendón habrá recibido mucha carga durante la competición. Esto podría implicar que la participante en el momento de realizar el protocolo esté en fases de dolor y esto podría afectar a la evolución.

Así mismo, podemos encontrarnos con dificultades para reclutar a las participantes, ya que es una época en la que la población viaja. Para evitar esta limitación, debemos de explicarles a las participantes del GI, que deberán de asistir a cada convocatoria para poder participar en el proyecto. En el caso del GC, la limitación sería la no supervisión de estas participantes ya que no sabremos con certeza si realizan los ejercicios o no.

En cuanto a la prospectiva de futuro, podríamos realizar el estudio abarcando la provincia de Barcelona, ya que, al hacerlo en el Vallés Oriental, las jugadoras pueden tener relación entre ellas y alterar el cegamiento, y, además, utilizando únicamente esta comarca nos podemos encontrar con falta de participantes.

También se podría realizar los ejercicios en un centro fisioterapéutico que tuvieran los materiales necesarios para reducir el presupuesto.

Como última mejora de futuro, podríamos mantener contacto con el grupo control, para el seguimiento de la realización de los ejercicios. Al no tener supervisión, podríamos tener pérdidas de

participantes por una falta de adherencia al tratamiento o podrían salir afectados los resultados por una mala ejecución de los ejercicios.

Llevando este proyecto a cabo, se pretendería demostrar la eficacia del BFR para la tendinopatía rotuliana y su beneficio combinándolo con los ejercicios excéntricos. Así mismo, se vería la necesidad de llevar a cabo una rehabilitación supervisada por un fisioterapeuta, para una mejor recuperación.

### 13. Referencias bibliográficas:

1. Schwartz A, Watson JN, Hutchinson MR. Patellar Tendinopathy. *Sports Health*. 2015;7(5):415–20.
2. Muaidi QI. Rehabilitation of patellar tendinopathy. *J Musculoskelet Neuronal Interact*. 2020 Dec 1;20(4):535–40.
3. Rudavsky A, Cook J. Physiotherapy management of patellar tendinopathy (jumper’s knee). *J Physiother*. 2014 Sep;60(3):122–9.
4. Rosen AB, Wellsandt E, Nicola M, Tao MA. Clinical Management of Patellar Tendinopathy. *J Athl Train*. 2022 Jul 1;57(7):621–31.
5. Barber Foss KD, Myer GD, Chen SS, Hewett TE. Expected prevalence from the differential diagnosis of anterior knee pain in adolescent female athletes during preparticipation screening. *J Athl Train*. 2012;47(5):519–24.
6. Walton J, Kozina E, Woo F, Jadidi S. A Review of Patellar Tendinopathy in Athletes Involved in Jumping Sports. *Cureus*. 2023 Oct;15(10):e47459.
7. Malliaras P, Cook J, Purdam C, Rio E. Patellar Tendinopathy: Clinical Diagnosis, Load Management, and Advice for Challenging Case Presentations. *J Orthop Sports Phys Ther*. 2015 Nov;45(11):887–98.
8. Cook JL, Khan KM, Kiss ZS, Purdam CR, Griffiths L. Prospective imaging study of asymptomatic patellar tendinopathy in elite junior basketball players. *J Ultrasound Med*. 2000 Jul;19(7):473–9.
9. Visnes H, Bahr R. Training volume and body composition as risk factors for developing jumper’s knee among young elite volleyball players. *Scand J Med Sci Sports*. 2013 Oct;23(5):607–13.
10. Weinreb JH, Sheth C, Apostolakis J, McCarthy MB, Barden B, Cote MP, et al. Tendon structure, disease, and imaging. *Muscles Ligaments Tendons J*. 2014 Jan;4(1):66–73.
11. Malliaras P, Cook JL, Kent P. Reduced ankle dorsiflexion range may increase the risk of patellar tendon injury among volleyball players. *J Sci Med Sport*. 2006 Aug;9(4):304–9.
12. Kon E, Filardo G, Delcogliano M, Presti M Lo, Russo A, Bondi A, et al. Platelet-rich plasma: new clinical application: a pilot study for treatment of jumper’s knee. *Injury*. 2009 Jun;40(6):598–603.
13. Miller BC, Tirko AW, Shipe JM, Sumeriski OR, Moran K. The Systemic Effects of Blood Flow Restriction Training: A Systematic Review. *Int J Sports Phys Ther*. 2021;16(4):978–90.
14. Pignanelli C, Christiansen D, Burr JF. Blood flow restriction training and the high-performance athlete: science to application. *J Appl Physiol (1985)*. 2021 Apr 1;130(4):1163–70.

15. Lorenz DS, Bailey L, Wilk KE, Mangine RE, Head P, Grindstaff TL, et al. Blood Flow Restriction Training. *J Athl Train*. 2021 Sep 1;56(9):937–44.
16. Schoenfeld BJ. The mechanisms of muscle hypertrophy and their application to resistance training. *J Strength Cond Res*. 2010 Oct;24(10):2857–72.
17. Cognetti DJ, Sheean AJ, Owens JG. Blood Flow Restriction Therapy and Its Use for Rehabilitation and Return to Sport: Physiology, Application, and Guidelines for Implementation. *Arthrosc Sports Med Rehabil*. 2022 Jan;4(1):e71–6.
18. Tennent DJ, Hylden CM, Johnson AE, Burns TC, Wilken JM, Owens JG. Blood Flow Restriction Training After Knee Arthroscopy: A Randomized Controlled Pilot Study. *Clin J Sport Med*. 2017 May;27(3):245–52.

## 14. Anexos:

### 14.1. Escala de Berg:

Característica Del Equilibrio	Puntuación (0-4)
1. Sentarse sin apoyo	
2. Cambio de la posición: de sentado a bipedestación	
3. Bipedestación sin apoyo (BP)	
4. Cambio de la posición: de bipedestación a sedestación	
5. Bipedestación con los pies juntos	
6. Bipedestación con los ojos cerrados	
7. Transferencias	
8. Alcance anterior	
9. Girar cabeza para mirar atrás con pies fijos	
10. Recoger objeto desde el suelo	
11. Desde bipedestación, efectuar un giro de 360 grados	
12. Bipedestación con los pies en tándem	
13. Colocar pies alternadamente en un peldaño	
14. Bipedestación con apoyo monopodal	
<b>Puntuación Total (0-56):</b>	

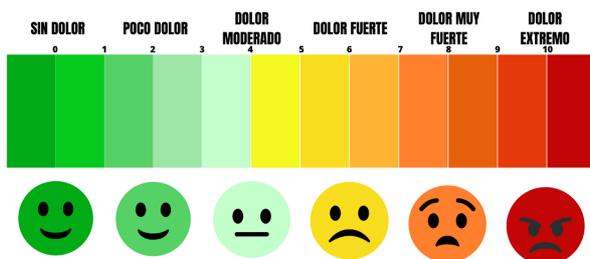
#### Interpretación

De 0 a 20, precisa silla de ruedas  
 De 21ª 40, puede caminar, con ayuda  
 De 41 a 56, independiente

### 14.2. Escala EVA:

#### ESCALA DE EVA

KARLA NAOMI BENITEZ PEÑA



### 14.3. SF-36:

<b>Tabla1. Contenido de las escalas del SF-36</b>			
Significado de las puntuaciones de 0 a 100			
Dimensión	N.º de ítems	«Peor» puntuación (0)	«Mejor» puntuación (100)
Función física	10	Muy limitado para llevar a cabo todas las actividades físicas, incluido bañarse o ducharse, debido a la salud	Lleva a cabo todo tipo de actividades físicas incluidas las más vigorosas sin ninguna limitación debido a la salud
Rol físico	4	Problemas con el trabajo u otras actividades diarias debido a la salud física	Ningún problema con el trabajo u otras actividades diarias debido a la salud física
Dolor corporal	2	Dolor muy intenso y extremadamente limitante	Ningún dolor ni limitaciones debidas a él
Salud general	5	Evalúa como mala la propia salud y cree posible que empeore	Evalúa la propia salud como excelente
Vitalidad	4	Se siente cansado y exhausto todo el tiempo	Se siente muy dinámico y lleno de energía todo el tiempo
Función social	2	Interferencia extrema y muy frecuente con las actividades sociales normales, debido a problemas físicos o emocionales	Lleva a cabo actividades sociales normales sin ninguna interferencia debido a problemas físicos o emocionales
Rol emocional	3	Problemas con el trabajo y otras actividades diarias debido a problemas emocionales	Ningún problema con el trabajo y otras actividades diarias debido a problemas emocionales
Salud mental	5	Sentimiento de angustia y depresión durante todo el tiempo	Sentimiento de felicidad, tranquilidad y calma durante todo el tiempo
Ítem de Transición de salud	1	Cree que su salud es mucho peor ahora que hace 1 año	Cree que su salud general es mucho mejor ahora que hace 1 año

### 14.4. Consentimiento informado:

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 “Protocolo de ejercicios de rehabilitación en tendinopatías rotulianas utilizando la restricción del flujo sanguíneo en jugadoras de baloncesto” 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.

[CUANDO PROCEDA:] 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 "Protocolo de ejercicios de rehabilitación en tendinopatías rotulianas utilizando la restricción del flujo sanguíneo en jugadoras de baloncesto".
2. Que Nadia García Masero y su director/a Alba García Ortega 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 Barcelona a [DIA/MES/AÑO]

[FIRMA PARTICIPANTE]

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