



**Universidad
Europea** CANARIAS

Efectos de un programa de ejercicio para la readaptación funcional de rodilla tras meniscectomía parcial interna con osteoartritis. Un proyecto de estudio controlado aleatorizado (ECA).

TRABAJO FIN DE TITULACIÓN

Grado en Ciencias de la Actividad Física y del Deporte
Facultad de Ciencias de la Salud
Universidad Europea de Canarias
Curso académico: 2022-2023

AUTORES

Carla Cano Delgado.
Ainhoa Estévez Hernández.

TUTOR/A

Ismael Pérez Suárez.

Junio de 2023
Villa de La Orotava, Tenerife



AGRADECIMIENTOS:

En primera estancia, queremos mostrar nuestro agradecimiento a la Universidad Europea de Canarias por la predisposición y el amparo mostrado a lo largo de estos 4 años de enseñanza y durante la elaboración de este proyecto. Si no es por el equipo que se presenta detrás de la institución, no hubiese sido posible la elaboración del presente estudio.

A continuación, mencionar a la labor del Hospital San Juan de Dios y al centro de Recuperación Deportiva, Entrenamiento y Fisioterapia RED. Por la profesionalidad y labor que desempeñan en la readaptación y recuperación de deportistas, desde el ámbito de salud hasta la labor que desempeñan en el deporte de alto rendimiento de nuestra isla. Gracias a su colaboración, hemos podido llevar a cabo el muestreo y captación de las 18 mujeres que conforman esta investigación.

Asimismo, agradecer enormemente el desempeño, entrega y predisposición que ha mostrado Ismael Pérez Suárez. Tutor de este trabajo de fin de titulación y siendo la persona que nos ha acompañado desde el inicio del mismo, guiándonos en un proceso tan importante como este, el colofón de nuestra carrera universitaria.

A nuestro círculo más próximo de amigos, especialmente a Lara Gabino y Raquel Campos, quienes nos han acompañado y apoyado durante esta etapa universitaria y en la elaboración de este TFT. Estando presentes en los momentos más complicados y siendo imprescindibles para la consecución de nuestros objetivos.

Y por último, a nuestros familiares, una fuente inagotable de apoyo a lo largo de toda nuestra vida, armándonos de valores que nos hacen ser mejores personas. Dándonos la posibilidad, con un gran sacrificio, de cursar nuestros estudios universitarios en esta institución. Sin ellos, este momento nunca hubiese llegado.

RESUMEN

Introducción: La meniscectomía se lleva a cabo cuando existen desgarros meniscales degenerativos o traumáticos y se realiza a través de una artroscopia. Comúnmente la degeneración del menisco se acompaña de osteoartritis (OA), lo que se conoce como un proceso complejo de factores inflamatorios y metabólicos. La restricción de flujo sanguíneo (BFRT) en las primeras fases de la recuperación contribuye a aumentar la masa muscular y los niveles de fuerza en los músculos esqueléticos implicados en fijar la articulación de la rodilla.

Objetivos: Analizar cómo afecta el entrenamiento de fuerza y el entrenamiento con BFRT en un proceso de readaptación funcional tras meniscectomía parcial interna con OA en mujeres.

Metodología: 40 mujeres de entre 40 y 60 años serán divididas aleatoriamente en 2 grupos, uno experimental (GE) (n=20) y otro grupo control (GC) (n=20) que hayan sido intervenidas de meniscectomía parcial interna con OA en los últimos 2 años. El GE realizará una propuesta de ejercicio para la readaptación de rodilla de 16 semanas con una frecuencia de 3-4 días semanas. El programa de ejercicio consta de 4 etapas, (en las dos primeras etapas se empleará BFRT). La semana pre se tomarán datos de antropometría, parámetros sanguíneos, ROM y fuerza del cuádriceps. La semana post se repiten las mismas mediciones.

Equipo investigador: Se contará con dos técnicos de laboratorio, un matemático, un médico deportivo, un enfermero/a, un fisioterapeuta, un profesor del Grado en Ciencias de la Actividad Física y del Deporte y las investigadoras principales.

Viabilidad del estudio: El proyecto presenta una gran viabilidad debido a los medios que nos ofrece la UEC. Además, se solicitará financiación a instituciones privadas y públicas.

Palabras clave: Meniscectomía, propuesta de ejercicio para la readaptación, restricción de flujo sanguíneo, osteoartritis.

ABSTRACT

Introduction: Meniscectomy is performed when there are degenerative or traumatic meniscal tears and is carried out through arthroscopy. Commonly, meniscal degeneration is accompanied by osteoarthritis (OA), which is known to be a complex process of inflammatory and metabolic factors. Blood flow restriction (BFRT) in the early stages of recovery helps to increase muscle mass and strength levels in the skeletal muscles involved in fixing the knee joint.

Objectives: To analyze how strength training and BFRT training affect a functional readaptation process after partial internal meniscectomy with OA in women.

Methodology: 40 women between 40 and 60 years old will be randomly divided into 2 groups, an experimental group (EG) (n=20) and a control group (CG) (n=20) in which women have been undergone partial internal meniscectomy with OA in the last 2 years. The EG will perform a 16-week knee rehabilitation exercise program with a frequency of 3-4 days per week. The exercise program consists of 4 stages, (BFRT will be used in the first two stages). During pre-week, anthropometry, blood parameters, ROM and quadriceps strength data will be taken. During post-week, the same measurements will be repeated.

Research team: There will be two laboratory technicians, a mathematician, a sports physician, a nurse, a lecturer from the Degree in Physical Activity and Sport Sciences and the main researchers.

Feasibility of the study: This project has high feasibility because of the UEC facilities. Moreover, we will apply for private or public grants.

Keywords: Meniscectomy, exercise proposal for readaptation, blood flow restriction, osteoarthritis.

ÍNDICE

| | |
|---|----|
| 1. INTRODUCCIÓN: | 12 |
| 1.1. La meniscectomía | 12 |
| 1.2. Anatomía y fisiología de la rodilla. | 12 |
| 1.3. La osteoartritis | 13 |
| 1.4. Restricción del flujo sanguíneo | 14 |
| 2. JUSTIFICACIÓN | 14 |
| 3. OBJETIVOS E HIPÓTESIS DEL ESTUDIO | 15 |
| 3.1.0. OBJETIVOS GENERALES: | 15 |
| 3.1.1. OBJETIVOS ESPECÍFICOS: | 15 |
| 3.2. HIPÓTESIS | 16 |
| 4. METODOLOGÍA | 16 |
| 4.1. DISEÑO | 16 |
| 4.2. MUESTRA Y FORMACIÓN DE GRUPOS | 16 |
| 4.2.1. CRITERIOS DE INCLUSIÓN | 16 |
| 4.2.2. CRITERIOS DE EXCLUSIÓN: | 16 |
| 4.2.3. TAMAÑO MUESTRAL | 17 |
| 4.2.4. SELECCIÓN DE GRUPOS | 17 |
| 4.2.5. FORMACIÓN DE GRUPOS | 18 |
| 4.2.6. ALEATORIZACIÓN Y GRUPOS | 18 |
| 4.2.7. RECOMPENSA A VOLUNTARIAS | 18 |
| 4.2.8. GRUPO EXPERIMENTAL | 19 |
| 4.2.9. GRUPO CONTROL: | 20 |
| 4.3. VARIABLES Y MATERIAL DE MEDIDA | 20 |
| 4.3.1. CUESTIONARIOS IPAQ Y PAR-Q: | 21 |
| 4.3.2. DATOS ANTROPOMÉTRICOS: | 21 |
| 4.3.3. PARÁMETROS SANGUÍNEOS: | 21 |
| 4.3.4. RANGO DE MOVIMIENTO | 22 |
| 4.3.5. FUERZA DEL CUÁDRICEPS | 22 |
| 4.4. PROTOCOLO BFRT | 24 |
| 4.4.1. OBJETIVO: | 24 |
| 4.4.2. MATERIALES Y MÉTODO | 24 |
| 4.4.3. METODOLOGÍA | 25 |
| 4.5. PROCEDIMIENTO: | 28 |
| 4.6. ANÁLISIS ESTADÍSTICO: | 39 |

| | |
|---|----|
| 4.7. IMPACTO CIENTÍFICO Y DIFUSIÓN DE LOS RESULTADOS: | 40 |
| 4.8. IMPACTO SOCIAL Y TRANSFERENCIA: | 40 |
| 4.9. PRESUPUESTOS Y FUENTES DE FINANCIACIÓN: | 40 |
| 5. EQUIPO INVESTIGADOR..... | 40 |
| 6. VIABILIDAD DEL ESTUDIO..... | 41 |
| 7. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS:..... | 42 |
| 8. ANEXOS | 44 |
| Anexo 1 | 44 |
| Formulario de Muestreo. | 44 |
| Anexo 2..... | 49 |
| Cuestionario Internacional de Actividad Física (PhysicalActivityQuestionnaire). IPAQen su versión simplificada. | 49 |
| Anexo 3..... | 51 |
| Cuestionario de Actividad Física y Salud (PAR-Q)..... | 51 |
| Anexo 4:..... | 52 |
| Cuestionario pre-entrenamiento..... | 52 |
| Anexo 5:..... | 54 |
| Cuestionario post-entrenamiento..... | 54 |
| Anexo 6..... | 56 |
| Escala Percepción Subjetiva del Esfuerzo (RPE)..... | 56 |
| Anexo 7..... | 57 |
| Consentimiento Informado. Fuente: Elaboración propia..... | 57 |
| Anexo 8..... | 59 |
| Resumen de las principales Variables del Estudio. | 59 |

ÍNDICE DE TABLAS Y FIGURAS

| | |
|--|----|
| Tabla 1. Propuesta de Intervención..... | 23 |
| Tabla 2. Metodología BFRT | 27 |
| Tabla 3. Series y Repeticiones..... | 34 |
| Tabla 4. Propuesta de Ejercicios (parte 1). | 35 |
| Tabla 5. Propuesta de Ejercicios (parte 2) (Continuación)..... | 37 |
| | |
| Figura. 1. Anatomía del Menisco..... | 13 |
| Figura. 2. Manguito BFRT | 25 |
| Figura. 3. Presión del Manguito..... | 25 |
| Figura. 4. Propuesta de Ejercicios..... | 28 |
| Figura. 5. Protocolo del Proyecto | 30 |
| Figura. 6. Cronograma de Desarrollo del Proyecto | 31 |

ABREVIATURAS

- **ADD:** Aducción
- **AGL:** Ácidos grasos libres.
- **BFRT:** Entrenamiento con Restricción del Flujo Sanguíneo.
- **DEXA:** Densitometría Fototónica Dual de Rayos X.
- **ECA:** Ensayo controlado aleatorizado.
- **Escala RPE:** Escala de percepción subjetiva del esfuerzo.
- **GC:** Grupo Control.
- **GE:** Grupo Experimental.
- **HDL-C:** Lipoproteínas de alta densidad.
- **HTA:** Hipertensión arterial.
- **IMC:** Índice de masa corporal.
- **IPAQ:** Cuestionario Internacional de Actividad Física.
- **LCA:** Ligamento cruzado anterior.
- **LDL-C:** Lipoproteínas de baja densidad.
- **MET:** Equivalente metabólico.
- **min:** minutos.
- **mmHg:** milímetros de mercurio.
- **MPC:** Movimientos pasivos controlados.
- **OA:** Osteoartritis.
- **OxMaR:** Oxford Minimization and Randomization.
- **PAR-Q:** Cuestionario de Actividad Física y Salud.
- **RED:** Centro de Recuperación y Entrenamiento Deportivo.
- **RM:** Repetición máxima.
- **ROM:** Rango de movimiento.
- **RRSS:** Redes Sociales.
- **s:** segundos.

1. INTRODUCCIÓN:

El menisco desempeña un importante papel biomecánico en la función normal de la rodilla, que incluye el soporte de carga, la absorción de impactos y la estabilidad de la articulación. Los desgarros de menisco son una de las lesiones más frecuentes atendida por traumatólogos, y las meniscectomías parciales artroscópicas son uno de los procedimientos más comunes realizados por cirujanos ortopédicos.(Feeley& Lau, 2018).

1.1 La meniscectomía

La meniscectomía es un proceso que se lleva a cabo cuando existen desgarros meniscales degenerativos o traumáticos como medio de aliviar el dolor a corto plazo. Comúnmente se realiza por medio de un ambulatorio a través de una artroscopia (Burguess, C.J et al.,2022).

Alrededor de un 16% de las mujeres de 50 a 59 años presentan lesiones meniscales degenerativas mientras que un 50% de hombres entre los 70 y 90 años también la padecen (Burguess, C.J et al.,2022).

1.2. Anatomía y fisiología de la rodilla.

Atendiendo a la anatomía y fisiología de la rodilla, la principal función del menisco es la distribución de las cargas a través de la articulación tibiofemoral al convertir las fuerzas de compresión en tensión circular horizontal y la estabilidad en la rodilla. Podemos encontrar por un lado al menisco medial, el cual tiene una forma de C y el menisco lateral con forma de U (Burguess, C.J et al.,2022).

El menisco se compone principalmente de colágeno tipo 1 y tipo 2, en el que podemos encontrar distintas fibras entre el menisco lateral y medial, donde la capa más profunda consta de fibras circunferenciales durante la carga axial; en la capa intermedia podemos encontrar las fibras colocadas radialmente que son las encargadas de brindar resistencia y una última capa más superficial,

compuesta por fibras paralelas que permiten el desplazamiento durante el movimiento (Burguess, C.J et al.,2022).

El menisco medial es el más estable, sus inserciones son el ligamento colateral interno profundo y la cápsula de la rodilla además de las inserciones del asta anterior y posterior en la tibia. El menisco lateral carece de inserción capsular posterolateralmente debido al tendón poplíteo que discurre intraarticularmente entre el menisco y la cápsula. Además, hay dos ligamentos menisofemorales que conectan el cuerno posterior del menisco lateral con el cóndilo femoral medial. Son los ligamentos de Humphrey y Wrisberg. Si bien sólo entre el 42 % y el 46 % de la población general tiene ambos ligamentos, al menos uno está presente en casi todos los pacientes. (Burguess, C.J et al.,2022).

Figura. 1

Anatomía del Menisco.



Arnal, J. (2023c). *Rotura de Menisco.* [Imagen].
<https://traumatologomadrid.es/rotura-de-menisco/>

1.3. La osteoartritis.

No obstante, es común que la degeneración del menisco venga acompañada de osteoartritis (OA), la cual conocemos como un proceso muy complejo que se compone por factores inflamatorios y metabólicos. Se pueden diferenciar dos tipos de osteoartritis (Abramoff, B et al., 2020).

Por un lado, la OA primaria, donde se desconocen las causas y la OA secundaria, que está causada por traumatismos, obesidad o enfermedades.

En cuanto a la sintomatología, el más común es el dolor que presenta el paciente, pudiendo ser este un dolor constante o un dolor más intenso e intermitente, generalmente aumenta con el tiempo (Abramoff, B et al., 2020).

1.4. Restricción del flujo sanguíneo.

Por último, mencionar la importancia que tiene la restricción del flujo sanguíneo (BFRT) en las primeras fases del proceso de recuperación, la cual utilizamos para mejorar la masa y la fuerza del músculo esquelético. Para ello se coloca un manguito especializado para medir la tensión arterial en la extremidad del paciente ajustando la presión hasta que podamos evitar la salida venosa de dicha extremidad, provocando a su vez que haya un desarrollo en un entorno anaeróbico liberando factores de crecimiento, estimulando así la hipertrofia del músculo esquelético. El BFRT lo podemos utilizar con cargas mucho menores para un mayor resultado sobre el 70-80% de 1RM (Sherman et al., 2020).

2. JUSTIFICACIÓN

La meniscectomía parcial por desgarros de menisco es uno de los procedimientos más comunes realizado por los cirujanos ortopédicos. Se han realizado muchas investigaciones para evaluar las consecuencias biomecánicas y los resultados clínicos del desequilibrio del menisco, (Feeley, B. T., & Lau, B. C. (2018)), pero poco se concreta sobre esta lesión en la mujer.

Sabemos que los meniscos juegan un papel fundamental en la distribución de la carga, protegiendo el cartílago hialino liso tanto en el fémur distal como en la tibia proximal, además de ser los responsables de darle estabilidad a la articulación de la rodilla. (Simonetta et al., 2023). Esta alta demanda sobre la lesión nos ha llevado a querer seguir estudiando sobre ella, pero desde un punto de vista diferente. Sabiendo que la rodilla de las mujeres por su estructura anatómica es más propensa a un valgo de rodilla y por tanto a tener una mayor inestabilidad en dicha articulación ¿Cómo responderá una meniscectomía parcial con OA a través de un protocolo de mediciones y ejercicio en la rodilla de las mujeres?

Tras realizar una búsqueda exhaustiva de bibliografía, nos hemos percatado de que existe poca literatura que relacione la meniscectomía con presencia de osteoartritis con mujeres, por lo que nos resulta atractivo colaborar en esta investigación.

Es por lo ya mencionado, que a lo largo de nuestro proyecto se presentan los objetivos e hipótesis, centrados en la influencia del entrenamiento de fuerza en mujeres que hayan pasado una meniscectomía y que tengan presencia de osteoartritis, además del uso de restricción de flujo sanguíneo.

Posteriormente, se abordará el diseño y metodología de nuestro estudio, siendo un estudio controlado aleatorizado, donde se dividirán a las voluntarias en grupo control y grupo experimental. Este último grupo llevará a cabo una propuesta de intervención, elaborada por las investigadoras principales de este proyecto.

3. OBJETIVOS E HIPÓTESIS DEL ESTUDIO

3.1.0. OBJETIVOS GENERALES:

- Analizar el efecto de un programa de entrenamiento de fuerza para la readaptación de 16 semanas en mujeres tras una meniscectomía parcial interna con osteoartritis y el uso de la restricción de flujo sanguíneo durante las dos primeras etapas del programa de ejercicio para la readaptación.

3.1.1. OBJETIVOS ESPECÍFICOS:

- Analizar el efecto del entrenamiento de fuerza en mujeres que hayan sido intervenidas de meniscectomía parcial interna con presencia de OA en los últimos 2 años.
- Comprobar la efectividad del entrenamiento con restricción del flujo sanguíneo en las primeras fases de un proceso de readaptación funcional tras meniscectomía parcial interna con osteoartritis en mujeres.
- Ofrecer pautas de actividad física y alimentación saludable a las participantes del estudio.

3.2. HIPÓTESIS

El entrenamiento de fuerza y la restricción de flujo sanguíneo acelera el proceso de readaptación tras una meniscectomía parcial interna con osteoartritis en mujeres.

4. METODOLOGÍA

4.1. DISEÑO.

En esta propuesta nos encontramos frente a un ensayo controlado aleatorizado (ECA), donde se estudiará la eficacia de un programa de ejercicio de fuerza, así como el uso del entrenamiento con restricción del flujo sanguíneo para la readaptación de meniscectomía parcial interna con OA en mujeres.

4.2. MUESTRA Y FORMACIÓN DE GRUPOS.

4.2.1. CRITERIOS DE INCLUSIÓN

Mujeres de entre 40 y 60 años residentes en la isla de Tenerife y que hayan sido intervenidas de meniscectomía parcial interna con OA en los últimos 2 años.

4.2.2. CRITERIOS DE EXCLUSIÓN:

- Presenta patologías o enfermedades tales como respiratorias o cardíacas que le impiden la realización de ejercicio físico. Para ello, se debe rellenar el cuestionario IPAQ (Anexo 2).
- Personas que presenten hipertensión arterial con valores > 130/80 mmHg.
- Contraindicaciones médicas para la realización de actividad física.
- Luxación completa de rodilla.
- Manejo quirúrgico que requiere reparación de otras estructuras dentro de la rodilla que no sean el LCA y los meniscos.
- Cualquier condición o cirugía que pueda afectar a la marcha.
- Índice de masa corporal ≥ 35 .
- Embarazada.

- Fusión espinal.
- Cualquier dispositivo médico implantado u otra contraindicación para la resonancia magnética.
- Antecedentes de trombosis venosa profunda y/o venas varicosas o antecedentes familiares de trombosis venosa profunda.
- Tomar Warfarina/Coumadin, Clopidogrel/Plavix, Rivaroxabn/Xarelto, Dabigatrán/Pradaxa, Apixaban/Eliguis, Edoxaban/Savaysa, Betrixaban, o cualquier otro anticoagulante que pueda causar sangrado excesivo.
- Alérgico a Betadine o Xylocaine HCL.
- Inflamación reciente, trastornos hemorrágicos, sangrado activo o infección en las extremidades inferiores.
- Disminución de la capacidad para dar consentimiento informado.(Erickson et al., 2019).

4.2.3. TAMAÑO MUESTRAL.

Para la elaboración de la muestra, hemos utilizado la calculadora GRANMO Antaviana.Cat. (2012), pero también nos hemos apoyado en la literatura científica, donde se llevan a cabo protocolos de intervención en pacientes que han sido intervenidos de meniscectomías parcial. (Sarango Rivas, D., et al., 2019)

El tamaño muestral será de 40 mujeres, de los cuales 20 formarán parte del grupo experimental y otras 20 del grupo control.

4.2.4. SELECCIÓN DE GRUPOS.

El muestreo se realizará de 3 principales métodos. Por un lado, el equipo investigador se pondrá en contacto con el área de Atención Integral al Deporte del hospital San Juan de Dios, en segundo lugar, el Centro de Recuperación Deportiva, Entrenamiento y Fisioterapia (RED) y, por último, la utilización de formularios (Anexo 1), que serán expuestos con códigos QR en centros deportivos de la isla y divulgado por redes sociales. Tras la captación de la muestra, contactará vía correo electrónico y se procederá a realizar una

entrevista de manera online o presencial en el Hospital Simulado de la Universidad Europea de Canarias. En ella, se entregará el documento informativo del estudio y el consentimiento informado. Se comprobará que las participantes cumplen con los criterios de selección, donde deberán realizar el cuestionario IPAQ (Anexo 2) y PAR-Q (Anexo 3) y presentar la aprobación médica para la realización de actividad física, asimismo, durante esa semana, se realizarán los test correspondientes.

4.2.5. FORMACIÓN DE GRUPOS.

En cuanto a las características de la muestra estará compuesta por mujeres de entre 40 a 60 años, residentes en la isla de Tenerife y que hayan sido intervenidas de menisectomía parcial interna con presencia de OA en los últimos 2 años. Se formarán dos grupos, un grupo control, el cual no se someterá a el programa de ejercicio, pero si se les realizarán las diferentes mediciones y un grupo experimental el cual realizará el programa de ejercicio y las diferentes mediciones.

4.2.6. ALEATORIZACIÓN Y GRUPOS.

Una vez tenemos seleccionado a nuestra muestra y vemos que cumplen con nuestros requisitos, los participantes serán asignados de manera aleatoria al grupo control o al grupo experimental. Para llevar a cabo este proceso de aleatorización simple hemos utilizado Oxford Minimization and Randomization (OxMaR); ya que esta herramienta ha demostrado ser efectiva en la aleatorización de los grupos control y experimental. (Guillaumes&O'Callaghan, 2019). Una vez conocemos quienes van hacer nuestros grupos control y experimental, se les avisará mediante un correo electrónico.

4.2.7. RECOMPENSA A VOLUNTARIAS.

Las voluntarias que participen en este estudio recibirán un informe detallado de su composición corporal, parámetros sanguíneos, además de un protocolo de ejercicio físico y unas pautas nutricionales diseñadas por dos graduadas en Ciencias de la Actividad Física y el Deporte.

4.2.8. GRUPO EXPERIMENTAL.

Las participantes del grupo experimental, llevará a cabo una propuesta de entrenamiento que tendrá una duración de 16 semanas, con una frecuencia de 3-4 días a la semana. El protocolo de entrenamiento se dividirá en cuatro etapas, tal y como se describe en la Tabla 1.

La etapa 0, será la etapa de recuperación postquirúrgica, tendrá la duración de una semana donde buscaremos minimizar el derrame, controlar el dolor y recuperar la función del cuádriceps. Seguidamente entraremos en la etapa 1, que tendrá una duración de una a seis semanas, la cual corresponde a una fase aguda del tratamiento, donde interactuará la función del rehabilitador y posteriormente la del readaptador, en esta etapa buscaremos movimientos pasivos continuos, disminuir la inflamación con terapia manual, conseguir una fijación del menisco desgarrado, reducir la inflamación y el dolor de la rodilla, pie, tobillo.

En cuanto a la tarea del readaptador en esta etapa será recuperar la extensión completa de la rodilla, buscar la activación del cuádriceps y músculos implicados, además de emplear el BFRT. En cuanto a las consideraciones que debemos tener en esta primera etapa son evitar ejercicios de impacto, cargas axiales y externas.

Posteriormente, pasaremos a la etapa 2, la cual tendrá una duración de la semana seis a la semana ocho, las cuales corresponden a la recuperación funcional del área afectada, buscando una adaptación motriz general. En esta etapa buscamos soportar carga sobre la rodilla operada sin desplazamientos, mantener la extensión de la rodilla, empezar con una flexión progresiva, recuperar el ROM de la rodilla, conseguir un equilibrio de la rodilla operada, normalizar el patrón de la marcha y emplearemos el entrenamiento de BFRT. En cuanto a las consideraciones que debemos tener en cuenta en esta etapa, es trabajar en cadena cinética cerrada y hacer hincapié en la cadena posterior, (glúteos, isquiosurales y gastronemios).

En la etapa 3, (de la semana ocho a la dieciséis), las cuales corresponden a readaptación física, buscando la adaptación motriz específica. En esta etapa se busca mantener el ROM completo de la articulación de la rodilla, conseguir la cinemática de carga normal, restablecer la estabilidad durante las actividades monopodales, alcanzar la propiocepción del hemisferio superior, *Return To Play*. (Tabla 1).

El grupo experimental, tendrá un seguimiento de registro de actividad física a través de acelerómetros ActiGraph para controlar que no están realizando otro tipo de actividad fuera del protocolo de ejercicio programado por este estudio y los resultados no se vean alterado por el mismo.

4.2.9. GRUPO CONTROL:

El grupo control no realizarán ninguna de las propuestas de intervención. Se les pedirá que realicen vida normal; no obstante, se someterán a las mismas mediciones que el grupo experimental, las cuales se realizarán 7 días antes de empezar con el protocolo y 7 días después de acabar con el protocolo.

Para asegurarnos de que este grupo no está realizando actividad física fuera de lo habitual se les llevará un seguimiento a través de acelerómetros ActiGraph.

4.3. VARIABLES Y MATERIAL DE MEDIDA.

En relación con las variables a medir, se realizarán dos veces (medición pre y post intervención). La medición pre se llevará a cabo durante los 7 días previos a la realización del programa de ejercicio de 16 semanas y la medición post, durante los 7 días posteriores a la finalización del programa de ejercicio.

Asimismo, las investigadoras de este estudio estarán encargadas de realizar las mediciones. Sin embargo, se contará con la colaboración de un médico, un enfermero y técnicos de laboratorio que realizarán algunas de las pruebas que se llevarán a cabo. Estas mediciones se realizaran en el Hospital Simulado de la Universidad Europea de Canarias y en el orden que se detalla a continuación:

4.3.1. CUESTIONARIOS IPAQ Y PAR-Q:

Se realizará el cuestionario IPAQ y PAR-Q a nuestras voluntarias. Se han elegido estos cuestionarios debido a que ambos están validados y presentan una alta fiabilidad.

El cuestionario IPAQ, se utilizará para recoger datos del gasto energético (METs) pre y post el programa de ejercicio, además de poder contrastar los datos que nos ofrecerá el acelerómetro. Este cuestionario se realizará nuevamente en la semana de mediciones post intervención.

Además, el cuestionario PAR-Q lo usaremos para conocer si las participantes presentan algún criterio de exclusión o, alguna condición que no les permita participar en nuestro estudio.

4.3.2. DATOS ANTROPOMÉTRICOS:

Según nos expone (Dai et al., 2019) los pacientes que presentan un índice de masa corporal (IMC) superior a 35 kg/m² presentan peores resultados tras una meniscectomía que los pacientes que presentan un IMC inferior a 30 kg/m².

En este mismo estudio, también se ha demostrado que valores altos de IMC, es uno de los principales factores de riesgo que favorece el desarrollo de osteoartritis en rodillas con meniscectomía.

Este análisis se realizará mediante absorciometría de rayo X de energía dual (DEXA).

No obstante, antes de realizar este análisis DEXA, realizaremos mediciones de estatura y peso, estas se realizarán con el tallímetro y la báscula de los que disponemos en el Hospital Simulado de la Universidad Europea de Canarias.

4.3.3. PARÁMETROS SANGUÍNEOS:

Del mismo modo (Dai et al., 2019) también nos demuestra que altos valores de dislipemia, que se caracteriza por altos niveles de triglicéridoscolesterol LDL, ácidos grasos libres (AGL) y el colesterol HDL, también está relacionado con la aparición y el desarrollo de la OA.

4.3.4. RANGO DE MOVIMIENTO.

El rango de movimiento será una de las principales variables a medir, debido a que según (Li et al., 2020) el rango de movimiento se ve disminuido de manera significativa tras una menissectomía parcial.

Para el análisis de esta variable, se utilizará, por un lado, el programa de análisis y estudio de imágenes y vídeos Kinovea, en su versión 0.9.5. Además de un goniómetro de la firma AnthroFlex.

4.3.5. FUERZA DEL CUÁDRICEPS.

En relación a la fuerza del cuádriceps tras una menissectomía parcial, (McLeod et al., 2012) establece que se produce por una debilidad en la musculatura tras la intervención, principalmente en el primer mes. Asimismo, también se observa que esta debilidad genera una pérdida de estabilidad en la rodilla de manera significativa, derivando a la degeneración de la articulación de la rodilla y, por consecuencia, la aparición de OA.

Tabla 1.
Propuesta de Intervención.

| | FASE AGUDA DEL TRATAMIENTO REHABILITACIÓN | | RECUPERACIÓN FUNCIONAL ADAPTACIÓN MOTRIZ GENERAL | | READAPTACIÓN FÍSICA ADAPTACIÓN MOTRIZ ESPECÍFICA | |
|-----------------|--|--|---|--|---|--|
| | ETAPA 0 | ETAPA 1 | ETAPA 2 | | ETAPA 3 | |
| DURACIÓN | 0-1 sem | 1-6 sem | 6-8 sem | | 3-4 meses | |
| FRECUENCIA | 3-4 días/sem | 3-4 días/sem | 3-4 días/sem | | 3-4 días/sem | |
| OBJETIVOS | <ul style="list-style-type: none"> - Minimizar el derrame controlar el dolor y recuperar la función del cuádriceps. | <ul style="list-style-type: none"> - Movimientos pasivos continuo con (MPC). - Disminuir la inflamación con terapia manual. - Conseguir una fijación del menisco desgarrado. - Reducir la inflamación y el dolor de rodilla, pie y tobillo. <p>Tareas del readaptador:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Recuperar la extensión completa de la rodilla. - Activación del cuádriceps y músculos implicados. | <ul style="list-style-type: none"> - Soportar carga sobre la rodilla operada sin desplazamiento. - Mantener la extensión de la rodilla. - Empezar con una flexión progresiva. - Recuperar ROM completo. - Conseguir un equilibrio de la rodilla operada. - Normalizar el patrón de la marcha. | <ul style="list-style-type: none"> - Mantener el ROM completo de la articulación de la rodilla. - Conseguir la cinemática de carga normal. - Reestablecer la estabilidad durante las actividades monopodales. - Alcanzar la propiocepción del hemisferio superior. - Alcanzar un patrón de marcha normal. - Returntoplay | | |
| CONSIDERACIONES | | <ul style="list-style-type: none"> - Máximo cuidado en la articulación dañada e inflamada. - Evitar ejercicios de carrera, saltos y actividades pliométricas. - Ejercicios con carga externa. | <ul style="list-style-type: none"> - Ejercicios en cadena cinética cerrada y abierta. - Hacer hincapié en la cadena posterior. (Isquiosurales, glúteo, gastrocnemios.) | | | |

4.4. PROTOCOLO BFRT

El entrenamiento con restricción del flujo sanguíneo (BFRT), se basa en la aplicación de un torniquete externo que se coloca alrededor de un segmento muscular, con el objetivo de generar una condición de hipoxia en el músculo. Actualmente, el BFRT, se usa en combinación de entrenamientos de fuerza, aeróbico o en condiciones pasivas, provocando adaptaciones a corto y a largo plazo.(Martínez, 2019).

El BFRT, con el entrenamiento de fuerza de baja intensidad (20-30% 1RM) ha demostrado promover incrementos de masa muscular similares a los obtenidos en entrenamientos de fuerza de alta intensidad. (Martínez, 2019). Además, se ha demostrado que el BFRT mejora preferentemente el área de sección transversal de las fibras musculares y aumenta el número de células satélite en pacientes sanos(Erickson et al., 2019).

4.4.1. OBJETIVO:

Evaluar el efecto del BFRT, mediante una propuesta de ejercicios en las primeras fases tras una menisectomía con OA, sobre la ganancia de fuerza en el cuádriceps, isquiosurales y glúteos, además de una mejora en la biomecánica de la rodilla; ya que la falta de fuerza en esta musculatura provocará que el proceso de readaptación sea más lento, empeore la calidad de vida, y la OA sea mucho más grave.

4.4.2. MATERIALES Y MÉTODO.

Para dicha propuesta, se requerirá de un ecógrafo (Sonoscape S20); Manguitos de H + Cuff, el cual dispone de dos manguitos de diferentes anchuras, miembro superior e inferior; bancas elásticas de color rojo resistencia media, utilizada para entrenamientos preventivos (Odoland), mini bandas, nivel de tensión ligero de la marca (Jateka); fitball (MyProtein) de 65 cm; pelota (Mambo Max 25-27cm); toalla de baño pequeña.

Figura. 2

Manquito BFRT



4.4.3. METODOLOGÍA.

En primer lugar, colocaremos la banda en la parte más proximal del muslo, para posteriormente darle presión de manera manual al manguito.

Para medir el pulso usaremos el ecógrafo, donde lo mediremos a través de la arteria tibial posterior, hasta que la extremidad se encuentre en un estado de hipoxia, para posteriormente trabajar a un 70-80% de esa presión máxima. Por ejemplo, si determinamos mediante el ecógrafo que a 450 mmHg la pierna se encuentra en hipoxia, debemos trabajar entre un 70-80% de esta presión, es decir, a 360 mmHg.

Figura. 3

Presión del Manquito



Cada sesión de BFRT tendrá una duración de 20 minutos, donde realizaremos 10 ejercicios, de cuatro series, donde en la primera serie haremos 30 repeticiones y en las demás 15.

Entre serie y serie se descansará aproximadamente 60 s, dependiendo de la demanda de cada ejercicio y lo fatigado que se encuentre el sujeto. Cuando vamos a cambiar de ejercicio el tiempo de descanso será mayor entre 2-3 min, en este tiempo de recuperación se le quita la presión al manguito y se le vuelve a poner al iniciar el nuevo ejercicio. La intensidad de los ejercicios aumentará progresivamente si el sujeto percibe menos de un 7 en la escala de calificación del esfuerzo percibido.

Se llevará a cabo en la etapa 1 y 2 de la propuesta de intervención (Tabla 1), una vez empezamos con el patrón de la marcha. Se realizará 1 vez a la semana hasta finalizar con la segunda etapa. (Cabanillas. R. 2020) Posteriormente podemos ver una tabla resumen de la metodología.

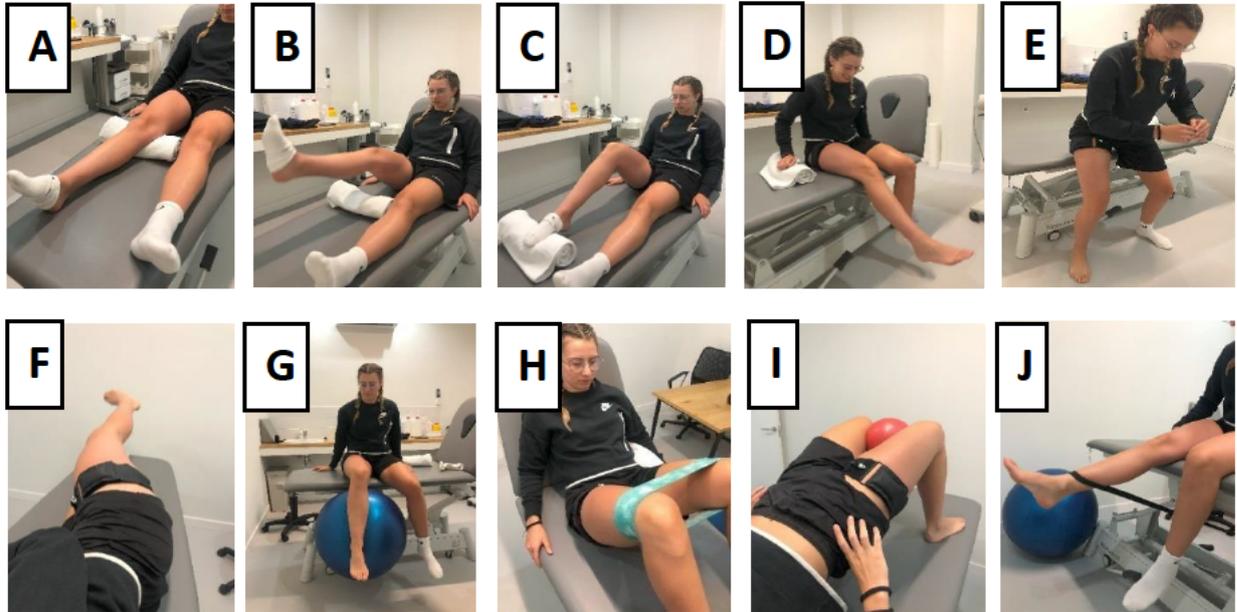
Tabla 2.

Metodología BFRT.

| Intensidad | Duración | Frecuencia | Series | Repeticiones | Presión |
|---|-------------------------|---|---------------|---------------------|------------------------|
| Aumenta de manera progresiva siempre que sea menos de 7 en la escala RPE. | Aproximadamente 20 min. | 1 día/sem durante 1-2 etapa protocolo de entrenamiento. | 4 | 30-15-15-15 | 70-80% presión máxima. |

Figura. 4

Propuesta de Ejercicios.



A) Ejercer fuerza contra la toalla. B) Flexión de cadera, rodilla extendida. C) Flexión de rodilla, aproximar la toalla. D) Extensión de rodilla, sentado en la camilla. E) Sentadilla, poco ROM. F) ABD de cadera tumbado de lado, G) Isométrico, flexión rodilla sentada en la camilla. H) ABD cadera, sentada con mini banda. I) Puente de glúteo + ADD con fitball pequeño. J) Extensión rodilla resistencia elástico.

4.5. PROCEDIMIENTO:

Tal y como se muestran en las figuras 5 y 6, el comienzo de este estudio será el 18 de septiembre de 2023, se comenzará con el muestreo y la captación de voluntarias. Esto se hará a través del Hospital San Juan de Dios, a través del centro de Recuperación Deportiva, Entrenamiento y Fisioterapia RED y con la elaboración y posterior difusión en redes sociales (RRSS) y centros de salud de un formulario (Anexo 1). Este periodo finalizará el 31 de diciembre.

Dos semanas más tarde, a partir del 8 de enero, se llevará a cabo, durante esa semana, se realizarán los test previos a la propuesta de intervención. Se comenzará el con la elaboración de los cuestionarios IPAQ (Anexo 2) y PAR-Q (Anexo 3), las responsables de esto serán las investigadoras principales de este estudio.

Posteriormente, el martes 9 de enero, se procederá a la medición de la composición corporal mediante DEXA y biomedancia y la medición de parámetros sanguíneo mediante analítica de sangre, esto lo llevarán a cabo los técnicos de laboratorio y el equipo médico que estará presente durante el transcurso de todo el proyecto. Se les pedirá a las voluntarias que acudan en ayunas a la elaboración de estos test, ya que, por lo contrario, los resultados se verán sesgados.

El último día de elaboración de test será el miércoles 10 de enero, durante ese día se elaboran las mediciones de rango de movimiento y de fuerza del cuádriceps, nuevamente serán las investigadoras del estudio las encargadas de realizarlas.

Durante los días restantes de la semana de mediciones, se procederá al análisis de los datos obtenidos y a la comunicación tanto de exclusiones de voluntarias como a informarles de la aceptación en la colaboración de este estudio.

Figura. 5

Protocolo del Proyecto.

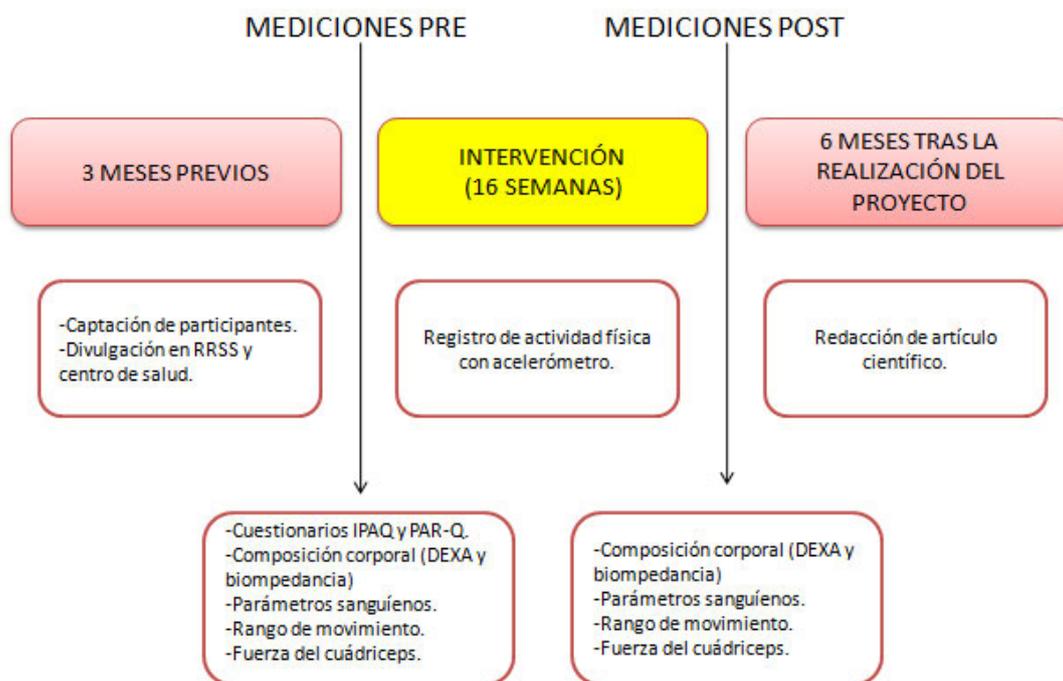
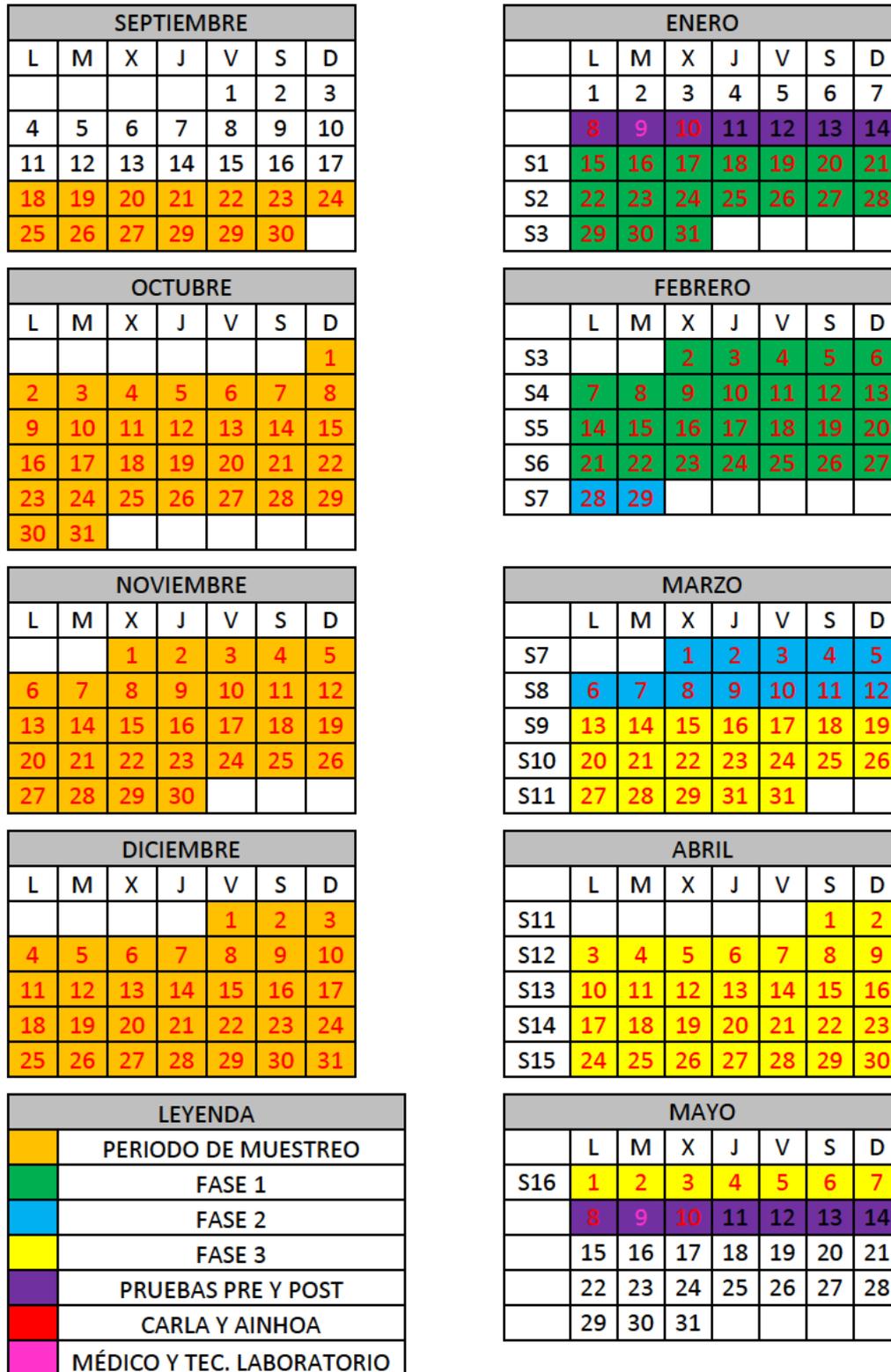


Figura. 6

Cronograma de Desarrollo del Proyecto.



Tras ello, se llevará a cabo el programa de intervención. Este proceso, tendrá una duración de 16 semanas, donde se llevarán a cabo 55 sesiones de entrenamiento de manera aproximada. Cada una de ellas con una duración de 60 minutos, repartíéndose en 15 minutos de activación, 40 minutos de parte principal y 5 minutos de vuelta a la calma.

Dividiéndose en semanas, fases de readaptación y principales ejercicios tal y como se detalla en la Tabla 1.

Las sesiones correrán a cargo de Graduados en Ciencias de la Actividad Física y del Deporte, siendo estos las dos investigadoras de este estudio.

Se desarrollarán en el centro deportivo Recuperación Deportiva, Entrenamiento y Fisioterapia (RED). Donde disponemos de todo el material de gimnasio además del manguito para la restricción de flujo sanguíneo.

Cada sesión de entrenamiento se dividirá en tres partes. Activación, parte principal y vuelta a la calma. La activación tendrá una duración de unos 15 minutos, donde se realizarán ejercicios de movilidad de la cintura escapular, movilidad torácica, movilidad pélvica y movilidad del miembro inferior. Posteriormente se realizarán ejercicios de estabilización del core y dinámica. Además de los patrones básicos que se desarrollarán en la parte principal.

La parte principal durará 40 minutos, en ella se desarrollarán ejercicios divididos en dominantes de cadera, dominantes de rodilla, patrón de la marcha y equilibrio. Esta propuesta se mantendrá las 16 semanas, no obstante, en cada semana esta irá progresando (Tabla 1); es decir, se aplicarán variantes de la propuesta inicial con el propósito de mejorar el estímulo que se lo ofrece a los participantes, para que este sea correcto y efectivo, siguiendo las recomendaciones de la bibliografía existente.

Por último, la vuelta a la calma tendrá una duración de 5 min. Las participantes se realizarán liberación miofascial con FoamRoller y pelota de masaje de manera autónoma. Asimismo, se aprovechará este momento para que se solventen

posibles dudas que tengas las participantes, así como para dar y recibir feedback de la sesión y del programa de entrenamiento para la readaptación funcional.

Durante el programa de intervención, también se llevará a cabo una recopilación de datos de registro de actividad física, tanto en el grupo control como en el experimental. Para ello, se usará el acelerómetro ActiGraph. Esto se realizará con el propósito de controlar la actividad física de las voluntarias y asegurarnos de que no modifican sus hábitos de vida, pudiendo esto interferir en los resultados que se obtendrán en nuestro estudio.

Cabe destacar que tanto antes como después de cada sesión de entrenamiento, las voluntarias realizarán unos cuestionarios mediante los cuales recogeremos más información relevante.

Tabla 3. Series y Repeticiones.

| Semana | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 |
|------------------------------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| Fase | 1º | 1º | 1º | 1º | 1º | 1º | 2º | 2º | 3º | 3º | 3º | 3º | 3º | 3º | 3º | 3º |
| Sesión | 1-3 | 4-6 | 7-9 | 10-12 | 13-15 | 16-18 | 19-21 | 22-24 | 25-27 | 28-30 | 31-33 | 34-36 | 37-39 | 40-43 | 44-46 | 47-49 |
| Nº de series. | 2 | 2 | 2 | 2 | 3 | 3 | 2 | 3 | 2 | 2 | 2 | 2 | 3 | 3 | 3 | 2 |
| Nº de repeticiones | 10 | 10 | 12 | 12 | 8 | 10 | 10 | 10 | 10 | 12 | 12 | 12 | 10 | 10 | 12 | 12 |
| Repeticiones totales. | 20 | 20 | 24 | 24 | 24 | 30 | 20 | 30 | 20 | 24 | 24 | 24 | 30 | 30 | 30 | 24 |

Tabla 4. Propuesta de Ejercicios (parte 1).

| Nº Semanas | 1-2 | 3-4 | 5-6 | 7-8 |
|----------------------|--|---|--|---|
| Fase | 1º | 1º | 1º | 2º |
| Dominante de Cadera | <p>Add sin resistencia externa.</p> <p>Abd sin Resistencia externa.</p> <p>Extensión sin resistencia externa.</p> <p>Clam shell sin Resistencia externa.</p> | <p>Add con miniband de baja Resistencia.</p> <p>Abd con miniband de baja resistencia (pasos laterales).</p> <p>Extensión con miniband de baja resistencia.</p> <p>Cleamshell con miniband de baja Resistencia.</p> | <p>Add con superband y perturbaciones.</p> <p>Abd con superband y perturbaciones.</p> <p>Extensión con superband o deslizantes.</p> <p>Cleamshell con miniband y desde decúbito lateral</p> | <p>Peso muerto barra.</p> <p>Puente de glúteo bilateral.</p> <p>Patada de isquiosen polea.</p> |
| Dominante de Rodilla | <p>Isométrico de cuádriceps con súper banda y sin perturbaciones.</p> <p>Extensión de rodilla bipedestación con elástico.</p> <p>Paso adelante con elástico altura la rodilla lateral.</p> | <p>Isométrico de cuádriceps con resistencia manual y perturbaciones.</p> <p>Posición de zancada, la resistencia de la rodilla del pie que no tiene resistencia pasa adelante y atrás.</p> <p>Extensión de rodilla desde posición sedente, con resistencia desde el tobillo.</p> | <p>Isométrico de cuádriceps con superband con perturbaciones.</p> <p>Posición de zancada, la resistencia de la rodilla del pie que no tiene resistencia pasa adelante y atrás con perturbaciones externas.</p> <p>Extensión de rodilla posición sedente,</p> | <p>Rugby squat sin resistencia (1ºsem).</p> <p>Rugby squat con polea cónica resistencia baja.</p> <p>Curl de isquios en polea cónica.</p> |

| Nº Semanas | 1-2 | 3-4 | 5-6 | 7-8 |
|---------------------|---|---|---|--|
| Fase | 1º | 1º | 1º | 2º |
| | | | mayor resistencia desde el tobillo. | |
| Patrón de la Marcha | Circuito básico con vallas donde se den movimientos de flexión de cadera y rodilla. | Paseo con vallas frontal con distracciones y movimientos de flexo-extensión de cadera y rodilla. | Paseo de vallas lateral con caída monopodal y flexión de cadera y rodilla contraria. | Zig-zag entre conos + flexo- extensión cadera-rodilla monopodal. |
| Equilibrio | Pasos cortos con rotaciones saco de agua. Punteras – talón. | Monopodal, mano contraria ir a tocar rodilla opuesta. Foam, posición bipedestación, Flexión de cadera + abd para finalizar en extensión. | Sentadilla monopodal sobre plano. Posición bipedestación, sobre plataforma vibratoria realizar el reloj. | Posición bipedestación, en monopal, con pie de suspensión en pared, flexión de cadera cambiar KTB de una mano a otra. Posición bipedestación resistencia desde posterior, agarre unilateral, pierna contraria, flexión-extensión con inclinación de tronco. |

Tabla 5. Propuesta de Ejercicios (parte 2) (Continuación).

| Nº de Semanas | 9-10 | 11-12 | 13-14 | 15-16 |
|----------------------|--|---|---|--|
| Fase | 3º | 3º | 3º | 3º |
| Dominante de Cadera | <p>Peso muerto + tracción.</p> <p>Puente de glúteo con press vertical.</p> <p>Patada de isquios en polea con dominancia de excéntrico.</p> | <p>Peso muerto monopodal con KTB.</p> <p>Puente de glúteo monopodal con mancuerna.</p> <p>Patada de isquios en bipedestación sostenido de la propia polea para equilibrio.</p> | <p>Puente de glúteo sobre cajón.</p> <p>Puente de glúteo con fitball.</p> <p>Puente de glúteo piernas sobre elástico, rodillas extendidas, alternar una pierna y otra.</p> | <p>Monopodal, flexión de cadera + rotación pierna que no está apoyada.</p> <p>Sentadilla búlgara con inclinación del tronco, extensión de cadera.</p> <p>Frenar KTB, en extensión de cadera.</p> |
| Dominante de Rodilla | <p>Isquios yoyo.</p> <p>Rugby squad con resistencia.</p> <p>Subida a escalón</p> | <p>Isquios yoyo subir con dos, bajar con uno.</p> <p>Sentadilla en plano bipodal.</p> | <p>Sentadilla en plano monopodal sin resistencia.</p> <p>Zancada lateral (sin resistencia).</p> <p>Pivote, elástico adelante.</p> | <p>Frenadas en polea.</p> <p>Pasos frontales con resistencia venga de adelante.</p> <p>Zancada lateral carga + empuje.</p> |
| Patrón de la Marcha | <p>Paseo de bases inestables con movimientos de flexo-extensión de cadera y rodilla.</p> | <p>Paseo de bases inestables pronunciando el gento de flexo-extensión cadera, rodilla y pinado de medio pie a talón.</p> | <p>Salto de vallas bipodal + flexo- extensión cadera-rodilla monopodal.</p> | <p>Salto de vallas monopodal+ flexo-extensión rodilla-cadera.</p> |
| Equilibrio | <p>Posición desde bipedestación, monopodal, realizar halo con slam.</p> <p>En bipedestación con sliders flexión + extensión + ABD.</p> | <p>En posición bipedestación con sliders flexión, extensión, abd y add.</p> <p>En posición bipedestación, monopodal, saco de agua rotación de tronco con flexión de cadera.</p> | <p>En posición de bipedestación, monopodal, resistencia lateral unilateral, salto lateral monopodal.</p> <p>En posición bipedestación, monopodal, con los ojos cerrados, perturbaciones externas.</p> | <p>Plataforma vibratoria, en posición de bipedestación, en monopodal, con perturbaciones.</p> <p>En posición de bipedestación, salto monopodal, golpear móvil externo.</p> |



| Nº de Semanas | 9-10 | 11-12 | 13-14 | 15-16 |
|---------------|---|---|---|--|
| Fase | 3º | 3º | 3º | 3º |
| Pliometría | Isométrico de bíceps + salto. Plataforma vibratoria sentadilla salto. | Split dinámico Doble salto horizontal. | Doble salto horizontal (Bipodal). Salto con choque fitball. | Skaterjump. Salto de bosu a plataforma vibratoria. |

Tras finalizar todo el programa de intervención, exactamente en la semana siguiente, se desarrollarán nuevamente los test, tanto de composición corporal y biomedancia, parámetros sanguíneos, rango de movimiento y fuerza del cuádriceps. En este caso, los cuestionarios IPAQ y PAR-Q no se llevarán a cabo.

Una vez finalizados los test y el análisis de los resultados obtenidos, se emplearán en torno a 6 meses para la redacción de un artículo científico en inglés, que estará basado en los resultados obtenidos en este estudio. Con el propósito de enriquecer la evidencia científica relacionada con la meniscectomía parcial interna con osteoartritis en mujeres.

4.6. ANÁLISIS ESTADÍSTICO:

Para nuestras variables cuantitativas, utilizaremos las siguientes pruebas paramétricas:

- **Media:** nos permitirá conocer el valor alrededor del cual giran la mayoría de los datos.
- **Desviación típica:** nos permitirá conocer cuánto se alejan los valores de la media calculada anteriormente.
- **Error estándar de la media:** nos permitirá conocer como se ajusta la media que hemos calculada anteriormente con la muestra de mujeres de nuestro estudio.

Para otras variables cuantitativas y cualitativas emplearemos las siguientes pruebas no paramétricas:

- **Frecuencia absoluta:** nos permitirá conocer el valor que más se repite.
- **Frecuencia relativa:** nos permitirá conocer el porcentaje de cada valor repetido.

El análisis estadístico se realizará usando software libre (paquete estadístico R, SPSS y Microsoft Excel) utilizando el modelo de medidas repetidas adecuado a la naturaleza de los datos y a los objetivos del proyecto. En caso de ser necesario, se ajustará el modelo por aquellas variables que introduzcan algún tipo de sesgo; entre ellas las variables confusoras. Las asociaciones entre variables se determinarán por regresión lineal (coeficiente de correlación de Pearson o Spearman). La significación estadística se establecerá en $P < 0.05$ y el índice de confianza será del 95%.



4.7. IMPACTO CIENTÍFICO Y DIFUSIÓN DE LOS RESULTADOS:

Tras la finalización de nuestro estudio se publicarán, de manera aproximada, 2 artículos en inglés en revistas de ciencias del deporte. Asimismo, se van a divulgar los resultados en congresos nacionales y en la página web de la Universidad Europea de Canarias.

4.8. IMPACTO SOCIAL Y TRANSFERENCIA:

Con este estudio se pretende que se puedan establecer programas más efectivos para la readaptación de menisectomía parcial interna con OA. Además, se pretende concienciar de la importancia de presentar un buen estado de salud, ya que ésta contribuye a una buena intervención quirúrgica y a un mejor proceso de readaptación.

4.9. PRESUPUESTOS Y FUENTES DE FINANCIACIÓN:

Se pretende pedir financiación en convocatorias públicas y privadas tales como el Gobierno de Canarias o el Cabildo de Tenerife. También solicitaríamos financiación en alguna convocatoria de la Universidad Europea. No obstante, el proyecto se podrá desarrollar con la colaboración de la Universidad Europea de Canarias y los convenios con los que esta institución cuenta.

5. EQUIPO INVESTIGADOR.

En cuanto al equipo investigador con el que se contará en este estudio será el siguiente:

1. Dos técnicos de laboratorio de la Universidad Europea de Canarias. Colaborarán principalmente en la semana previa y posterior a la investigación en la elaboración de los test que se les realizarán a las voluntarias.
2. Un matemático estadístico que colaborará con el análisis de los datos.
3. Un médico que supervisará el estudio y dará soporte sanitario.
4. Un enfermero/a que dará soporte para las extracciones de sangre.
5. Un fisioterapeuta.

6. Un profesor del Grado en Ciencias de la Actividad Física y del Deporte. En este caso Ismael Pérez Suárez.
7. Las investigadoras principales de este proyecto, Carla Cano Delgado y Ainhoa Estévez Hernández.

6. VIABILIDAD DEL ESTUDIO.

El proyecto presenta una gran viabilidad puesto que contamos con todos los medios materiales necesarios en la UEC. En cuanto a la financiación para este estudio tenemos previsto solicitar ayuda en convocatorias privadas y públicas.

Además, el Centro de Recuperación Deportiva, Entrenamiento y Fisioterapia RED (que tiene un convenio de colaboración con la UEC) y el apoyo del área de Atención Integral al Deporte del Hospital San Juan de Dios junto con la ayuda del COLEF Canarias nos permitiría desarrollar este estudio.

En cuanto a las limitaciones del estudio, se debe tener en cuenta la condición física de cada participante, puede ser diferente. Algunas participantes pueden estar familiarizadas con este protocolo de ejercicio y otras no. Este protocolo de ejercicio es muy generalizado.

Otra limitación de nuestro estudio es que no comparamos nuestra propuesta de entrenamiento funcional con un entrenamiento de metodología tradicional para la readaptación.

7. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS:

Sherman, S. L., DiPaolo, Z. J., Ray, T. E., Sachs, B. M., & Oladeji, L. O. (2020). Meniscus Injuries. *Clinics in Sports Medicine*, 39(1), 165-183. <https://doi.org/10.1016/j.csm.2019.08.004>

Arnal, J. (2023). Rotura de Menisco - Juan Arnal: Traumatologo en Madrid. *Juan Arnal: Traumatologo en Madrid*. <https://traumatologomadrid.es/rotura-de-menisco/>

Abramoff, B., & Caldera, F. E. (2020). Osteoarthritis: Pathology, Diagnosis, and Treatment Options. *The Medical clinics of North America*, 104(2), 293–311. <https://doi.org/10.1016/j.mcna.2019.10.007>

Antaviana.Cat. (2012). *Calculadora*. Antaviana.Cat. (2012). <https://www.imim.es/ofertadeserveis/software-public/granmo/>

Erickson, L. N., Lucas, K. C. H., Davis, K. A., Jacobs, C. A., Thompson, K. L., Hardy, P. A., Andersen, A. H., Fry, C. S., & Noehren, B. W. (2019). Effect of Blood Flow Restriction Training on Quadriceps Muscle Strength, Morphology, Physiology, and Knee Biomechanics Before and After Anterior Cruciate Ligament Reconstruction: Protocol for a Randomized Clinical Trial. *Physical Therapy*, 99(8), 1010-1019. <https://doi.org/10.1093/ptj/pzz062>

Feeley, B. T., & Lau, B. C. (2018). Biomechanics and Clinical Outcomes of Partial Meniscectomy: *Journal of the American Academy of Orthopaedic Surgeons*, 26(24), 853-863. <https://doi.org/10.5435/JAAOS-D-17-00256>

Li, Y., Wu, Y., Zeng, Y., & Gu, D. (2020). Biomechanical differences before and after arthroscopic partial meniscectomy in patients with semilunar and discoid

lateral meniscus injury: *American journal of translational research*, 12(6), 2793–2804.

Martínez, M. P. (2019). Uso del entrenamiento con restricción del flujo sanguíneo en España: Un estudio transversal: *Journal of Sport and Health Research*. 11(2):171-186.

McLeod, M. M., Gribble, P., Pfile, K. R., & Pietrosimone, B. G. (2012). Effects of Arthroscopic Partial Meniscectomy on Quadriceps Strength: A Systematic Review. *Journal of Sport Rehabilitation*, 21(3), 285-295. <https://doi.org/10.1123/jsr.21.3.285>

Sarango Rivas, D., Veliz Vargas, J., Mosquera Castro, L., Ajila Vacacela, J., Chamba Saldarriaga, K., Saltos Saltos, P., & Torres Galarza, J. (2019). Tratamiento de las lesiones meniscales degenerativas: Meniscectomía artroscópica vs. Terapia física. *Revista Ecuatoriana De Ortopedia Y Traumatología*, 8(Fascículo 1), 35-40.

Simonetta, R., Russo, A., Palco, M., Costa, G. G., & Mariani, P. P. (2023). Meniscus tear treatment: The good, the bad and the ugly-patterns classification and practical guide: *World Journal of Orthopedics*, 14(4), 171-185. <https://doi.org/10.5312/wjo.v14.i4.171>

Erickson, L. N., Lucas, K. C. H., Davis, K. A., Jacobs, C. A., Thompson, K. L., Hardy, P. A., Andersen, A. H., Fry, C. S., & Noehren, B. W. (2019). Effect of Blood Flow Restriction Training on Quadriceps Muscle Strength, Morphology, Physiology, and Knee Biomechanics Before and After Anterior Cruciate Ligament Reconstruction: Protocol for a Randomized Clinical Trial. *Physical Therapy*, 99(8), 1010-1019. <https://doi.org/10.1093/ptj/pzz062>



8. ANEXOS

Anexo 1

Formulario de Muestreo.

Enlace formulario: <https://forms.gle/JiLfftzyMTdFiYL7>

Efectos de un programa de ejercicio para la readaptación funcional tras meniscectomía parcial interna con osteoartritis. Un proyecto de estudio controlado aleatorizado (ECA).

A continuación, se formularán una serie de preguntas con el objetivo de llevar a cabo el muestreo de una investigación científica. Se pretende estudiar la influencia del entrenamiento de fuerza en mujeres tras una meniscectomía parcial interna con presencia de osteoartritis. Por favor, responda con total sinceridad para no alterar los resultados obtenidos tras el estudio.

** Indica que la pregunta es obligatoria*

1. Nombre y apellidos. *

2. Sexo *

Marca solo un óvalo.

Hombre

Mujer

Prefiere no especificar

3. Edad *

4. Dirección de correo electrónico *

5. ¿Se le ha realizado una meniscectomía parcial interna? *

Marca solo un óvalo.

- Si
 No

6. Presenta osteoartritis *

Marca solo un óvalo.

- Si
 No

7. ¿Presenta alguna enfermedad? *

Marca solo un óvalo.

- Si
 No

8. Si ha respondido SÍ ¿Podría especificarla detalladamente?

9. ¿Toma medicación habitualmente? *

Marca solo un óvalo.

- Si
 No

10. Si ha respondido Sí, ¿Podría especificarlo detalladamente?

11. ¿Ha sufrido alguna lesión? *

Marca solo un óvalo.

Sí

No

12. Si ha respondido Sí, ¿Podría especificarla detalladamente?

13. ¿Tiene alguna recomendación médica para la realización de actividad física? *

14. ¿Su médico le ha prohibido la práctica de actividad física? *

Marca solo un óvalo.

Sí

No

15. ¿A qué se debe la prohibición de actividad física? *

16. ¿Cuándo ha sido la última vez que se realizó un chequeo médico? *

17. ¿Cómo son sus ciclos menstruales? *

18. ¿Se encuentra en la fase de amenorrea? *

Marca solo un óvalo.

Sí

No



19. ¿Qué sintomatología presentó al inicio de la amenorrea? Explíquelo detalladamente

20. ¿Considera que esa sintomatología fue un factor limitante en su vida diaria?

21. ¿Por qué está interesada en participar en este estudio? *

Este contenido no ha sido creado ni aprobado por Google.

Google Formularios

Anexo 2

Cuestionario Internacional de Actividad Física
(Physical Activity Questionnaire). IPAQ en su versión simplificada.

CUESTIONARIO INTERNACIONAL DE ACTIVIDAD FÍSICA

Estamos interesados en saber acerca de la clase de actividad física que la gente hace como parte de su vida diaria. Las preguntas se referirán acerca del tiempo que usted utilizó siendo físicamente activo(a) en los **últimos 7 días**. Por favor responda cada pregunta aún si usted no se considera una persona activa. Por favor piense en aquellas actividades que usted hace como parte del trabajo, en el jardín y en la casa, para ir de un sitio a otro, y en su tiempo libre de descanso, ejercicio o deporte.

Piense acerca de todas aquellas actividades **vigorosas** que usted realizó en los **últimos 7 días**. Actividades **vigorosas** son las que requieren un esfuerzo físico fuerte y le hacen respirar mucho más fuerte que lo normal. Piense *solamente* en esas actividades que usted hizo por lo menos 10 minutos continuos.

1. Durante los **últimos 7 días**, ¿Cuántos días realizó usted actividades físicas **vigorosas** como levantar objetos pesados, excavar, aeróbicos, o pedalear rápido en bicicleta?

_____ días por semana

Ninguna actividad física vigorosa → **Pase a la pregunta 3**

2. ¿Cuánto tiempo en total usualmente le tomó realizar actividades físicas **vigorosas** en uno de esos días que las realizó?

_____ horas por día

_____ minutos por día

No sabe/No está seguro(a)

Piense acerca de todas aquellas actividades **moderadas** que usted realizó en los **últimos 7 días**. Actividades **moderadas** son aquellas que requieren un esfuerzo físico moderado y le hace respirar algo más fuerte que lo normal. Piense *solamente* en esas actividades que usted hizo por lo menos 10 minutos continuos.

3. Durante los **últimos 7 días**, ¿Cuántos días hizo usted actividades físicas **moderadas** tal como cargar objetos livianos, pedalear en bicicleta a paso regular, o jugar dobles de tenis? No incluya caminatas.

_____ días por semana

Ninguna actividad física moderada → **Pase a la pregunta 5**

4. Usualmente, ¿Cuánto tiempo dedica usted en uno de esos días haciendo actividades físicas **moderadas**?



_____ horas por día

_____ minutos por día

No sabe/No está seguro(a)

Piense acerca del tiempo que usted dedicó a caminar en los **últimos 7 días**. Esto incluye trabajo en la casa, caminatas para ir de un sitio a otro, o cualquier otra caminata que usted hizo únicamente por recreación, deporte, ejercicio, o placer.

5. Durante los **últimos 7 días**, ¿Cuántos días caminó usted por al menos 10 minutos continuos?

_____ días por semana

No caminó → *Pase a la pregunta 7*

6. Usualmente, ¿Cuánto tiempo gastó usted en uno de esos días **caminando**?

_____ horas por día

_____ minutos por día

No sabe/No está seguro(a)

La última pregunta se refiere al tiempo que usted permanenció **sentado(a)** en la semana en los **últimos 7 días**. Incluya el tiempo sentado(a) en el trabajo, la casa, estudiando, y en su tiempo libre. Esto puede incluir tiempo sentado(a) en un escritorio, visitando amigos(as), leyendo o permanecer sentado(a) o acostado(a) mirando television.

7. Durante los **últimos 7 días**, ¿Cuánto tiempo permanenció **sentado(a)** en un día en la semana?

_____ horas por día

_____ minutos por día

No sabe/No está seguro(a)

Este es el final del cuestionario, gracias por su participación.

Anexo 3

Cuestionario de Actividad Física y Salud (PAR-Q).



PAR-Q

Cuestionario de Preparación para la Actividad Física (revisado 2002)

(Un cuestionario para gente de 15 a 69 años)

La actividad física regular es sana y divertida, y cada vez más gente está comenzando a estar más activa cada día. Ser más activo es muy seguro para la mayoría de la gente. Entretanto, alguna gente podría tener que chequearse con su médico antes de comenzar a estar físicamente más activo.

Si usted está planeando comenzar a estar más activo físicamente de lo que está ahora, comience por contestar las siete preguntas en el recuadro de abajo. Si usted está entre la edad de 15 a 69 años, el PAR-Q le dirá si usted debería chequearse con su médico antes de comenzar. Si usted es mayor de 69 años, y no está acostumbrado a ser muy activo, consulte con su médico.

El sentido común es su mejor guía cuando usted conteste estas preguntas. Por favor, lea las preguntas cuidadosamente y conteste cada una con honestidad: confirme SI o NO.

| |
|---|
| <p>Si No</p> <p><input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> 1. ¿Le ha dicho su médico alguna vez que padece una enfermedad cardiaca y que sólo debe hacer aquella actividad física que le aconseje un médico?</p> <p><input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> 2. ¿Tiene dolor en el pecho cuando hace actividad física?</p> <p><input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> 3. ¿ En el último mes, ha tenido dolor en el pecho cuando no hacía actividad física?</p> <p><input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> 4. ¿Pierde el equilibrio debido a mareos o se ha desmayado alguna vez?</p> <p><input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> 5. ¿Tiene problemas en huesos o articulaciones (por ejemplo, espalda, rodilla o cadera) que puedan empeorar si aumenta la actividad física?</p> <p><input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> 6. ¿Le receta su médico algún medicamento para la tensión arterial o un problema cardiaco?</p> <p><input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> 7. ¿Conoce alguna razón por la cual no debería realizar actividad física?</p> |
|---|

**Si
Usted
Respondió**

SI a una o más preguntas

Hable con su médico por teléfono o en persona ANTES de empezar a estar más activo físicamente, o ANTES de tener una evaluación de su condición física. Dígale a su médico que realizó este cuestionario y las preguntas que usted respondió que SI.

- Usted puede estar listo para realizar cualquier actividad que desee, siempre y cuando comience lenta y gradualmente. O bien, puede que tenga que restringir su actividad a las que sea más segura para usted. Hable con su médico sobre el tipo de actividades que desea participar y siga su consejo.
- Busque programas en lugares especializados que sean seguros y beneficiosos para usted.

NO a todas las preguntas

Usted puede comenzar, de forma razonablemente segura:

- a estar mucho más activo físicamente, comenzando de a poco y aumentando gradualmente. Este es la forma más segura y más fácil.
- realizar una evaluación de su condición física por personal cualificado, lo cual es un excelente camino para determinar su nivel actual, de forma de poder planificar mejor la forma de ser una persona activa.
- Es muy recomendable también que evalúe su tensión arterial. Si usted tiene más de 144/94, hable con su médico antes de comenzar a realizar más actividad física.

Retrase comenzar a ser más activo:

- Si usted no se siente bien a causa de una enfermedad temporal, tal como un catarro o fiebre, y espere hasta que se sienta mejor; o
- Si usted esta o puede estar embarazada, hable con su médico antes de comenzar a estar físicamente más activa.

Por favor, si algún cambio en su salud hiciera que tuviera que responder **SI** a algunas de las preguntas, dígaselo a su médico o entrenador. Pregunte entretanto si debe cambiar su plan de actividad física

Aviso: La Sociedad Canadiense de Fisiología del Ejercicio, Salud Canadá, y sus agentes no asumen ninguna responsabilidad legal para las personas que realizan actividad física, y en caso de duda después de completar este cuestionario, consulte a su médico antes de la actividad física.

"He leído, comprendido y completado este cuestionario. Todas las preguntas fueron respondidas a mi entera satisfacción."

Nombre _____ Fecha _____

Firma _____ (padre-madre/tutor si menor de edad) Testigo _____

Nota: Esta cuestionario es válido para un máximo de 12 meses a partir de la fecha en que se completa y se convierte en inválido si su condición cambia de manera que usted debería responder SI a cualquiera de las siete preguntas.

Anexo 4:

Cuestionario pre-entrenamiento.

<https://forms.gle/gUBNXt4y5Zjd94aa7>

CUESTIONARIO PRE-ENTRENAMIENTO

1. ¿Cómo de motivado/a se siente?

Marca sólo un óvalo.

Muy desmotivado

1

2

3

4

5

Muy motivado

2. ¿Cuántas horas ha dormido?

3. ¿Cómo ha sido la calidad del sueño? (Siendo 1 muy mal y 5 muy bien)

Marca solo un óvalo.

1

2

3

4

5

4. ¿Siente alguna molestia? (Especificar)

5. Observaciones



Anexo 5:

Cuestionario post-entrenamiento.

<https://forms.gle/tMzk3niSXHSmYJYz5>

CUESTIONARIO POST- ENTRENAMIENTO

1. ¿Cómo se ha sentido?

Marca solo un óvalo.

Muy mal

Mal

Regular

Bien

Muy bien

2. Dolores o fatiga

3. RPE

Marca solo un óvalo.

Muy suave

1

2

3

4

5

6

7

8

9

10

Muy exigente

Anexo 6.

Escala Percepción Subjetiva del Esfuerzo (RPE).

(Erickson et al., 2019)

| | |
|----|----------------|
| 0 | No Effort |
| 1 | Extremely Easy |
| 2 | |
| 3 | Easy |
| 4 | |
| 5 | Somewhat Hard |
| 6 | |
| 7 | Hard |
| 8 | |
| 9 | Very Hard |
| 10 | Maximal Effort |



Anexo 7.

Consentimiento Informado. Fuente: Elaboración propia.

INFORMACIÓN DEL ESTUDIO Y DECLARACIÓN DE CONSENTIMIENTO INFORMADO.

Tiene la posibilidad de participar en el estudio “Readaptación funcional tras meniscectomía parcial interna con osteoartritis. Un proyecto de estudio controlado aleatorizado (ECA)” que se está realizando por graduados en Ciencias de la Actividad Física y del Deporte, dirigido por las investigadoras Carla Cano Delgado y Ainhoa Estévez Hernández, con el respaldo de la Universidad Europea de Canarias (UEC).

El objetivo de esta investigación es estudiar como influye el entrenamiento de fuerza en mujeres que presenten una meniscectomía parcial interna con presencia de osteoartritis, así como el uso de restricción de flujo sanguíneo en durante los entrenamientos.

Se trata de un estudio controlado aleatorizado, donde se formarán dos grupos de manera aleatoria, un grupo control y un grupo experimental. Este último realizará una propuesta de readaptación de 16 semanas, con una frecuencia de 3-4 días semanales. Como bien se ha comentado, el entrenamiento estará conformado por ejercicios de fuerza de manera principal, además de movilidad, esta principalmente presente en la activación.

Se le realizarán pruebas de rango de movimiento (ROM) de su extremidad inferior, niveles de fuerza en el cuádriceps y valores de antropometría. Estas pruebas se realizarán al inicio y tras la finalización de esta investigación.

Su usted forma parte, de manera aleatoria, al grupo control, no deberá realizar ninguna sesión de entrenamiento, pero si las pruebas de inicio y finalización del estudio; no obstante, se le pedirá que continúe con sus hábitos de vida para que los resultados obtenidos no se vean alterados.

Se lo solicita la autorización para usar sus datos de forma anónima y manteniendo su privacidad.

Debe saber que con la participación no corre ningún riesgo debido a que se creará un ambiente de trabajo seguro puesto que estará acompañada de



profesionales en Ciencias de la Actividad Física y el Deporte y de un equipo médico que estará presente en la elaboración de la investigación.

La participación es totalmente voluntaria, podrá abandonar la investigación si lo considera oportuno y no repercutirá negativamente sobre usted.

Por último, es altamente recomendable que mantenga contacto directo con las investigadoras a través de correo electrónico para solventar cualquier duda existente o para la aportación de datos que sean de relevancia para esta investigación.

DECLARACIÓN DE CONSENTIMIENTO INFORMADO.

D./Dña. _____, de _____ años de edad y con DNI nº _____.

Afirmo que he leído y entendido toda la información que se me ha hecho llegar, haciendo las cuestiones pertinentes que me surgieron y que he recibido la información suficiente sobre esta investigación científica.

A través de la presente, doy mi conformidad para la realización de esta investigación científica que pretende estudiar la readaptación funcional tras meniscectomía parcial interna con osteoartritis.

También he sido informado/a de que mis datos serán protegidos y tratados respetando el Reglamento General de Protección de Datos (RGPD), entrando en vigor el 25 de mayo de 2018, suponiendo la derogación de la Ley Orgánica 15/1999, de 13 de diciembre que se refiera a la protección de las personas físicas en lo que respecta al tratamiento de datos personales.

Firmado:

A ___ de _____ de 20__

Anexo 8.

Resumen de las principales Variables del Estudio.

| | VARIABLE | TIPO | UNIDAD DE MEDIDA | HERRAMIENTA DE MEDICIÓN |
|---------------------|----------------------------|--------------|------------------|-------------------------|
| CONTROL | Nivel de actividad física. | Cuantitativo | Numérica | IPAQ |
| CONTROL | Factores de riesgo. | Cualitativa | Dicotómica | PAR-Q |
| CONTROL | Edad. | Cuantitativa | Años | Cuestionario Inicial. |
| CONTROL | Peso. | Cuantitativa | Kilogramos (kg) | Báscula de precisión |
| CONTROL | Estatura | Cuantitativa | Metros (m) | Tallímetro |
| CONTROL | IMC | Cuantitativa | Numérico | Body Index |
| CONTROL | Masa magra | Cuantitativa | Numérico | DEXA |
| CONTROL | Masa grasa | Cuantitativa | Numérico | DEXA |
| DEPENDIENTE. | Fuerza del cuádriceps. | Cuantitativa | Newton (N) | Galga |
| DEPENDIENTE | Parámetros sanguíneos. | Cuantitativa | Numérica | Extracción sanguínea |
| DEPENDIENTE | Rango de movimiento. | Cuantitativa | Grados. | Goniómetro. |