

**PROGRAMACIÓN DE EJERCICIO FÍSICO PARA  
PACIENTE CON PATOLOGÍA MENISCAL Y ARTROSIS  
EN AMBAS RODILLAS**

**Physical exercise for a patient with meniscal pathology and  
osteoarthritis in both knees**

**UNIVERSIDAD DE ZARAGOZA**

**FACULTAD DE CIENCIAS DE LA SALUD Y DEL DEPORTE**



**Universidad  
Zaragoza**

**Alumno:** David Oteo Gómez

**Profesor:** Gabriel Lozano Berges

**Área:** Educación Física y Deportiva

**Asignatura:** Trabajo Fin de Grado

**Curso:** 2021-2022

**Fecha de presentación:** 24/06/202

## Resumen

**Objetivo:** El objetivo del presente estudio fue analizar el efecto de una programación de ejercicio físico sobre un paciente con una degeneración articular propia de una artrosis en ambas rodillas junto con una lesión de meniscos en ambas articulaciones también.

**Métodos:** Durante 8 semanas el participante llevó a cabo un programa de entrenamiento de fuerza, aeróbico, flexibilidad, core y propiocepción. Para observar los cambios durante la programación se realizaron 3 pruebas de condición física, 2 análisis de impedancia bioeléctrica y 2 análisis de electromiografía de superficie.

**Resultados:** El participante mejoró su composición corporal reduciendo su peso y cantidad de masa grasa y aumentó su masa muscular en las extremidades inferiores, también mejoró su rendimiento en las diferentes pruebas de condición física y en el análisis de electromiografía se produjo una mayor activación del cuádriceps de la rodilla no operada durante el primer análisis y en el segundo la activación entre ambos músculos de las dos articulaciones estuvo más igualada.

**Conclusiones:** La realización de una programación de ejercicio físico en un participante con artrosis en las rodillas junto con una lesión meniscal en ambas articulaciones se ha mostrado como un método eficaz para mejorar los síntomas propios de la artrosis y mejorar la capacidad funcional de las articulaciones, mejorando su calidad de vida.

## Palabras clave

Programación ejercicio físico, artrosis, menisco, impedancia bioeléctrica, electromiografía de superficie.

## **Abstract**

**Objective:** The present study was to analyze the effect of a physical exercise on a patient with joint degeneration typical of osteoarthritis in both knees together with a meniscus injury in both joints as well.

**Methods:** During 8 weeks, the participant carried out a program of strength, aerobic, flexibility, core and proprioception training. To observe the changes during the training, 3 physical condition tests, 2 bioelectrical impedance analyzes and 2 surface electromyography analyzes were performed.

**Results:** The participant improved his body composition, reduced his weight and amount of mass and fat, reduced his muscle mass in the lower extremities. He also improved his performance in the different physical condition tests and, in electromyography analyses, there was a greater activation of the quadriceps of the non-operated knee during the first analysis and, in the second measurement, the activation between both muscles of the two joints was more similar.

**Conclusions:** Carrying out a physical exercise program in a participant with osteoarthritis in the knees together with a meniscal injury in both joints has been shown to be an effective method to improve the symptoms of osteoarthritis and improve the functional capacity of the joints, improving their quality of life.

## **Key words**

Physical exercise, osteoarthritis, meniscus, bioelectrical impedance, surface electromyography.

## ÍNDICE

1. <a href="#">Introducción</a> .....	página 6
2. <a href="#">Material y métodos</a> .....	página 9
3. <a href="#">Resultados</a> .....	página 19
4. <a href="#">Discusión</a> .....	página 23
5. <a href="#">Limitaciones del estudio</a> .....	página 28
6. <a href="#">Conclusiones</a> .....	página 29
7. <a href="#">Bibliografía</a> .....	página 30
8. <a href="#">Anexos</a> .....	página 32

### Listado de abreviaturas

IMC: Índice de masa corporal

Kg: Kilogramos

Rep: repeticiones

Min: minutos

Km: kilómetros

VO<sub>2</sub><sup>máx</sup>: consumo máximo de oxígeno

ml: mililitros

EEII: extremidades inferiores

RI: recto anterior pierna izquierda

II: vasto interno pierna izquierda

LI: vasto lateral pierna izquierda

RD: recto anterior pierna derecha

ID: vasto interno pierna derecha

LD: vasto lateral pierna derecha.

## 1. INTRODUCCIÓN

En la actualidad la artrosis de rodilla es una de las enfermedades más frecuentes que afecta a esta articulación (Cuenca, 2015), siendo a nivel mundial la artrosis de rodilla una de las principales causas de dolor osteomuscular y limitación funcional en el adulto mayor y su prevalencia viene aumentando en los últimos años (Negrín & Olavarría, 2014; Márquez et al., 2014). Se refiere a un síndrome clínico, de dolor articular acompañado de varios grados de limitación funcional y psicológica que compromete la calidad de vida de las personas que lo padecen (Hart et al., 2008; Negrín & Olavarría, 2014).

La artrosis está muy relacionada con factores como la obesidad, el síndrome metabólico, factores anatómicos y biomecánicos (Shane & Loeser, 2010; Márquez et al., 2014). Otro factor muy importante a tener en cuenta son las lesiones articulares previas, las cuales tienen un efecto muy importante sobre el desarrollo degenerativo articular (Martínez et al., 2015).

Existen numerosos procedimientos para tratar la artrosis, desde medidas no farmacológicas a medidas farmacológicas e intervenciones invasivas como la artroplastia (Vargas et al., 2014). Una de las medidas no farmacológicas que más evidencia y respaldo científico tiene es la realización de actividad o de ejercicio físico estructurado para la salud. Según Negrín & Olavarría (2014), existe evidencia suficiente para afirmar, primero, que el ejercicio de intensidad suave a moderada no provoca ni acelera la artrosis, y segundo, que éste es efectivo para tratar y manejar el dolor ocasionado por la degeneración de la articulación y la pérdida de la capacidad funcional asociadas con la enfermedad. Además, se ha observado que estos beneficios obtenidos disminuyen cuando el paciente deja de realizar ejercicio o actividad física, por lo que se debe realizar ejercicio físico de manera regular (Márquez et al., 2014).

También hay que tener en cuenta que no todos los tipos de actividad física son beneficiosos para este tipo de población. La participación en deportes con alta carga rotacional e impacto como algunos deportes de equipo (tenis, salto de obstáculos, etc.) pueden incrementar el riesgo de degeneración articular inducida por lesión (Papavasiliou et al., 2011). Por lo tanto, lo primero que debemos conocer cuando tratamos con pacientes con estas características es saber que ejercicios les proporcionan los máximos beneficios.

Numerosos autores recomiendan un programa de ejercicio físico centrado en actividades aeróbicas y de fortalecimiento muscular de las extremidades inferiores (EEII), ejercicios propioceptivos, terapias acuáticas, flexibilidad (Negrín & Olavarría, 2014; Márquez et al., 2014) para conseguir, además de los beneficios del ejercicio en los diferentes sistemas (cardiovascular, respiratorio, metabólico) y en la salud en general, reducir el dolor y mejorar la función de la articulación. Según Negrín & Olavarría (2014) este programa de ejercicios debe ajustarse a las capacidades y necesidades individuales y durante el seguimiento es clave informar sobre los beneficios y cumplir etapas. Además, numerosos autores recalcan la importancia de adoptar diversas medidas para fomentar la adherencia del participante a la actividad física y ejercicio físico (Negrín & Olavarría, 2014; Márquez et al., 2014).

En este estudio se desarrolló una programación de ejercicio físico de dos meses, donde se realizó un trabajo aeróbico, de flexibilidad, propioceptivo y de fuerza de la musculatura del tren inferior principalmente. También se realizó un entrenamiento de la musculatura estabilizadora del core, debido a que su trabajo nos permite reducir el riesgo de nuevas lesiones, con un participante que tiene una degeneración propia de una artrosis en la articulación de la rodilla en ambas EEII y además cuenta con una patología meniscal en ambas rodillas. El paciente fue operado de la rodilla izquierda en la cual le realizaron

una cirugía artroscópica para tratar la lesión meniscal. La rodilla derecha no fue intervenida quirúrgicamente.

### 1.1 Objetivos de la programación

Teniendo en cuenta las características de nuestro participante los objetivos del presente estudio fueron los siguientes:

- Fortalecer los principales grupos musculares de la articulación de la rodilla del participante para aliviar el dolor y mejorar la calidad de vida del sujeto, con el objetivo a largo plazo de conseguir que la degeneración de la articulación disminuya.
- Observar la evolución del sujeto en el periodo de entrenamiento y comparar los resultados recogidos al principio del entrenamiento con los obtenidos en una evaluación intermedia y final, para observar si sus dolores y molestias han disminuido, si ha aumentado su fuerza en las EEII y comparar la rodilla operada con la no operada en términos de dolor y molestias.
- Inculcar en el participante la práctica de actividad física en su día a día para que siga gozando de los beneficios que le proporcionará a su calidad de vida y dotarle de herramientas para que pueda llevar a cabo la práctica por su propia cuenta, ya que la adherencia es fundamental para obtener los beneficios de cualquier tipo de ejercicio a corto y largo plazo (Márquez et al., 2014).



## 2. MATERIALES Y METODOS

### 2.1 Descripción del caso

El presente estudio fue enviado a revisión a la Unidad de Protección de Datos de la Universidad de Zaragoza y también fue revisado por el Comité de Ética de la Investigación de la Comunidad de Aragón (CEICA). Este último determinó que no se trataba de una investigación por lo que no hizo falta tener un dictamen favorable para poder llevar a cabo este estudio. Se trata de un estudio de caso debido a que su tamaño muestral está formado por un único participante, el cuál firmó un consentimiento informado antes de realizar las pruebas de valoración y comenzar con la programación de ejercicio físico. La elección de este participante se llevó a cabo porque presentaba las siguientes características:

Se trata de un varón de 51 años de edad (estatura: 174,6 cm; peso: 78 kg; Índice de Masa Corporal (IMC): 25,7 kg/m<sup>2</sup> Sobrepeso). En febrero de 2021 se sometió a una resonancia magnética en la rodilla derecha que determinó que tenía los cuernos posteriores del menisco interno rotos. Posteriormente, en febrero de 2022 se le realizó otra resonancia magnética pero esta vez en la rodilla izquierda, la cual presenta en el compartimento medial una rotura horizontal no desplazada del cuerno posterior del menisco interno y en el compartimento lateral una rotura compleja del cuerno anterior-cuerpo del menisco externo. Además, se le comunicó que tenía una degeneración articular propia de una artrosis en ambas rodillas.

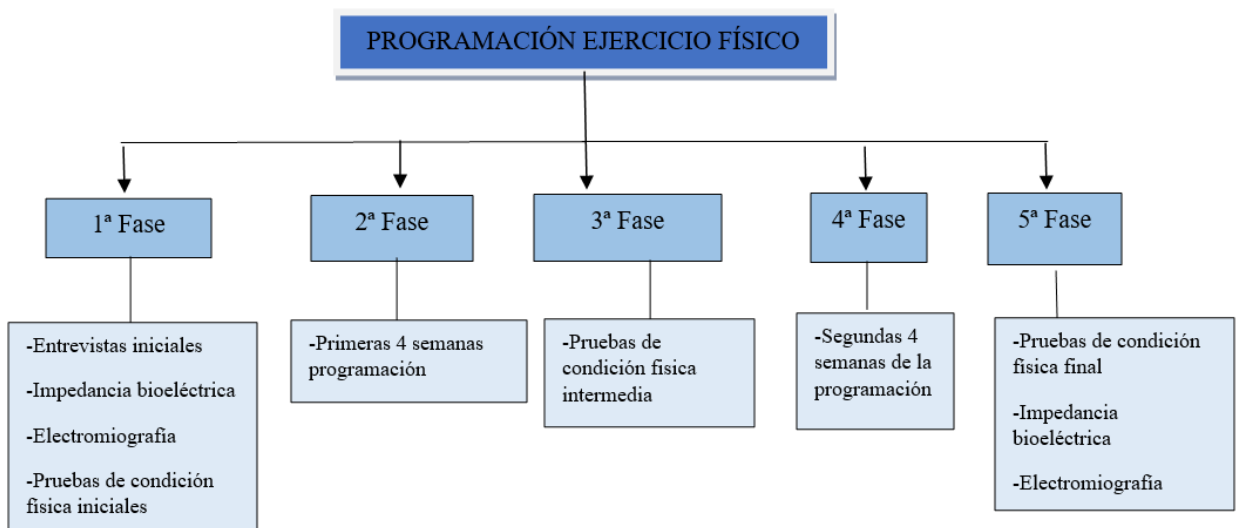
Finalmente decidió someterse a un tratamiento invasivo, que consistió en una cirugía artroscópica, con el objetivo de tratar su lesión meniscal, pero solo se llevó a cabo esta intervención en su rodilla izquierda, en concreto una meniscectomía parcial artroscópica. Según Rivas et al. (2019), este tipo de cirugía es la más frecuente para este

tipo de lesiones, pero su eficacia no está muy clara cuando la lesión se trata de roturas meniscales degenerativas. Esta operación se realizó el día 24 de marzo del año 2022 y, a partir de la semana de la operación, los sanitarios le comunicaron que podía comenzar a realizar actividad física (bicicleta estática) de forma muy suave.

2.2 Protocolo

La programación de ejercicio físico tuvo una duración de 8 semanas comenzado el día 19 de abril y terminando el día 14 de junio y está conformado por 5 fases (Figura 1). El equipo investigador decidió que la duración fuera de 8 semanas por encontrar estudios con una duración similar como el de Rivas et al., (2019) donde se estableció una programación de ejercicio físico para pacientes con una lesión degenerativa de menisco a los cuales se les realizó una intervención quirúrgica por artroscopia. En este estudio se observaron mejoras en el estado de salud de los pacientes que participaron en la programación de ejercicio físico.

**Figura 1. Fases de la programación de ejercicio físico**



### 2.2.1 Entrevista inicial

En este apartado se van a recoger los procedimientos que se llevaron a cabo antes de comenzar con la programación de ejercicio físico. Consistió en una entrevista con el participante para conocerlo mejor y obtener diversos datos necesarios para planificar la programación de ejercicio físico, y también fue el momento en el que se firmó el consentimiento informado para poder participar en el estudio de caso.

En la primera parte de la entrevista le pasamos a nuestro participante el cuestionario PAR-Q y evaluamos el riesgo cardiovascular según los criterios del ACSM. El cuestionario PAR-Q se trata de un instrumento sencillo de carácter preventivo el cual tiene el objetivo de detectar situaciones de riesgo que contraindiquen la práctica de actividad física a la persona que lo rellena (Jimenez, 2007). Por otro lado, para diagnosticar la salud cardiovascular de nuestro participante tuvimos en cuenta 8 factores positivos de riesgo cardiovascular (edad, historia familiar, tabaquismo, hipertensión, glucosa elevada, sedentarismo, hipercolesterolemia y obesidad) y 1 factor negativo de riesgo cardiovascular (HDL >60mg/dl). El objetivo de evaluar estos factores de riesgo es averiguar si nuestro participante no tiene una gran probabilidad de sufrir un accidente cardiovascular y puede realizar actividad física con normalidad (Jiménez, 2007). En el Anexo I se muestran los dos cuestionarios rellenos.

La segunda parte de la entrevista estaba más orientada a conocer a nuestro participante, ya que según Jiménez (2007) necesitamos este tipo de entrevista para saber cuáles son las motivaciones, objetivos, miedos, historial deportivo, aspectos que puedan dificultar el comienzo de la programación y sobre todo el tiempo que tiene disponible para realizar actividad física. En el Anexo 2 se recoge el conjunto de todas las preguntas con sus respectivas respuestas. Por último, se le realizó una serie de preguntas con el objetivo de conocer las limitaciones que le genera la lesión, como está presente en su día

a día y que le sucede cuando realiza actividad física. En el Anexo 3 se recogen las preguntas con sus respectivas respuestas.

Con toda la información obtenida a través de los diferentes cuestionarios y preguntas podemos llegar a conocer a nuestro participante y de esta manera realizar una correcta prescripción de ejercicio físico individualizada y sistematizada.

### 2.3 Variables de interés

#### *2.3.1 Análisis de impedancia bioeléctrica*

Este encuentro se celebrará en Zaragoza en el laboratorio de valoración funcional y de composición corporal del grupo de investigación GENUD. Este análisis se caracteriza por ser un método no invasivo e indoloro, de sencilla aplicación, el cual tiene una buena correlación con otras técnicas utilizadas para evaluar la composición corporal (De la Rosa et al., 2007). Esta técnica basa su funcionamiento en la medición de la impedancia de los tejidos biológicos que presentan al paso de la corriente eléctrica (intensidad de voltaje imperceptible por el ser humano) (De la Rosa et al., 2007). El objetivo con esta evaluación es conocer la composición corporal del participante, más concretamente el porcentaje de masa grasa y el porcentaje de masa libre de grasa (sobre todo la cantidad de músculo) para comparar los resultados obtenidos al principio y al final de la programación. Para evitar problemas en las dos mediciones y evitar que se altere la hidratación y las condiciones fisiológicas del individuo, se le exigió unas pautas que tendrá que cumplir el día anterior y el día de la prueba. Estas condiciones fueron las siguientes:

- La prueba se celebró los dos días en horas similares, después de la comida.
- Comer lo más parecido posible los dos días de la prueba.

- Llevar ropa similar los dos días de la prueba, para no alterar el peso demasiado.
- No llevar nada metálico encima.
- No realizar actividad física el día antes de la prueba.
- Beber la misma cantidad de agua los días del análisis.
- En el momento de realizar la prueba, a debido de orinar antes, quitarse todas las prendas pesadas que tenga, ir descalzo y quedarse quieto mirando al frente con los dos mandos cogidos.

### *2.3.2 Análisis de electromiografía de superficie*

El último encuentro de la 1ª fase tendrá lugar en la ciudad de Huesca, en el gimnasio de la Facultad de Ciencias de la Salud y del Deporte con el objetivo de realizar un análisis de electromiografía de superficie para evaluar la función neuromuscular del cuádriceps femoral de ambas extremidades. El procedimiento que se llevó a cabo durante esta prueba fue muy similar al estudio de Akima et al., (2008). Se evaluó el vasto interno, el vasto externo y el recto anterior de ambas rodillas, colocando un electrodo en cada músculo siguiendo las recomendaciones de SENIAM.

La prueba consistió en un ejercicio de contracción máxima isométrica en la máquina de extensión de rodilla. Se realizaron dos intentos y nos quedamos con el máximo registro de los dos. Antes de comenzar con la prueba, Akima et al. (2008), comenta que es necesario que el participante tenga la zona del cuádriceps rasurada para que el vello de la pierna no interfiera en la señal eléctrica de la activación muscular. Además, justo antes de colocar los electrodos también es necesario limpiar la zona en la que se va a colocar con alcohol para mejorar la recepción de la activación muscular.

### 2.3.3 Valoración de la condición física

En este apartado hablaremos sobre las pruebas de condición física realizadas en el estudio. En nuestra programación hemos decidido medir la aptitud cardiovascular (aeróbica) mediante 2 pruebas, la aptitud muscular de las EEII mediante 4 ejercicios de fuerza y la flexibilidad. Antes de comenzar cualquier prueba se realizó una explicación del protocolo a seguir y en qué consistía la prueba para que el participante no tuviera ninguna duda, se sintiera cómodo y seguro y de esta manera que el desarrollo de la evaluación fuera lo mejor posible. Las 3 pruebas se realizaban en el mismo día en el siguiente orden: fuerza-aeróbico-flexibilidad.

La evaluación de aptitud aeróbica se realizó con el test de una milla. Esta prueba consiste en recorrer 1 milla (1.609 metros) andando lo más rápido posible sin trotar y sin correr. Los motivos por los que decidimos elegir esta prueba es porque está preparada para adultos y personas mayores de cualquier edad y solamente es necesario tener la capacidad de caminar rápido (Gutiérrez, 2007). Para estimar el consumo máximo de oxígeno ( $VO_{2\text{máx}}$ ), a través de esta prueba, es necesario utilizar una ecuación y tener los siguientes datos: peso (Kg), edad (años), sexo, el tiempo que le cuesta realizar la prueba (minutos) y la frecuencia cardiaca final (ppm). Una vez tenemos estos datos se introducen en la siguiente ecuación:

$$132,853-(0,0769 \times \text{Peso corporal})-(0,3877 \times \text{Edad})+(6,315 \times \text{Sexo})-(3,2649 \times \text{Tiempo})-(0,1565 \times \text{FC})$$

El resultado es el  $VO_{2\text{máx}}$  en ml/kg/min. En el apartado de sexo si es varón se pone un 1 y si es mujer se pone un 0.

La segunda prueba para medir la aptitud aeróbica decidimos realizar un test en bicicleta estática en el que el sujeto deberá estar pedaleando durante 15 minutos sin parar

y se medirá al final del tiempo el kilometraje que ha realizado y la percepción subjetiva del esfuerzo.

La evaluación de la flexibilidad consistió en realizar, por un lado, la prueba del sit and reach test y por otro, medir con el goniómetro los movimientos en las articulaciones de tobillo, rodilla y cadera. Para llevar a cabo la prueba del sit and reach correctamente desarrollamos el siguiente protocolo (Jiménez Gutiérrez, 2007):

- Realizamos un calentamiento compuesto por ejercicios de elongación.
- Retirar el calzado y se colocó con los pies tocando el cajón y las piernas completamente extendidas tocando el suelo.
- Procuramos que las piernas se mantuvieran extendidas durante todo el test
- Para conseguir el máximo rendimiento le aconsejamos que realizara una exhalación mientras llevaba las manos hacia adelante con la cabeza entre los brazos.

La segunda prueba para estimar la flexibilidad se trata de una medición de los ángulos de las articulaciones de tobillo, rodilla y cadera en sus diferentes movimientos con un goniómetro. Las mediciones se realizaron sobre una camilla y siguiendo los procedimientos encontrados en el libro de Taboadela (2007), en donde se encontraban indicaciones sobre como colocar la alineación del goniómetro, como colocar al participante. En la articulación de la cadera se valoró los movimientos de flexión-extensión, aducción-abducción y rotación interna-externa; en la articulación de la rodilla se valoró los movimientos de flexión-extensión y en la articulación del tobillo se midió los movimientos de flexión-extensión.

Para la evaluación de la aptitud muscular en las EEII se realizaron 4 ejercicios de fuerza. Además, un ejercicio de cada grupo muscular era unilateral. Para la musculatura

anterior utilizamos como ejercicio bilateral la sentadilla normal y como ejercicio unilateral la sentadilla pistol (modificada, ya que no realizaba la flexión completa, sino que se tenía que sentar en un banco). Para la musculatura posterior utilizamos como ejercicio bilateral el ejercicio de flexión de rodilla sobre fitball y como ejercicio unilateral el hip thrust a una pierna (sin sobrecarga). Las pruebas consistieron en realizar durante 30 segundos el máximo número de repeticiones y contabilizar el total de las repeticiones realizadas durante ese tiempo.

#### *2.3.4 Hoja de evaluación*

En este estudio para llevar un seguimiento y control de la programación se elaboró una hoja de evaluación donde el participante tuvo que indicarnos unas cuestiones relacionadas con los entrenamientos, ejercicios realizados y sus sensaciones durante la semana. En el Anexo 4 se recoge la hoja de evaluación tipo con todas sus preguntas.

El participante rellenaba el documento el domingo después del entrenamiento y lo enviaba para poder recibir su feedback y empezar con la programación de la semana siguiente.

Una vez hemos terminado de hablar de las variables de interés se comenzó a explicar en qué consistió la programación de 8 semanas, qué tipos de entrenamientos se han llevado a cabo, con qué intensidad, qué tipos de ejercicios se han realizado, qué periodos de descanso se han establecido y diversos factores más que hablaremos a continuación.

#### 2.4 Programación de ejercicio físico

Hoy en día en la literatura científica no se ha podido indicar claramente cuál es el mejor plan de ejercicios físicos para participantes con estas características, por eso Negrán & Ovalarría (2014), recomiendan atender a las preferencias de los participantes,



la disponibilidad de acceso a los diferentes ejercicios y el coste de los mismos. Teniendo en cuenta lo anteriormente expuesto y siguiendo las recomendaciones de Negrín & Ovalarría (2014), las cuales eran tomar de referencia las guías del Colegio Americano de Medicina Deportiva, las FITT que hemos decidido llevar en nuestra programación en los diferentes tipos de entrenamiento son las siguientes. En la Tabla 1 se observan las FITT de los diferentes tipos de entrenamiento con sus respectivas progresiones a lo largo de la programación.

Tabla 1. Programación de ejercicio físico								
Tipo	Frecuencia		Intensidad		Tiempo		Tipo de ejercicios	Control de la progresión
	Inicio	Final	Inicio	Final	Inicio	Final		
Momento							Siempre	Siempre
Aeróbico	3 d/s	5 d/s	Moderada	Moderada	150 min/s	150-300 min/s	Bajo impacto articular, caminar, bici...	-Cambiar 1 sola variable a la vez -5% aumento a la semana de trabajo -Hoja evaluación
Fuerza	2 d/s	3 d/s	Suave	Moderada	2 series, 8-10 rep	3 series, 12-15 rep	Peso corporal, isométricos	Mediante hoja de evaluación
Flexibilidad	5 d/s	6 d/s	Ligera tensión sin dolor	Ligera tensión sin dolor	20 segundos X2	20 segundos X2	Estáticos	Mediante hoja de evaluación
Core	3 d/s	3 d/s	Moderada	Moderada	6 ejercicios 1 serie	10 ejercicios 2 series	Isometricos	Mediante hoja de evaluación
Propiocepción	3 d/s	3 d/s	Moderada	Moderada	2 series 10 rep	2 series 15 rep	Zona lumbar/abd EEII	Mediante hoja de evaluación

d: día, s: semana, min: minutos, rep: repeticiones, abd: abdominal, EEII: extremidades inferiores

En la Figura 2 se observa el calendario que comprende las 8 semanas de la programación de ejercicio físico con su respectiva leyenda al final.

Figura 2. Programación de ejercicio físico semanal

**Abril 2022**

<u>LUNES</u>	<u>MARTES</u>	<u>MIÉRCOLES</u>	<u>JUEVES</u>	<u>VIERNES</u>	<u>SÁBADO</u>	<u>DOMINGO</u>
				1	2	3
4	5	6	7	8	9	10
11	12	13	14	15	16	17
18	19	20	21	22	23	24
25	26	27	28	29	30	

**Mayo 2022**

<u>LUNES</u>	<u>MARTES</u>	<u>MIÉRCOLES</u>	<u>JUEVES</u>	<u>VIERNES</u>	<u>SÁBADO</u>	<u>DOMINGO</u>
						1
2	3	4	5	6	7	8
9	10	11	12	13	14	15
16	17	18	19	20	21	22
23	24	25	26	27	28	29
30	31					

**Junio 2022**

<u>LUNES</u>	<u>MARTES</u>	<u>MIÉRCOLES</u>	<u>JUEVES</u>	<u>VIERNES</u>	<u>SÁBADO</u>	<u>DOMINGO</u>
		1	2	3	4	5
6	7	8	9	10	11	12
13	14	15	16	17	18	19
20	21	22	23	24	25	26
27	28	29	30			

**Leyenda del calendario:**

- Verde:** Análisis de impedancia bioeléctrica y entrevistas
- Amarillo:** Pruebas de condición física
- Naranja:** Entrenamiento aeróbico
- Azul:** Entrenamiento de fuerza y prevención de lesiones
- Morado:** Entrenamiento aeróbico + fuerza y prevención de lesiones
- Rojo:** Entrenamiento prevención de lesiones (core + propiocepción)
- Gris:** Análisis de electromiografía

### 3. RESULTADOS

#### 3.1 Pruebas de condición física

##### 3.1.1 Aptitud aeróbica. Test en bicicleta estática

En la Tabla 2 se representan los resultados obtenidos en la prueba de aptitud aeróbica en bicicleta estática. Se obtuvieron una mejora de los resultados en la prueba intermedia y final en comparación con la prueba inicial. La percepción subjetiva del esfuerzo fue similar durante las 3 pruebas.

Tabla 2. Test en Bicicleta estática	
BICICLETA ESTÁTICA	RESULTADOS
Parámetros	Inicial/Intermedia/Final
Tiempo de ejercicio	15 minutos
Distancia recorrida	4km/4,5 km/4,7km
Índice de esfuerzo percibido (Borg)	8/7/8

Km: kilómetros

##### 3.1.2 Aptitud aeróbica. Test de una milla

En la Tabla 3 se representan los datos obtenidos del test indirecto de  $VO_{2m\acute{a}x}$ , en el que se puede observar cómo se obtiene un  $VO_{2m\acute{a}x}$  mayor en la prueba inicial, pero con una ligera diferencia en comparación con la prueba final. Se puede observar que en la prueba intermedia y final se tarda menos tiempo en conseguir los 1.609 metros, sin embargo, se consigue una frecuencia cardiaca menor en la prueba inicial.

Tabla 3. Test de una milla			
	Prueba inicial	Prueba intermedia	Prueba final
Tiempo (min)	13,70	13,53	12,75
FC final (ppm)	152	170	174
$VO_{2m\acute{a}x}$ (ml/kg*min)	44,86	42,60	44,60

$VO_{2m\acute{a}x}$ : consumo máximo de oxígeno, FC: frecuencia cardiaca, min: minutos, ppm: pulsaciones por minuto, ml: mililitros, kg: kilogramos.

#### 3.2 Aptitud muscular

##### 3.2.1 Musculatura posterior

En la Tabla 4 se observan los resultados obtenidos de las pruebas de aptitud muscular de la musculatura posterior de la pierna. En la prueba de flexión de rodilla con fitball se observa una continua mejora obteniéndose los mejores resultados en la prueba

final con 22 repeticiones. Con el hip thrust unilateral también se puede ver que se consiguen los mejores resultados en la prueba final. Además, se observa que la rodilla no operada era la que tenía mejores resultados con una diferencia de +3 repeticiones en la prueba inicial y en la prueba final la rodilla operada se quedó a 1 repetición de conseguir los mismos resultados que la no operada, con una mejor evolución.

Tabla 4. Aptitud muscular posterior		
EJERCICIOS	RESULTADOS	
	Inicial/Intermedia/Final	
Flexión de rodilla sobre fitball	15rep/ 20rep /22rep	
Hip Thrust Unilateral	Rodilla no operada 14rep/ 16rep/ 17rep	Rodilla operada 11rep/ 14rep/ 16rep

Rep: repeticiones

### 3.2.2 *Musculatura anterior*

En la Tabla 5 se observan los resultados obtenidos de las pruebas de aptitud muscular de la musculatura anterior de la pierna (cuádriceps principalmente). En la prueba de sentadilla se observa que en la prueba final se obtienen los mejores resultados con 24 repeticiones. En el ejercicio de sentadilla pistol modificada se ve que la rodilla no operada obtiene los mejores resultados en las pruebas inicial e intermedia pero en la prueba final la rodilla operada consigue las mismas repeticiones que la rodilla no operada (11 repeticiones).

Tabla 5. Aptitud muscular anterior		
EJERCICIOS	RESULTADOS	
	Inicial/Intermedia/Final	
Sentadilla	18rep/ 19rep /24rep	
Sentadilla Pistol (modificada)	Rodilla no operada 8rep/ 8rep/ 11rep	Rodilla operada 3rep/ 7rep/ 11rep

Rep: repeticiones

### 3.3 Flexibilidad.

#### 3.3.1 Sit and reach test

En la tabla 6 se pueden ver los resultados de la primera prueba en la que se evalúa la flexibilidad del participante. Los mejores resultados se vuelven a conseguir en la prueba final, con 3,5 cm en el primer intento y 5,5 cm en el segundo intento. También se observa que los mejores resultados en las 3 pruebas se consiguen en el segundo intento.

Tabla 6. Sit and reach test		
SIT AND REACH TEST	INTENTO 1	INTENTO 2
	Inicial/Intermedia/Final	
Resultados	-3,5cm/ 2,5cm/ 3,5cm	-1,2cm/ 3cm/ 5,5cm

Cm: centímetros

#### 3.3.2 Evaluación con goniómetro

En la tabla 7 se pueden ver los resultados obtenidos de la segunda prueba en la que se evalúa la flexibilidad con un goniómetro. En los resultados de esta prueba se puede observar que en cada prueba que se realiza se consiguen mejores resultados en ambas EEII. Además, de manera general, se observa una mejor flexibilidad en la rodilla operada que en la rodilla no operada.

Tabla 7. Evaluación con goniómetro			
ARTICULACIÓN	MOVIMIENTO	RESULTADOS	
		Inicial/Intermedia/Final	
		Derecha	Izquierda
Cadera	Flexión-Extensión	79°/14°	84°/15°
		106°/16°	116°/20°
		110°/18°	112°/20°
	Aducción/Abducción	14°/42°	20°/32°
		16°/45°	20°/34°
		20°/45°	20°/41°
	Rotación Interna/Externa	40°/40°	40°/42°
		40°/44°	42°/48°
		40°/42°	42°/48°
Rodilla	Flexión-Extensión	100°/4°	120°/1°
		106°/4°	118°/2°
		108°/3°	120°/2°
Tobillo	Flexión-Extensión	50°/26°	40°/12°

		50°/22° 46°/21°	40°/18° 45°/20°
--	--	--------------------	--------------------

### 3.2 Análisis de impedancia bioeléctrica

En la Tabla 8 se pueden observar los resultados de los dos análisis de impedancia bioeléctrica. El participante durante los 2 meses realizando ejercicio físico disminuyó 1 kg de peso corporal, también redujo su IMC y el porcentaje de masa grasa de su cuerpo aunque las diferencias son pequeñas. Por otro lado, ha aumentado su metabolismo basal, su masa magra y ha disminuido su masa grasa. La masa muscular de ambas extremidades aumentaron, produciéndose un mayor aumento en la pierna izquierda que es la que fue operada.

	Primer Análisis	Segundo Análisis
Peso (kg)	78,2	77,2
IMC	25,7	25,3
Metabolismo basal (kCal)	1.653	1.670
Masa grasa (%)	27,7	25,6
Masa libre grasa (%)	72,3	74,4
Masa Magra (%)	68,7	70,6
Masa muscular pierna derecha (Kg)	9,2	9,3
Masa muscular pierna izquierda (kg)	8.9	9,2

Kg: kilogramos, IMC: Índice de masa corporal

### 3.3 Análisis de electromiografía de superficie

Ejercicio	PRIMER ANÁLISIS				SEGUNDO ANÁLISIS			
	Rodilla operada		Rodilla no operada		Rodilla operada		Rodilla no operada	
Isométrico	RI	0,424 mV	RD	0,877 mV	RI	0,406 mV	RD	0,46 mV
	II	0,217 mV	ID	0,246 mV	II	0,264 mV	ID	0,205mV
	LI	0,460 mV	LD	0,582 mV	LI	0,232 mV	LD	0,379mV

RI: recto anterior pierna izquierda, II: vasto interno pierna izquierda, LI: vasto lateral pierna izquierda, RD: recto anterior pierna derecha, ID: vasto interno pierna derecha, LD: vasto lateral pierna derecha, mV: milésima de voltio.

En la Tabla 9 se observan los resultados que obtuvimos de las dos pruebas del análisis de electromiografía de superficie. En el primer análisis se observó en el ejercicio isométrico una mayor activación en los tres músculos de la rodilla no operada. En el segundo análisis, después del periodo de entrenamiento, se observaron resultados diferentes. En el ejercicio isométrico, se observó una mayor activación en el músculo recto anterior izquierdo (RI) y en el interno izquierdo (II), músculos de la rodilla operada, mientras que el vasto lateral obtuvo una mayor activación en la rodilla no operada.

#### 4. DISCUSIÓN

Este estudio de caso se llevó a cabo para, por un lado, desarrollar una programación de ejercicio físico para un participante que tiene una degeneración articular propia de una artrosis y una patología meniscal en ambas rodillas y por otro observar la evolución del participante a través de la hoja de seguimiento y evaluación, las pruebas de condición física, el análisis de impedancia bioeléctrica y el análisis de electromiografía de superficie, diferenciando la rodilla operada con la rodilla no operada.

Uno de nuestros objetivos era fortalecer las EEII para aliviar el dolor del participante y mejorar su calidad de vida. A través de la hoja de seguimiento semanal el participante ha comunicado durante las 8 semanas que iba mejorando las sensaciones que tenía en las rodillas. Ha notado una evolución favorable en la sensación de estabilidad de las articulaciones, tiene la sensación de que la articulación se encuentra más fortalecida y muchas molestias que tenía a lo largo del día han desaparecido, aunque algunas siguen presentes. Esta mejora de la calidad de vida y del alivio del dolor parece comunicarnos que el ejercicio de intensidad suave y moderada mejora el tratamiento del dolor y mejora la capacidad funcional del sujeto como comentan en su estudio Negrín & Olavarría (2014). También puede deberse a que se ha elaborado un programa individual adaptado a las características y preferencias del participante, haciéndolo participe en la toma de decisiones y basado en un entrenamiento de actividades aeróbicas y de fortalecimiento de la musculatura de las EEII, que según Negrín & Olavarría (2014) son los programas de ejercicios con mejores resultados comprobados en esta población.

Otro dato interesante que hemos extraído del feedback semanal del participante es que las pocas molestias que han surgido durante algunos ejercicios se han producido en la rodilla que no ha recibido la operación y si observamos los resultados obtenidos de las



pruebas de aptitud muscular unilaterales vemos que en la prueba inicial la rodilla operada había obtenido peores resultados, como consecuencia del periodo post-operación. Sin embargo, en cada prueba de condición física que realizamos se iba acercando a los resultados de la articulación que no había sido operada y en la prueba final consiguió los mismos resultados. En el estudio de Rivas et al. (2019), donde se analizó el efecto de un grupo de 20 personas que fueron sometidos a un programa de menisectomía parcial artroscópica y de terapia física junto a otro grupo de 20 personas que solo fueron sometidos a un programa de terapia física dos veces a la semana durante 2 meses, llegaron a la conclusión de que ambos grupos mejoraron por igual. En otro estudio, de Katz et al. (2013), se encontraron resultados similares, ambos grupos mejoraron sus síntomas pero sin haber una diferencia significativa entre ellos. En el estudio de Herrlin et al. (2013), se obtuvieron conclusiones parecidas a los anteriores estudios, no se observaron diferencias significativas entre los grupos de intervención, concluyendo que un programa de ejercicios físico solamente parece ser un buen tratamiento inicial. Todos estos hallazgos nos hacen pensar que no es necesario el proceso quirúrgico y simplemente con el programa de ejercicio físico es suficiente para mejorar los síntomas del participante.

Un aspecto importante a destacar, el cual comentan Rivas et al. (2019) y Østerås et al. (2012) es que existen muchos protocolos de ejercicios para tratar el dolor de rodilla pero no existe un consenso de que tipo de programa de ejercicio físico es el mejor para participantes con estas características. Por lo que en un futuro se necesitan estudios que establezcan un protocolo de ejercicios específicos para este tipo de poblaciones para que la actividad física y el ejercicio físico maximice los beneficios en la salud de estas personas.

En cuanto a los resultados de las pruebas de aptitud aeróbica, cabe destacar los resultados obtenidos en el test de una milla. El participante consigue prácticamente el

mismo  $VO_{2\text{máx}}$  entre la prueba inicial y la prueba final, obteniendo el peor registro en la prueba intermedia. Nuestra hipótesis era que con el entrenamiento aeróbico habría mejorado su rendimiento en la prueba del test de una milla, sin embargo, no ha sido así. Una de las causas que creemos que haya podido influir en la prueba y alterarla ha sido la climatología, más concretamente el calor. El día que se realizó la primera prueba hizo una temperatura agradable a última hora de la tarde, la cual no tenía por qué influir en el rendimiento. Sin embargo, el día de la segunda y sobre todo de la tercera prueba, nos encontrábamos en plena ola de calor en España. Realizar ejercicio en ambientes calurosos/húmedos provoca, según Saunders et al. (2019) y Périard & Racinais (2016), el desarrollo de una tensión térmica (aumento de la temperatura corporal, de la temperatura de la piel y de los músculos), lo que ocasiona un descenso del rendimiento en pruebas aeróbicas. Otros factores que producen este descenso del rendimiento están relacionados con un aumento del estrés circulatorio y cardiovascular mediado por la termorregulación (Périard & Racinais, 2015). Además, también se puede llegar a producir una mayor dependencia del glucógeno muscular, lo que provoca un mayor agotamiento de las reservas de glucógeno (Saunders et al., 2019). Es por todas estas razones por las que creemos que en la prueba intermedia y final el rendimiento aeróbico del participante ha estado influenciado por las temperaturas de la ola de calor.

Durante los 2 meses de programación de ejercicio físico el participante ha mejorado su composición corporal reduciendo su peso corporal, su porcentaje de masa grasa y aumentando su masa muscular en las EEII. En un paciente con artrosis es muy importante tener como objetivo, al querer mejorar su calidad de vida, reducir su peso corporal, debido a que el sobrepeso y la obesidad está demostrado que favorece el riesgo de tener artrosis de rodilla y de agravarla (Wluka et al., 2013). La reducción del peso también favorece reducir los síntomas de la enfermedad, mejora la función de la

articulación de la rodilla y puede reducir el avance de la enfermedad (Wluka et al., 2013). Una de las principales medidas para conseguir reducir el porcentaje de masa grasa que se han utilizado y que es una de las opciones que propone Wluka et al. (2013) es la realización por parte del participante de actividad y ejercicio físico. Otro beneficio que tiene reducir el porcentaje de masa grasa y aumentar el porcentaje de masa magra es conseguir unos mejores resultados en las pruebas de condición física como hemos observado en los resultados obtenidos. En el estudio de Davis et al. (2020) se ha demostrado que un mayor porcentaje de masa magra y un menor porcentaje de masa grasa están asociados con un mejor rendimiento físico.

En el análisis de electromiografía de superficie, en el ejercicio de máxima contracción voluntaria en la prueba de antes de la programación, se observó una mayor activación del cuádriceps de la rodilla que no había recibido la operación. Este mismo resultado se observó en el estudio de Akima et al. (2008) donde se activó un 22% menos el cuádriceps de la rodilla que había recibido la cirugía. Según estos autores estos resultados se deben al desuso previo a la cirugía, a la intervención quirúrgica y al desuso posterior. Por lo que Akima et al. (2008) proponen un programa de ejercicio físico para mejorar la fuerza en las EEII a modo de rehabilitación después de la cirugía. En nuestro estudio realizamos una segunda medición al final de la programación de ejercicio físico y obtuvimos una mayor activación del cuádriceps de la rodilla que había sido operada, como resultado probablemente de la intervención.

En la metodología del análisis de electromiografía de superficie, habría sido mejor realizar la máxima contracción voluntaria de manera unilateral en vez de realizarlo con ambas extremidades, como se realizó en el estudio de Akima et al. (2008). Debido a que en los resultados obtenidos, vemos un gran descenso en la activación del cuádriceps de la rodilla no operada en la segunda prueba en comparación con la primera. Esto se puede

deber a que en la primera prueba el cuádriceps de la rodilla no operada, al estar más fuerte que el cuádriceps de la rodilla operada (como vemos en los resultados de las pruebas de condición física) realizará una mayor intervención. Después durante la segunda prueba, como ambos músculos habían sido entrenados durante 2 meses, el cuádriceps de la rodilla no operada no necesita activarse tanto porque el cuádriceps de la rodilla operada contribuía más en el ejercicio. Los resultados habrían sido más claros si hubiéramos cambiado la metodología.

## 5. LIMITACIONES DEL ESTUDIO

Como posibles limitaciones de este estudio cabría mencionar las siguientes:

- Al tratarse de un estudio de caso, solamente contamos con un participante. Para conseguir unos resultados más sólidos y con más evidencia científica se necesitaría una población muestral mayor, con las características de nuestro participante.
- También sería interesante observar que hubiera ocurrido si la programación de ejercicio físico hubiera tenido una mayor duración. Ya que es posible que con más semanas de entrenamiento se hubieran obtenido unos resultados diferentes.
- Otra limitación es que no contábamos con un protocolo de ejercicios específicos para la lesión debido a que no hay suficiente evidencia para establecer unas recomendaciones generales para esta población.

Como posibles fortalezas del estudio podemos destacar las siguientes:

- La programación ha seguido las recomendaciones para pacientes con artrosis del ACSM Guidelines for exercise testing and prescription 2021.
- Durante la programación se ha tenido en cuenta las motivaciones, preferencias y opiniones del participante.
- Se llevaron a cabo protocolos para determinar si el participante estaba en condiciones de realizar actividad física sin un riesgo añadido por salud.

## 6. CONCLUSIONES

La realización de una programación de ejercicio físico basado en entrenamientos de fuerza, aeróbicos, de flexibilidad, de core y propiocepción en un participante con una degeneración articular propia de una artrosis en las rodillas junto con una lesión meniscal en ambas articulaciones, recibiendo una intervención quirúrgica en la rodilla izquierda, se ha mostrado como un método eficaz para mejorar los síntomas propios de la artrosis y mejorar la capacidad funcional de las articulaciones, mejorando su calidad de vida. Los resultados obtenidos demuestran que el programa de entrenamiento ha producido una mejora en la composición corporal del participante y una mejora en la activación del músculo del cuádriceps en el ejercicio de extensión de rodilla en máquina.

## 7. BIBLIOGRAFIA

AMERICAN COLLEGE OF SPORTS MEDICINE (2021). *ACSM's Guidelines for Exercise Testing and Prescription* 11<sup>th</sup> Edition.

Akima, H., Hioki, M., & Furukawa, T. (2008). Effect of arthroscopic partial meniscectomy on the function of quadriceps femoris. *Knee Surgery, Sports Traumatology, Arthroscopy*, 16(11), 1017–1025. <https://doi.org/10.1007/s00167-008-0601-3>

Cuenca, S. E. (2015). Universidad Técnica de Ambato Universidad Técnica de Ambato. In *Repositorio Institucional de la Universidad Técnica de Ambato* (Vol. 593, Issue 03). <https://repositorio.uta.edu.ec/jspui/handle/123456789/12640>

Davis, H. C., Blue, M. N. M., Hirsch, K. R., Luc-Harkey, B. A., Anderson, K. C., Smith-Ryan, A. E., & Pietrosimone, B. (2020). Body Composition Is Associated with Physical Performance in Individuals with Knee Osteoarthritis. *Journal of Clinical Rheumatology*, 26(3), 109–114. <https://doi.org/10.1097/RHU.0000000000000967>

Herrlin, S. V., Wange, P. O., Lapidus, G., Hållander, M., Werner, S., & Weidenhielm, L. (2013). Is arthroscopic surgery beneficial in treating non-traumatic, degenerative medial meniscal tears? A five year follow-up. *Knee Surgery, Sports Traumatology, Arthroscopy*, 21(2), 358–364. <https://doi.org/10.1007/s00167-012-1960-3>

Jaime, J., Arabia, M., & Henry, W. (2014). Artrosis y actividad física Arthrosis and physical activity Arthrose et activité physique. *Revista Cubana de Ortopedia y Traumatología*, 28(1), 83–100. <http://scielo.sld.cu>

Jiménez Gutiérrez, A. (2007). Entrenamiento personal: bases, fundamentales y

aplicaciones - Google Libros. In 2<sup>o</sup> Edición 2007.

[https://books.google.es/books?hl=es&lr=&id=mkarJFF8HXMC&oi=fnd&pg=PA13&dq=Entrenamiento+personal+jimenez&ots=Vy36NDH96-&sig=XigjWzHZAI6AVH2bbivuGRyEh\\_w](https://books.google.es/books?hl=es&lr=&id=mkarJFF8HXMC&oi=fnd&pg=PA13&dq=Entrenamiento+personal+jimenez&ots=Vy36NDH96-&sig=XigjWzHZAI6AVH2bbivuGRyEh_w)

Martínez Figueroa, R., Martínez Figueroa, C., Calvo Rodríguez, R., & Figueroa

Poblete, D. (2015). Osteoartritis (artrosis) de rodilla. *Revista Chilena de Ortopedia y Traumatología*, 56(3), 45–51. <https://doi.org/10.1016/J.RCHOT.2015.10.005>

Østerås, H., Østerås, B., & Torstensen, T. (2012). La terapia de ejercicio médico, y no la cirugía artroscópica, resultó en una disminución de la depresión y la ansiedad en pacientes con lesión degenerativa del menisco. *Revista de Carrocería y Movimiento...*

[https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1360859212001179?casa\\_token=AysgcYB2W14AAAAA:nEjDuDzBS8GBZ4NR\\_ocEq8VF2tYOVco-2NuxY\\_TJmPw98riibxVJXusDhl-71aRRDZpZrQWc](https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1360859212001179?casa_token=AysgcYB2W14AAAAA:nEjDuDzBS8GBZ4NR_ocEq8VF2tYOVco-2NuxY_TJmPw98riibxVJXusDhl-71aRRDZpZrQWc)

Papavasiliou, K. A., Kenanidis, E. I., Potoupnis, M. E., Kapetanou, A., & Sayegh, F. E.

(2011). Participation in athletic activities may be associated with later development of hip and knee osteoarthritis. *Physician and Sportsmedicine*, 39(4), 51–59. <https://doi.org/10.3810/PSM.2011.11.1939>

Périard, J. D., & Racinais, S. (2015). Self-paced exercise in hot and cool conditions is associated with the maintenance of %VO<sub>2</sub>peak within a narrow range. *Journal of Applied Physiology*, 118(10), 1258–1265.

<https://doi.org/10.1152/jappphysiol.00084.2015>

Périard, J. D., & Racinais, S. (2016). Performance and pacing during cycle exercise in hyperthermic and hypoxic conditions. *Medicine and Science in Sports and*



*Exercise*, 48(5), 845–853. <https://doi.org/10.1249/MSS.0000000000000839>

Rivas, D., Vargas, J., ... L. C.-... de O. y, & 2019, U. (2019). Tratamiento de las lesiones meniscales degenerativas: Meniscectomía artroscópica vs. terapia física. *Revistacientificaseot.Com*.  
<http://www.revistacientificaseot.com/index.php/revseot/article/view/75>

Roberto Negrín, V., & Fernando Olavarría, M. (2014). Artrosis y ejercicio físico. *Revista Médica Clínica Las Condes*, 25(5), 805–811.  
[https://doi.org/10.1016/s0716-8640\(14\)70111-7](https://doi.org/10.1016/s0716-8640(14)70111-7)

Rosa, F. de la, México, E. B.-R. del H. J. de, & 2007, U. (2007). Impedancia bioeléctrica y su aplicación en el ámbito hospitalario. *Medigraphic.Com*.  
<https://www.medigraphic.com/cgi-bin/new/resumen.cgi?IDARTICULO=18663>

Saunders, P. U., Garvican-Lewis, L. A., Chapman, R. F., & Périard, J. D. (2019). Special environments: Altitude and heat. *International Journal of Sport Nutrition and Exercise Metabolism*, 29(2), 210–219. <https://doi.org/10.1123/ijsnem.2018-0256>

Vargas Negrín, F., Medina Abellán, M. D., Hermosa Hernán, J. C., & De Felipe Medina, R. (2014). Tratamiento del paciente con artrosis. *Atencion Primaria*, 46(SUPPL 1), 39–61. [https://doi.org/10.1016/S0212-6567\(14\)70043-5](https://doi.org/10.1016/S0212-6567(14)70043-5)

Wluka, A. E., Lombard, C. B., & Cicuttini, F. M. (2013). Tackling obesity in knee osteoarthritis. In *Nature Reviews Rheumatology* (Vol. 9, Issue 4, pp. 225–235).  
<https://doi.org/10.1038/nrrheum.2012.224>

## 8. ANEXOS

### Anexo 1

#### FACTORES DE RIESGO CARDIOVASCULAR

##### Positivo

- Edad: Hombre mayor o igual 45 años o Mujer mayor o igual 55 años.
- Historia familiar: Si a algún familiar ha tenido un infarto de miocardio, revascularización coronaria o muerte súbita antes de los 55 años en el padre u otro hombre que sea familia de primer grado o antes de los 65 años en la madre u otra mujer que sea familia de primer grado.
- Tabaquismo: Fumador habitual o dejó de fumar en los últimos 6 meses o es fumador pasivo.
- Inactividad física: No realizar al menos 30 minutos de actividad física moderada en al menos 3 días a la semana y durante al menos los últimos 3 meses.
- Obesidad: Índice de masa corporal por encima o igual a 30kg/m<sup>2</sup> o perímetro de cintura superior a 102 en hombres o 88 en mujeres.
- Hipertensión: Tensión arterial sistólica superior o igual a 140 mmHg y/o diastólica superior o igual a 90 mmHg.
- Dislipidemia: LDL superior o igual a 130 mg/dl o HDL inferior o igual a 40 mg/dl o tomar medicación para reducir el colesterol.
- Diabetes: glucemia en ayunas superior o igual a 126 mg/dl o tolerancia oral a la glucosa tras 2 horas superior o igual a 200 mg/dl.

##### Negativo

- HDL  $\geq$ 60 mg/dl

#### PAR-Q

##### Cuestionario:

- ¿Alguna vez le ha diagnosticado un médico una enfermedad cardíaca, recomendándole que solo haga actividad física supervisada por personal sanitario?  Sí  No
- ¿Tiene dolores en el pecho producidos por la actividad física?  Sí  No
- ¿Ha notado dolor en el pecho durante el último mes?  Sí  No
- ¿Tiende a perder el conocimiento, o el equilibrio, como resultado de mareos?  Sí  No
- ¿Alguna vez le ha recetado el médico algún fármaco para la presión arterial u otro problema cardiocirculatorio?  Sí  No
- ¿Tiene alguna alteración ósea o articular que podría agravarse por la actividad física propuesta?  Sí  No
- ¿Tiene conocimiento, por experiencia propia, o debido al consejo de algún médico, de cualquier otra razón física que le impida hacer ejercicio sin supervisión médica?  Sí  No

Anexo 2

Género	Masculino
Edad	51 años
Altura	174,6 cm
Peso	78 kg
% de Grasa	27,7%
IMC	27-Sobrepeso
Disponibilidad	Por las tardes a partir de las 5;30 de lunes a viernes. Los fin de semana los sábados completos.
Actividades que le gustan	Bici, hockey hierba, pádel, senderismo, fútbol sala, hockey sala
Actividades que le disgustan	Patinar, esquiar, escalada.
Experiencia deportiva	Hockey hierba, hockey sala, fútbol sala, fútbol, karate
Lesiones/ patologías	Lesión de meniscos en ambas rodillas, artrosis, lumbalgia, calcificación en el hombro. Esquinca de tobillo grado 3 (hace 5 años).
Medicación	Ninguna
Trabajo	Técnico informático
Perfil	Sedentario-activo
Predisposición	Si tiene predisposición para comprometerse a venir a los entrenamientos y cumplir con la programación.
Recursos disponibles	En su domicilio tiene una bicicleta estática, mancuernas, gomas elásticas, TRX, barra de dominadas, bicicleta de montaña, fitball...
Objetivo del participante	Poder hacer ejercicio sin que le duelan las rodillas y disminuir el dolor.
Experiencias negativas con la actividad física/deporte	Para él su experiencia negativa es que cuando somete a un sobreesfuerzo a la rodilla se acaba inflamando y aparecen las molestias.  Una vez le abrieron la ceja jugando a hockey hierba por un bolazo.

	La lesión de esguince de tobillo en un torneo de hockey hierba por un choque.
Motivación	Intrínseca, lo que quiere es seguir practicando deporte y mejorar la movilidad de las rodillas
Alteraciones sensoriales	No tiene ninguna alteración sensorial
Experiencia entrenamiento de fuerza	No ha tenido mucha experiencia en el entrenamiento de fuerza.  No tiene experiencia con pesos libres  Ha tenido una minia experiencia en gimnasio
Experiencia entrenamiento aerobico	Si, ha hecho entrenamientos en bici  Tambien ha tenido experiencia en entrenamientos de correr.
Consumo de alcohol o de otras sustancias	No consume.

### *Anexo 3*

#### 1.¿Aparecen las molestias en las rodillas en tu día a día?

Aparece cuando esta mucho rato sentado, porque teletrabaja con un ordenador. El momento de ponerse de pie después de estar mucho rato sentado le molesta, la nota como agarrotaba y cuando da dos o tres pasos desaparece la molestia. El dolor aparece a la hora de arrancar.

#### 2.¿Con qué actividad física aparecen las molestias?

Corriendo, jugando a hockey hierba. En bici no le aparecen las molestias

#### 3.¿Cuánto tiempo te duraban las molestias en la rodilla y qué síntomas tenías?

Después de jugar a hockey hierba tenía la rodilla hinchada durante un par de días, manifestaba dolor y cuando desaparecía la hinchazón le dejaba de molestar la articulación

#### 4.¿Cómo repercutía este dolor en tu día a día? ¿Dejabas de realizar alguna actividad de tu día a día o suponía un problema para tu trabajo?

Para el trabajo no suponía ningun problema, pero tenía que reducir los días de entrenamiento entre semana para jugar la competición los fin de semana o reducir la intensidad de los entrenamientos.

El dia posterior de jugar un partido tenía que ponerse hielo durante un buen rato y mantenerse inactivo para recuperar.

#### 5.¿Tenías/tenes miedo de lesionarte al practicar cualquier actividad física o solo con algunas?

Tiene miedo de lesionarse al practicar cualquier actividad física

6.¿Has tenido ansiedad o depresión por tus problemas en la rodilla o alguna alteración del sueño?

No ha tenido problemas de ansiedad o de depresión pero sí que ha tenido alguna alteración del sueño, debido a que le molestaba la rodilla. El participante manifestaba que el dolor provenía de que notaba rígida la articulación de la rodilla y le molestaba cuando la movía.

7.¿Cuánto tiempo llevas con tus problemas de lesión meniscal/artrosis?

Con la lesión meniscal desde el 2015

La artrosis se la detecto el traumatólogo en 2022

8.¿La intensidad de su dolor en el día a día como la definirías; leve-moderado o severo?

Moderado

Cuando realizaba hockey hierba severo

9.¿Crees que la actividad física es beneficiosa para tu situación?

Espera que mejore su situación a través de la realización de actividad física

Anexo 4

**Hoja de evaluación y seguimiento de la fatiga, sensaciones y progresión semanal.**

A continuación, se va a rellenar una serie de preguntas para conocer el transcurso de la semana de entrenamiento del programa de ejercicio físico del estudio.

Los datos que usted revele en esta hoja son confidenciales y sólo el equipo investigador de la universidad puede manejarlos.

Esta información nos sirve de gran ayuda para hacer un seguimiento y posibles reorientaciones del entrenamiento de cara a siguientes semanas con el fin de ajustarnos a las necesidades físicas de cada periodo semanal.

No es necesario ni obligatorio contestar a ninguna de las preguntas, pero cuánta más información haya, más podremos reorientar, adaptar y personalizar el entrenamiento.

Marque la opción que considere que más se ajusta a sus sensaciones:

Semana de entrenamiento	6
-------------------------	---

**1. ¿En una escala del 6 al 20, cuál es su nivel de fatiga durante esta semana?**

Lunes:

- Fuerza

6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
---	---	---	---	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----

- Aeróbico

6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
---	---	---	---	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----

Martes:

- Fuerza

6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
---	---	---	---	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----

- Aeróbico

6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
---	---	---	---	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----

Miércoles:

- Fuerza

6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
---	---	---	---	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----

- Aeróbico

6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
---	---	---	---	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----

Jueves:

- Fuerza

6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
---	---	---	---	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----

- Aeróbico

6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
---	---	---	---	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----

Viernes:

- Fuerza

6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
---	---	---	---	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----

- Aeróbico

6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
---	---	---	---	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----

**2. Indique del 1 al 10, el nivel de motivación con el que acudía a las sesiones de entrenamiento:**

Lunes:

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
---	---	---	---	---	---	---	---	---	----

Martes:

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
---	---	---	---	---	---	---	---	---	----

Miércoles:

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
---	---	---	---	---	---	---	---	---	----

Jueves:

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
---	---	---	---	---	---	---	---	---	----

Viernes:

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
---	---	---	---	---	---	---	---	---	----



3. **¿Cree que la exigencia de las sesiones de esta semana ha sido adecuada, inferior a la esperada o superior a la que esperaba?**
  - Inferior
  - **Adecuada**
  - Superior
  
4. **¿Aumentarías la exigencia física para la semana siguiente?**
  - **Si, la aumentara**
  - No, la mantendría igual
  - No, la reduciría
  
5. **¿Qué sensaciones a nivel físico tenía antes, durante y después de cada sesión?**  
**Los ejercicios de bicicleta estática sin problemas.**  
**Durante la anda bien menos molestias que las otras veces.**
  
6. **¿Qué sensaciones a nivel mental tenía antes, durante y después de cada sesión?** **Buena sensación**
  
7. **¿Cuáles son las actividades/ejercicios que más le han gustado a lo largo de la semana?** **Bicicleta estática, Estiramientos dinámicos, y movilidad abdominal**  
**¿Cuáles repetiría?** **Bicicleta estática, y bajar y subir escaleras**  
**¿Cuáles preferiría no volver a hacer?** **Todos me parecieron bien**
  
8. **Respecto a la semana anterior, ¿cree que su rendimiento durante las actividades de las sesiones ha mejorado?**
  - **Ha mejorado**
  - Se ha mantenido
  - Ha empeorado
  
9. **¿Cómo consideras que ha sido tu calidad de sueño a lo largo de esta semana?**  
**La calidad de sueño normal**
  
10. **¿Ha tenido alguna molestia en la rodilla o en otra zona del cuerpo?**  
**Especifica, en caso de ser si, que rodilla le molesta o que zona del cuerpo y que síntomas tenía.**

Molestias en la parte externa de la rodilla, pero no durante los ejercicios sino después de estar sentando más de una hora al incorporarme y consigo dar unos pasos la molestia desaparece.

**11. ¿Ha notado diferencia entre la rodilla operada y la no operada? Sensación de seguridad, equilibrio, sensación de que con una rodilla puedo hacer más que con la otra rodilla.**

Después de los ejercicios de fuerza me encuentro con mejor sensación en las rodillas como más estable.

**12. ¿Tienes alguna sugerencia de mejora de cara a la próxima semana de entrenamiento?**

Mejor hacer aeróbico en bici por la hinchazón de la rodilla

Igual podríamos hacer algo más de fuerza después de los ejercicios de fuerza las rodillas me encuentro más estables y con mejor sensación.

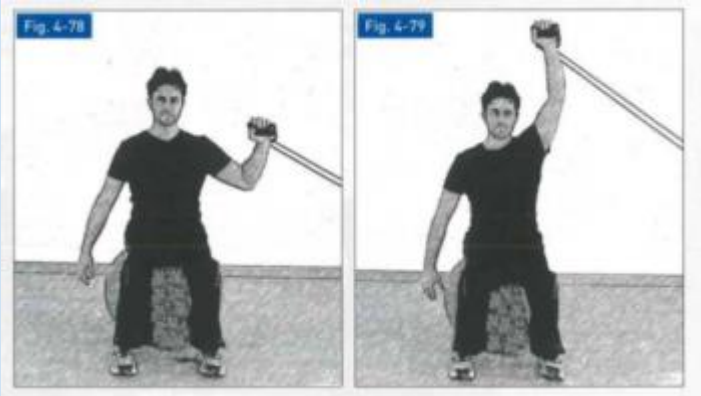
Necesitamos una pelota más pequeña para los ejercicios de suelo.

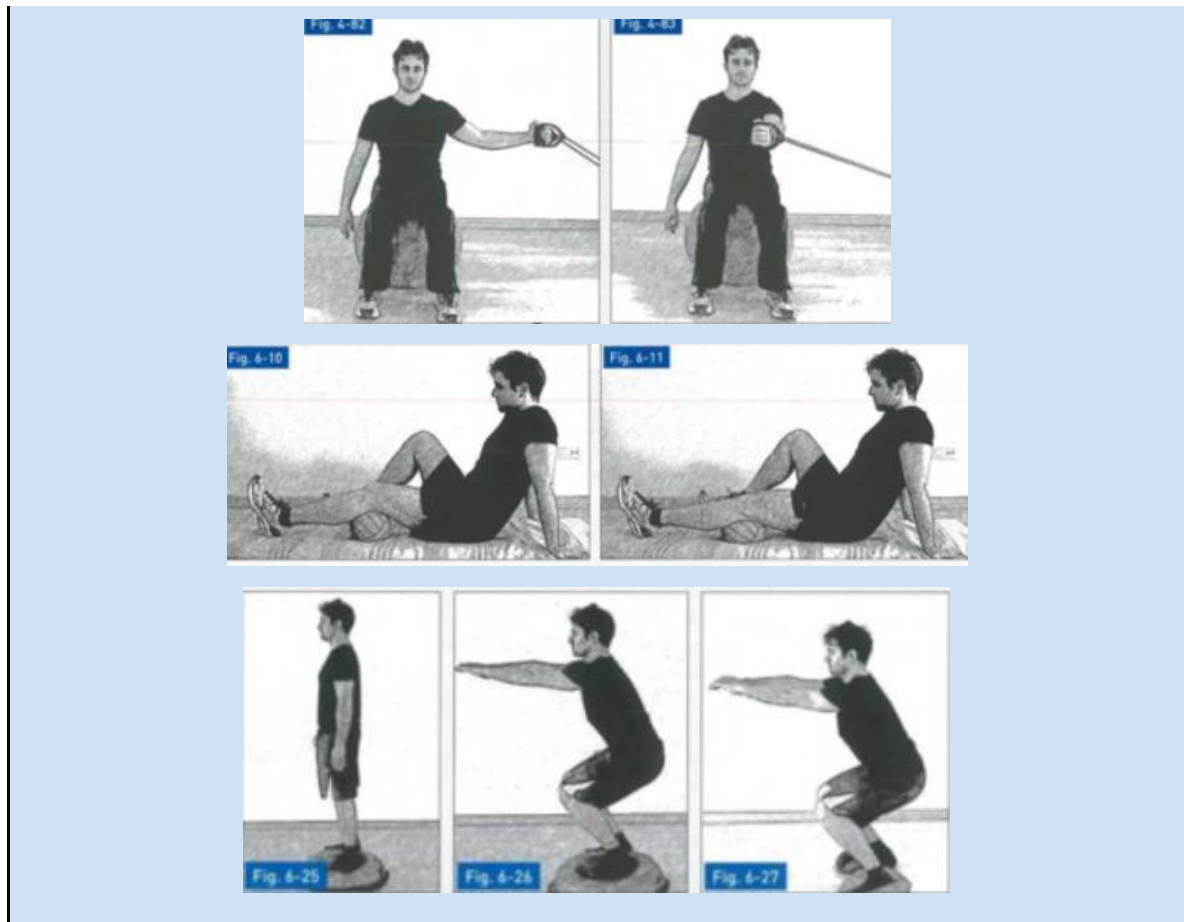
**Anexo 5**

Ejemplo de sesión aeróbica

<b>DÍA</b>	Miércoles 20 de abril de 2022	<b>LUGAR</b>	Domicilio
<b>RECURSOS UTILIZADOS</b>		<b>OBJETIVOS</b>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Bicicleta estática</li> <li>- Banda elástica</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>- Entrenar el componente aeróbico</li> </ul>	
<b>TAREAS</b>			
<b>Calentamiento</b>			
<ul style="list-style-type: none"> <li>• 5 minutos de bicicleta estática, intensidad 2.</li> <li>• Movilidad articular y estiramientos dinámicos</li> <li>• Ejercicios de activación abdominal</li> </ul>			
<b>Parte principal aeróbico</b>			
<ul style="list-style-type: none"> <li>• 15 minutos de bicicleta estática a una intensidad de 50% de la FCR, a 116 ppm</li> <li>• 2 minutos de descanso</li> <li>• 10 minutos de bicicleta estática a una intensidad de 55% de la FCR, a 121 ppm</li> </ul>			
<b>Vuelta a la calma y flexibilidad</b>			
<ul style="list-style-type: none"> <li>• 3 minutos de bicicleta estática a una intensidad de 40% de la FCR, a 105 ppm</li> <li>• Ejercicios de flexibilidad de extremidades inferiores</li> </ul>			

*Ejemplo de sesión de entrenamiento de fuerza*

<b>DÍA</b>	10/5/2022 Viernes	<b>LUGAR</b>	Domicilio
<b>RECURSOS UTILIZADOS</b>		<b>OBJETIVOS</b>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Bandas elásticas</li> <li>- Fitball</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>- Entrenar fuerza tren inferior de los músculos anteriores y prevención de lesiones</li> </ul>	
<b>TAREAS</b>			
<b>Calentamiento</b>			
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Bicicleta estática durante 5 minutos</li> <li>• Movilidad articular y estiramientos dinámicos y balísticos</li> <li>• Activación abdominal</li> </ul>			
<b>Parte principal 1: prevención de lesiones</b>			
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Entrenamiento propiocepción: 15 repeticiones de 2 series cada ejercicio. Imágenes obtenidas del Libro de Tarantino (2017).</li> </ul>			
			



### Parte principal 2: Fuerza

- Sentadilla normal (12 repeticiones)x3 series, con 90 segundos de descanso entre series.
- Sentadilla isométrica contra la pared 20 segundos x3 series, con 90 segundos de descanso entre series.
- Aductores isométrico (20 segundos)x3 series, con 90 segundos de descanso entre series. (Ejercicio con el círculo de la switch).
- Abductores con banda elástica, isométrico (20 segundos)x3 series, con 90 segundos de descanso entre series. Con la banda elástica corta abriendo las piernas
- Cuádriceps con banda elástica isométrico (20 segundos)x3 series, con 90 segundos de descanso entre series. Como en el dibujo, con banda elástica corta, pero con la pierna de abajo extendida en el suelo

**Entre ejercicios 2 minutos de recuperación**

### Vuelta a la calma y flexibilidad

- Abdominales: Crunch, plancha, oblicuos, piernas alternas arriba y abajo, piernas alternas hacia un lado y otro.
- Ejercicios de flexibilidad de extremidades inferiores

*Ejemplo de sesión entrenamiento de fuerza + aeróbico*

<b>DÍA</b>	Viernes 3 de junio de 2022	<b>LUGAR</b>	Domicilio
<b>RECURSOS UTILIZADOS</b>		<b>OBJETIVOS</b>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Bicicleta estática</li> <li>- Step</li> <li>- Gomas/bandas elásticas</li> <li>- Fitball</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>- Entrenar el componente aeróbico</li> <li>- Entrenar la aptitud muscular</li> </ul>	
<b>TAREAS</b>			
<b>Calentamiento</b>			
<ul style="list-style-type: none"> <li>• 5 minutos de bicicleta estática, intensidad 2.</li> <li>• Movilidad articular y estiramientos dinámicos.</li> <li>• Activación abdominal</li> </ul>			
<b>Parte principal fuerza</b>			
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ejercicio de isquiotibiales con fitball (12 repeticiones y 3 series) 90 segundos de recu</li> <li>• Gemelos (12 repeticiones y 3 series) 90 segundos de recu</li> <li>• Flexión de rodilla con goma (12 repeticiones y 3 series) 90 segundos de recu</li> <li>• Zancada sin peso (12 repeticiones y 3 series) 90 segundos de recu (este es el paso profundo)</li> <li>• Hip Thrust (6 repeticiones con cada pierna y 3 series) 90 segundos de recu (este es el de la prueba de fuerza en el banco)</li> </ul>			
<b>Parte principal aeróbico</b>			
<ul style="list-style-type: none"> <li>• 30 minutos de bicicleta a una intensidad de 60% de la FCR, a 126 ppm</li> </ul>			
<b>Vuelta a la calma y flexibilidad</b>			
<ul style="list-style-type: none"> <li>• 5 minutos de bicicleta a una intensidad de 40% de la FCR, a 105 ppm</li> <li>• Ejercicios de flexibilidad de extremidades inferiores</li> </ul>			