

Universidad Tecnocampus Mataró-Maresme

Grado en Fisioterapia

Efecto de las variables del entrenamiento de  
la fuerza en la prehabilitación del paciente  
oncológico colorrectal.

---

Curso académico 2021-2022

Autora: Nàdia Valls Arcas

Directora: Dra. Raquel Sebío García

Presentado en 16 de mayo de 2022

## **AGRADECIMIENTOS**

A mi directora de trabajo de final de grado por compartir sus conocimientos y guiarme en este proceso. Por transmitir su pasión por la investigación y la divulgación científica y por ser un ejemplo profesional.

A mi familia, especialmente a mi madre, por la paciencia y la comprensión durante este intenso camino y a mi hermano, por ayudarme con todas las fotografías del trabajo.

A mi otra familia, mis amigas y amigos, por cederme su tiempo y por el apoyo mutuo.

A mi pareja, por multiplicar los conocimientos y dividir las dificultades. Por cerrar juntos esta etapa llena de aprendizaje.

A toda la comunidad científica que permite que tengamos al alcance un abanico de información tan amplio que nos permite seguir formándonos y mejorar la vida de las personas a través de esta profesión, la fisioterapia.

# ÍNDICE DE CONTENIDOS

ÍNDICE DE TABLAS Y FIGURAS	7
ABREVIATURAS	3
RESUMEN Y PALABRAS CLAVE	4
1. INTRODUCCIÓN	6
2. JUSTIFICACIÓN DEL ESTUDIO	8
3. HIPÓTESIS Y OBJETIVOS	10
4. METODOLOGÍA	11
4.1 DISEÑO DEL ESTUDIO	11
4.3 ASIGNACIÓN DE LOS INDIVIDUOS A LOS GRUPOS DE ESTUDIO	12
4.4 VARIABLES DE ESTUDIO	13
4.5 PROCEDIMIENTO	15
4.6 DESCRIPCIÓN DE LA PROPUESTA DE INTERVENCIÓN	15
4.7 ANÁLISIS ESTADÍSTICO	20
4.8 CONSIDERACIONES ÉTICAS	20
5. CRONOGRAMA	22
6. PRESUPUESTO	23
7. LIMITACIONES Y PROSPECTIVA	25
8. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	27
9. ANEXOS	30

Anexo I. Escala de Borg	30
Anexo II. Hoja de información al paciente	31
Anexo III. Hoja de consentimiento informado	33

## ÍNDICE DE TABLAS Y FIGURAS

Figura 1. Esquema resumen del diseño de estudio .....	11
Figura 2. Hand Grip Test.....	13
Figura 3. Ejecución del 30-s Sit to Stand Test.....	14
Figura 4. Ejecución del 30-s Arm Curl test .....	14
Figura 5. Ejecución del ejercicio de extensión de rodilla .....	17
Figura 6. Ejecución del ejercicio de flexión de rodilla .....	18
Figura 7. Ejecución del ejercicio de remo horizontal .....	18
Figura 8. Ejecución del ejercicio de empuje diagonal .....	19
Figura 9. Ejecución del ejercicio de flexión de codo .....	19
Tabla 1. Resumen de la valoración de la fuerza muscular .....	13
Tabla 2. Resumen del protocolo de entrenamiento de los grupos A y B.....	17
Tabla 3. Cronograma de estudio .....	22
Tabla 4. Presupuesto del estudio de investigación .....	23
Tabla 5. Escala de Borg.....	30

## **ABREVIATURAS**

1RM: Una repetición máxima

ACS: American Cancer Society

ACSM: American College of Sports Medicine

ANOVA: Análisis de varianza

IARC: International Agency for Research on Cancer

INE: Instituto Nacional de Estadística

IQ: Intervención quirúrgica

MCID: Diferencia Mínima Clínicamente Significativa

NCCN: National Comprehensive Cancer Network

ECA: Ensayo Controlado Aleatorizado

SEOM: Sociedad Española de Oncología Médica

## RESUMEN Y PALABRAS CLAVE

**Introducción y justificación:** El cáncer colorrectal es uno de los más prevalentes a tanto a nivel estatal como a nivel mundial. Por sus características, el paciente de cáncer colorrectal es un buen candidato para ser tratado mediante la prehabilitación. La prehabilitación es una intervención multimodal con el objetivo de la mejora física, psicológica y nutricional durante el tratamiento quirúrgico. Debido al poco tiempo de implementación de esta herramienta de tratamiento, existe poca literatura y algunas de sus áreas necesitan establecer una estandarización. El entrenamiento de la fuerza es una de las intervenciones incluidas en el área del ejercicio físico en prehabilitación que necesita ser estudiada con mayor profundidad.

**Objetivo:** El objetivo principal de este estudio es comparar la eficacia de dos protocolos de entrenamiento de la fuerza muscular (alta intensidad vs. baja intensidad) en pacientes con cáncer colorrectal incluidos en un programa de prehabilitación.

**Metodología:** Se realizará un ensayo controlado aleatorizado (ECA) con un diseño de grupos paralelos en el Hospital Clínic de Barcelona. Será un estudio prospectivo longitudinal que evaluará los efectos de los dos protocolos. Se asignará aleatoriamente a los grupos de estudio a todos los sujetos que hayan cumplido con los criterios de inclusión. La variable principal de estudio será la fuerza muscular y para su valoración se utilizarán los test: Hand Grip, 30-s Sit to Stand y 30-s Arm Curl. La intervención del entrenamiento de la fuerza de ambos grupos comprenderá 5 ejercicios: extensión de rodilla, flexión de rodilla, tracción horizontal, empuje diagonal y flexión de codo. La duración de la intervención será de 3-4 semanas aproximadamente.

**Impacto esperado:** El resultado que se espera encontrar es que ambos protocolos resultan igual de eficaces para obtener una mejoría en las ganancias de fuerza muscular.

**Conclusiones:** En el caso de obtener el resultado esperado, ambos protocolos se podrían utilizar en un contexto de prehabilitación en cáncer colorrectal ofreciendo al paciente mayor individualización en el entrenamiento y por lo tanto se podría adaptar el tratamiento a su tolerancia, satisfacción, facilidades y preferencias.

**Palabras clave:** Prehabilitación, Cáncer colorrectal, Entrenamiento de la fuerza.

**Introduction and justification:** Colorectal cancer is one of the most prevalent types of tumours, both at a state level and worldwide. Due to its characteristics, colorectal cancer patients are good candidates to be treated through prehabilitation. Prehabilitation is a multimodal intervention with the objective of physical, psychological, and nutritional improvement during pre-surgical treatment. Due to the short implementation time of this treatment tool, there is currently little literature describing its efficacy and some parts of the practice require standardisation. Strength training is one of the interventions included in the area of physical exercise in prehabilitation that needs to be studied in greater depth.

**Objectives:** The main objective of this study is to compare the efficacy of two muscle strength training protocols (high intensity vs. low intensity) in patients with colorectal cancer, included in a prehabilitation program.

**Methodology:** A randomised controlled trial (RCT) with a parallel group design will be carried out at the Hospital Clínic deBarcelona. It will be a longitudinal prospective study that will evaluate the effects of the two protocols. All subjects who have met the inclusion criteria will be randomly assigned to the study groups. The main study variable will be muscle strength and the following tests will be used for its assessment: Hand Grip, 30-s Sit to Stand and 30-s Arm Curl. The strength training intervention for both groups will comprise 5 exercises: knee extension, knee flexion, horizontal pull, diagonal push, and elbow flexion. The duration of the intervention will be approximately 3-4 weeks.

**Expected impact:** The expected result is that both protocols are equally effective in obtaining an improvement in muscle strength gains.

**Conclusions:** In the case of obtaining the expected result, both protocols could be used in a context of prehabilitation in colorectal cancer, offering the patient greater individualisation in training and therefore the treatment could be adapted to their tolerance, satisfaction, facilities and preferences.

**Keywords:** Prehabilitation, Colorectal cancer, Resistance training.

## 1. INTRODUCCIÓN

En el año 2020, el cáncer colorrectal fue el segundo tumor más prevalente a nivel mundial por detrás del cáncer de mama según la *International Agency for Research on Cancer* (IARC). Como nos indica el Instituto Nacional de Estadística (INE), en España, del total de 112.741 fallecimientos por cáncer, 15.125 fueron tumores malignos de colon, recto, porción rectosigmoide y ano. Los signos y síntomas del cáncer colorrectal pueden no presentarse en primera instancia, pero, de ser lo contrario, puede ocasionar uno o varios de los siguientes: cambio en los hábitos de evacuación por varios días, sensación de necesitar el inodoro que no desaparece posteriormente a una evacuación intestinal, sangrado rectal con sangre roja brillante, sangre en heces fecales, cólicos o dolor abdominal, debilidad y cansancio y pérdida inexplicable de peso (ACS<sup>1</sup>).

La Sociedad Española de Oncología Médica (SEOM) indica que, de forma general, la supervivencia por cáncer en España ha aumentado en las últimas décadas, debido a los avances terapéuticos, entre otras cosas como actividades preventivas o métodos de cribado. Se ha observado una clara correlación positiva entre la supervivencia al cáncer y la actividad física, mostrándose el ejercicio regular, especialmente el trabajo aeróbico, como un factor reductor en cuanto a la mortalidad, recurrencia del tumor o incidencia de otras enfermedades crónicas (Gómez, I. et al. 2016). Para cirugías abdominales, como es el caso de cáncer colorrectal, se recomienda fisioterapia de baja intensidad en las primeras etapas posteriores a la intervención quirúrgica (IQ) y ejercicio intensivo sólo meses después (Gómez, I. et al. 2016).

Una de las herramientas más novedosas para el tratamiento oncológico es la prehabilitación. Se trata de una intervención multimodal cuyo objetivo es la mejora física, psicológica y nutricional y que comprende el período que se establece desde el momento del diagnóstico hasta el comienzo del tratamiento agudo del cáncer (más frecuentemente la cirugía). Su objetivo es mejorar los resultados de la intervención quirúrgica y acelerar la recuperación (Crevenna, R. et al. 2021). Este concepto ha surgido en gran medida debido a que la mala condición física y otros factores modificables como la anemia preoperatoria y el estado nutricional, constituyen factores de riesgo asociados a complicaciones postoperatorias graves. En el caso del cáncer colorrectal, se encuentran un gran número de complicaciones postoperatorias y una reducción del 30% al 40% en la capacidad funcional para caminar post-intervención. Además, las personas mayores son más susceptibles a los efectos negativos del estrés quirúrgico y en este tipo de cáncer, se

---

<sup>1</sup> American Cancer Society

encuentran habitualmente pacientes de elevada edad (Carli, F. et al. 2017). Así mismo, el cáncer colorrectal está asociado a una alta morbilidad ya que algunos de sus factores de riesgo como el tabaquismo o el sedentarismo están directamente asociados a otras patologías (Carli, F. et al. 2017). Por los motivos anteriormente descritos, la prehabilitación en el cáncer colorrectal es uno de los principales pilares para mejorar los resultados postoperatorios.

Se ha visto que el ejercicio físico en prehabilitación para pacientes oncológicos sometidos a cirugía es seguro, aceptable y factible con una mejora estadísticamente significativa en la capacidad funcional postoperatoria (Michael, C. M. Et al. 2021). Distintos estudios han analizado varios factores a tener en cuenta para la programación del ejercicio durante este tratamiento. En primer lugar, se ha visto que el entrenamiento físico supervisado conduce a cambios significativos en la capacidad funcional, lo que acelera el retorno postoperatorio a las actividades iniciales, en mayor medida que el no supervisado (Awasthi, R. et al. 2019). También, se han mostrado resultados favorables postoperatorios con un aumento de la actividad física aeróbica de intensidad moderada durante el período de prehabilitación (Onerup, A. et al. 2017). El aumento significativo de la cantidad de actividad física de intensidad moderada y vigorosa también muestra mejoras para la función física de los pacientes (Chen, B. P. Et al. 2017).

Finalmente, se puede observar que con la prehabilitación es posible contribuir a la recuperación, tanto a nivel físico como mental (van Rooijen, S. et al. 2019). Dentro de este tratamiento, el entrenamiento de la fuerza muscular no está profundamente estudiado y sólo se muestra evidencia muy global como la reducción de la morbilidad respecto al efecto positivo del ejercicio físico en prehabilitación en un análisis sistemático y metanálisis (Heger, P. 2020).

## 2. JUSTIFICACIÓN DEL ESTUDIO

Existen multitud de estudios que evalúan el efecto de la prehabilitación frente al tratamiento estándar en diferentes tipos de tumores (Heger, P. et al. 2020), y en general todos muestran resultados favorables en relación a este tipo de intervención; sin embargo, no está claramente establecido qué variables del entrenamiento deben tenerse en cuenta en la programación del ejercicio físico dentro de la prehabilitación ni cómo ajustarlas para realizar un trabajo eficiente. En una revisión sistemática publicada en 2017, los autores reportaron que es mucho más frecuente el trabajo aeróbico que el ejercicio de fuerza en los programas de prehabilitación (Hijazy, Y. et al. 2017). Además, se muestra que en general los programas de prehabilitación en pacientes de cáncer sometidos a cirugía abdominal siguen siendo heterogéneos en su composición, modo de administración y medidas de resultado de la capacidad funcional.

Por todo lo que precede, se concluye que es necesaria una estandarización previa a la evaluación de la prehabilitación a mayor escala (Hijazy, Y. et al. 2017). Algunas de las razones por las que existe heterogeneidad en los metaanálisis son la evaluación de distintos tipos de cáncer en los ensayos, diferentes tipos de intervenciones de ejercicio evaluadas y protocolos de prehabilitación no estandarizados como la intensidad, frecuencia y tiempos entre otros (Michael, C. M. Et al. 2021). Otro estudio corrobora la ausencia de herramientas de evaluación estandarizadas, así como las variables del ejercicio de fuerza pre-intervención (Carli, F. et al. 2017) y, aunque a partir de 2020 la literatura ha respaldado el ejercicio de prehabilitación, actualmente las principales guías internacionales como la *National Comprehensive Cancer Network* (NCCN) todavía no incluyen ninguna guía de ejercicios para el paciente oncológico (Michael, C. M. Et al. 2021).

Este vacío en la evidencia nos lleva a la necesidad de profundizar en la investigación del papel del ejercicio físico en la prehabilitación. Por este motivo este estudio pretenderá evaluar los efectos de dos protocolos de entrenamiento de la fuerza distintos en el paciente con cáncer colorrectal, con el fin de comparar los efectos que puede tener la manipulación de variables del entrenamiento de fuerza previo a la IQ en pacientes con cáncer colorrectal incluidos en un programa de prehabilitación. Si los resultados de ambos grupos muestran por igual las mejoras en la producción de fuerza pre operatoria, podrá ampliarse el abanico de opciones de la prescripción del entrenamiento priorizando las posibilidades y preferencias del/de la paciente. Se debe tener en cuenta que el paciente tipo de cáncer colorrectal es una persona de edad avanzada que se encuentra en un contexto de reducción de la capacidad funcional y mayor

comorbilidad asociada (Santa Mina, D. 2020). Si ante las conclusiones de este estudio se puede observar que un entrenamiento de mayor intensidad y menor volumen tiene los mismos beneficios que un entrenamiento de menor intensidad y mayor volumen, para el sujeto probablemente será más fácil y agradable esta última opción, ya que le supondrá un menor esfuerzo un trabajo a una intensidad moderada-baja teniendo en cuenta su estado de salud. Ofrecer estas facilidades al/a la paciente para su tratamiento puede proporcionar una mayor adherencia al tratamiento y, a su vez, hacer al sujeto más partícipe de su propia recuperación facilitándole distintas opciones.

### **3. HIPÓTESIS Y OBJETIVOS**

#### **HIPÓTESIS**

Un programa de entrenamiento de la fuerza a una intensidad media-baja puede proporcionar los mismos beneficios que un entrenamiento a intensidad moderada-alta equiparando el volumen total, en relación a la fuerza muscular en período preoperatorio de cáncer colorrectal incluido en un programa de prehabilitación.

#### **OBJETIVO GENERAL**

Comparar la eficacia de dos protocolos de entrenamiento de la fuerza muscular (alta intensidad vs. baja intensidad) en pacientes con cáncer colorrectal incluidos en un programa de prehabilitación.

#### **OBJETIVOS ESPECÍFICOS / SECUNDARIOS**

- 1) Encontrar si existen diferencias en los efectos sobre la tolerancia entre dos protocolos de entrenamiento de la fuerza muscular (alta intensidad vs. baja intensidad) en un contexto de pacientes con cáncer colorrectal incluidos en un programa de prehabilitación.
- 2) Estudiar si dos protocolos de entrenamiento de la fuerza (alta intensidad y baja intensidad) tienen los mismos efectos para la recuperación postoperatoria reflejada en el período de estancia hospitalaria.
- 3) Estudiar si se producen diferencias en cuanto a los efectos adversos asociados entre dos protocolos de entrenamiento de la fuerza muscular (alta intensidad vs. baja intensidad) en un contexto de pacientes con cáncer colorrectal incluidos en un programa de prehabilitación.

## 4. METODOLOGÍA

### 4.1 DISEÑO DEL ESTUDIO

Se realizará un ensayo controlado aleatorizado (ECA). Se tratará de un estudio prospectivo longitudinal que evalúa los efectos de dos programas de entrenamiento de la fuerza distintos dentro de un programa de prehabilitación en pacientes con cáncer colorrectal del Hospital Clínic de Barcelona. Se realizará un diseño de grupos paralelos, por lo que cada participante estará expuesto sólo a una de los dos protocolos. Sólo los sujetos que cumplan con los criterios de inclusión podrán participar en el estudio. Este estudio se realizará según la Declaración de Helsinki sobre aspectos éticos. El estudio deberá de ser aprobado por el Comité de Ética de Investigación local y todos los/las pacientes recibirán la información necesaria de manera oral y por escrito para participar y deberán firmar el correspondiente consentimiento informado antes de cualquier tipo de medición o intervención.

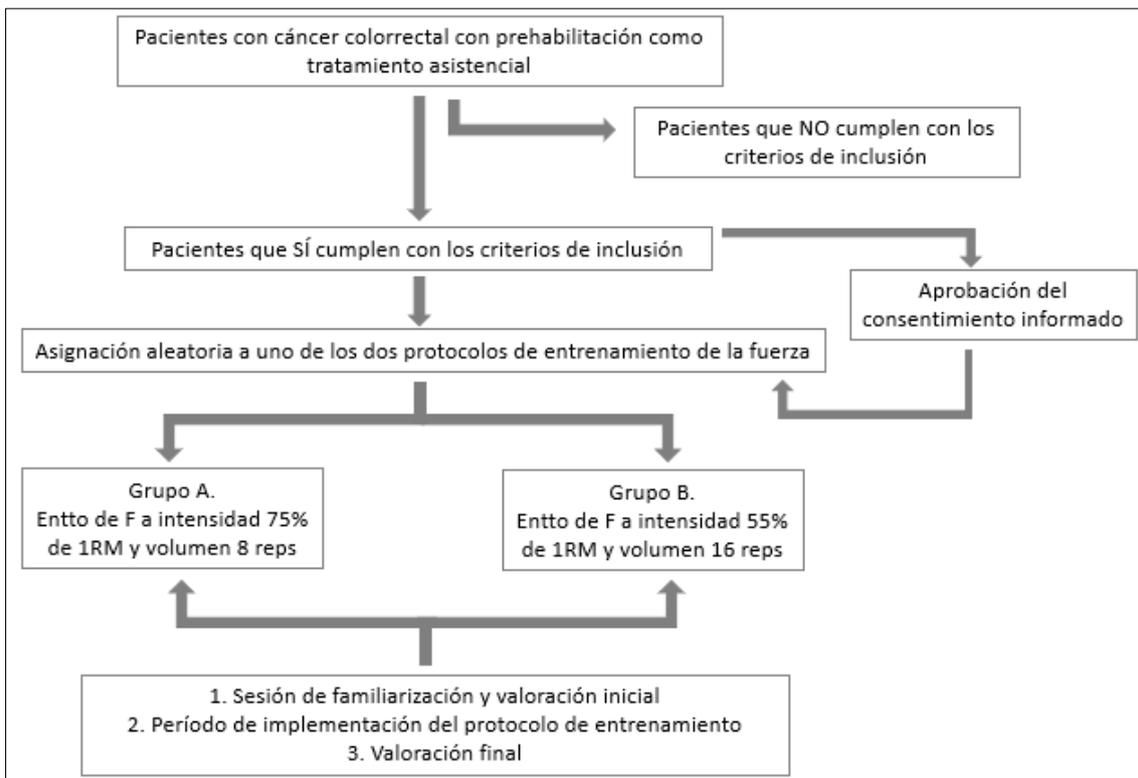


Figura 1. Esquema resumen del diseño de estudio

## 4.2 POBLACIÓN Y MUESTRA

Los candidatos a participar en este estudio serán sujetos incluidos en un programa de prehabilitación como parte de su actividad asistencial de la Unidad de Prehabilitación del Hospital Clínic de Barcelona. Se utilizará una técnica de muestreo no probabilístico, siendo esta un muestreo consecutivo. La duración estimada del periodo de reclutamiento será de 1 año, siempre y cuando se cumpla con el mínimo de participantes para el estudio. Existirá la posibilidad de alargar el período de recogida de datos para conseguir la cantidad de participantes necesaria. El tamaño de la muestra se ha calculado con *Sealed Envelope* ya que se trata de un estudio de no-inferioridad y se ha determinado de acuerdo con los criterios de calidad para las propiedades de medición de las medidas del estado de salud. Se ha determinado que se requieren un total de 138 sujetos para la participación, 69 para cada grupo del estudio.

Los criterios de inclusión para participar en este estudio son:

- 1) Paciente diagnosticado de cáncer colorrectal mediante técnicas de imagen o biopsia programado para intervención quirúrgica.
- 2) Sujeto mayor de 18 años.
- 3) Paciente ambulatorio.
- 4) No realizar ningún otro tipo de programa de entrenamiento de la fuerza ni actividad física programada durante la duración del programa de prehabilitación.
- 5) No tener ninguna contraindicación médica para participar en el estudio.

Aquellos sujetos que no cumplan con los criterios de inclusión no podrán participar en el estudio pero sí podrán realizar el programa de prehabilitación ya preestablecido por los/las profesionales del Hospital Clínic de Barcelona como parte de su tratamiento.

## 4.3 ASIGNACIÓN DE LOS INDIVIDUOS A LOS GRUPOS DE ESTUDIO

Al tratarse de un estudio de muestreo consecutivo, la aleatorización de la asignación de los individuos a los grupos de estudio se realizará a medida que se presenten sujetos con los criterios de inclusión. Los individuos participantes en la investigación se seleccionarán porque están fácilmente disponibles y porque pertenecen a la población de interés para el estudio y no

porque hayan sido seleccionados mediante ningún criterio estadístico. Cada vez que llegue un/a participante nuevo, deberá entregar el consentimiento informado por escrito. Una vez entregado se realizará una aleatorización generada por ordenador. Así pues, los sujetos serán aleatoriamente asignados en un ratio de 1:1 a uno de los 2 grupos experimentales para llevar a cabo uno de los dos protocolos diseñados: programa de entrenamiento de la fuerza a intensidad moderada-alta y volumen bajo (Grupo A) y programa de entrenamiento de la fuerza a intensidad moderada-baja y volumen alto (Grupo B).

#### 4.4 VARIABLES DE ESTUDIO

La variable principal para el estudio será la fuerza muscular de los siguientes grupos musculares: cuádriceps, isquiotibiales, dorsal ancho, pectoral mayor y bíceps braquial. Esta variable será medida en una valoración inicial previamente a la intervención del programa de fuerza y en una valoración final al finalizar todas las sesiones programadas por motivo de IQ inminente (aproximadamente unas cuatro semanas después). La fuerza de los principales grupos musculares se evaluará mediante las siguientes pruebas validadas para su uso en paciente con cáncer: i) prueba de fuerza de prensión de la mano (Oja, P. 1995) para una evaluación global de la fuerza; ii) el 30-s *Sit to Stand Test* (Boneth Collantes, M. Et al. 2012) para la evaluación de la fuerza del tren inferior y iii) el 30-s *Arm Curl Test* para la evaluación de tren superior, estos dos últimos incluidos en la batería Senior Fitness Test para adultos mayores (Cobo-Mejía, E. A. et al. 2016). Cada uno de los tres tests se realizará 2 veces consecutivas, con un descanso de 2 minutos entre medio, y la mejor repetición de cada test será la que se contará como válida.

Tabla 1. Resumen de la valoración de la fuerza muscular

TEST	JUSTIFICACIÓN	DESCRIPCIÓN
Hand Grip Test	Valoración global de la fuerza	Se utilizará un dinamómetro hidráulico marca JAMAR. El/la paciente se sentará en una silla y colocará su codo en flexión de 90º manteniendo el antebrazo en posición neutra. El participante realizará la fuerza de prensión durante un máximo de 3 segundos, con reposo de 1 minuto entre cada repetición.



Figura 2. Hand Grip Test

<p>30-s Sit to Stand Test</p>	<p>Valoración de la fuerza en tren inferior</p>	<p>El sujeto se situará sentado en la silla con los pies ligeramente separados y apoyados en el suelo. Los brazos se colocarán cruzados sobre el pecho. El/la paciente deberá ponerse de pie y volverse a sentar de manera continuada durante 30 segundos, a partir de la señal de “listo/a, ya”. Se tomarán como válidas todas aquellas realizadas de manera correcta y también aquella repetición que se quede a más de medio recorrido justo al terminar el tiempo.</p>  <p><i>Figura 3. Ejecución del 30-s Sit to Stand Test</i></p>
<p>30-s Arm Curl Test</p>	<p>Valoración de la fuerza en tren superior</p>	<p>El sujeto se colocará en sedestación con la espalda apoyada en el respaldo y agarrando una mancuerna con su mano hábil. Realizará el movimiento de flexión de codo partiendo de una extensión de codo con agarre neutro hasta una máxima flexión con agarre supino. Para mujeres se usará una mancuerna de 5 lb (2,27 kg) y para hombres una de 8 lb (3,63 kg).</p>  <p><i>Figura 4. Ejecución del 30-s Arm Curl test</i></p>

#### 4.5 PROCEDIMIENTO

Los/las pacientes que sean diagnosticados con cáncer colorrectal se deberarán a la Unidad de Prehabilitación para su inclusión en un programa trimodal (ejercicio físico, nutrición y apoyo psicológico) según el tratamiento estándar en el Hospital Clínic. En la duración del periodo preoperatorio los/las pacientes no serán ingresados en el hospital, excepto casos que lo precisen, sino que serán enviados a casa mientras se les prescribirá un tratamiento como paciente ambulatorio. Cada paciente deberá venir presencialmente 3 días hospital y realizar uno de los dos programas de entrenamiento descritos en el programa de prehab, en función del grupo que se le haya asignado aleatoriamente. El paciente acudirá al centro hospitalario los días indicados hasta el momento previo a su intervención y el período de entrenamiento de la fuerza será de unas 4 semanas aproximadamente. Tanto la valoración inicial y final como las sesiones de entrenamiento se realizarán en el gimnasio del Servicio de Rehabilitación ubicado en el Hospital Clínic de Barcelona que cuenta con todo el material necesario para llevar a cabo tanto el entrenamiento como las mediciones correspondientes.

#### 4.6 DESCRIPCIÓN DE LA PROPUESTA DE INTERVENCIÓN

Los/las pacientes elegidos/as serán aleatoriamente asignados a uno de los dos protocolos. La intervención se basará en la propuesta de dos programas de entrenamiento de la fuerza con variables modificadas entre uno y otro. El entrenamiento será supervisado en ambos grupos por dos fisioterapeutas especializadas y realizado en el Hospital Clínic de Barcelona con una periodicidad de tres días por semana.

La duración de la intervención, que será de aproximadamente 3-4 semanas, se definirá en función de la fecha establecida para la IQ del/de la paciente. La prescripción del ejercicio será determinada en base a la evidencia actual ya que no existe definida ninguna pauta en la NCCN. Se seguirán las recomendaciones de la prescripción de ejercicio de la ACSM<sup>2</sup> en la *Physical Activity Guidelines for Americans* de 2018 (Campbell, K. L, 2019) pero teniendo en cuenta que con el estudio se buscará modificar las variables de intensidad y volumen del entrenamiento de la fuerza en ambos protocolos. Por ello, ambas variables se aproximarán al máximo a las recomendaciones a la vez que se buscará que entre ambos grupos haya una diferencia notable en la programación del entrenamiento para poder encontrar resultados significativos.

---

<sup>2</sup> American College of Sports Medicine

Se realizarán un total de 3 sesiones semanales por cada uno de los grupos. Se establecerá un trabajo de intensidad baja-moderada en un grupo (Grupo A) y de intensidad moderada-alta en otro grupo (Grupo B). En el grupo A la carga se programará con una intensidad del 75% de 1-RM y para equiparar el volumen total se establecerá un volumen de 8 repeticiones por cada serie y ejercicio. En el grupo B la intensidad será menor, representada con un 55% de 1-RM y el volumen de repeticiones será mayor, contando con 16 repeticiones por cada serie y ejercicio.

Previamente al entrenamiento, se realizará en cada grupo un calentamiento pautado mediante movilidad articular global de todo el cuerpo, incidiendo en movilidad de rodillas, cadera, codos y hombros. Además, antes de las 2 series efectivas a realizar, se realizarán 2 series de calentamiento por cada ejercicio: se ejecutará una serie a un porcentaje de 10 repeticiones al 30% de 1RM y otra serie de 8 repeticiones al 45% de 1RM. El calentamiento se realizará igual en ambos grupos para evitar que las diferencias en éste puedan influenciar la valoración final y se pueda ver una repercusión al realizar el análisis de resultados.

El entrenamiento estará compuesto por los mismos ejercicios en los dos grupos. Se utilizarán como material máquinas guiadas y mancuernas para la realización de los ejercicios de fuerza y cada sesión de entrenamiento consistirá en un total de 5 ejercicios involucrando algunos de los principales grupos musculares: cuádriceps, isquiotibiales, dorsal ancho, pectoral mayor, bíceps braquial. Cada ejercicio se llevará a cabo un total de dos series con un descanso entre serie de 2 minutos.

Los ejercicios a realizar por los dos grupos serán los siguientes: extensión de rodilla, flexión de rodilla, remo horizontal, empuje diagonal, flexión de codo. En todos los ejercicios se realizará una fase concéntrica a una velocidad alta y una fase excéntrica controlada.

Para la programación de la carga se ha utilizará la variable de 1-RM calculada con un test indirecto de 1RM (Brzycki, M. 1993) ( $\text{Peso} / 1,0278 - 0,0278 \times \text{Reps}$ ) y la Escala de Borg (Editorial Síclo, 2021). Esta última también se ha utilizado para modificar la carga y realizar una progresión adecuada durante el período de realización del programa del entrenamiento de la fuerza. La progresión se realizará en función del esfuerzo percibido por cada paciente y los valores deberán situarse siempre en el intervalo 6-8. La Escala de Borg será una medida que se registrará en cada sesión por cada sujeto y ejercicio. Si el sujeto se encuentra en un valor inferior a 6 en algún momento de la duración de la intervención, se aumentará ligeramente la carga mediante el peso utilizado para el ejercicio, el número de repeticiones se mantendrá como el preestablecido

inicialmente para cada grupo. De este modo el cuerpo recibirá un estímulo adecuado para el entrenamiento de la fuerza, de acuerdo con el principio de progresión del entrenamiento.

Tabla 2. Resumen del protocolo de entrenamiento de los grupos A y B

VARIABLES DE ENTRENAMIENTO	Grupo A	Grupo B
INTENSIDAD	75% 1-RM	55% 1-RM
VOLUMEN	2 series x 8 repeticiones	2 series x 16 repeticiones
DESCANSO	2'	
PERCEPCIÓN DEL ESFUERZO	6-8 Escala de Borg	
<b>EJERCICIOS</b>		
EXTENSIÓN DE RODILLA		
<p>Se utilizará la máquina <i>Leg Extension MED</i> de TechnoGym. El sujeto se situará en sedestación en la máquina partiendo de una flexión de rodilla de unos 90°. Desde esa posición, deberá llevar ambas piernas simultáneamente hacia la máxima extensión.</p>		
		
<p>Figura 5. Ejecución del ejercicio de extensión de rodilla</p>		
FLEXIÓN DE RODILLA		

Se utilizará la máquina *Selection 900 Leg curl* de TechnoGym. El sujeto se situará en sedestación en la máquina partiendo de una máxima extensión. Desde esa posición, deberá llevar ambas piernas simultáneamente hacia la máxima flexión.



*Figura 6. Ejecución del ejercicio de flexión de rodilla*

#### REMO HORIZONTAL

Se utilizará la máquina *Remo bajo selection pro series* de TechnoGym. El sujeto se situará en sedestación apoyando su pecho en la superficie proporcionada. Realizará un agarre neutro en las empuñaduras e iniciará en una posición de 90° de la articulación de hombro y extensión completa de codos. Desde esa posición, deberá llevar ambos brazos simultáneamente hacia la extensión glenohumeral y la flexión de codo de aproximadamente 90°, manteniendo los codos pegados al cuerpo.



*Figura 7. Ejecución del ejercicio de remo horizontal*

#### EMPUJE DIAGONAL

Se utilizará la máquina *Selection Chest Press Med* de TechnoGym. El sujeto se situará en sedestación apoyando su espalda en el respaldo. pecho en la superficie proporcionada. Realizará un agarre prono en las empuñaduras y se colocará en una posición de 90° de flexión de codo y de unos 45° de abducción glenohumeral. Desde esa posición, deberá llevar ambos brazos simultáneamente hacia la extensión de codo realizando un empuje hacia anterior y superior, en un recorrido diagonal que guiará la propia máquina.



*Figura 8. Ejecución del ejercicio de empuje diagonal*

#### FLEXIÓN DE CODO

Se utilizarán dos mancuernas de la marca Technogym con el peso indicado para cada participante. El sujeto se situará en bipedestación con una mancuerna en cada mano. Partirá de una posición de extensión completa de codo y desde esa posición llevará la mancuerna en dirección al hombro homolateral realizando una flexión máxima de codo manteniéndolo fijo y pegado al cuerpo.



*Figura 9. Ejecución del ejercicio de flexión de codo*

Además del protocolo de fuerza que es distinto en los dos grupos, en la competencia de ejercicio físico incluido en el programa trimodal de prehabilitación, los sujetos realizan también ejercicio

aeróbico. En este caso, todos los sujetos realizan el mismo protocolo establecido como parte del tratamiento. Se realiza ejercicio aeróbico de moderada-alta intensidad en función de las capacidades y la condición basal de cada sujeto durante unos 30-35 minutos. El trabajo aeróbico se realiza en la misma sesión posteriormente al entrenamiento de la fuerza, para no fatigar la musculatura y evitar influencias en los dos protocolos de entrenamiento de la fuerza.

#### **4.7 ANÁLISIS ESTADÍSTICO**

Las variables independientes de esta investigación serán los dos programas de entrenamiento de la fuerza: programa a intensidad medio-alta y volumen bajo y programa a intensidad medio-baja y volumen alto. Las variables independientes influirán y modificarán la variable dependiente que en este caso es la producción de fuerza. La variable de producción de fuerza se trata de una variable continua discreta. Se realizará un análisis descriptivo de las principales variables. Las variables categóricas se presentarán como número absoluto y porcentaje relativo mientras que las variables cuantitativas se presentarán como media y desviación estándar o mediana y rango intercuartil.

Se analizará si las variables son normales o no mediante la prueba de Kolmogorov-Smirnov (K-S). Ésta nos permitirá medir el grado de concordancia existente entre la distribución del conjunto de datos y de la distribución teórica específica. Para comparar las variables de este estudio se utilizará una distribución T de Student si la distribución es normal y se aplicará el Test U de Mann Whitney si no lo es.

Todos los cálculos se realizarán con el software estadístico SPSS Statistics® v22 para Windows™ (IBM Corporation, IL, USA) y se establecerá un valor de significación de 0,05 para todos los análisis.

#### **4.8 CONSIDERACIONES ÉTICAS**

El estudio será realizado en consonancia con la Declaración de Helsinki enmendada por la 41ª asamblea Médica Mundial de Hong Kong de 1989. El estudio seguirá las indicaciones del código deontológico del Col·legi de fisioterapeutes de Catalunya (disponible en: <https://www.fisioterapeutes.cat/es/institucional/legislacion/codigo-deontologico>). Toda la información será tratada de manera confidencial según cumplimiento de la Ley Orgánica 3/2018 de 5 de diciembre, de Protección de Datos Personales y garantía de los derechos digitales i Reglamento (UE) 2016/679 del Parlamento Europeo y del Consejo, de 27 de abril de 2016 relativo

*a la protección de personas físicas en lo que respecta al tratamiento de datos personales y a la libre circulación de esos datos.* Los datos recogidos para este estudio serán seudonimizados e identificados únicamente mediante un código, por lo que no se incluirá ningún tipo de información que permita identificar a los participantes. Sólo el médico del estudio y sus colaboradores con un permiso específico podrán relacionar los datos recogidos en el estudio con la historia clínica del participante. Sólo se cederán a terceros y a otros países los datos codificados, que en ningún caso contendrán información que pueda identificar al participante directamente (como nombre y apellidos, iniciales, dirección, número de la seguridad social, etc.). En el supuesto de que se produjera esta cesión, sería para la misma finalidad del estudio descrito y garantizando la confidencialidad.

Los datos de los pacientes serán tratados informáticamente e incorporados en un fichero automatizado de datos de carácter personal, custodiados con todas las medidas de seguridad de acceso restringido al que solamente podrán acceder los investigadores del estudio y la persona responsable de la custodia de los datos. Los datos serán recogidos por uno de los investigadores (RS) en una hoja de datos Excel codificada según lo asignado previamente.

El Investigador y el Promotor estarán obligados a conservar los datos recogidos para el estudio al menos hasta 10 años tras su finalización. Posteriormente, la información personal sólo se conservará por el centro para el cuidado de su salud y por el promotor para otros fines de investigación científica si el paciente hubiera otorgado su consentimiento para ello, y si así lo permite la ley y requisitos éticos aplicables.



## 6. PRESUPUESTO

Se utilizará para la investigación el material disponible en el Hospital Clínic de Barcelona, así como su espacio para realizar tanto la valoración como la intervención. También será cedido el Software que se utilizará para el procesamiento y la interpretación de la información. Por este motivo, el único coste adicional será la remuneración del personal investigador. A continuación, se presentan los productos y servicios necesarios para llevar a cabo el estudio, la cantidad (Q), la justificación de su uso, y el total del gasto previsto. No se expresa en la tabla el precio (P) por unidad ni la página web de compra ya que por motivo del acuerdo con el Hospital Clínic de Barcelona no será necesario adquirir ningún material.

Tabla 4. Presupuesto del estudio de investigación

CONCEPTO	Q	JUSTIFICACIÓN Y WEB (si procede)	TOTAL (€)
Ordenador	1	Planificación del proyecto y procesamiento e interpretación de la información	0
Software	2	Procesamiento e interpretación de la información	0
Silla	1	30-s Sit to Stand Test y 30-s Arm Curl Test	0
Dinamómetro de mano hidráulico	1	Hand Grip Test	0
Pares de mancuernas (0,5 kg - 15 kg)	16	30-s Arm Curl Test y ejercicio de la intervención	0
Máquina extension de rodilla	1	Ejercicio de la intervención	0
Máquina flexion de rodilla	1	Ejercicio de la intervención	0

Máquina de remo horizontal	1	Ejercicio de la intervención	0
Máquina de empuje diagonal	1	Ejercicio de la intervención	0
Salario fisioterapeuta	2	Personal al cargo de la investigación	37.440
<b>TOTAL(€)</b>			37.440

## 7. LIMITACIONES Y PROSPECTIVA

Este estudio presenta algunas limitaciones que deben darse a conocer. En primer lugar, al tratarse de un muestreo consecutivo (muestreo no probabilístico) no puede realizarse ningún cambio en la intervención o valoración una vez iniciadas, ya que no todos/as los/las participantes llevan a cabo el protocolo de manera simultánea. En el caso de que suceda algún inconveniente entorno a la valoración u intervención, si se quieren utilizar en el análisis de datos aquellos datos recogidos hasta el momento, no podrán hacerse modificaciones, ya que esto podría suponer un gran sesgo. Otra limitación en el estudio puede ser la incorrecta ejecución de los ejercicios. Aunque éstos sean supervisados presencialmente en las sesiones, los sujetos pueden no tener experiencia en el entrenamiento de la fuerza y al tratarse también de un número elevado de sujetos de edad avanzada, puede resultar difícil el aprendizaje de la técnica. Además, la percepción del esfuerzo puede estar magnificada por parte de los/las participantes por la falta de familiarización con esta herramienta. Por otro lado, puede verse otra limitación observando que el porcentaje de 1RM para regular la intensidad utilizada en cada uno de los dos grupos experimentales será calculado inicialmente por una fórmula indirecta pero a lo largo del paso de las sesiones, la intensidad será modificada en función de los valores presentados por los/las pacientes según la Escala de Borg. Estas modificaciones afectarán al porcentaje exacto calculado con la fórmula y puede ser que el sujeto esté trabajando la fuerza en un porcentaje similar pero no idéntico al determinado inicialmente en cada grupo. También debe de tenerse en cuenta como una limitación que los tests de valoración inicial y final son globales, es decir, no se valoran las ganancias de fuerza analíticamente en cada músculo, por lo que las ganancias en un grupo muscular pueden influenciar los resultados de un test en el que se valore también otro grupo muscular con menores ganancias. Otra limitación en la propuesta de intervención puede verse en el trabajo del bíceps. Si la ejecución de la tracción horizontal no se realiza correctamente, la activación del bíceps puede ser muy alta y por lo tanto se estaría trabajando este músculo en dos ejercicios distintos, mientras que a los grupos musculares restantes sólo les pertenecería un ejercicio y no estaría proporcionalmente equilibrado. Por último, otra limitación que puede presentarse es la diferencia del total de sesiones realizadas entre sujetos. Este factor dependerá del período establecido de tratamiento prequirúrgico del que disponga el paciente y, al ser la rehabilitación parte del tratamiento asistencial del/de la paciente, el/la fisioterapeuta debe poner siempre al alcance todos los recursos disponibles y la mejor disposición con el fin de procurar el objetivo terapéutico, así como indica el código deontológico del *Col·legi de Fisioterapeutes de Catalunya*, por lo que no se le puede reducir el tratamiento a ningún sujeto por motivo de la realización del estudio.

En cuanto a la prospectiva de investigación, se pueden abrir muchos campos de investigación ya que la rehabilitación es un concepto muy actual y se realiza en muy pocos centros hospitalarios. En la competencia del/de la fisioterapeuta como parte del equipo multidisciplinar de este tratamiento, se puede ampliar la investigación modificando otras variables que puedan influir en las ganancias de la fuerza en un entrenamiento en periodo prequirúrgico, como los efectos de sesiones supervisadas o no supervisadas, efectos de entrenamiento de tren superior y de tren inferior, entre otros. Por otro lado, puede observarse si ambos protocolos de estudio, en el caso que se confirme la hipótesis, serían adecuados también para el tratamiento de otro tipo de cáncer, no colorrectal. El perfil del paciente puede variar en un tipo de cáncer y otro y por lo tanto el protocolo puede no ser recomendado o no ofrecer resultados beneficiosos o no con tanta utilidad en otros pacientes. Por último, una línea de investigación muy interesante podría ser la relación de un protocolo y otro con el entrenamiento simultáneo de la parte aeróbica. Un entrenamiento de la fuerza enfocado hacia la resistencia (mayor volumen y menor intensidad) puede traer mayores beneficios a nivel aeróbico y por lo tanto puede ofrecer resultados distintos a un trabajo con mayor intensidad y menor resistencia en la valoración de la capacidad aeróbica. En definitiva, es necesaria mucha investigación en el campo para poder, con el tiempo, definir una guía que sirva de referencia para seguir las recomendaciones en rehabilitación en el paciente oncológico.

## 8. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ACSM. (n.d.). ACSM\_CMS. Retrieved Mar 6, 2022, from <https://www.acsm.org/>

Awasthi, R., Minnella, E. M., Ferreira, V., Ramanakumar, A. V., Scheede-Bergdahl, C., & Carli, F. (2019). Supervised exercise training with multimodal pre-habilitation leads to earlier functional recovery following colorectal cancer resection. *Acta Anaesthesiologica Scandinavica*, *63*(4), 461–467. <https://doi.org/10.1111/aas.13292>

Boneth Collantes, M., Ariza García, C. L., Angarita Fonseca, A., Parra Patiño, J., Monsalve, A., & Gómez, E. (2012). Reproducibilidad de las pruebas Arm Curly Chair Stand para evaluar resistencia muscular en población adulta mayor. *Revista ciencias de la salud*, *10*(2), 179–193. [http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1692-72732012000200002](http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1692-72732012000200002)

Campbell, K. L., Winters-Stone, K. M., Wiskemann, J., May, A. M., Schwartz, A. L., Courneya, K. S., ... Schmitz, K. H. (2019). Exercise guidelines for cancer survivors: Consensus statement from international multidisciplinary Roundtable. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, *51*(11), 2375–2390. doi:10.1249/MSS.0000000000002116

Carli, F., Silver, J. K., Feldman, L. S., McKee, A., Gilman, S., Gillis, C., Scheede-Bergdahl, C., Gamsa, A., Stout, N., & Hirsch, B. (2017). Surgical prehabilitation in patients with cancer: State-of-the-science and recommendations for future research from a panel of subject matter experts. *Physical Medicine and Rehabilitation Clinics of North America*, *28*(1), 49–64. <https://doi.org/10.1016/j.pmr.2016.09.002>

Chen, B. P., Awasthi, R., Sweet, S. N., Minnella, E. M., Bergdahl, A., Santa Mina, D., Carli, F., & Scheede-Bergdahl, C. (2017). Four-week prehabilitation program is sufficient to modify exercise behaviors and improve preoperative functional walking capacity in patients with colorectal cancer. *Supportive Care in Cancer: Official Journal of the Multinational Association of Supportive Care in Cancer*, *25*(1), 33–40. <https://doi.org/10.1007/s00520-016-3379-8>

Cobo-Mejía, E. A., Ochoa González, M. E., Castillo, L. Y. R., Vargas Niño, D. M., Pacheco, A. M. S., & Sandoval-Cuellar, C. (n.d.). *Confiabilidad del Senior Fitness Test versión en español, para población adulta mayor en Tunja-Colombia*. Archivosdemedicinadeldeporte.Com. Retrieved Mar 6, 2022, from [http://archivosdemedicinadeldeporte.com/articulos/upload/or03\\_cobo.pdf](http://archivosdemedicinadeldeporte.com/articulos/upload/or03_cobo.pdf)

Crevenna, R., Palma, S., & Licht, T. (2021). Cancer prehabilitation—a short review. *Memo*, 14(1), 39–43. <https://doi.org/10.1007/s12254-021-00686-5>

Editorial Síclo. (2021). *Escala de Borg: Qué es y cómo aplicarla*. Siclo.Com; Siclo. <https://www.siclo.com/blog/escala-de-borg-que-es-y-como-aplicarla>

Gomez I., Szekanecz É., Szekanecz Z., & Bender T. (2016). Daganatos betegek fizioterápiája. *Orvosi hetilap*, 157(31), 1224–1231. <https://doi.org/10.1556/650.2016.30502>

Heger, P., Probst, P., Wiskemann, J., Steindorf, K., Diener, M. K., & Mihaljevic, A. L. (2020). A systematic review and meta-analysis of physical exercise prehabilitation in major abdominal surgery (PROSPERO 2017 CRD42017080366). *Journal of Gastrointestinal Surgery: Official Journal of the Society for Surgery of the Alimentary Tract*, 24(6), 1375–1385. <https://doi.org/10.1007/s11605-019-04287-w>

Hijazi, Y., Gondal, U., & Aziz, O. (2017). A systematic review of prehabilitation programs in abdominal cancer surgery. *International Journal of Surgery (London, England)*, 39, 156–162. <https://doi.org/10.1016/j.ijso.2017.01.111>

Howard, H. (1979). *Sealed Envelope*. HarperCollins Distribution Services.

Ibacache, J., Sección, A., Departamento, E., & Ocupacional, S. (n.d.). PERCEPCIÓN DE ESFUERZO FÍSICO MEDIANTE USO DE ESCALA DE BORG Consideraciones acerca de la utilización del método en ambientes laborales. Retrieved May 1, 2022, from Ispch.cl website: [https://www.ispch.cl/sites/default/files/Nota\\_T%C3%A9cnica\\_BORG%20\\_140819%20%282%29\\_pdf.pdf](https://www.ispch.cl/sites/default/files/Nota_T%C3%A9cnica_BORG%20_140819%20%282%29_pdf.pdf)

INE. *Instituto Nacional de Estadística*. (n.d.). INE. Retrieved Feb 15, 2022, from <https://www.ine.es/index.htm>

Michael, C. M., Lehrer, E. J., Schmitz, K. H., & Zaorsky, N. G. (2021). Prehabilitation exercise therapy for cancer: A systematic review and meta-analysis. *Cancer Medicine*, 10(13), 4195–4205. <https://doi.org/10.1002/cam4.4021>

Oja, P. (1995). *Eurofit for adults: Assessment of health-related fitness* (B. Tuxworth, Ed.). Council of Europe.

Onerup, A., Angenete, E., Bock, D., Börjesson, M., Fagevik Olsén, M., Grybäck Gillheimer, E., Skullman, S., Thörn, S.-E., Haglind, E., & Nilsson, H. (2017). The effect of pre- and post-operative physical activity on recovery after colorectal cancer surgery (PHYSSURG-C): study protocol for a randomised controlled trial. *Trials*, *18*(1). <https://doi.org/10.1186/s13063-017-1949-9>

Santa Mina, D., & Alibhai, S. M. H. (2020). Prehabilitation in geriatric oncology. *Journal of Geriatric Oncology*, *11*(4), 731–734. <https://doi.org/10.1016/j.jgo.2019.05.017>

The International Agency for Research on Cancer (IARC). (n.d.). *Global Cancer Observatory*. [iarc.fr](https://gco.iarc.fr/). Retrieved May 5, 2022, from <https://gco.iarc.fr/>

van Rooijen, S., Carli, F., Dalton, S., Thomas, G., Bojesen, R., Le Guen, M., Barizien, N., Awasthi, R., Minnella, E., Beijer, S., Martínez-Palli, G., van Lieshout, R., Gögenur, I., Feo, C., Johansen, C., Scheede-Bergdahl, C., Roumen, R., Schep, G., & Slooter, G. (2019). Multimodal prehabilitation in colorectal cancer patients to improve functional capacity and reduce postoperative complications: the first international randomized controlled trial for multimodal prehabilitation. *BMC Cancer*, *19*(1), 98. <https://doi.org/10.1186/s12885-018-5232-6>

Ventura. (n.d.). *SEOM: Sociedad Española de Oncología Médica - SEOM: Sociedad Espa.* [Seom.org](https://seom.org/). Retrieved Feb 15, 2022, from <https://seom.org/>

Apa.Org. Retrieved Mar 5, 2022, from <https://psycnet.apa.org/buy/PI>

## 9. ANEXOS

### Anexo I. Escala de Borg

Tabla 5. Escala de Borg

ESCALA DE ESFUERZO DE BORG	
0	Reposo total
1	Esfuerzo muy suave
2	Suave
3	Esfuerzo moderado
4	Un poco duro
5	Duro
6	
7	
8	Muy duro
9	
10	Esfuerzo máximo

Fuente: Editorial Síclo

## **Anexo II. Hoja de información al paciente**

**El/la estudiante Nàdia Valls Arcas del grado de Fisioterapia, dirigido/a por Raquel Sebío García, está llevando a cabo el proyecto de investigación: Efecto de las variables del entrenamiento de la fuerza en la prehabilitación del paciente oncológico colorrectal.**

El proyecto tiene como finalidad evaluar si dos protocolos de entrenamiento de la fuerza con las variables modificadas tienen el mismo efecto en las ganancias de fuerza muscular en el paciente diagnosticado de cáncer colorrectal incluido en un programa de prehabilitación. En primer lugar, se realizará un ensayo controlado aleatorizado en el que se asignará a los participantes uno de los dos protocolos de entrenamiento de la fuerza (alta intensidad y volumen bajo vs. Baja intensidad y volumen alto). En el proyecto participan los siguientes centros de investigación: Hospital Clínic de Barcelona e Institución universitaria Tecnocampus Mataró-Maresme. En el contexto de esta investigación, le pedimos su colaboración para formar parte de uno de los dos protocolos de entrenamiento para poder encontrar si existen resultados significativos entre los dos protocolos propuestos, ya que usted cumple los siguientes criterios de inclusión: 1) Paciente diagnosticado de cáncer colorrectal mediante técnicas de imagen o biopsia programado para intervención quirúrgica. 2) Sujeto mayor de 18 años. 3) Paciente ambulatorio. 4) No realizar ningún otro tipo de programa de entrenamiento de la fuerza ni actividad física programada durante la duración del programa de prehabilitación. 5) No tener ninguna contraindicación médica para participar en el estudio.

Esta colaboración implica participar en uno de los dos protocolos de entrenamiento de la fuerza y realizar las siguientes fases: 1) valoración inicial de la fuerza muscular mediante 3 tests: hand grip, 30-s Sit to Stand y 30-s Arm Curl. 2) Programa de entrenamiento de la fuerza compuesto por 5 ejercicios: extensión de rodilla, flexión de rodilla, tracción horizontal, empuje diagonal y flexión de codo. 3) Valoración final (mismo procedimiento que en la valoración inicial).

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

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

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

Nos ponemos a su disposición para resolver cualquier duda que pueda surgirle. Puede contactar con nosotros a través del siguiente correo electrónico: [nvalls@edu.tecnocampus.cat](mailto:nvalls@edu.tecnocampus.cat)

### **Anexo III. Hoja de consentimiento informado**

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

#### **DECLARO QUE:**

He recibido información sobre el proyecto: Efecto de las variables del entrenamiento de la fuerza en la prehabilitación del paciente oncológico colorrectal, del que se me ha entregado hoja informativa anexa a este consentimiento y para el que se solicita mi participación. He entendido su significado, me han sido aclaradas las dudas y me han sido expuestas las acciones que se derivan del mismo. Se me ha informado de todos los aspectos relacionados con la confidencialidad y protección de datos en cuanto a la gestión de datos personales que comporta el proyecto y las garantías tomadas en cumplimiento de la Ley Orgánica 3/2018, de 5 de diciembre, de protección de datos personales y garantía de los derechos digitales y el Reglamento general (UE) 2016/679, de 27 de abril de 2016, de protección de datos (RGPD).

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

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

Por todo ello,

#### **DOY MI CONSENTIMIENTO A:**

1. Participar en el proyecto: Efecto de las variables del entrenamiento de la fuerza en la prehabilitación del paciente oncológico colorrectal.
2. Que Nàdia Valls Arcas y su director/a Raquel Sebio García puedan gestionar mis datos personales y difundir la información que el proyecto genere. Se garantiza que se preservará en todo momento mi identidad e intimidad, con las garantías establecidas en la Ley Orgánica 3/2018, de 5 de diciembre, de protección de datos personales y garantía de los derechos

digitales y el Reglamento general (UE) 2016/679, de 27 de abril de 2016, de protección de datos (RGPD).

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

En [CIUDAD], a [DIA/MES/AÑO]

[FIRMA PARTICIPANTE]

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