

# **COMPARATIVA DEL EFECTO DE UN ENTRENAMIENTO DE FUERZA CON ENCODER VS PORCENTAJE DE REPETICIÓN MÁXIMA EN MUJERES CON CÁNCER DE MAMA**

**GRADO EN CIENCIAS DE LA ACTIVIDAD FÍSICA  
Y EL DEPORTE Y GRADO EN FISIOTERAPIA**

**FACULTAD CIENCIAS DE LA ACTIVIDAD  
FÍSICA Y EL DEPORTE**



Realizado por: Lidia Liao y Elena Rey Moreno

Grupo TFG: MIX 61

Año Académico: 2023-2024

Tutora: Olga Barceló

Área: Diseño estudio experimental

## **Resumen:**

**Introducción:** El cáncer es una patología genética no hereditaria caracterizada por la proliferación descontrolada de células. Actualmente, el cáncer es una de las principales patologías que afectan a la población mundial. En España se detectan al año más de 35.000 casos de cáncer de mama (CM). Los diversos efectos adversos relacionados con las cirugías, la radioterapia y fármacos del tratamiento del CM conllevan a una mayor probabilidad de sufrir dolor crónico, alteraciones de la funcionalidad, cambios en la composición corporal, niveles de fuerza y fatiga que provocan una disminución de la calidad de vida (QoL). Se ha visto que el ejercicio físico (EF) regular es capaz de minimizar los efectos negativos del tratamiento y mejorar la QoL. Es fundamental cuantificar la carga de manera específica e individualizada para evitar mayores daños, siendo el encoder una herramienta interesante para valorarla con una alta fiabilidad y validez mediante la medición de la velocidad de ejecución.

**Objetivo:** El objetivo principal del estudio es comprobar el efecto de entrenamiento de fuerza con cuantificación de la carga a través de un encoder lineal vs porcentaje de repetición máxima (%RM) en la calidad de vida de mujeres con CM.

**Metodología:** estudio experimental, prospectivo, analítico, longitudinal y simple ciego que comparará una intervención de una duración de 16 semanas (4 semanas de familiarización y 12 de intervención) de entrenamiento de fuerza con encoder versus una intervención de entrenamiento de fuerza con %RM en relación con la QoL (QLQ-C30 y BR23), fatiga (PERFORM), fuerza (Sit to stand, 10 RM y dinamometría), composición corporal y antropometría (absorciometría de rayos X de energía dual) y el RPE (OMNI-RES). Los sujetos serán reclutados del Hospital Quirón Salud Madrid y realizarán una evaluación previa y otra posterior a la intervención. El programa se realizará 2 veces a la semana y cada sesión durará 60 minutos. Durante el programa los sujetos progresarán del 40-75 %RM y realizarán de 6 a 12 repeticiones y de 2 a 3 series por ejercicio. Cada sesión estará dividida en: calentamiento (aeróbico, movilidad y activación), parte principal y vuelta a la calma.

**Palabras clave:** fatiga, calidad de vida, fuerza muscular, composición corporal, RPE, entrenamiento basado en velocidad, encoder, neoplasia mamaria, programa de ejercicio físico.

**Introduction:** Cancer is a non-hereditary genetic pathology characterized by the uncontrolled proliferation of cells. Currently, cancer is one of the main pathologies that affect the world population. In Spain, more than 35,000 cases of breast cancer (BC) are detected each year. The multiple adverse effects related to surgeries, radiotherapy and drugs in the treatment of BC lead to a greater probability of suffering from chronic pain, alterations in functionality, changes in body composition, strength levels and fatigue that cause a decrease in quality of life (QoL). It has been seen that regular physical exercise (PE) is capable of minimizing the negative effects of treatment and improving QoL. It is essential to quantify the load in a specific and individualized way to avoid further damage, being the encoder an interesting tool to quantify it with a high reliability and validity by measuring the speed of execution.

**Objective:** The main objective of the study is to verify the effect of strength training with load quantification through a linear encoder vs percentage of maximum repetition (%RM) on the quality of life of women with BC.

**Methodology:** experimental, prospective, analytical, longitudinal and single-blind study that will compare an intervention lasting 16 weeks (4 weeks of familiarization and 12 weeks of intervention) of strength training with encoder versus a strength training intervention with %RM in relationship with QoL (QLQ-C30 y BR23), fatigue (PERFORM), strength (Sit to stand, 10 RM and dynamometry), body composition (dual-energy X-ray absorptiometry) and RPE (OMNI-RES). Subjects will be recruited from the Quirón Salud Madrid Hospital and will carry out a pre- and post-intervention evaluation. The programme will take place twice a week and each session will last 60 minutes. During the program subjects will progress from 40-75%RM and perform 6 to 12 repetitions and 2 to 3 sets per exercise. Each session will be divided into: warm-up (aerobic, mobility and activation), main part and cool down.

**Keywords:** fatigue, quality of life, muscle strength, body composition, RPE, speed-based training, encoder, breast neoplasia, physical exercise program.

## ÍNDICE

1. Introducción	7
1.1 Definición	7
1.2 Epidemiología	7
1.3 Signos y síntomas	7
1.4 Clasificación	8
1.5 Tratamiento y efectos secundarios	9
1.6 Recomendaciones de ejercicio físico en cáncer	12
1.7 Beneficios del ejercicio en el cáncer	13
2. JUSTIFICACIÓN:	14
3. OBJETIVOS E HIPÓTESIS:	15
3.1 Objetivo principal:	15
3.2 Objetivo secundario:	16
3.3 Hipótesis principal:	16
4. MATERIAL Y MÉTODOS	16
4.1 Diseño del estudio	16
4.2 Muestra y formación de grupos	17
4.3 Variables y métodos de medida	18
4.4 Procedimiento	22
4.5 Análisis de datos	24
5. EQUIPO INVESTIGADOR	25
6. LIMITACIONES Y VIABILIDAD	26
7. BIBLIOGRAFÍA	27
8. ANEXOS	42
Anexo 1. Incidencia estimada de cánceres en la población mundial entre 2020-2040.	42



Anexo 2. Evolución temporal de la mortalidad estandarizada por cáncer en España.	42
Anexo 3. Efectos secundarios de los tratamientos más comunes de cáncer de mama.	43
Anexo 4. Consentimiento informado	44
Anexo 5. Cálculo del tamaño muestral	48
Anexo 6. Diagrama de Flujo	49
Anexo 7. Tabla registro de datos	50
Anexo 8. EORTC QLQ-C30	51
Anexo 9. EORTC QLQ-BR23	53
Anexo 10. Cuestionario PERFORM	55
Anexo 11. Escala OMNI-RES	56
Anexo 12. Cuestionario GPAQ	57
Anexo 13. Material de las sesiones.	59
Anexo 14. Tabla horarios de grupos de entrenamiento	60
Anexo 15. Sesiones tipo	61
Anexo 16. Registro de la percepción del esfuerzo diario en cada sesión	69
Anexo 17. Cronograma y funciones del equipo investigador	70
Anexo 18. Organigrama del equipo investigador	70
Anexo 19. Desglose del presupuesto del estudio	71

## **ÍNDICE FIGURAS**

Figura 1. Clasificación histológica del cáncer de mama.	8
Figura 2. Clasificación de Fat Mass Index.	20
Figura 3. Línea temporal del procedimiento.	23

## ÍNDICE TABLAS

Tabla 1. Tabla relación objetivos, variables, test e instrumentos.	21
Tabla 2. Tabla intervención del grupo RM	24
Tabla 3. Tabla intervención del grupo encoder	24

## ÍNDICE ABREVIATURAS

CM	Cáncer de mama
EF	Ejercicio físico
FCmax	Frecuencia cardíaca máxima
GC	Grupo control
GE	Grupo encoder
GR	Grupo %RM
QoL	Calidad de vida (quality of life)
QT	Quimioterapia
MMSS	Miembros superiores
MMII	Miembros inferiores
RPE	Índice de percepción del esfuerzo
RT	Radioterapia
VO <sub>2</sub> max	Consumo de oxígeno máximo
UEM	Universidad Europea de Madrid
CAFYD	Ciencias de la Actividad Física y del Deporte
OP	Objetivo principal
OS	Objetivo secundario

DEXA	Absorciometría de rayos X de energía dual
IP	Investigador principal
IS	Investigador secundario
ES	Efectos secundarios
%RM	Porcentaje de repetición máxima
ASM	Masa muscular de las extremidades relativa a la estatura
VAT	Área de tejido adiposo visceral
BAI	Porcentaje de grasa total
SMI	Masa muscular relativa a la estatura
FMI	Masa relativa a la estatura

## **1. INTRODUCCIÓN**

### **1.1 Definición**

El cáncer es una patología genética no hereditaria caracterizada por la proliferación descontrolada de células, generando la formación de masas o tumores que perjudican los tejidos circundantes (Catherine Sánchez, 2013). Estas células se nutren de los recursos del organismo y tienen la capacidad de desplazarse e invadir tejidos distantes (Hanahan & Weinberg, 2011).

### **1.2 Epidemiología**

Actualmente, el cáncer es una de las principales patologías que afectan a la población mundial (Kelley & Kelley, 2017). Concretamente en España, según la Red Española de Registros de Cáncer (2022), se detectan al año más de 250.000 nuevos casos de los cuales más de 35.000 casos corresponden con el cáncer de mama (CM), siendo el 14% del total de los cánceres. Debido al aumento de la población total, el envejecimiento de la población, la exposición a factores de riesgo y la detección precoz, la población de CM va en aumento de manera que se estima que 1 de cada 8 mujeres padecerá CM (Sociedad Española de Oncología Médica, 2023) (Anexo 1).

De acuerdo con el Instituto Nacional de Estadística (2021), cada año mueren en España 113.000 personas, correspondiendo el 6,9% de los casos al CM. Con los avances de los tratamientos, la detección precoz y la prevención esta mortalidad ha ido cayendo en picado (Bodai & Tusso, 2015) (Anexo 2). Esto ha supuesto que la supervivencia en mujeres diagnosticadas de CM en España a los 5 años sea del 85,5% (Sociedad Española de Oncología Médica, 2023).

### **1.3 Signos y síntomas**

De acuerdo con la American Cancer Society (2022), el signo más frecuente del CM es la detección de una masa firme, indolora e irregular. Otros signos y síntomas destacables son: hinchazón de los senos, enrojecimiento de la piel, formación de hoyuelos, retracción de los pezones, secreciones anormales e inflamación de los ganglios linfáticos (American Cancer Society, 2022).

### 1.4 Clasificación

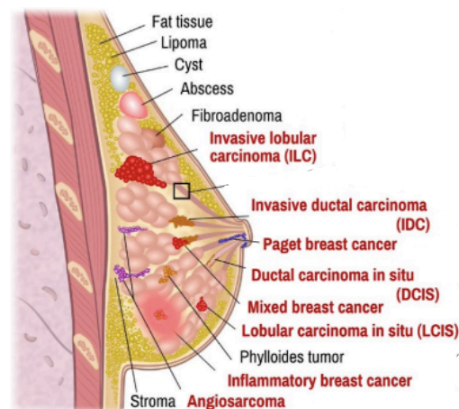
Según su localización, el CM puede originarse en la glándula mamaria, en el ducto (conducto mamario) o en el lobulillo mamario donde se segrega la leche (Zubair et al., 2021). Además, puede ser infiltrante o no (Mitrus et al., 2012).

Según Beňačka et al. (2022) podemos clasificar el CM en (Figura 1):

- 1) Carcinoma ductal in situ: carece de capacidad invasiva y se origina en células epiteliales que recubren los conductos galactóforos.
- 2) Carcinoma lobulillar in situ: rara vez se manifiesta como una masa palpable por su localización más profunda haciendo más difícil su diagnóstico.
- 3) Carcinoma ductal infiltrante: representa el 70-80% de los casos de CM invasivos y tiene una capacidad invasiva tanto local como a distancia.
- 4) Carcinoma lobulillar infiltrante: con un difícil diagnóstico y con capacidad invasiva. Aparece inicialmente en ambas mamas en el 20% de los casos.

Figura 1.

*Clasificación histológica del cáncer de mama.*



Nota: De "Classic and New Markers in Diagnostics and Classification of Breast Cancer", por Beňačka, R., Szabóová, D., Guľašová, Z., Hertelyová, Z., & Radoňák, J., 2022, *Cancers* 14(21), 5444. <https://doi.org/10.3390/cancers14215444>.

La estadificación del CM depende del tamaño, localización, afectación ganglionar y metástasis (Teichgraeber et al., 2021). Según Kalli et al. (2018) los estadios del CM son:

- Estadio 0: carcinoma ductal o carcinoma lobulillar in situ.
- Estadio I: carcinoma ductal o lobulillar infiltrante de un tamaño  $\leq 2$  cm, sin afectación ganglionar ni metástasis.
- Estadio II: carcinoma ductal o lobulillar infiltrante de un tamaño de entre 2 y 5 cm, sin metástasis y sin o con ligera afectación ganglionar.

- Estadio III: carcinoma ductal o lobulillar infiltrante de un tamaño mayor de 5 cm, sin metástasis y con ligera o extensa afectación ganglionar. Puede existir afectación de la piel o de la musculatura de la caja torácica.
- Estadio IV: se caracteriza principalmente por la presencia de metástasis. El tumor puede presentar un tamaño y afectación ganglionar variable.

El estudio inmunohistoquímico juega un papel fundamental en la caracterización de los tumores de mama. En él se evalúan los receptores de estrógeno y progesterona (Waks & Winer, 2019). Los tumores que son positivos para estos receptores se consideran hormonodependientes y representan el 70% de los tipos de CM (Barzaman et al., 2020; Waks & Winer, 2019). También, se analiza la proteína HER2, que en el 20% de los casos es positiva (Trayes & Cokenakes, 2021). Esta es un receptor transmembrana de factores de crecimiento cuya sobreexpresión favorece a la proliferación de células epiteliales mutadas favoreciendo la evasión de la apoptosis celular y al crecimiento del tumor (Moasser, 2007). Si el tumor es negativo en HER2 y en los receptores de estrógeno y de progesterona se le denomina triple negativo y tienen peor diagnóstico (Trayes & Cokenakes, 2021; Zubair et al., 2021).

### **1.5 Tratamiento y efectos secundarios**

En cuanto al tratamiento, según Trayes & Cokenakes (2021), el CM se trata mediante cirugías, tratamiento farmacológico y radioterápico según el tipo de tumor, tamaño y su localización. Las cirugías que se emplean en el CM son:

- Lumpectomía: consiste en la resección del tumor y de la zona circundante (Casla-Barrio et al., 2018). Es una intervención poco invasiva, con una recuperación más breve, aunque para complementar este tratamiento se requiere radioterapia (RT). Sus posibles efectos secundarios (ES) son: asimetría en las mamas, dolor crónico y cambios cognitivos (Lovelace et al., 2019).
- Mastectomía: extirpación de la mama completa que puede ser unilateral o bilateral (Dobke et al., 2012). Según Lovelace et al. (2019), al extirpar una mayor cantidad de tejido, hay mayor riesgo de dolor crónico, cambios de cintura escapular, pinzamiento en el hombro y de una mala cicatrización.
- Disección de ganglios linfáticos axilares: se realiza ante la afectación de los ganglios y se suelen extirpar 2 o 3 niveles de ganglios (Lovelace et al., 2019).

Kootstra et al. (2013) establecen que las consecuencias más relevantes son linfedema, posible daño nervioso y alteración funcional del brazo.

Además, como parte del tratamiento se suele emplear:

- Radioterapia (RT): aplicación de radiaciones de alta energía en una zona de la mama, en la mama completa, en la caja torácica o en los ganglios linfáticos para eliminar células cancerosas (Casla-Barrio et al., 2018). Bodai & Tusso (2015) detallan los siguientes posibles ES: daños nerviosos, fatiga, inflamación, riesgo de linfedema y cambios cardiovasculares que generan un mayor riesgo de fallo cardíaco. También, Lovelace et al. (2019) exponen que la RT provoca la muerte celular con liberación de citocinas inflamatorias, daño tisular y fibrosis, lo que aumenta significativamente la probabilidad de disfunción de los miembros superiores (MMSS) y el dolor crónico.

En cuanto al tratamiento farmacológico, lo más empleado es:

- Quimioterapia (QT): combinación de diversos fármacos citotóxicos que impiden la proliferación de células cancerosas (Casla-Barrio et al., 2018). Posibles ES: vómitos, náuseas, pérdida de cabello, pérdida de la densidad mineral ósea y neuropatías (Trayes & Cokenakes, 2021). A largo plazo provoca menopausia prematura, neurotoxicidad, toxicidad renal, mayor riesgo de linfedema y cardiotoxicidad (Trayes & Cokenakes, 2021; Waks & Winer, 2019).
- Terapia endocrina (TE): se emplea tamoxifeno o inhibidores de la aromatasa (Trayes & Cokenakes, 2021). El tamoxifeno es un fármaco que inhibe los receptores de estrógenos de las células tumorales (Waks & Winer, 2019). Sus ES son fatiga, sofocos, cambios de humor, riesgo de tromboembolismo, mayor riesgo de cáncer uterino y osteoporosis (Lovelace et al., 2019; Trayes & Cokenakes, 2021). Los inhibidores de la aromatasa (anastrozole, exemestane y letrozole) inhiben la enzima aromatasa de manera que impiden la conversión de los andrógenos en estrógenos (Trayes & Cokenakes, 2021). Según Lovelace et al. (2019) los ES más relevantes son la fatiga, artralgias y mialgias.
- Inmunoterapia (IT): terapia empleada en tumores HER2 positivos en la que se activan o inhiben las células del sistema inmunitario con el objetivo de combatir el

tumor (Casla-Barrio et al., 2018). Waks & Winer (2019) describen que se emplean fármacos como el Trastuzumab, Pertuzumab y Neratib que poseen ES como la pérdida de cabello, fatiga, náuseas, vómitos, etc.

Como se ha descrito anteriormente, existen diversos efectos adversos relacionados con las cirugías de cáncer (Anexo 3). Estos efectos, según Hidding et al. (2014), conllevan a una mayor probabilidad de sufrir dolor crónico y alteraciones en la funcionalidad de los MMSS por cambios en la cintura escapular. Se calcula que más de la mitad de las mujeres con CM experimentan cierto nivel de incapacidad en sus extremidades superiores (Smoot et al., 2016).

Además, la combinación de síntomas ocasionados por los diversos tratamientos farmacológicos (Anexo 3) provoca que los pacientes entren en un bucle negativo donde reducen su actividad física empeorando así su patología (Dos Santos et al., 2017; Soriano-Maldonado et al., 2023). Belloni et al. (2021) destaca que uno de los síntomas que favorecen a ese bucle negativo es la fatiga, llegando a afectar al 50% de las pacientes.

También, estas pacientes sufren otras alteraciones en su vida al presentar cambios emocionales y psicológicos, tales como ansiedad y depresión (Kelley & Kelley, 2017). Todo ello conlleva a una alteración en la calidad de vida de estas mujeres (Canário et al., 2016).

Según Gross et al. (2015), otro de los efectos adversos más frecuentes es el cambio de la composición corporal. El tratamiento con QT puede aumentar 2,1 veces el riesgo de ganar peso debido a la inactividad, disminución de la tasa metabólica en reposo, ingestas masivas de comida y cambios hormonales (Gross et al., 2015). Playdon et al. (2015) destacan la importancia del control del peso debido a que un incremento del 10% está asociado con un aumento del riesgo de muerte. Este aumento de peso suele ser de tejido adiposo disfuncional que favorece a la inflamación crónica debido al aumento de IL-6 y TNF- $\alpha$  (Iwase et al., 2021). Hardee et al. (2019) explican que estas alteraciones en la composición corporal también pueden derivar en sarcopenia o en el peor de los casos en caquexia. Especialmente se ha visto que sufren una pérdida de masa muscular en miembros inferiores (MMII)



(Dos Santos et al., 2017). Como consecuencia de la pérdida de masa magra se produce una pérdida gradual de la función y por tanto genera una pérdida de la autonomía. Hardee et al. (2019) describen que la caquexia afecta a nivel sistémico asociándose a un estado de inflamación sistémica, un aumento de la resistencia a la insulina, anemia e hipogonadismo.

Debido a los ES de los tratamientos del CM es de vital importancia abordarlos mediante un equipo multidisciplinar ya que se estima que alrededor de un 90% de las mujeres con CM sufrirán secuelas de los tratamientos (Lovelace et al., 2019).

### **1.6 Beneficios del ejercicio en el cáncer**

Dos Santos et al. (2017), exponen que el ejercicio físico (EF) regular es capaz de frenar el bucle negativo al minimizar los efectos negativos del tratamiento y mejorar la calidad de vida (QoL).

La importancia del EF radica en que el sistema musculoesquelético es un órgano endocrino ya que libera mioquinas como la IL-6 (Petersen et al., 2005). Severinsen et al. (2020) exponen que la IL-6 producida de manera aguda durante el EF genera un efecto antiinflamatorio que disminuye la probabilidad de padecer cáncer por una menor probabilidad de inflamación crónica. La IL-6 tiene un rol metabólico ya que favorece la glucólisis hepática y la lipólisis generando una menor resistencia a la insulina (Severinsen et al., 2020). Además, el sistema musculoesquelético libera la mioquina irisina que puede transformar el tejido graso blanco (menos termogénico y con baja sensibilidad a la insulina) a un tejido graso pardo (más termogénico y con mayor sensibilidad a la insulina) (Rodríguez et al. 2017). Parece ser que la irisina reduce el riesgo de sufrir CM ya que se vio en el estudio de Gannon et al. (2015) que es capaz de favorecer a la apoptosis celular de las células mamarias mutadas.

A la hora de prescribir ejercicio en esta población, uno de los principales problemas es la creencia de que sea dañino para su salud (Gillham, 1994). Hace años, se recomendaba evitar ejercicios intensos o repetitivos de miembro superior ya que podían inducir un linfedema, pero se ha demostrado que son seguros (Ammitzbøll et al., 2019; Cormie et al., 2013). Actualmente, la prescripción de ejercicio en el cáncer está ampliamente estudiada. La mayoría emplean intervenciones cardiovasculares,

de fuerza o una combinación de ellas (Dieli-Conwright et al., 2018; Hagstrom et al., 2016). También existen estudios con otras metodologías como pilates, ejercicios en agua, yoga, etc. (Kiecolt-Glaser et al., 2014; Odynets et al., 2019).

Como principales efectos de un programa de fuerza encontramos que las mujeres con CM tienen mayores niveles de fuerza tanto de MMII como de MMSS (Basha et al., 2022; Hagstrom et al., 2016). También se ha visto mejoras en la fatiga, sobre todo en la fatiga física y en la QoL (Schmidt et al., 2015; Naczk et al., 2022). En cuanto al dolor, Rasmussen et al. (2023) observaron que el EF es capaz de reducir su percepción. Existen diversas hipótesis acerca de esta analgesia, una de ellas es el poder antiinflamatorio del EF y otra es el aumento de la serotonina (Ambrose et al., 2015; Khosravi et al., 2019).

Otro efecto es la mejora de la composición corporal. Esto conlleva tener una menor predisposición a la obesidad (Irwin et al., 2005). Según Irwin et al. (2005) esta menor predisposición a la obesidad supone un menor riesgo de recidiva ya que la obesidad se asocia a un síndrome metabólico por un estado pro-inflamatorio. Otros beneficios de tener una menor predisposición a la obesidad es tener una menor probabilidad de sufrir un aumento de la IGF-1 o de tener una mayor resistencia a la insulina (Irwin et al., 2005).

Debido a los numerosos beneficios mostrados, el entrenamiento de fuerza debería ser un imprescindible durante el pre, durante y post tratamiento del CM (Toohey et al., 2023). Para obtener mayores beneficios, Fairman et al. (2017) recomiendan que la prescripción de ejercicio se realice siguiendo los cuatro principios de individualización, sobrecarga progresiva, especificidad y descanso.

### **1.7 Recomendaciones sobre el ejercicio físico en cáncer**

Como ya se ha expuesto, existe una sólida evidencia que respalda sus beneficios para mejorar diversos síntomas asociados al CM, incluyendo la fatiga, la QoL, la prevención del linfedema, la reducción de la densidad mineral ósea y la función física (Campbell et al., 2019). Centrándonos en los programas de fuerza, la mayoría de los estudios para sus intervenciones emplean el porcentaje de repetición máxima (%RM) (Ammitzbøll et al., 2019; Češeiko et al., 2020, Montañó-Rojas et al., 2020) y

unos pocos usan el índice de percepción del esfuerzo (RPE) (Soriano-Maldonado et al., 2023). La mayoría de las intervenciones, en estos estudios, duran entre 12-96 semanas. Montaña-Rojas et al. (2020) establecen que la frecuencia de entrenamiento más empleada es de 2 por semana y de una duración de unos 60 minutos. Estos programas suelen ser supervisados. A nivel general se recomienda realizar sesiones de ejercicio de fuerza de 2 a 3 veces por semana, enfocándose en los principales grupos musculares (Montaña-Rojas et al., 2020; Schmitz et al., 2010). La dosis de entrenamiento recomendables comprende de 2 a 3 series con un rango de 8 a 12 repeticiones, manteniendo una intensidad moderada-vigorosa que oscile entre el 60% y el 80% del RM y RPE de 13-15 según la escala de Borg (Montaña-Rojas et al., 2020; Schmitz et al., 2010). Sin embargo, se ha visto que intervenciones en las que se trabajan a altas cargas (75-85 %RM) y a un menor número de repeticiones (10-6), también son seguras (Cormie et al., 2013; Češeko et al., 2019).

Respecto al ejercicio aeróbico, se ha visto que tiene beneficios en la función física, la reducción de la ganancia de peso, la QoL, la fatiga y la depresión (Campbell et al., 2019). Schmitz et al. (2010) aconsejan una frecuencia de 3 sesiones por semana, con una duración óptima de 30 a 60 minutos por sesión. La intensidad recomendada oscila entre el 60% y el 80% del consumo máximo de oxígeno ( $VO_{2max}$ ) o frecuencia cardíaca máxima ( $FC_{max}$ ), manteniendo un RPE entre 13 y 15 de la escala de Borg (Montaña-Rojas et al., 2020; Schmitz et al., 2010).

Es importante destacar que la supervisión del EF contribuye significativamente a maximizar los beneficios de este (Campbell et al., 2019).

## **2. JUSTIFICACIÓN:**

La literatura científica nos demuestra que un programa de fuerza en las mujeres con CM tiene grandes beneficios. A pesar de ello, en todos los estudios para establecer la carga de trabajo emplean metodologías como el RM y el RPE, en ningún caso se emplea el encoder en un programa de EF como herramienta de cuantificación de la carga dentro de esta población (Kelley & Kelley, 2017; Montaña-Rojas et al., 2020). El encoder es una herramienta que permite cuantificar la carga con una alta fiabilidad y validez mediante la medición de la velocidad a la que se ejecuta el

ejercicio (Pérez-Castilla et al., 2019). También permite medir la fatiga neuromuscular a través de la pérdida de velocidad (Rodríguez-Rosell et al., 2020).

Las mujeres con CM suelen sufrir fatiga asociada al cáncer, por ello es importante cuantificar la carga de manera específica e individualizada para evitar mayores daños. Recientemente, se publicó el estudio de Díez-Fernández et al. (2022) en el que observaron que usar la velocidad media en la prensa de pierna es un adecuado indicador para la cuantificación de intensidad en sujetos con CM.

En el estudio de Pareja-Blanco et al. (2020) se estableció que los niveles óptimos de pérdida de velocidad se encuentran entre un 10-20% para la ganancia de fuerza y se determinó que una pérdida de más del 40% puede suponer adaptaciones neuromusculares negativas .

Es importante seguir estudiando esta patología con nuevas metodologías ya que se ha visto que con el paso de los años el número de casos van a aumentar tanto a nivel mundial como en España (Sociedad Española de Oncología Médica, 2023).

El propósito de este estudio es contrastar los efectos de un programa de ejercicio con encoder frente a un programa de ejercicio con %RM. Hay evidencias de que, a partir de 12 semanas, existen mejoras significativas de fatiga, QoL y funcionalidad (Campbell et al., 2019; Ficarra et al., 2022; Češeiko et al., 2019), por ello en el estudio se plantea un programa con una duración de 16 semanas. La población diana será mujeres de 30-69 años puesto que, según Collado et al. (2011), la mayoría de los casos de CM se da en ese rango de edad.

### **3. OBJETIVOS E HIPÓTESIS:**

#### **3.1 Objetivo principal (OP):**

Comprobar el efecto de un entrenamiento de fuerza con cuantificación de la carga a través de un encoder lineal vs %RM en la calidad de vida de mujeres con CM.

### **3.2 Objetivo secundario (OS):**

**OS1:** Analizar el efecto de un entrenamiento de fuerza con cuantificación de la carga a través de un encoder lineal vs %RM en la fatiga de mujeres con CM.

**OS2:** Comprobar el efecto de un entrenamiento de fuerza con cuantificación de la carga a través de un encoder lineal vs %RM en ganancia de fuerza muscular de mujeres con CM.

**OS3:** Analizar el efecto de un entrenamiento de fuerza con cuantificación de la carga a través de un encoder lineal vs %RM en la composición corporal y antropometría de mujeres con CM.

**OS4:** Correlacionar la cuantificación de la carga a través de un encoder lineal o %RM con el índice de percepción de esfuerzo (RPE) en un programa de fuerza en mujeres con CM.

### **3.3 Hipótesis principal:**

Existen mayores mejoras en la calidad de vida de las mujeres con CM en el entrenamiento de fuerza con encoder lineal en comparación al entrenamiento de fuerza con %RM.

## **4. MATERIAL Y MÉTODOS**

### **4.1 Diseño del estudio**

Este estudio experimental, prospectivo, analítico, longitudinal y simple ciego comparará una intervención de una duración de 16 semanas de entrenamiento de fuerza con encoder versus una intervención de entrenamiento de fuerza con %RM en relación con la QoL, fatiga, fuerza, composición corporal y el RPE.

El estudio se desarrollará cumpliendo los estándares reconocidos por la Declaración de Helsinki, así como las Normas de Buena Práctica Clínica, y cumpliendo la legislación española sobre investigación biomédica (Ley 14/2007). El diseño sigue las normas Consolidated Standards of Reporting Trials y será aprobado por el Comité de Bioética para la Asistencia Sanitaria del Hospital Universitario Quirón Salud Madrid de Pozuelo de Alarcón. Cuando comience la recogida de muestras se registrará el protocolo en el ClinicalTrials.gov. Toda la información obtenida en el estudio será tratada conforme al artículo 5 de la Ley 14/2007 de Investigación

Biomédica y, complementariamente, a la Ley de Protección de Datos de Carácter Personal (Ley Orgánica LOPD 3/2018, Reglamento Europeo 2016/679). Todos los participantes darán su consentimiento informado por escrito (Anexo 4), que será entregado y recogido por el servicio médico de oncología del Hospital Quirón.

#### **4.2 Muestra y formación de grupos**

Para participar en el estudio, los criterios de inclusión serán:

- Ser mujer con diagnóstico de CM.
- Tener entre 30-69 años.
- Haber terminado su tratamiento de QT y RT hace al menos 1 año.

Y los criterios de exclusión:

- Poseer un diagnóstico de cáncer metastásico.
- Haber estado sometidas a una reconstrucción mamaria menor a 6 meses.
- Padecer alguna patología que impida el ejercicio intenso.
- Padecer alguna discapacidad física o mental que impida la realización del programa de ejercicio propuesto.
- Estar embarazada.

El cálculo del tamaño muestral se ha realizado a través de la calculadora de Fistera (Pita-Fernández, 1996) (Anexo 5). Para el cálculo de esta muestra se ha tenido en cuenta como población diana a las mujeres con CM de la Comunidad de Madrid (4668 mujeres) (Asociación Española Contra El Cáncer, 2019). Como nivel de confianza se aplicó un 95%, el nivel de precisión un 5%, de proporción 5% y debido a la posible pérdida de sujetos durante el estudio se aplicó una pérdida esperada del 15% resultando en una muestra total de 85 mujeres (Anexo 6).

Las participantes serán reclutadas por el servicio de oncología del Hospital Universitario Quirón Salud Madrid de Pozuelo de Alarcón a través de un muestreo no probabilístico. Una persona del equipo investigador usará un generador de números aleatorios en el software estadístico SPSS v29.0 (Inc., Chicago, IL, USA) para distribuir al azar a los pacientes al grupo control (GC), al grupo encoder (GE) o al grupo %RM (GR). La misma persona colocará las asignaciones en sobres

lacrados, opacos y numerados de manera secuencial que entregará a uno de los miembros del equipo de investigación responsable de la intervención. Los evaluadores estarán enmascarados en la asignación de los grupos. Dada la naturaleza de la intervención, no será posible enmascarar a los pacientes ni a los investigadores que supervisan el entrenamiento.

### **4.3 Variables y métodos de medida**

En la Tabla 1 se muestran las variables junto con los test e instrumentos a medir para cada uno de los objetivos.

#### **Variable independiente:**

La variable independiente de este estudio es la intensidad de entrenamiento que se medirá con el % RM y la velocidad de ejecución.

**% RM:** variable cuantitativa discreta se medirá mediante porcentaje. Será medida con el test 10RM validado por Dos Santos et al. (2019) para la población con CM. Previo al test se realizará una sesión de familiarización de la técnica. Se realizará el test de 10 RM en los siguientes ejercicios: prensa de pierna, peso muerto, press de banca y remo pendlay (Dos Santos et al., 2019). Se calculará el 1RM hipotético mediante la fórmula de Brzycki (1993) (Peso levantado/ [1.0278 – (0,0278 x repeticiones al fallo)]).

**Velocidad media de ejecución:** variable cuantitativa continua medida en metros/segundos. Se medirá mediante el encoder Speed4lift (Speed4lift, Madrid, España) que es un dinamómetro isoinercial que mide la velocidad media de ejecución mediante la extensión lineal de un cable colocado en la barra. Es una herramienta con alta fiabilidad y validez (Pérez-Castilla et al., 2019). El cable será colocado en el lado izquierdo de la barra y registrará la velocidad vertical de la barra a una frecuencia de muestreo de 1000 Hz. Los datos serán registrados mediante Wi-Fi a través de un dispositivo móvil en la aplicación Speed4lift v.4.1.

#### **Variables dependientes:**

Las variables dependientes se medirán previa y posteriormente a la intervención, exceptuando el RPE que se pedirá al sujeto en cada ejercicio. Las variables serán registradas en una hoja de registro por el evaluador (Anexo 7). Las variables dependientes del estudio son:

**Calidad de vida:** variable cuantitativa discreta. Medida mediante el cuestionario en español EORTC QOL 30 (Anexo 8) y su extensión EORTC QLQ-BR23 validado para CM (Anexo 9). El QOL-30 son 30 preguntas que valoran la QoL en 3 escalas: funcionalidad, síntomas y salud general. La puntuación es de 0-100, donde a mayor puntuación menor QoL (Arrarás et al., 1995). El QLQ-BR23 es un cuestionario con 9 escalas cuya puntuación final será 0-100, donde a mayor puntuación menor QoL (Sprangers et al., 1996).

**Fatiga:** variable cuantitativa discreta. Medida mediante el cuestionario PERFORM (Anexo 10). Es un cuestionario validado en población con cáncer y mide 12 ítems donde la puntuación va de 0-45; cuanto más baja sea la puntuación, mayor fatiga (Baró et al., 2011).

**RPE:** variable cualitativa discreta medida mediante la escala OMNI Perceived Exertion Scale for Resistance Exercise (OMNI-RES). Esta es una escala perceptiva del esfuerzo específica para el entrenamiento de fuerza validada por Robertson et al. (2003) que posee descripciones verbales e imágenes. Dicha escala va de 0 a 10, siendo el 0 extremadamente fácil y 10 extremadamente difícil (Robertson et al., 2003) (Anexo 11).

**Fuerza de MMII:** variable cuantitativa discreta. Se usará el test sit to stand válido para la población de cáncer. Consiste en contar las veces que el sujeto se levanta y se sienta en una silla de 43,18 cm en 30 seg. Se debe hacer con los brazos cruzados y lo realizará 2 veces con un descanso de 3 min entre intentos. Se cogerá el intento en el que realice un mayor número de repeticiones (Eden et al., 2018).

**Fuerza de agarre:** variable cuantitativa continua medida en kilogramos. Se empleará el dinamómetro de presión manual (TKK 5001 Grip-D; Takei, Tokio, Japón). Se realizarán tres intentos en cada brazo y se escogerá la medición más alta. (Roberts et al., 2011).

**Composición corporal:** se medirá mediante absorciometría de rayos X de energía dual (DEXA) (Holog-ic QDR series Discovery; Bedford, MA) al inicio y al final de la



intervención. Es una herramienta mayoritariamente usada para la medición de esta variable por su alta validez y fiabilidad descrita en el estudio de Haarbo et al. (1991).

- **Body adiposity index (BAI) o porcentaje de grasa total:** variable cuantitativa continua, medida a través de porcentaje. Se considera factor de riesgo valores mayores de 25% en hombres y de 32% en mujeres (Seger et al., 2013).
- **Fat Mass Index (FMI) o masa relativa a la estatura:** variable cuantitativa continua, medida en kg/m. La clasificación del FMI queda detallada en la Figura 2. (Kelly et al., 2009).

Figura 2.

*Clasificación de Fat Mass Index.*

	Déficit leve de grasa	Normal	Sobrepeso	Obesidad I	Obesidad II	Obesidad III
♂	2,3 - <3	3-6	<6-9	>9-12	>12-15	>15
♀	3,5-<4	5-9	<9-13	>13-17	>17-21	>21

*Nota:* De "Dual energy X-Ray absorptiometry body composition reference values from NHANES", por Kelly, T. L., Wilson, K. E., & Heymsfield, S. B., 2009. *PloS one*, 4(9), e7038. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0007038>. Elaboración propia

- **Visceral adiposity tissue area (VAT) o área de tejido adiposo visceral:** variable cuantitativa continua, medida en cm<sup>2</sup>. Esta se clasifica de la siguiente manera: los valores normales van de 10-99 cm<sup>2</sup>, los valores de riesgo van de 100-159 cm<sup>2</sup> y los valores de alto riesgo van de 160-300 cm<sup>2</sup> (Borga et al., 2018).
- **Masa muscular relativa a la estatura (SMI):** variable cuantitativa continua, medida en kg/m<sup>2</sup>. El valor se obtiene a través de la masa muscular / estatura<sup>2</sup>. A mayor valor mejor es el resultado (Cruz-Jentoft et al., 2011).
- **Masa muscular de las extremidades relativa a la estatura (ASM):** variable cuantitativa continua, medida en kg/m<sup>2</sup>. El valor se obtiene a través de: (masa muscular de MMSS + masa muscular de MMII)/ estatura<sup>2</sup>. Se consideran valores de riesgo valores mayores o igual de 7,26 en hombres y mayores o iguales de 5,45 en mujeres (Baumgartner et al., 2004).

**Antropometría:** se medirá al inicio y al final de la intervención:

- **Peso:** variable cuantitativa continua, medida en kilogramos. Se medirá mediante una balanza de contrapesos de la marca (Renpho; ES-30M, Shenzhen, China).
- **Altura:** variable cuantitativa continua, medida a través de centímetros. Para su medición se utilizará un estadiómetro (Seca 202; Seca Ltd, Hamburgo, Alemania).
- **Índice de masa corporal (IMC):** variable cuantitativa continua. El cálculo del IMC se realizará a través de la fórmula  $\text{peso}/\text{altura}^2$  ( $\text{kg}/\text{m}^2$ ) de Khosla (1967). Podemos clasificar el IMC en: bajo peso severo (<16,5), bajo peso (<18,5), normopeso (18,5-24,9), sobrepeso (25-29,9), obesidad I (30-34,9), obesidad II (35-39,9) y obesidad III (>40) (Weir & Jan, 2023).

**VARIABLES CONTROLADAS:**

Estas variables serán obtenidas de las historias clínicas de las pacientes

- **Edad:** variable cuantitativa continua medida en años.
- **Tipo de cirugía:** variable cualitativa nominal.
- **Tipo de tratamiento:** variable cualitativa nominal.
- **Tipo de cáncer:** variable cualitativa nominal.
- **Tiempo de terapia hormonal:** variable cuantitativa continua medida en años.
- **Nivel de actividad física:** variable cualitativa ordinal medida con el cuestionario GPAQ (Anexo 12) (Ruiz-Casado, 2016).

Tabla 1

*Tabla relación objetivos, variables, test e instrumentos*

Objetivos	Variables	Test /Método	Instrumentos
OP	Calidad de vida	Cuestionario EORTC QOL30	
OS 1	Fatiga	Cuestionario PERFORM	
OS 2	Fuerza	Sit to Stand	Silla y cronómetro
		Fuerza de agarre	Dinamómetro manual
		Test 10 RM	Multipower, discos, banco y barra
OS 3	Composición corporal	BAI	Absorciometría de rayos X de energía dual
		FMI	
		VAT	
		SMI	
		ASM	
OS 4	RPE	Peso	Balanza
		Altura	Estadiómetro
		OMNI-RES	

*Nota:* Tabla resumen de la relación objetivos, variables, test e instrumentos del estudio. Abreviaturas: repetición máxima (RM), índice de masa corporal (IMC), fat mass index (FMI), body adiposity index (BAI), visceral adiposity tissue (VAT), masa muscular relativa a la estatura (SMI), masa muscular de las extremidades relativa a la estatura (ASM), índice percepción del esfuerzo (RPE). Elaboración propia.

#### 4.4 Procedimiento

El estudio comenzará con la captación de los sujetos (Figura 3) del Hospital Universitario Quirón Salud Madrid por los oncólogos que se encargarán de verificar que los sujetos cumplan con los criterios de inclusión y exclusión. Además, los oncólogos recogerán los consentimientos informados y proporcionarán los datos médicos de los sujetos obtenidos a través de las historias clínicas. Tras conseguir la muestra se procederá con la formación de grupos de manera aleatorizada.

Inicialmente el investigador principal instruirá a los evaluadores para realizar las mediciones y los test. Una vez instruidos se realizará la evaluación inicial. La intervención se llevará a cabo en las instalaciones de la Universidad Europea de Madrid (UEM) durante 16 semanas. El material empleado en la intervención queda detallado en el Anexo 13. Se realizarán 2 entrenamientos semanales de 60 minutos. Entre sesiones deberá haber un descanso mínimo de 24 horas. Los sujetos serán divididos en grupos de 4 personas por entrenador (Anexo 14).

La intervención estará dividida en la fase de familiarización y la fase de intervención.

**Fase de familiarización** (4 semanas): aprenderán la técnica básica de los ejercicios, se familiarizarán con la escala OMNI-RES y el GE se familiarizará con el encoder. La intensidad será del 40-45% RM obtenido previamente tras la evaluación inicial. El volumen de entrenamiento será de 12 repeticiones y 2-3 series por ejercicio. El descanso entre series será de 2 minutos. En esta fase los entrenadores observarán las limitaciones y necesidades de los sujetos. Tras el periodo de familiarización se realizará un retest al GR para ajustar la intensidad de la carga.

**Fase de intervención:** El programa de ejercicio estará dividido en calentamiento, parte principal y vuelta a la calma.

- **Calentamiento:** 15 minutos divididos en 5 minutos en un cicloergómetro (Life Fitness; IC2 Indoor cycle, Nuremberg, Alemania) a un RPE de 4-5, 2 ejercicios de movilidad (uno de MMSS y uno de MMII durante 4 minutos, 1 ejercicio de estabilidad abdominal durante 2 minutos, 2 ejercicios de activación muscular (uno de MMSS y uno de MMII) durante 4 minutos.
- **Parte principal:** constará de 3 o 4 ejercicios multiarticulares durante 40 minutos. Se realizan por parejas por pares de ejercicios (por ejemplo uno de la pareja realiza hip thrust y el otro realiza remo pendlay) en la que mientras

una pareja ejecuta el ejercicio la otra pareja descansa. En la primera sesión semanal se hará prensa de pierna inclinado, press militar, hip thrust y remo pendeley. En la segunda sesión se realizará peso muerto, press banca y sentadilla trasera (Anexo 15).

El GR progresará las cargas de un 50-75% del RM, realizarán entre 12-6 repeticiones, 3 series y con un descanso de dos minutos entre series y ejercicios (Tabla 2). El GE moverá la carga a la máxima velocidad intencional y a una velocidad media correspondiente en cada uno de los ejercicios entre el 50-75% del RM, 3 series, con una pérdida de velocidad del 20% entre repeticiones y un descanso de dos minutos entre series y ejercicios (Tabla 3).

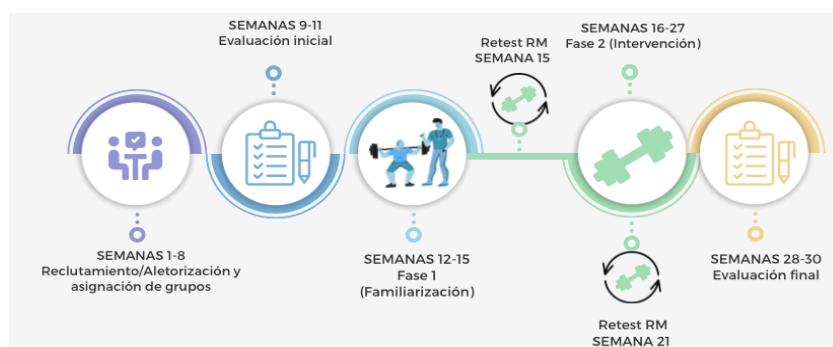
- **Vuelta a la calma:** 5 minutos en cicloergómetro a una intensidad 4-5 RPE.

Tras cada sesión se registrará en la hoja de registro el RPE en función de la escala OMNI-RES (Anexo 16). En la mitad de la fase de intervención el GR realizará un retest para ajustar la intensidad de la carga. Tras las 16 semanas de intervención, se realizarán de nuevo las mediciones y test. Una vez obtenidos los datos, se analizarán y posteriormente se publicarán los resultados.

El GC se les recomendará una dosis mínima siguiendo las recomendaciones internacionales para la actividad física según la Organización Mundial de la Salud (2022) (ejercicio de intensidad moderada > 150 min/sem). Por motivos éticos, para mejorar la participación del CG, se les ofrecerá posteriormente el programa de ejercicios con mejores resultados tras el periodo de estudio.

Figura 3.

*Línea temporal del procedimiento.*



*Nota:* Abreviaturas: Repetición máxima (RM). Elaboración propia

Tabla 2

Tabla intervención del grupo repetición máxima

Fase	Fase 1 (Familiarización)								Fase 2																								
Semana	1		2		3		4		5		6		7		8		9		10		11		12		13		14		15		16		
Sesión	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	32	
Repeticiones	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	8	8	8	8	6	6	6	6
Serías	2	2	2	2	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	
% RM	40	40	40	40	45	45	45	45	50	50	50	50	50	50	60	60	60	60	60	60	65	65	65	65	70	70	70	70	75	75	75	75	
Tiempo de descanso	2 min																																

Nota: Tabla de cuantificación de la carga por sesiones del grupo repetición máxima. Abreviaturas: minutos (min), porcentaje de repetición máxima (%RM). Elaboración propia.

Tabla 3

Tabla intervención del grupo encoder

Fase	Fase 1 (Familiarización)								Fase 2																											
Semana	1		2		3		4		5		6		7		8		9		10		11		12		13		14		15		16					
Sesión	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	32				
Serías	2	2	2	2	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3				
%RM estimado	40	40	40	40	45	45	45	45	50	50	50	50	50	50	60	60	60	60	60	60	65	65	65	65	70	70	70	70	75	75	75	75				
Repeticiones	12	12	12	12	x																															
VM LP Díez Fernández et al. (2021)	x				0,83	0,83	0,83	0,83	0,78	0,78	0,78	0,78	0,78	0,78	0,85	0,85	0,85	0,85	0,85	0,85	0,6	0,6	0,6	0,6	0,55	0,55	0,55	0,55	0,5	0,5	0,5	0,5				
VM PMIL García-Ramos et al. (2019)	x				1,03	1,03	1,03	1,03	0,95	0,95	0,95	0,95	0,95	0,95	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,73	0,73	0,73	0,73	0,65	0,65	0,65	0,65	0,58	0,58	0,58	0,58				
VM HT Nieto-Acevedo et al. (2023)	x				0,73	0,73	0,73	0,73	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,56	0,56	0,56	0,56	0,52	0,52	0,52	0,52	0,47	0,47	0,47	0,47				
VM RP Nieto-Acevedo et al. (2023)	x				1,08	1,08	1,08	1,08	1,03	1,03	1,03	1,03	1,03	1,03	0,92	0,92	0,92	0,92	0,92	0,92	0,86	0,86	0,86	0,86	0,81	0,81	0,81	0,81	0,76	0,76	0,76	0,76				
VM PM Nieto-Acevedo et al. (2023)	x				0,89	0,89	0,89	0,89	0,83	0,83	0,83	0,83	0,83	0,83	0,71	0,71	0,71	0,71	0,71	0,71	0,65	0,65	0,65	0,65	0,6	0,6	0,6	0,6	0,54	0,54	0,54	0,54				
VM SQ Pareja-Blanco et al. (2020)	x				0,94	0,94	0,94	0,94	0,88	0,88	0,88	0,88	0,88	0,88	0,76	0,76	0,76	0,76	0,76	0,76	0,7	0,7	0,7	0,7	0,65	0,65	0,65	0,65	0,59	0,59	0,59	0,59				
VM PB Pareja-Blanco et al. (2020)	x				0,84	0,84	0,84	0,84	0,78	0,78	0,78	0,78	0,78	0,78	0,66	0,66	0,66	0,66	0,66	0,66	0,6	0,6	0,6	0,6	0,54	0,54	0,54	0,54	0,48	0,48	0,48	0,48				
Tiempo de descanso	2 minutos																																			
% Pérdida de velocidad	20%																																			

Nota: Tabla de la velocidad media de ejecución durante la intervención del grupo encoder en cada ejercicio. Abreviaciones: Velocidad media (VM), repetición máxima (RM), prensa de piernas (LP), press militar (PMIL), hip thrust (HT), remo pendley (RP), peso muerto (PM), sentadilla (SQ), press banca (PB). Elaboración propia.

#### 4.5 Análisis de datos

Para realizar el análisis estadístico se empleará el software estadístico IBM SPSS v29.0 (Inc., Chicago, IL, USA). En primera instancia se hará un análisis descriptivo de las variables. Para las variables cuantitativas se empleará la media o mediana;

desviación estándar o rango intercuartílico. En cuanto a las variables cualitativas ordinales se empleará la media o mediana; desviación estándar o rango intercuartílico. Para las variables nominales se empleará frecuencia y moda. Posteriormente para analizar la distribución de las variables se empleará la prueba de Kolmogorov Smirnov donde se evaluará si la variable sigue una distribución paramétrica o no paramétrica.

En cuanto a la estadística inferencial, se aplicará la prueba de Anova de un factor (paramétrico) o Krustal Wallis (no paramétrico) y se analizará el tamaño del efecto (d de Cohen). Además, se realizará la prueba post hoc. para contrastar las comparaciones entre los grupos. Para la variable RPE se realizará la prueba de U Mann Whitney (no paramétrico) o T-Student de muestras independientes (paramétrico) y se analizará el tamaño del efecto (d de Cohen). El nivel de confianza se establecerá en 95% y se considerará una diferencia significativa cuando p (grado de significación) sea menor o igual a 0.05.

## **5. EQUIPO INVESTIGADOR**

Para el desarrollo de este estudio se formará un equipo investigador cuyas funciones están detalladas en el Anexo 17. En el organigrama (Anexo 18) queda reflejado los participantes y su nivel de responsabilidad.

- Investigador/a principal: graduado/a en ciencias de la actividad física y el deporte (CAFYD) y docente en la UEM. Es el coordinador y director de la investigación. Funciones: diseñar el estudio, buscar becas, formar los grupos, reunirse con el resto del equipo, supervisar el trabajo, coordinar las valoraciones de los test y redactará y publicará los resultados.
- Investigadores secundarios/as (IS): 2 graduados/as en CAFYD y fisioterapia. Funciones: llevar a cabo los entrenamientos de la intervención, supervisar y guiar a los entrenadores, exportar los datos a la base de datos, redactar y publicar los resultados.
- Médico/a: jefa de servicio de oncología del Hospital Universitario Quirón Salud Madrid. Funciones: reclutamiento y recogida del consentimiento informado.
- Entrenadores/as: 4 estudiantes de los 10 de CAFYD de la UEM supervisados por los IS. Funciones: ayudar a los entrenadores en la familiarización e intervención.

- Evaluadores: 2 estudiantes del Postgrado de Experto Universitario en Ejercicio Físico y Cáncer de la UEM supervisados y entrenados por el IP.
- Estadístico/a: 1 licenciado en estadística. Funciones: analizar los datos obtenidos.
- Técnico DEXA: 1 técnico superior en imagen para el diagnóstico y medicina nuclear de la UEM. Funciones: realizar el DEXA y exportar los datos a la base de datos.

## **6. LIMITACIONES Y VIABILIDAD**

Gracias a la participación en el estudio del IP, para la realización del estudio se emplearán las instalaciones y herramientas de la UEM, facilitando así el uso de un DEXA, encoders y otros materiales. Por ello, la universidad constará como la sede del estudio y como colaborador activo. Se realizará un convenio con el Hospital Universitario Quirón Salud Madrid para conseguir sujetos para la muestra. El médico/a oncólogo/a colaborador también constarán como parte activa del estudio.

El coste del proyecto ascendería a 6.000 €, véase el desglose de gastos en Anexo 19. Para poder hacer frente a estos gastos, se presentará el proyecto a la “Convocatoria de proyectos internos de la UEM”.

Como principal limitación consideramos que el encoder no es compatible con grandes grupos de entrenamiento dificultando así la extrapolación a una situación real de entrenamiento. Otra de las limitaciones podría ser la falta de motivación y adherencia al programa por parte de alguno de los sujetos que participen en el estudio. Para evitar abandonos, se usarán las primeras 4 semanas de familiarización para generar un buen ambiente y crear un grupo de chat para que puedan conocer a las personas con las que pasarán esos meses. Otra de las limitaciones es la selección de los ejercicios puesto que la precisión del encoder lineal es menor en ejercicios no lineales. Además, la literatura sobre la velocidad media de ejecución en diferentes ejercicios es limitada. También, por motivos éticos tampoco es posible limitar la actividad física y el EF del grupo control pudiendo variar los resultados del estudio.

## 7. BIBLIOGRAFÍA

- American Cancer Society. (2022, January 14). *Breast Cancer Signs and Symptoms*. <https://www.cancer.org/cancer/types/breast-cancer/screening-tests-and-early-detection/breast-cancer-signs-and-symptoms.html>
- Ambrose, K. R., & Golightly, Y. M. (2015). Physical exercise as non-pharmacological treatment of chronic pain: Why and when. *Best practice and research: Clinical rheumatology*, 29(1), 120–130. <https://doi.org/10.1016/j.berh.2015.04.022>
- Ammitzbøll, G., Johansen, C., Lang, C., Andersen, E. W., Kroman, N., Zerahn, B., Hyldegaard, O., Wittenkamp, M. C., & Dalton, S. O. (2019). Progressive resistance training to prevent arm lymphedema in the first year after breast cancer surgery: Results of a randomized controlled trial. *Cancer*, 125(10), 1683–1692. <https://doi.org/10.1002/cncr.31962>
- Arrarás, J., Illarramendi, J. & Valerdi, J. (1995.). El Cuestionario de Calidad de Vida para cáncer de la EORTC, QLQ-C30. Estudio estadístico de validación con una muestra española. *Revista de Psicología de la Salud*, 7(1), 13-33. <http://hdl.handle.net/10045/97567>
- Asociación Española Contra El Cáncer. (2019). *Impacto del Cáncer Comunidad de Madrid*. <https://observatorio.contraelcancer.es/sites/default/files/informes/madrid/AECC-Madrid19-vdig-optimizada.pdf>
- Baró, E., Carulla, J., Cassinello, J., Colomer, R., Mata, J. G., Gascón, P., Gasquet, J. A., Rodríguez, C. A., & Valentín, V. (2011). Psychometric properties of the Perform Questionnaire: a brief scale for assessing patient perceptions of fatigue in cancer. *Supportive care in cancer : official journal of the Multinational Association of Supportive Care in Cancer*, 19(5), 657–666. <https://doi.org/10.1007/s00520-010-0878-x>



- Barzaman, K., Karami, J., Zarei, Z., Hosseinzadeh, A., Kazemi, M. H., Moradi-Kalbolandi, S., Safari, E., & Farahmand, L. (2020). Breast cancer: Biology, biomarkers, and treatments. *International immunopharmacology*, *84*, 106535. <https://doi.org/10.1016/j.intimp.2020.106535>
- Basha, M. A., Aboelnour, N. H., Alsharidah, A. S., & Kamel, F. H. (2022). Effect of exercise mode on physical function and quality of life in breast cancer-related lymphedema: a randomized trial. *Supportive care in cancer : official journal of the Multinational Association of Supportive Care in Cancer*, *30*(3), 2101–2110. <https://doi.org/10.1007/s00520-021-06559-1>
- Baumgartner, R. N., Wayne, S. J., Waters, D. L., Janssen, I., Gallagher, D., & Morley, J. E. (2004). Sarcopenic obesity predicts instrumental activities of daily living disability in the elderly. *Obesity research*, *12*(12), 1995–2004. <https://doi.org/10.1038/oby.2004.250>
- Belloni, S., Arrigoni, C., & Caruso, R. (2021). Effects from physical exercise on reduced cancer-related fatigue: a systematic review of systematic reviews and meta-analysis. *Acta oncologica*, *60*(12), 1678–1687. <https://doi.org/10.1080/0284186X.2021.1962543>
- Beňačka, R., Szabóová, D., Guľašová, Z., Hertelyová, Z., & Radoňák, J. (2022). Classic and New Markers in Diagnostics and Classification of Breast Cancer. *Cancers*, *14*(21), 5444. <https://doi.org/10.3390/cancers14215444>
- Bodai, B. I., & Tusó, P. (2015). Breast cancer survivorship: a comprehensive review of long-term medical issues and lifestyle recommendations. *The Permanente journal*, *19*(2), 48–79. <https://doi.org/10.7812/TPP/14-241>

- Borga, M., West, J., Bell, J. D., Harvey, N. C., Romu, T., Heymsfield, S. B., & Dahlqvist Leinhard, O. (2018). Advanced body composition assessment: from body mass index to body composition profiling. *Journal of investigative medicine : the official publication of the American Federation for Clinical Research*, 66(5), 1–9. <https://doi.org/10.1136/jim-2018-000722>
- Brzycki, M. (1993). Strength Testing—Predicting a One-Rep Max from Reps-to-Fatigue. *Journal of Physical Education, Recreation & Dance*, 64(1), 88–90. <https://doi.org/10.1080/07303084.1993.10606684>
- Campbell, K. L., Winters-Stone, K. M., Wiskemann, J., May, A. M., Schwartz, A. L., Courneya, K. S., Zucker, D. S., Matthews, C. E., Ligibel, J. A., Gerber, L. H., Morris, G. S., Patel, A. V., Hue, T. F., Perna, F. M., & 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. <https://doi.org/10.1249/MSS.0000000000002116>
- Canário, A. C. G., Cabral, P. U. L., De Paiva, L. C., Florencio, G. L. D., Spyrides, M. H., & Da Silveira Gonçalves, A. K. (2016). Physical activity, fatigue and quality of life in breast cancer patients. *Revista Da Associação Médica Brasileira*, 62(1), 38–44. <https://doi.org/10.1590/1806-9282.62.01.38>
- Casla-Barrio, S. & Alfaro-Gamero, J. (2018). Exercise oncology. From theory to the practice. *European Journal of Human Movement*. 41, 24-48. <https://www.eurjhm.com/index.php/eurjhm/article/view/476>
- Catherine Sánchez, N. (2013). Knowing and understanding the cancer cell: Physiopathology of cancer. *Revista Medica Clinica Las Condes*, 24(4), 553–562. [https://doi.org/10.1016/S0716-8640\(13\)70659-X](https://doi.org/10.1016/S0716-8640(13)70659-X)

- Cešeiko, R., Thomsen, S. N., Tomšone, S., Eglītis, J., Vētra, A., Srebnijs, A., Timofejevs, M., Purmalis, E., & Wang, E. (2020). Heavy Resistance Training in Breast Cancer Patients Undergoing Adjuvant Therapy. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 52(6), 1239–1247. <https://doi.org/10.1249/MSS.0000000000002260>
- Collado, R., Riera, A. & ACV (2011). *Hablemos de el cáncer de mama con Roche (3ª ed.)*. Activos de Comunicación Visual, S.A. [https://www.seom.org/seomcms/images/stories/recursos/infopublico/publicaciones/HABLEMOS\\_CANCER\\_MAMA.pdf](https://www.seom.org/seomcms/images/stories/recursos/infopublico/publicaciones/HABLEMOS_CANCER_MAMA.pdf)
- Cormie, P., Pumpa, K., Galvão, D. A., Turner, E., Spry, N., Saunders, C., Zissiadis, Y., & Newton, R. U. (2013). Is it safe and efficacious for women with lymphedema secondary to breast cancer to lift heavy weights during exercise: a randomised controlled trial. *Journal of cancer survivorship: research and practice*, 7(3), 413–424. <https://doi.org/10.1007/s11764-013-0284-8>
- Cruz-Jentoft, A. J., Triana, F. M. C., Gómez-Cabrera, M. C., López-Soto, A., Masanés, F., Martín, P., Rexach, J. A. S., Hidalgo, D. R., Salvà, A., Viña, J., & Formiga, F. (2011). La eclosión de la sarcopenia: Informe preliminar del Observatorio de la Sarcopenia de la Sociedad Española de Geriatria y Gerontología. *Revista Española de Geriatria y Gerontología*, 46(2), 100-110. <https://doi.org/10.1016/j.regg.2010.11.004>
- Dieli-Conwright, C. M., Courneya, K. S., Demark-Wahnefried, W., Sami, N., Lee, K., Sweeney, F. C., Stewart, C., Buchanan, T. A., Spicer, D., Tripathy, D., Bernstein, L., & Mortimer, J. E. (2018). Aerobic and resistance exercise improves physical fitness, bone health, and quality of life in overweight and obese breast cancer survivors: a randomized controlled trial. *Breast cancer research : BCR*, 20(1), 124. <https://doi.org/10.1186/s13058-018-1051-6>

- Díez-Fernández, D. M., Baena-Raya, A., Alcaraz-García, C., Rodríguez-Rosell, D., Rodríguez-Pérez, M. A., & Soriano-Maldonado, A. (2022). Improving resistance training prescription through the load-velocity relationship in breast cancer survivors: The case of the leg-press exercise. *European Journal of Sport Science*, 22(11), 1765–1774. <https://doi.org/10.1080/17461391.2021.1965220>
- Dobke, M. K., El-Khatib, H., & Al-Basti, H. (2012). Issues related to advances and controversies in breast cancer management: A multicultural experience. *International Journal of Surgery*, 10(9), 429–435. <https://doi.org/10.1016/J.IJSU.2012.07.008>
- Dos Santos, W. D. N., Gentil, P., de Moraes, R. F., Ferreira Júnior, J. B., Campos, M. H., de Lira, C. A. B., Freitas Júnior, R., Bottaro, M., & Vieira, C. A. (2017). Chronic Effects of Resistance Training in Breast Cancer Survivors. *BioMed research international*, 8367803. <https://doi.org/10.1155/2017/8367803>
- Dos Santos, W. D. N., Siqueira, G. D. J., Martins, W. R., Vieira, A., Schincaglia, R. M., Gentil, P., & Vieira, C. A. (2019). Reliability and Agreement of the 10-Repetition Maximum Test in Breast Cancer Survivors. *Frontiers in oncology*, 9, 918. <https://doi.org/10.3389/fonc.2019.00918>
- Eden, M. M., Tompkins, J., & Verheijde, J. L. (2018). Reliability and a correlational analysis of the 6MWT, ten-meter walk test, thirty second sit to stand, and the linear analog scale of function in patients with head and neck cancer. *Physiotherapy theory and practice*, 34(3), 202–211. <https://doi.org/10.1080/09593985.2017.1390803>
- Fairman, C. M., Zourdos, M. C., Helms, E. R., & Focht, B. C. (2017). A Scientific Rationale to Improve Resistance Training Prescription in Exercise Oncology. *Sports Medicine*, 47(8), 1457–1465. <https://doi.org/10.1007/s40279-017-0673-7>

- Ficarra, S., Thomas, E., Bianco, A., Gentile, A., Thaller, P., Grassadonio, F., Papakonstantinou, S., Schulz, T., Olson, N., Martin, A., Wagner, C., Nordström, A., & Hofmann, H. (2022). Impact of exercise interventions on physical fitness in breast cancer patients and survivors: a systematic review. *Breast cancer*, 29(3), 402–418. <https://doi.org/10.1007/s12282-022-01347-z>
- Gannon, N. P., Vaughan, R. A., Garcia-Smith, R., Bisoffi, M., & Trujillo, K. A. (2015). Effects of the exercise-inducible myokine irisin on malignant and non-malignant breast epithelial cell behavior in vitro. *International journal of cancer*, 136(4), 197–202. <https://doi.org/10.1002/ijc.29142>
- García-Ramos, A., Suzovic, D., & Pérez-Castilla, A. (2021). The load-velocity profiles of three upper-body pushing exercises in men and women. *Sports Biomechanics*, 20(6), 693-705. <https://doi.org/10.1080/14763141.2019.1597155>
- Gillham, L. (1994). Lymphoedema and Physiotherapists: Control not cure. *Physiotherapy*, 80(12), 835–843. [https://doi.org/10.1016/S0031-9406\(10\)60164-2](https://doi.org/10.1016/S0031-9406(10)60164-2)
- Gross, A. L., May, B. J., Axilbund, J. E., Armstrong, D. K., Roden, R. B. S., & Visvanathan, K. (2015). Weight change in breast cancer survivors compared to cancer-free women: a prospective study in women at familial risk of breast cancer. *Cancer Epidemiology, Biomarkers & Prevention: A Publication of the American Association for Cancer Research, Cosponsored by the American Society of Preventive Oncology*, 24(8), 1262-1269. <https://doi.org/10.1158/1055-9965.EPI-15-0212>
- Haarbo, J., Gotfredsen, A., Hassager, C., & Christiansen, C. (1991). Validation of body composition by dual energy X-ray absorptiometry (DEXA). *Clinical physiology*, 11(4), 331–341. <https://doi.org/10.1111/j.1475-097x.1991.tb00662.x>

- Hagstrom, A. D., Marshall, P. W., Lonsdale, C., Cheema, B. S., Fiatarone Singh, M. A., & Green, S. (2016). Resistance training improves fatigue and quality of life in previously sedentary breast cancer survivors: a randomised controlled trial. *European journal of cancer care*, 25(5), 784–794. <https://doi.org/10.1111/ecc.12422>
- Hanahan, D., & Weinberg, R. A. (2011). Hallmarks of cancer: The next generation. *Cell*, 144(5), 646–674. <https://doi.org/10.1016/j.cell.2011.02.013>
- Hardee, J. P., Counts, B. R., & Carson, J. A. (2019). Understanding the Role of Exercise in Cancer Cachexia Therapy. *American Journal of Lifestyle Medicine*, 13(1), 46–60. <https://doi.org/10.1177/1559827617725283>
- Hidding, J. T., Beurskens, C. H. G., Van Der Wees, P. J., Van Laarhoven, H. W. M., & Nijhuis-van Der Sanden, M. W. G. (2014). Treatment related impairments in arm and shoulder in patients with breast cancer: a systematic review. *PloS One*, 9(5). <https://doi.org/10.1371/JOURNAL.PONE.0096748>.
- Instituto Nacional de Estadística (2021). *Defunciones según la causa de muerte*. <https://www.ine.es/jaxiT3/Tabla.htm?t=6609>
- Irwin, M. L., McTiernan, A., Baumgartner, R. N., Baumgartner, K. B., Bernstein, L., Gilliland, F. D., & Ballard-Barbash, R. (2005). Changes in body fat and weight after a breast cancer diagnosis: Influence of demographic, prognostic, and lifestyle factors. *Journal of Clinical Oncology*, 23(4), 774–782. <https://doi.org/10.1200/JCO.2005.04.036>
- Iwase, T., Wang, X., Shrimanker, T. V., Kolonin, M. G., & Ueno, N. T. (2021). Body composition and breast cancer risk and treatment: mechanisms and impact. *Breast Cancer Research and Treatment*, 186(2), 273–283. <https://doi.org/10.1007/s10549-020-06092-5>

- Kalli, S., Semine, A., Cohen, S., Naber, S. P., Makim, S. S., & Bahl, M. (2018). American Joint Committee on Cancer's Staging System for Breast Cancer, Eighth Edition: What the Radiologist Needs to Know. *Radiographics: A Review Publication of the Radiological Society of North America, Inc*, 38(7), 1921–1933. <https://doi.org/10.1148/RG.2018180056>
- Kelley, G. A., & Kelley, K. S. (2017). Exercise and cancer-related fatigue in adults: a systematic review of previous systematic reviews with meta-analyses. *BMC Cancer*, 17(1), 693. <https://doi.org/10.1186/S12885-017-3687-5>
- Kelly, T. L., Wilson, K. E., & Heymsfield, S. B. (2009). Dual energy X-Ray absorptiometry body composition reference values from NHANES. *PloS one*, 4(9), e7038. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0007038>
- Khosla, T., & Lowe, C. R. (1967). Indices of obesity derived from body weight and height. *British journal of preventive & social medicine*, 21(3), 122–128. <https://doi.org/10.1136/jech.21.3.122>
- Khosravi, N., Stoner, L., Farajivafa, V., & Hanson, E. D. (2019). Exercise training, circulating cytokine levels and immune function in cancer survivors: A meta-analysis. *Brain, Behavior, and Immunity*, 81, 92-104. <https://doi.org/10.1016/j.bbi.2019.08.187>
- Kiecolt-Glaser, J. K., Bennett, J. M., Andridge, R., Peng, J., Shapiro, C. L., Malarkey, W. B., Emery, C. F., Layman, R., Mrozek, E. E., & Glaser, R. (2014). Yoga's impact on inflammation, mood, and fatigue in breast cancer survivors: A randomized controlled trial. *Journal of Clinical Oncology*, 32(10), 1040–1049. <https://doi.org/10.1200/JCO.2013.51.8860>

- Kootstra, J. J., Dijkstra, P. U., Rietman, H., De Vries, J., Baas, P., Geertzen, J. H. B., Hoekstra, H. J., & Hoekstra-Weebers, J. E. H. M. (2013). A longitudinal study of shoulder and arm morbidity in breast cancer survivors 7 years after sentinel lymph node biopsy or axillary lymph node dissection. *Breast Cancer Research and Treatment*, 139(1), 125–134. <https://doi.org/10.1007/S10549-013-2509-Y>
- Lovelace, D. L., McDaniel, L. R., & Golden, D. (2019). Long-Term Effects of Breast Cancer Surgery, Treatment, and Survivor Care. *Journal of Midwifery and Women's Health*, 64(6), 713–724. <https://doi.org/10.1111/jmwh.13012>
- Mitrus, I., Bryndza, E., Sochanik, A., & Szala, S. (2012). Evolving models of tumor origin and progression. *Tumour biology: the journal of the International Society for Oncodevelopmental Biology and Medicine*, 33(4), 911–917. <https://doi.org/10.1007/s13277-012-0389-0>
- Moasser M. M. (2007). The oncogene HER2: its signaling and transforming functions and its role in human cancer pathogenesis. *Oncogene*, 26(45), 6469–6487. <https://doi.org/10.1038/sj.onc.1210477>
- Montaño-Rojas, L. S., Romero-Pérez, E. M., Medina-Pérez, C., Reguera-García, M., & de Paz, J. A. (2020). Resistance training in breast cancer survivors: A systematic review of exercise programs. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 17(18), 6511. <https://doi.org/10.3390/ijerph17186511>
- Naczki, A., Huzarski, T., Doś, J., Górska-Doś, M., Gramza, P., Gajewska, E., & Naczki, M. (2022). Impact of Inertial Training on Muscle Strength and Quality of Life in Breast Cancer Survivors. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 19(6). <https://doi.org/10.3390/ijerph19063278>



- Nieto-Acevedo, R., Romero-Moraleda, B., Montalvo-Pérez, A., García-Sánchez, C., Marquina-Nieto, M., & Mon-López, D. (2023). Sex Differences in the Load-Velocity Profiles of Three Different Row Exercises. *Sports*, 11(11), 220. <https://doi.org/10.3390/sports11110220>
- Nieto-Acevedo, R., Romero-Moraleda, B., Montalvo-Pérez, A., Valdés-Álvarez, A., García-Sánchez, C., & Mon-López, D. (2023). Should We Use the Men Load-Velocity Profile for Women in Deadlift and Hip Thrust?. *International journal of environmental research and public health*, 20(6), 4888. <https://doi.org/10.3390/ijerph20064888>
- Odynets, T., Briskin, Y., & Todorova, V. (2019). Effects of Different Exercise Interventions on Quality of Life in Breast Cancer Patients: A Randomized Controlled Trial. *Integrative cancer therapies*, 18, 1534735419880598. <https://doi.org/10.1177/1534735419880598>
- Organización Mundial de la Salud: OMS (2022, 5 octubre). *Actividad física*. <https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/physical-activity>
- Pareja-Blanco, F., Alcazar, J., Sánchez-Valdepeñas, J., Cornejo-Daza, P. J., Piqueras-Sanchiz, F., Mora-Vela, R., Sánchez-Moreno, M., Bachero-Mena, B., Ortega-Becerra, M., & Alegre, L. M. (2020). Velocity Loss as a Critical Variable Determining the Adaptations to Strength Training. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 52(8), 1752–1762. <https://doi.org/10.1249/MSS.0000000000002295>
- Pérez-Castilla, A., Piepoli, A., Delgado-García, G., Garrido-Blanca, G., & García-Ramos, A. (2019). Reliability and Concurrent Validity of Seven Commercially Available Devices for the Assessment of Movement Velocity at Different Intensities During the Bench Press. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 33(5), 1258–1265. <https://doi.org/10.1519/JSC.0000000000003118>

- Petersen, A. M., & Pedersen, B. K. (2005). The anti-inflammatory effect of exercise. *Journal of applied physiology*, 98(4), 1154–1162. <https://doi.org/10.1152/jappphysiol.00164.2004>
- Pita-Fernandez, S. (1996). Determinación del tamaño muestral. *Cuadernos de atención primaria*, 3 (3), 138-141. <https://www.fisterra.com/formacion/metodologia-investigacion/determinacion-tamano-muestral/%E2%80%AF>
- Playdon, M. C., Bracken, M. B., Sanft, T. B., Ligibel, J. A., Harrigan, M., & Irwin, M. L. (2015). Weight Gain After Breast Cancer Diagnosis and All-Cause Mortality: Systematic Review and Meta-Analysis. *Journal of the National Cancer Institute*, 107(12). <https://doi.org/10.1093/JNCI/DJV275>
- Rasmussen, G. H. F., Kristiansen, M., Arroyo-Morales, M., Voigt, M., & Madeleine, P. (2023). The Analgesic Effect of Resistance Training after Breast Cancer (ANTRAC): A Randomized Controlled Trial. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 55(2), 167–176. <https://doi.org/10.1249/MSS.0000000000003034>
- Red Española de Registros de Cáncer (2022, Enero). *Estimaciones de la incidencia del cáncer en España*, 2022. <https://redecana.org/storage/documents/873877e1-af1b-43fe-8d97-0ee1434fe261.pdf>
- Roberts, H. C., Denison, H. J., Martin, H. J., Patel, H. P., Syddall, H., Cooper, C., & Sayer, A. A. (2011). A review of the measurement of grip strength in clinical and epidemiological studies: towards a standardised approach. *Age and ageing*, 40(4), 423–429. <https://doi.org/10.1093/ageing/afr051>

- Robertson, R. J., Goss, F. L., Rutkowski, J., Lenz, B., Dixon, C., Timmer, J., Frazee, K., Dube, J., & Andreacci, J. (2003). Concurrent validation of the OMNI perceived exertion scale for resistance exercise. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 35(2), 333–341. <https://doi.org/10.1249/01.MSS.0000048831.15016.2A>
- Rodríguez, A., Becerril, S., Ezquerro, S., Méndez-Giménez, L., & Frühbeck, G. (2017). Crosstalk between adipokines and myokines in fat browning. *Acta physiologica*, 219(2), 362–381. <https://doi.org/10.1111/apha.12686>
- Rodríguez-Rosell, D., Yáñez-García, J. M., Sánchez-Medina, L., Mora-Custodio, R., & González-Badillo, J. J. (2020). Relationship Between Velocity Loss and Repetitions in Reserve in the Bench Press and Back Squat Exercises. *Journal of strength and conditioning research*, 34(9), 2537–2547. <https://doi.org/10.1519/JSC.0000000000002881>
- Ruiz-Casado, A., Alejo, L. B., Santos-Lozano, A., Soria, A., Ortega, M. J., Pagola, I., Fiuza-Luces, C., Palomo, I., Garatachea, N., Cebolla, H., & Lucia, A. (2016). Validity of the Physical Activity Questionnaires IPAQ-SF and GPAQ for Cancer Survivors: Insights from a Spanish Cohort. *International journal of sports medicine*, 37(12), 979–985. <https://doi.org/10.1055/s-0042-103967>
- Schmidt, M. E., Wiskemann, J., Armbrust, P., Schneeweiss, A., Ulrich, C. M., & Steindorf, K. (2015). Effects of resistance exercise on fatigue and quality of life in breast cancer patients undergoing adjuvant chemotherapy: A randomized controlled trial. *International journal of cancer*, 137(2), 471–480. <https://doi.org/10.1002/ijc.29383>

Schmitz, K. H., Courneya, K. S., Matthews, C., Demark-Wahnefried, W., Galvão, D. A., Pinto, B. M., Irwin, M. L., Wolin, K. Y., Segal, R. J., Lucia, A., Schneider, C. M., Von Gruenigen, V. E., & Schwartz, A. L. (2010). American college of sports medicine roundtable on exercise guidelines for cancer survivors. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 42(7), 1409–1426. <https://doi.org/10.1249/MSS.0b013e3181e0c112>

Seger, J.C., Horn, D. B., Westman, E. C., Lindquist, R., Scinta, W., Richardson, L. A., Primack, C., Bryman, D. A., McCarthy, W., Hendricks, E., Sabowitz, B. N., Schmidt, S. L., Bays, H. E. (2013). *Adult Adiposity Evaluation and Treatment*. American Society of Bariatric Physicians Obesity Algorithm. [www.obesityalgorithm.org](http://www.obesityalgorithm.org)

Severinsen, M. C. K., & Pedersen, B. K. (2020). Muscle-Organ Crosstalk: The Emerging Roles of Myokines. *Endocrine reviews*, 41(4), 594–609. <https://doi.org/10.1210/endrev/bnaa016>

Smoot, B., Paul, S. M., Aouizerat, B. E., Dunn, L., Elboim, C., Schmidt, B., Hamolsky, D., Levine, J. D., Abrams, G., Mastick, J., Topp, K., & Miaskowski, C. (2016). Predictors of Altered Upper Extremity Function During the First Year After Breast Cancer Treatment. *American journal of physical medicine & rehabilitation*, 95(9), 639–655. <https://doi.org/10.1097/PHM.0000000000000455>

Sociedad Española de Oncología Médica. (2023). *Las cifras del cáncer en España 2023*. [https://seom.org/images/Las\\_cifras\\_del\\_Cancer\\_en\\_Espana\\_2023.pdf](https://seom.org/images/Las_cifras_del_Cancer_en_Espana_2023.pdf)

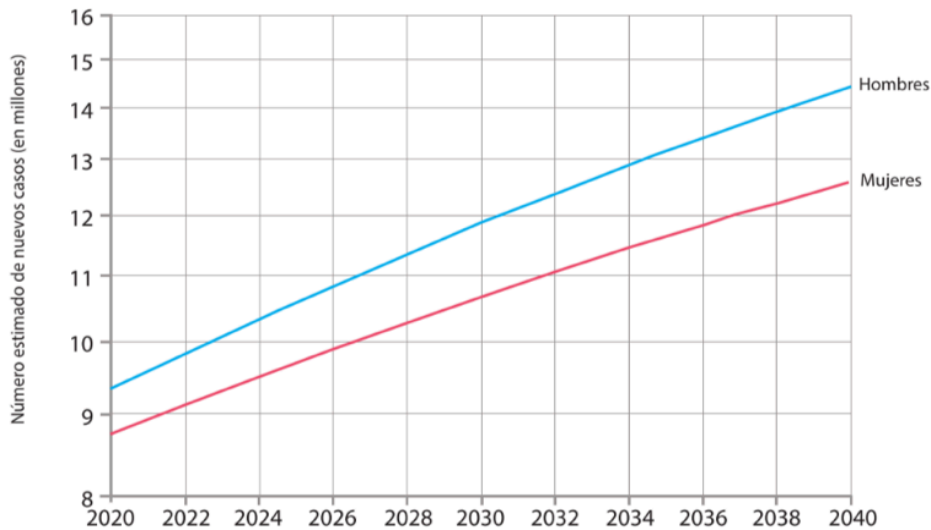
- Soriano-Maldonado, A., Díez-Fernández, D. M., Esteban-Simón, A., Rodríguez-Pérez, M. A., Artés-Rodríguez, E., Casimiro-Artés, M. A., Moreno-Martos, H., Toro-de-Federico, A., Hachem-Salas, N., Bartholdy, C., Henriksen, M., & Casimiro-Andújar, A. J. (2023). Effects of a 12-week supervised resistance training program, combined with home-based physical activity, on physical fitness and quality of life in female breast cancer survivors: the EFICAN randomized controlled trial. *Journal of cancer survivorship : research and practice*, *17*(5), 1371–1385. <https://doi.org/10.1007/s11764-022-01192-1>
- Sprangers, M. A., Groenvold, M., Arraras, J. I., Franklin, J., te Velde, A., Muller, M., Franzini, L., Williams, A., de Haes, H. C., Hopwood, P., Cull, A., & Aaronson, N. K. (1996). The European Organization for Research and Treatment of Cancer breast cancer-specific quality-of-life questionnaire module: first results from a three-country field study. *Journal of clinical oncology : official journal of the American Society of Clinical Oncology*, *14*(10), 2756–2768. <https://doi.org/10.1200/JCO.1996.14.10.2756>
- Teichgraeber, D. C., Guirguis, M. S., & Whitman, G. J. (2021). Breast Cancer Staging: Updates in the AJCC Cancer Staging Manual, 8th Edition, and Current Challenges for Radiologists, From the AJR Special Series on Cancer Staging. *AJR. American journal of roentgenology*, *217*(2), 278–290. <https://doi.org/10.2214/AJR.20.25223>
- Toohey, K., Pumpa, K., McKune, A., Cooke, J., Welvaert, M., Northey, J., Quinlan, C., & Semple, S. (2020). The impact of high-intensity interval training exercise on breast cancer survivors: a pilot study to explore fitness, cardiac regulation and biomarkers of the stress systems. *BMC cancer*, *20*(1), 787. <https://doi.org/10.1186/s12885-020-07295-1>

- Trayes, K. P., & Cokenakes, S. E. H. (2021). Breast Cancer Treatment. *American Family Physician*, 104(2), 171–178.  
<https://www.aafp.org/pubs/afp/issues/2021/0800/p171.html>
- Waks, A. G., & Winer, E. P. (2019). *Breast Cancer Treatment: A Review*. *JAMA*, 321(3), 288–300. <https://doi.org/10.1001/jama.2018.19323>
- Weir, C. B., & Jan, A. (2023). BMI Classification Percentile And Cut Off Points. In *StatPearls*. StatPearls Publishing.
- Zubair, M., Wang, S., & Ali, N. (2021). Advanced Approaches to Breast Cancer Classification and Diagnosis. *Frontiers in pharmacology*, 11, 632079.  
<https://doi.org/10.3389/fphar.2020.632079>

## 8. ANEXOS

### Anexo 1

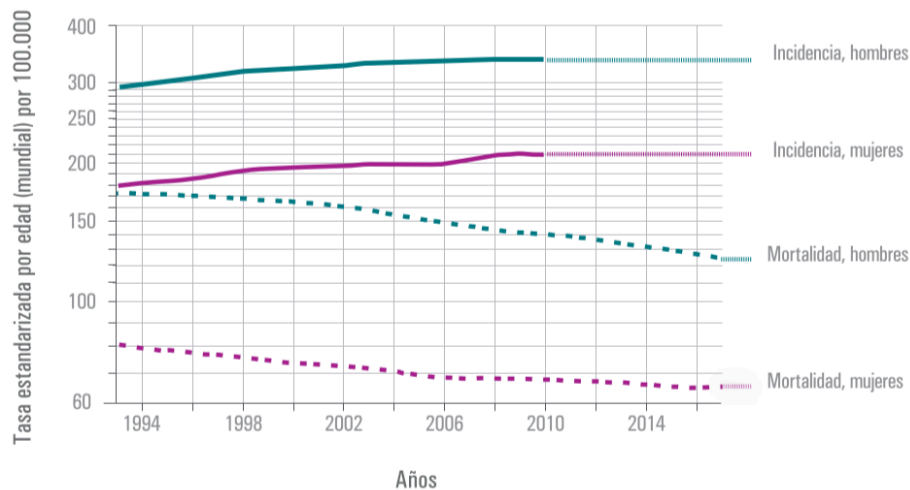
*Incidencia estimada de cánceres en la población mundial entre 2020-2040.*



*Notas:* De “Las cifras del cáncer en España 2023”, por la Sociedad Española de Oncología Médica, 2023, p.6. [https://seom.org/images/Las\\_cifras\\_del\\_Cancer\\_en\\_Espana\\_2023.pdf](https://seom.org/images/Las_cifras_del_Cancer_en_Espana_2023.pdf)

### Anexo 2

*Evolución temporal de la mortalidad estandarizada por cáncer en España.*



*Nota:* De “Las cifras del cáncer en España 2023”, por la Sociedad Española de Oncología Médica, 2023, p.26. [https://seom.org/images/Las\\_cifras\\_del\\_Cancer\\_en\\_Espana\\_2023.pdf](https://seom.org/images/Las_cifras_del_Cancer_en_Espana_2023.pdf)

### Anexo 3

#### *Efectos secundarios de los tratamientos más comunes de cáncer de mama.*

Tratamiento					
Síntomatología	Cirugía	Radioterapia	Quimioterapia	Terapia endocrina	Inmunoterapia
Fatiga	x	x	x	x	x
Dolor	x	x	x	x	x
Artralgias/Mialgias			x	x	x
Daños cardíacos		x	x	x	x
Cambios gastrointestinales	x	x	x	x	x
Neuropatía			x		
Pérdida de cabello			x		x
Cambios cognitivos	x	x	x	x	x
Linfedema	x	x			
Toxicidad renal			x		
Cambios en la DMO		x	x	x	
Cambios reproductivos	x	x	x	x	x
Cambios en la composición corporal	x	x	x	x	x
Cambios Dérmicos	x	x		x	x
Cambios musculoesqueléticos	x		x	x	

*Nota:* Efectos secundarios según el tratamiento farmacológico, radioterápico y cirugía. Abreviaturas: Densidad mineral ósea (DMO). Adaptado de "American College of Sports Medicine roundtable on exercise guidelines for cancer survivors", por Schmitz, K. H., Courneya, K. S., Matthews, C., Demark-Wahnefried, W., Galvão, D. A., Pinto, B. M., Irwin, M. L., Wolin, K. Y., Segal, R. J., Lucia, A., Schneider, C. M., von Gruenigen, V. E., Schwartz, A. L., & American College of Sports Medicine, 2010, *Medicine and science in sports and exercise*, 42(7), p. 1409–1426. (<https://doi.org/10.1249/MSS.0b013e3181e0c112>). "Long-Term Effects of Breast Cancer Surgery, Treatment, and Survivor Care", por Lovelace, D. L., McDaniel, L. R., & Golden, D., 2019, *Journal of Midwifery and Women's Health*, 64(6), p. 713–724. (<https://doi.org/10.1111/jmwh.13012>).



Anexo 4

*Consentimiento informado*

### HOJA DE INFORMACIÓN

**Título del estudio:** comparativa del efecto de un entrenamiento de fuerza con encoder vs porcentaje de repetición máxima en mujeres con cáncer de mama

**Promotor:** Universidad Europea de Madrid

**Centro:** Universidad Europea de Madrid.

Nos dirigimos a usted para informarle sobre un estudio de investigación que se va a realizar en la Universidad Europea de Madrid, en el cual se le invita a participar. Este documento tiene por objeto que usted reciba la información correcta y necesaria para evaluar si quiere o no participar en el estudio. A continuación, le explicaremos de forma detallada todos los objetivos, beneficios y posibles riesgos del estudio. Si usted tiene alguna duda tras leer las siguientes aclaraciones, estaremos a su disposición para aclararle las posibles dudas. Finalmente, usted puede consultar su participación con las personas que considere oportuno.

**PARTICIPACIÓN VOLUNTARIA Y RETIRADA DEL ESTUDIO:** La participación en este estudio es voluntaria, por lo que puede decidir no participar. En caso de que decida participar, puede retirar su consentimiento en cualquier momento, sin que por ello se altere la relación con su médico ni se produzca perjuicio alguno en su tratamiento. En caso de que usted decidiera abandonar el estudio, puede hacerlo permitiendo el uso de los datos obtenidos hasta ese momento para la finalidad del estudio, o si fuera su voluntad, todos los registros y datos serán borrados de los ficheros informáticos.

**INFORMACIÓN GENERAL.** El estudio además de observar si existen diferencias significativas en la calidad de vida de las mujeres con cáncer de mama en un programa de entrenamiento de fuerza con encoder lineal en comparación al entrenamiento de fuerza con %RM, tiene también como objetivo observar si otras variables como la fatiga, fuerza, percepción del esfuerzo y composición corporal sufren también cambios significativos. Para ello habrá tres grupos, uno que entrenará con encoder, uno que entrenará en función del RM y otro que será un grupo control.

Previamente al programa y tras su realización se les realizarán unos test y se les pasarán unos cuestionarios para poder así valorar la calidad de vida, fatiga, fuerza, composición corporal, antropometría y percepción del esfuerzo. A la hora de realizar los test se les explicará qué se va a hacer y qué tienen que realizar.

Durante el estudio se evaluarán las variables mediante los siguientes test:

- Fatiga: cuestionario PERFORM
- Calidad de vida: cuestionario QLQ C30 y BR23
- Composición corporal: absorciometría de rayos X de energía dual

- Antropometría: estadiómetro y báscula
- Fuerza: test 10RM, dinamometría y test sit to stand
- RPE: escala OMNI-RES

**PROPÓSITO DEL PROYECTO.** El objetivo de este estudio es determinar si existen diferencias significativas en la calidad de vida de las mujeres con cáncer de mama en un programa de entrenamiento de fuerza con encoder lineal en comparación al entrenamiento de fuerza con %RM.

**BENEFICIOS Y RIESGOS PREVISTOS.** Es posible que usted no obtenga ningún beneficio directo por participar en el estudio. No obstante, se prevé que la información que se obtenga pueda beneficiar en un futuro a otros pacientes y pueda contribuir a realizar un cambio de pensamiento en el profesional a la hora de proporcionar un tratamiento más completo para aquellos sujetos que sufran cáncer de mama. Al finalizar la investigación podrá ser informado, si lo desea, sobre los principales resultados y conclusiones generales del estudio. El participar en este estudio podrá generarle dolor muscular de aparición tardía (DOMS) conocido como agujetas.

**DURACIÓN DEL ESTUDIO.** Este estudio tendrá una duración de 20 semanas donde los sujetos tendrán 2 sesiones de entrenamiento a la semana..

**CONFIDENCIALIDAD Y PROTECCIÓN DE DATOS.** El tratamiento, la comunicación y la cesión de los datos de carácter personal de todos los sujetos participantes se ajustará a lo dispuesto en la Ley Orgánica 3/2018 de 5 de diciembre de Protección de Datos Personales y garantía de los derechos digitales. De acuerdo a lo que establece la legislación mencionada, usted puede ejercer los derechos de acceso, modificación, oposición y cancelación de datos, para lo cual deberá dirigirse a su médico del estudio. Los datos recogidos para el estudio estarán identificados mediante un código y solo los colaboradores podrá relacionar dichos datos con usted y con su historia clínica. Por lo tanto, su identidad no será revelada a persona alguna salvo excepciones, en caso de urgencia médica o requerimiento legal. Sólo se transmitirán a terceros y a otros países los datos recogidos para el estudio que en ningún caso contendrán información que le pueda identificar directamente, como nombre y apellidos, iniciales, dirección, número de la seguridad social, etc. En el caso de que se produzca esta cesión, será para los mismos fines del estudio descrito y garantizando la confidencialidad como mínimo con el nivel de protección de la legislación vigente en nuestro país. El acceso a su información personal quedará restringido a los colaboradores, autoridades sanitarias (Agencia Española del Medicamento y Productos Sanitarios), al Comité Ético de Investigación Clínica y personal autorizado por el promotor, cuando lo precisen para comprobar los datos y procedimientos del estudio, pero siempre manteniendo la confidencialidad de estos de acuerdo con la legislación vigente.

**SEGURO.** El Promotor del estudio dispone de una póliza de seguros que se ajusta a la legislación vigente y que le proporcionará la compensación e indemnización en caso de menoscabo de su salud o de lesiones que pudieran producirse en relación con su participación en el estudio

**COSTES.** No se prevé ningún tipo de compensación económica durante el estudio. Si bien, su participación en el estudio no le supondrá ningún gasto.

El promotor del estudio es el responsable de gestionar la financiación de este. Para la realización del estudio, el promotor de este ha firmado un contrato con el centro donde se va a realizar.

**OTRA INFORMACIÓN RELEVANTE:** Si usted decide retirar el consentimiento para participar en este estudio, ningún dato nuevo será añadido a la base de datos y puede exigir la destrucción de sus datos y/o de todos los registros identificables, previamente retenidos, para evitar la realización de otros análisis. También debe saber que puede ser excluido del estudio si los investigadores del estudio lo consideran oportuno, ya sea por motivos de seguridad, por cualquier acontecimiento adverso que se produzca o porque consideren que no está cumpliendo con los procedimientos establecidos. En cualquiera de los casos, usted recibirá una explicación adecuada del motivo que ha ocasionado su retirada del estudio.

**CALIDAD CIENTÍFICA Y REQUERIMIENTOS ÉTICOS DEL ESTUDIO:** Este estudio ha sido sometido a aprobación por el Comité de Bioética para la Asistencia Sanitaria (C.E.A.S) del Hospital Universitario QuirónSalud Madrid de Pozuelo de Alarcón, que vela por la calidad científica de los proyectos de investigación que se llevan a cabo en el centro. Cuando la investigación se hace con personas, este Comité vela por el cumplimiento de lo establecido en la Declaración de Helsinki y la normativa legal vigente sobre investigación biomédica (ley 14/2007, de junio de investigación biomédica) y ensayos clínicos (R.D. 223/2004 de 6 de febrero, por el que se regulan los ensayos clínicos con medicamentos, modificado por Real Decreto 1276/2011, del 16 de septiembre).

**PREGUNTAS:** Llegando este momento le damos la oportunidad de que, si no lo ha hecho antes, haga las preguntas que considere oportunas. El equipo investigador le responderá lo mejor que sea posible.

**INVESTIGADORES DEL ESTUDIO:** Si tiene alguna duda sobre algún aspecto del estudio o le gustaría comentar algún aspecto de esta información, por favor no deje de preguntar a los miembros del equipo investigador o a su médico. En caso de que una vez leída esta información y aclaradas las dudas decida participar en el estudio, deberá firmar su consentimiento informado. Este estudio ha sido aprobado por el Comité de Bioética para la Asistencia Sanitaria (C.E.A.S) del Hospital Universitario QuirónSalud Madrid de Pozuelo de Alarcón.

INVESTIGADOR

TELÉFONO

**CONSENTIMIENTO INFORMADO:**

D./D<sup>a</sup>. \_\_\_\_\_, de \_\_\_\_ años, con DNI \_\_\_\_\_ y domicilio en \_\_\_\_\_. He recibido una explicación satisfactoria sobre el procedimiento del estudio, su finalidad, riesgos, beneficios y alternativas.

He quedado satisfecho/a con la información recibida, la he comprendido, se me han respondido todas mis dudas y comprendo que mi participación es voluntaria.

Presto mi consentimiento para el procedimiento propuesto y conozco mi derecho a retirarlo cuando lo desee, con la única obligación de informar sobre mi decisión al médico responsable del estudio.

En Madrid, a día \_\_\_\_\_ de \_\_\_\_\_ de \_\_\_\_\_.

\_\_\_\_\_  
Firma y N° de colegiado del investigador

\_\_\_\_\_  
Firma y N° de DNI del paciente

*Nota:* Elaboración propia

Anexo 5

*Cálculo del tamaño muestral.*

**ESTIMAR UNA PROPORCIÓN**

Total de la población (N) <small>(Si la población es infinita, dejar la casilla en blanco)</small>	4688
Nivel de confianza o seguridad (1- $\alpha$ )	95%
Precisión (d)	5%
Proporción (valor aproximado del parámetro que queremos medir) <small>(Si no tenemos dicha información <math>p=0.5</math> que maximiza el tamaño muestral)</small>	5%
<b>TAMAÑO MUESTRAL (n)</b>	<b>72</b>

**EL TAMAÑO MUESTRAL AJUSTADO A PÉRDIDAS**

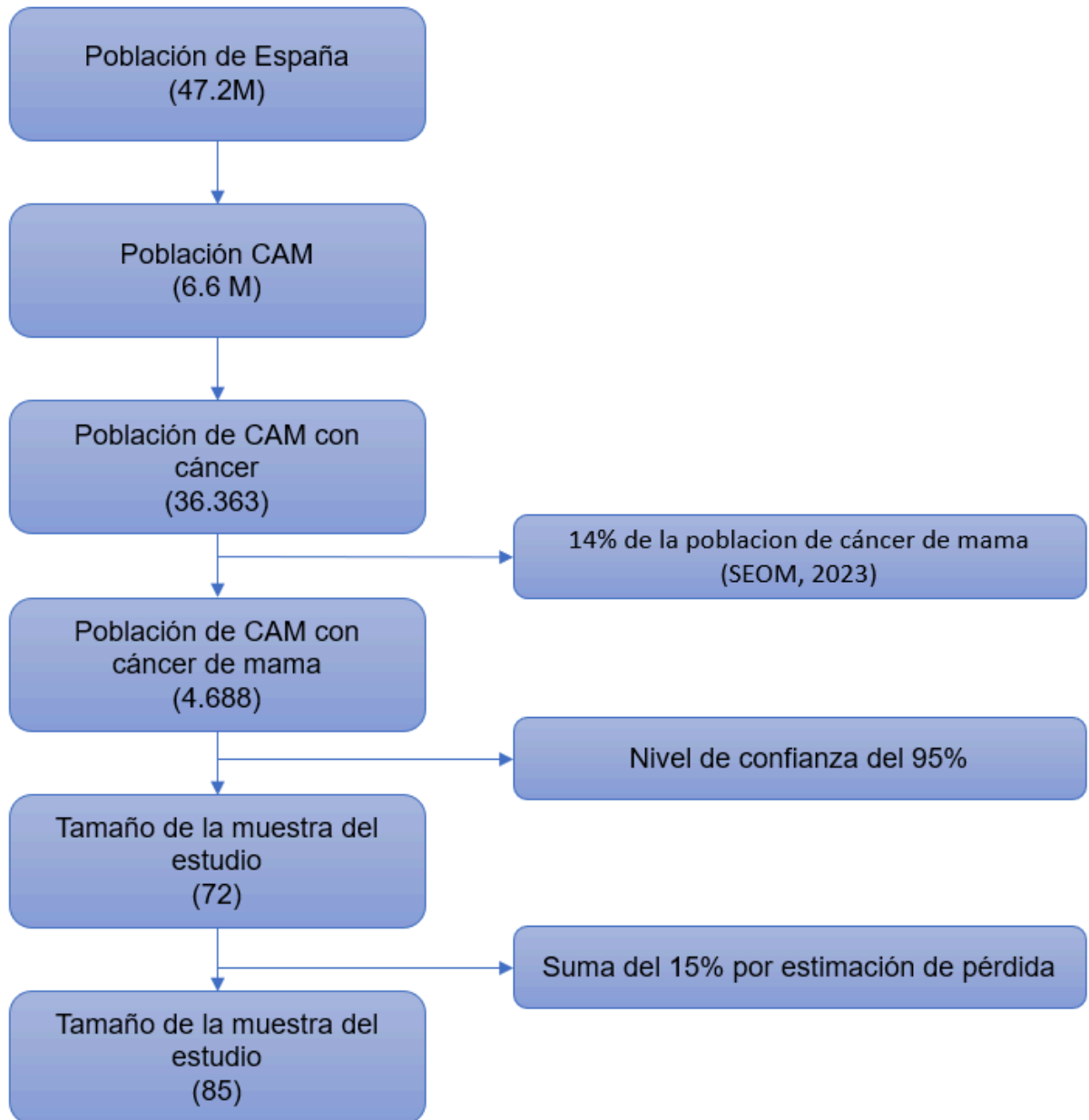
Proporción esperada de pérdidas (R)	15%
<b>MUESTRA AJUSTADA A LAS PÉRDIDAS</b>	<b>85</b>

*Beatriz López Calviño  
 Salvador Pita Fernández  
 Sonia Pértega Díaz  
 Teresa Seoane Pillado  
 Unidad de epidemiología clínica y bioestadística  
 Complejo Hospitalario Universitario A Coruña*

*Nota:* Calculadora del tamaño muestral de mediante un Excel de Fisterra. De “Determinación del tamaño muestral.”, por S. Pita-Fernández, 1996, *Cuadernos de atención primaria* 3(3), 138-141. <https://www.fisterra.com/formacion/metodologia-investigacion/determinacion-tamano-muestral/%E2%80%AF>

Anexo 6

Diagrama de Flujo.



Nota: Diagrama de flujo para el cálculo del tamaño muestral. Abreviaturas: Comunidad Autónoma de Madrid (CAM), Sociedad Española de Oncología Médica (SEOM). Elaboración propia.

Anexo 7

*Tabla registro de datos*

Nº Sujeto:			
Evaluación Inicial		Evaluación Final	
Fecha		Fecha	
EORTC QOL 30		EORTC QOL 30	
EORTC QOL-BR23		EORTC QOL-BR23	
PERFORM		PERFORM	
Fuerza MMII		Fuerza MMII	
Fuerza agarre		Fuerza agarre	
10 RM prensa pierna		10 RM prensa pierna	
10 RM peso muerto		10 RM peso muerto	
10 RM press banca		10 RM press banca	
10 RM remo pendlay		10 RM remo pendlay	
IMC		IMC	
FMI		FMI	
BAI		BAI	
VAT área		VAT área	
SMI		SMI	
ASM		ASM	
Peso		Peso	
Altura		Altura	


*Nota:* Abreviaturas: Miembros inferiores (MMII), repetición máxima (RM), índice de masa corporal (IMC), fat mass index (FMI), body adiposity index (BAI), visceral adiposity tissue (VAT), masa muscular relativa a la estatura (SMI), masa muscular de las extremidades relativa a la estatura (ASM). Elaboración propia.

Anexo 8

EORTC QLQ-C30

SPANISH (SPAIN)

**Paciente: ES-□□□-□□□**



**EORTC QLQ-C30 (versión 3)**

Estamos interesados en conocer algunas cosas sobre usted y su salud. Por favor, responda a todas las preguntas personalmente, rodeando con un círculo el número que mejor se aplique a su caso. No hay contestaciones "acertadas" o "desacertadas". La información que nos proporcione será estrictamente confidencial.

Fecha de hoy (día, mes, año): 31

	En absoluto	Un poco	Bastante	Mucho
1. ¿Tiene alguna dificultad para hacer actividades que requieran un esfuerzo importante, como llevar una bolsa de compra pesada o una maleta?	1	2	3	4
2. ¿Tiene alguna dificultad para dar un paseo <u>largo</u> ?	1	2	3	4
3. ¿Tiene alguna dificultad para dar un paseo <u>corto</u> fuera de casa?	1	2	3	4
4. ¿Tiene que permanecer en la cama o sentado/a en una silla durante el día?	1	2	3	4
5. ¿Necesita ayuda para comer, vestirse, asearse o ir al servicio?	1	2	3	4
<b>Durante la semana pasada:</b>				
	En absoluto	Un poco	Bastante	Mucho
6. ¿Ha tenido algún impedimento para hacer su trabajo u otras actividades cotidianas?	1	2	3	4
7. ¿Ha tenido algún impedimento para realizar sus aficiones u otras actividades de ocio?	1	2	3	4
8. ¿Tuvo sensación de "falta de aire" o dificultad para respirar?	1	2	3	4
9. ¿Ha tenido dolor?	1	2	3	4
10. ¿Necesitó parar para descansar?	1	2	3	4
11. ¿Ha tenido dificultades para dormir?	1	2	3	4
12. ¿Se ha sentido débil?	1	2	3	4
13. ¿Le ha faltado el apetito?	1	2	3	4
14. ¿Ha tenido náuseas?	1	2	3	4
15. ¿Ha vomitado?	1	2	3	4
16. ¿Ha estado estreñido/a?	1	2	3	4

Por favor, continúe en la página siguiente




<b>Durante la semana pasada:</b>					<b>En absoluto</b>	<b>Un poco</b>	<b>Bastante</b>	<b>Mucho</b>
17.	¿Ha tenido diarrea?	1	2	3	4			
18.	¿Estuvo cansado/a?	1	2	3	4			
19.	¿Interfirió algún dolor en sus actividades diarias?	1	2	3	4			
20.	¿Ha tenido dificultad en concentrarse en cosas como leer el periódico o ver la televisión?	1	2	3	4			
21.	¿Se sintió nervioso/a?	1	2	3	4			
22.	¿Se sintió preocupado/a?	1	2	3	4			
23.	¿Se sintió irritable?	1	2	3	4			
24.	¿Se sintió deprimido/a?	1	2	3	4			
25.	¿Ha tenido dificultades para recordar cosas?	1	2	3	4			
26.	¿Ha interferido su estado físico o el tratamiento médico en su vida <u>familiar</u> ?	1	2	3	4			
27.	¿Ha interferido su estado físico o el tratamiento médico en sus actividades <u>sociales</u> ?	1	2	3	4			
28.	¿Le han causado problemas económicos su estado físico o el tratamiento médico?	1	2	3	4			
<b>Por favor en las siguientes preguntas, ponga un círculo en el número del 1 al 7 que mejor se aplique a usted</b>								
29.	¿Cómo valoraría su <u>salud</u> general durante la semana pasada?	1	2	3	4	5	6	7
		Pésima						Excelente
30.	¿Cómo valoraría su <u>calidad de vida</u> en general durante la semana pasada?	1	2	3	4	5	6	7
		Pésima						Excelente

*Nota:* “El Cuestionario de Calidad de Vida para cáncer de la EORTC, QLQ-C30. Estudio estadístico de validación con una muestra española.”, por Arrarás, J., Illarramendi, J. & Valerdi, J., 1995, *Revista de Psicología de la Salud*, 7(1), 13-33. <http://hdl.handle.net/10045/97567>

Anexo 9

EORTC QLQ-BR23

SPANISH (SPAIN)



**EORTC QLO - BR23**

Las pacientes a veces dicen que tienen los siguientes síntomas o problemas. Por favor indique hasta qué punto ha experimentado usted estos síntomas o problemas durante la semana pasada.

---

<b>Durante la semana pasada:</b>	<b>En absoluto</b>	<b>Un poco</b>	<b>Bastante</b>	<b>Mucho</b>
31. ¿Tuvo la boca seca?	1	2	3	4
32. ¿Tenían la comida y la bebida un sabor diferente al habitual?	1	2	3	4
33. ¿Le dolieron los ojos, se le irritaron o le lloraron?	1	2	3	4
34. ¿Se le cayó algo de pelo?	1	2	3	4
35. Conteste a esta pregunta sólo si le cayó algo de pelo: ¿Se sintió preocupada por la caída del pelo?	1	2	3	4
36. ¿Se sintió enferma o mal?	1	2	3	4
37. ¿Ha tenido subidas repentinas de calor en la cara o en otras partes del cuerpo?	1	2	3	4
38. ¿Tuvo dolores de cabeza?	1	2	3	4
39. ¿Se sintió menos atractiva físicamente a consecuencia de su enfermedad o tratamiento?	1	2	3	4
40. ¿Se sintió menos femenina a consecuencia de su enfermedad o tratamiento?	1	2	3	4
41. ¿Le resultó difícil verse desnuda?	1	2	3	4
42. ¿Se sintió desilusionada con su cuerpo?	1	2	3	4
43. ¿Estuvo preocupada por su salud en el futuro?	1	2	3	4
 <b>Durante las últimas <u>cuatro</u> semanas:</b>				
	<b>En absoluto</b>	<b>Un poco</b>	<b>Bastante</b>	<b>Mucho</b>
44. ¿Hasta qué punto estuvo interesada en el sexo?	1	2	3	4
45. ¿Hasta qué punto tuvo una vida sexual activa? (con o sin coito)	1	2	3	4
46. Conteste a esta pregunta sólo si tuvo actividad sexual: ¿Hasta qué punto disfrutó del sexo?	1	2	3	4

Por favor, continúe en la página siguiente

		SPANISH (SPAIN)			
<b>Durante la semana pasada:</b>		<b>En absoluto</b>	<b>Un poco</b>	<b>Bastante</b>	<b>Mucho</b>
47.	¿Sintió algún dolor en el brazo o en el hombro?	1	2	3	4
48.	¿Se le hinchó el brazo o la mano?	1	2	3	4
49.	¿Tuvo dificultad para levantar el brazo o moverlo a los lados?	1	2	3	4
50.	¿Ha tenido algún dolor en la zona de su pecho afectado?	1	2	3	4
51.	¿Se le hinchó la zona de su pecho afectado?	1	2	3	4
52.	¿Sintió que la zona de su pecho afectado estaba más sensible de lo normal?	1	2	3	4
53.	¿Ha tenido problemas de piel en la zona de su pecho afectado (p.e. picor, sequedad, descamación)?	1	2	3	4

© QLQ-BR23 Copyright 1994 EORTC Quality of Life Group. Reservados todos los derechos. Versión 1.0

*Nota:* De “The European Organization for Research and Treatment of Cancer breast cancer-specific quality-of-life questionnaire module: first results from a three-country field study”, por Sprangers, M. A., Groenvold, M., Arraras, J. I., Franklin, J., te Velde, A., Muller, M., Franzini, L., Williams, A., de Haes, H. C., Hopwood, P., Cull, A., & Aaronson, N. K., 1996, *Journal of clinical oncology : official journal of the American Society of Clinical Oncology*, 14(10), 2756–2768. <https://doi.org/10.1200/JCO.1996.14.10.2756>.

Anexo 10

Cuestionario *PERFORM*

EN LAS ÚLTIMAS 2 SEMANAS ¿Con qué frecuencia se ha encontrado con esta situación o síntoma?	Siempre	Muchas veces	La mitad de las veces	Pocas veces	Nunca	
1. Realizar un ejercicio mínimo me ha supuesto un cansancio desproporcionado.	1	2	3	4	5	
2. El cansancio que he notado (debido a la enfermedad o su tratamiento) era muy diferente al cansancio "normal".	1	2	3	4	5	
3. He estado cansado/a todo el día.	1	2	3	4	5	
4. Me he pasado todo el día sentado/a a causa de mi cansancio.	1	2	3	4	5	
5. Cuando he estado cansado/a he tenido que interrumpir lo que estaba haciendo y descansar para poder seguir.	1	2	3	4	5	
6. Me he notado muy lento haciendo mi actividad diaria.	1	2	3	4	5	
7. He necesitado ayuda para hacer las tareas de casa, a causa de mi cansancio.	1	2	3	4	5	
8. Me he encontrado cansado/a en el trabajo, y eso me ha hecho sentir fatal.	1	2	3	4	5	No procede
9. En general creo que mi vida ha empeorado a causa del cansancio.	1	2	3	4	5	
10. He sentido que me estoy viniendo abajo a causa de mi cansancio.	1	2	3	4	5	
11. Siento que el cansancio me ha impedido hacer una vida normal.	1	2	3	4	5	
12. He dejado de hacer lo que me gusta a causa de mi cansancio.	1	2	3	4	5	

*(a cumplimentar por el personal sanitario)*

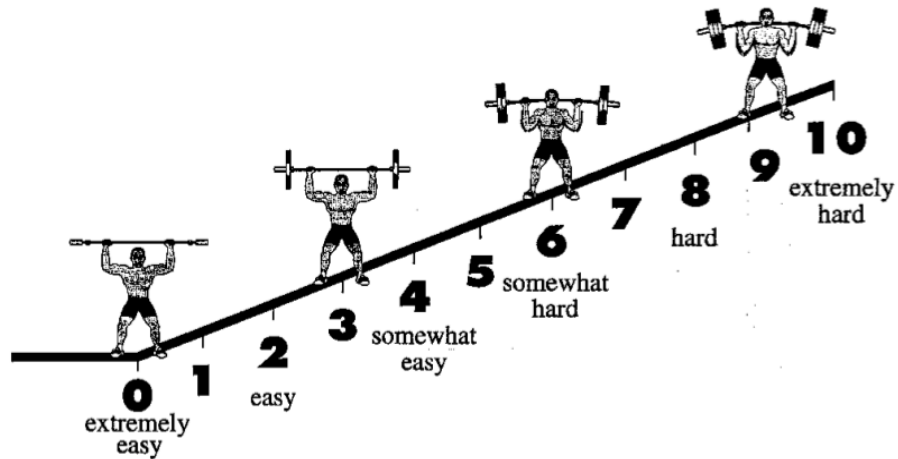
Para obtener la puntuación global del cuestionario sume la puntuación de todas las preguntas del cuestionario.

Suma total = \_\_\_\_\_

*Nota:* De "Psychometric properties of the Perform Questionnaire: a brief scale for assessing patient perceptions of fatigue in cancer", por Baró, E., Carulla, J., Cassinello, J., Colomer, R., Mata, J. G., Gascón, P., Gasquet, J. A., Rodríguez, C. A., & Valentín, V., 2011, *Supportive care in cancer : official journal of the Multinational Association of Supportive Care in Cancer*, 19(5), 657–666. <https://doi.org/10.1007/s00520-010-0878-x>

Anexo 11

*Escala OMNI-RES*



**FIGURE 1—OMNI-Resistance Exercise Scale (OMNI-RES) of perceived exertion.**

*Nota:* De "Concurrent validation of the OMNI perceived exertion scale for resistance exercise" por Robertson, R. J., Goss, F. L., Rutkowski, J., Lenz, B., Dixon, C., Timmer, J., Frazee, K., Dube, J., & Andreacci, J., 2003, *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 35(2), 333–341. <https://doi.org/10.1249/01.MSS.0000048831.15016.2A>

Anexo 12

**Cuestionario GPAQ.**

<b>Actividad física</b>		
<p>A continuación voy a preguntarle por el tiempo que pasa realizando diferentes tipos de actividad física. Le ruego que intente contestar a las preguntas aunque no se considere una persona activa.</p> <p>Piense primero en el tiempo que pasa en el trabajo, que se trate de un empleo remunerado o no, de estudiar, de mantener su casa, de cosechar, de pescar, de cazar o de buscar trabajo <i>[inserte otros ejemplos si es necesario]</i>. En estas preguntas, las "actividades físicas intensas" se refieren a aquéllas que implican un esfuerzo físico importante y que causan una gran aceleración de la respiración o del ritmo cardíaco. Por otra parte, las "actividades físicas de intensidad moderada" son aquéllas que implican un esfuerzo físico moderado y causan una ligera aceleración de la respiración o del ritmo cardíaco.</p>		
Pregunta	Respuesta	Código
<b>En el trabajo</b>		
49	<p>¿Exige su trabajo una actividad física intensa que implica una aceleración importante de la respiración o del ritmo cardíaco, como <i>[levantar pesos, cavar o trabajos de construcción]</i> durante al menos 10 minutos consecutivos?</p> <p><i>(INSERTAR EJEMPLOS Y UTILIZAR LAS CARTILLAS DE IMÁGENES)</i></p> <p>Sí 1</p> <p>No 2 Si No, Saltar a P 4</p>	P1
50	<p>En una semana típica, ¿cuántos días realiza usted actividades físicas intensas en su trabajo?</p> <p>Número de días <input type="text"/></p>	P2
51	<p>En uno de esos días en los que realiza actividades físicas intensas, ¿cuánto tiempo suele dedicar a esas actividades?</p> <p>Horas : minutos <input type="text"/> : <input type="text"/></p> <p>hrs mins</p>	P3 (a-b)
52	<p>¿Exige su trabajo una actividad de intensidad moderada que implica una ligera aceleración de la respiración o del ritmo cardíaco, como caminar deprisa <i>[o transportar pesos ligeros]</i> durante al menos 10 minutos consecutivos?</p> <p><i>(INSERTAR EJEMPLOS Y UTILIZAR LAS CARTILLAS DE IMÁGENES)</i></p> <p>Sí 1</p> <p>No 2 Si No, Saltar a P7</p>	P4
53	<p>En una semana típica, ¿cuántos días realiza usted actividades de intensidad moderada en su trabajo?</p> <p>Número de días <input type="text"/></p>	P5
54	<p>En uno de esos días en los que realiza actividades físicas de intensidad moderada, ¿cuánto tiempo suele dedicar a esas actividades?</p> <p>Horas : minutos <input type="text"/> : <input type="text"/></p> <p>hrs mins</p>	P6 (a-b)
<b>Para desplazarse</b>		
<p>En las siguientes preguntas, dejaremos de lado las actividades físicas en el trabajo, de las que ya hemos tratado. Ahora me gustaría saber cómo se desplaza de un sitio a otro. Por ejemplo, cómo va al trabajo, de compras, al mercado, al lugar de culto <i>[insertar otros ejemplos si es necesario]</i></p>		
55	<p>¿Camina usted o usa usted una bicicleta al menos 10 minutos consecutivos en sus desplazamientos?</p> <p>Sí 1</p> <p>No 2 Si No, Saltar a P 10</p>	P7
56	<p>En una semana típica, ¿cuántos días camina o va en bicicleta al menos 10 minutos consecutivos en sus desplazamientos?</p> <p>Número de días <input type="text"/></p>	P8
57	<p>En un día típico, ¿cuánto tiempo pasa caminando o yendo en bicicleta para desplazarse?</p> <p>Horas : minutos <input type="text"/> : <input type="text"/></p> <p>hrs mins</p>	P9 (a-b)
<b>En el tiempo libre</b>		
<p>Las preguntas que van a continuación excluyen la actividad física en el trabajo y para desplazarse, que ya hemos mencionado. Ahora me gustaría tratar de deportes, fitness u otras actividades físicas que practica en su tiempo libre <i>[inserte otros ejemplos si llega el caso]</i>.</p>		
58	<p>¿En su tiempo libre, practica usted deportes/fitness intensos que implican una aceleración importante de la respiración o del ritmo cardíaco como <i>[correr, jugar al fútbol]</i> durante al menos 10 minutos consecutivos?</p> <p><i>(INSERTAR EJEMPLOS Y UTILIZAR LAS CARTILLAS DE IMÁGENES)</i></p> <p>Sí 1</p> <p>No 2 Si No, Saltar a P 13</p>	P10
59	<p>En una semana típica, ¿cuántos días practica usted deportes/fitness intensos en su tiempo libre?</p> <p>Número de días <input type="text"/></p>	P11
60	<p>En uno de esos días en los que practica deportes/fitness intensos, ¿cuánto tiempo suele dedicar a esas actividades?</p> <p>Horas : minutos <input type="text"/> : <input type="text"/></p> <p>hrs mins</p>	P12 (a-b)

SECCIÓN PRINCIPAL: Actividad física (en el tiempo libre) sigue.		
Pregunta	Respuesta	Código
61	<p>¿En su tiempo libre practica usted alguna actividad de intensidad moderada que implica una ligera aceleración de la respiración o del ritmo cardíaco, como caminar deprisa, [ir en bicicleta, nadar, jugar al volleyball] durante al menos 10 minutos consecutivos? ( INSERTAR EJEMPLOS Y UTILIZAR LAS CARTILLAS DE IMÁGENES)</p> <p>Sí 1</p> <p>No 2 Si No, Saltar a P16</p>	P13
62	<p>En una semana típica, ¿cuántos días practica usted actividades físicas de intensidad moderada en su tiempo libre?</p> <p>Número de días <input type="text"/></p>	P14
63	<p>En uno de esos días en los que practica actividades físicas de intensidad moderada, ¿cuánto tiempo suele dedicar a esas actividades?</p> <p>Horas : minutos <input type="text"/> : <input type="text"/></p> <p>hrs mins</p>	P15 (a-b)
<b>Comportamiento sedentario</b>		
<p>La siguiente pregunta se refiere al tiempo que suele pasar sentado o recostado en el trabajo, en casa, en los desplazamientos o con sus amigos. Se incluye el tiempo pasado [ante una mesa de trabajo, sentado con los amigos, viajando en autobús o en tren, jugando a las cartas o viendo la televisión], pero no se incluye el tiempo pasado durmiendo. (INSERTAR EJEMPLOS) (UTILIZAR LAS CARTILLAS DE IMÁGENES)</p>		
64	<p>¿Cuándo tiempo suele pasar sentado o recostado en un día típico?</p> <p>Horas : minutos <input type="text"/> : <input type="text"/></p> <p>hrs mins</p>	P16 (a-b)



Nota: De Cuestionario Mundial sobre Actividad Física. (n.d.). [www.who.int/chp/steps](http://www.who.int/chp/steps).

## Anexo 13

### Material de las sesiones

Material	Modelo	Unidades
Multipower	Life fitness; Smith machine signature series, Barcelona, España.	2
Cicloergómetro	Life Fitness; IC2 Indoor cycle, Nuremberg, Alemania.	8
Barra (10kg)	Eleiko, Halmstad, Suiza.	4
Barra (20kg)	Eleiko, Halmstad, Suiza.	4
Prensa de piernas	Hammer strength; Plate-loaded linear leg press HSLLP, Rosemont, Illinois, USA.	2
Discos (1,25kg)	Hammer strength; Disco olímpico goma RNDX, Barcelona, España	12
Discos (2,5kg)	Hammer strength; Disco olímpico goma RNDX, Barcelona, España	12
Discos (5kg)	Hammer strength; Disco olímpico goma RNDX, Barcelona, España	16
Discos (10kg)	Hammer strength; Disco olímpico goma RNDX, Barcelona, España	16
Discos (15kg)	Hammer strength; Disco olímpico goma RNDX, Barcelona, España	10
Discos (20kg)	Hammer strength; Disco olímpico goma RNDX, Barcelona, España	8
Discos (25kg)	Hammer strength; Disco olímpico goma RNDX, Barcelona, España	4
Almohadillas	Power guidance; almohadillas PG20160002, China.	3
Abrazaderas	Hammer Strength; Abrazaderas de pinza ACC-CL-1000-01, Barcelona, España.	8
Encoder	Speed4Lifts, v2.0, Madrid, Spain	3
Cajón	Hammer strength; Cajón pliométrico blanco HS-PB-2000-01, Barcelona, España	2
Banco	Lifefitness; Multi-Adjustable Bench de Signature Series, Nuremberg, Alemania.	4
Gomas	Hammer Strength; bandas elásticas de resistencia ACC-BD-1000-01, Barcelona, España	4
Esterillas	Lifefitness; Esterillas, Barcelona, España	8
Kettlebell (4kg)	Hammer Strength; Kettlebell ACC-KB-1000-02, Barcelona, España	6
Kettlebell (6kg)	Hammer Strength; Kettlebell ACC-KB-1000-02, Barcelona, España	6
Kettlebell (8kg)	Hammer Strength; Kettlebell ACC-KB-1000-02, Barcelona, España	4
Dispositivo Móvil		4

*Nota:* abreviaturas: kilogramos (kg). Elaboración propia.



Anexo 14



*Tabla horarios de grupos de entrenamiento.*



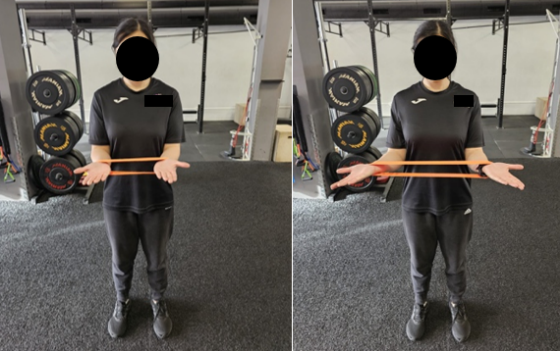
HORARIOS Y GRUPOS DE ENTRENAMIENTOS									
	LUNES		MARTES		MIÉRCOLES		JUEVES		VIERNES
Entrenadores	Ent. 1	Ent. 2	Ent. 1	Ent. 2	Ent. 1	Ent. 2	Ent. 1	Ent. 2	Ent. 2
10:00-11:30	GE1	GE5	GR1	GR5	GE1	GE5	GR1	GR5	G8 (recuperación)
12:00-13:30	GE2	GE6	GR2	GR6	GE2	GE6	GR2	GR6	
16:00-17:30	GE3	GE7	GR3	GR7	GE3	GE7	GR3	GR7	G9 (recuperación)
18:00-19:30	GE4		GR4		GE4		GR4		



*Nota:* La duración de las sesiones será de 60 minutos. Sin embargo, se dejará media hora de margen en caso de retraso o complicaciones durante la sesión. Los grupos 8 y 9 son horas de recuperación en caso de que por motivos personales los sujetos no puedan entrenar en su horario habitual. Abreviaturas: GE (grupo encoder), GR (grupo RM), Ent. (entrenador). Elaboración propia.

Anexo 15

*Sesiones tipo*

Día 1			
Calentamiento			
	Ejercicio	Tiempo	Repeticiones
Aeróbico	<p>Cicloergómetro</p> 	5'	x
Movilidad	<p>Movilidad de cadera 90/90</p> 	2'	15/15

	<p>Flexión de hombro en pared</p> 	<p>2'</p>	<p>12/12</p>
<p>Activación abdominal</p>	<p>Press pallof</p> 	<p>2'</p>	<p>12/12</p>
<p>Activación</p>	<p>No money</p> 	<p>2'</p>	<p>15</p>

	<p>Paseo del granjero levantando rodillas</p> 	<p>2'</p>	<p>15/15</p>
<p>Parte principal</p>			
<p>Ejercicio</p>			
<p>Prensa de piernas inclinado</p> 			

Press militar




Hip thrust






Remo pendley






Vuelta a la calma			
	Ejercicio	Tiempo	Repeticiones
Aeróbico	Cicloergómetro 	5'	x




Día 2			
Calentamiento			
	Ejercicio	Tiempo	Repeticiones
Aeróbico	Cicloergómetro 	5'	x




Movilidad	Rotación de cadera controlada	2'	12/12
			
	Rotación torácica en caballero	2'	10/10
			
Activación abdominal	Plancha frontal (variantes):  Plancha frontal sobre cajón:	2'	15" x 3
			

	<p>Plancha frontal:</p> 		
<p>Activación</p>	<p>Retracción escapular con goma</p> 	<p>2'</p>	<p>15</p>
	<p>Monster walk</p> 	<p>2'</p>	<p>15/15</p>



Parte principal
Ejercicio
Sentadilla 
Peso muerto 
Press banca 

Vuelta a la calma			
	Ejercicio	Tiempo	Repeticiones
Aeróbico	<p>Cicloergómetro</p> 	5'	x

*Nota:* Elaboración propia

## Anexo 16

### *Registro de la percepción del esfuerzo diario en cada sesión*

REGISTRO DE PERCEPCIÓN DEL ESFUERO				REGISTRO DE PERCEPCIÓN DEL ESFUERO			
Nº de sujeto		Nº de sesión		Nº de sujeto		Nº de sesión	
Fecha:				Fecha:			
Ejercicio				Ejercicio			
Prensa de pierna				Peso muerto			
Press militar				Sentadilla			
Hip thrust				Press banca			
Remo pendley							

*Nota:* Abreviaturas: Número (nº). Elaboración propia.

Anexo 17

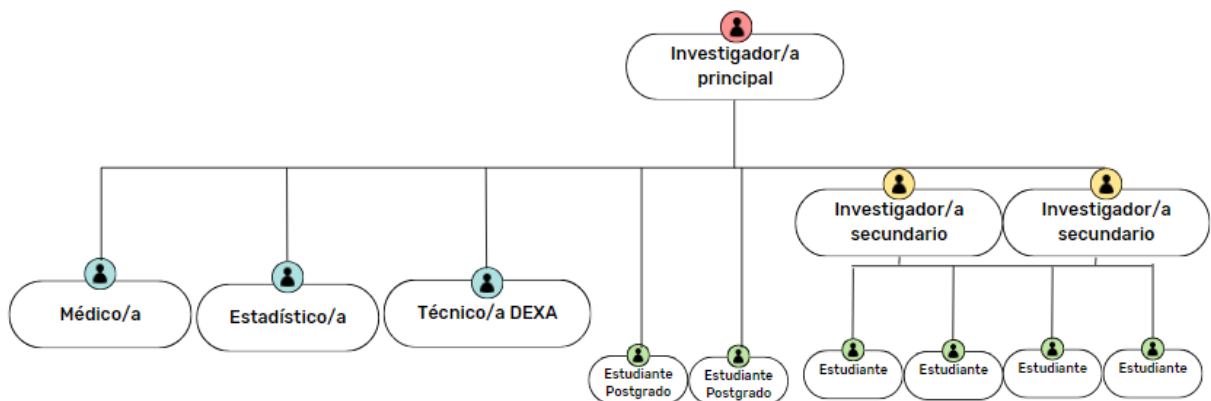
*Cronograma y funciones del equipo investigador*

Actividades/tareas	Personas responsables	Previo a la intervención			S1	S2	S3	S4	S5	S6	S7	S8	S9	S10	S11	S12	S13	S14	S15	S16	S17-S20	S21-S24	S25-S30
		S1-S8	S8	S9-S12																			
Reclutamiento	Médico/a	X																					
Consentimiento informado	Médico/a	X																					
Formación de grupos	IP		X																				
Aleatorización	IP		X																				
Coordinar las valoraciones de los test	IP		X																				
Valoración inicial	Técnico DEXA Evaluadores			X																			
Familiaización	Entrenadores/as IS				X	X	X	X															
Intervención	Entrenadores/as IS								X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X			
Valoración final	Técnico DEXA Evaluadores																				X		
Análisis de datos	Estadístico/a																					X	
Redacción y publicación de los datos	IP IS																						X

*Nota:* Abreviaturas: S (semana), IP (Investigador principal), IS (Investigadores secundarios), DEXA (Absorciometría de rayos X de energía dual). Elaboración propia

Anexo 18.

*Organigrama del equipo investigador*



*Nota:* Abreviaturas: DEXA (Absorciometría de rayos X de energía dual). Elaboración propia.

## Anexo 19

*Desglose del presupuesto del estudio.*

DESGLOSE DEL GASTO ECONÓMICO	
Servicio/Herramienta	Coste
Salario estadístico	400 €
Salario técnico DEXA	600 €
Divulgación de resultados (publicación)	3.000 €
Divulgación de resultados (congresos)	2.000 €
<b>TOTAL</b>	<b>6.000 €</b>

*Nota:* Abreviaturas: Absorciometría de rayos X de energía dual (DEXA). Elaboración propia