

# **LA MEJORA FISIOLÓGICA Y DE LA CALIDAD DE VIDA A TRAVÉS DEL HIIT EN PACIENTES CON CÁNCER DE MAMA CAFYD + FISIOTERAPIA**

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



Realizado por: Rocío Llorente de Santiago

Nº Expediente:

Grupo TFG: MIX61

Año Académico: 2021-2022

Tutor/a: María Rosa Bielsa Hierro

Área: Revisión bibliográfica

## RESUMEN

**Introducción:** El cáncer de mama es una enfermedad de índole mayor con gran afectación alrededor del mundo y que tiene una fuerte repercusión en la calidad de vida de los pacientes por la gran cantidad de efectos secundarios del tratamiento que afectan negativamente a la salud y a la funcionalidad de los pacientes; efectos adversos que se ha visto que el ejercicio puede paliar.

**Objetivos:** Estudiar la mejora de la calidad de vida y la respuesta fisiológica de los pacientes con cáncer de mama mediante el entrenamiento de alta intensidad.

**Metodología:** Revisión bibliográfica de los artículos obtenidos de 3 bases de datos que tratan el tema en cuestión cumpliendo con las premisas propuestas.

**Resultados y conclusiones:** Tras un HIIT de resistencia y de fuerza mejora de forma significativa la capacidad cardiorrespiratoria y la fuerza muscular respectivamente. Se consigue una menor fatiga relativa cáncer tras el HIIT de fuerza y tras ambos HIIT mejora la carga de síntomas, mejorando la calidad de vida de los pacientes.

**Palabras clave:** cáncer de mama, HIIT, fuerza y resistencia.

## SUMMARY

**Introduction:** Breast cancer is a major disease with great impact around the world and has a strong influence on the quality of life of patients due to the large number of side effects of treatment that negatively affect health and functionality's patients; adverse effects that it has been seen that exercise can alleviate.

**Objectives:** To study the improvement of the quality of life and the physiological response of patients with breast cancer through high Interval intensity training (HIIT).

**Methodology:** Bibliographic review of the articles obtained from 3 databases that deal with the subject, complying with the proposed premises.

**Results and conclusions:** After a HIIT of resistance and strength, cardiorespiratory fitness and muscle strength, respectively, improve significantly. Less relative cancer fatigue is achieved after strength HIIT and after both HIIT the burden of symptoms improves, improving the quality of life of patients.

**Key words:** breast cancer, HIIT, resistance training and endurance training.

## ÍNDICE

|  |            |
|--|------------|
| <b>1. INTRODUCCIÓN .....</b>   | <b>6</b>   |
| <b>2. OBJETIVOS.....</b>   | <b>112</b> |
| <b>3. METODOLOGÍA .....</b>  | <b>13</b>  |
| <b>3.1. Diseño .....</b>   | <b>13</b>  |
| <b>3.2. Estrategia de búsqueda.....</b>  | <b>13</b>  |
| <b>3.3. Criterios de selección .....</b>   | <b>14</b>  |
| <b>3.4. Diagrama de flujo .....</b>  | <b>15</b>  |
| <b>4. RESULTADOS.....</b>  | <b>16</b>  |
| <b>4.1. Cuadro resumen artículos empleados .....</b>   | <b>16</b>  |
| <b>4.2. Resumen de artículos empleados .....</b>   | <b>20</b>  |
| <b>5. DISCUSIÓN .....</b>  | <b>366</b> |
| <b>5.1. VO<sub>2</sub> máx. y condición cardiorrespiratoria en relación con el HIIT de<br/>    resistencia.....</b>    | <b>366</b> |
| <b>5.2. La fuerza muscular y el HIIT de fuerza. ....</b>   | <b>377</b> |
| <b>5.3. La fatiga relativa al cáncer y el entrenamiento de alta intensidad de<br/>    fuerza y de resistencia.....</b> | <b>388</b> |
| <b>5.4. La carga de síntomas mediante el entrenamiento de alta intensidad de<br/>    fuerza y resistencia. ....</b>    | <b>39</b>  |
| <b>6. FUTURAS LÍNEAS DE INVESTIGACIÓN.....</b>   | <b>411</b> |
| <b>7. CONCLUSIONES .....</b>   | <b>422</b> |
| <b>8. REFERENCIAS BIBLOGRÁFICAS.....</b>   | <b>433</b> |
| <b>9. ANEXOS .....</b>   | <b>488</b> |

## ÍNDICE FIGURAS

|  |    |
|--|----|
| Figura 1. <i>Estimación del número de fallecimientos por cáncer en el mundo en el año 2020, ambos sexos.</i> .....   | 7  |
| Figura 2. <i>Tipos de cáncer responsables de mayor mortalidad en España. Estimación para el año 2020, mujeres.</i> .....   | 7  |
| Figura 3. <i>Diagrama de flujo.</i> .....  | 15 |
| Figura 4. <i>Los efectos en la IL-6 tras 12 semanas de HIIT.</i> .....   | 21 |
| Figura 5. <i>1RM después de 12 semanas de la terapia adyuvante con y sin MST.</i> .....  | 25 |
| Figura 6. <i>(A) 6MWD (m), (B) rendimiento de elevación de la silla (repeticiones), y (C) rendimiento (s) de subir escaleras después de 12 semanas de terapia adyuvante con y sin entrenamiento de fuerza máxima (MST).</i> .....                                      | 26 |
| Figura 7. <i>Diagrama de caja para el VO2max al inicio y 8 semanas después del tratamiento en el grupo HIIT y el grupo CON</i> .....   | 27 |
| Figura 8. <i>CRF pre y post las 16 semanas de intervención.</i> .....  | 31 |
| Figura 9. <i>Carga de síntomas pre y post las 16 semanas de intervención.</i> .....  | 32 |
| Figura 10. <i>Efectos de (RT-HIIT) y (AT-HIIT) versus atención (UC) en la fuerza de empuñadura del lado de la cirugía y fuerza de la empuñadura del lado sin cirugía.</i> .....  | 33 |
| Figura 11. <i>Niveles totales de fatiga relacionada con el cáncer divididos en categorías: sin fatiga, fatiga leve (puntuación &gt; 0), fatiga moderada (puntuación &gt; 4) o fatiga severa fatiga (puntuación &gt; 7) al inicio (A) y a las 16 semanas (B).</i> ..... | 35 |

## ÍNDICE TABLAS

|  |    |
|--|----|
| Tabla 1. <i>Cuadro resumen de artículos</i> .....  | 16 |
| Tabla 2. <i>Fuerza muscular de pacientes con BC antes y después del período de control y entrenamiento de fuerza máxima.</i> ..... | 24 |
| Tabla 3. <i>Comparación de MMP-2 y MMP-9 entre grupos HIIT y CON.</i> .....  | 28 |

## ÍNDICE ACRÓNIMOS

AT-HIIT: Aerobic Training – HIIT.

BAFMD: Brachial Artery Flow-Mediated Dilation: dilatación mediada por el flujo de la arteria braquial.

BMI: índice masa corporal.

CdV: Calidad de Vida

cIMT: Carotid Intima-Media Thickness Test: prueba de espesor íntima-media carotídea.

CRF: Fatiga Relacionada con el Cáncer.

cTnT: Troponina C Cardíaca

CU: atención habitual.

CVRS: Calidad de Vida Relacionada con la Salud.

EORTC-QLQ-C30: European Organization for Research and Treatment of Cancer - Core Quality of Life Questionnaire-C30.

FACT-B: Evaluación funcional del cáncer de mama.

FC Máx.: Frecuencia Cardíaca Máxima.

FFMQ-15: Cuestionario de atención plena de cinco facetas de 15 ítems.

Grupo CON: Grupo Control.

HIIT: High Intensity Interval Training.

HRQoL: Health-Related Quality of Life.

IL-6: Interleucina 6.

MFI-20: Inventario de fatiga multidimensional con 20 preguntas.

MMP-9 y MMP-2: Metallopeptidase 9 y Metallopeptidase 2.

MSAS: Swedish versión of the Memorial Symptom Assessment Scale.

MST: maximal strength training.

6MWD: la distancia a pie de 6 minutos

NT-proBNP: péptidos natriuréticos

OMS: Organización Mundial de la Salud.

PFS: Piper Fatigue Scale

PPO: Peak Power Output: potencia máxima.

RM: Repetición Máxima.

RPE: Rate of Perceived Exertion: índice de esfuerzo percibido.

RT-HIIT: Resistance Training – HIIT.

SEOM: Sociedad Española de Oncología Médica.

TTE: tiempo hasta el agotamiento.

VO2 Máx.: Volumen de Oxígeno Máximo.

## 1. INTRODUCCIÓN

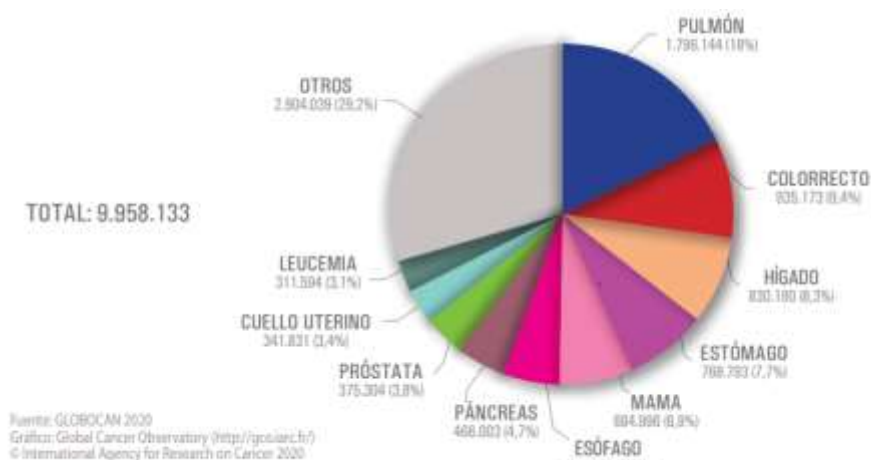
Según de África et al. (2021) el cáncer de mama es el tipo de cáncer más común en mujeres, con más de 2,2 millones de casos en 2020 en el mundo. Cerca de 1 de cada 12 mujeres enfermarán de cáncer de mama a lo largo de su vida, siendo además la principal causa de mortalidad en ellas.

Echando la vista atrás, desde 1980 se han realizado importantes avances en el tratamiento del cáncer de mama, reduciéndose en un 40% la mortalidad en los países con ingresos elevados. La mejora en estos resultados se debe a la combinación entre una detección precoz y las terapias eficaces, basadas en cirugía, radioterapia y farmacoterapia; por lo que se puede apreciar la importancia de los medios económicos para la supervivencia del mismo (de África et al., 2021).

En España, según la Sociedad Española de Oncología médica (2021); en 2020 la prevalencia a los 5 años en España en mujeres es de más de 500.000 pacientes con cáncer de mama. Además, en 2020 hubo más de 6.500 fallecidos en España por este mismo cáncer, siendo el 5,8% del total de fallecidos con cáncer, mientras que en el mundo es el 6,9% como se puede observar en la figura 1.

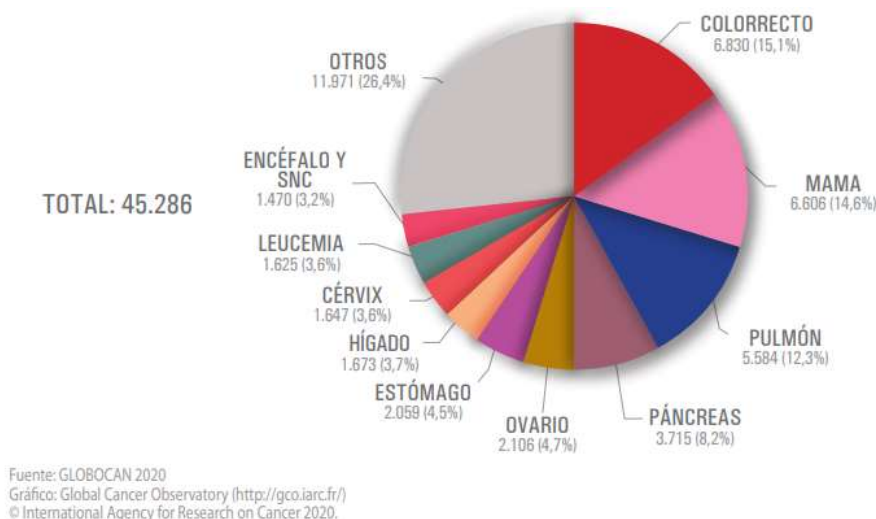
Sin embargo, el porcentaje de mortalidad por este mismo cáncer exclusivamente en mujeres, se eleva hasta el 14,6% sobre el total de fallecidos con cáncer en 2020 en España (figura 2).

**Figura 1.** Estimación del número de fallecimientos por cáncer en el mundo en el año 2020, ambos sexos.



*Nota.* Adaptado de *¿Qué Es El Cáncer Y Cómo Se Desarrolla?* por Sociedad de Oncología médica, 2019, (<https://seom.org/informacion-sobre-el-cancer/que-es-el-cancer-y-como-se-desarrolla>).

**Figura 2.** Tipos de cáncer responsables de mayor mortalidad en España. Estimación para el año 2020, mujeres.



*Nota.* Adaptado de *¿Qué Es El Cáncer Y Cómo Se Desarrolla?* por Sociedad de Oncología médica, 2019, (<https://seom.org/informacion-sobre-el-cancer/que-es-el-cancer-y-como-se-desarrolla>).

Es un problema de índole mayor, con gran afectación alrededor del mundo y concretamente en España, por ello es de gran relevancia la realización de una revisión bibliográfica acerca del cáncer de mama, tema tan escuchado en la sociedad de hoy en día y que afecta a tantas personas de cerca.

Para poder abordar este tema, es imprescindible conocer qué se entiende por cáncer y específicamente por cáncer de mama y sus estadios. La Sociedad Española de Oncología Médica (SEOM) explica que el cáncer engloba un grupo numeroso de enfermedades que se caracterizan por el desarrollo de células anormales, que se dividen, crecen y se diseminan sin control en cualquier parte del cuerpo. Las células normales se dividen y mueren en un tiempo programado, sin embargo, la célula cancerosa pierde la capacidad de morir y se divide casi sin límite, provocando por tanto tal multiplicación que forma unas masas denominadas tumores, que en su expansión pueden destruir tejidos normales.

Según la OMS (2021) el cáncer de mama se origina en las células de revestimiento (epitelio) de los conductos (85%) o lóbulos (15%) del tejido glandular de los senos. Al inicio, el tumor canceroso está confinado “in situ”, es decir, en el lóbulo donde normalmente no provoca síntomas y tiene un muy pequeño potencial de metástasis. Con el paso del tiempo, este cáncer in situ, puede progresar e invadir el tejido mamario circundante convirtiéndose ya en un cáncer de mama invasivo, y continuar por los ganglios linfáticos cercanos (metástasis regional) o llegando incluso a otros órganos del cuerpo (metástasis distante). Los fallecimientos a los que se hacían referencia previamente se producen a consecuencia de la metástasis generalizada. Por otro lado, cabe destacar que el cáncer de mama no es una enfermedad transmisible o infecciosa, si no que alrededor de un 50% de los casos corresponden a mujeres sin ningún factor de riesgo identificable, con la exclusión del género de mujer y de la edad de más de 40 años. Algunos factores de riesgo que señala la OMS son el envejecimiento, la obesidad, antecedentes familiares de cáncer de mama, historial de exposición a radiaciones, la terapia hormonal postmenopáusica, el tabaco, el historial reproductivo (edad de inicio de la menstruación y del primer embarazo) y el consumo de alcohol. La OMS afirma que, aunque se pudieran



controlar todos los factores de riesgo potencialmente modificables, el riesgo de padecer cáncer de mama sólo se reduciría un 30%.

Según Cešeiko et al. (2020), la combinación de resección quirúrgica y la terapia adyuvante constituye el pilar en el tratamiento del cáncer de mama y se considera además un contribuyente al aumento constante de las tasas de supervivencia. Sin embargo, Cešeiko explica también cómo esta generalizada aplicación de tratamiento se produce a expensas de gran cantidad de efectos secundarios que afectan de forma negativa a la salud y funcionalidad de los pacientes, los cuales buscan y solicitan estrategias para contrarrestar estos efectos adversos.

Tohey et al. (2020) describe como a menudo mujeres diagnosticadas de cáncer de mama experimentan complicaciones después de la cirugía, tales como linfedema, síndrome de Web axilar y fatiga relacionada con el cáncer. Asimismo, sufren a menudo a consecuencia de los largos tratamientos a los que están expuestas, efectos secundarios tales como neuropatías periféricas y reducción de su calidad de vida, así como un nivel bajo de condición física y de fuerza muscular. Sin embargo, se podría lograr grandes adaptaciones fisiológicas y psicológicas de realizar ejercicio regular, lo que significa una reducción de factores de riesgo y mejor estado de salud.

Courneya and Friedenreich (2001), por su parte, explican como los supervivientes de cáncer sufren a menudo graves trastornos en su calidad de vida a través de la reducción cardiorrespiratoria, de la aptitud metabólica y el aumento de peso asociado con la fatiga relacionada con el cáncer; además de un bajo nivel psicofísico de salud y mayor muerte prematura. Klassen et al. (2017), afirma que los pacientes con cáncer de mama muestran niveles más bajos de fuerza muscular máxima de las extremidades inferiores después del tratamiento adyuvante primario que puede conducir a una economía de la marcha deteriorada y a una gran dificultad de subir escaleras. Asimismo, Mijwel, Cardinale et al. (2018) exponen claramente como el tratamiento del cáncer de mama induce atrofia muscular que afecta de forma potencial a la tolerabilidad de la quimioterapia.

Christensen et al. (2014) sugieren el entrenamiento de fuerza como una estrategia para contrarrestar reducciones inducidas por el tratamiento del cáncer en la fuerza muscular máxima, en la masa muscular y en el rendimiento funcional. Siguiendo en esta línea, Mijwel, Backman, Bolam, Olofsson et al. (2018) entre otros, han demostrado los beneficios del ejercicio físico en la reducción de efectos secundarios del tratamiento como puede ser en la fatiga, en la capacidad cardiorrespiratoria, condición física y fuerza muscular, así como la disminución de síntomas asociados al tratamiento. En gran cantidad de estudios como se ha mencionado anteriormente se demuestra la eficacia del ejercicio para disminuir los efectos adversos del cáncer y del tratamiento del mismo.

El entrenamiento de alta intensidad (HIIT) lo describe Bell et al. (2021) como el entrenamiento que separa los intervalos de actividad de alta intensidad con períodos de recuperación permitiendo de esta forma realizar ejercicio de intensidad vigorosa con menos disnea y fatiga muscular ya que viene de un período previo de descanso. Karlsen et al. (2017) explica de una forma similar que el HIIT consta de series repetidas de tiempos cortos de ejercicio de alta intensidad, seguido de un intervalo de descanso y demuestra que mejora la forma física tanto en deportistas como en la población general. Existen varios tipos de HIIT según el tiempo de trabajo y según la respuesta fisiológica; pero en la presente revisión tan solo se va a hacer una distinción general entre el HIIT de resistencia y el HIIT de fuerza descritos a continuación.

**HIIT de fuerza:** Heggelund et al. (2013) explican en su artículo que el HIIT de fuerza es aquel en el que se trabaja realizando pocas repeticiones por encima del 85% del máximo de una repetición (1RM). Indica que la intensidad de carga se establece como un determinante clave de adaptaciones neuromusculares, provocando el entrenamiento de fuerza con mayor intensidad (por encima del 85% de 1RM) mejoras superiores en la fuerza muscular que el entrenamiento de menores intensidades (por debajo del 75% del 1RM). Wang et al. (2017) demuestra como mediante el trabajo de fuerza máxima con cargas elevadas (85-

90% 1RM) induce grandes mejoras en la fuerza muscular máxima, en la economía de la marcha y en el rendimiento funcional.

**HIIT de resistencia:** Cockcroft et al. (2015) explican el HIIT de resistencia como una buena estrategia de ejercicio que consiste en el uso de ráfagas de esfuerzo concentrado consiguiendo maximizar la intensidad del ejercicio, siendo alternadas con períodos de recuperación. Adams et al. (2015) desarrollan que consiste en una parte activa que está compuesta por 1-4 minutos realizados al 80-90% de la potencia máxima (PPO), seguido de un período de recuperación que se trata de 2-3 minutos de descanso activo al 10% de la PPO. Van Waart et al. (2015) afirma como el ejercicio de alta intensidad se tolera bien y mejora de forma segura la aptitud cardiorrespiratoria y provoca aumentos del VO<sub>2</sub> pico, así como Adams et al. (2015) habla de las mejoras de la función endotelial.

En gran cantidad de estudios, entre los que destacan Wang et al. (2010), Mosti et al. (2013), Karlsen et al. (2017) se explican la seguridad, viabilidad y efectos beneficiosos del entrenamiento de alta intensidad en distintas poblaciones de riesgo como puede ser en personas mayores, en personas con enfermedad coronaria y pacientes con osteoporosis. El objeto de esta revisión es indagar acerca de los beneficios de otra población específica como son los pacientes con cáncer de mama.

En los últimos años se han producido grandes avances acerca del tratamiento del cáncer de mama y a la par existe una gran preocupación que se extiende en la sociedad de mejorar la calidad de vida de estos pacientes ya que los efectos adversos del tratamiento son muy dañinos y perjudiciales y con una alta afectación negativa en sus actividades de la vida diaria. Por ello, al ser un tema de vital importancia y de afectación mundial como se veía anteriormente, que además está siendo muy estudiado por grandes profesionales, se plantea en esta revisión hacer un análisis exhaustivo de los estudios publicados en los últimos 5 años e indagar en cómo el entrenamiento de alta intensidad (HIIT) provoca mejoras a nivel fisiológico en pacientes con cáncer de mama y, que a su vez provocan mejoras en la calidad de vida de los pacientes.

## **2. OBJETIVOS**

Para realizar la revisión se han tenido en cuenta los siguientes objetivos:

### **Objetivo general:**

Realizar una revisión bibliográfica para estudiar la mejora de la calidad de vida y la respuesta fisiológica de los pacientes con cáncer de mama mediante el entrenamiento de alta intensidad (HIIT).

### **Objetivos específicos:**

Conocer el impacto en el VO<sub>2</sub> Máx. y en la capacidad cardiorrespiratoria en los pacientes con cáncer de mama mediante el HIIT de resistencia.

Detallar los efectos en la fuerza muscular del miembro inferior y en la fuerza de prensión a través del entrenamiento de fuerza de alta intensidad en los pacientes con cáncer de mama.

Comparar la repercusión en la fatiga relativa al cáncer mediante el entrenamiento de fuerza de alta intensidad y el entrenamiento de resistencia de alta intensidad en pacientes con cáncer de mama.

Comparar los efectos del HIIT de fuerza y el HIIT de resistencia sobre la carga de síntomas en los pacientes con cáncer de mama.

### **3. METODOLOGÍA**

#### **3.1. Diseño**

Se ha realizado una revisión bibliográfica de revistas científicas, a las cuales se ha llegado a partir de las bases de datos de “Medline complete”, “Rehabilitation & Sports Medicine Source” y “SPORTDiscus with Full Text”. El tema central en el que se ha basado dicha búsqueda bibliográfica son los efectos producidos del ejercicio de alta intensidad en pacientes con cáncer de mama analizando las mejoras fisiológicas y en su calidad de vida.

#### **3.2. Estrategia de búsqueda**

En este apartado se procede a describir el proceso de estrategia de búsqueda de artículos científicos para poder llevar a cabo la revisión bibliográfica que se encuentra esquematizado en la figura 3.

En primer lugar, se ha llevado a cabo una búsqueda general en las bases de datos “Medline complete”, “Rehabilitation & Sports Medicine Source” y “SPORTDiscus with Full Text” de artículos científicos que estuvieran relacionados con el ejercicio de alta intensidad y los pacientes de cáncer de mama; a la cual se ha podido acceder desde la biblioteca online de la universidad.

La ecuación de búsqueda fue la siguiente: <<breast cancer patients AND high intensity training>> y se hallaron un total de 44 documentos. A continuación, se llevaron a cabo limitaciones en dicha búsqueda como son la disponibilidad del texto completo ya que es necesario para un estudio exhaustivo del mismo. Tras esta limitación se excluyeron 14 artículos quedando un total de 30. Asimismo, se eliminaron 2 documentos debido al año de publicación, es decir, sólo podían ser admitidos artículos recientes (2016-2021) ya que son más interesantes de cara a la evidencia científica al ser un tema que ha conseguido grandes avances en los últimos años.

Posteriormente, tuvieron que ser descartados 6 artículos ya que estaban repetidos debido a la inclusión de varias bases de datos. Por otro lado, se

excluyó un artículo que, a pesar de haber cumplido la limitación de texto completo, no se podía acceder a éste mediante la utilización de las bases de datos ya mencionadas. Además, se eliminaron 2 artículos al no tratarse de un estudio experimental como son las revisiones bibliográficas ya que no es de utilidad para dicha revisión.

Por último, se descartaron los artículos que no hacían referencia al tema en cuestión, como puede ser que no hablara específicamente de pacientes de cáncer de mama si no de supervivientes o del ejercicio de alta intensidad o, que incluyeran a su vez otras variables además del cáncer como puede ser la obesidad o la esclerosis múltiple ya que el tema es considerado de gran dificultad como para adentrarnos en otras variables. Tras este último descarte de 8 estudios, quedaron un total de 12 artículos científicos para realizar la revisión bibliográfica acerca de la mejora fisiológica y de la calidad de vida a través del HIIT en pacientes con cáncer de mama.

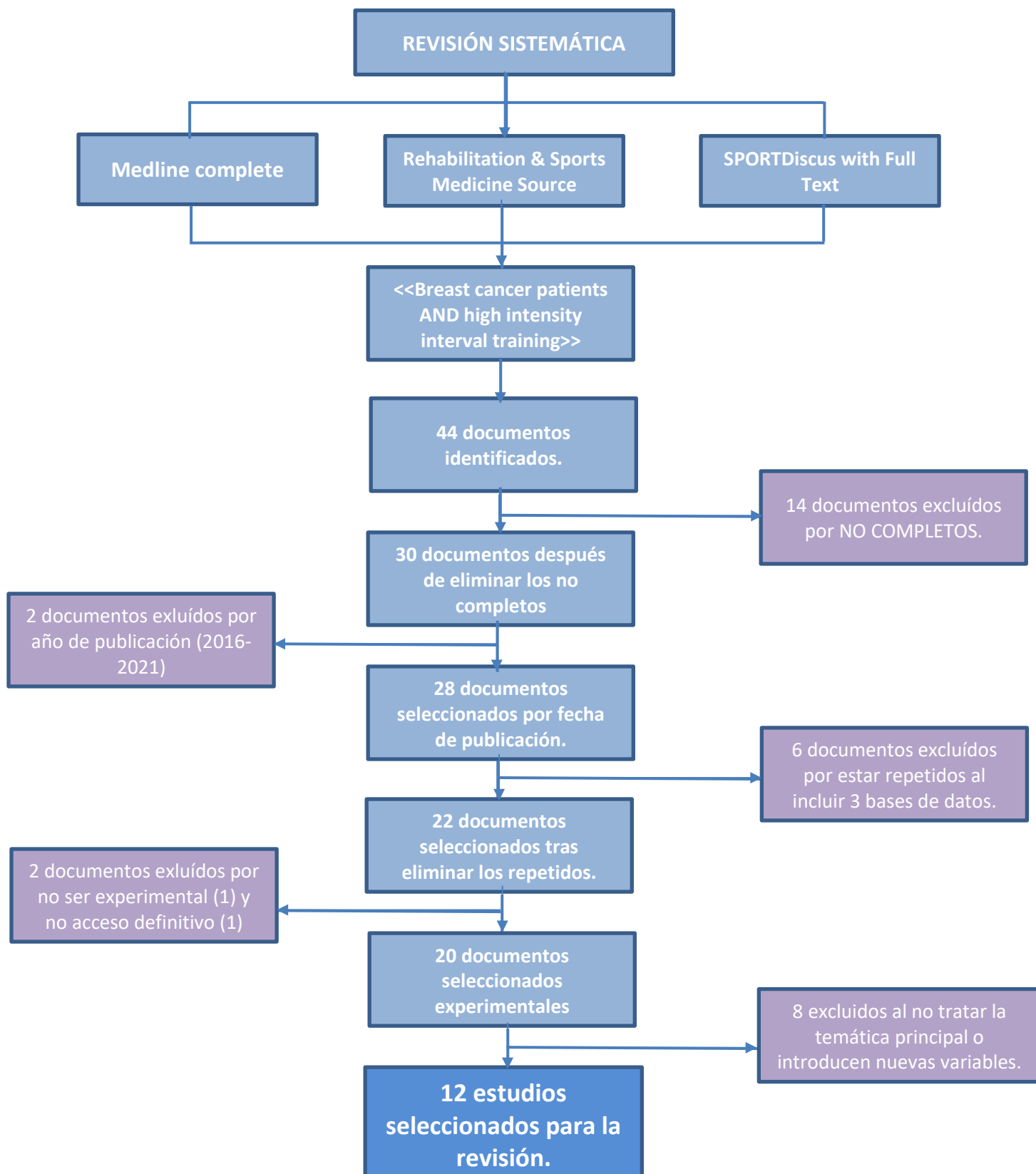
### **3.3. Criterios de selección**

Para la revisión sistemática se han seguido los siguientes criterios de inclusión:

- Artículos que traten la relación entre el entrenamiento de alta intensidad y los pacientes con cáncer de mama.
- Estudios cuya población sean pacientes que padecen cáncer de mama y se encuentran actualmente en tratamiento para el mismo.
- Artículos publicados en los últimos 5 años (2016-2021).
- Disponibilidad de los artículos a texto completo.
- Artículos en inglés.
- Estudios experimentales en el que se definen los grupos aleatoriamente; se asignan valores a la variable independiente y se estudian las relaciones causales.

### 3.4. Diagrama de flujo

Figura 3. Diagrama de flujo.



Elaboración propia.

## 4. RESULTADOS

### 4.1. Cuadro resumen artículos empleados.

**Tabla 1.** Cuadro resumen de artículos empleados.

| Identificación          | Objetivos  | Método         | Muestra   | Variables (medición)  | Resultados   |
|-------------------------|--|----------------|---|---|--|
| Alizadeh et al. (2019). | Probar que los pacientes con cáncer de mama que realizan el HIIT durante la terapia hormonal muestran mejoras en la inflamación de bajo grado y HSP70 en comparación con pacientes de atención estándar.         | Ensayo clínico | 52 pacientes en tratamiento hormonal repartidas al azar en grupo HIIT y grupo CON. Entrenamiento en cinta rodante 3 veces a la semana 12 semanas.   | El VO2 máx (prueba de Rockpot), la grasa corporal (medición de pliegues cutáneos) y muestras de sangre para medir las citocinas proinflamatorias circulatorias (IL-6) por su relación con la fatiga.  | El VO2 máx mejoró significativamente en comparación con CON. El grupo HIIT mejoró su peso corporal y su BMI. y los niveles de IL-6 fueron menores en el grupo HIIT.  |
| Ansund et al. (2021).   | Comparar los efectos de la resistencia y el HIIT (RT-HIIT), entrenamiento aeróbico de intensidad moderada y HIIT (AT-HIIT) y la atención habitual (CU) en pacientes con cáncer de mama durante la quimioterapia. | Ensayo clínico | 88 mujeres: 16 semanas, aleatoriamente en: (RT-HIIT) (AT-HIIT) o (UC). Las mediciones se realizaron después de intervención, 1, 2 y 5 años después. | La troponina T cardiaca (cTnT) para medir el daño cardiaco y cardiotoxicidad y el biomarcador NT-pro-BNP para medir la remodelación cardiaca (inmunoensayo ECLIA). Y el VO2 max (en L.min) como indicador de la capacidad cardiorrespiratoria y de CRF. | La cTnT plasmática aumentó en todos grupos post-intervención. En el seguimiento de 1 año, Nt-pro-BNP fue menor en los grupos de ejercicio en comparación a la UC. En grupos de ejercicio se mantuvo la capacidad cardiorrespiratoria, mientras que disminuyó en el UC. |
| Bolam et al. (2019).    | Determinar las diferencias en los resultados relacionados con la salud y la actividad física entre los dos grupos de ejercicio OptiTrain y la atención   | Ensayo clínico | 206 pacientes sometidas a quimioterapia asignadas aleatoriamente en 3 grupos: RT-HIIT,  | Las variables son: la fatiga relacionada con el cáncer (CRF) (con PFS), la calidad de vida (CdV) (con EORTC-QLQ-C30), los síntomas (Swedish versión of the Memorial Symptom Assessment Scale) (MSAS), la fuerza muscular (isometric                     | RT-HIIT mejora de la fatiga total relacionada con el cáncer y la fuerza en mmii en comparación con CU en 2 años.   |



|   |   |                |  |   |  |
|---|---|----------------|--|---|--|
|   | habitual (UC), 2 años después de la intervención.   |                | AT-HIIT o CU durante 16 semanas.   | mid-thigh pull), aptitud cardiorrespiratoria (strand-Rhyming submaximal cycle test), y el comportamiento sedentario y nivel de actividad física (accelerometer).  | AT-HIIT mejora significativa respecto a la disminución de síntomas y de la masa muscular con respecto a CU.  |
| Cešeiko et al. (2019).  | Evaluar la efectividad del entrenamiento de fuerza máxima en la calidad de vida en mujeres con cáncer de mama recién diagnosticado  | Ensayo clínico | 55 pacientes asignados al azar en 2 grupos: grupo MST de fuerza máxima y grupo control. La intervención eran 2 veces a la semana 3 meses.                                    | La fuerza muscular máxima (estimada con el 1RM), la calidad de vida general fue (Cuestionario Básico de Calidad de Vida C30).   | El grupo de intervención aumentó significativamente su 1RM (20%) frente a la disminución del grupo control (9%) y la calidad de vida mejoró un 13% para el grupo de fuerza.  |
| Cešeiko et al. (2020).  | Conocer si el HIIT puede provocar adaptaciones efectivas en pacientes que sufren efectos adversos secundarios inducidos por el tratamiento del cáncer de mama.                      | Ensayo clínico | 55 pacientes se asignaron al azar en 2 grupos: MST y un grupo control. La intervención era 2 veces a la semana durante 12 semanas.   | La fuerza muscular máxima dinámica del tren inferior (estimada con el 1RM), el tiempo hasta el agotamiento (TTE) (escala de percepción del esfuerzo), la economía de carrera (steady-rate walking economy test), la masa muscular del cuádriceps femoral (medidas antropométricas), el rendimiento funcional (la distancia a pie de 6 minutos (6MWD), entre otros) y el nivel de actividad física (cuestionario IPA1-SF). | El grupo MST experimentó mejoras en el 1RM, así como una mejor economía de la marcha y un mayor tiempo hasta el agotamiento durante la marcha incremental. El grupo MST consiguió un aumento en la distancia de la caminata de 6 minutos (6MWD). |
| Lee, Kang, Mack, Mortimer, Sattler, Salem, & Dieli-Conwright, (2019). | Determinar si una intervención de HIIT es una buena estrategia de ejercicio factible para pacientes con cáncer de mama que están sometidos a quimioterapia basada en antraciclinas. | Ensayo clínico | 30 mujeres: asignadas aleatoriamente al grupo HIIT y al grupo control en el que no hacían ejercicio. El grupo HIIT: intervención de 8 semanas entrenando 3 veces por semana. | Las variables son el consumo máximo de oxígeno (VO2max) en ml/kg/min y peak power output (PPO) en vatios.   | Se mantuvo el VO2 máx. en grupo HIIT, mientras que en CON hubo una disminución del mismo. Disminución de PPO en el grupo CON, mientras que en el grupo HIIT se mantuvo.  |

|  |   |                |  |   |   |
|--|---|----------------|--|---|---|
| Lee et al. (2020).   | Demostrar si el HIIT reduce el nivel de metaloproteinasas de matriz en mujeres con cáncer de mama sometidas a la quimioterapia basada en antraciclinas.   | Ensayo clínico | 30 mujeres fueron asignadas al azar a grupo HIIT 8 semanas o al grupo CON.   | Para ver el riesgo de arterioesclerosis, se midió los niveles de metaloproteinas de la matriz (MMP) -2 y -9.  | Disminución de MMP-9 en el grupo HIIT y MMP-2 aumentó significativamente en ambos grupos.   |
| Lee, Kang, Mack, Mortimer, Sattler, Salem, Lu et al. (2019). | Determinar los efectos del HIIT sobre la función endotelial vascular medida mediante la dilatación del flujo de la arteria braquial y el grosor de la pared vascular de la carótida media íntima. | Ensayo clínico | 30 mujeres asignadas al azar en grupo HIIT y grupo control. Grupo HIIT: 8 semanas de entrenamiento, 3 veces a la semana en cicloergómetro. | La función endotelial (se midió usando la baFMD mediante el diámetro de la arteria braquial en mm). El grosor de la pared (con el cIMT).  | La baFMD del grupo HIIT aumentó significativamente respecto al grupo CON. cIMT no cambió significativamente en el grupo HIIT, mientras que en CON aumentó significativamente.   |
| Lee et al. (2021).   | Determinar los efectos del HIIT de 8 semanas en relación a la función física en pacientes con cáncer de mama sometidas a quimioterapia basada en antraciclinas                                    | Ensayo clínico | 30 pacientes entre grupo HIIT y control. HIIT: 8 semanas 3 días a la semana, grupo CON: nivel habitual de actividad física.                | La calidad de vida (Evaluación funcional del cáncer de mama (FACT-B), Inventario de fatiga multidimensional con 20 preguntas (MFI-20) y el Cuestionario de atención plena de cinco facetas de 15 ítems (FFMQ-15)) y la función física (prueba de subida de escaleras de Margaria-Kalamen y prueba de marcha de 6 min (6MWT)). | Aumento de la función física en el grupo HIT visto en las mejoras significativas de la prueba de subida de escaleras y 6MWT. En cuanto a la mejora de la calidad de vida se observó una tendencia positiva en la escala de bienestar físico del FACT-B. |
| Mijwel, Backman, Bolam, Jervaeus et al. (2018).              | Comparar los efectos del (RT-HIIT) y (AT-HIIT) hasta la atención habitual (UC) en mujeres con cáncer de mama sometidas a quimioterapia.   | Ensayo clínico | 240 mujeres se asignaron aleatoriamente en RT-HIIT, AT – HIIT o UC. Las mediciones se realizaron pre y post a las 16 semanas.              | El criterio de valoración principal fue el cáncer-related fatigue (CRF) (Swedish version of the 22-item Piper Fatigue Scale (PFS)). La otra variable es la Health-related quality of life (HRQoL) (CVRS: calidad de vida relacionada con la salud) ( The 30-item EORTC-QLQ-C30 questionnaire).                                | Mantenimiento de la CFR en RT-HIIT, en UC aumentó la escala de fatiga. La HRQoL aumentó significativamente para RT-HIIT y AT-HIIT en comparación con la disminución de UC.  |

|   |   |                |  |  |   |
|---|---|----------------|--|--|---|
| Mijwel, Backman, Bolam, Olofsson et al. (2018). | Examinar los efectos del RT-HIIT, AT-HIIT y CU sobre la sensibilidad al dolor y los resultados fisiológicos en los pacientes con cáncer de mama durante la quimioterapia. | Ensayo clínico | Se asignaron al azar 240 mujeres a 16 semanas de entrenamiento (RT-HIIT), entrenamiento (AT-HIIT), o (UC). | Cancer related fatigue (CFR) (EORTC-QLQ-C30 y Piper Fatigue Scale), la capacidad cardiorrespiratoria (predicción del VO2 pico), fuerza muscular de agarre (Hydraulic hand dinamometer) y de MMII (isometric mid-thigh pull), masa corporal (antropometría), y umbral de dolor (algómetro electrónico).                     | RT-HIIT y AT-HIIT evitaron la reducción de aptitud física encontrada en UC. RT-HIIT mejoraron los niveles de fuerza de agarre y de mmii. Los aumentos de masa corporal fueron menores en RT-HIIT y en AT-HIIT. RT-HIIT consiguió un aumento significativo en el umbral de dolor.  |
| Mijwel et al. (2019).                           | Examinar los efectos del HIIT relacionados con la salud y medidos objetivamente 12 meses después del comienzo de la quimio.   | Ensayo clínico | 240 mujeres, 16 semanas, aleatoriamente en: (RT-HIIT), (AT-HIIT), y (UC).                                  | Las variables son: fatiga relacionada con el cáncer (CRF) (Piper Fatigue Scale); calidad de vida (CdV) (EORTC-QLQC30), carga de síntomas (MSAS), fuerza muscular (isometric mid-thigh pull and handgrip), aptitud cardiorrespiratoria (Astrand-Rhyming submaximal cycle test), masa corporal y reincorporación al trabajo. | RT-HIIT y AT-HIIT fueron superiores a UC respecto a la CRF total, CRF afectiva y CRF comportamiento. Para la CdV, tanto RT y AT-HIIT tuvieron mejoras en los síntomas y una mejora en la fuerza muscular comparado con CU. AT-HIIT tuvo la mayor disminución de masa corporal y una mayor proporción de reincorporaciones al trabajo. |

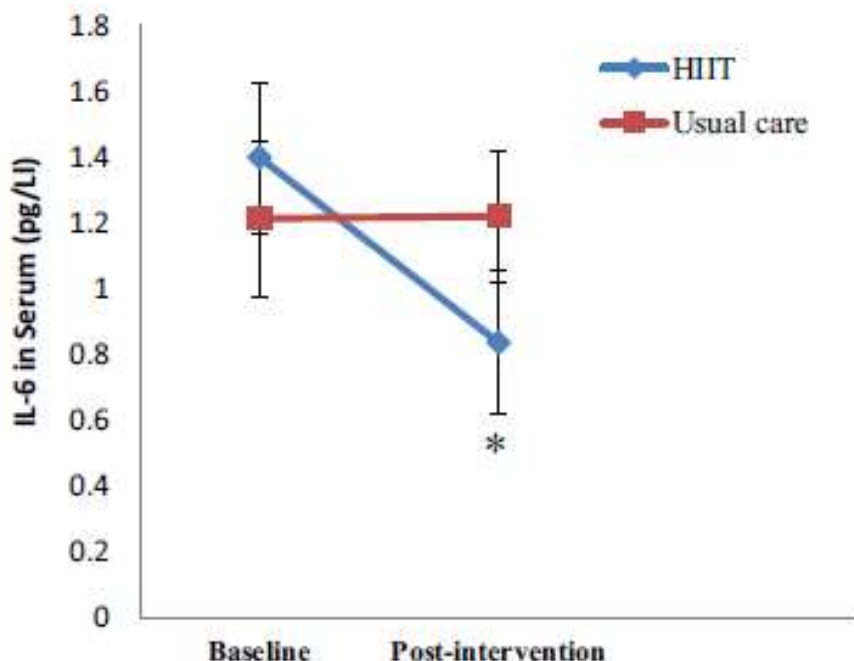
Nota: elaboración propia.

## **4.2. Resumen de artículos empleados**

En este apartado se va a desarrollar los artículos empleados en esta revisión que se encuentran resumidos en la tabla 1:

Alizadeh et al. (2019) en su ensayo clínico quiere probar como el HIIT realizado durante la terapia hormonal en pacientes con cáncer de mama provoca mejoras en la inflamación de bajo grado (IL-6) observadas en las muestras de sangre, un mantenimiento del VO<sub>2</sub> Máx. medido mediante la prueba de Rockpot y una disminución de la grasa corporal medido con los pliegues cutáneos, en comparación con pacientes de atención estándar. Para poder llevar a cabo el estudio se designó aleatoriamente a los 52 pacientes participantes en dos grupos; el grupo HIIT y el grupo control habiendo sido previamente sometidos a una prueba para conocer el nivel de actividad física. El protocolo para el grupo HIIT consistía en un plan de cuidados en sus actividades de la vida diaria y asistir a un programa de ejercicios individualizados a cada paciente y supervisados 3 veces por semana durante 12 semanas en cinta rodante. El tiempo total de la sesión era de 38 minutos: 5 minutos de calentamiento y de vuelta a la calma, 16 minutos de intervalos de alta intensidad y 12 de recuperación activa entre intervalos que consistían principalmente en 4x4 min de subida al 90-95% de FC Máx. y 4x3 min de subida al VO<sub>2</sub> máx. En los resultados se pudo observar una mejoría significativa en referencia a las medidas de composición corporal, incluido el peso corporal en el grupo HIIT respecto al CON. Los participantes del HIIT mostraron un aumento del 21,65% en el VO<sub>2</sub> Máx. Por último, se observó una disminución significativa en IL.6 en el grupo HIIT, lo que indica una disminución en la fatiga (Figura 4).

**Figura 4.** Los efectos en la IL-6 tras 12 semanas de HIIT.



*Nota.* Adaptado de “High-intensity interval training can modulate the systemic inflammation and HSP70 in the breast cancer: a randomized control trial” (p. 2589), por A. Alizadeh et al., 2019, *Journal of Cancer Research and Clinical Oncology*, 145(10).

En el estudio de Ansund et al. (2021) se busca comparar los efectos del entrenamiento de fuerza y el HIIT (RT-HIIT), entrenamiento aeróbico de intensidad moderada y HIIT (AT-HIIT) y la atención individual (CU) en pacientes de cáncer de mama durante la quimioterapia. Para ello, se tienen en cuenta la Troponina T cardíaca (cTnT) para medir el daño cardíaco y la cardiotoxicidad, el biomarcador NT-pro-BNP para mostrar la remodelación cardíaca medidos con inmunoensayo electroquimioluminiscente, ECLIA; y el VO2 Máx. en litros por minuto como indicador de la capacidad cardiorrespiratoria y de CRF. Estos parámetros fueron medidos después de la intervención y 1, 2 y 5 años después. Para poder realizar el ensayo clínico contaron con 88 mujeres, a las que se dividieron aleatoriamente en los 3 grupos: RT-HIIT, AT-HIIT y UC y el protocolo consistía en 2 sesiones semanales supervisadas en el hospital durante 16 semanas. RT-HIIT realizó entrenamiento de fuerza basado en 8-12 repeticiones al 80% del 1RM dirigido a los principales grupos musculares, seguido de 3x3 minutos de entrenamiento aeróbico en intervalos de alta intensidad en cicloergómetro. AT-HIIT consistía en 20 min de intensidad moderada de ejercicio

aeróbico continuo seguido del mismo HIIT que RT-HIIT. Al grupo UC se le dio por escrito información acerca de recomendaciones de ejercicio para pacientes con cáncer. Tras la intervención, se vio que en todos los grupos la cTnT plasmática aumentó, por lo que aumentó el daño cardíaco y la cardiotoxicidad, sin embargo, al año la Nt-pro-BNP fue menor en los grupos de ejercicio consiguiendo con ello una mejor remodelación cardíaca. Siguiendo en esa misma línea, el VO<sub>2</sub> pico se mantuvo en los grupos de ejercicio mientras que disminuyó en el UC consiguiendo los grupos de ejercicio una mejor capacidad respiratoria y menor fatiga relativa al cáncer.

El artículo de Bolam et al. (2019) tiene la intención de determinar si existían diferencias entre los dos grupos de ejercicio OptiTrain y la atención habitual en relación con la salud y la actividad física basándose en la fatiga relacionada con el cáncer medida mediante la Piper Fatigue Scale (PFS), a través de la calidad de vida (CdV) medido con la EORTC-QLQ-C30, los síntomas que padece el paciente que se refleja mediante la Swedish versión of the Memorial Symptom Assessment Scale (MSAS), la fuerza muscular del miembro inferior y la fuerza de prensión mediante el isometric mid-thigh pull, la aptitud cardiorrespiratoria a través del Astrand-Rhyming submaximal cycle test y el comportamiento sedentario y nivel de actividad física mediante un acelerómetro. En el ensayo clínico contaban con 206 participantes sometidas a quimioterapia que fueron asignadas aleatoriamente en 3 grupos: RT-HIIT, AT-HIIT y CU. La intervención consistía en 16 semanas, en las que los grupos de ejercicio entrenaban 2 veces a la semana de forma supervisada por un fisiólogo del ejercicio o un oncólogo, durante 60 minutos aproximadamente en el Hospital Universitario de Karolinska. El grupo RT-HIIT realizaba 8 ejercicios de fuerza, haciendo 2 series de 8-12 repeticiones al 70-80% del 1RM y concluían con un HIIT de 3x3 minutos en un cicloergómetro con una percepción del esfuerzo (RPE) de 16-18 con 1 minuto de recuperación entre cada uno. El grupo AT-HIIT consistía en 20 minutos de ejercicio aeróbico a una intensidad moderada (RPE 13-15) seguido del mismo HIIT que RT-HIIT. En el estudio se puede observar que el grupo RT-HIIT consiguió una mejora significativa y distintiva con el resto de grupos respecto a la fatiga total y fatiga cognitiva relacionada con el cáncer, la fuerza del miembro

inferior y aumento del umbral de dolor. Y, por su parte, el grupo AT-HIIT provocó una mejora significativa respecto a la disminución de síntomas y de la masa muscular con respecto a CU. No hubo hallazgos significativos respecto a la capacidad cardiorrespiratoria ni la fuerza de prensión manual, así como en el comportamiento sedentario y nivel de actividad física. Estas mejoras se muestran de gran valor ya que este estudio medía 2 años después de la intervención por lo que los resultados son duraderos y fiables.

Cešeiko et al. (2019) tiene el objetivo en su estudio de evaluar la efectividad del entrenamiento de fuerza máxima en relación con la calidad de vida en mujeres con cáncer de mama recién diagnosticadas. Para llevar a cabo el estudio contaba con 55 pacientes con cáncer de mama entre los estadios 1 y 3. La intervención consistía en el grupo MST en 2 sesiones semanales durante 12 semanas. Las sesiones comenzaban con 2 series de calentamiento seguido del protocolo de ejercicio que consistía en 4 series con 4 repeticiones de prensa de pierna con una carga de trabajo en torno al 85-90% del 1RM trabajando en torno a 20 minutos con 3 minutos de descanso entre series. El grupo control seguía un régimen de atención estándar de tratamiento supervisado por un oncólogo y recibían una llamada una vez a la semana donde se daban indicaciones referentes a realizar 2 veces por semana 3 series de 10 sentadillas para mantenerles motivados. Las variables principales a tener en cuenta eran la fuerza máxima que se midió mediante la aproximación del 1RM y la calidad de vida medida por la Organización Europea para la Investigación y el Tratamiento del Cáncer Core Quality of Life Questionnaire- C30 (EORTCQLQ-C30) y Módulo BC adicional (QLQ-BR23) enfocándose en la carga de síntomas, estado de salud global, efectos secundarios, imagen corporal, fatiga etc. Tras la intervención se obtuvo en cuanto a la fuerza muscular un aumento del 20% en el 1RM en el grupo MST y una disminución del 9% en el grupo control (tabla 2). En referente a la calidad de vida, el QoL mejoró un 13% en el grupo MST frente al grupo control que no experimentó ningún cambio significativo. Además, tras las 3 semanas se observó también un progreso a nivel de funcionamiento emocional y social (13 y 12%) y una disminución de la fatiga en un 24% en el grupo MST frente a un aumento del 25% del grupo control.

**Tabla 2.** Fuerza muscular de pacientes con BC antes y después del período de control y entrenamiento de fuerza máxima.

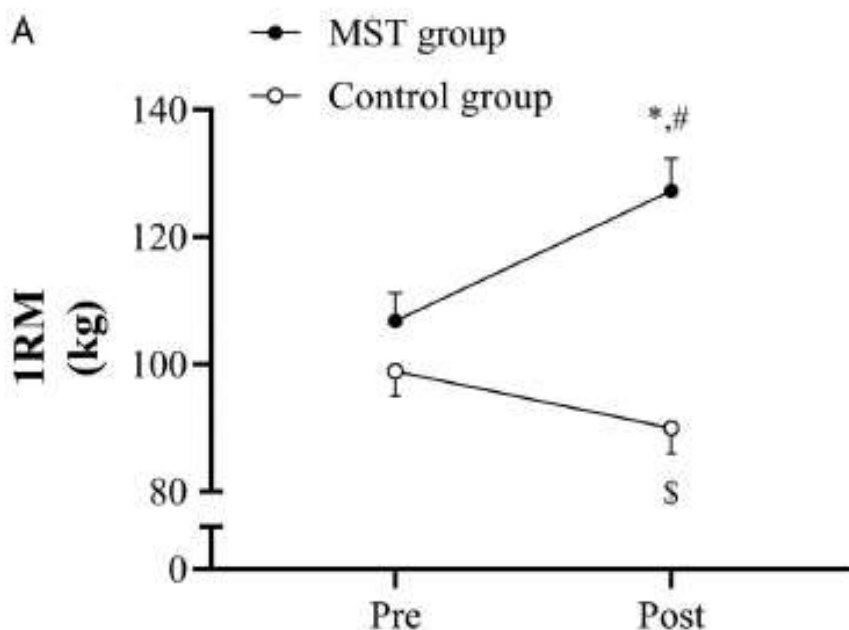
| Variables   | Baseline<br>Mean ± SD | After 12 weeks<br>Mean ± SD | Estimated means<br>difference (95% CI) | p value and Cohen's d value<br>after intervention |
|---|-----------------------|-----------------------------|--|---|
| Weight (kg)   |                       |                             |  |   |
| Exercise  | 77.0 ± 15.2           | 76.7 ± 14.5                 | -0.4 (-0.8 to 1.5)                     | 0.56 (0.1)  |
| Control   | 72.3 ± 17.4           | 73.3 ± 16.5                 | 1.0 (0.1 to 2.2)                       | 0.08 (0.1)  |
| <i>p value and Cohen's d value between the groups</i> | 0.29 (0.3)            | 0.43 (0.2)                  |  |   |
| 1RM (kg)  |                       |                             |  |   |
| Exercise  | 106.8 ± 22.8          | 127.2 ± 26.4                | 20.4 (17.3 to 23.6)                    | 0.001 (0.9)                                       |
| Control   | 98.9 ± 20.7           | 89.9 ± 20.9                 | -8.9 (-11.0 to -6.9)                   | 0.001 (0.5)                                       |
| <i>p value and Cohen's d value between the groups</i> | 0.19 (0.3)            | 0.001 (1.6)                 |  |   |

*Nota.* Adaptado de “The impact of maximal strength training on quality of life among women with breast cancer undergoing treatment” (p. 169), por R. Češeiko et al., 2019, *Experimental Oncology*, 41(2).

Cešeiko et al. (2020) en su artículo científico quieren conocer si el entrenamiento de alta intensidad puede provocar adaptaciones efectivas en referente a la fuerza muscular máxima dinámica del tren inferior estimada con el 1RM, la masa muscular del cuádriceps femoral mediante medidas antropométricas, el tiempo hasta el agotamiento (TTE) medido con la escala de esfuerzo y la economía de carrera con el steady-rate walking economy test en pacientes que sufren los efectos secundarios adversos provocados por el tratamiento del cáncer de mama. Asimismo, querían conocer el rendimiento funcional del paciente y para ello realizaron el test de la distancia a pie de 6 minutos (6MWD), el test de levantarse y sentarse de la silla durante 30 segundos y el test de los escalones y, también consideraban importante el nivel de actividad física medido mediante el cuestionario IPA1-SF. Para la intervención, contaban con 55 pacientes, a los que se asignaron al azar en 2 grupos: maximal strength training (MST) o un grupo control. El objetivo del estudio era empezar tan pronto como fuera posible con la intervención, por ello comenzaron las evaluaciones 2-3 semanas después de la operación con el permiso del cirujano, 1 semana antes de recibir la terapia adyuvante. El grupo MST realizaron 4x4 repeticiones de prensa de piernas al 90% del 1RM 2 veces a la semana durante 12 semanas. Tras la intervención, el grupo MST experimentó mejoras del 20% en el 1RM (figura 5) mientras que el grupo control una disminución de la misma, así como una mejor economía de la marcha y un mayor tiempo hasta el agotamiento durante la marcha incremental.



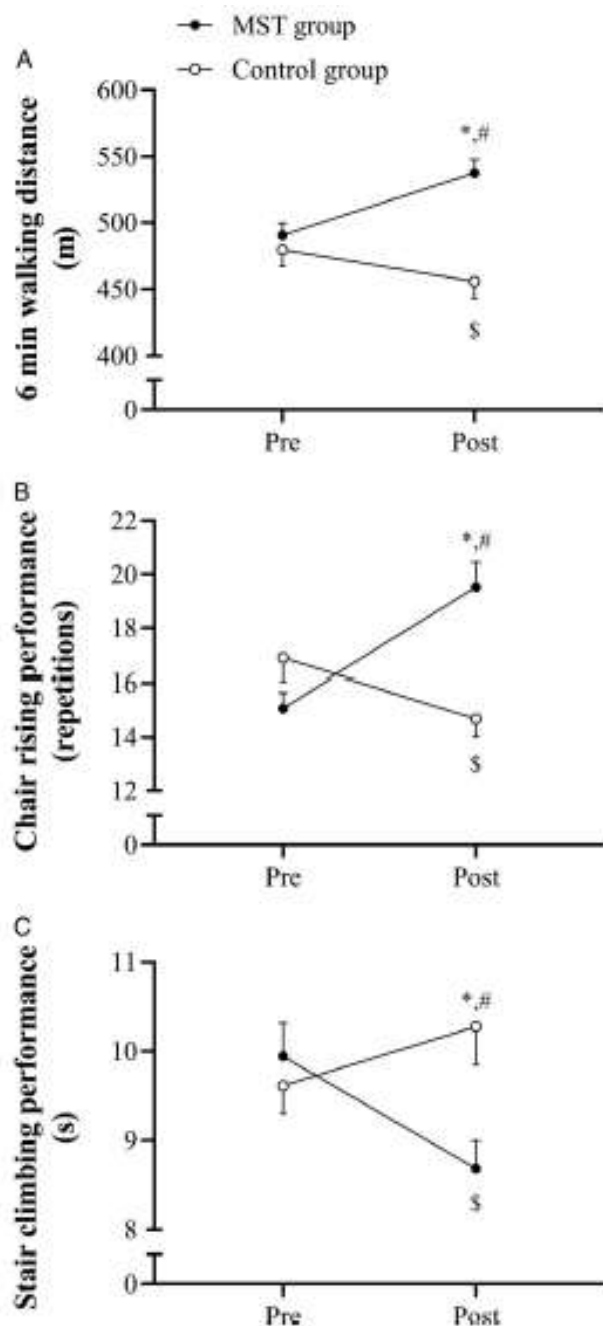
Figura 5. 1RM después de 12 semanas de la terapia adyuvante con y sin MST.



Nota. Adaptado de "Heavy Resistance Training in Breast Cancer Patients Undergoing Adjuvant Therapy" (p. 1242), por R. Cešeiko et al., 2020, *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 52(6).

Asimismo, como se puede ver en la figura 6, el grupo MST consiguió un aumento en la distancia de la caminata de 6 minutos (6MWD) y la elevación de la silla y un mejor rendimiento al subir las escaleras. Por otro lado, no se encontró mejorías en referente a la masa corporal, pero si un crecimiento de la masa de los muslos en el grupo MST.

**Figura 6.** (A) 6MWD (m), (B) rendimiento de elevación de la silla (repeticiones), y (C) rendimiento (s) de subir escaleras después de 12 semanas de terapia adyuvante con y sin entrenamiento de fuerza máxima (MST).

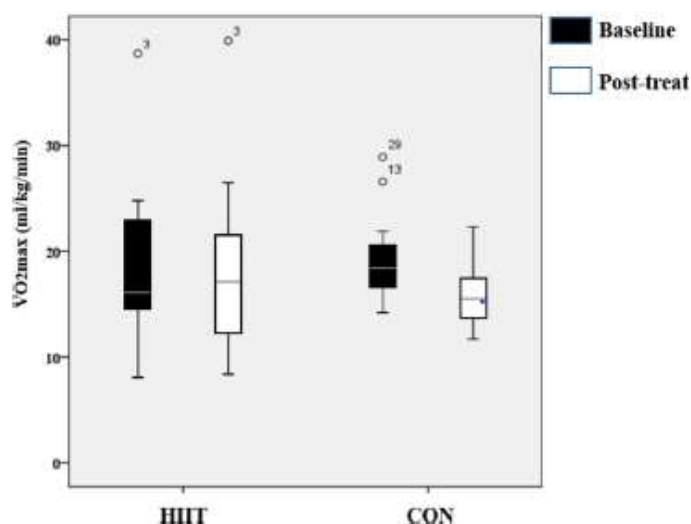


Nota. Adaptado de “Heavy Resistance Training in Breast Cancer Patients Undergoing Adjuvant Therapy” (p. 1243), por R. Češeiko et al., 2020, *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 52(6).

El ensayo clínico realizado por Lee, Kang, Mack, Mortimer, Sattler, Salem, & Dieli-Conwright, (2019) tienen el propósito de determinar si una intervención de HIIT es una buena estrategia de ejercicio factible para pacientes con cáncer de

mama que están sometidos a quimioterapia basada en antraciclinas. Para ello, contaron con 30 mujeres asignadas al azar en el grupo HIIT o en el grupo control en el que no se realizaba ejercicio. La intervención en el grupo HIIT se trataba de 8 semanas entrenando 3 veces por semana de forma supervisada y tenían lugar en el USC Integrative Centro de Investigaciones Oncológicas y el entrenamiento consistía en 7 intervalos de 1 min realizado al 90% de PPO (la definen como la más alta potencia generada durante un ciclo) seguido de un intervalo de 2 min realizado al 10% de PPO. Las sesiones consistían en 5 minutos de calentamiento realizado al 10% de la PP, seguido del protocolo HIIT de 20-30 min (90% PPO / 10% PPO), y luego 5 minutos de vuelta a la calma (10% PPO). En este estudio buscaban evaluar el consumo máximo de oxígeno (VO<sub>2</sub> máx.) en ml/Kg/min y Peak power output (PPO) en vatios. Tras la intervención que todas las mujeres consiguieron completar, el grupo HIIT mantuvo el VO<sub>2</sub> máx. mientras que en el grupo CON hubo una disminución significativa del mismo disminuyendo su capacidad cardiorrespiratoria (figura 7). Por otro lado, en el grupo CON hubo una disminución de PPO mientras que en el grupo HIIT se mantuvo.

**Figura 7.** Diagrama de caja para el VO<sub>2</sub>max al inicio y 8 semanas después del tratamiento en el grupo HIIT y el grupo CON



*Nota.* Adaptado de “Feasibility of high intensity interval training in patients with breast Cancer undergoing anthracycline chemotherapy: a randomized pilot trial” (p. 6), por K. Lee, I. Kang, W. J. Mack, J. Mortimer, F. Sattler, G. Salem, & C.M. Dieli-Conwright, 2019, *BMC Cancer*, 19(1).

Lee et al. (2020) tratan de demostrar que el HIIT reduce el nivel de metaloproteinasas de matriz en mujeres con cáncer de mama sometidas a la quimioterapia basada en antraciclinas, ya que una sobreexpresión de MM-9 y MM-2 se correlaciona con un aumento de placa coronaria y riesgo de arterioesclerosis. Asimismo, un MM-2 elevado se relaciona con el síndrome metabólico y MM-9 con hipertensión arterial. Para llevar a cabo el estudio contaron con una muestra de 30 mujeres que fueron asignadas de manera aleatoria en el grupo HIIT o grupo CON para realizar una intervención durante 8 semanas. El grupo HIIT realizaban 3 sesiones semanales individualizadas en bicicleta estática que consistían en 5 minutos de calentamiento al 10% de PPO, seguido de un protocolo HIIT de 20 minutos que eran 7 episodios de 1 minuto a una intensidad del 90% de PPO seguidos de 2 minutos de baja intensidad (10% de PPO) y al grupo CON se pidió que mantuviera su nivel de actividad física durante las 8 semanas. Los resultados obtenidos tras dicha intervención, se observó una ligera disminución de MMP-9 en el grupo HIIT con respecto al grupo CON y, sin embargo, MMP-2 aumentó significativamente en ambos grupos, como se puede observar en la tabla 3.

**Tabla 3.** Comparación de MMP-2 y MMP-9 entre grupos HIIT y CON.

| Variable             | Baseline, mean (SD) | Post-intervention |        | Between Group Difference Post intervention |      |
|----------------------|---------------------|-------------------|--------|--|------|
|                      | Mean (SD)           | Mean (SD)         | P      | Mean (95% CI)                              | P    |
| <b>MMP-9 (ng/ml)</b> |                     |                   |        | -46.4 (-80.4 to 12.4)                      | 0.65 |
| HIIT                 | 104.3 (51.9)        | 65.2 (69.1)       | 0.01*  |  |      |
| CON                  | 115.5 (47.2)        | 90.4 (67.9)       | 0.10   |  |      |
| <b>MMP-2 (ng/ml)</b> |                     |                   |        | 6.5 (2.1 to 10.9)                          | 0.53 |
| HIIT                 | 76.6 (11.2)         | 83.2 (13.1)       | 0.007* |  |      |
| CON                  | 69.0 (8.9)          | 77.6 (11.1)       | 0.003* |  |      |

*Nota.* Adaptado de “Effect of High Intensity Interval Training on Matrix Metalloproteinases in Women with Breast Cancer Receiving Anthracycline-Based Chemotherapy” por K. Lee et al., 2020, *Scientific Reports*, 10(1).

En el artículo escrito por Lee, Kang, Mack, Mortimer, Sattler, Salem, Lu et al. (2019) buscan determinar los efectos del HIIT sobre la función endotelial vascular medida usando la baFMD mediante el diámetro de la arteria braquial tras la

dilatación del flujo en mm y el grosor de la pared vascular de la carótida media íntima evaluado con el cIMT. Contaron para ello con 30 mujeres asignadas al azar en 2 grupos: grupo HIIT y grupo control. En el grupo HIIT se llevaron a cabo 8 semanas de entrenamiento con 3 sesiones semanales individualizadas y supervisadas en el Centro Integrativo de Investigación Oncológica en Ejercicio (ICORE), en los que se comenzaba con un calentamiento de 5 minutos al 10% de PPO, seguido de un protocolo HIIT de 20 minutos que consistía en 7 intervalos de 1 minuto al 90% de PPO seguido de 2 minutos de recuperación activa al 10% de PPO. Para determinar el PPO se realizó previamente una prueba de aptitud de VO<sub>2</sub> Max. Tras las 8 semanas se observó un aumento significativo de la baFMD en el grupo HIIT, mientras que el grupo CON experimentó una disminución del 7,15%, frente al aumento del 4,3% del grupo HIIT. Y el cIMT en el grupo HIIT no experimentó ningún cambio, mientras que en el grupo CON aumentó significativamente.

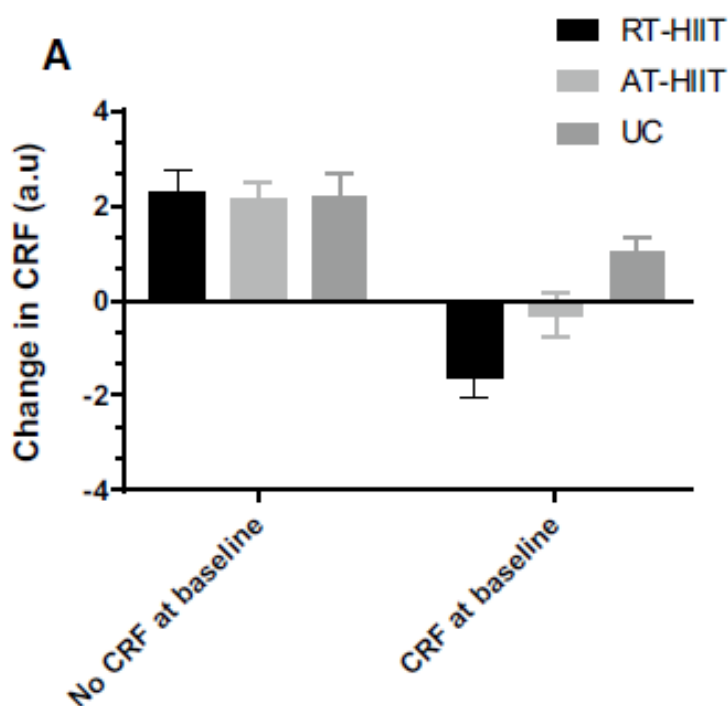
Lee et al. (2021) querían determinar los efectos del HIIT en relación a la calidad de vida y a la función física en pacientes con cáncer de mama que están sometidos a la quimioterapia basada en antraciclinas. La calidad de vida se midió en el ensayo clínico mediante la Evaluación funcional del cáncer de mama (FACT-B), el Inventario de fatiga multidimensional con 20 preguntas (MFI-20) centrado específicamente en la fatiga relativa al cáncer y el Cuestionario de Atención Plena de 5 facetas con 15 ítems (FFMQ-15). La función física se evaluó utilizando la prueba de subida de escaleras de Margaria-Kalamen y la prueba de la marcha de 6 min (6MWT). Para llevar a cabo dicho ensayo disponían de 30 mujeres entre el grupo HIIT y grupo CON. La intervención del grupo HIIT se realizó durante 8 semanas entrenando 3 veces a la semana de forma supervisada en una bicicleta estática. El entrenamiento comenzaba con 5 minutos de calentamiento, seguido del protocolo HIIT de 7 episodios de 1 minuto al 90% de PPO, seguido de 2 minutos de recuperación activa (10% PPO). El grupo CON por su parte, se les pedía que mantuviera menos de 30 minutos de ejercicio total estructurado por semana durante las 8 semanas y que documentara el registro de actividad física semanal. Tras la intervención, se pudo observar una tendencia estadística en el grupo HIIT para la escala de bienestar

físico FACT-B, reducido significativamente en el grupo CON después de las 8 semanas. En relación con la función física, el grupo HIIT experimentó significativas mejoras en la prueba de Margaria-Kalamen y 6MWT y en el grupo CON no hubo diferencias.

En el estudio de Mijwel, Backman, Bolam, Jervaeus et al. (2018) quiso comparar los efectos del RT-HIIT, AT-HIIT y la atención habitual en mujeres con cáncer de mama sometidas a quimioterapia. Para ello, contaron con 240 mujeres asignadas aleatoriamente en los tres grupos previamente mencionados y la intervención era de 16 semanas. Los grupos de ejercicio realizaban 2 sesiones a la semana en una clínica de ejercicio y sus sesiones siempre comenzaban con un calentamiento de 5 minutos en un cicloergómetro o cinta de correr con una RPE de 10-12 en la Escala de Borg y terminan con una vuelta a la calma de 10 minutos de estiramientos dinámicos. RT-HIIT realizó ejercicio aeróbico de alta intensidad y entrenamiento de fuerza en cada sesión. El entrenamiento de fuerza consistía en 8-12 repeticiones a una intensidad del 70% de 1RM progresando al 80% del 1RM en ejercicios dirigidos a los principales grupos musculares con ejercicios como prensa, flexiones de bíceps, saltos en cuclillas, extensiones de tríceps, press de banca, abdominales y extensiones de espalda en decúbito prono. Y el entrenamiento aeróbico del RT-HIIT consistió en un 3x3 minutos de intervalos de alta intensidad con un RPE de 16-18 intercalados con 1 minuto de recuperación activa de baja intensidad. El grupo AT-HIIT comenzaba con 20 minutos de ejercicio aeróbico continuo con un RPE de 13-15 y seguido del mismo protocolo de intervalo de alta intensidad que el grupo RT-HIIT. UC recibió información sobre las recomendaciones de ejercicio para pacientes con cáncer. En este estudio, el criterio de valoración principal fue el cáncer-related fatigue (CRF) valorado principalmente mediante la Swedish version of the 22-item Piper Fatigue Scale (PFS), y, la otra variable es la Health-related quality of life (HRQoL) (CVRS: calidad de vida relacionada con la salud) medida mediante The 30-item EORTC-QLQ-C30 questionnaire. Los resultados tras la intervención fueron que el grupo RT-HIIT consiguió un mantenimiento de la CRF total y para la CRF de comportamiento y sensorial, mientras que en UC aumentó significativamente la escala de fatiga (figura 8).

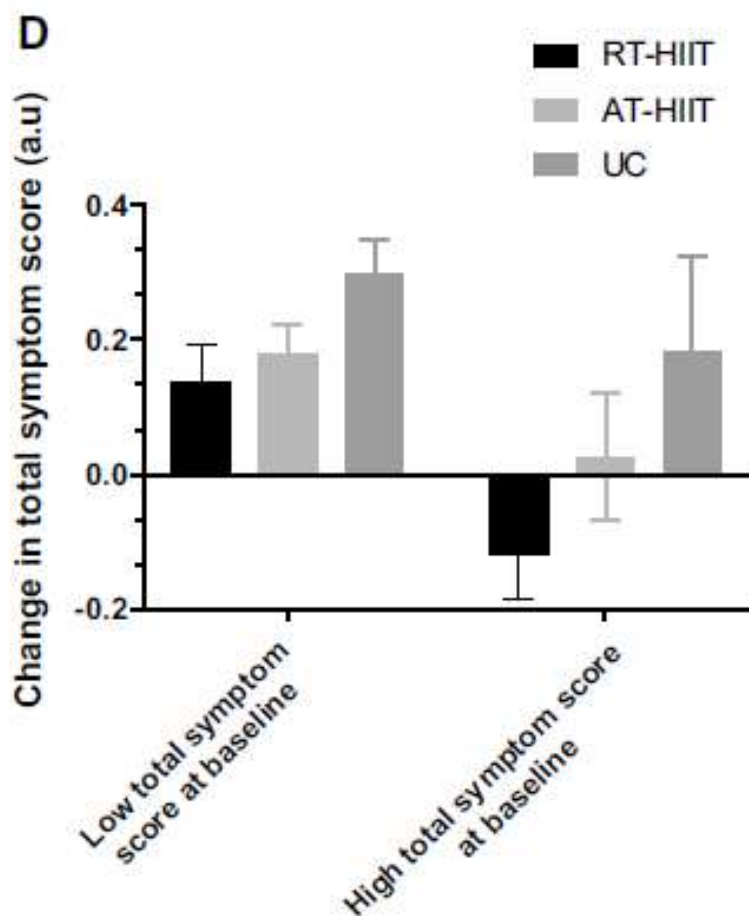
Respecto a HRQoL el funcionamiento cognitivo fue superior en RT-HIIT y el funcionamiento emocional fue superior para AT-HIIT pero en UC disminuyó significativamente la HRQoL. UC experimentó unas puntuaciones mayores al dolor que RT-HIIT y AT-HIIT y una carga mayor de síntomas como se puede ver en la figura 9.

**Figura 8.** CRF pre y post las 16 semanas de intervención.



*Nota.* Adaptado de “Adding high-intensity interval training to conventional training modalities: optimizing health-related outcomes during chemotherapy for breast cancer: the OptiTrain randomized controlled trial “(p 89) por S. Mijwel, M. Backman, K. Bolam, A. Jervaeus et al., 2018, *Breast Cancer Research and Treatment*, 168(1).

**Figura 9.** Carga de síntomas pre y post las 16 semanas de intervención.



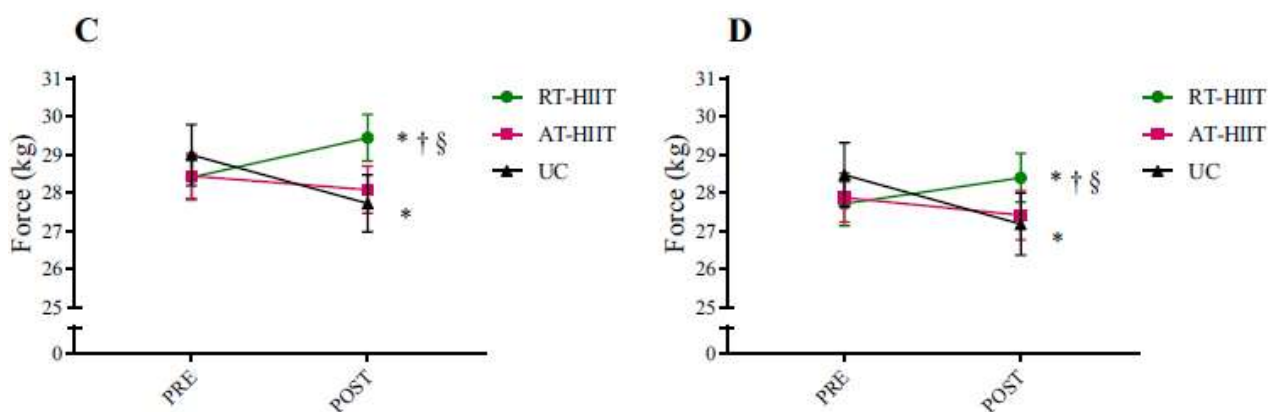
*Nota.* Adaptado de “Adding high-intensity interval training to conventional training modalities: optimizing health-related outcomes during chemotherapy for breast cancer: the OptiTrain randomized controlled trial “(p 89) por S. Mijwel, M. Backman, K. Bolam, A. Jervaeus et al., 2018, *Breast Cancer Research and Treatment*, 168(1).

Mijwel, Backman, Bolam, Olofsson et al. (2018) en su estudio trataron de examinar los efectos del RT-HIIT, AT-HIIT y CU sobre la fatiga relativa al cáncer medida mediante el EORT-QLQ-C30 y la Piper Fatigue Scale, sobre la capacidad cardiorrespiratoria que se tomaron medidas a través de la predicción del VO<sub>2</sub> pico, sobre la fuerza muscular tanto de agarre como de miembro inferior que se midió con Hydraulic Hand Dinamometer y Isometric Mid-thigh Pull respectivamente. También se tuvo en cuenta en este estudio la masa corporal mediante la antropometría y el umbral de dolor con el algómetro electrónico. La intervención consistía en 16 semanas de entrenamiento con 240 mujeres que se



asignaron al azar en los grupos RT-HIIT, AT-HIIT y CU. Los grupos de ejercicio entrenaban de forma supervisada 2 veces a la semana en el Centro de Rehabilitación del Hospital Universitario Karolinska. El grupo RT-HIIT trabajó ejercicios de fuerza al 80% del 1RM realizando 2-3 series de 8-12 repeticiones, ajustando las cargas en todo el período de entrenamiento. AT-HIIT por su parte comenzaba con 20 min de ejercicio aeróbico continuo de intensidad moderada con un RPE de 13-15 en la escala de Borg. Y luego, tanto RT-HIIT como AT-HIIT concluyeron con episodios de 3x3 minutos de HIIT con un RPE de 16-18 intercalados con 1 min de recuperación. Tras este período se obtuvo que tanto RT-HIIT como AT-HIIT evitaron la reducción de la aptitud física encontrada en UC y tuvieron un menor aumento de masa corporal. RT-HIIT mejoró los niveles de fuerza tanto de agarre (figura 10) como de MMII y consiguió un mayor umbral de dolor en comparación con UC y AT-HIIT.

**Figura 10.** Efectos de (RT-HIIT) y (AT-HIIT) versus atención (UC) en la fuerza de empuñadura del lado de la cirugía y fuerza de la empuñadura del lado sin cirugía.

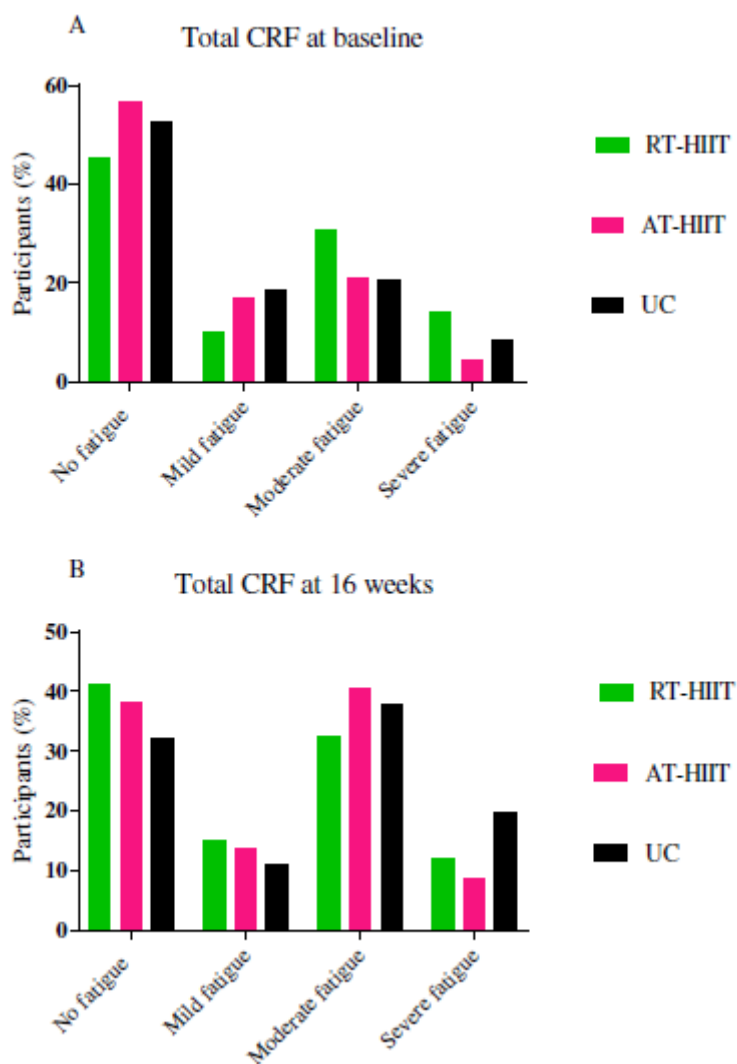


*Nota.* Adaptado de “Highly favorable physiological responses to concurrent resistance and high-intensity interval training during chemotherapy: the OptiTrain breast cancer trial “(p 97) por S. Mijwel, M. Backman, K.A. Bolam, E. Olofsson et al., 2018, *Breast Cancer Research and Treatment*, 169(1).

En este estudio, Mijwel et al. (2019) quisieron examinar los efectos del HIIT relacionados con la salud y medidos objetivamente 12 meses después del comienzo de la quimioterapia. Las variables que quisieron investigar de forma

detallada fueron la fatiga relacionada con el cáncer para la que utilizaron la Piper Fatigue Scale, la calidad de vida medida a través del EORT-QLQC30, la carga de síntomas con MSAS, la fuerza muscular de miembro inferior de agarre con Isometric Mid-thigh Pull and Handgrip, la aptitud cardiorrespiratoria con Astrand-Rhyming Submaximal Cycle Test, la masa corporal con antropometría y la reincorporación al trabajo. Para el ensayo clínico contaban con 240 mujeres asignadas al azar en 3 grupos: RT-HIIT, AT-HIIT y CU. El protocolo de ejercicio fue similar a los anteriores que se resume en 16 semanas; el grupo RT-HIIT comienza con entrenamiento de fuerza al 80% de 1RM haciendo 2-3 series de 8-12 repeticiones seguido del protocolo HIIT con un 3x3 minutos al 16-18 del RPE y con 1 minuto de descanso entre ellos. AT-HIIT comenzaba con 20 minutos a una intensidad de 13-15 del RPE y pasaba a realizar el mismo protocolo HIIT que RT-HIIT. Al grupo CU, sin embargo, se le dio información referente a la actividad física recomendada según la American College of Sports Medicine. Los resultados obtenidos fueron que los grupos RT-HIIT y AT-HIIT fueron superiores respecto a la CU en la fatiga relacionada con el cáncer total (figura 11), pero también en la CRF afectiva/emocional y en la CRF de comportamiento y vida diaria, mientras que AT-HIIT fue superior en la cognitiva. En referente a la calidad de vida tanto RT-HIIT como AT-HIIT experimentaron mejorías en la carga de síntomas y de la fuerza muscular al lado de CU. AT-HIIT consiguió además la mayor disminución de masa corporal y una mayor proporción de reincorporaciones al trabajo.

**Figura 11.** Niveles totales de fatiga relacionada con el cáncer divididos en categorías: sin fatiga, fatiga leve (puntuación > 0), fatiga moderada (puntuación > 4) o fatiga severa (puntuación > 7) al inicio (A) y a las 16 semanas (B).



*Nota.* Adaptado de “High-intensity exercise during chemotherapy induces beneficial effects 12 months into breast cancer survivorship” (p 253) por S. Mijwel et al., 2019, *Journal of Cancer Survivorship: Research and Practice*, 13(2).

## **5. DISCUSIÓN**

En la discusión se va a tratar de comparar los artículos utilizados para esta revisión agrupados según los objetivos de la misma.

### **5.1. VO<sub>2</sub> máx. y condición cardiorrespiratoria en relación con el HIIT de resistencia.**

En referente al VO<sub>2</sub> máx. y el HIIT de resistencia, en los estudios de Ansund et al. (2021) y Lee, Kang, Mack, Mortimer, Sattler, Salem, & Dieli-Conwright (2019) se puede apreciar cómo, tras la intervención, el VO<sub>2</sub> máx. en los grupos donde se ha realizado ejercicio se mantiene mientras que el grupo control experimenta una disminución significativa del mismo disminuyendo su capacidad cardiorrespiratoria. Ansund et al. (2021) realizó 2 grupos de intervención, uno que comenzaba con trabajo de fuerza seguido del HIIT de resistencia que consistía en un 3x3 minutos de entrenamiento aeróbico de alta intensidad (RT-HIIT) y el otro era trabajo aeróbico moderado seguido del mismo HIIT (AT-HIIT) y fue en ambos donde se apreció el mantenimiento del VO<sub>2</sub> máx. Sin embargo, Lee, Kang, Mack, Mortimer, Sattler, Salem, & Dieli-Conwright (2019) contaban con un solo grupo de ejercicio que realizó un HIIT de resistencia de 7 intervalos de 1 minuto al 90% de PPO. Por su parte Alizadeh et al. (2019) tras las 12 semanas de ejercicio, no sólo experimentan un mantenimiento del VO<sub>2</sub> máx. si no un aumento del mismo siendo el protocolo de ejercicio un 4x4 min de subida al 90-95% de la FC máx. y un 4x3 de subida al VO<sub>2</sub> máx.

Lee et al. (2020) no valora de forma concreta el VO<sub>2</sub> máx. si no que se centra en el nivel de metaloproteinasas de matriz, específicamente la MM-9 por su relación con el aumento de la placa coronaria y el riesgo de arterioesclerosis, y, se observa en sus resultados tras 8 semanas de intervención una disminución de MM-9 en el grupo HIIT frente al mantenimiento en el grupo CON. Esta disminución provoca en el grupo que realiza ejercicio de resistencia de alta intensidad una disminución de la placa coronaria, consiguiendo por tanto una mejora en la capacidad cardiorrespiratoria como se veía en los artículos previamente comentados.

Siguiendo en la misma línea que los autores anteriores, Lee, Kang, Mack, Mortimer, Sattler, Salem, Lu et al. (2019) valoran la mejora de la capacidad cardiorrespiratoria, pero lo hacen a través de la medición de la función endotelial mediante el diámetro de la arteria braquial (baFMD) y el grosor de la pared vascular de la carótida media íntima (cIMT). Tras la intervención de 8 semanas el grupo HIIT se observa un aumento en la baFMD y respecto al cIMT el grupo HIIT no experimentó ningún cambio y el grupo CON aumentó significativamente. Se puede apreciar por tanto una mejora en la función endotelial y por ello una mejora de la capacidad cardiorrespiratoria.

## **5.2. La fuerza muscular y el HIIT de fuerza.**

Cešeiko et al. (2020) y Cešeiko et al. (2019) realizan un entrenamiento de intervalos de alta intensidad de fuerza estricto que consiste en un 4x4 repeticiones de prensa de piernas al 85-90% del 1RM 2 veces a la semana durante 12 semanas. Son los estudios donde se consigue un aumento mayor de la fuerza muscular del miembro inferior, experimentando el grupo de intervención una mejora en ambos estudios del 20% en el 1RM. Sin embargo, Bolam et al. (2019), Mijwel, Backman, Bolam, Olofsson et al. (2018) y Mijwel et al. (2019) realizan un trabajo de fuerza al 80% del 1 RM haciendo 2-3 series de en torno a 8 repeticiones y a continuación un HIIT de resistencia, pero en este apartado sólo se tiene en cuenta el trabajo de fuerza ya que es el que tiene relación con la mejora de la fuerza muscular. En estos estudios, se aprecia una intensidad menor, no se realiza un HIIT estricto si no un trabajo de fuerza a una intensidad alta y los ejercicios no son solo de miembro inferior, sino que también se realizan ejercicios como flexiones de bíceps, extensiones de tríceps, así como ejercicios de cuerpo completo. Tras las intervenciones se consiguen una mejoría de la fuerza muscular tanto de miembro inferior como de agarre en comparación con el grupo control que no realiza ninguna intervención, pero no consiguen una mejora tan significativa como Cešeiko et al. (2019 y 2020).

Por otro lado, Mijwel, Backman, Bolam, Jervaeus et al. (2018) comienza con una intensidad del 70% del 1RM, pero van progresando hasta llegar a una intensidad del 80%. Tras la intervención, también se haya aumentos considerables en la

fuerza de miembro inferior y de agarre, pero no del alcance de los ya mencionados anteriormente.

Cabe destacar que la muestra con la que cuenta Ceseiko et al. (2020) y Cešeiko et al. (2019) se trata de 55 mujeres, mientras que Mijwel, Backman, Bolam, Olofsson et al. (2018), Mijwel et al. (2019) y Mijwel, Backman, Bolam, Jervaeus et al. (2018) es de 240 mujeres.

### **5.3. La fatiga relativa al cáncer y el entrenamiento de alta intensidad de fuerza y de resistencia.**

Bolam et al. (2019) tras su intervención en la que se dividieron en 2 grupos de ejercicio: RT-HIIT que consistía en un trabajo de fuerza de alta intensidad (80% RM) seguido de un HIIT de resistencia y AT-HIIT que realizó trabajo aeróbico seguido de un HIIT de resistencia, se apreció sólo en el grupo RT-HIIT una mejora significativa y distintiva en la fatiga total y la fatiga cognitiva relacionada con el cáncer medida mediante la Piper Fatigue Scale (PFS). Siguiendo en esta línea, Mijwel, Backman, Bolam, Jervaeus et al. (2018) y Mijwel et al. (2019) realizan el mismo protocolo de ejercicio con la excepción de que la muestra es ligeramente mayor pasando de 206 a 240 y los resultados son muy similares, pero con una mayor especificidad respecto a los distintos tipos de fatiga. Tras el programa de ejercicio, se observó que RT-HIIT consiguió un mantenimiento de la CRF total y para la CRF de comportamiento y sensorial mientras que el grupo CU aumentó significativamente su escala de fatiga. El grupo AT-HIIT obtuvo mejorías respecto a la fatiga, pero no tan características como el RT-HIIT. Mijwel et al. (2019) incluye la fatiga cognitiva afirmando que ésta solamente mejora en el grupo AT-HIIT.

Asimismo, Lee et al. (2021) solo realizó un grupo de ejercicio que consistía en un HIIT de resistencia exclusivamente trabajando al 90% en el que medían la fatiga relativa al cáncer mediante el MFI-20 y no se encontraron hallazgos relevantes respecto a la misma, es decir en este estudio no se hace entrenamiento de fuerza de alta intensidad y no se obtienen resultados positivos respecto a la fatiga relativa al cáncer. Por último, Cešeiko et al. (2019) tras su intervención con el grupo MST de un protocolo de fuerza máxima 4x4 consigue

una disminución de la fatiga de un 24% frente al aumento del 25% del grupo control medido con la escala de síntomas de la HRQOL C-30.

Como se ha podido observar, a excepción de Lee et al. (2021) y Češeiko et al. (2019), el resto de estudios utilizan para la medición de la fatiga relacionada con el cáncer la Piper Fatigue Scale (PFS), mientras que Lee et al. (2021) utiliza el inventario de fatiga multidimensional con 20 preguntas (MFI-20) y Češeiko et al. (2019) a través de la HRQOL C-30.

#### **5.4. La carga de síntomas mediante el entrenamiento de alta intensidad de fuerza y resistencia.**

Bolam et al. (2019) y Mijwel et al. (2019) tras la intervención estudiaron la respuesta en relación con la carga de síntomas de manera concreta y específica, consiguiendo en ambos estudios una mejoría de los síntomas del grupo experimental. Bolam et al. (2019) afirma que la mayor disminución de síntomas la experimenta el grupo AT-HIIT, mientras que Mijwel et al. (2019) habla de la mejoría en la carga de síntomas tanto en RT-HIIT y AT-HIIT; pero ambos afirman la diferencia con respecto al grupo control.

Sin embargo, Češeiko et al. (2020) estudia concretamente el tiempo hasta el agotamiento con la escala de esfuerzo y el rendimiento funcional con distintos test. Tras la intervención con el HIIT de fuerza resulta que el grupo MST experimenta un aumento en el tiempo hasta el agotamiento y un aumento en la distancia de la caminata de 6 minutos (6MWD), en la elevación de la silla y un mejor rendimiento al subir escaleras; consiguiendo por tanto disminuir síntomas típicos del cáncer como la pérdida de condición física y pérdida de fuerza. Siguiendo en esa línea, Češeiko et al. (2019) con el mismo protocolo de entrenamiento de fuerza, observa una mejora de la calidad de vida del 13%, además de una mejora del 13 y 12% del funcionamiento emocional y social.

De forma parecida, Mijwel, Backman, Bolam, Olofsson et al. (2018) ponen de manifiesto como tras la intervención en los grupos RT-HIIT y AT-HIIT se consiguió evitar la reducción de la aptitud física consiguiendo por tanto disminuir uno de los síntomas más comunes en los pacientes con cáncer de mama.

Tras la intervención, Lee et al. (2021) observa en el grupo experimental de HIIT de resistencia, un aumento en la tendencia estadística para la escala de bienestar físico FACT-B consiguiendo por ello una disminución en la carga de síntomas, además de una mejora en la función física demostrada mediante la prueba de Margarita-Kalamen y 6MWT, misma prueba que realizó Češeiko et al. (2020).

Por último, uno de los síntomas más característicos es el tema del dolor, Mijwel, Backman, Bolam, Jervaeus et al. (2018) afirman que los grupos AT-HIIT y RT-HIIT obtienen puntuaciones menores al dolor que el grupo control. Sin embargo, Mijwel, Backman, Bolam, Olofsson et al. (2018) dice que es el grupo RT-HIIT quien presenta el mayor umbral de dolor.



## **6. FUTURAS LÍNEAS DE INVESTIGACIÓN**

En la presente revisión se observan limitaciones, como la de no poder responder ante la pregunta acerca de qué provoca mayores beneficios sobre la carga de síntomas si el entrenamiento de fuerza o de resistencia de alta intensidad. Por ello, sería necesario seguir investigando para poder evidenciar qué tipo de entrenamiento tiene mejores resultados.

Otra limitación es que en algunos artículos se realiza el entrenamiento de fuerza y a continuación un HIIT de resistencia por lo que los beneficios no son puramente por el entrenamiento de fuerza para algunas variables como la CRF. Además, existen pocos artículos referentes a un entrenamiento de alta intensidad de fuerza estricto (por encima del 85% del 1RM) y los pacientes con cáncer de mama; sería de gran relevancia que se siguiera investigando acerca de este tema para poder conocer mayores beneficios del mismo en los pacientes y que sea de mayor fiabilidad científica al haber sido estudiado por más profesionales del tema.

Asimismo, como se veía anteriormente, en este estudio se han contado con artículos que comienzan a estudiar el entrenamiento concurrente, comenzando con trabajo de fuerza de alta intensidad y realizando a continuación un HIIT de resistencia. Sería de gran interés que en futuras líneas de investigación se estudiaran en profundidad los beneficios sobre esta población concreta observando los cambios (si existieran) frente a un entrenamiento de alta intensidad solo de fuerza o solo de resistencia y realizar un protocolo de ejercicio estándar para que se pudiera implementar en los hospitales.

Por otro lado, el ejercicio físico está demostrado que provoca grandes mejoras en las características del cáncer como puede ser con la reducción del IGF-1 que es un factor de crecimiento insulínico relacionado con la metástasis; con la activación de la P53 que disminuye la proliferación tumoral, promoviendo la apoptosis y el aumento de la E-cadherina que evita la metástasis (Ruiz-Casado et al. 2017). Sería de interesante aporte científico conocer los efectos sobre estas características del cáncer mediante el entrenamiento de alta intensidad tanto de fuerza como de resistencia para conocer los beneficios ya no sólo a nivel de calidad de vida si no también en estos factores clave del cáncer.

## 7. CONCLUSIONES

Las conclusiones a las que se han llegado teniendo en cuenta los objetivos planteados en este trabajo son las siguientes:

- La revisión bibliográfica confirma la mejora de la calidad de vida y la respuesta fisiológica a través del entrenamiento de alta intensidad en pacientes con cáncer de mama.
- El VO<sub>2</sub> Máx. experimenta un impacto positivo al aumentar significativamente tras el entrenamiento de resistencia de alta intensidad. Aumenta también la capacidad cardiorrespiratoria a través de la mejora del VO<sub>2</sub> Máx., la mejora de la función endotelial y la disminución de la MM-9.
- Aumento considerable de la fuerza muscular en el miembro inferior y ligero aumento de la fuerza de presión tras el entrenamiento de fuerza de alta intensidad en pacientes con cáncer de mama.
- La fatiga relativa al cáncer es significativamente menor al realizar entrenamiento de fuerza de alta intensidad frente al entrenamiento exclusivo de resistencia de alta intensidad en pacientes con cáncer de mama.
- La revisión alude que con el entrenamiento de fuerza y de resistencia de alta intensidad se consigue una mejora significativa en la carga de síntomas, pero no es posible comparar los efectos entre ambos tipos de HIIT.

## 8. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Adams, V., Alves, M., Fischer, T., Rolim, N., Werner, S., Schütt, N., ... & Wisloff, U. (2015). High-intensity interval training attenuates endothelial dysfunction in a Dahl salt-sensitive rat model of heart failure with preserved ejection fraction. *Journal of Applied Physiology*, 119(6), 745-752.
- Alizadeh, A. M., Isanejad, A., Sadighi, S., Mardani, M., Kalaghchi, B., & Hassan, Z. M. (2019). High-intensity interval training can modulate the systemic inflammation and HSP70 in the breast cancer: a randomized control trial. *Journal of Cancer Research and Clinical Oncology*, 145(10), 2583–2593. <https://doi-org.ezproxy.universidadeuropea.es/10.1007/s00432-019-02996-y>
- Ansund, J., Mijwel, S., Bolam, K. A., Altena, R., Wengström, Y., Rullman, E., & Rundqvist, H. (2021). High intensity exercise during breast cancer chemotherapy - effects on long-term myocardial damage and physical capacity - data from the OptiTrain RCT. *Cardio-Oncology (London, England)*, 7(1), 7. <https://doi-org.ezproxy.universidadeuropea.es/10.1186/s40959-021-00091-1>
- Bell, R. A., Baldi, J. C., & Jones, L. M. (2021). Additional cardiovascular fitness when progressing from moderate- to high-intensity exercise training in previously trained breast cancer survivors. *Supportive Care in Cancer: Official Journal of the Multinational Association of Supportive Care in Cancer*, 29(11), 6645–6650. <https://doi-org.ezproxy.universidadeuropea.es/10.1007/s00520-021-06259-w>
- Bolam, K. A., Mijwel, S., Rundqvist, H., & Wengström, Y. (2019). Two-year follow-up of the OptiTrain randomised controlled exercise trial. *Breast Cancer Research and Treatment*, 175(3), 637–648. <https://doi-org.ezproxy.universidadeuropea.es/10.1007/s10549-019-05204-0>
- Cešeiko, R., Eglītis, J., Srebnijs, A., Timofejevs, M., Purmalis, E., Erts, R., Vētra, A., & Tomsone, S. (2019). The impact of maximal strength training on

quality of life among women with breast cancer undergoing treatment. *Experimental Oncology*, 41(2), 166–172. <https://doi-org.ezproxy.universidadeuropea.es/10.32471/exp-oncology.2312-8852.vol-41-no-2.13249>

Cešeiko, R., Thomsen, S. N., Tomson, S., Eglitis, J., Vetra, A., Srebnijs, A., Timofejevs, M., Purmalis, E., & Wang, E. (2020). Heavy Resistance Training in Breast Cancer Patients Undergoing Adjuvant Therapy. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 52(6), 1239–1247.

Christensen, J. F., Jones, L. W., Andersen, J. L., Dugaard, G., Rorth, M., & Hojman, P. (2014). Muscle dysfunction in cancer patients. *Annals of oncology*, 25(5), 947-958.

Cockcroft, E. J., Williams, C. A., Tomlinson, O. W., Vlachopoulos, D., Jackman, S. R., Armstrong, N., & Barker, A. R. (2015). High intensity interval exercise is an effective alternative to moderate intensity exercise for improving glucose tolerance and insulin sensitivity in adolescent boys. *Journal of Science and Medicine in Sport*, 18(6), 720-724.

Courneya, K. S., & C. M. Friedenreich. 2001. Framework PEACE: an organizational model for examining physical exercise across the cancer experience. *Ann. Behav. Med.* 23, 263–272.

De África, R., de las Américas, R., de Asia Sudoriental, R., & de Europa, R. (2021). Cáncer de mama. Organización mundial de la salud.

Heggelund, J., Fimland, M. S., Helgerud, J., & Hoff, J. (2013). Maximal strength training improves work economy, rate of force development and maximal strength more than conventional strength training. *European journal of applied physiology*, 113(6), 1565-1573.

Karlsen, T., Aamot, I. L., Haykowsky, M., & Rognmo, Ø. (2017). High intensity interval training for maximizing health outcomes. *Progress in cardiovascular diseases*, 60(1), 67-77.

- Klassen, O., Schmidt, M. E., Ulrich, C. M., Schneeweiss, A., Potthoff, K., Steindorf, K., & Wiskemann, J. (2017). Muscle strength in breast cancer patients receiving different treatment regimes. *Journal of cachexia, sarcopenia and muscle*, *8*(2), 305-316.
- Lee, K., Kang, I., Mack, W. J., Mortimer, J., Sattler, F., Salem, G., & Dieli-Conwright, C. M. (2019). Feasibility of high intensity interval training in patients with breast Cancer undergoing anthracycline chemotherapy: a randomized pilot trial. *BMC Cancer*, *19*(1), 653. <https://doi-org.ezproxy.universidadeuropea.es/10.1186/s12885-019-5887-7>
- Lee, K., Kang, I., Mack, W. J., Mortimer, J., Sattler, F., Salem, G., & Dieli-Conwright, C. M. (2020). Effect of High Intensity Interval Training on Matrix Metalloproteinases in Women with Breast Cancer Receiving Anthracycline-Based Chemotherapy. *Scientific Reports*, *10*(1), 5839. <https://doi-org.ezproxy.universidadeuropea.es/10.1038/s41598-020-61927-x>
- Lee, K., Kang, I., Mack, W. J., Mortimer, J., Sattler, F., Salem, G., Lu, J., & Dieli-Conwright, C. M. (2019). Effects of high-intensity interval training on vascular endothelial function and vascular wall thickness in breast cancer patients receiving anthracycline-based chemotherapy: a randomized pilot study. *Breast Cancer Research and Treatment*, *177*(2), 477–485. <https://doi-org.ezproxy.universidadeuropea.es/10.1007/s10549-019-05332-7>
- Lee, K., Norris, M. K., Wang, E., & Dieli-Conwright, C. M. (2021). Effect of high-intensity interval training on patient-reported outcomes and physical function in women with breast cancer receiving anthracycline-based chemotherapy. *Supportive Care in Cancer: Official Journal of the Multinational Association of Supportive Care in Cancer*, *29*(11), 6863–6870. <https://doi-org.ezproxy.universidadeuropea.es/10.1007/s00520-021-06294-7>

- Mijwel, S., Backman, M., Bolam, K. A., Jervaeus, A., Sundberg, C. J., Margolin, S., Browall, M., Rundqvist, H., & Wengström, Y. (2018). Adding high-intensity interval training to conventional training modalities: optimizing health-related outcomes during chemotherapy for breast cancer: the OptiTrain randomized controlled trial. *Breast Cancer Research and Treatment*, 168(1), 79–93. <https://doi-org.ezproxy.universidadeuropea.es/10.1007/s10549-017-4571-3>
- Mijwel, S., Cardinale, D. A., Norrbom, J., Chapman, M., Ivarsson, N., Wengström, Y., ... & Rundqvist, H. (2018). Exercise training during chemotherapy preserves skeletal muscle fiber area, capillarization, and mitochondrial content in patients with breast cancer. *The FASEB Journal*, 32(10), 5495-5505.
- Mijwel, S., Backman, M., Bolam, K. A., Olofsson, E., Norrbom, J., Bergh, J., Sundberg, C. J., Wengström, Y., & Rundqvist, H. (2018). Highly favorable physiological responses to concurrent resistance and high-intensity interval training during chemotherapy: the OptiTrain breast cancer trial. *Breast Cancer Research and Treatment*, 169(1), 93–103. <https://doi-org.ezproxy.universidadeuropea.es/10.1007/s10549-018-4663-8>
- Mijwel, S., Jervaeus, A., Bolam, K. A., Norrbom, J., Bergh, J., Rundqvist, H., & Wengström, Y. (2019). High-intensity exercise during chemotherapy induces beneficial effects 12 months into breast cancer survivorship. *Journal of Cancer Survivorship: Research and Practice*, 13(2), 244–256. <https://doi-org.ezproxy.universidadeuropea.es/10.1007/s11764-019-00747-z>
- Mosti, M. P., Kaehler, N., Stunes, A. K., Hoff, J., & Syversen, U. (2013). Maximal strength training in postmenopausal women with osteoporosis or osteopenia. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 27(10), 2879-2886.
- Ruiz-Casado, A., Martín-Ruiz, A., Pérez, L. M., Provencio, M., Fiuza-Luces, C., & Lucia, A. (2017). Exercise and the hallmarks of cancer. *Trends in cancer*, 3(6), 423-441.

Sociedad de Oncología médica (2019, diciembre). *¿Qué Es El Cáncer Y Cómo Se Desarrolla?* <https://seom.org/informacion-sobre-el-cancer/que-es-el-cancer-y-como-se-desarrolla>

Sociedad Española de oncología médica (SEOM) (2021). Las cifras del cáncer en España. Recuperado de: [https://seom.org/images/Cifras\\_del\\_cancer\\_en\\_Espnaha\\_2021.pdf](https://seom.org/images/Cifras_del_cancer_en_Espnaha_2021.pdf)

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.ezproxy.universidadeuropea.es/10.1186/s12885-020-07295-1>

Van Waart, H., Stuiver, M. M., van Harten, W. H., Geleijn, E., Kieffer, J. M., Buffart, L. M., ... & Aaronson, N. K. (2015). Effect of low-intensity physical activity and moderate-to high-intensity physical exercise during adjuvant chemotherapy on physical fitness, fatigue, and chemotherapy completion rates: results of the PACES randomized clinical trial. *J Clin Oncol*, 33(17), 1918-1927.

Wang, E., Helgerud, J., Loe, H., Indseth, K., Kaehler, N., & Hoff, J. (2010). Maximal strength training improves walking performance in peripheral arterial disease patients. *Scandinavian journal of medicine & science in sports*, 20(5), 764-770.

Wang, E., Nyberg, S. K., Hoff, J., Zhao, J., Leivseth, G., Tørhaug, T., ... & Richardson, R. S. (2017). Impact of maximal strength training on work efficiency and muscle fiber type in the elderly: Implications for physical function and fall prevention. *Experimental gerontology*, 91, 64-71.