



## REVISIÓN

# Influencia del ejercicio físico sobre los síntomas de la radioterapia en pacientes con cáncer de mama: revisión sistemática



P. Collado Chazarra<sup>a,\*</sup> y M. Santiñá Vila<sup>b</sup>

<sup>a</sup> Máster Universitario en Fisioterapia del Tórax, Escuelas Universitarias Gimbernat, Barcelona, España

<sup>b</sup> Dirección de Calidad y Seguridad Clínica, Hospital Clínic, Barcelona, España

Recibido el 21 de diciembre de 2021; aceptado el 23 de mayo de 2022

Disponible en Internet el 2 de julio de 2022

### PALABRAS CLAVE

Cáncer de mama;  
Ejercicio físico;  
Tolerancia al  
esfuerzo;  
Función pulmonar;  
Pruebas de esfuerzo;  
Radioterapia

### Resumen

**Introducción:** La supervivencia de las pacientes con cáncer de mama aumenta gracias a los avances en su diagnóstico y tratamiento, pero los efectos adversos del tratamiento de radioterapia siguen siendo frecuentes, afectando a la función respiratoria, capacidad de esfuerzo y a la calidad de vida. El objetivo de este trabajo fue conocer la influencia del ejercicio físico en la mejora a la tolerancia al esfuerzo y la función respiratoria en pacientes con cáncer de mama que habían recibido radioterapia.

**Material y método:** Se realizaron búsquedas en las bases de datos PUBMED, PEDro, Web of Science, Cochrane, EMBASE, UptoDate y Tripdatabase. Se incluyeron estudios de pacientes con cáncer de mama tratadas con radioterapia que realizaron ejercicio físico, observando los resultados en estos indicadores: consumo máximo de oxígeno, prueba de los 6 minutos marcha, capacidad vital forzada, capacidad vital, volumen espirado forzado en el primer segundo, capacidad pulmonar total, capacidad inspiratoria y capacidad de difusión del monóxido de carbono.

**Resultados:** Se demostraron cambios en la tolerancia al esfuerzo con aumentos del 15% del consumo máximo de oxígeno y del 6,675% en prueba de los 6 minutos marcha, con mejoras limitadas para la función pulmonar.

**Conclusiones:** El ejercicio físico mejora la tolerancia al esfuerzo en pacientes con cáncer de mama tratadas con radioterapia, aunque no se observa mejora en la función pulmonar. No obstante, no hay consenso en la planificación de los programas de ejercicio físico, siendo necesario nuevos estudios para poder ampliar el conocimiento sobre su influencia en este tipo de pacientes.

© 2022 FECA. Publicado por Elsevier España, S.L.U. Todos los derechos reservados.

\* Autor para correspondencia.

Correo electrónico: [pcolladoc@campus.eug.es](mailto:pcolladoc@campus.eug.es) (P. Collado Chazarra).

**KEYWORDS**

Breast cancer;  
Physical exercise;  
Effort capacity;  
Pulmonary function;  
Exercise test;  
Radiotherapy

**Influence of physical activity on radiotherapy-treated breast cancer patients: A systematic review****Abstract**

**Introduction:** The number of survivors with cancer is growing worldwide, but the adverse effects of the radiotherapy are still frequent, affecting effort capacity, respiratory function and quality of life. The objective is to know how the physical exercise influences the respiratory function and tolerance to effort, in patients with breast cancer after the radiotherapy treatment.

**Materials and methods:** The searches were carried out in the databases of Pubmed, PEDro, Web Of Science, Cochrane, EMBASE, UptoDate and Tripdatabase. Were included studies with patients with breast cancer treated with radiotherapy and included in an exercise program. The main results were: maximum oxygen consumption, 6 minutes walking test, forced vital capacity, vital capacity, forced expiratory volume in 1 second, total lung capacity, inspiratory capacity, and the diffusion capacity of the lungs for carbon monoxide.

**Results:** The results show an increase of the effort capacity with 15% improvements in the maximum oxygen consumption and 6.675% in the 6 minutes walking test, while they are limited for the respiratory function.

**Conclusions:** The physical exercise is effective for improve the effort capacity in patients with breast cancer treated with radiotherapy, without changes in the respiratory function. Nevertheless, new studies are necessary to investigate deeply how the physical exercise influences in those patients, and the ideal design of the programs.

© 2022 FECA. Published by Elsevier España, S.L.U. All rights reserved.

## Introducción

El cáncer de mama, originado en células de la glándula mamaria, es el tumor más frecuente en mujeres a nivel mundial. Anualmente se diagnostican más de 2 millones de personas, y en el año 2040 se cree que se alcanzarán los 3 millones de diagnósticos. Además, su prevalencia se situará alrededor de los 7 millones de personas en los próximos 5 años. A pesar de este aumento en el número de casos, la mortalidad cada vez es menor, debido a su alto porcentaje de curación. Esto hecho es posible gracias a los avances que han experimentado los tratamientos destinados a dicha enfermedad y su detección precoz<sup>1-5</sup>.

Por tanto, la tendencia a nivel mundial muestra un aumento de la supervivencia con una mayor longevidad, por lo que es lógico suponer que cada vez será más amplio el número de pacientes susceptibles de recibir tratamiento rehabilitador tras el tratamiento oncológico, ya que existen efectos adversos secundarios al mismo. En el caso del tratamiento con radioterapia, puede tener efectos sobre la función respiratoria y la tolerancia al esfuerzo<sup>5-8</sup>.

Uno de los principales efectos secundarios de la radioterapia es la neumonitis por radiación, caracterizada por la tos y la disnea<sup>8</sup>, junto a su fibrosis posterior<sup>9</sup>. Como consecuencia, se observan patrones restrictivos con reducciones en la capacidad vital forzada (FVC), la capacidad vital (VC), volumen espirado forzado en el primer segundo (FEV1), la capacidad pulmonar total (TLC), la capacidad inspiratoria (IC) y la capacidad de difusión del monóxido de carbono (DLCO)<sup>5,9-12</sup>.

En cuanto a la tolerancia al esfuerzo, ha quedado demostrado que las pacientes con cáncer de mama sufren alteración pulmonares con disminuciones del consumo

máximo de oxígeno (VO<sub>2</sub>max) tras la radioterapia, probablemente debido a la relación entre sus efectos adversos, el desacondicionamiento causado por la disminución de la actividad física, la debilidad de la musculatura inspiratoria y periférica, y una restricción de la movilidad torácica<sup>5,7,9,10,12</sup>. En consecuencia, el valor de su VO<sub>2</sub>max puede situarse por debajo del umbral de independencia funcional, afectando en gran medida a su calidad de vida ya que implica la aparición de fatiga ante actividades básicas de la vida diaria<sup>10,13</sup>. Consecuentemente, esto puede llevar a complicaciones cardiovasculares que deriven en una mayor mortalidad<sup>8</sup>.

Así, encontramos un número mayor de supervivientes con cáncer de mama que sufren efectos adversos derivados del tratamiento radioterápico, presentando problemas respiratorios e intolerancia al esfuerzo en su vida diaria, por lo que es necesario realizar intervenciones de fisioterapia en dichas pacientes para mejorar su calidad de vida.

El ejercicio físico ha sido utilizado hasta la actualidad en multitud de patologías y enfermedades, incluido el cáncer de mama. Muchas de estas intervenciones mediante el ejercicio físico se centran en el trabajo aeróbico e incluso de fuerza. En general, todas ellas buscan mejorar la tolerancia al esfuerzo, la función pulmonar o la fuerza de las pacientes<sup>4,7,13-22</sup>.

No tenemos constatada ninguna revisión sistemática que recopile los estudios existentes en los que se valore las intervenciones de fisioterapia para paliar los efectos de la radioterapia en la capacidad de esfuerzo y la función pulmonar de las pacientes que han recibido un tratamiento radioterápico para el cáncer de mama.

El objetivo principal de este trabajo fue conocer la influencia del ejercicio físico en la mejora de la tolerancia

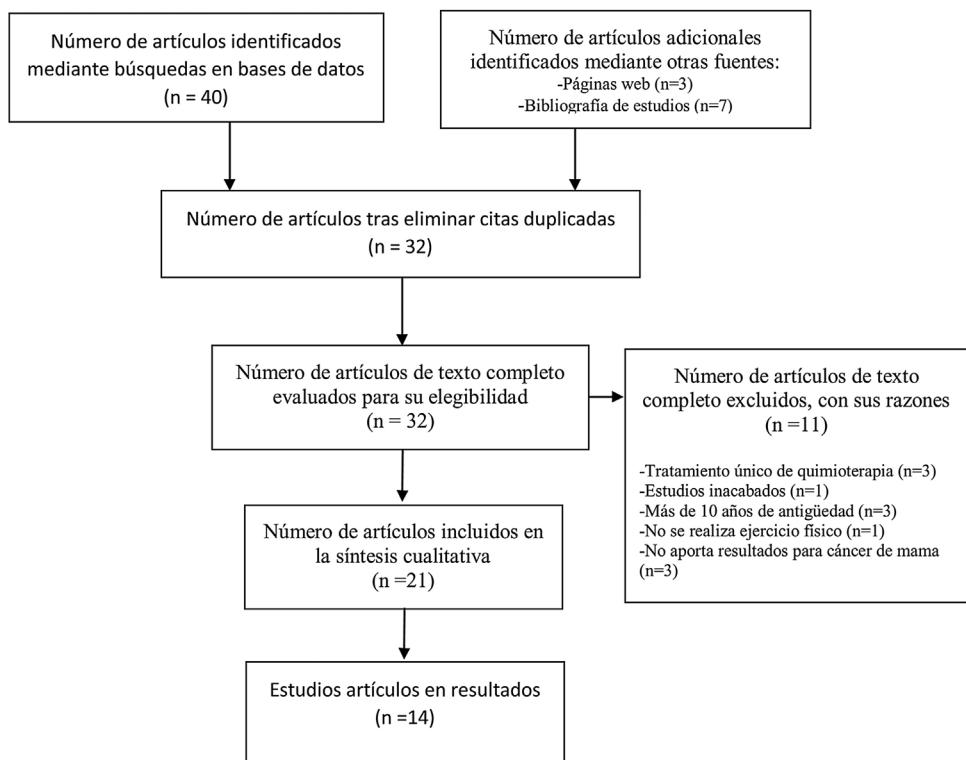


Figura 1 Selección de los estudios. Adaptación de PRISMA.

al esfuerzo y la función respiratoria en pacientes con cáncer de mama que han sido sometidas a tratamiento de radioterapia. Como objetivos secundarios, fueron, en primer lugar, mostrar las características idóneas de los programas de ejercicio físico, así como dar a conocer su importancia como herramienta terapéutica rehabilitadora que pueda mejorar la calidad de vida de esas pacientes.

## Métodos

Siguiendo las directrices PRISMA<sup>23</sup>, basada en el protocolo elaborado para la misma, se realizó una búsqueda sistemática en las bases de datos de PUBMED, PEDro, Web of Science, Cochrane, EMBASE, Tripdatabase, y el repositorio digital de la biblioteca de las Escuelas Universitarias Gimbennat.

Como palabras clave se utilizó la fórmula ““breast cancer” and “VO2max””, incluyendo todo tipo de estudios publicados en los últimos 11 años (2010-2021) que incluyesen artículos en los que se hubiese utilizado el ejercicio físico como intervención (independientemente de la modalidad), durante o posterior al tratamiento de radioterapia en pacientes con cáncer de mama, y se hubiese valorado la intervención mediante pruebas de esfuerzo y de función pulmonar (independientemente del método de valoración), comparando entre tipos o modalidades de ejercicio físico.

Los estudios fueron cribados e incluidos en Zotero según título y resumen. Posteriormente se eliminaron los duplicados, y se examinaron minuciosamente los textos completos para verificar su inclusión en la revisión. Los datos extraídos de cada estudio fueron: año de publicación, factor de

impacto, idioma, tipo de estudio, nivel de evidencia y grado de recomendación (adaptación del *National Institute for Health and Care Excellence*), tiempo de inicio de la intervención tras la radioterapia, tiempo y tipo de intervención, tamaño de la muestra, calidad metodológica, resultados de cada estudio, y tamaño del efecto.

Para evaluar la calidad metodológica se utilizaron diferentes escalas según el tipo de trabajo. Así se utilizó la STROBE para los estudios observacionales, el CONSORT para ensayos controlados aleatorios y el CASPe para las revisiones sistemáticas. Con ello evaluamos el riesgo de sesgo, de modo que obteníamos la puntuación de cada estudio en base a la puntuación máxima de cada una de ellas: 22 puntos STROBE, 37 puntos CONSORT, 10 puntos CASPe.

Se realizó un análisis descriptivo para el conjunto de los estudios incluidos y se observaron los resultados individuales, como el porcentaje de mejora (respecto al valor inicial) en las pruebas de esfuerzo y de función pulmonar: VO2max, prueba de los 6 minutos marcha (6MWT), FEV1, TLC, VC, FVC y DLCO. Por último, se preparó un resumen narrativo global de dichos estudios para su interpretación en la presente revisión.

## Resultados

La búsqueda bibliográfica permitió identificar 507 estudios, de los cuales se seleccionaron inicialmente 40 tras la lectura del título y resumen, pues el resto no cumplían los requisitos de inclusión en la revisión. Finalmente, tras eliminar duplicados y la evaluación del cumplimiento de los criterios de inclusión, se incluyeron 21 estudios (todos en inglés) para el

**Tabla 1** características de los estudios

Estudio	Año de publicación	Factor de impacto	Diseño de estudio	Muestra (n)
Rahnama et al. <sup>22</sup>	2010	1,746	ECA	29
Jones et al. <sup>12</sup>	2012	32,956	Observacional	248
Brdareski et al. <sup>13</sup>	2012	0.152	ECA	18
Kulkarni et al. <sup>15</sup>	2013	-	ECA	54
Fragkandrea et al. <sup>26</sup>	2013	0,246	ECA	61
Neil-Sztramko et al. <sup>6</sup>	2014	5,44	Revisión sistemática	85
Casla et al. <sup>25</sup>	2015	3,831	ECA	89
De Luca et al. <sup>21</sup>	2016	1.774	ECA	20
O'Donnell et al. <sup>11</sup>	2016	3,077	Observacional	29
Verbanck et al. <sup>10</sup>	2016	5,859	ECA	108
AlSaeed et al. <sup>8</sup>	2017	2,695	Observacional	20
De Jesus et al. <sup>20</sup>	2017	2.886	ECA	20
Ng et al. <sup>19</sup>	2017	2,635	ECA	23
Dieli-Conwright et al. <sup>24</sup>	2018	4,98	ECA	91
Lahart et al. <sup>16</sup>	2018	2,597	ECA	32
Reis et al. <sup>17</sup>	2018	2,344	ECA	31
Scott et al. <sup>18</sup>	2018	5,772	ECA	65
Suesada et al. <sup>9</sup>	2018	1,87	Observacional	37
Dong et al. <sup>14</sup>	2019	2,344	ECA	50
Odinets et al. <sup>4</sup>	2019	1,624	ECA	50
Yee et al. <sup>7</sup>	2019	3,077	ECA	14
<b>Factor de impacto, mediana [RIC]</b>	5 [1,80-4,69]			
<b>Diseño de estudio, n (%)</b>	n = 21			
ECA	16 (76,2)			
Observacional	4 (19)			
Revisión sistemática	1 (4,8)			
<b>Año categorizado, n (%)</b>	n = 21			
2010-2011	1 (4,8)			
2012-2013	4 (19)			
2014-2015	2 (9,5)			
2016-2017	6 (28,6)			
2018-2020	8 (38,1)			

ECA: ensayo controlado aleatorio; n: tamaño de la muestra; RIC: rango intercuartílico.

análisis cualitativo. De ellos se emplearon 14 para el análisis de los resultados, ya que incluyeron una intervención mediante ejercicio físico en pacientes con cáncer de mama tratadas con radioterapia (fig. 1).

La mayor parte de los artículos (n = 16) contenían ensayos controlados aleatorios (ECA), 4 eran estudios observacionales y solo uno era una revisión sistemática (tabla 1).

En la tabla 2 se puede observar la evaluación del riesgo de sesgo de cada uno de los estudios con la escala correspondiente según su diseño, además del nivel de evidencia y grado de recomendación. Encontramos una mayor cantidad de estudios con nivel de evidencia II y grado de recomendación B (n = 9; 42,9%), mientras que el número fue menor para el nivel I y grado A (n = 5; 23,8%) y para el nivel III y grado C (n = 7; 33,3%). En cuanto a la calidad metodológica de los ECA, el 33,3% (n = 7) están entre 20 y 25, un 28,6% (n = 6) entre 26 y 30, y un 14,3% (n = 3) entre 31 y 37 puntos.

Trabajamos con 14 estudios para la elaboración de la síntesis de los resultados. La información sobre el tiempo y tipo de intervención, y el tiempo de inicio de esta tras la radioterapia aparece en la tabla 3. En ella se puede observar que

el tipo de intervención más utilizado fue la combinación de ejercicio aeróbico y ejercicio de fuerza (n = 8; 38,1%), junto a un tiempo de intervención de 12 semanas (n = 4; 19%). Además, las intervenciones empezaron principalmente durante el mismo tratamiento de radioterapia, inmediatamente después de su finalización o tras 6 meses (n = 3; 14,3% para las 3 opciones).

Los resultados en cuanto a pruebas de esfuerzo y pruebas de función pulmonar se presentan en la figura 2. Se puede observar que la mayoría de ellos presentaron resultados de VO2max (n = 13), de modo que la mediana en su porcentaje de mejora es del 15% (rango intercuartílico: 6,42-21,57). Además, 3 estudios aportaron información sobre el 6MWT, donde se obtuvo una mediana de mejora del 6,675% (rango intercuartílico: 4,37-16,88). En cambio, solo encontramos un estudio que reportase resultados de pruebas de función pulmonar donde se media FEV1, VC y FVC, evidenciando mejoras en estas medidas. En la tabla 4 se puede observar el tamaño del efecto en los resultados de los estudios, especificando dicho tamaño en cada uno de los resultados que aportan.

**Tabla 2** calidad metodológica de los estudios

Estudio	STROBE	CONSORT	CASpe	N. Evid.	G. Reco.
Rahnama et al. (2010) <sup>22</sup>		24		II	B
Jones et al. (2012) <sup>12</sup>	18			Ib	C
Brdareski et al. (2012) <sup>13</sup>		22		III	C
Kulkarni et al. (2013) <sup>15</sup>		20		III	B
Fragkandrea et al. (2013) <sup>26</sup>		22		II	B
Neil-Sztramko et al. (2014) <sup>6</sup>			8	Ib	A
Casla et al. (2015) <sup>25</sup>		30		II	B
De Luca et al. (2016) <sup>21</sup>		26		II	B
O'Donnell et al. (2016) <sup>11</sup>	21			III	C
Verbanck et al. (2016) <sup>10</sup>		23		II	B
AlSaeed et al. (2017) <sup>8</sup>	17			III	C
De Jesus et al. (2017) <sup>20</sup>		23		III	C
Ng et al. (2017) <sup>19</sup>		21		III	C
Dieli-Conwright et al. (2018) <sup>24</sup>		26		II	A
Lahart et al. (2018) <sup>16</sup>		31		II	B
Reis et al. (2018) <sup>17</sup>		30		Ib	A
Scott et al. (2018) <sup>18</sup>		30		II	B
Suesada et al. (2018) <sup>9</sup>	15			II	B
Dong et al. (2019) <sup>14</sup>		31		Ib	A
Odinets et al. (2019) <sup>4</sup>		29		III	C
Yee et al. (2019) <sup>7</sup>		32		Ib	A
<b>CONSORT categorizado, n (%)</b>	<b>n = 21</b>				
20-25	7 (33,3)				
26-30	6 (28,6)				
31-37	3 (14,3)				
<b>Nivel de evidencia, n (%)</b>	<b>n = 21</b>				
Ib	5 (23,8)				
II	9 (42,9)				
III	7 (33,3)				
<b>Grado de recomendación, n (%)</b>	<b>n = 21</b>				
A	5 (23,8)				
B	9 (42,9)				
C	7 (33,3)				

G. Reco.: grado de recomendación; n: tamaño de la muestra; N. Evid: nivel de evidencia.

Los valores máximos en cada una de las escalas son: STROBE (22 puntos), CONSORT (37 puntos), CASpe (10 puntos).

## Discusión

La mejora en el VO2max del grupo intervención de cada estudio muestra gran variabilidad. La mejora más amplia la encontramos en un 52%, probablemente atribuible a la inclusión de pacientes físicamente inactivos en las mediciones basales<sup>24</sup>. No obstante, también incluimos 2 estudios que no aportan mejora alguna en el VO2max por la falta de adherencia al programa de ejercicios<sup>16,17</sup>, aunque uno de ellos si mostró mejoras en la capacidad de esfuerzo mediante la medición del 6MWT<sup>18</sup>. Por lo tanto, la muestra presenta diversidad en cuanto a los resultados en VO2max, aunque parece ser que el ejercicio físico es capaz de mejorar la capacidad de esfuerzo en pacientes con cáncer de mama tratadas con radioterapia, tal como muestran la mayoría de los estudios incluidos en la figura 2. Asimismo, la adherencia al programa de ejercicio aparenta ser fundamental, ya que el único estudio que no muestra mejoras en la capacidad de esfuerzo se debe a la falta de esta.

La variabilidad de la muestra se puede observar también en el tipo y tiempo de intervención, expresados en la tabla 3. La intervención más repetida incluye ejercicio aeróbico y de fuerza durante 12 semanas, informando mejoras en la tolerancia al esfuerzo, bien en VO2max<sup>18-20</sup> o en el 6MWT<sup>18</sup>. Por lo tanto, la evidencia actual sugiere combinar ejercicio aeróbico y de fuerza en un programa de 12 semanas de duración. No obstante, se observan mejoras independientemente del tiempo y tipo de intervención, por lo que la eficacia del ejercicio físico puede darse también con ejercicio aeróbico aislado y tiempos de intervención que varían de las 3 a las 48 semanas.

En cambio, los resultados observados para el tipo de intervención presentan ciertas limitaciones al no haber estudiado el tipo de ejercicio aeróbico y el entrenamiento de fuerza realizado, aunque estos podrían variar según las preferencias individuales de cada paciente para así mejorar la adherencia y por lo tanto optimizar los resultados<sup>19,21</sup>.

**Tabla 3** características de la intervención

Estudio	T. tras radioterapia	Tipo intervención	T. intervención
Rahnama et al. (2010) <sup>22</sup>	Inmediatamente después	Aeróbico + fuerza	15 semanas
Brdareski et al. (2012) <sup>13</sup>	3 meses	Aeróbico	13 semanas
Kulkarni et al. (2013) <sup>15</sup>	Durante	Aeróbico	6 semanas
Casla et al. (2015) <sup>25</sup>	Inmediatamente después	Aeróbico + fuerza	12 semanas
De Luca et al. (2016) <sup>21</sup>	6 meses	Aeróbico + fuerza	24 semanas
De Jesus et al. (2017) <sup>20</sup>	Durante	Aeróbico	16 semanas
Ng et al. (2017) <sup>19</sup>	1 mes	Aeróbico	3 semanas
Dieli-Conwright et al. (2018) <sup>24</sup>	6 meses	Aeróbico + fuerza	17 semanas
Lahart et al. (2018) <sup>16</sup>	Inmediatamente después	Aeróbico	26 semanas
Reis et al. (2018) <sup>17</sup>	Durante	Aeróbico + fuerza	12 semanas
Scott et al. (2018) <sup>18</sup>	-	Aeróbico	12 semanas
Dong et al. (2019) <sup>14</sup>	4 meses	Aeróbico + fuerza	12 semanas
Odinets et al. (2019) <sup>4</sup>	6 meses	Aeróbico + fuerza	48 semanas
Yee et al. (2019) <sup>7</sup>	Durante	Aeróbico	8 semanas
<b>Tipo intervención, n (%)</b>	<b>n = 15</b>		
Aeróbico	6 (28,6)		
Aeróbico + fuerza	8 (38,1)		
<b>Tiempo intervención, n (%)</b>	<b>n = 15</b>		
3 semanas	1 (4,8)		
6 semanas	1 (4,8)		
8 semanas	1 (4,8)		
12 semanas	4 (19)		
13 semanas	1 (4,8)		
15 semanas	1 (4,8)		
16 semanas	1 (4,8)		
17 semanas	1 (4,8)		
24 semanas	1 (4,8)		
26 semanas	1 (4,8)		
48 semanas	1 (4,8)		
<b>Tiempo tras radioterapia, n (%)</b>	<b>n = 15</b>		
Durante	3 (14,3)		
Inmediatamente después	3 (14,3)		
1 mes	1 (4,8)		
3 meses	1 (4,8)		
4 meses	1 (4,8)		
6 meses	3 (14,3)		

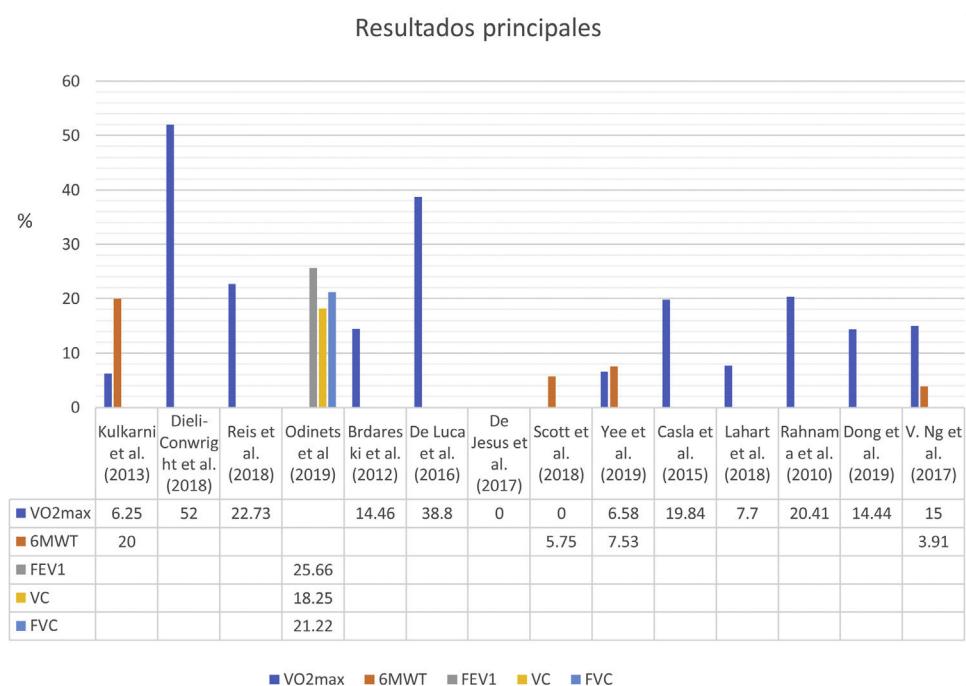
n: tamaño de la muestra; T: tiempo.

En cuanto al tiempo de inicio de la intervención tras la radioterapia, encontramos más estudios donde el programa de ejercicio físico empieza durante la radioterapia, inmediatamente tras su finalización, o tras 6 meses, tal como se puede ver en la [tabla 3](#). No obstante, el inicio de la intervención dentro de los 6 meses posteriores ha mostrado beneficios, ya que aquellos artículos donde se iniciaba el programa en tiempos diferentes también reportan beneficios en la tolerancia al esfuerzo de las pacientes.

Los resultados encontrados para el 6MWT ([fig. 2](#)) deben interpretarse con precaución ya que solo 4 estudios informan sobre ello, donde además 2 de ellos tienen baja calidad metodológica y sus resultados no son altamente fiables ([tabla 2](#)). En consecuencia, podemos indicar que las intervenciones mediante ejercicio físico en pacientes con cáncer de mama sometidas a tratamiento radioterápico pueden inducir mejoras en su capacidad física mediante la medición del 6MWT, aunque la evidencia disponible no es suficiente.

En cuanto a la función pulmonar, tan solo el estudio de Odinets et al. utilizó pruebas de función respiratoria, aunque no realizó un estudio amplio de dicha función, ya que tan solo aporta resultados para el FEV1, VC y FVC<sup>4</sup>. Por tanto, la evidencia en cuanto a la mejora de la función pulmonar es escasa, por lo que no podemos manifestar que realizar ejercicio físico en las pacientes que han sido tratadas con radioterapia en el cáncer de mama ayude a mejorar la función respiratoria.

La calidad metodológica de los estudios incluidos no fue alta ([tabla 2](#)). Entre los ECA (CONSORT) vemos que su calidad metodológica es principalmente baja, con grados de recomendación C o B (tan solo 4 estudios con grado A), por lo que los resultados deben interpretarse con precaución. Los resultados en los estudios observacionales (STROBE) tampoco mostraron una gran fiabilidad, ya que su calidad metodológica es media con grados de recomendación C (excepto uno de ellos con grado B). En cambio, la calidad

**Figura 2** resultados principales.

FEV1: volumen espirado forzado en el primer segundo; FVC: capacidad vital forzada; VC: capacidad vital; VO2max: consumo máximo de oxígeno; 6MWT: prueba de los 6 minutos marcha.

**Tabla 4** tamaño del efecto

Estudio	Tamaño del efecto
Rahnamai et al. (2010) <sup>22</sup>	p = 0,00
Brdareski et al. (2012) <sup>13</sup>	p = 0,02
Kulkarni et al. (2013) <sup>15</sup>	p < 0,001 (VO2max, 6MWT)
Casla et al. (2015) <sup>25</sup>	p < 0,001
De Luca et al. (2016) <sup>21</sup>	p < 0,001
De Jesus et al. (2017) <sup>20</sup>	Sin resultados significativos
Ng et al. (2017) <sup>19</sup>	p < 0,001 (VO2max); p < 0,05 (6MWT)
Dieli-Conwright et al. (2018) <sup>24</sup>	p < 0,001
Lahart et al. (2018) <sup>16</sup>	Cohen 85%
Reis et al. (2018) <sup>17</sup>	p = 0,0001
Scott et al. (2018) <sup>18</sup>	Sin resultados significativos (VO2max); p < 0,005 (6MWT)
Dong et al. (2019) <sup>14</sup>	p = 0,027
Odinets et al. (2019) <sup>4</sup>	p < 0,01 (VC, FVC); p < 0,05 (FEV1)
Yee et al. (2019) <sup>7</sup>	Glass delta > 0,8 (VO2max, 6MWT)

FEV1: volumen espirado forzado en el primer segundo; FVC: capacidad vital forzada; VC: capacidad vital; VO2max: consumo máximo de oxígeno; 6MWT: prueba de los 6 minutos marcha.

metodológica de la única revisión sistemática incluida es elevada con un grado de recomendación A.

Los estudios incluidos y analizados mostraron un nivel de evidencia y grado de recomendación moderados que reflejan una evidencia de calidad suficiente para considerarlos significativos y aplicables. No obstante, dentro de estos estudios analizados, había algunos con un nivel de evidencia y grado de recomendación bajos, por lo que su calidad es menor y deben ser interpretados con cautela.

La heterogeneidad de la muestra se expone también en la tabla 1, ya que el factor de impacto presenta datos

muy variables con valores extremos. Del mismo modo, el tamaño muestral incluido en cada uno de los estudios es muy variable. Los estudios incluidos son actuales ya que la gran mayoría han sido publicados en los últimos años, de modo que encontramos menos cuanto mayor es la antigüedad. Esto hecho reforzaría la importancia que ha ido teniendo la incorporación del ejercicio físico en la recuperación post-radioterapia.

Los resultados de la revisión sistemática realizada muestran que el ejercicio físico puede ayudar a mejorar la tolerancia al esfuerzo en las pacientes con cáncer de

mama tratadas con radioterapia, por lo que es una herramienta terapéutica a tener en cuenta y a aplicar en su rehabilitación, pues los programas de ejercicio físico elaborados y ejecutados por fisioterapeutas permitirían mejorar la recuperación de estas pacientes y optimizar los resultados. Además, la mejora en su tolerancia al esfuerzo puede tener gran influencia en una mayor calidad de vida, menos mortalidad y mejor recuperación posterior al tratamiento<sup>15,18,19,21,22</sup>.

Este estudio puede ayudar en futuras investigaciones que busquen ampliar el conocimiento de cómo influye el ejercicio físico en la recuperación de las pacientes tratadas con radioterapia en el cáncer de mama, para tratar de mejorar los diseños de los programas de ejercicio físico adaptándolos a las necesidades de cada paciente.

La revisión ha sido realizada por un único investigador, incrementando las posibilidades de incluir sesgos y errores metodológicos. Por lo tanto, se ha podido caer en el error de omitir información al no disponer de un segundo investigador que valore la inclusión de cada estudio. También se ha incurrido en el sesgo de confusión, ya que no se han tenido en cuenta variables que pueden influenciar los resultados como la cantidad de radiación recibida, la edad o las diferencias en el grupo control de los estudios. Además, la revisión queda expuesta a otros sesgos como el de confirmación (recopilar la información que refuerza la hipótesis alternativa), el de selección (seleccionar los estudios que apoyen los objetivos de la revisión) y el de comunicación selectiva (informar sobre los resultados que confirman la hipótesis alternativa).

En estudios futuros sería interesante investigar la influencia de la edad en la mejora respiratoria y en la capacidad de esfuerzo gracias a programas de ejercicio. Además, resulta interesante conocer el papel de las diferentes modalidades de ejercicio aeróbico y su supervisión, ya que pueden diferir los resultados y la adherencia entre programas domiciliarios auto supervisado y programas realizados en centros especializados bajo supervisión.

Parece que la cantidad de radiación administrada puede modificar los efectos secundarios causados, por lo que podría ser útil conocer su influencia precisa para adaptar los programas de ejercicio a ello. Del mismo modo, la habitual combinación de quimioterapia y radioterapia aumenta dichos efectos adversos, siendo necesario conocer cómo influyen conjuntamente en la capacidad de esfuerzo y función respiratoria.

Asimismo, sería interesante estudiar la influencia del ejercicio físico en hombres con cáncer de mama tratados con radioterapia, ya que dicha patología es claramente predominante en mujeres y no se dispone de estudios para población masculina.

## Conclusiones

La realización de ejercicio físico en mujeres con cáncer de mama sometidas a radioterapia induce mejoras en su tolerancia al esfuerzo, principalmente debido al incremento de su VO<sub>2max</sub>. Pese a que la intervención más repetida combina ejercicio aeróbico y de fuerza durante 12 semanas, no hay consenso en cuanto al tiempo y tipo de intervención adecuado en los diseños de los programas de ejercicio físico. En

cambio, para la mejora en la función respiratoria no existe suficiente evidencia que apoye el uso de dichos programas. Los resultados muestran al ejercicio físico como una herramienta válida y eficaz para mejorar la calidad de vida de las pacientes con cáncer de mama tratadas con radioterapia.

## Financiación

Este estudio no ha recibido financiación de ninguna organización ni asociación.

## Conflicto de intereses

Los autores declaran no tener ningún conflicto de intereses.

## Agradecimientos

Agradezco la tutorización y ayuda del Dr. Manel Santinà Vila, y a los profesores de la asignatura de Metodología de la Investigación por las clases y la orientación recibidas. Además, agradezco el apoyo mutuo recibido por parte de los alumnos del Máster Universitario en Fisioterapia del Tórax de las Escuelas Universitarias Gimbernat en su edición 2020-2021, en un año complicado por la situación de la pandemia del COVID 19.

Por último, deseo agradecer el apoyo de mi pareja y mi familia, especialmente a mi madre por ayudarme a escoger el tema de investigación.

## Bibliografía

1. OMS. Organización Mundial de la Salud [Internet] [citado 30 Nov 2020]. Disponible en: <https://www.who.int/es>
2. OMS. OMS | Perfiles oncológicos de los países, 2014 [Internet]. WHO. World Health Organization [citado 30 Nov 2020]. Disponible en: <https://www.who.int/cancer/country-profiles/es/>
3. Asociación Española Contra el Cáncer. Pronóstico del cáncer de mama: mortalidad y esperanza de vida [Internet] [citado 30 Nov 2020]. Disponible en: <https://www.aecc.es/es/todo-sobre-cancer/tipos-cancer/cancer-mama/mas-informacion/evolucion-cancer-mama>
4. Odinetz T, Briskin Y, Pityn M. Effect of individualized physical rehabilitation programs on respiratory function in women with post-mastectomy syndrome. Physiother Theory Pract [Internet]. 2019;35:419–26, <http://dx.doi.org/10.1080/09593985.2018.1444117>.
5. Efectos secundarios de la radioterapia [Internet] [citado 20 Abr 2021]. Disponible en: <https://www.aecc.es/es/todo-sobre-cancer/tratamientos/radioterapia/efectos-secundarios-radioterapia>
6. Neil-Sztramko SE, Kirkham AA, Hung SH, Niksirat N, Nishikawa K, Campbell KL. Aerobic capacity and upper limb strength are reduced in women diagnosed with breast cancer: A systematic review. J Physiother [Internet]. 2014;60:189–200, <http://dx.doi.org/10.1016/j.jphys.2014.09.005>.
7. Yee J, Davis GM, Hackett D, Beith JM, Wilcken N, Currow D, et al. Physical activity for symptom management in women with metastatic breast cancer: A randomized feasibility trial on physical activity and breast metastases. J Pain Symptom Manage [Internet]. 2019;58:929–39, <http://dx.doi.org/10.1016/j.jpainsymman.2019.07.022>.
8. AlSaeed EF, Balaraj FK, Tunio MA. Changes in pulmonary function tests in breast carcinoma patients treated with

- locoregional post-mastectomy radiotherapy: results of a pilot study. *Breast Cancer* (Dove Med Press) [Internet]. 2017;9:375–81, <http://dx.doi.org/10.2147/BCTT.S114575>.
9. Suesada MM, Carvalho Hde A, Albuquerque ALPde, Salge JM, Stuart SR, Takagaki TY. Impact of thoracic radiotherapy on respiratory function and exercise capacity in patients with breast cancer. *J Bras Pneumol* [Internet]. 2018;44:469–76, <http://dx.doi.org/10.1590/S1806-37562017000000120>.
  10. Verbanck S, Hanon S, Schuermans D, Van Parijs H, Vinh-Hung V, Miedema G, et al. Mild lung restriction in breast cancer patients after hypofractionated and conventional radiation therapy: A 3-year follow-up. *Int J Radiat Oncol Biol Phys* [Internet]. 2016;95:937–45, <http://dx.doi.org/10.1016/j.ijrobp.2016.02.008>.
  11. O'Donnell DE, Webb KA, Langer D, Elbehairy AF, Neder JA, Dudgeon DJ. Respiratory factors contributing to exercise intolerance in breast cancer survivors: A case-control study. *J Pain Symptom Manage* [Internet]. 2016;52:54–63 [consultado 28 Oct 2020]. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/26975626/>
  12. Jones LW, Courneya KS, Mackey JR, Muss HB, Pituskin EN, Scott JM, et al. Cardiopulmonary function and age-related decline across the breast cancer survivorship continuum. *J Clin Oncol* [Internet]. 2012;30:2530–7, <http://dx.doi.org/10.1200/JCO.2011.39.9014>.
  13. Brdareski Z, Djurovic A, Susnjar S, Zivotic-Vanovic M, Ristic A, Konstantinovic L, et al. Effects of a short-term differently dosed aerobic exercise on maximum aerobic capacity in breast cancer survivors: A pilot study. *Vojnosanit Pregl* [Internet]. 2012;69:237–42, <http://dx.doi.org/10.2298/VSP101117004B>.
  14. Dong. The effects of the diversity exercise intervention based on the internet and social media software on postoperative patients with breast cancer. *Health Qual Life Outcomes* [Internet]. 17. 109. doi:10.1186/s12955-019-1183-0.
  15. Kulkarni N, Mahajan AA, Khatri SM. A randomized controlled trial of the effectiveness of aerobic training for patients with breast cancer undergoing radiotherapy. *J Assoc Chart Physiother Women's Health* [Internet] [citado 2 Dic 2020]. 2013;113:42–50. Disponible en: [https://www.researchgate.net/publication/298807342\\_A\\_randomizedcontrolled\\_trial\\_of\\_the\\_effectiveness\\_of\\_aerobic\\_training\\_for\\_patients\\_with\\_breast\\_cancer\\_undergoing\\_radiotherapy\\_N\\_Kulkarni\\_AA\\_Mahajan\\_SM\\_Khatri\\_Journal\\_ofthe\\_Association\\_of\\_Chartered\\_P](https://www.researchgate.net/publication/298807342_A_randomizedcontrolled_trial_of_the_effectiveness_of_aerobic_training_for_patients_with_breast_cancer_undergoing_radiotherapy_N_Kulkarni_AA_Mahajan_SM_Khatri_Journal_ofthe_Association_of_Chartered_P)
  16. Lahart IM, Carmichael AR, Nevill AM, Kitas GD, Metsios GS. The effects of a home-based physical activity intervention on cardiorespiratory fitness in breast cancer survivors; a randomised controlled trial. *J Sports Sci* [Internet]. 2018;36:1077–86, <http://dx.doi.org/10.1080/02640414.2017.1356025> [citado 2 Dic 2020].
  17. Reis AD, Pereira PTPT, Diniz RR, de Castro Filha JGL, Dos Santos AM, Ramallo BT, et al. Effect of exercise on pain and functional capacity in breast cancer patients. *Health Qual Life Outcomes* [Internet]. 2018;16:58, <http://dx.doi.org/10.1186/s12955-018-0882-2>.
  18. Scott JM, Iyengar NM, Nilsen TS, Michalski M, Thomas SM, Herndon J, et al. Feasibility, safety, and efficacy of aerobic training in pretreated patients with metastatic breast cancer: A randomized controlled trial. *Cancer* [Internet]. 2018;124:2552–60, <http://dx.doi.org/10.1002/cncr.31368>.
  19. Ng VAV, Cybulski AN, Engel AA, Papanek PE, Sheffer MA, Waltke LJ, et al. Triathlon training for women breast cancer survivors: Feasibility and initial efficacy. *Support Care Cancer* [Internet]. 2017;25:1465–73, <http://dx.doi.org/10.1007/s00520-016-3531-5>.
  20. De Jesus S, Fitzgeorge L, Unsworth K, Massel D, Suskin N, Prapavessis H, et al. Feasibility of an exercise intervention for fatigued breast cancer patients at a community-based cardiac rehabilitation program. *Cancer Manag Res* [Internet]. 2017;9:29–39, <http://dx.doi.org/10.2147/CMAR.S117703>.
  21. De Luca V, Minganti C, Borrione P, Grazioli E, Cerulli C, Guerra E, et al. Effects of concurrent aerobic and strength training on breast cancer survivors: A pilot study. *Public Health* [Internet]. 2016;136:126–32, <http://dx.doi.org/10.1016/j.puhe.2016.03.028>.
  22. Rahnama N, Nouri R, Rahamaninia F, Damirchi A, Emami H. The effects of exercise training on maximum aerobic capacity, resting heart rate, blood pressure and anthropometric variables of postmenopausal women with breast cancer. *J Res Med Sci* [Internet]. 2010;15:78–83 [citado 2 Dic 2020]. Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3082798/>
  23. PRISMA [Internet]. prisma-statement.org. [citado 14 Abr 2022]. Disponible en: <http://www.prisma-statement.org/PRISMAStatement/FlowDiagram>
  24. Dieli-Conwright CM, Courneya KS, Demark-Wahnefried W, Sami N, Lee K, Sweeney FC, et al. 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 Res* [Internet]. 2018;20:124, <http://dx.doi.org/10.1186/s13058-018-1051-6>.
  25. Casla S, López-Tarruella S, Jerez Y, Marquez-Rodas I, Galvão DA, Newton RU, et al. Supervised physical exercise improves VO<sub>2</sub>max, quality of life, and health in early stage breast cancer patients: A randomized controlled trial. *Breast Cancer Res Treat* [Internet]. 2015;153:371–82, <http://dx.doi.org/10.1007/s10549-015-3541-x>.
  26. Fragkandrea I, Kouloulias V, Mavridis P, Zettos A, Betsov S, Georgolopoulou P, et al. Radiation induced pneumonitis following whole breast radiotherapy treatment in early breast cancer patients treated with breast conserving surgery: a single institution study. *Hippokratia* [Internet]. 2013;17:233–8 [consultado 1 Dic 2020]. Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3872459/>