

EFFECTOS DE UN PROGRAMA DE EJERCICIO FÍSICO COMBINADO EN LA CAPACIDAD CARDIOVASCULAR DE MUJERES CON CÁNCER DE MAMA: ESTUDIO PRELIMINAR

EFFECTS OF A COMBINED PHYSICAL EXERCISE PROGRAM ON CARDIOVASCULAR CAPACITY IN WOMEN WITH BREAST CANCER: A PRELIMINARY STUDY

Alejandro Jiménez-Marín¹ 

Evelyn Martín-Moraleda² 

María Virginia García-Coll^{2,3} 

Héctor Asensio Mora¹ 

Mónica Castellanos-Montealegre³ 

¹ Facultad de Ciencias del Deporte, Universidad de Castilla-La Mancha, España

² Grupo de Investigación en Promoción de la Actividad Física para la Salud (PAFS), Universidad de Castilla-La Mancha, España

³ Grupo de Investigación en Competencia Motriz y la Excelencia en el Deporte, Universidad de Castilla-La Mancha, España

Autor para la correspondencia:

Alejandro Jiménez-Marín
alejandroj.m.01@gmail.com

Título abreviado:

Programa de Ejercicio Físico Combinado en Cáncer de Mama

Cómo citar el artículo:

Jiménez-Marín, A., Martín Moraleda, E., García-Coll, V., Asensio Mora, H. & Castellanos-Montealegre, M. (2024). Effects of a combined physical exercise program on cardiovascular capacity in women with breast cancer: a preliminary study. *Cultura, Ciencia y Deporte*, 19(62), 2110. <https://doi.org/10.12800/ccd.v19i62.2110>

Recepción: 08 septiembre 2023 / Aceptación: 08 septiembre 2024

Resumen

El objetivo de este estudio fue analizar el efecto de un programa de ejercicio físico en la capacidad cardiovascular de mujeres con cáncer de mama en cualquier momento de la enfermedad. Se utilizó un diseño preexperimental basado en Pre y Post- tratamiento. Participaron nueve sujetos de cáncer de mama, se dividió la muestra en dos grupos. Un grupo realizó un programa de ejercicio físico combinado y supervisado, y el grupo control mantuvo sus actividades de la vida cotidiana. Se midieron tanto en el pre como en el post, la capacidad cardiovascular, composición corporal, presión arterial, funcionalidad del tren inferior, fuerza de prensión manual y equilibrio. Se encontraron diferencias significativas entre grupos en el post, en la distancia recorrida en el test de los 6 minutos caminando, en el índice cintura-cadera, 30 segundos Sit to Stand y equilibrio con la pierna no dominante. Los principales resultados mostraron que un programa de ejercicio físico combinado y supervisado de 8 semanas es capaz de aumentar la capacidad cardiovascular, fuerza del tren inferior y equilibrio de la pierna no dominante, y de reducir el índice cintura-cadera de las pacientes de cáncer de mama en cualquier momento de la enfermedad.

Palabras clave: Cáncer de seno, entrenamiento concurrente, 6MWT, composición corporal, fuerza del tren inferior.

Abstract

The aim of this study was to analyse the effect of a physical exercise program on cardiovascular capacity in women with breast cancer at any stage of the disease. A pre-experimental design based on Pre and Post-treatment was used. Nine breast cancer subjects participated for this study; the sample was divided into two groups. One group performed a combined and supervised physical exercise program, and the control group maintained their activities of daily living. Cardiovascular capacity, body composition, blood pressure, lower body functionality, hand grip strength and balance were measured both pre and post. Significant between-group differences were found at post in 6 minutes walking test distance travelled, waist-to-hip ratio, 30-seconds sit-to-stand test and balance with the non-dominant leg. Our 8-week combined and supervised physical exercise program is able to increase cardiovascular capacity, lower-body strength and non-dominant leg balance, and reduce waist-to-hip ratio of breast cancer patients at any time of the disease.

Keywords: Malignant tumour of breast, concurrent training, 6MWT, body composition, lower body strength.



Esta obra está bajo una [licencia de Creative Commons Reconocimiento-NoComercial-CompartirIgual 4.0 Internacional](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/).

Introducción

El cáncer de mama es uno de los tumores con mayor incidencia en el mundo, siendo en 2020 el mayor diagnosticado con 2,261,419 casos. En 2023, se estima que habrá 35,000 nuevos casos de cáncer de mama en España (Sociedad Española de Oncología Médica [SEOM], 2023).

Los tratamientos para hacer frente a esta enfermedad producen una serie de efectos secundarios que reducen la calidad de vida de las pacientes (Courneya, 2001), siendo los más frecuentes la disminución de la capacidad cardiovascular (Adams et al., 2004; Hurria et al., 2016), cambios en la composición corporal como el aumento de peso y grasa corporal, así como la pérdida de masa muscular y densidad ósea (Demark-Wahnefried et al., 2018; Goodwin et al., 1999; Hojan et al., 2013; Irwin et al., 2005), dolores articulares (Arem et al., 2016), neuropatías periféricas (Streckmann et al., 2014), y la fatiga (Berger et al., 2012; Ficarra et al., 2022).

La capacidad cardiovascular es uno de los parámetros más afectados por tratamientos como la quimioterapia, radioterapia, o algunas terapias dirigidas. La reducción del consumo máximo de oxígeno ($VO_2\text{max}$) en estas pacientes puede llegar a ser entre un 5-22% (Hurria et al., 2016). El daño generado en las células del sistema cardiovascular y la toxicidad producida por los tratamientos son algunas de las causas (Jones et al., 2011). La reducción de la capacidad cardiovascular ligada a la cardiotoxicidad puede aumentar el riesgo de sufrir diversas enfermedades cardíacas, tales como enfermedades de la arteria coronaria, infarto de miocardio, cardiomiopatías, entre otras afecciones (Nikovia et al., 2023). Además, puede afectar a la capacidad funcional de las pacientes, a su tolerancia de las actividades cotidianas y a su desempeño diario (Aykol et al., 2023; Mera-Mamián et al., 2021), lo que resulta en una disminución de la calidad de vida y un mayor riesgo de mortalidad (Tranchita et al., 2023).

El ejercicio físico de intensidad moderada y vigorosa ha demostrado ser seguro, efectivo y factible en mujeres con cáncer de mama en cualquier momento de la enfermedad (Gil-Herrero, McNeely, et al., 2022; Maginador et al., 2020; Schmitz et al., 2010). Además, reduce la toxicidad relacionada con los tratamientos, lo que ayuda a restringir el crecimiento de tumor (Maginador et al., 2020). El ejercicio físico, en concreto el entrenamiento de resistencia, ha demostrado ser eficaz para incrementar el $VO_2\text{max}$ durante y después del tratamiento en las pacientes con cáncer de mama (Kirkham et al., 2016). El incremento del $VO_2\text{max}$ aumenta la calidad de vida, la funcionalidad, y disminuye la fatiga relacionada con el cáncer (Ficarra et al., 2022; Hojan et al., 2013; Lamkin & Garland, 2020). Además, el ejercicio físico mejora la flexibilidad metabólica, número, densidad, contenido y capacidad oxidativa de las mitocondrias, mejorando así la funcionalidad de las células (San-Millán, 2023).

Son numerosos los beneficios que el ejercicio físico combinado (aquellas intervenciones que combinan entrenamiento de fuerza y de resistencia) aportan a las pacientes de cáncer de mama (Malveiro et al., 2023; Martínez-Vizcaíno et al., 2023). Por ello, se ha planteado analizar el impacto de un programa de ejercicio físico combinado en la capacidad cardiovascular de esta población. Además, como objetivos secundarios se ha pretendido examinar el efecto de este programa en parámetros como la composición corporal, presión arterial, presión manual, funcionalidad del tren inferior y en el equilibrio en mujeres con cáncer de mama.

Método

Diseño

La investigación se ha realizado mediante una metodología experimental, con un diseño preexperimental, basándose en un Pre Tratamiento Post de dos grupos reducidos (Thomas et al., 2004), debido a la dificultad para encontrar una amplia muestra de esta población específica.

Participantes

El estudio está formado por una muestra de nueve mujeres con cáncer de mama pertenecientes a la Asociación de Prevención y atención de Afectadas de Cáncer de Mama (APACAMA) de Toledo. Los criterios de inclusión en este estudio fueron mujeres mayores de 18 años con un diagnóstico de cáncer de mama en cualquier etapa de la enfermedad (supervivientes, con tratamiento activo o con enfermedad avanzada). Se establecieron como criterios de exclusión la presencia de enfermedad pulmonar obstructiva crónica (EPOC) y la contraindicación para realizar ejercicio físico por parte del médico de referencia. La muestra se ha dividido entre el grupo experimental ($n = 5$) y el grupo control ($n = 4$). La asignación de grupos se realizó en función de la disponibilidad de las participantes, y no aleatoriamente.

Previamente a comenzar el estudio, todas las participantes que cumplían los criterios y estaban interesadas en participar, firmaron una hoja de consentimiento informado especificando que el estudio se realizó en acuerdo con la Declaración de Helsinki.

Procedimiento

En primer lugar, se organizó una reunión online con todas las participantes, donde se informó sobre los beneficios del ejercicio físico en pacientes con cáncer de mama. Además, en esta reunión se detalló el procedimiento a seguir durante todo el estudio, así como en que consistiría el programa de ejercicio físico y las pruebas de valoración. Posteriormente, se envió el consentimiento informado a todas las participantes y se citaron en las instalaciones de la Facultad de Ciencias del Deporte de Toledo. Previo a las valoraciones, las participantes realizaron un ayuno mínimo de cuatro horas con el objetivo de asegurar la correcta evaluación de las pruebas de composición corporal. Las pruebas se llevaron a cabo siguiendo el siguiente orden: evaluación antropométrica, composición corporal, medición de la presión arterial, evaluación de la fuerza de prensión manual, equilibrio en estático, funcionalidad del tren inferior y finalmente, el Test de los 6 Minutos Caminando [6MWT] (But-Hadzic et al., 2021).

Instrumentos y Variables

Para evaluar la capacidad cardiovascular se utilizó el 6MWT. Se realizó en el exterior, en una superficie dura y plana. Se marcó una distancia de 30 metros, con marcas cada 3 metros, y se colocaron dos puntos donde el participante tenía que darse la vuelta al alcanzarlos. Se le pidió a la participante que caminará la mayor distancia posible en este recorrido durante 6 minutos. Se anotó la distancia alcanzada tras los 6 minutos y se estimó el VO₂max mediante la siguiente fórmula: $22.506 - 0.271 \times \text{peso} + 0.051 \times \text{distancia (6MWT)} - 0.065 \times \text{edad}$ (Mänttari et al., 2018).

La medición antropométrica se realizó a través de una metodología estandarizada, siguiendo las recomendaciones de la International Society for the Advancement of Kinanthropometry (ISAK). Las participantes iban descalzas, sin calcetines ni medias y con ropa ligera. Para la medición de la altura se empleó un Tallímetro portátil Seca 217 (Seca, Ltd., Hamburg, Germany). Los perímetros de cintura y cadera se midieron con una cinta métrica, realizando dos medidas consecutivas y si la diferencia era mayor a 1 cm, se realizaba una tercera y el resultado se hacía media con las demás medidas.

Para la composición corporal se empleó la biomedancia eléctrica (Tanita® Body Composition Monitor modelo MC 780-S MA, Tokio, Japón). Todos los datos fueron procesados a través del software DIETOWIN 2023, versión 11.0 (Dietowin SL). Se utilizó un tensiómetro de brazos automático (Walson HL888FA, Taipei, Taiwan) para evaluar la presión arterial. La fuerza de prensión manual se midió a través de un dinamómetro para obtener la fuerza de agarre de la mano dominante y no dominante (Takei T.K.K.5401 GRIP-D handgrip dynamometer, Tokyo, Japan). Se midió tres veces con cada brazo, sin descanso y alternando en cada intento el brazo. En cada medida, se pidió al participante que presionase el dinamómetro durante 3 segundos. Se registraba el valor de fuerza más alto alcanzado en cada uno de los brazos.

La funcionalidad del tren inferior se midió con el Test de los 30 segundos Sit to Stand [30STS] (Gavala-González et al., 2020). Se pidió a la participante que, desde la posición de sentado, se levantara y sentara el mayor número de veces durante 30 segundos. Se registró el número total de veces que la participante se levanta.

Para evaluar el equilibrio en estático de las participantes se utilizó el One-leg standing test (Michikawa et al., 2009), donde la participante se colocaba en bipedestación y con los ojos abiertos. Posteriormente se levantaba una pierna haciendo un ángulo de 90° respecto a su cadera y la mantiene durante un minuto o en su defecto el mayor tiempo posible. Se realizaron dos intentos con cada pierna y se registró el mayor tiempo alcanzado en segundos.

Tras la valoración inicial, se dividió a las participantes en función de su disponibilidad en dos grupos, un grupo de ejercicio ($n = 5$) y un grupo control ($n = 4$). La intervención queda resumida en la Tabla 1, utilizando plantilla de lista de comprobación y la replicación de intervenciones (Hoffmann et al., 2014).

Previamente a comenzar el estudio se recogieron datos descriptivos, demográficos y sobre la historia clínica de las participantes. Tras el periodo de 8 semanas de intervención, ambos grupos fueron citados en el laboratorio para volver a realizar todas las pruebas de valoración a excepción del formulario de datos descriptivos.

Tabla 1

Descripción de la intervención utilizando la plantilla de lista de comprobación y la replicación de intervenciones (TIDier)

Nº del ítem	Ítem
Nombre abreviado	
1	Efectos de un programa de ejercicio físico combinado en mujeres con cáncer de mama.
Por qué	
2	Analizar los efectos de un programa de ejercicio físico combinado en la capacidad cardiovascular, composición corporal, presión arterial, prensión manual, funcionalidad del tren inferior y equilibrio en mujeres con cáncer de mama en cualquier momento de la enfermedad.
Qué	
3	El grupo de ejercicio tuvo acceso a los siguientes materiales: <ul style="list-style-type: none"> • Mancuernas de 2 a 14 kg • Barra olímpica de 20 kg • Esterillas • Discos de 1, 2.5, 5 y 10 kg • Gomas de baja, media y alta intensidad Ambos grupos recibieron recomendaciones de actividad física.
4	Programa de ejercicio físico combinado de 8 semanas, donde se combinan ejercicios de fuerza y aeróbico en la parte principal de la sesión.
Quién realiza la intervención	
5	Dos estudiantes de cuarto curso de Ciencias de la Actividad Física y del Deporte, con previa experiencia en el entrenamiento personal en el paciente oncológico.
Cómo	
6	Sesiones presenciales supervisadas en grupos de dos a tres personas.
Dónde	
7	<ul style="list-style-type: none"> • Ejercicios de fuerza: Gimnasio multiusos de la Facultad de Ciencias del Deporte de Toledo de la Universidad de Castilla-La Mancha para la parte de fuerza. • Ejercicios aeróbicos: En la Senda Ecológica en Toledo.
Cuándo y cuánto	
	Dos sesiones semanales de 1 hora, con 48 horas de diferencia entre sesiones, durante 8 semanas
	Ejercicios aeróbicos
	<ul style="list-style-type: none"> • Semanas 1 a la 4: Entrenamiento interválico de 5 x 20 s a intensidad moderada (RPE 3-6) y aumentando 5 s en los intervalos cada semana. Descanso de 2 a 3 minutos. • Semanas 5 a la 8: Entrenamiento interválico de 5 x 20 s a intensidad vigorosa (RPE 7-8) y aumentando 5 s en los intervalos cada semana. Descanso de 2 a 3 minutos.
	Ejercicios de fuerza
	Entrenamientos full-body con los principales patrones de movimiento, realizando de trabajo dos series de 8-10 repeticiones.
8	<ul style="list-style-type: none"> • Semanas 1 a la 2, "Ejercicios isométricos" (30 segundos cada repetición): Floor press isométrico, Remo isométrico, Press militar isométrico, Pull down isométrico, Sentadilla en pared, Peso muerto rumano isométrico. • Semanas 3 a la 4, "Ejercicios con autocarga": Floor press con goma, Remo con goma, Press militar con goma, Pull down con goma, Sentadilla, Peso muerto rumano con goma. • Semanas 5 a la 6, "Ejercicios con cargas externas ligeras" (RPE 4-5): Floor press con mancuernas, Remo con mancuernas, Press militar con mancuernas, Curl de bíceps con mancuernas, Sentadilla trasera con barra, Peso muerto rumano con barra. • Semanas 7 a la 8, "Ejercicios con cargas externas pesadas" (RPE 7-8): Floor press con mancuernas, Remo con mancuernas, Press militar con mancuernas, Curl de bíceps con mancuernas, Sentadilla trasera con barra, Peso muerto rumano con barra.
Adaptaciones	
9	El entrenamiento aeróbico se podía realizar andando o caminando, en función de las capacidades del sujeto.
Modificaciones	
10	Se añadió una tercera serie de fuerza a partir de la semana 3 para cumplir la duración de la sesión.
Cómo de bien	
11	Entrenadores formados en ejercicio físico en el paciente oncológico.
12	La asistencia al programa de ejercicio (%) fue del 90.00 ± 12.96.

Análisis Estadístico

Se utilizó el paquete estadístico SPSS® V. 28.0 para Windows 10 (SPSS Inc., Chicago, IL, EE.UU.). Se realizó la prueba de Shapiro-Wilk, debido a que el tamaño de la muestra era inferior a 30 ($n = 9$), y con el fin de analizar la distribución y normalidad de los datos. Para las variables de edad, altura, y las referentes a datos demográficos e historia clínica, se calcularon los estadísticos descriptivos (media, desviación estándar y error típico de la media). Todas las variables, excepto a las referentes al One-Leg Standing test, seguían distribución normal, por lo que se aplicó la prueba T de Student para muestras relacionadas (con un intervalo de confianza del 95%) con el fin de observar los cambios entre el Pre- y Post- de cada grupo. Se utilizó la Prueba T de Student para muestras independientes para las comparaciones entre grupos, estableciendo un nivel de significación de $p \leq .05$. Se utilizó la d de Cohen para estudiar el tamaño del efecto, en la que se consideró, valores inferiores a 0.2 un efecto pequeño, entre 0.5-0.7 un efecto medio, y valores superiores a 0.8 un efecto grande (Dominguez-Lara, 2018).

En las variables relacionadas al one-Leg Standing test, al ser no paramétricas, se utilizó la prueba de Wilcoxon con el fin de observar las diferencias entre el Pre- y Post- de cada grupo. Se aplicó la prueba de la U de Mann-Whitney, para analizar las diferencias entre ambos grupos, estableciendo un nivel de significación de $p \leq .05$. Se estudió el tamaño del efecto mediante la correlación biserial, considerando valores inferiores a .3 de efecto pequeño, entre .3 y .5 de efecto medio, y superiores a .5 de efecto grande (Dominguez-Lara, 2018).

Resultados

Características de la Muestra

Como se puede observar en la Tabla 2, en este estudio, se reclutaron nueve participantes, de las cuales ocho completaron la evaluación final después del programa de ejercicio. La edad promedio de las participantes fue de 51 ± 11.4 años.

En cuanto a la historia clínica, el 66.6% de las participantes habían sido diagnosticadas con el subtipo de cáncer Luminal A (33.3%) o Luminal B (33.3%). La mayoría (77.8%) estaba recibiendo tratamiento en el momento del estudio, y el 77.8% había sido diagnosticado con cáncer antes de la menopausia. Un 55.5% de las participantes habían sido diagnosticadas en el estadio II de la enfermedad, y el 66.7% no tenían metástasis. Al 88.9% se le había realizado cirugía. La quimioterapia había sido administrada al 77.8% de las participantes, pero en la actualidad solo el 33% continuaban con el tratamiento. El 77.8% había recibido radioterapia, y un número similar (77.8%) seguía con tratamiento hormonal.

Comparación Pre-Post Programa

De acuerdo con los datos presentados en la Tabla 3, se han encontrado diferencias en el grupo de control en la masa libre de grasa (kg) y en su respectivo porcentaje. Además, se encontraron diferencias en los valores de presión sistólica.

Referente al grupo de ejercicio, se encontraron diferencias en la distancia recorrida en el 6MWT, así como en el número de repeticiones realizadas en el 30STS.

Tabla 2
Datos descriptivos de la muestra

	Total
Edad en años, M (DE)	51 (11.48)
Altura en metros, M (DE)	156.73 (5.9)
Datos clínicos, n (%)	
Tipo de cáncer	
LUMINAL A	3 (33.3)
LUMINAL B	3 (33.3)
TRIPLE NEGATIVO	1 (11.1)
HER2+	2 (22.2)
Tipo de paciente	
En tratamiento	7 (77.8)
Superviviente	2 (22.2)
Menopausia	
Premenopausia	7 (77.8)
Postmenopausia	2 (22.2)
Estadio del cáncer	
I	1 (11.1)
II	5 (55.5)
III	3 (33.3)
Metástasis	
No	6 (66.7)
Ganglios	1 (11.1)
Huesos	1 (11.1)
Múltiple	1 (11.1)
Cirugía	
Sí	8 (88.9)
No	1 (11.1)
Tipo de cirugía	
No	1 (11.1)
Conservadora	4 (44.4)
Mastectomía parcial	1 (11.1)
Mastectomía radical	1 (11.1)
Mastectomía radical doble	2 (22.2)
Quimioterapia	
Sí	7 (77.8)
No	2 (22.2)
Quimioterapia en activo	
Sí	3 (33.3)
No	6 (66.7)
Radioterapia	
Sí	7 (77.8)
No	2 (22.2)
Tratamiento hormonal	
Sí	7 (77.8)
No	2 (22.2)

Tabla 3
Cambios en las variables evaluadas pre-post intervención de ejercicio físico combinado

Variables	CG (n = 4), M ± DE		Δ	p ^a	EG (n = 5), M ± DE		Δ	p ^a	p ^b	TE
	Pre	Post			Pre	Post				
Capacidad cardiovascular										
Distancia alcanzada en el 6MWT (m)	530.63 ± 70.54	574.75 ± 42.23	44.13	.192	645.75 ± 76.86	769.25 ± 134.73	123.5	.024*	.033*	-1.948^e
VO2max estimado (ml/kg/min)	26.15 ± 3.85	28.43 ± 2.32	2.28	.196	32.97 ± 7.76	36.80 ± 12.93	3.83	.197	.248	-0.846^e
Composición corporal										
Peso (kg)	70.60 ± 17.28	70.50 ± 17.49	-0.10	.572	62.60 ± 14.14	63.38 ± 12.65	0.77	.383	.534	0.467
Masa grasa (kg)	25.90 ± 10.33	26.90 ± 9.79	1.00	.088	20.85 ± 8.81	20.20 ± 8.66	-0.65	.102	.345	0.725 ^d
Masa grasa (%)	35.85 ± 6.91	37.53 ± 5.50	1.68	.144	32.40 ± 5.64	30.95 ± 6.50	-1.45	.071	.173	1.092 ^e
Masa libre de grasa (kg)	44.18 ± 8.47	43.60 ± 8.62	-0.57	.019*	41.75 ± 5.47	43.18 ± 4.32	1.43	.127	.933	0.062
Masa libre de grasa (%)	63.20 ± 5.33	62.48 ± 5.50	-0.73	.024*	67.63 ± 5.66	69.05 ± 6.50	1.43	.070	.173	-1.092^e
Masa ósea (kg)	2.333 ± 0.47	2.333 ± 0.47	0.00	^c	2.13 ± 0.26	2.20 ± 0.22	0.08	.058	.839	0.150
IMC	28.88 ± 4.82	28.80 ± 4.92	-0.07	.391	24.93 ± 4.30	25.25 ± 3.73	0.32	.340	.294	0.813^e
Perímetro de cadera (cm)	108.67 ± 7.57	103.25 ± 7.64	-5.42	.001*	98.75 ± 4.19	105.38 ± 11.26	6.63	.204	.765	0.221
Perímetro de cintura (cm)	101.04 ± 12.51	95.75 ± 15.58	-5.29	.051	78.38 ± 8.75	77.00 ± 11.30	-1.38	.740	.099	1.378^e
ICC	0.93 ± 0.05	0.92 ± 0.08	0.00	.836	0.79 ± 0.09	0.73 ± 0.04	-0.06	.166	.006*	2.902^e
Presión arterial										
Presión sistólica (mmHg)	125.75 ± 10.37	114.00 ± 5.60	-11.75	.023*	114.75 ± 4.27	112.00 ± 4.83	-2.75	.382	.608	0.383
Presión diastólica (mmHg)	78.75 ± 6.24	82.25 ± 9.14	3.50	.544	76.25 ± 4.27	74.75 ± 3.30	-1.50	.620	.174	1.091^e
Funcionalidad del tren inferior										
30STS	15.25 ± 1.71	18.25 ± 5.06	3.00	.199	16.25 ± 2.21	24.75 ± 5.05	8.5	.014*	.119	-1.285^e
Presión manual										
Mano dominante (kg)	23.10 ± 5.84	25.63 ± 7.82	2.53	0.276	21.65 ± 4.94	23.75 ± 4.66	2.1	.391	.695	0.291
Mano no dominante (kg)	22.43 ± 9.54	23.38 ± 8.44	0.95	0.586	22.4 ± 4.16	24.62 ± 4.60	2.22	.236	.804	-0.184
Equilibrio										
Pierna dominante (s)	50.75 ± 18.5	51.75 ± 16.5	1	0.655	42.80 ± 19.15	60.00 ± 0.00	17.20	.180	.317	0.353 ^d
Pierna no dominante (s)	45.5 ± 22.51	40.75 ± 16.68	-4.75	0.593	54.00 ± 5.52	60.00 ± 0.00	6.00	.180	.047*	0.701^e

Nota: CG = Grupo control; EG = Grupo de ejercicio; 6MWT = test de los seis minutos andando; 30STS = 30 segundos sit to stand; Δ = diferencia entre pre y post.

a = Comparación entre base y post.

b = Diferencia en el post entre grupos.

c = T no se puede calcular porque el error estándar de la diferencia es 0.

d = TE medio.

e = TE grande.

* = p ≤ .05.

Comparación entre Grupos

Se observaron diferencias significativas entre ambos grupos en la distancia recorrida (m) en el 6MWT, en el ICC y en el tiempo en equilibrio con la pierna no dominante.

Además, se observó un tamaño del efecto grande en las variables referentes a la capacidad cardiovascular, el porcentaje de masa grasa y masa libre de grasa, el IMC, perímetro de cintura y en el ICC. Asimismo, se observa un tamaño del efecto grande en la presión sistólica, en las repeticiones del 30STS y en el equilibrio de la pierna no dominante. Se observa un tamaño de efecto medio en la masa grasa (kg).

Discusión

El objetivo de este estudio fue analizar el efecto de un programa de ejercicio físico combinado en la capacidad cardiovascular de mujeres con cáncer de mama en cualquier momento de la enfermedad.

Nuestros hallazgos han mostrado que, tras 8 semanas de ejercicio físico combinado, el grupo de ejercicio fue capaz de recorrer mayor distancia en la prueba de 6MWT que el grupo control, siendo este aumento mayor a los 50 m, que se considera una diferencia clínica significativa en la mayoría de las poblaciones (Kirkham et al., 2016). La distancia alcanzada por el grupo de ejercicio fue similar a la alcanzada por el grupo de mujeres activas con cáncer de mama del estudio transversal de Gil-Herrero, Pollán, et al. (2022). Se ha demostrado que el aumento de la distancia no se ve influenciado por el estadio del cáncer, tipo de cirugía ni tratamiento hormonal (But-Hadzic et al., 2021), por lo que permite comparar a la población de este estudio, a pesar de encontrarse en momentos diferentes de la enfermedad.

En línea con lo anterior, las diferencias observadas entre los grupos podrían estar relacionadas con la inclusión de ejercicio cardiovascular de intensidad moderada-alta. En concordancia con otros estudios, se ha demostrado que las intervenciones de ejercicio físico con una duración entre 8-14 semanas, una frecuencia de entrenamiento de 2-3 veces por semana, que incluyan entre 20-45 minutos de ejercicio aeróbico de intensidad moderada a vigorosa son efectivas para mejorar la capacidad cardiovascular de pacientes con cáncer de mama durante y después de los tratamientos (Kirkham et al., 2016).

Por otro lado, otro de los objetivos planteados en este estudio fue evaluar el impacto del programa de ejercicio físico combinado en la composición corporal y la presión arterial de esta población.

Nuestros resultados mostraron que un programa de ejercicio físico de 8 semanas es eficaz para reducir el ICC de las mujeres con cáncer de mama, en concordancia con los resultados de otras intervenciones como las realizadas por Nuri et al. (2012) y por Rogers et al. (2009). La reducción del ICC, por debajo de 0.85 es indispensable en esta población, ya que valores altos de ICC aumentan el riesgo de muerte por cualquier causa, complicaciones metabólicas, así como un aumento del riesgo de recidiva (Chan & Norat, 2015).

Aunque nuestros resultados muestran un aumento en el porcentaje de la masa muscular y disminución de la masa grasa de las participantes del grupo de ejercicio, esta diferencia no es significativa, pero se observa un tamaño de efecto grande en estas variables. Esto pudo ser debido a la duración del programa, ya que algunas investigaciones no han mostrado mejoras en la composición corporal y en el peso corporal, hasta la semana 20 de la intervención (Kirkham et al., 2016). Sin embargo, existen múltiples estudios que muestran diferencias en estas variables con tan sólo 12 semanas de intervención (Casla-Barrio et al., 2021; Gil-Herrero, Courneya, et al., 2022; Lee & An, 2022). Estas mejoras son importantes ya que la pérdida de masa muscular en pacientes con cáncer está asociadas a una peor calidad de vida y mayor toxicidad en la quimioterapia; y la ganancia de masa grasa incrementa el riesgo de enfermedades metabólicas y cardiovasculares a largo plazo (Gil-Herrero, Courneya, et al., 2022). Referente al grupo de control, existen diferencias significativas en la masa libre de grasa y en su porcentaje. Esto es debido a que tanto el sedentarismo (Shur et al., 2021) como el tratamiento (Hojan et al., 2013; Mijwel, Cardinale, et al., 2018; Tram et al., 2022), reducen los niveles de masa muscular.

En cuanto a la presión arterial, no se han encontrado diferencias significativas, pero se aprecia un tamaño del efecto grande en la diastólica como un descenso de la presión sistólica (2.75 mmHg) y la diastólica (1.50 mmHg), que concuerda con los resultados obtenidos en la revisión de Kirkham et al. (2016) en pacientes de cáncer de mama durante y tras finalizar los tratamientos.

Otro de los objetivos planteados en este estudio fue observar el impacto del programa de ejercicio físico combinado sobre la prensión manual y funcionalidad del tren inferior en esta población. Tras el programa, las participantes del grupo de ejercicio fueron capaces de realizar un mayor número de repeticiones en el 30STS comparado con el grupo control. Estos resultados concuerdan con múltiples estudios realizados con este colectivo (Gavala-González et al., 2020; Herrero et al., 2006; Santagnello et al., 2020). Estas mejoras de fuerza están relacionadas con una mejor calidad de vida de las pacientes, debido a que muestran mayor satisfacción con su condición física, (Hojan et al., 2013) mejor funcionalidad y facilidad para desempeñar las actividades de la vida cotidiana.

Referente a la prensión manual, no se han observado diferencias entre ambos grupos. Como hemos comentado anteriormente, una de las principales limitaciones de estas diferencias es la duración del programa, ya que numerosos estudios muestran diferencias en estas variables al tener mayor duración del programa (Lee & An, 2022; Mijwel, Backman, et al., 2018). A su vez, esto pudo ser debido a que nuestras participantes tenían una mayor fuerza de prensión manual que los valores esperados para su edad, tal y como sucedió en el estudio de Parkinson et al. (2023), donde no hubo una mejora tras un año de intervención.

Por último, otro de los objetivos del estudio era examinar el efecto en el equilibrio de un programa de ejercicio físico combinado en pacientes de cáncer de mama en cualquier momento de la enfermedad. Nuestros resultados muestran

una mejora significativa en el equilibrio de la pierna no dominante del grupo de ejercicio comparado con el grupo control. Aunque no realizamos ejercicios específicos de equilibrio en el programa, la ganancia de fuerza obtenida en el tren inferior contribuye de forma clave en el equilibrio (McLay et al., 2019).

Limitaciones

Una de las principales limitaciones de este estudio es el tamaño de la muestra, debido a la especificidad de la población, además de ser un colectivo con un reducido interés en la práctica de ejercicio físico. Otra de las limitaciones es la heterogeneidad de la muestra, debida tanto a los tipos de cáncer de mama como al momento de la enfermedad que se encontraba cada una de ellas, lo que pudo afectar a los resultados obtenidos. Otra de las limitaciones del estudio es la división entre grupos, ya que no fue aleatorizada debido a que fue en base a la disponibilidad de las participantes para realizar el programa. Por otro lado, la duración del programa de ejercicio fue un factor limitante, ya que con un programa más largo se podrían haber observado más diferencias en las variables evaluadas.

Conclusiones

Los hallazgos en este estudio concluyen que un programa de ejercicio físico combinado y supervisado de 8 semanas produce mejoras en la capacidad cardiovascular, fuerza y funcionalidad del tren inferior, así como en el equilibrio de la pierna no dominante de pacientes con cáncer de mama en cualquier momento de la enfermedad. Además, este tipo de intervenciones también ha mostrado una reducción del índice cintura cadera en esta población.

Declaración del Comité de Ética

El estudio se realizó siguiendo la Declaración de Helsinki y las participantes firmaron un consentimiento informando antes de la participación del estudio.

Conflicto de Intereses

Los autores declaran no tener conflicto de intereses.

Financiación

Esta investigación no recibió ninguna financiación debido a que no fue necesario.

Contribución de los Autores

Conceptualización: A.J. & M.C.; Conservación de datos: A.J. & H.A.; Análisis formal: A.J.; Investigación: A.J., E.M., H.A., & M.V.G.; Metodología: A.J., E.M., H.A. & M.C.; Administración de Proyectos: M.C.; Recursos: M.V.G.; Supervisión: M.C. & M.V.G.; Validación: M.C. & M.V.G.; Visualización: A.J.; Redacción - Borrador Original: A.J. & M.C.; Redacción - Revisión y Edición: A.J., E.M., H.A., M.C. & M.V.G. Todos los autores han leído y aceptado la versión publicada del manuscrito.

Declaración de Disponibilidad de Datos

Datos disponibles bajo demanda al autor de correspondencia (alejandroj.m.01@gmail.com).

Agradecimientos

Queremos expresar nuestro más sincero agradecimiento a todas las participantes del estudio por su valiosa contribución. Asimismo, extendemos nuestro agradecimiento a la Asociación de Prevención y Atención de Afectadas de Cáncer de Mama (APACAMA) por su apoyo y colaboración, que han sido fundamentales para la realización de este trabajo.

Referencias

- Adams, M.J., Lipsitz, S.R., Colan, S.D., Tarbell, N.J., Treves, S.T., Diller, L., Greenbaum, N., Mauch, P., & Lipshultz, S.E. (2004). Cardiovascular status in long-term survivors of Hodgkin's disease treated with chest radiotherapy. *Journal of Clinical Oncology: Official Journal of the American Society of Clinical Oncology*, 22(15), 3139–3148. <https://doi.org/10.1200/JCO.2004.09.109>
- Akyol, M., Tuğral, A., Aribaş, Z., & Bakar, Y. (2023). Assessment of the cardiorespiratory fitness and the quality of life of patients with breast cancer undergoing chemotherapy: a prospective study. *Breast Cancer (Tokyo, Japan)*, 30(4), 617–626. <https://doi.org/10.1007/s12282-023-01453-6>

- Arem, H., Sorkin, M., Cartmel, B., Fiellin, M., Capozza, S., Harrigan, M., Ercolano, E., Zhou, Y., Sanft, T., Gross, C., Schmitz, K., Neogi, T., Hershman, D., Ligibel, J., & Irwin, M.L. (2016). Exercise adherence in a randomized trial of exercise on aromatase inhibitor arthralgias in breast cancer survivors: the Hormones and Physical Exercise (HOPE) study. *Journal of Cancer Survivorship: Research and Practice*, 10(4), 654–662. <https://doi.org/10.1007/s11764-015-0511-6>
- Berger, A.M., Gerber, L.H., & Mayer, D.K. (2012). Cancer-related fatigue: implications for breast cancer survivors. *Cancer*, 118(8 Suppl), 2261–2269. <https://doi.org/10.1002/cncr.27475>
- But-Hadzic, J., Dervisevic, M., Karpljuk, D., Videmsek, M., Dervisevic, E., Paravlic, A., Hadzic, V., & Tomazin, K. (2021). Six-Minute Walk Distance in Breast Cancer Survivors-A Systematic Review with Meta-Analysis. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 18(5), 2591. <https://doi.org/10.3390/ijerph18052591>
- Casla-Barrio, S., Gil-Herrero, L., Castellanos, M., Casas, E., Vizcaíno, S., & Gonzalez, A. (2021). *How to carry on an effective community program of exercise-oncology. A pilot experience*. Research Square. <https://doi.org/10.21203/rs.3.rs-400652/v1>
- Chan, D.S., & Norat, T. (2015). Obesity and breast cancer: not only a risk factor of the disease. *Current Treatment Options in Oncology*, 16(5), 22. <https://doi.org/10.1007/s11864-015-0341-9>
- Courneya K.S. (2001). Exercise interventions during cancer treatment: biopsychosocial outcomes. *Exercise and Sport Sciences Reviews*, 29(2), 60–64. <https://doi.org/10.1097/00003677-200104000-00004>
- Demark-Wahnefried, W., Schmitz, K.H., Alfano, C.M., Bail, J.R., Goodwin, P.J., Thomson, C.A., Bradley, D.W., Courneya, K.S., Befort, C.A., Denlinger, C.S., Ligibel, J.A., Dietz, W.H., Stolley, M.R., Irwin, M.L., Bamman, M.M., Apovian, C.M., Pinto, B.M., Wolin, K.Y., Ballard, R.M., Dannenberg, A.J., ... Basen-Engquist, K. (2018). Weight management and physical activity throughout the cancer care continuum. *CA: A Cancer Journal for Clinicians*, 68(1), 64–89. <https://doi.org/10.3322/caac.21441>
- Dominguez-Lara, S. (2018). Magnitud del efecto, una guía rápida. *Educación Médica*, 19(4), 251-254. <https://doi.org/10.1016/j.edumed.2017.07.002>
- Ficarra, S., Thomas, E., Bianco, A., Gentile, A., Thaller, P., Grassadonio, F., Papakonstantinou, S., Schulz, T., Olson, N., Martin, A., Wagner, C., Nordström, A., & Hofmann, H. (2022). Impact of exercise interventions on physical fitness in breast cancer patients and survivors: a systematic review. *Breast Cancer (Tokyo, Japan)*, 29(3), 402–418. <https://doi.org/10.1007/s12282-022-01347-z>
- Gavala-González, J., Gálvez-Fernández, I., Mercadé-Melé, P., & Fernández-García, J.C. (2020). Rowing Training in Breast Cancer Survivors: A Longitudinal Study of Physical Fitness. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 17(14), 4938. <https://doi.org/10.3390/ijerph17144938>
- Gil-Herrero, L., Courneya, K.S., McNeely, M.L., Castellanos, M., González Marquez, A.I., Pollan, M., & Casla-Barrio, S. (2022). Effects of a Clinical Exercise Program on Health-Related Fitness and Quality of Life in Spanish Cancer Patients Receiving Adjuvant Therapy. *Integrative Cancer Therapies*, 21, 15347354221141715. <https://doi.org/10.1177/15347354221141715>
- Gil-Herrero, L., McNeely, M.L., Courneya, K.S., Castellanos Montealegre, M., González Marquez, A.I., Pollan Santamaría, M., & Casla Barrio, S. (2022). Safety, feasibility, and effectiveness of implementing supervised exercise into the clinical care of individuals with advanced cancer. *Clinical Rehabilitation*, 36(12), 1666–1678. <https://doi.org/10.1177/02692155221114556>
- Gil-Herrero, L., Pollán, M., Martín, M., López-Tarruella, S., Castellanos, M., & Casla-Barrio, S. (2022). The importance of physical exercise in cardiovascular fitness in breast cancer survivors. A cross-sectional study: women in Motion 2.0. *Supportive Care in Cancer: Official Journal of the Multinational Association of Supportive Care in Cancer*, 30(8), 6745–6754. <https://doi.org/10.1007/s00520-022-06993-9>
- Goodwin, P.J., Ennis, M., Pritchard, K.I., McCready, D., Koo, J., Sidlofsky, S., Trudeau, M., Hood, N., & Redwood, S. (1999). Adjuvant treatment and onset of menopause predict weight gain after breast cancer diagnosis. *Journal of Clinical Oncology: Official Journal of the American Society of Clinical Oncology*, 17(1), 120–129. <https://doi.org/10.1200/JCO.1999.17.1.120>
- Herrero, F., San Juan, A.F., Fleck, S. J., Balmer, J., Pérez, M., Cañete, S., Earnest, C.P., Foster, C., & Lucía, A. (2006). Combined aerobic and resistance training in breast cancer survivors: A randomized, controlled pilot trial. *International Journal of Sports Medicine*, 27(7), 573–580. <https://doi.org/10.1055/s-2005-865848>
- Hoffmann, T.C., Glasziou, P.P., Boutron, I., Milne, R., Perera, R., Moher, D., Altman, D.G., Barbour, V., Macdonald, H., Johnston, M., Lamb, S. E., Dixon-Woods, M., McCulloch, P., Wyatt, J.C., Chan, A.W., & Michie, S. (2014). *Better reporting of interventions: template for intervention description and replication (TIDieR) checklist and guide*. *BMJ (Clinical research ed.)*, 348, g1687. <https://doi.org/10.1136/bmj.g1687>

- Hojan, K., Molińska-Glura, M., & Milecki, P. (2013). Physical activity and body composition, body physique, and quality of life in premenopausal breast cancer patients during endocrine therapy--a feasibility study. *Acta Oncologica (Stockholm, Sweden)*, 52(2), 319–326. <https://doi.org/10.3109/0284186X.2012.744468>
- Hurria, A., Jones, L., & Muss, H.B. (2016). Cancer Treatment as an Accelerated Aging Process: Assessment, Biomarkers, and Interventions. American Society of Clinical Oncology educational book. *American Society of Clinical Oncology. Annual Meeting*, 35, e516–e522. https://doi.org/10.1200/EDBK_156160
- Irwin, M.L., McTiernan, A., Baumgartner, R.N., Baumgartner, K.B., Bernstein, L., Gilliland, F.D., & Ballard-Barbash, R. (2005). Changes in body fat and weight after a breast cancer diagnosis: influence of demographic, prognostic, and lifestyle factors. *Journal of Clinical Oncology: Official Journal of the American Society of Clinical Oncology*, 23(4), 774–782. <https://doi.org/10.1200/JCO.2005.04.036>
- Jones, L.W., Liang, Y., Pituskin, E.N., Battaglini, C.L., Scott, J.M., Hornsby, W.E., & Haykowsky, M. (2011). Effect of exercise training on peak oxygen consumption in patients with cancer: a meta-analysis. *The Oncologist*, 16(1), 112–120. <https://doi.org/10.1634/theoncologist.2010-0197>
- Kirkham, A.A., Bland, K.A., Sayyari, S., Campbell, K.L., & Davis, M.K. (2016). Clinically Relevant Physical Benefits of Exercise Interventions in Breast Cancer Survivors. *Current Oncology Reports*, 18(2), 12. <https://doi.org/10.1007/s11912-015-0496-3>
- Lamkin, D.M., & Garland, T. Jr. (2020). Translating Preclinical Research for Exercise Oncology: Take It to the VO2max. *Frontiers in Oncology*, 10, 575657. <https://doi.org/10.3389/fonc.2020.575657>
- Lee, K.J., & An, K.O. (2022). Impact of High-Intensity Circuit Resistance Exercise on Physical Fitness, Inflammation, and Immune Cells in Female Breast Cancer Survivors: A Randomized Control Trial. *International journal of Environmental Research and Public Health*, 19(9), 5463. <https://doi.org/10.3390/ijerph19095463>
- Maginador, G., Lixandrão, M.E., Bortolozzo, H.I., Vechin, F.C., Sarian, L.O., Derchain, S., Telles, G.D., Zopf, E., Ugrinowitsch, C., & Conceição, M.S. (2020). Aerobic Exercise-Induced Changes in Cardiorespiratory Fitness in Breast Cancer Patients Receiving Chemotherapy: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Cancers*, 12(8), 2240. <https://doi.org/10.3390/cancers12082240>
- Mänttari, A., Suni, J., Sievänen, H., Husu, P., Vähä-Ypyä, H., Valkeinen, H., Tokola, K., & Vasankari, T. (2018). Six-minute walk test: a tool for predicting maximal aerobic power (VO2 max) in healthy adults. *Clinical Physiology and Functional Imaging*, 38 (6), 1038–1045. <https://doi.org/10.1111/cpf.12525>
- Malveiro, C., Correia, I.R., Cargaleiro, C., Magalhães, J.P., de Matos, L.V., Hilário, S., Sardinha, L.B., & Cardoso, M.J. (2023). Effects of exercise training on cancer patients undergoing neoadjuvant treatment: A systematic review. *Journal of Science and Medicine in Sport*, 26(11), 586–592. <https://doi.org/10.1016/j.jsams.2023.08.178>
- Martínez-Vizcaíno, V., Cavero-Redondo, I., Reina-Gutiérrez, S., Gracia-Marco, L., Gil-Cosano, J. J., Bizzozero-Peroni, B., Rodríguez-Artalejo, F., & Ubago-Guisado, E. (2023). Comparative effects of different types of exercise on health-related quality of life during and after active cancer treatment: A systematic review and network meta-analysis. *Journal of Sport and Health Science*, 12(6), 726–738. <https://doi.org/10.1016/j.jshs.2023.01.002>
- McLay, R., O'Hoski, S., & Beauchamp, M.K. (2019). Role of muscle strength in balance assessment and treatment in chronic obstructive pulmonary disease. *Cardiopulmonary Physical Therapy Journal*, 30(1), 35–43. <https://doi.org/10.1097/cpt.0000000000000093>
- Mera-Mamián, A.Y., Reyes Burgos, B., Bedoya-Carvajal, O.A., Quirós Gómez, O., Muñoz Rodríguez, D.I., & Segura Cardona, A.M. (2021). Factors related to the recovery of functional capacity in women with breast cancer: systematic review. *Cultura, Ciencia y Deporte*, 16(48), 235–246. <https://doi.org/10.12800/ccd.v16i48.1714>
- 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/10.1007/s10549-018-4663-8>
- Mijwel, S., Cardinale, D.A., Norrbom, J., Chapman, M., Ivarsson, N., Wengström, Y., Sundberg, C.J., & Rundqvist, H. (2018). Exercise training during chemotherapy preserves skeletal muscle fiber area, capillarization, and mitochondrial content in patients with breast cancer. *FASEB Journal: Official Publication of the Federation of American Societies for Experimental Biology*, 32(10), 5495–5505. <https://doi.org/10.1096/fj.201700968R>
- Nikovia, V., Chinis, E., Gkantaifi, A., Marketou, M., Mazonakis, M., Charalampakis, N., Mavroudis, D., Orfanidou, K.V., Varveris, A., Antoniadis, C., & Tolia, M. (2023). Current Cardioprotective Strategies for the Prevention of Radiation-

- Induced Cardiotoxicity in Left-Sided Breast Cancer Patients. *Journal of Personalized Medicine*, 13(7), 1038. <https://doi.org/10.3390/jpm13071038>.
- Nuri, R., Kordi, M.R., Moghaddasi, M., Rahnema, N., Damirchi, A., Rahmani-Nia, F., & Emami, H. (2012). Effect of combination exercise training on metabolic syndrome parameters in postmenopausal women with breast cancer. *Journal of Cancer Research and Therapeutics*, 8(2), 238–242. <https://doi.org/10.4103/0973-1482.98977>.
- Parkinson, J., Bandera, A., Crichton, M., Shannon, C., Woodward, N., Hodgkinson, A., Millar, L., Teleni, L., & van der Meij, B.S. (2023). Poor Muscle Status, Dietary Protein Intake, Exercise Levels, Quality of Life and Physical Function in Women with Metastatic Breast Cancer at Chemotherapy Commencement and during Follow-Up. *Current Oncology (Toronto, Ont.)*, 30(1), 688–703. <https://doi.org/10.3390/curroncol30010054>.
- Rogers, L.Q., Hopkins-Price, P., Vicari, S., Pamentor, R., Courneya, K.S., Markwell, S., Verhulst, S., Hoelzer, K., Naritoku, C., Jones, L., Dunnington, G., Lanzotti, V., Wynstra, J., Shah, L., Edson, B., Graff, A., & Lowy, M. (2009). A randomized trial to increase physical activity in breast cancer survivors. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 41(4), 935–946. <https://doi.org/10.1249/MSS.0b013e31818e0e1b>.
- San-Millán, I. (2023). The Key Role of Mitochondrial Function in Health and Disease. *Antioxidants*, 12(4), 782. <https://doi.org/10.3390/antiox12040782>.
- Santagnello, S.B., Martins, F.M., de Oliveira Junior, G.N., de Freitas Rodrigues de Sousa, J., Nomelini, R.S., Murta, E.F.C., & Orsatti, F.L. (2020). Improvements in muscle strength, power, and size and self-reported fatigue as mediators of the effect of resistance exercise on physical performance breast cancer survivor women: a randomized controlled trial. *Supportive Care In Cancer: Official Journal of the Multinational Association of Supportive Care in Cancer*, 28(12), 6075–6084. <https://doi.org/10.1007/s00520-020-05429-6>.
- Shur, N.F., Creedon, L., Skirrow, S., Atherton, P.J., MacDonald, I.A., Lund, J., & Greenhaff, P.L. (2021). Age-related changes in muscle architecture and metabolism in humans: The likely contribution of physical inactivity to age-related functional decline. *Ageing Research Reviews*, 68, 101344. <https://doi.org/10.1016/j.arr.2021.101344>.
- Sociedad Española de Oncología Médica (2023). *Las cifras del cáncer en España 2023*. Sociedad Española de Oncología Médica. <https://seom.org/prensa/el-cancer-en-cifras>
- Streckmann, F., Kneis, S., Leifert, J.A., Baumann, F.T., Kleber, M., Ihorst, G., Herich, L., Grüssinger, V., Gollhofer, A., & Bertz, H. (2014). Exercise program improves therapy-related side-effects and quality of life in lymphoma patients undergoing therapy. *Annals of Oncology: Official Journal of the European Society for Medical Oncology*, 25(2), 493–499. <https://doi.org/10.1093/annonc/mdt568>.
- Thomas, J., Nelson, J. & Silverman, S. (2004). *Research methods in physical activity*. (6th Ed). Europe: Human kinetics.
- Tram, N.K., Chou, T.H., Etefagh, L.N., Deep, K., Bobbey, A.J., Audino, A.N., & Stacy, M.R. (2022). Quantification of chemotherapy-induced changes in body composition in pediatric, adolescent, and young adult lymphoma using standard of care CT imaging. *European Radiology*, 32(10), 7270–7277. <https://doi.org/10.1007/s00330-022-09048-z>.
- Tranchita, E., Murri, A., Grazioli, E., Cerulli, C., Emerenziani, G.P., Ceci, R., Caporossi, D., Dimauro, I., & Parisi, A. (2022). The Beneficial Role of Physical Exercise on Anthracyclines Induced Cardiotoxicity in Breast Cancer Patients. *Cancers*, 14(9), 2288. <https://doi.org/10.3390/cancers14092288>.