

Método indirecto para estimar el consumo máximo de oxígeno en supervivientes de cáncer de mama y controles sanos

Indirect method for estimating maximum oxygen consumption in breast cancer survivors and healthy controls

*Ivana Leao Ribeiro, **Nicolás Yáñez Benavides, *Francisco Ortega González, ***Luz Alejandra Lorca, *María Ignacia Arias Silva, *Ignacio Esteban Canales Recabal, *Jorge Alberto Campos Espinosa, *Jaime Andrés Vásquez-Gómez
*Universidad Católica del Maule (Chile), **Hospital Clínico Regional Valdivia (Chile), ***Hospital del Salvador (Chile)

Resumen. El objetivo de este estudio fue comparar la predicción del VO_2 máx. entre mujeres supervivientes de cáncer de mama y un grupo control (GC) de mujeres sin antecedentes de cáncer. Estudio de caso-control en que diecisiete mujeres en el grupo supervivientes de cáncer de mama (49.4 ± 8.9 años, índice de masa corporal [IMC] de $27.8 \pm 2.7 \text{ kg}\cdot\text{m}^{-2}$) y 17 en el GC (47.9 ± 7.4 años, IMC de $26.2 \pm 4.4 \text{ kg}\cdot\text{m}^{-2}$) fueron evaluadas. La prueba de caminata de seis minutos (PC6M) se evaluó con monitor de frecuencia cardíaca, tensiómetro digital, oxímetro de pulso y escala de Borg. El VO_2 máx. se estimó con ecuación que consideró la distancia recorrida, el peso corporal y la edad. El grupo de supervivientes caminó 34.8 metros más que el GC ($p = .15$; $d = .51$). También mostró una tendencia ($p = .05$), con un tamaño del efecto moderado ($d = .76$), hacia un aumento del VO_2 máx. ($1.74 \pm .26 \text{ L}\cdot\text{min}^{-1}$) comparado con el GC ($1.56 \pm .21 \text{ L}\cdot\text{min}^{-1}$). No hubo diferencias entre los grupos para las variables de frecuencia cardíaca, presión arterial y esfuerzo percibido durante la prueba ($p > .05$). Las participantes que recorrieron más distancia tuvieron más probabilidades de un mayor VO_2 máx. (odds ratio = 12.7; $p = .002$). Existieron diferencias en el VO_2 máx. entre los dos grupos, esta aptitud física debería considerarse para el tratamiento y control post-operatorio.

Palabras clave: Consumo de oxígeno, neoplasias de la mama, prueba de caminata.

Abstract. The aim of the study was to compare the prediction of the VO_2 max in breast cancer survivors and a control group (CG) of women without a history of cancer. It is a case-control study. Seventeen women in the breast cancer survivors (49.4 ± 8.9 years, body mass index [BMI] of $27.8 \pm 2.7 \text{ kg}\cdot\text{m}^{-2}$) and 17 in the CG (47.9 ± 7.4 years, BMI of $26.2 \pm 4.4 \text{ kg}\cdot\text{m}^{-2}$) were evaluated. The six-minute walk test (SMWT) was evaluated with a heart rate monitor, digital blood pressure monitor, pulse oximeter and the Borg scale. The VO_2 max it was estimated with an equation that considered the distance traveled, body weight and age. The survivors group walked 34.8 meters more than the CG ($p = .15$). In addition, group showed a trend ($p = .05$), with a moderate effect size ($d = .76$), towards an increase in VO_2 max ($1.74 \pm .26 \text{ L}\cdot\text{min}^{-1}$) compared to the CG ($1.56 \pm .21 \text{ L}\cdot\text{min}^{-1}$). There were no differences between the groups for the variables of heart rate, blood pressure and perceived exertion during the test ($p > .05$). The participants who covered the longest distance had a better chance of a VO_2 max higher (odds ratio = 12.7; $p = .002$). There were differences in the VO_2 max between groups, this physical fitness should be considered for post-operated treatment and monitoring.

Key words: Oxygen consumption, breast neoplasms, walk test.

Introducción

El cáncer de mama es considerado el tipo de cáncer más común en mujeres con una prevalencia mundial del 30% hasta el año de 2023 (Global Cancer Observatory, 2018). A pesar de la importancia de los tratamientos para aumentar la expectativa de vida en esta población, los efectos sistémicos relacionados con la debilidad en la función del miembro superior son evidentes (Ribeiro, et al. 2019), además de la cardiotoxicidad inducida por los agentes

quimioterapéuticos (Henry, et al. 2018) que puede verse afectada en sujetos que presentan comorbilidades cardiovasculares (Armenian, et al. 2017). La cardiotoxicidad está relacionada con insuficiencia cardíaca y disfunción del ventrículo izquierdo, que puede causar otras complicaciones como arritmias e hipertensión arterial (Babiker, et al. 2018). Considerando que los efectos tóxicos de la quimioterapia están asociados con el riesgo cardiovascular y la muerte a largo plazo luego de finalizado el tratamiento (Gernaat, et al. 2017), es importante evaluar la aptitud cardiorrespiratoria utilizando herramientas que son fáciles de aplicar en la práctica clínica.

Por su parte, estudios anteriores han reportado disfunción autonómica en el período posoperatorio tar-

dío del cáncer de mama (Caro-Morán, et al. 2016) y baja variabilidad de la frecuencia cardíaca durante la quimioterapia (Stachowiak, et al. 2018) mediante la evaluación del control autonómico. También se ha demostrado que las mujeres supervivientes de cáncer de mama tienen menos tolerancia al ejercicio en comparación con controles sin antecedentes de cáncer (Beaudry, et al. 2019; Burnett, et al. 2013; Dolan, et al. 2016) evaluado a través del $\text{VO}_2\text{máx}$, el cual es el ritmo más alto, o límite máximo, para incrementar el consumo de oxígeno alcanzable en un ejercicio agotador o máximo (Wilmore, & Costill, 2004). De esta forma, una alternativa para evaluar la actividad física es la aptitud cardiorrespiratoria ya que es predictor de enfermedades crónicas no transmisibles y de mortalidad (Steell, et al. 2019).

El $\text{VO}_2\text{máx}$ ha sido reportado en estudios anteriores a través de los resultados de la PC6M (prueba de caminata de seis minutos) en pacientes con enfermedades cardiovasculares (Costa, et al. 2017) y personas mayores (Kervio, Carre, & Ville, 2003), aunque un estudio ha estimado valores del consumo máximo de oxígeno a través del test de marcha (PC6M) en mujeres con diagnóstico de cáncer (Bortolzo, et al. 2020), sin embargo, no fueron incluidas mujeres ya tratadas quirúrgicamente por cáncer de mama y comparadas a un grupo control sin historia de cáncer. Además, no existen estudios que presenten valores estimados de $\text{VO}_2\text{máx}$ a través de la PC6M en la población tratada por cáncer en Chile. Por lo tanto, el objetivo de este estudio fue comparar la predicción del $\text{VO}_2\text{máx}$ entre mujeres supervivientes de cáncer de mama y un grupo de control de mujeres sin antecedentes de cáncer.

Material y método

Corresponde a un estudio observacional de tipo caso-control, en base a las recomendaciones del *Strengthening the Reporting of Observational studies in Epidemiology* (STROBE) (von Elm, et al. 2007).

La población de este estudio correspondió a mujeres adultas de entre 18 y 65 años supervivientes de cáncer de mama, emparejadas por edad e IMC (índice de masa corporal), en relación a un grupo de mujeres sin antecedentes de enfermedades oncológicas, cardiovasculares o musculoesqueléticas (grupo control o GC). Los criterios de exclusión para ambos grupos fueron un $\text{IMC} > 29.9 \text{ kg}\cdot\text{m}^{-2}$, y para el grupo de supervivientes de cáncer de mama la presencia de metástasis o cáncer activo, período >6 años de cirugía, historial de

enfermedades crónicas, linfedema en extremidad superior, enfermedades no específicas en miembro superior, historial de cáncer de mama bilateral y reincidencia de cáncer. Un evaluador realizó el reclutamiento de los sujetos elegibles para participar del estudio y recolección de datos demográficos. Los participantes del grupo control fueron reclutados según edad e IMC de los participantes del grupo de supervivientes de cáncer de mama, en línea con el emparejamiento de todos los sujetos del estudio. Todas las participantes que aceptaron en forma voluntaria participar del estudio firmaron un consentimiento informado. El estudio fue aprobado por el Comité de Ética Científico de la Universidad Católica del Maule (número 16/2019 y 154/2019) de acuerdo con la Resolución 466/12 del Consejo Nacional de Salud (CNH), y las evaluaciones fueron realizadas en el Laboratorio de Kinesiología Clínica (L-KC) de la misma universidad. Otros dos evaluadores realizaron la evaluación de la capacidad funcional, que fue realizada siempre en el período de mañana (08h-10h). Finalmente, un tercer evaluador realizó el cálculo del $\text{VO}_2\text{máx}$ de ambos grupos.

La PC6M se realizó para evaluar la capacidad funcional con un protocolo previamente establecido, que consistía en medir la distancia máxima recorrida en una caminata de 6 minutos (Beroíza, et al. 2009). El registro de la frecuencia cardíaca se realizó con un monitor con cinta adosada al tórax y reloj de pulsera (Polar® modelo V800), la presión arterial con un tensiómetro digital de brazo (Beurer, BM28, Alemania) y la saturación de oxígeno con un oxímetro de pulso (CMS50D, Contec). Además, el nivel de esfuerzo percibido se registró mediante una escala de Borg modificada (Uchida, Kadoi, & Sailto, 2017) para indicar subjetivamente el estado de cada participante en el momento de realizar la evaluación, a cada minuto durante la ejecución de la prueba. Al final de la prueba, se registraron los parámetros fisiológicos de frecuencia cardíaca, presión arterial y esfuerzo percibido (Caro-Morán, et al. 2016).

El cálculo del $\text{VO}_2\text{máx}$ ($\text{ml}\cdot\text{kg}\cdot\text{min}^{-1}$) se realizó con una de las ecuaciones propuestas por Mänttari et al., (2018), $(22.506 - 0.271 * [\text{peso en kg}] + 0.051 * [\text{distancia en metros}] - 0.065 * [\text{edad en años}])$. Esta fórmula de predicción tuvo un $r^2 = .79$ y un error de estimación de $3.6 \text{ ml}\cdot\text{kg}\cdot\text{min}^{-1}$. Este modelo predictivo se desarrolló a partir de una prueba de esfuerzo cardiopulmonar como método de criterio (gold estándar) en base a la medición directa de los intercambios gaseosos con ergoespirómetro. Primero se realizó una etapa piloto, luego una etapa de prueba de campo y finalmen-

te una etapa de validación. El $VO_2\text{máx.}$ ($\text{ml}\cdot\text{kg}\cdot\text{min}^{-1}$) fue clasificado según la edad de las participantes (Shvartz & Reibold, 1990).

Los datos se analizaron utilizando la versión 20 del programa SPSS (Chicago, IL, EE. UU.). Se utilizó la prueba de Shapiro-Wilk para verificar la normalidad de los datos. El análisis descriptivo se realizó con media, desviación estándar e intervalo de confianza del 95%, o con mediana, rango intercuartílico, máximo y mínimo, en variables cuantitativas según la distribución de datos normales. Las comparaciones entre grupos se realizaron mediante la prueba t de Student para las variables con distribución normal y la correspondiente prueba de U de Mann-Whitney se utilizó para los datos sin distribución normal. El tamaño del efecto, índice d de Cohen, se calculó en los datos paramétricos para estimar la magnitud de la diferencia entre los grupos y se clasificó como pequeño ($d < .2$), moderado ($d \approx .5$) o grande ($d \approx .8$) en los resultados que tuvieron diferencias estadísticas. El tamaño del efecto se ha utilizado previamente en un estudio de casos y controles, con la finalidad de proporcionar medidas de importancia práctica (Ribeiro, et al. 2019). Finalmente, se evaluó la probabilidad de tener un $VO_2\text{máx.}$ mayor utilizando las variables de adiposidad corporal, rendimiento en la PC6M, tipo de cirugía realizada y abordaje axilar, calculando el odds ratio (OR) con un intervalo de confianza del 95%. Para todos los análisis se consideró significación estadística un valor $p < .05$ y todos los sujetos incluidos en el estudio fueron analizados.

Resultados

Un total de 32 mujeres adultas participaron en el estudio ($n=17$ en el grupo supervivientes de cáncer de mama; $n=17$ en el grupo control). En la Figura 1 se muestra un diagrama de flujo sobre el reclutamiento de las participantes.

La tabla 1 muestra las principales características clínicas de las participantes del estudio. No hubo diferencias significativas entre grupos para las variables edad, peso, estatura e IMC ($p > .05$). El tiempo de cirugía fue de 28.23 ± 48.41 meses y el tipo de procedimiento

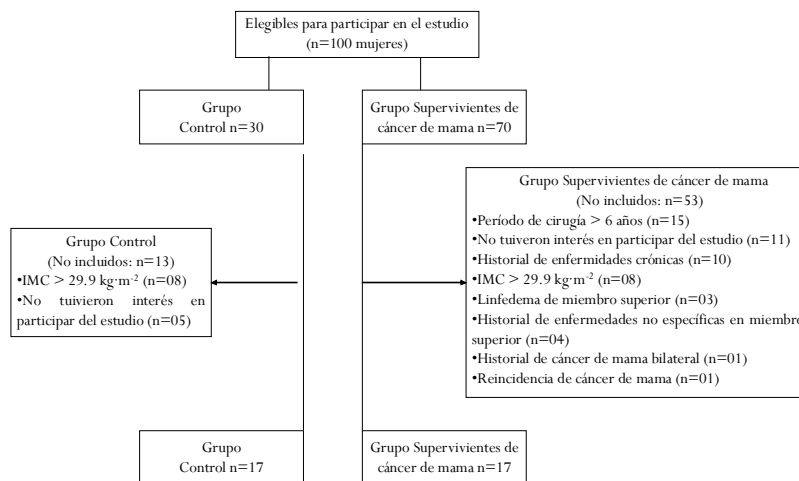


Figura 1. Diagrama de flujo de la muestra.

más frecuente fue la mastectomía (52.9%) y linfadenectomía axilar (70.6%). Trece mujeres del grupo supervivientes de cáncer de mama (76.5%) ya habían recibido el tratamiento de quimioterapia antes de la fecha de la evaluación.

Tabla 1. Caracterización clínica de las participantes del estudio (n = 32)

Variables	Grupo supervivientes de cáncer de mama (n = 17)	Grupo control (n = 17)	p-valor	Test
Edad (años)	49.41 ± 8.98 (44.79; 54.03)	47.93 ± 7.44 (43.80; 52.05)	.62	$t = .50$
Masa (kg)	69.15 ± 7.81 (65.14; 73.17)	64.4 ± 11.46 (58.05; 70.74)	.61	$t = .51$
Estatura (cm)	1.57 ± .05 (1.54; 1.6)	1.56 ± .08 (1.52; 1.61)	.74	$t = .33$
Índice de masa corporal ($\text{kg}\cdot\text{m}^{-2}$)	27.82 ± 2.76 (26.4; 29.24)	26.22 ± 4.43 (23.76; 28.67)	.22	$t = 1.24$
Tiempo de cirugía (meses)	28.23 ± 48.41 (3.34; 53.12)	-	-	-
Tipo de cirugía (Mastectomía/Cuadrantectomía)	9/8	-	-	-
Abordaje axilar (BLC/Linfadenectomía)	5/12	-	-	-

BLC: biopsia del linfonodo centinela; cm: centímetros; kg: kilogramos; $\text{kg}\cdot\text{m}^{-2}$: kilogramos sobre metro cuadrado; t : test t de Student. Los datos son presentados en promedio y desviación estándar (límite inferior y límite superior del intervalo de confianza, IC: 95%); y distribución por frecuencias. * $p < .05$.

En cuanto a la distancia recorrida, el grupo supervivientes de cáncer de mama caminó 34.82 metros más que el grupo control, sin diferencias entre los grupos ($p > .05$). En cuanto a las variables recolectadas durante y después de la PC6M, no hubo diferencias entre los grupos ($p > .05$). En cuanto al $VO_2\text{máx.}$, no hubo diferencias entre los grupos en términos relativos ($\text{mlO}_2\cdot\text{kg}\cdot\text{min}^{-1}$) ($p = .81$). Sin embargo, en términos absolutos ($\text{LO}_2\cdot\text{min}^{-1}$) los resultados sugirieron una diferencia estadística entre los grupos con tamaño de efecto moderado ($p = .05$; $d = .76$), lo que demostró que el grupo supervivientes de cáncer de mama tuvo un $VO_2\text{máx.}$ más alto en comparación con el grupo de control.

Finalmente, las participantes que recorrieron una distancia clasificada como «adecuado» o «superior» (Shvartz, & Reibold, 1990) en la PC6M tuvieron casi 12 veces más probabilidades de tener un $VO_2\text{máx.}$ «moderado» a «excelente» (OR = 12.75 [IC 95%: 1.74;

Tabla 2.
Estimación del consumo máximo de oxígeno de las participantes del estudio (n = 32)

Variables	Grupo supervivientes de cáncer de mama (n = 17)	Grupo control (n = 17)	p-valor	test	Tamaño del efecto
FC M1 (p·min ⁻¹)	105.47 ± 10.63 (100; 110.93)	107.6 ± 11.26 (101.36; 113.83)	.59	t = -.55	-
FC M2 (p·min ⁻¹)	111.35 ± 12.47 (104.93; 117.76)	108.93 ± 12.29 (102.12; 115.74)	.59	t = .55	-
FC M3 (p·min ⁻¹)	115.17 ± 12.91 (108.54; 121.81)	110.33 ± 13.56 (101.81; 117.84)	.31	t = 1.03	-
FC M4 (p·min ⁻¹)	116.47 ± 13.1 (109.73; 123.2)	114.60 ± 13.78 (106.96; 122.23)	.70	t = .39	-
FC M5 (p·min ⁻¹)	117.94 ± 15.36 (110.03; 125.84)	115.40 ± 14.77 (107.21; 123.58)	.64	t = .47	-
FC M6 (p·min ⁻¹)	118.11 ± 14.56 (110.62; 125.6)	116.93 ± 15.16 (108.53; 125.33)	.82	t = .22	-
FC R5 (p·min ⁻¹)	78.47 ± 7.6 (74.55; 82.38)	77.46 ± 11.58 (71.04; 83.88)	.77	t = .29	-
PAS R5 (mmHg)	120.64 ± 9.75 (115.62; 125.66)	121.2 ± 10.49 (115.38; 127.01)	.84	t = -.15	-
PAD R5 (mmHg)	81.29 ± 8.85 (76.73; 85.84)	81.93 ± 8.77 (77.07; 86.79)	.84	t = -.20	-
Borg Reposo	.00 (.00; .00) [.00; 1]	.00 (.00; .00) [.00; .00]	.79	u = 120	-
Borg M1	1 (.00; 2) [.00; 4]	1 (.00; 2) [.00; 3]	.94	u = 125.5	-
Borg M2	2 (1; 2) [1.00; 4]	2. (.2; 3) [.00; 3]	.16	u = 90.5	-
Borg M3	2.47 ± 1.46 (1.71; 3.22)	2.8 ± 1.32 (2.06; 3.53)	.51	t = -.66	-
Borg M4	3. ± 1.58 (2.18; 3.81)	3.26 ± 1.62 (2.36; 4.16)	.64	t = -.47	-
Borg M5	3.35 ± 1.69 (2.48; 4.22)	3.6 ± 1.95 (2.51; 4.68)	.70	t = -.38	-
Borg M6	3.82 ± 2.18 (2.69; 4.94)	3.26 ± 1.98 (2.16; 4.36)	.45	t = .75	-
Borg R5	.00 (.00; 1) [.00; 2]	1 (.00; 1) [.0; 1]	.50	u = 109.5	-
DR (m)	487.05 ± 67.12 (452.54; 521.56)	452.23 ± 68.42 (414.34; 490.12)	.15	t = 1.45	-
VO ₂ máx. L·min ⁻¹	1.74 ± .26 (1.60; 1.87)*	1.56 ± .21 (1.44; 1.68)	.05	t = 1.99	d = .76 (.01; 1.4)
VO ₂ máx. ml·kg ⁻¹ ·min ⁻¹	25.38 ± 3.88 (23.39; 27.38)	25 ± 5.47 (21.96; 28.03)	.81	t = .23	-
Categoría (n)					
Muy bajo	0	3	-	-	-
Bajo	3	4	-	-	-
Aceptable	5	6	-	-	-
Moderado	7	3	-	-	-
Bueno	0	1	-	-	-
Muy bueno	1	0	-	-	-
Excelente	1	0	-	-	-

d: índice d de Cohen; DR: distancia recorrida; FC: Frecuencia cardíaca; m: metros; mmHg: milímetros de mercurio; M1: minuto 1; M2: minuto 2; M3: minuto 3; M4: minuto 4; M5: minuto 5; M6: minuto 6; PAS: presión arterial sistólica; PAD: presión arterial diastólica; p·min⁻¹: pulsaciones por minuto; R5: recuperación en el minuto 5; t: test t de Student; u: test U de Mann-Whitney. Los datos son presentados en promedio y desviación estándar (límite inferior y límite superior del intervalo de confianza, IC: 95%), mediana (primer cuartil; tercer cuartil) [mínimo-máximo] y distribución por frecuencias. *p < .05.

140.93], $p < 0.01$). Por otro lado, las participantes con sobrepeso u obesidad informaron un 77% menos probabilidades de un VO₂máx. alto en comparación con las que tenían un IMC normal (OR = 0.23 [IC 95%: 0.03; 1.39], $p = 0.05$), aunque no de forma significativa.

Discusión

El objetivo de este estudio fue comparar la predicción del VO₂máx. utilizando los resultados de la PC6M entre mujeres supervivientes de cáncer de mama, usuarias del Hospital Regional de Talca, y un grupo control de mujeres sin antecedentes de cáncer. Los principales resultados del estudio indicaron que es posible estimar indirectamente el VO₂máx. y sugieren que las mujeres supervivientes de cáncer de mama tienen un VO₂máx. más alto (L·min⁻¹) en comparación con un grupo control.

Estudios anteriores han informado valores de VO₂máx. en mujeres adultas diagnosticadas con cáncer de mama (27.6 ± 7.8 ml·kg⁻¹·min⁻¹) (Bortolozzo, et al. 2021), antes (rango: 22.1 - 30.6 ml·kg⁻¹·min⁻¹) (Peel, et al. 2014) y después del tratamiento del cáncer de mama (rango: 15.7 - 29.8 ml·kg⁻¹·min⁻¹) (Burnett, et al. 2013; Peel, et al. 2014). Además, también hay reportes en que las mujeres adultas con cáncer de mama presentan valores de VO₂máx. significativamente más altos que las pacientes con cáncer de pulmón (21 [17.8 - 23.6] y 14.6 [12 - 17.5] ml·kg⁻¹·min⁻¹, respectivamente) (Canada,

et al. 2020). Estos datos son similares a los resultados del presente estudio (25.3 ml·kg⁻¹·min⁻¹). Respecto a los resultados del grupo control, aunque no hubo diferencias en la estimación del VO₂máx. en términos relativos (ml·kg⁻¹·min⁻¹), las mujeres supervivientes mostraron un aumento de 0.18 LO₂·min⁻¹ en comparación con el grupo control (1.74 vs. 1.56 LO₂·min⁻¹, respectivamente), presentando un tamaño de efecto desde moderado hasta alto. Estos resultados no están relacionados con estudios previos, que consideraron un valor promedio más alto en mujeres adultas (2.3 LO₂·min⁻¹) (Loe, et al. 2013), con valores de referencia de 27.9 ± 7.7 ml·kg⁻¹·min⁻¹ entre los 40 y 49 años (Kaminsky, Arena, & Myers, 2015) los que fueron mayores a los del GC de nuestro estudio (25 ± 5.4 ml·kg⁻¹·min⁻¹).

En cuanto a la calificación del VO₂máx., la mayoría de las participantes del grupo supervivientes de cáncer de mama tenían una aptitud entre aceptable y moderada, y en el grupo control fue entre baja y aceptable. La evidencia comparada indica que las categorías estarían entre «muy bajas» y «aceptables» en mujeres con cáncer de mama (Canada, et al. 2020; Kaminsky, et al. 2015; Peel, et al. 2014), pero recientemente se han clasificado como «bueno/excelente» o «regular/débil/muy débil» para valores de 32.9 ± 6 y 21.8 ± 6.9 ml·kg⁻¹·min⁻¹, respectivamente (Bortolozzo, et al. 2021). A salvedad de este último reporte, se va confirmando que los resultados de nuestra investigación son similares a la aptitud de la población chilena (aceptable/moderada) según una estimación con datos de la Encuesta Nacional de Salud 2016-2017 (Reyes-Ferrada & Solis-Urra, 2020), en comparación con la población general (de Souza, et al. 2018) y con mujeres de América del Sur (Maranhao Neto, et al. 2019).

Por su parte, aunque no se evaluó el nivel de actividad física de las participantes del estudio y no se reportaron antecedentes de enfermedades previas, estos resultados se pueden explicar por el alto porcentaje de inactividad física asociada a problemas de salud de la población chilena (Martínez, et al. 2018). También es importante considerar que las mujeres que se someten a un tratamiento contra el cáncer tienden a ser más activas durante el curso de la enfermedad (Ramírez-Parada, et al. 2019), lo que también podría justificar los resultados del presente estudio. En cuanto a la capaci-

dad funcional, no se identificó diferencia entre los grupos en las variables de frecuencia cardíaca, presión arterial y esfuerzo percibido durante y después de la ejecución de la prueba de esfuerzo, tampoco en la distancia recorrida en la PC6M. Sin embargo, un estudio de revisión sistemática con meta-análisis ha reportado que mujeres supervivientes de cáncer de mama han tenido significativamente menos distancia recorrida que sujetos saludables (But-Hadzic, et al. 2021). Según las pautas de la American Thoracic Society para la PC6M, los valores varían desde 460 hasta 540 metros (ATS, 2002). El grupo de supervivientes de cáncer de mama tuvo una distancia media recorrida adecuada (487.05 m), que ha sido similar a lo reportado por la literatura (477,4 m) (But-Hadzic, et al. 2021), mientras que el grupo control tuvo una media por debajo de la recomendación (452.23 m) y menores a individuos saludables (589.9 m) (But-Hadzic, et al. 2021) lo que podría justificarse por el porcentaje de sedentarismo de esta población ya mencionado anteriormente (Martínez, et al. 2018). Además, es importante considerar que las participantes supervivientes de cáncer de mama no presentaron otras comorbilidades asociadas al cáncer y ya han recibido alguna instrucción kinésica respecto a la importancia de realizar actividad física para mejorar la movilidad del brazo operado durante el tratamiento oncológico.

Considerando que el VO_2 máx. es una medida importante para prescribir ejercicio en personas durante el tratamiento oncológico (Bjørke, et al. 2019), un estudio anterior indicó que las supervivientes de cáncer de mama tenían valores medios de VO_2 máx. de $25.5 \pm 5.4 \text{ ml}\cdot\text{kg}\cdot\text{min}^{-1}$ antes de empezar un programa de entrenamiento (Dolan, et al. 2016), y datos ligeramente más bajos (21 ± 5.1 y $20.7 \pm 4.9 \text{ ml}\cdot\text{kg}\cdot\text{min}^{-1}$) se han notificado en mujeres adultas con cáncer de mama sin antecedentes de quimioterapia o radiación al inicio del tratamiento utilizando diferentes programas de ejercicio (Rogers, et al. 2015), sin embargo, un programa de entrenamiento de ejercicio físico intermitente de alta intensidad de 12 semanas de duración mostró mejoras en el VO_2 máx. en mujeres adultas diagnosticadas de cáncer de mama, con antecedentes de cirugía y sin tratamiento quimioterápico (Tsuji, et al. 2019). Teniendo en cuenta lo anterior, consideramos que si se estiman los valores de VO_2 máx. en la población con cáncer es fundamental prescribir ejercicio de forma segura durante el tratamiento del cáncer. Junto a esto, la valoración del VO_2 máx. es importante para elaborar una intervención específica según tipo de tratamiento oncológico y,

con ello, atender a las necesidades clínicas de cada usuario considerando los principios del entrenamiento que pueden ser trabajados antes de la cirugía oncológica, antes y durante la quimioterapia, radioterapia y hormonoterapia.

Este estudio tiene algunas limitaciones, principalmente relacionadas con el pequeño tamaño de la muestra. Sin embargo, es el primer estudio que estima el VO_2 máx. en la población chilena tratada por cáncer de mama y que se comparó con los resultados con un grupo de control. Si bien no se han evaluado el nivel de actividad física y otras variables relacionadas con el rendimiento físico y las pruebas funcionales, estos podrían justificar los resultados del presente estudio. Sugerimos que se deben realizar investigaciones futuras para calcular el VO_2 máx. con los resultados de la PC6M en la población oncológica utilizando un mayor tamaño muestral.

Conclusiones

Se concluye que el VO_2 máx. en términos absolutos fue mayor en las mujeres supervivientes de cáncer de mama que el de las mujeres del grupo control, aunque no de forma significativa. Sin embargo, en términos relativos fue menor, pero tampoco hubo diferencias estadísticas. La evaluación y desarrollo del fitness cardiorrespiratorio debería considerarse para el tratamiento y control post-operatorio debido a los beneficios que podría llegar a tener en la salud metabólica en estos pacientes.

Agradecimientos

Los autores agradecen a las voluntarias que participaron en el estudio.

Referencias

- Armenian, S. H., Lacchetti, C., Barac, A., Carver, J., Constine, L. S., Denduluri, N., ... & Lenihan, D. (2017). Prevention and monitoring of cardiac dysfunction in survivors of adult cancers: american society of clinical oncology clinical practice guideline. *Journal of Clinical Oncology*, 35(8), 893–911. <https://doi.org/10.1200/JCO.2016.70.5400>
- ATS Committee on Proficiency Standards for Clinical Pulmonary Function Laboratories (2002). ATS statement: guidelines for the six-minute walk test. *American Journal of Respiratory and Critical Care Medicine*, 166(1), 111–117.

- <https://doi.org/10.1164/ajrccm.166.1.at1102>
- Babiker, H. M., McBride, A., Newton, M., Boehmer, L. M., Drucker, A. G., Gowan, M., ... & Hollands, J. M. (2018). Cardiotoxic effects of chemotherapy: A review of both cytotoxic and molecular targeted oncology therapies and their effect on the cardiovascular system. *Critical Reviews in Oncology Hematology*, 126, 186–200. <https://doi.org/10.1016/j.critrevonc.2018.03.014>
- Beaudry, R.I., Howden, E. J., Foulkes, S., Bigaran, A., Claus, P., Haykowsky, M. J., ... & Gerche, A. (2019). Determinants of exercise intolerance in breast cancer patients prior to anthracycline chemotherapy. *Physiological Reports*, 7(1), e13971. <https://doi.org/10.14814/phy2.13971>
- Beroiza, T., Cartagena, C., Caviedes, I., Céspedes, J., Gutiérrez-Navas, M., Palacios, S., ... & Schönfeldt, P. (2009). Prueba de Caminata de Seis Minutos. *Revista Chilena de Enfermedades Respiratorias*, 25(1), 15-24.
- Bjørke, A., Sweegers, M. G., Buffart, L. M., Raastad, T., Nygren, P., & Berntsen, S. (2019). Which exercise prescriptions optimize VO₂ max during cancer treatment?—A systematic review and meta-analysis. *Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports*, 29(9), 1274–1287. <https://doi.org/10.1111/sms.13442>
- Bortolozzo, H. I., Derchain, S., Vechin, F. C., Maginador, G. F., Santos, I. S., Torresan, R., ... & Conceição, M. S. (2021). Aerobic fitness is a predictor of body composition in women with breast cancer at diagnosis. *Clinical Breast Cancer*, 21(3), 245–251. <https://doi.org/10.1016/j.clbc.2020.10.001>
- Burnett, D., Kluding, P., Porter, C., Fabian, C., & Klemp, J. (2013). Cardiorespiratory fitness in breast cancer survivors. *SpringerPlus*, 2(1), e68. <https://doi.org/10.1186/2193-1801-2-68>
- But-Hadzic, J., Dervisevic, M., Karpljuk, D., Videmsek, M., Dervisevic, E., Paravlic, A., ... & 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>
- Canada, J. M., Trankle, C. R., Carbone, S., Buckley, L. F., Chazal, M., Billingsley, H., ... & Abbate, A. (2020). Determinants of cardiorespiratory fitness following thoracic radiotherapy in lung or breast cancer survivors. *The American Journal of Cardiology*, 125(6), 988–996. <https://doi.org/10.1016/j.amjcard.2019.12.019>
- Caro-Morán, E., Fernández-Lao, C., Galiano-Castillo, N., Cantarero-Villanueva, I., Arroyo-Morales, M., & Díaz-Rodríguez, L. (2016). Heart rate variability in breast cancer survivors after the first year of treatments: a case-controlled study. *Biological Research for Nursing*, 18(1), 43–49. <https://doi.org/10.1177/1099800414568100>
- Costa, H. S., Lima, M. M., Alencar, M. C., Sousa, G. R., Figueiredo, P. H., Nunes, M. C., ... & Rocha, M. O. (2017). Prediction of peak oxygen uptake in patients with Chagas heart disease: Value of the Six-minute Walk Test. *International Journal of Cardiology*, 228, 385–387. <https://doi.org/10.1016/j.ijcard.2016.11.259>
- de Souza E Silva, C. G., Kaminsky, L. A., Arena, R., Christle, J.W., Araújo, C., Lima, ... & Myers, J. (2018). A reference equation for maximal aerobic power for treadmill and cycle ergometer exercise testing: Analysis from the FRIEND registry. *European Journal of Preventive Cardiology*, 25(7), 742–750. <https://doi.org/10.1177/2047487318763958>
- Dolan, L. B., Campbell, K., Gelmon, K., Neil-Sztramko, S., Holmes, D., & McKenzie, D. C. (2016). Interval versus continuous aerobic exercise training in breast cancer survivors—a pilot RCT. *Supportive Care in Cancer*, 24(1), 119–127. <https://doi.org/10.1007/s00520-015-2749-y>
- Gernaat, S., Ho, P. J., Rijnberg, N., Emaus, M. J., Baak, L. M., Hartman, M., ... & Verkooijen, H. M. (2017). Risk of death from cardiovascular disease following breast cancer: a systematic review. *Breast Cancer Research and Treatment*, 164(3), 537–555. <https://doi.org/10.1007/s10549-017-4282-9>
- Global Cancer Observatory (2018). International agency for research on cancer, cancer today. Disponible en: <https://gco.iarc.fr/today>
- Henry, M. L., Niu, J., Zhang, N., Giordano, S. H., & Chavez-MacGregor, M. (2018). Cardiotoxicity and Cardiac Monitoring Among Chemotherapy-Treated Breast Cancer Patients. *JACC Cardiovascular Imaging*, 11(8), 1084–1093. <https://doi.org/10.1016/j.jcmg.2018.06.005>
- Kaminsky, L. A., Arena, R., & Myers, J. (2015). Reference standards for cardiorespiratory fitness measured with cardiopulmonary exercise testing: data from the fitness registry and the importance of exercise national database. *Mayo Clinic Proceedings*, 90(11), 1515–1523. <https://doi.org/10.1016/j.mayocp.2015.07.026>
- Kervio, G., Carre, F., & Ville, N. S. (2003). Reliability and intensity of the six-minute walk test in healthy elderly subjects. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 35(1), 169–174. <https://doi.org/10.1097/00005768-200301000-00025>
- Loe, H., Rognmo, Ø., Saltin, B., & Wisløff, U. (2013). Aerobic capacity reference data in 3816 healthy men and women 20–90 years. *PLoS one*, 8(5), e64319. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0064319>

- /doi.org/10.1371/journal.pone.0064319
- Mänttari, A., Suni, J., Sievänen, H., Husu, P., Vähä-Ypyä, H., Valkeinen, H., ... & 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>
- Martínez, M. A., Leiva, A. M., Petermann, F., Garrido, A., Díaz, X., Álvarez, C., ... & Celis, C. (2018). Factores asociados a sedentarismo en Chile: evidencia de la encuesta nacional de salud 2009-2010. *Revista Médica de Chile*, 146(1), 22-31. <https://doi.org/10.4067/s0034-98872018000100022>
- Neto, G. M., Pedreiro, R., Oliveira, A., Machado, S., Vieira, L., Neto, S. M., ... & Leon, A. P. (2019). Estimativa da aptidão cardiorrespiratória da população brasileira de 20 a 59 anos: abordagem através de modelo sem exercício com variáveis auto-relatadas. *Journal of Physical Education*, 30(1), e3068. <https://doi.org/10.4025/jphyseduc.v30i1.3068>
- Peel, A. B., Thomas, S. M., Dittus, K., Jones, L. W., & Lakoski, S. G. (2014). Cardiorespiratory fitness in breast cancer patients: a call for normative values. *Journal of the American Heart Association*, 3(1), e000432. <https://doi.org/10.1161/JAHA.113.000432>
- Ramírez-Parada, K., Courneya, K. S., Muñiz, S., Sánchez, C., & Fernández-Verdejo, R. (2019). Physical activity levels and preferences of patients with breast cancer receiving chemotherapy in Chile. *Supportive Care in Cancer*, 27(8), 2941-2947. <https://doi.org/10.1007/s00520-018-4595-1>
- Reyes-Ferrada, W., Solis-Urra, P., Plaza-Díaz, J., Sadarangani, K. P., de Moraes Ferrari, G. L., Rodríguez-Rodríguez, F., ... & Cristi-Montero, C. (2020). cardiorespiratory fitness, physical activity, sedentary time and its association with the atherogenic index of plasma in Chilean adults: influence of the waist circumference to height ratio. *Nutrients*, 12(5), 1250. <https://doi.org/10.3390/nu12051250>
- Ribeiro, I. L., Camargo, P. R., Albuquerque-Sendín, F., Ferrari, A. V., Arrais, C. L., & Salvini, T. F. (2019). Three-dimensional scapular kinematics, shoulder outcome measures and quality of life following treatment for breast cancer - A case control study. *Musculoskeletal Science & Practice*, 40, 72-79. <https://doi.org/10.1016/j.msksp.2019.01.012>
- Rogers, L. Q., Courneya, K. S., Anton, P. M., Hopkins-Price, P., Verhulst, S., Vicari, S. K., ... & McAuley, E. (2015). Effects of the BEAT cancer physical activity behavior change intervention on physical activity, aerobic fitness, and quality of life in breast cancer survivors: a multicenter randomized controlled trial. *Breast Cancer Research and Treatment*, 149(1), 109-119. <https://doi.org/10.1007/s10549-014-3216-z>
- Shvartz, E., & Reibold, R. C. (1990). Aerobic fitness norms for males and females aged 6 to 75 years: a review. *Aviation, Space, and Environmental Medicine*, 61(1), 3-11.
- Stachowiak, P., Milchert-Leszczynska, M., Falco, M., Wojtarowicz, A., Kaliszczak, R., Safranow, K., ... & Kornacewicz-Jach, Z. (2018). Heart rate variability during and after chemotherapy with anthracycline in patients with breast cancer. *Kardiologia Polska*, 76(5), 914-916. <https://doi.org/10.5603/KP.2018.0098>
- Stell, L., Ho, F. K., Sillars, A., Petermann-Rocha, F., Li, H., Lyall, D. M., ... & Celis-Morales, C. A. (2019). Dose-response associations of cardiorespiratory fitness with all-cause mortality and incidence and mortality of cancer and cardiovascular and respiratory diseases: the UK Biobank cohort study. *British Journal of Sports Medicine*, 53(21), 1371-1378. <https://doi.org/10.1136/bjsports-2018-099093>
- Tsuji, K., Ochi, E., Okubo, R., Shimizu, Y., Kuchiba, A., Ueno, T., ... & Matsuoka, Y. (2019). Effect of home-based high-intensity interval training and behavioural modification using information and communication technology on cardiorespiratory fitness and exercise habits among sedentary breast cancer survivors: habit-B study protocol for a randomised controlled trial. *BMJ Open*, 9(8), e030911. <https://doi.org/10.1136/bmjopen-2019-030911>
- Uchida, S., Kadoi, Y., & Saito, S. (2017). Differences in heart rate variability may be related to the appearance of postoperative pain in patients undergoing breast cancer surgery. *JA Clinical Reports*, 3(1), 56. <https://doi.org/10.1186/s40981-017-0123-4>
- von Elm, E., Altman, D. G., Egger, M., Pocock, S., Gøtzsche, P. C., & Vandenbroucke, J. P. (2007). The strengthening the reporting of observational studies in epidemiology (STROBE) statement: guidelines for reporting observational studies. *Lancet*, 370(9596), 1453-1457. [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(07\)61602-X](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(07)61602-X)
- Wilmore, J. H., & Costill, D. L. (2004). *Fisiología del esfuerzo y del deporte*, 5ta edición. Barcelona: Editorial Paidotribo.