

Efectos del tratamiento con quimioterapia y radioterapia concomitante sobre los volúmenes pulmonares en mujeres con cáncer de mama en Talca, Chile

Effects of concurrent chemotherapy and radiotherapy on lung volumes in women with breast cancer living in Talca, Chile

Washington Valverde-Ampai¹, Gonzalo Palma-Rozas², Daniel Conei^{3,4} , Gabriel Nasri Marzuca-Nassr⁵, Paul Medina-González⁶, Máximo Escobar-Cabello⁶, Mariano del Sol³, Rodrigo Muñoz-Cofré³ 

¹ Universidad Finis Terrae - Facultad de Medicina - Magíster en Fisiología Clínica del Ejercicio - Santiago de Chile - Chile.

² Hospital Clínico de la Pontificia Universidad Católica - Santiago de Chile - Chile.

³ Universidad de La Frontera - Facultad de Medicina - Doctorado en Ciencias Morfológicas - Temuco - Chile.

⁴ Universidad de Aysén - Departamento de Ciencias de la Salud - Coyhaique - Chile.

⁵ Universidad de La Frontera - Facultad de Medicina - Departamento de Medicina Interna - Temuco - Chile.

⁶ Universidad Católica del Maule - Facultad de Ciencias de la Salud - Departamento de Kinesiología - Talca - Chile.

Correspondencia: Rodrigo Muñoz-Cofré. Facultad de Medicina, Universidad de La Frontera. Francisco Salazar 1145. Teléfono: +56 45 2325571. Temuco. Chile. Correo electrónico: rodrigomunozcofre@gmail.com.

Resumen

Introducción. El cáncer de mama (CM) es la enfermedad crónica no transmisible más frecuente y letal en mujeres. La información disponible sobre el impacto de sus diversos tratamientos en el sistema respiratorio es controversial.

Objetivo. Determinar el efecto del tratamiento con quimioterapia y radioterapia concomitante en los volúmenes pulmonares de un grupo de mujeres con CM en Talca, Chile.

Materiales y métodos. Estudio de casos y controles. La muestra (n=22) se dividió en dos grupos: control (n=11) y con CM (n=11). Para medir la capacidad vital forzada, los volúmenes pulmonares y la resistencia de las vías aéreas, se usó la prueba de pletismografía corporal. Para determinar la normalidad de los datos, se usó la prueba Shapiro-Wilks y, según sus resultados, se utilizó la prueba de t-Student o la de U de Mann-Whitney; se consideró un nivel de significancia de $p < 0.05$.

Resultados. Los flujos ventilatorios no presentaron diferencias significativas entre los dos grupos, mientras que los volúmenes pulmonares en el grupo con CM experimentaron una disminución significativa en las variables capacidad inspiratoria (CI) y volumen residual (VR) ($p < 0.05$).

Conclusión. Las mujeres con CM y que fueron tratadas con quimioterapia y radioterapia concomitante experimentaron una disminución en su CI y su VR en comparación con el grupo control, lo que podría impactar su calidad de vida.

Palabras clave: Cáncer de mama; Radioterapia; Capacidad inspiratoria; Volumen residual (DeCS).

Abstract

Introduction: Breast cancer (BC) is the most frequent and lethal chronic non-communicable disease in women, and available information on the impact that the different treatments for BC have on the respiratory system is controversial.

Objective: To determine the effect of concurrent chemotherapy and radiotherapy on lung volumes in a group of women with BC living in Talca, Chile.

Material and methods: Case-control study. The sample (n=22) was divided into two groups: control (n=11) and BC (n=11). A whole body plethysmography test was used to measure participants' forced vital capacity, lung volumes, and airway resistance. The Shapiro-Wilks test was used to determine the normality of data, and, according to the result of this test, the Student's t test or the Mann-Whitney U test were used. A significance level of $p < 0.05$ was considered.

Results: Ventilatory flows showed no significant differences between both groups, while lung volumes in the BC group experienced a significant decrease in the inspiratory capacity (IC) and residual volume (RV) variables ($p < 0.05$).

Conclusion: Compared to the CG, the women with BC who received concurrent chemotherapy and radiotherapy experienced a reduction of their IC and RV, which could affect their quality of life.

Keywords: Breast Cancer; Radiotherapy; Inspiratory Capacity; Residual Volume (MeSH).

Valverde-Ampai W, Palma-Rozas G, Conei D, Marzuca-Nassr GN, Medina-González P, Escobar-Cabello, et al. Efectos del tratamiento con quimioterapia y radioterapia concomitante sobre los volúmenes pulmonares en mujeres con cáncer de mama en Talca, Chile. Rev. Fac. Med. 2020;68(2):222-8. Spanish. doi: <http://dx.doi.org/10.15446/revfacmed.v68n2.73402>

Valverde-Ampai W, Palma-Rozas G, Conei D, Marzuca-Nassr GN, Medina-González P, Escobar-Cabello, et al. [Effects of concurrent chemotherapy and radiotherapy on lung volumes in women with breast cancer living in Talca, Chile]. Rev. Fac. Med. 2020;68(2):222-8. Spanish. doi: <http://dx.doi.org/10.15446/revfacmed.v68n2.73402>.

Introducción

El cáncer de mama (CM) es una enfermedad crónica no transmisible que se da por el crecimiento anormal de células epiteliales en conductos o lobulillos mamarios. Dentro de la diversidad de agentes causales se reconocen factores genéticos, familiares y conductuales.¹

Según la Organización Mundial de la Salud,² el CM es el cáncer más frecuente y letal en mujeres a nivel mundial. Según esta misma organización, para 2012 sus tasas de prevalencia, mortalidad e incidencia por cada 100 000 mujeres fueron 43.3, 12.9 y 47.8, respectivamente. En Suramérica y en específico en Chile la situación fue similar, pues se registró una incidencia de 57.1 y 46.3 por cada 100 000 mujeres, respectivamente, y una mortalidad de 15.8 y 16.5 por cada 100 000 mujeres, respectivamente.²

Dado el anterior panorama, el diagnóstico precoz y el tratamiento oportuno son pilares fundamentales para reducir la tasa de mortalidad de CM.³ En cuanto a tratamientos, estos pueden ser de carácter local o sistémico.

El objetivo del tratamiento local es tratar el tumor sin comprometer el resto del cuerpo, para lo cual se puede recurrir a la cirugía (mastectomía parcial o radical, con o sin linfadenectomía) o a la radioterapia, que es una forma eficaz de destruir las células cancerosas a través de la aplicación externa o interna (braquiterapia) de rayos gamma.⁴

Pese a ser un tratamiento localizado, se describen ciertos efectos secundarios a causa de la radioterapia, tales como edematización mamaria, enrojecimiento de la piel en el área tratada, disnea, entre otros.⁵ De igual forma, se han observado efectos sobre el sistema respiratorio, como por ejemplo en casos de radioterapia post mastectomía en donde parte del pulmón se encuentra expuesto a la radiación y esta puede producir toxicidad pulmonar, que a su vez puede ocasionar neumonitis aguda, fibrosis tardía y/o daño en la barrera hemato-alveolar, teniendo así un impacto negativo en la calidad de vida de las pacientes. Con la implementación de este tratamiento también se ha observado una disminución en la función pulmonar en relación a la capacidad vital forzada (CVF), el volumen espiratorio forzado en el primer segundo (VEF1) y la capacidad de difusión del monóxido de carbono (DLCO).^{6,7}

Theuws *et al.*⁸ también estudiaron los efectos adversos del tratamiento local del CM y observaron una relación directa entre la reducción de la función pulmonar y la dosis media de radiación sobre el tórax dentro de los primeros nueve meses luego de la irradiación en esta parte del cuerpo; sin embargo, estos resultados pudieron haber sido influenciados por la quimioterapia y el hábito tabáquico.⁹

Por otra parte, el tratamiento sistémico consiste en la administración de medicamentos vía oral o endovenosa para alcanzar las células cancerosas en cualquier parte del cuerpo; dentro de este tipo de tratamiento se encuentra la terapia hormonal, la dirigida y la quimioterapia.¹⁰ Esta última consiste en el suministro de un grupo de medicamentos con efecto sistémico donde destacan el paclitaxel, la ciclofosfamida, el carboplatino y la doxorubicina. Estos, por su acción, tienen una diversidad de efectos secundarios como caída del cabello, náuseas, vómitos, supresión de la médula

ósea, aumento de la probabilidad de infecciones, diarrea y fatiga,⁵ y desde el punto de vista respiratorio pueden generar disnea, malestar psíquico, insomnio e inactividad debido a cambios en las fibras musculares tipo I y la DLCO.¹¹

Considerando que en algunos casos la quimioterapia y la radiación se complementan en el tratamiento contra el CM, el cambio de fibras musculares producido por la quimioterapia y sus efectos quimiotóxicos sobre el sistema respiratorio se sumarían a los trastornos volumétricos propios de la radioterapia. Por ende, se hipotetiza que las pacientes con CM tratadas con quimioterapia y radioterapia concomitante tienen una menor función pulmonar en relación a mujeres sin esta patología. Así, el objetivo de la presente investigación fue determinar el efecto del tratamiento con quimioterapia y radioterapia concomitante en los volúmenes pulmonares de mujeres con CM de Talca, Chile.

Materiales y métodos

Diseño del estudio

Se llevó a cabo un estudio de casos y controles donde se realizó un muestreo no probabilístico por conveniencia de las participantes según los criterios de inclusión y exclusión.

Participantes

En la investigación participaron 28 mujeres de la ciudad de Talca, las cuales fueron divididas en dos grupos: control (GC) y con CM (GCM), ambos formados por 11 mujeres ya que se excluyeron 4 por tener diagnóstico de diabetes *mellitus* y 2 por ser consumidoras de tabaco. Las pacientes del GC fueron seleccionadas del Servicio de Geriatria del Hospital de Talca, a donde asistían al programa Control Sano Preventivo del Ministerio de Salud de Chile, y las del GCM se seleccionaron del Servicio de Oncología de la misma institución de salud; estas últimas debían tener diagnóstico de CM y debían estar en tratamiento de radioterapia y quimioterapia concomitantes.

Las variables de confusión (edad, peso, altura e índice de masa corporal (IMC)) se contrastaron mediante método estadístico para determinar diferencias entre los grupos y asegurar su comparabilidad. Los criterios de inclusión fueron: ser mujer, tener diagnóstico de CM en etapas IIA a IIIC y estar en tratamiento farmacológico al día, mientras que los de exclusión fueron: tener enfermedad respiratoria crónica o aguda al momento de la evaluación, tener hábito tabáquico, haber sido diagnosticada con diabetes *mellitus* y evidenciar deformidades en la caja torácica (Figura 1).

Las pacientes del GCM presentaban mastectomía radical bilateral o unilateral y estaban en tratamiento adyuvante; la quimioterapia la habían empezado dos semanas luego de la mastectomía y la radioterapia a las seis semanas de este procedimiento.

La medición de la CVF, los volúmenes pulmonares y la resistencia de las vías aéreas se realizó seis meses después de la última radioterapia mediante la prueba de pletismografía.

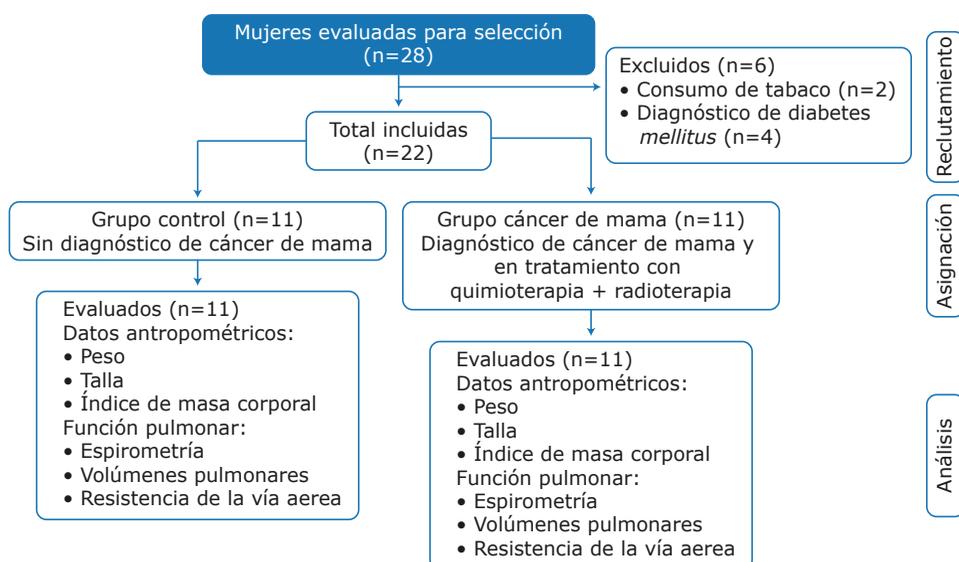


Figura 1. Flujograma de reclutamiento y mediciones del grupo control y del de pacientes con cáncer de mama.

Fuente: Elaboración propia.

Consideraciones éticas

El presente estudio forma parte de un macro proyecto de evaluación de valores de normalidad de la función pulmonar en pacientes de Talca, respetó los principios éticos para las investigaciones médicas en seres humanos establecidos en la Declaración de Helsinki¹² y fue aprobado por el Comité de Ética Científica de la Universidad Católica del Maule según acta No. 23 del 31 de agosto de 2016; asimismo, se contó con el consentimiento informado de todas las participantes.

Evaluación de la función pulmonar

Primero se registró la edad, la talla y el peso corporal de las pacientes y se les solicitó estar en reposo durante 10 minutos. Al concluir los 10 minutos se midió la presión respiratoria y el volumen respiratorio de todas las participantes con un pletismógrafo corporal Mediagraphics modelo PlatinumElite DL®. Esta medición fue realizada por un evaluador capacitado de acuerdo a los estándares de la American Society Thorax (ATS).

Capacidad vital forzada

Para medir la capacidad vital forzada, las pacientes, en posición sedente y con el neumotacógrafo ubicado en su boca, debían respirar por cinco ciclos a volumen corriente e inmediatamente después realizar una inspiración máxima seguida de una espiración máxima forzada de seis segundos. El valor seleccionado fue el mayor de tres maniobras aceptables y reproducibles.¹³

Volúmenes ventilatorios

En la medición de los volúmenes ventilatorios las pacientes tenían que asegurarse que el neumotacógrafo estuviera adosado a su boca y con las manos debían bloquear la musculatura facial durante toda la prueba. Seguido a esto, se les solicitó ventilar a volumen corriente por 4 ciclos y se les indicó "jadear suavemente"

a una frecuencia de 60 por minuto, movilizándolo así de 50 mL a 60 mL de volumen de aire. El obturador se activó durante 3 segundos y se les pidió que realizaran una inspiración máxima seguida por una espiración forzada hasta el volumen residual (VR).¹⁴

Medición de la presión inspiratoria y espiratoria máxima

La medición de ambas presiones se realizó con las pacientes sedentes y utilizando unas pinzas nasales y un neumotacógrafo, el cual se ubicó en la boca para que ventilaran cinco ciclos respiratorios a volumen corriente. Para la presión inspiratoria máxima (PIM) las pacientes realizaron una espiración máxima, se bloqueó el neumotacógrafo y se solicitó una inspiración máxima, mientras que para la presión espiratoria máxima (PEM) las pacientes debían realizar una inspiración máxima seguida de una espiración máxima. En ambas pruebas se escogió el valor mayor de tres maniobras aceptables y reproducibles según norma ATS.¹⁵

Análisis estadístico

Para el análisis de los resultados se utilizó el programa estadístico GraphPad Prism 6® y los datos se presentaron en media y desviación estándar. En primer lugar, y mediante la prueba Shapiro-Wilks, se determinó la normalidad de los datos, y a partir de estos resultados se utilizaron las prueba t-Student o U de Mann-Whitney para comparar los dos grupos; se consideró un nivel de significancia de $p < 0.05$.

Resultados

De las 28 pacientes seleccionadas, 22 cumplieron con los criterios de inclusión para ser parte del estudio (11 para el GC y 11 para el GCM). Se excluyeron 2 participantes por hábito tabáquico y 4 por tener diagnóstico de diabetes *mellitus* (Figura 1). No se observaron diferencias significativas entre los grupos respecto a edad, peso, altura e IMC (Tabla 1), ni en los flujos pulmonares

durante la evaluación de la función pulmonar (Tabla 2). Por el contrario, los volúmenes pulmonares experimentaron diferencias significativas en las variables capacidad inspiratoria (CI) (GC:2.66±0.36 litros (L)

vs. GCM:2.16±0.62 L) y VR (GC:2.69±0.57 L vs. GCM:2.20±0.97 L) ($p<0.05$ en ambos grupos) (Tabla 3). Las características específicas y de tratamiento del GCM se presentan en la Tabla 4.

Tabla 1. Caracterización de la población estudiada.

Características	Grupo control	Grupo cáncer de mama	Valor p
Edad (años)	55±5	58±12	0.078
Peso (kg)	69.02±11.49	67.73±8.73	0.242
Altura (cm)	154.86±5.53	154.73±7.38	0.958
Índice de masa corporal (kg/m ²)	28.69±4.09	28.43±4.03	0.152

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 2. Descripción de los flujos pulmonares.

Variable	Grupo control (n=11)	Grupo cáncer de mama (n=11)	Valor p
CVF (L)	3.14±0.30	2.66±0.85	0.324
VEF1 (L)	2.55±0.20	2.14±0.74	0.093
VEF1/CVF (%)	81.36±5.03	80.64±8.16	0.803
FEF 25 (L/s)	5.12±0.83	4.81±1.51	0.554
FEF 75 (L/s)	1.14±0.35	0.89±0.44	0.149
FEF 25-75 (L/s)	2.66±0.56	2.25±1.06	0.270
FEF máx (L/s)	5.88±0.97	5.35±1.64	0.372
CVIF (L)	2.99±0.41	2.55±0.79	0.122

CVF: capacidad vital forzada; VEF1: volumen espiratorio forzado en el primer segundo; VEF1/CVF: relación entre el volumen espiratorio forzado en el primer segundo y capacidad vital forzada; FEF 25: flujo espiratorio forzado al 25% de la capacidad vital forzada; FEF 75: flujo espiratorio forzado al 75% de la capacidad vital forzada; FEF 25-75: flujo espiratorio forzado entre el 25% y el 75% de la capacidad vital forzada; FEF máx: flujo espiratorio forzado máximo; L/s: litros por segundos; CVIF: capacidad vital inspiratoria forzada; L: litros; s: segundos.

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 3. Descripción de los volúmenes y presiones pulmonares.

Variable	Grupo control (n=11)	Grupo cáncer de mama (n=11)	Valor p
CVL (L)	3.10±0.32	2.78±0.85	0.488
CI (L)	2.66±0.36	2.16±0.62	0.012
VRE (L)	0.43±0.26	0.62±0.41	0.327
VGT (L)	3.11±0.55	2.82±0.97	0.087
VR (L)	2.69±0.57	2.20±0.97	0.015
CPT (L)	5.77±0.70	4.97±1.30	0.090
VR/CPT	46.00±5.42	44.45±12.82	0.716
RAW (cmH ₂ O/L/s)	1.17±0.68	1.76±1.82	0.761
GAW (L/s/cmH ₂ O)	1.17±0.69	1.04±0.63	0.646
sRAW (cmH ₂ O*s)	4.39±2.68	5.08±4.94	0.760
sGAW (1/cmH ₂ O*s)	0.33±0.22	0.33±0.21	0.834
PIM (-cmH ₂ O)	89.18±36.72	68.64±30.72	0.170
PEM (cmH ₂ O)	87.00±19.31	73.55±34.38	0.271

CVL: capacidad vital lenta; CI: capacidad inspiratoria; VRE: volumen de reserva espiratoria; VGT: volumen de gas torácico; VR: volumen residual; CPT: capacidad pulmonar total; L: litros; VR/CPT: volumen residual por capacidad pulmonar total; RAW: resistencia de la vía aérea; GAW: conductancia de la vía aérea; sRAW: resistencia específica de la vía aérea; sGAW: conductancia específica de la vía aérea; PIM: presión inspiratoria máxima; PEM: presión espiratoria máxima; cmH₂O/L/s: centímetros de agua por litros por segundos; L/s/cmH₂O: litros por segundos por centímetros de agua; cmH₂O/s: centímetros de agua por segundos; 1/cmH₂O/s: un centímetro de agua por segundo.

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 4. Caracterización de las pacientes del grupo cáncer de mama.

Características	n (%)	
Origen cáncer	Mama izquierda	4 (36)
	Mama derecha	5 (46)
	Mama bilateral	2 (18)
Etapa cáncer	II A	3 (27)
	II B	3 (27)
	III A	3 (27)
	III B	1 (9,5)
	III C	1 (9,5)
Quimioterapia (media miligramos/dosis/ciclo)	Doxorrubicina	97/4/4
	Ciclofosfamida	984/4/4
	Paclitaxel	131/11/4
Radioterapia (radiación/sesiones)	Dosis	50 Gy/25

Gy: Gray.

Fuente: Elaboración propia.

Discusión

De acuerdo con los resultados obtenidos, en el GCM se identificó una disminución significativa de la CI y del VR en comparación con el GC, en donde se observaron resultados normales en todos los parámetros de acuerdo con Knudson *et al.*¹⁶ y Roca *et al.*¹⁷

Verbanck *et al.*¹⁸ realizaron una investigación en pacientes con CM, mastectomizadas y en tratamiento adyuvante estandarizado, en el cual midieron los parámetros respiratorios tres meses después de la última sesión de radioterapia y encontraron que la capacidad pulmonar total se reduce significativamente en este tipo de pacientes, pues la radioterapia, parte importante del tratamiento, induce un patrón restrictivo y, por tanto, disnea, lo que a su vez disminuye la calidad de vida.¹⁸

De acuerdo con lo anterior, se espera que la función pulmonar sufra diversas alteraciones luego de la irradiación debido a la pérdida de neumocitos (agentes tensioactivos) y a la aparición de edema en la membrana basal.¹⁹

Este patrón restrictivo de las vías aéreas se caracteriza por una disminución de los volúmenes pulmonares y las capacidades pulmonares. Capacidades dentro de las que se encuentra la CI, la cual se define como la máxima cantidad de aire que puede ser inhalada desde la capacidad residual funcional²⁰ y tiene una relación directa con la práctica de ejercicio físico. Los resultados aquí encontrados indican una disminución significativa en la CI de las pacientes del GCM en comparación al GC, lo cual difiere del estudio de Travers *et al.*,²¹ en donde se demostró que no existían diferencias significativas en la CI de pacientes con CM, con y sin disnea, en comparación con el grupo control. Si bien la muestra de dicho estudio era similar en cuanto a rango etario, IMC, etapa del cáncer de mama y tratamiento, allí se incluyeron personas con hábito tabáquico.

Por otro lado, O'Donnell *et al.*²² midieron el comportamiento del VO₂máx y la función pulmonar en un grupo de pacientes con CM y encontraron una disminución significativa en la CI respecto al grupo control. Ahora bien, en la muestra de dicha investigación se incluyeron pacientes con estadio IV de CM y hormonoterapia,

variables que no fueron contempladas en el presente estudio. Al respecto, en estos pacientes se sabe que existe muerte celular y edema de la membrana basal, cambios que se manifiestan entre 4 a 6 semanas luego de la irradiación y generan fibrosis pulmonar.

Por su parte, Abratt *et al.*²³ reportaron que la radiación provoca muerte celular y reemplazo del tejido pulmonar por tejido fibroso, lo cual es mediado por el factor de crecimiento transformante β y la fibronectina. Este tejido reduce el tiempo respiratorio y, por consiguiente, disminuye los volúmenes pulmonares y causa disnea,²³ lo que sería la posible causa de la disminución de la CI.

Lo anterior es respaldado por los resultados de la presente investigación, los cuales muestran que no existieron diferencias significativas en la PIM entre ambos grupos. Pese a esto, existe la posibilidad de que las pacientes no perciban estos cambios en una primera etapa a expensas de una compensación con el pulmón que no recibe irradiación.¹⁹

La importancia de la CI radica en el papel que juega durante el ejercicio y a que el aumento de la demanda ventilatoria se sostiene gracias a esta, por lo que su disminución se relaciona con una baja en el consumo máximo de oxígeno durante una prueba de esfuerzo máximo y con un incremento de la disnea (medida por la escala de Borg) en la prueba de caminata de 6 minutos.²⁴ Esto concuerda con lo reportado por O'Donnell *et al.*,²² quienes demostraron que el pico de la CI en un ejercicio incremental es significativamente menor en pacientes con CM en relación al grupo control. Siguiendo esta línea, la aparición de disnea y fatiga en el CM estaría explicado, en parte, por la disminución de la CI.

Por otra parte, el VR de las pacientes con CM mostró una disminución significativa en relación al GC, a diferencia de lo descrito por Travers *et al.*,²¹ quienes observaron que no hubo diferencias significativas para esta variable entre pacientes con CM, con y sin disnea, y el grupo control. Del mismo modo, O'Donnell *et al.*,²² también en un grupo de pacientes con CM, midieron el comportamiento del VO₂máx y de la función pulmonar y no encontraron diferencias significativas en el VR de estas pacientes *versus* el grupo control. Estas discrepancias son atribuibles al consumo de tabaco.

En los dos estudios antes citados^{21,22}, las participantes tanto del grupo control como del experimental declararon consumir tabaco, sustancia que modifica el VR.²⁴ En este sentido, las células que componen el espacio alveolar son los neumocitos tipo I y II y las células endoteliales, las cuales están en contacto directo con la red capilar. Respecto a los neumocitos, estos liberan surfactante pulmonar para prevenir el colapso alveolar en la espiración, por lo que la disminución de esta sustancia provoca atelectasias, tracción parenquimatosa y, en algunos casos, mediastino. Estos trastornos son visualizados a través de imágenes radiológicas post-irradiación, en ocasiones en ambos campos pulmonares, y la mayoría de los casos van acompañados de sintomatología clínica como tos, disnea, fatiga y pérdida de peso.²⁵ En este contexto, el VR protege a los pulmones de dichos colapsos²⁶ y en el caso de desórdenes restrictivos, como los derivados del CM, disminuye esencialmente para mantener un equilibrio en la presión interna de los alvéolos, aspecto vital para que los pulmones puedan mantener su actividad.

Limitaciones

Las pacientes no contaron con evaluación de disnea y actividad física para determinar su relación con la CI. Del mismo modo, la ausencia de registros imagenológicos impidió confirmar la evidencia existente (correlación entre la disminución del VR y el colapso alveolar).^{27,28} Por último, los resultados debieron ser analizados con especial cuidado, ya que por motivos éticos no existió un grupo con CM sin tratamiento.

Conclusiones

Los hallazgos del presente estudio permiten afirmar que las mujeres con CM tratadas con quimioterapia y radioterapia concomitante experimentaron una disminución de la CI y el VR en relación al GC, lo que podría impactar su bienestar y calidad de vida, ya que estas variables son un reflejo de las cualidades funcionales y estructurales del sistema respiratorio, respectivamente.

Conflicto de intereses

Ninguno declarado por los autores.

Financiación

Ninguna declarada por los autores.

Agradecimientos

Ninguno declarado por los autores.

Referencias

- American Cancer Society. Acerca del cáncer de seno. Georgia: American Cancer Society [cited 2019 Jul 22]. Available from: <https://bit.ly/2Y0M93t>.
- Ferlay J, Soerjomataram I, Ervik M, Dikshit R, Eser S, Mathers C, *et al.*, editors. GLOBOCAN 2012: Estimated Cancer Incidence, Mortality and Prevalence Worldwide in 2012 v1.0. Lyon: World Health Organization; 2012 [cited 2017 Jun 5]. Available from: <http://bit.ly/2Pogh2l>.
- Natal C, Caicoya M, Prieto M, Tardón A. Incidencia de cáncer de mama en relación con la participación en un programa de cribado poblacional. *Med Clin (Barc)*. 2015;144(4): 156-60. <http://doi.org/f2zdx7>.
- Roganovic D, Djilas D, Vujnovic S, Pavic D, Stojanov D. Breast MRI, digital mammography and breast tomosynthesis: Comparison of three methods for early detection of breast cancer. *Bosn J Basic Med Sci*. 2015;15(4):64-8. <http://doi.org/c8nv>.
- American Cancer Society. Radiación para el cáncer de seno. Georgia: American Cancer Society [cited 2017 Jul 05]. Available from: <https://bit.ly/2StZxHl>.
- Krengli M, Sacco M, Loi G, Masini L, Ferrante D, Gambaro G, *et al.* Pulmonary changes after radiotherapy for conservative treatment of breast cancer: a prospective study. *Int J Radiat Oncol Biol Phys*. 2008;70(5):1460-7. <http://doi.org/cf9xsb>.
- 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*. 2017;9:375-81. <http://doi.org/c8n3>.
- Theuws JC, Kwa SL, Wagenaar AC, Seppenwoolde Y, Boersma LJ, Damen EM, *et al.* Prediction of overall pulmonary function loss in relation to the 3-D dose distribution, for patients with breast cancer and malignant lymphoma. *Radiother Oncol*. 1998;49(3):233-43. <http://doi.org/c797v3>.
- Spyropoulou D, Leotsinidis M, Tsiamita M, Spiropoulos K, Kardamakis D. Pulmonary function testing in women with breast cancer treated with radiotherapy and chemotherapy. *In Vivo*. 2009;23(5):867-71.
- Diaby V, Tawk R, Sanogo V, Xiao H, Montero AJ. A review of systematic reviews of the cost-effectiveness of hormone therapy, chemotherapy, and targeted therapy for breast cancer. *Breast Cancer Res Treat*. 2015;151(1):27-40. <http://doi.org/f689zd>.
- Dimopoulou I, Galani H, Dafni U, Samakovli A, Roussos C, Dimopoulos MA. A prospective study of pulmonary function in patients treated with paclitaxel and carboplatin. *Cancer*. 2002;94(2):452-8. <http://doi.org/c3272m>.
- World Medical Association (WMA). WMA Declaration of Helsinki – Ethical principles for medical research involving human subjects. Fortaleza: 64th WMA General Assembly; 2013 [cited 2017 Jul 6]. Available from: <https://bit.ly/2rJdF3M>.
- Miller MR, Hankinson J, Brusasco V, Burgos F, Casaburi R, Coates A, *et al.* Standardization of spirometry. *Eur Respir J*. 2005;26(2):319-338. <http://doi.org/d84pzt>.
- Sociedad Española de Neumología y cirugía torácica (SEPAR). Manual SEPAR de procedimientos. Modulo 3. Procedimientos de evaluación de la función pulmonar. Madrid: Luzán ediciones; 2002.
- American Thoracic Society, European Respiratory Society. ATS/ERS Statement on Respiratory Muscle Testing. *Am J Respir Crit Care Med*. 2002;166(4):518-624. <http://doi.org/czpfvd>.
- Knudson RJ, Slatin RC, Lebowitz MD, Burrows B. The Maximal Expiratory Flow-Volume Curve: Normal Standards, Variability, and Effects of Age. *Am Rev Respir Dis*. 1976;113(5):587-600.
- Roca J, Burgos F, Barberá JA, Sunver J, Rodríguez-Roisin R, Castellsague J, *et al.* Prediction equations for plethysmographic lung volumes. *Respir Med*. 1998;92(3):454-60. <http://doi.org/bwk7w9>.
- Verbanck S, Hanon S, Schuermans D, Van Parijs H, Vinh-Hung V, Miedema G, *et al.* Small airways function in breast cancer patients before and after radiotherapy. *Breast Cancer Res Treat*. 2012;135(3):857-65. <http://doi.org/c8n8>.
- dos Santos DE, Rett MT, Mendonça ACR, Bezerra TS, Santana JM, Silva JWM. Efeito da radioterapia na função pulmonar e na fadiga de mulheres em tratamento para o câncer de mama. *Fisioter Pesq*. 2013;20(1):50-5. <http://doi.org/c8pb>.

20. Clayton N. Lung function made easy: assessing lung size. *Chron Respir Dis*. 2007;4(3):151-7. <http://doi.org/cq6dw6>.
21. Travers J, Dudgeon DJ, Amjadi K, McBride I, Dillon K, Laveneziana P, *et al*. Mechanisms of exertional dyspnea in patients with cancer. *J Appl Physiol*. 2008;104(1):57-66. <http://doi.org/cn4q9s>.
22. 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*. 2016;52(1):54-63. <http://doi.org/f8xr9h>.
23. Abratt RP, Morgan GW, Silvestri G, Willcox P. Pulmonary complications of radiation therapy. *Clin Chest Med*. 2004;25(1):167-77. <http://doi.org/bvh3vx>.
24. Casanova-Macario C, Celli BR. ¿Debemos tener en cuenta la capacidad inspiratoria? *Arch Bronconeumol*. 2007;43(5):245-7. <http://doi.org/dg78qd>.
25. Senkus-Konefka E, Jassem J. Complications of Breast-cancer Radiotherapy. *Clin Oncol (R Coll Radiol)*. 2006;18(3):229-35. <http://doi.org/bng98v>.
26. Flesch JD, Dine CJ. Lung Volumes Measurement, Clinical Use, and Coding. *Chest*. 2012;142(2):506-10. <http://doi.org/c8pc>.
27. Criée CP, Sorichter S, Smith HJ, Kardos P, Merget R, Heise D, *et al*. Body plethysmography-its principles and clinical use. *Respir Med*. 2011;105(7):959-71. <http://doi.org/ff3zcc>.
28. Lufti MF. The physiological basis and clinical significance of lung volume measurements. *Multidiscip Respir Med*. 2017;12(3):1-12. <http://doi.org/f9p72b>.