



## Trabajo Original

### Efectos del sobrepeso y la obesidad sobre los volúmenes pulmonares de pacientes con cáncer de mama

*Effects of overweight and obesity on the pulmonary volumes of patients with breast cancer*

Rodrigo Muñoz Cofré<sup>1</sup>, Mariano del Sol<sup>1</sup>, Gonzalo Palma Rozas<sup>2</sup>, Washington Valverde Ampai<sup>3</sup>, Daniel Conei<sup>1,4</sup>, Gabriel Nasri Marzuca-Nassar<sup>5</sup>, Paul Medina González<sup>6</sup> y Máximo Escobar Cabello<sup>6</sup>

<sup>1</sup>Programa de Doctorado en Ciencias Morfológicas. Universidad de La Frontera. Temuco, Chile. <sup>2</sup>Hospital Clínico Pontificia Universidad Católica. Santiago, Chile. <sup>3</sup>Programa de Magíster en Ciencias Fisiológicas. Universidad Finis Terrae. Santiago, Chile. <sup>4</sup>Departamento de Ciencias Morfológicas. Facultad de Medicina y Ciencia. Universidad San Sebastián. Puerto Montt, Chile. <sup>5</sup>Departamento de Medicina Interna. Facultad de Medicina. Universidad de La Frontera. Temuco, Chile. <sup>6</sup>Departamento de Kinesiología. Universidad Católica del Maule. Talca, Chile

### Resumen

**Introducción:** la obesidad y el cáncer de mama (CM) son dos enfermedades con sintomatología conocida, sin embargo, la asociación de ambas y su repercusión en el sistema respiratorio están escasamente investigadas.

**Objetivo:** describir los efectos del sobrepeso y la obesidad sobre los volúmenes pulmonares de pacientes con cáncer de mama de la ciudad de Talca.

**Método:** cuarenta y una mujeres con diagnóstico de CM se dividieron en nueve pacientes con cáncer de mama y normopeso (CM + NP), 18 con cáncer de mama y sobrepeso (CM + SP) y 14 con cáncer de mama y obesidad (CM + O). Se midieron la capacidad vital forzada y los volúmenes pulmonares. Para el análisis estadístico se utilizó ANOVA o Kruskal-Wallis y para las correlaciones, Pearson o Spearman. Se consideró un nivel de significancia de  $p < 0,05$ .

**Resultados:** las pacientes con CM + NP tuvieron un mayor volumen residual que las pacientes con CM + SP y CM + O (ambos  $p < 0,05$ ). La capacidad residual funcional (CRF) fue significativamente mayor en pacientes con CM + NP *versus* pacientes con CM + SP y CM + O (ambos  $p < 0,05$ ). La capacidad pulmonar total fue significativamente superior en pacientes con CM + NP *versus* CM + SP y CM + O ( $p < 0,01$  y  $p < 0,001$ ; respectivamente). Entre IMC y CRF se encontró una correlación negativa y significativa en las pacientes con CM + O ( $p = 0,049$ ). Por último, en las pacientes con CM + O se observó una correlación positiva y significativa entre talla y CRF ( $p = 0,01$ ).

**Conclusiones:** la disminución en los volúmenes pulmonares se ve exacerbada cuando las pacientes con CM presentan malnutrición por exceso; además, se correlaciona negativamente con el IMC en pacientes con CM + O.

#### Palabras clave:

Cáncer de mama.  
Obesidad. Sobrepeso.  
IMC. Capacidad residual funcional.

### Abstract

**Introduction:** obesity and breast cancer (BC) are two diseases with known symptoms; however, the association of both and its impact on the respiratory system is poorly investigated.

**Objective:** to describe the effects of overweight and obesity on the pulmonary volumes of patients with breast cancer from the city of Talca.

**Method:** forty-one women diagnosed with BC were divided into three groups: nine patients with breast cancer and normal weight (BC + NW), 18 with breast cancer and overweight (BC + OW) and 14 with breast cancer and obesity (BC + O). Forced vital capacity and lung volumes were measured, ANOVA or Kruskal-Wallis was used for the statistical analysis, and for the Pearson or Spearman correlations, a level of significance of  $p < 0.05$  was considered.

**Results:** patients with BC + NW had a greater residual volume than those with BC + OW and BC + O (both  $p < 0.05$ ). Functional residual capacity (FRC) was significantly higher in patients with BC + NP *versus* patients with BC + OW and BC + O (both  $p < 0.05$ ). The total lung capacity was significantly higher in patients with BC + NW *versus* BC + OW and BC + O ( $p < 0.01$  and  $p < 0.001$ , respectively). Between the BMI and FRC, a negative and significant correlation was found in the patients with BC + O ( $p = 0.049$ ). Finally, in patients with BC + O a positive and significant correlation was observed between height and FRC ( $p = 0.01$ ).

**Conclusions:** the decrease in pulmonary volumes is exacerbated when patients with BC present malnutrition by excess. In addition, it is negatively correlated with the BMI in patients with BC + O.

#### Key words:

Breast cancer.  
Obesity. Overweight.  
BMI. Functional residual capacity.

Recibido: 09/07/2018 • Aceptado: 02/09/2018

Muñoz Cofré R, del Sol M, Palma Rozas G, Valverde Ampai W, Conei D, Nasri Marzuca-Nassar G, Medina González P, Escobar Cabello M. Efectos del sobrepeso y la obesidad sobre los volúmenes pulmonares de pacientes con cáncer de mama. *Nutr Hosp* 2019;36(2):428-433

DOI: <http://dx.doi.org/10.20960/nh.2188>

#### Correspondencia:

Rodrigo Muñoz Cofré. Universidad de La Frontera.  
Francisco Salazar, 1145. Temuco,  
Región de la Araucanía. Chile  
e-mail: [rodrigomunozcofre@gmail.com](mailto:rodrigomunozcofre@gmail.com)

## INTRODUCCIÓN

El sobrepeso y la obesidad se definen como una acumulación anormal o excesiva de grasa que puede ser perjudicial para la salud. Son considerados factores de riesgo para numerosas enfermedades crónicas, entre las que se incluyen la diabetes, las enfermedades cardiovasculares y diferentes formas de cáncer, tales como el cáncer de mama (CM) (1). El índice de masa corporal (IMC) es un indicador simple e indirecto para medir la malnutrición por exceso. Según su categorización, datos internacionales de 2016 indican que más de 1.900 millones de adultos de 18 años o más tenían sobrepeso, de los cuales más de 650 millones eran obesos (2).

El CM es la neoplasia más frecuente en las mujeres de Occidente. En 2012, representó el 25% de los tumores diagnosticados en mujeres y, además, fue la primera causa de muerte a nivel mundial (3). Se estima que su incidencia en nuestro país es de 57,1-46,3 y la mortalidad, de 15,8-16,5 por cada 100.000 mujeres (4).

La obesidad y el cáncer son dos problemas sanitarios de alta prioridad. Aparentemente, son enfermedades sin ningún vínculo; sin embargo, la evidencia científica muestra que existe una relación entre obesidad y cáncer (5).

La obesidad ha demostrado tener efectos adversos sobre el sistema respiratorio, debido a la acumulación de tejido adiposo y las citocinas producidas por los adipocitos. La acumulación de grasa en el cuerpo causa cambios en la fisiología respiratoria, con el consiguiente deterioro en la mayoría de los parámetros de la función pulmonar. Asimismo, los diferentes patrones de la distribución de grasa corporal podrían afectar de distinta manera la función del sistema respiratorio (5,6).

En paralelo, el CM y su tratamiento también han demostrado disminuir la función pulmonar (7). La radioterapia posmastectomía, en donde parte del pulmón se encuentra expuesto a la radiación, genera una toxicidad pulmonar inducida por radiación, que ocasiona neumonitis aguda, fibrosis tardía y/o daño en la barrera hemato-alveolar, lo cual finalmente tiene un impacto negativo en la calidad de vida de las pacientes (7,8). Resultados publicados anteriormente concluyen que las mujeres con CM tratadas con quimioterapia y radioterapia concomitantes experimentan una disminución de la capacidad inspiratoria (CI) y volumen residual (VR) en relación al grupo control (9).

De acuerdo con lo planteado anteriormente, hipotetizamos que en pacientes con CM sumado a malnutrición por exceso (sobrepeso u obesidad) se presentaría una disminución de los volúmenes pulmonares *versus* pacientes con CM en condición de normopeso. Además, parámetros de los volúmenes pulmonares presentarían correlación con el IMC. Por lo tanto, el objetivo de este estudio fue describir los efectos del sobrepeso y la obesidad sobre los volúmenes pulmonares de pacientes con cáncer de mama de la ciudad de Talca.

## MATERIAL Y MÉTODO

### PACIENTES

Participaron en el estudio 41 mujeres de la ciudad de Talca, Chile, con diagnóstico de CM, divididas en tres grupos: nueve

pacientes con CM y normopeso (CM + NP; edad =  $56 \pm 8$ ), 18 con CM y sobrepeso (CM + SP; edad =  $56 \pm 9$ ) y 14 con CM y obesidad (CM + O; edad =  $54 \pm 9$ ). Las características, la descripción patológica y el tratamiento de los sujetos son presentados en la tabla I. Todas cumplieron con los criterios de inclusión (mujer mayor de edad, diagnóstico médico de CM y residir en la comuna de Talca) y exclusión (no presentar enfermedad respiratoria crónica o aguda al momento de la evaluación, no tener hábito tabáquico y no evidenciar deformidades en la caja torácica). Todas las pacientes recibieron tratamiento de quimioterapia (doxorubicina, ciclofosfamida, paclitaxel) y radioterapia (dosis de  $\sim 46,61$  Gy) (Tabla I). Este estudio forma parte de un macroproyecto de evaluación de función pulmonar en pacientes con cáncer de mama de nuestro laboratorio, el cual fue aprobado por el comité de ética-científico de la Universidad Católica del Maule (acta de resolución 23/2016).

### ESTATURA

Se midió con un estadiómetro Seca® (modelo 220, Hamburgo, Alemania) la distancia desde el suelo al vertex craneal. El sujeto debió estar de pie, con los talones juntos y los pies formando un ángulo de 45°. La medida es en inspiración máxima, manteniendo la cabeza en el plano meato-orbitario (de Fráncfort) (10).

### PESO

Se midió con una balanza Seca® (modelo 840, Hamburgo, Alemania) en kilogramos. Es importante señalar que la paciente no debía ver su registro al momento de la evaluación (10).

### VOLÚMENES PULMONARES

Las pruebas se realizaron en un pletismógrafo corporal Medigraphics (Modelo Platinum Elite DL®, St. Paul, Minnesota, Estados Unidos). De manera breve, se ajustó el neumotacógrafo a la altura de la boca. El evaluado se ubicó el clip nasal y las manos en la musculatura facial para bloquear su utilización en la prueba. Posteriormente, se cerró la cabina y se le indicó realizar cuatro ventilaciones a volumen corriente. Se instruyó al sujeto para que "jadeara suavemente" intentando mover volúmenes de entre 50 y 60 mL y a una frecuencia cercana a 60 por minuto (1 Hz). A continuación, se activó el *shutter* durante 2-3 segundos y después de esto, se indicó una inspiración máxima y una espiración máxima hasta VR (11).

### ANÁLISIS ESTADÍSTICO

Los datos se tabularon y analizaron en los programas Microsoft Office Excel (versión 2010®, Washington, Estados Unidos) y GraphPad Prism 5 (versión 5.0®, San Diego, Estados Unidos),

**Tabla I.** Descripción patológica y tratamiento de pacientes con cáncer de mama en diferentes estados nutricionales

	Grupo CM + NP	Grupo CM + SP	Grupo CM + O	Valor p
n	9	18	14	
Edad (años)	56 ± 8	56 ± 9	54 ± 9	0,924
Peso (kg)	53,79 ± 2,97	68,85 ± 5,50	78,98 ± 7,06	< 0,001*
Talla (m)	150,9 ± 1,86	156,7 ± 5,90	153,0 ± 6,22	0,020 <sup>†</sup>
IMC (kg/m <sup>2</sup> )	23,63 ± 1,04	28,03 ± 1,13	33,78 ± 2,84	< 0,001 <sup>‡</sup>
<i>Origen cáncer</i>				
MI	3	6	10	-
MD	4	11	4	-
MB	2	1	0	-
<i>Etapa cáncer</i>				
0	-	1	2	-
I	1	1	-	-
II A	3	7	5	-
II B	2	3	4	-
III A	2	2	3	-
III B	-	2	-	-
III C	-	2	-	-
IV	1	-	-	-
<i>Quimioterapia (media miligramos/dosis/ciclo)</i>				
Doxorrubicina	94/4/4	94/4/4	99/4/4	-
Ciclofosfamida	944/4/3	966/4/4	1.002/4/4	-
Paclitaxel	119/7/3	150/9/3	131/10/3	-
<i>Radioterapia (radiación/sesiones)</i>				
Dosis	46,25 Gy/21	50,5 Gy/25	43,08 Gy/26	-

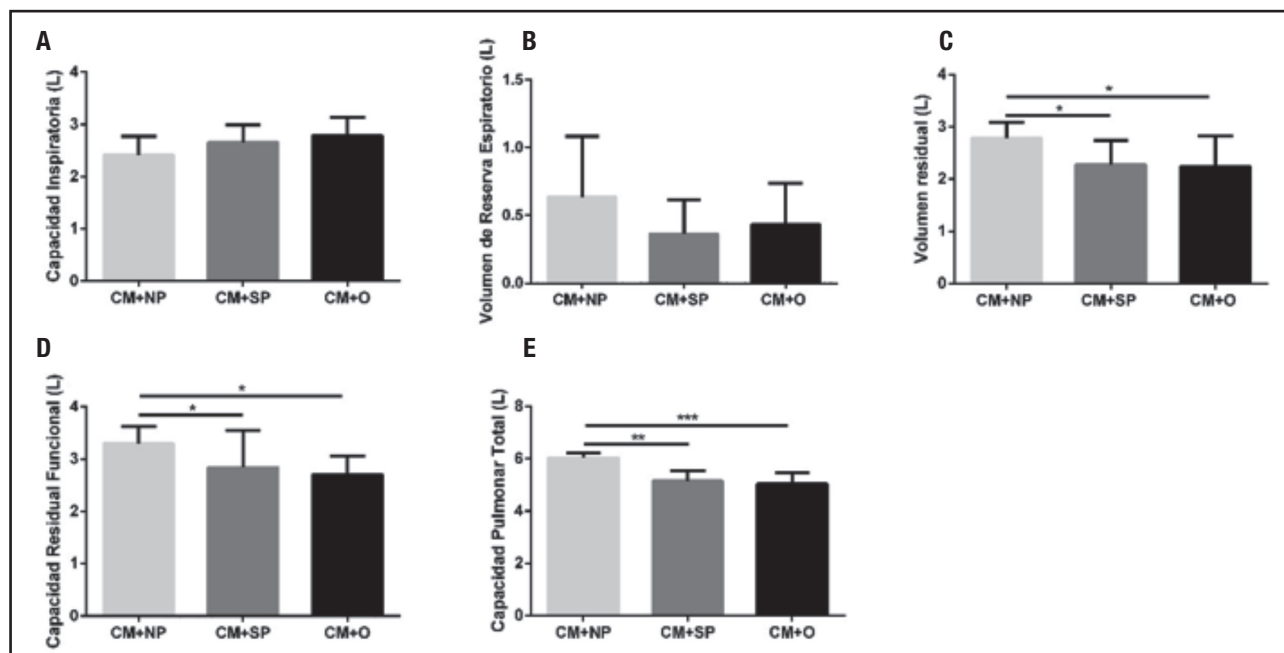
n: número; CM + NP: cáncer de mama y normopeso; CM + SP: con cáncer de mama y sobrepeso; CM + O: cáncer de mama y obesidad; MI: mama izquierda; MD: mama derecha; MB: mama bilateral; Gy: Gray. \*ANOVA como prueba estadística usada; diferencia significativa de peso entre CM + NP vs. CM + SP ( $p < 0,05$ ), CM + NP vs. CM + O ( $p < 0,001$ ), CM + SP vs. CM + O ( $p < 0,05$ ). †ANOVA como prueba estadística usada; diferencia significativa de talla entre CM + NP vs. CM + SP ( $p < 0,05$ ), CM + NP vs. CM + O ( $p < 0,05$ ), CM + SP vs. CM + O (no significativo). ‡ANOVA como prueba estadística usada; diferencia significativa de IMC entre CM + NP vs. CM + SP ( $p < 0,001$ ), CM + NP vs. CM + O ( $p < 0,001$ ), CM + SP vs. CM + O ( $p < 0,001$ ).

respectivamente. Los resultados se presentan como promedios ± desviación estándar. Para el análisis estadístico de las variables resistencia y conductancia específica de la vía aérea, se determinó la normalidad de los datos a través de la prueba de Shapiro-Wilk. Posteriormente, se usó ANOVA o Kruskal-Wallis dependiendo de la distribución de la muestra. Para las correlaciones, se utilizó el coeficiente de Pearson o Spearman, según la normalidad de los datos. Por último, se consideró un nivel de significancia de  $p < 0,05$ .

## RESULTADOS

Se evaluaron 41 pacientes, sin que existieran diferencias significativas en la edad. Se observaron diferencias significativas en peso, talla e IMC (Tabla I). En detalle, el peso fue significativamente

superior en el grupo CM + O en relación a CM + SP y CM + NP ( $p < 0,05$  y  $p < 0,001$ , respectivamente). Por otra parte, la talla del grupo CM + SP fue significativamente superior a la del grupo CM + NP ( $p = 0,02$ ). El IMC fue significativamente superior en el grupo con CM + O en relación a CM + SP y CM + NP (ambos  $p < 0,001$ ) (Tabla I). Los valores de función pulmonar evidenciaron que las pacientes con CM + NP ( $2,78 \pm 0,29$ ) tuvieron un mayor VR que las pacientes con CM + SP ( $2,27 \pm 0,46$ ) y CM + O ( $2,23 \pm 0,58$ ) (ambos  $p < 0,05$ ) (Fig. 1). Del mismo modo, la capacidad residual funcional (CRF) fue significativamente mayor en pacientes con CM + NP ( $3,30 \pm 0,32$ ) versus pacientes con CM + SP y CM + O (ambos  $p < 0,05$ ) (Fig. 1). La capacidad pulmonar total (CPT) fue significativamente mayor en pacientes con CM + NP ( $3,30 \pm 0,32$ ) versus pacientes con CM + SP y CM + O ( $p < 0,01$  y  $p < 0,001$ , respectivamente). Entre el IMC y la CRF, se encontró una correlación negativa y significativa en las pacientes con



**Figura 1.**

Comportamiento de los volúmenes pulmonares según estado nutricional. A. Kruskal-Wallis como prueba estadística utilizada; capacidad residual funcional según estado nutricional, prueba estadística ANOVA. B. ANOVA como prueba estadística utilizada. C. Kruskal-Wallis como prueba estadística utilizada. D. ANOVA como prueba estadística utilizada. E. ANOVA como prueba estadística utilizada (CM: cáncer de mama; NP: normopeso; SP: sobrepeso; O: obesidad. \* $p < 0,05$ ; \*\* $p < 0,01$ ; \*\*\* $p < 0,001$ ).

CM + O ( $r = -0,533$ ;  $p = 0,049$ ) (Fig. 2). Por último, en las pacientes con CM + NP se encontró una correlación negativa y significativa entre talla y CRF ( $r = -0,944$ ;  $p = 0,0004$ ), situación opuesta a lo observado en el grupo CM + O, donde la correlación fue positiva y significativa entre estas dos variables ( $r = 0,655$ ;  $p = 0,01$ ) (Fig. 3).

## DISCUSIÓN

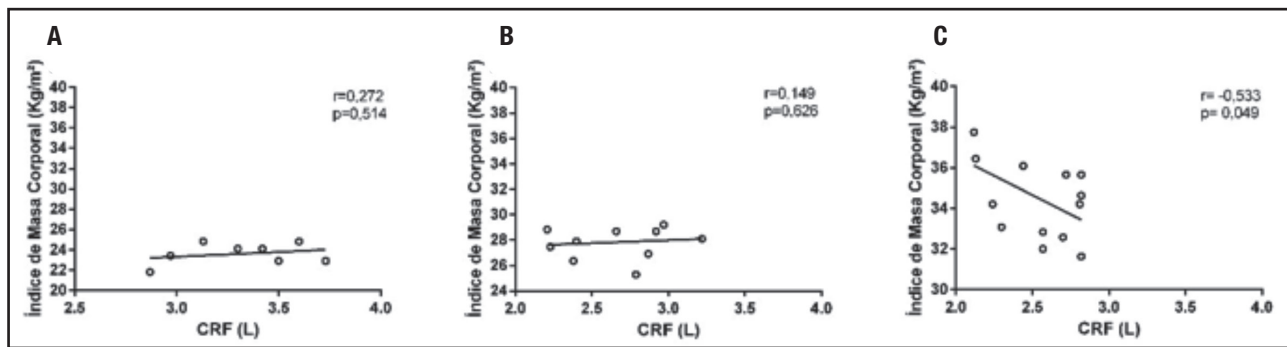
El objetivo de esta investigación fue describir los efectos del estado nutricional y el CM sobre los volúmenes pulmonares en mujeres de la comuna de Talca. En relación a esto, se determinó que las mujeres con CM + O mostraron una disminución significativa de la CRF y el VR en comparación con las pacientes con CM + NP y CM + SP (Fig. 1). Del mismo modo, se observó una correlación media y significativa entre IMC y CRF en pacientes con CM + O (Fig. 2). Adicionalmente, la variable talla mostró una correlación con la CRF, la cual fue negativa para el CM + NP y positiva en presencia de malnutrición por exceso (sobrepeso u obesidad) (Fig. 3).

La malnutrición por exceso disminuye principalmente el volumen de reserva espiratorio (VRE), la CPT y la CRF (12). Esto es resultado de un cambio en el equilibrio de las presiones en los pulmones y el tórax por la carga del tejido adiposo alrededor de este y el abdomen. La elevada presión intraabdominal es transmitida al tórax, cambiando la curva presión-volumen en la

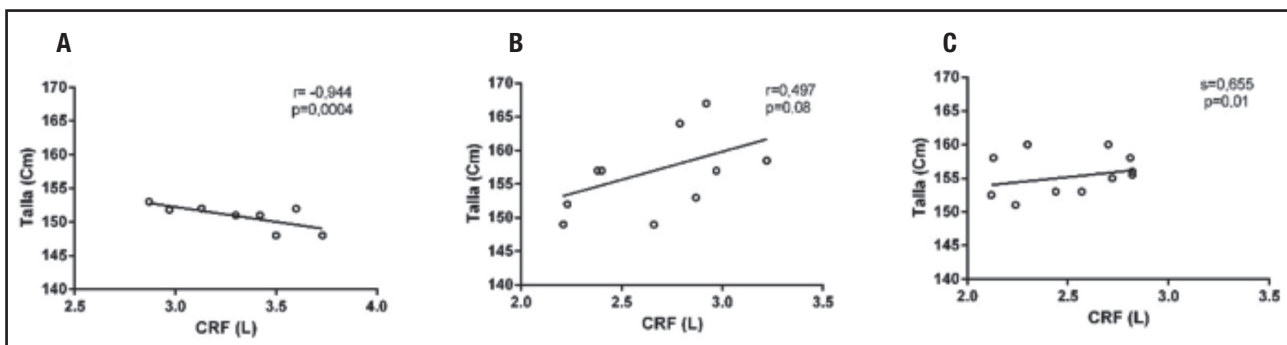
respiración tranquila; esta situación aumenta el trabajo respiratorio en volumen corriente (6,13). Sumado a esto, existe un desplazamiento del diafragma hacia cefálico como resultado de la carga mecánica del exceso de grasa en el abdomen, generando problemas en la curva longitud y tensión de este músculo, lo cual disminuye su eficiencia.

Watson y cols. (2010) estudiaron el volumen de aire intratorácico en sujetos obesos y normopeso. Encontraron una disminución significativa de la CPT, el VRE y la CRF en sujetos obesos respecto a los normopeso; por el contrario, la CI y el VR no presentaron diferencias significativas (14). Posteriormente, Steier y cols. (2014) propusieron comprender los factores mecánicos que generan trastornos en los volúmenes pulmonares en sujetos obesos. Ellos observaron que la CPT, la CRF y el VRE fueron menores en sujetos obesos en comparación con los normopeso. No así la CI y el VR, que no presentaron diferencias significativas (15).

Si bien ambos estudios concuerdan parcialmente con los resultados obtenidos en esta investigación, es importante destacar que estos fueron desarrollados en población obesa sin CM. Al respecto, Verbank y cols. (2012) evaluaron la función de la vía aérea y los efectos agudos de la radioterapia en pacientes con CM y hallaron una disminución significativa de la CPT (16). Del mismo modo, O'Donnell y cols. (2016) midieron el comportamiento de la función pulmonar y la capacidad aeróbica en un grupo de pacientes con CM, que mostraron un descenso significativo en el porcentaje del predicho de la CI y CPT de estas pacientes *versus* el grupo control (17).



**Figura 2.** Correlación entre la capacidad residual funcional y el estado nutricional. A. Correlación entre índice de masa corporal y CRF en pacientes con cáncer de mama normopeso. B. Pacientes con cáncer de mama y sobrepeso. C. Pacientes con cáncer de mamas y obesidad. r: Pearson; CRF: capacidad residual funcional.



**Figura 3.** Correlación entre la capacidad residual funcional y la talla según estado nutricional. A. pacientes con cáncer de mama normopeso. B. Pacientes con cáncer de mama y sobrepeso. C. Pacientes con cáncer de mama obesas (r: Pearson; s: Spearman; CRF: capacidad residual funcional).

En este caso específico, sumado a estos cambios morfológicos producidos por la malnutrición por exceso existen condiciones del cáncer y su tratamiento que contribuirían a este patrón restrictivo (16-18). En torno a esto, se sabe que la radioterapia genera focos de fibrosis pulmonar. Por ejemplo, en roedores después de la irradiación con dosis únicas de rayos X (36 Gray) se encontraron zonas de fibrosis pulmonar por daños en los neumocitos generadas por la liberación de surfactante, exudado y edema intersticial en los alvéolos. Aquí, la liberación de mediadores biológicos conduce a una cascada de citosinas, reclutando y estimulando fibroblastos que sintetizan mayores cantidades de colágeno (18).

Tanto en el caso de la obesidad como del cáncer, la evidencia indica que existe una disminución significativa de los volúmenes pulmonares. En ambos casos, y tal como fue mencionado anteriormente, se genera un patrón restrictivo que en los pacientes con CM + O se potenciaría. Así lo demostraron los resultados obtenidos en este estudio, donde se observó una disminución en los volúmenes pulmonares y una relación negativa entre IMC y CRF en pacientes con CM + O (Figs. 1 y 2).

Por último, la talla mostró tener una correlación significativa con la CRF, la cual fue positiva en el caso de las pacientes con CM+O

y negativa para las CM+NP. La relación entre talla y función pulmonar no es nueva. Parámetros como los flujos o volúmenes pulmonares se ven afectados por la estatura, debido a que son proporcionales al tamaño corporal y este, a su vez, se relaciona directamente con el tamaño del tórax (19). Cabe destacar que existen diferencias entre la altura medida en posición sedente y en posición bípeda. Se ha reportado una correlación más fuerte con la altura en posición sentado que en posición bípeda (20). Esto podría estar dentro de nuestras limitaciones, por tanto, se sugiere para futuras investigaciones medir en ambas posiciones. En cuanto a lo anterior, existen tres puntos a considerar: a) la talla es directamente proporcional a los volúmenes pulmonares, en donde a mayor talla, mayor porcentaje de descenso de volúmenes y viceversa (19); b) a medida que la edad aumenta, la función pulmonar disminuye (19,21); y c) la grasa sobre el tórax ejerce una carga mecánica que limita la *compliance* pulmonar (6).

Sumado a la limitación de no haber medido la talla en posición sedente, se encuentra también la falta de medición de pliegues cutáneos, diámetros y perímetros, tanto de tórax como de abdomen. Estas variables nos podrían haber orientado en la localización de la grasa.

En conclusión al presente estudio, podemos mencionar que la disminución en los volúmenes pulmonares se ve exacerbada cuando las pacientes con CM presentan malnutrición por exceso. La CRF se correlaciona de forma lineal y negativa con el IMC en pacientes con CM + O.

## BIBLIOGRAFÍA

1. La Vecchia C, Giordano SH, Hortobagyi GN, Chabner B. Overweight, obesity, diabetes, and risk of breast cancer: interlocking pieces of the puzzle. *Oncologist* 2011;16(6):726-9.
2. World Health Organization (WHO). Obesity and overweight. Geneva: WHO. Acceso: 5 de junio de 2018. Disponible en: <http://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/obesity-and-overweight> <http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs311/es>
3. Nieves A. Overdiagnosis in breast cancer screening programs: an unavoidable side effect to be assessed. *Med Clin* 2015;144(4):161-2.
4. GLOBOCAN 2012. International Agency for Research on Cancer. Estimated cancer incidence, mortality and prevalence worldwide in 2012. Disponible en: <http://globocan.iarc.fr/old/FactSheets/cancers/breast-new.asp>
5. González C, Goday A. Obesidad y cáncer: «las amistades peligrosas». *Med Clin* 2015;145:24-30.
6. Mafort TT, Rufino R, Costa CH, Lopes AJ. Obesity: systemic and pulmonary complications, biochemical abnormalities, and impairment of lung function. *Multidiscip Respir Med* 2016;11(28):1-11.
7. Krengli M, Sacco M, Loi G, Masini L, Ferrante D, Gambaro G. Pulmonary changes after radiotherapy for conservative treatment of breast cancer: a prospective study. *Int J Radiat Oncol Biol Phys* 2008;70(5):1460-7.
8. Al Saeed 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.
9. 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.
10. International Society for the Advancement of Kinanthropometry. International Standards for Anthropometric Assessment. Underdale: ISAK; 2001. Acceso: 21 de marzo de 2018. Disponible en: <http://www.ceap.br/material/MAT17032011184632.pdf>
11. Tantucci C, Bottone D, Borghesi A, Guerini M, Quadri F, Pini L. Methods for measuring lung volumes: is there a better one? *Respiration* 2016;91(4):273-80.
12. Lufti MF. The physiological basis and clinical significance of lung volume measurements. *Multidiscip Respir Med* 2017;12(3):1-12.
13. Littleton SW. Impact of obesity on respiratory function. *Respirology* 2012;17(1):43-9.
14. Watson RA, Pride NB, Thomas EL, Fitzpatrick J, Durighel G, McCarthy J, et al. Reduction of total lung capacity in obese men: comparison of total intrathoracic and gas volumes. *J Appl Physiol* (1985) 2010;108(6):1605-12.
15. Steier J, Lunt A, Hart N, Polkey MI, Moxham J. Observational study of the effect of obesity on lung volumes. *Thorax* 2014;69(8):752-9.
16. 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.
17. 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.
18. Abratt PR, Morgan GW, Silvestri G, Willcox P. Pulmonary complications of radiation therapy. *Clin Chest Med* 2004;25(1):167-77.
19. Talaminos-Barroso A, Márquez E, Roa LM, Ortega F. Factores que afectan a la función pulmonar: una revisión bibliográfica. *Arch Bronconeumol* 2018;54(6):327-32.
20. Rufino R, Costa CH, Lopes AJ, Maiworm AI, Maynard K, Silva LM, et al. Spirometry reference values in the Brazilian population. *Braz J Med Biol Res* 2017;50(3):e5700.
21. Stocks J, Quanjer PH. Reference values for residual volume, functional residual capacity and total lung capacity. *Eur Respir J* 1995;8(3):492-506.