

ARTÍCULO ORIGINAL

El ejercicio físico disminuye la pérdida de masa magra en pacientes obesos sometidos a cirugía bariátrica



Rodrigo Muñoz, Julián Hernández, Ana Palacio, Cristóbal Maiz y Gustavo Pérez*

Departamento de Cirugía Digestiva, División de Cirugía, Facultad de Medicina, Pontificia Universidad Católica de Chile, Santiago, Chile

Recibido el 4 de enero de 2016; aceptado el 29 de abril de 2016

Disponible en Internet el 7 de junio de 2016

PALABRAS CLAVE

Composición corporal;
Pérdida de peso;
Cirugía bariátrica;
Masa magra;
Ejercicio físico

Resumen

Objetivo: Caracterizar el efecto de un programa de ejercicio físico en la pérdida de masa magra en pacientes obesos mórbidos durante el primer año después de la cirugía bariátrica.

Pacientes y métodos: Estudio de cohorte no concurrente de pacientes obesos mórbidos sometidos a bypass gástrico en Y de Roux (BPGYR) o gastrectomía en manga (GM) que contaran con medición de su composición corporal antes y a los 3, 6 y 12 meses después de la cirugía. Los pacientes se clasificaron como ejercicio físico (+) o ejercicio físico (–) según realizaran o no un programa de ejercicio físico supervisado durante el primer año después de la cirugía.

Resultados: Se identificaron 35 pacientes obesos mórbidos sometidos a BPGYR o GM. Veinte (57%) pacientes fueron ejercicio físico (+) y 15 (43%) ejercicio físico (–). Los promedios de edad e IMC preoperatorio en ejercicio físico (+) y ejercicio físico (–) fueron de $33,5 \pm 8,9$ y $43,3 \pm 12,4$ años ($p < 0,05$), y $40,4 \pm 7,1$ y $35,8 \pm 5$ kg/m² ($p < 0,05$), respectivamente. No hubo diferencias en composición corporal entre ambos grupos. Un año después de la cirugía, la pérdida de masa magra en pacientes ejercicio físico (+) y ejercicio físico (–) representó un $17,9 \pm 4,1\%$ y $30,1 \pm 4,5\%$ del total de la pérdida de peso, respectivamente ($p < 0,05$).

Conclusiones: Estos resultados sugieren que la estimulación muscular mediante ejercicio físico regular logra disminuir la pérdida de masa magra observada después de la cirugía bariátrica, mejorando así la composición corporal de los pacientes.

© 2016 Sociedad de Cirujanos de Chile. Publicado por Elsevier España, S.L.U. Este es un artículo Open Access bajo la licencia CC BY-NC-ND (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>).

* Autor para correspondencia.

Correo electrónico: gperez@med.puc.cl (G. Pérez).

KEYWORDS

Body composition;
Weight loss;
Bariatric surgery;
Fat free mass;
Physical exercise

Exercise reduces lean mass loss in obese patients undergoing bariatric surgery**Abstract**

Objective: We sought to characterize the effect of a physical exercise program on fat free mass loss in morbidly-obese patients one year after bariatric surgery.

Patients and methods: Retrospective cohort study of a group of patients who underwent Roux-en-Y gastric bypass (RYGB) or Sleeve Gastrectomy (SG) and had body composition analysis before and at 3, 6 and 12 months after surgery. Identified patients were further classified as physical exercise (+) or physical exercise (–) based on whether they followed or not a physical exercise program during the first year after surgery.

Results: We identified 35 morbidly obese patients who underwent RYGB or SG. 20 (57%) patients were physical exercise (+) and 15 (43%) patients were physical exercise (–). Mean age and preoperative BMI in physical exercise (+) and physical exercise (–) patients was 33.5 ± 8.9 and 43.3 ± 12.4 years ($P < .05$), and 40.4 ± 7.1 and 35.8 ± 5 kg/m² ($P < .05$), respectively. There were no differences in body composition between both groups. One year after surgery, fat free mass loss in physical exercise (+) and physical exercise (–) patients represented $17.9 \pm 4.1\%$ and $30.1 \pm 4.5\%$ of total weight loss, respectively ($P < .05$).

Conclusions: The results of this study suggest that muscle stimulation through physical exercise can decrease the lean body mass loss induced by surgery, thus improving body composition outcomes after surgery.

© 2016 Sociedad de Cirujanos de Chile. Published by Elsevier España, S.L.U. This is an open access article under the CC BY-NC-ND license (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>).

Introducción

La obesidad es un estado de depósito excesivo de masa grasa (MG) corporal, asociándose esta a una serie de trastornos metabólicos, inflamatorios, degenerativos y neoplásicos que empeoran la calidad y al mismo tiempo disminuyen la expectativa de vida^{1,2}. La cirugía bariátrica es el tratamiento más efectivo para la obesidad. Junto a la pérdida de peso que experimentan los pacientes después de la cirugía, algunas comorbilidades asociadas a la obesidad mejoran o incluso remiten, como la diabetes mellitus tipo 2, la hipertensión arterial y la dislipidemia³.

Sin embargo, la pérdida de peso que ocurre después de cirugías como el bypass gástrico en Y de Roux (BPGYR) no resulta solamente de la pérdida de MG, sino que también resulta de la pérdida de masa magra (MM)⁴⁻⁶. De hecho, la pérdida de MM durante el primer año después del BPGYR puede representar hasta un 28% del total de la pérdida de peso⁵. La pérdida de MM ocurre principalmente durante el primer semestre después de la cirugía, concentrándose en el torso, mientras que la pérdida de MG se distribuye homogéneamente durante el primer año y de forma similar en tronco y extremidades⁵. Estos datos demuestran los profundos cambios que ocurren en la composición corporal de los pacientes obesos después de la cirugía, caracterizados por una importante pérdida de MM.

Durante los últimos años se ha demostrado que el músculo esquelético posee una importante función endocrina caracterizada por la secreción de miosinas (péptidos derivados del músculo) en respuesta a la contracción muscular. Se ha descrito que las miosinas cumplen una importante actividad antiinflamatoria y reguladora de la homeostasis energética y de la glucosa⁷. Debido a las importantes funciones mecánicas y metabólicas que cumple el músculo esquelético,

consideramos importante establecer estrategias efectivas destinadas a disminuir la pérdida de MM de los pacientes después de la cirugía bariátrica, y poder así optimizar su composición corporal. El objetivo de este estudio es caracterizar el efecto que tiene un programa de ejercicio físico (EF) en la pérdida de MM de pacientes obesos, durante el primer año posterior a haber sido sometidos a cirugía bariátrica.

Pacientes y métodos**Diseño del estudio**

Estudio de cohorte no concurrente diseñado para caracterizar el efecto del EF en la composición corporal de pacientes sometidos a cirugía bariátrica. Específicamente, se evaluó si el EF rutinario se asocia a la preservación de MM. Se identificaron pacientes obesos mórbidos a partir de nuestro registro clínico de seguimiento prospectivo que tuvieran determinación de la composición corporal antes y a los 3, 6 y 12 meses después de haber sido sometidos a un BPGYR o GM, en el período comprendido entre mayo de 2008 y abril de 2012, en el Hospital Clínico de la Pontificia Universidad Católica de Chile. Para caracterizar el efecto del EF en la composición corporal, los pacientes fueron clasificados en 2 grupos: a) pacientes con EF programado, y b) aquellos que no realizaron EF de forma programada durante el primer año después de la cirugía. Aquellos pacientes EF (+) debían completar al menos un 90% de asistencia durante el primer año después de la cirugía. Antes de ser considerados aptos para realizar las rutinas comprendidas en el EF, los pacientes completaron la evaluación preoperatoria, que incluía evaluación cardiovascular, y posteriormente la de los entrenadores encargados de supervisar los ejercicios

incluidos en el programa. Todos los pacientes recibieron una recomendación nutricional estándar para el postoperatorio de acuerdo con las guías actuales⁹. Esta recomendación consistió en tener un consumo calórico mínimo de 800 kcal y una ingesta de proteínas entre 80-90 g/día^{9,10}. Todos los pacientes que participaron en el EF contaron con la autorización de su médico tratante. Se obtuvo consentimiento informado de los participantes incluidos en el estudio.

Ejercicio físico

El programa de EF consistió en una rutina de entrenamiento estructurado de resistencia aeróbica y fuerza muscular que se inició 2 semanas previas a la cirugía, realizadas en 3 sesiones por semana. Durante la resistencia aeróbica los pacientes debían alcanzar el 70% de su frecuencia cardíaca máxima teórica por 30 min, la cual fue monitorizada mediante el uso de un medidor de frecuencia tipo reloj (polar, modelo Ft-4, Boston Cientific Co). Se utilizaron bicicletas (Life Fitness Bike Backed Classic), trotadoras (Life Fitness New Model Trotador 95Te) y elípticas (Crosstrainer Life Fitness Classic) de ejercicio.

Se implementó un programa de desarrollo y fortalecimiento muscular. La intensidad del ejercicio estuvo dada por el número de repeticiones, velocidad y carga. Los pacientes trabajaron a un 70% de su máximo de repeticiones, en 3 series de 15 repeticiones cada una, involucrando los grupos musculares de las extremidades superiores y el torso bajo. El entrenamiento fue realizado en circuito, con un espacio mínimo de 2 min para descansar entre cada serie. Se efectuaron reevaluaciones mensuales para ajustar las cargas del trabajo muscular y la intensidad del ejercicio aeróbico. Durante estas actividades siempre hubo al menos un entrenador supervisando a los pacientes. No hubo accidentes ni lesiones. No se registró si los pacientes EF (+) y EF (–) realizaron actividad física en su tiempo libre. Todos los pacientes recibieron recomendaciones estándar sobre realizar ejercicio moderado 150 min a la semana.

Análisis de la composición corporal

La composición corporal fue determinada usando un impedanciómetro bioeléctrico tetrapolar (Quadscan Bodystat® 4000 multi, BODYSTAT, EE. UU.). Este procedimiento duró alrededor de 20 min. En el análisis, los pacientes se encontraban en posición de decúbito supino y conectados a electrodos en el dorso, mano y pie derechos de acuerdo a las recomendaciones de la Sociedad Europea de Nutrición Clínica (ESCN). La determinación de la composición corporal se realizó en condiciones estandarizadas: ayuno mínimo de 4 h y sin actividad física intensa durante las últimas 12 h. El peso total se midió con los pacientes descalzos y con ropa liviana, utilizando una báscula electrónica (Seca 780/783, Hamburg, Alemania). La altura se midió con un estadiómetro electrónico (Seca 799 Electronic Column Scale, Hamburg, Alemania).

A partir de los datos obtenidos del impedanciómetro, las siguientes variables de la composición corporal fueron utilizadas en el análisis: peso corporal total (PCT, en kilogramos), MG (en kilogramos) y MM (en kilogramos). La proporción y el cambio absoluto en cada uno de los

compartimientos corporales descritos anteriormente fueron estimados calculando la diferencia entre el momento de la medición y su nivel preoperatorio.

Procedimientos quirúrgicos

El BPGYR laparoscópico fue realizado creando una pequeña bolsa gástrica de 30-50 ml, aproximadamente. La anastomosis gastroyeyunal se realizó de forma manual en 2 planos, y se confeccionó un asa alimentaria de 150 cm y un asa biliar pancreática de 50 cm, aproximadamente. La GM se llevó a cabo realizando una resección tubular del estómago usando una grapadora calibrada contra una sonda de silicona 34-50 Fr, según la preferencia del cirujano. Una vez resecado el estómago, la línea de corchetes fue reforzada con sutura continua sintética absorbible.

Análisis estadístico

Las variables continuas se expresan como promedio y desviación estándar. Las variables categóricas se expresan en números absolutos y porcentajes. Se usaron pruebas t de Student para comparar los promedios de los diferentes niveles de las categorías. Se usó el test exacto de Fisher para comparar proporciones. Un valor p menor a 0,05 se consideró estadísticamente significativo. Los cálculos estadísticos fueron realizados usando el programa SPSS, v. 19 (Chicago, EE. UU.). Se utilizó el test de ANOVA para comparar los resultados de peso y composición corporal intra y entre grupos.

Resultados

Características de los pacientes

Se identificaron 35 pacientes con una edad promedio de $37,7 \pm 11,5$ años y un promedio de IMC preoperatorio de $38,4 \pm 6,6$ kg/m², en su mayoría mujeres (n = 29, 82,9%). Del total del pacientes, 20 (57%) fueron EF (+) y 15 (43%) EF (–). Los pacientes EF (+) fueron mayores y con un IMC más alto comparado con los EF (–). Sin embargo, no hubo diferencias en la composición corporal entre los pacientes de ambos grupos. La [tabla 1](#) resume los datos demográficos y la composición corporal basal de los pacientes.

El ejercicio físico reduce la pérdida de masa magra luego de la cirugía bariátrica

La progresión de la pérdida de peso durante el primer año después de la cirugía fue similar en pacientes EF (+) y EF (–), como lo muestra la [figura 1](#). A los 3 meses después de la cirugía, los pacientes EF (+) experimentaron un $5,9 \pm 0,9\%$ de disminución de MM respecto a su basal, mientras que en los pacientes EF (–) esta fue de $10 \pm 0,8\%$. Esta mayor pérdida de MM en pacientes EF (–) se mantuvo a los 6 y 12 meses ([tabla 2](#)). Después de 12 meses, la pérdida de MM en pacientes EF (+) y EF (–) representó un $17,9 \pm 4,1\%$ y un $30,1 \pm 4,5\%$ (p < 0,05) de la pérdida de peso total, respectivamente. Al final del estudio, la MM en pacientes EF (+) representó un 71% del peso corporal total, comparado con un 66% de los

Tabla 1 Características demográficas y antropométricas basales

	Total pacientes (n = 35)	EF (+) (n = 20)	EF (–) (n = 15)	p
Edad (años)	37,7 ± 11,5	33,5 ± 8,9	43,3 ± 12,4	0,01
Sexo, n (%)				
Femenino	29 (82,9)	17 (85)	12 (80)	> 0,05
Masculino	6 (17,1)	3 (15)	3 (20)	
Cirugía, n (%)				
BGYR	15 (42,9)	11 (55)	4 (26,7)	> 0,05
GM	20 (57,1)	9 (45)	11 (73,3)	
Peso (kg)	104 ± 23	109,8 ± 25,2	96,3 ± 17,5	> 0,05
IMC (kg/m ²)	38,4 ± 6,6	40,4 ± 7,1	35,8 ± 5	0,04
% MM	54,3 ± 5,6	52,7 ± 5,6	56,4 ± 5,2	> 0,05
% MG	45,7 ± 5,6	47,3 ± 5,6	43,6 ± 5,2	> 0,05

Variables continuas expresadas en promedio ± desviación estándar. Variables categóricas expresadas en número absoluto de casos (porcentaje respecto al total).

% MM: porcentaje de masa magra; % MG: porcentaje de masa grasa; BGYR: bypass gástrico en Y de Roux; EF: ejercicio físico; GM: gastrectomía en manga; IMC: índice de masa corporal.

pacientes EF (–) ($p < 0,05$). La evolución de la pérdida de MM en pacientes EF (+) y EF (–) está representada en la [figura 2](#).

El ejercicio físico aumenta la pérdida de masa grasa después de la cirugía bariátrica

Contrario al efecto del EF sobre la MM, los pacientes EF (+) mostraron una tendencia de pérdida de MG mayor a la observada en los pacientes EF (–) ([fig. 3](#)). Al final de este estudio, la pérdida absoluta de MG en pacientes EF (+) y EF (–) fue de $31,4 \pm 3$ kg y 19 ± 2 kg ($p < 0,05$), respectivamente, como se muestra en la [tabla 2](#). Esta pérdida absoluta de MG correspondió a un $82 \pm 4\%$ y $69 \pm 3\%$ de la pérdida de peso corporal total en pacientes EF (+) y EF (–) luego de 12 meses ($p < 0,05$), respectivamente. Luego de 12 meses después de la cirugía, la MG en pacientes EF (+) representó un 29% del peso corporal total, y en los pacientes EF (–) representó un 34% ($p < 0,05$).

Discusión

El objetivo de este estudio fue caracterizar el efecto del EF en la pérdida de MM observada en pacientes obesos después de la cirugía bariátrica. Específicamente, buscamos determinar si el EF podía disminuir la pérdida de MM. Observamos que aquellos pacientes con rutina de EF perdieron menos MM comparados con aquellos pacientes sin esta rutina, además de una pérdida de MG mayor en el primer grupo. Estos resultados sugieren que la incorporación y mantención de una rutina de EF en los pacientes durante el primer año posterior a la cirugía es una herramienta útil para disminuir la pérdida de MM y optimizar así la composición corporal. Debido a esto y al sustento fisiopatológico mencionado anteriormente respecto a las funciones endocrinas del músculo esquelético, nos parece importante implementar estrategias efectivas después de la cirugía que permitan reducir la pérdida de MM. De manera similar a lo reportado en estudios previos^{5,6}, observamos un 30% de disminución en la MM

Tabla 2 Cambios en la composición corporal poscirugía en pacientes con y sin ejercicio físico

	Preoperatorio		3 meses		6 meses		12 meses	
	EF (+)	EF (–)	EF (+)	EF (–)	EF (+)	EF (–)	EF (+)	EF (–)
IMC (kg/m ²)	44 ± 2,5*	35,3 ± 6*	31,2 ± 2*	29,1 ± 3,6*	28,1 ± 3,8	26,7 ± 3,8	26,6 ± 3,3	26,2 ± 3,4
% PEP			61 ± 2,7	67 ± 2,5	81 ± 4,3	93 ± 8,2	88 ± 5	97 ± 7,9
Pérdida de masa magra (kg)			3,8 ± 0,9*	5,6 ± 0,8*	4,9 ± 1,3*	7,3 ± 0,9*	6,8 ± 1,1*	8,2 ± 1*
Pérdida de masa grasa (%)			5,9 ± 0,9*	10 ± 0,8*	7,7 ± 2,1*	13 ± 1*	10,2 ± 1,4*	15,5 ± 1,7*
Pérdida de masa magra (kg)			21 ± 1,7*	14 ± 1,4*	28 ± 2,5*	18 ± 1,8*	31,4 ± 3*	19 ± 2*
Pérdida de masa grasa (%)			40,3 ± 1,6*	32 ± 2,9*	52 ± 2,9*	42 ± 3,2*	58 ± 3,4*	44 ± 3,2*

Valores expresados en promedio ± desviación estándar.

% PEP: porcentaje de pérdida de exceso de peso; EF: ejercicio físico; IMC: índice de masa corporal.

* $p < 0,05$ para comparaciones entre grupos EF (+) y EF (–) en cada tiempo.

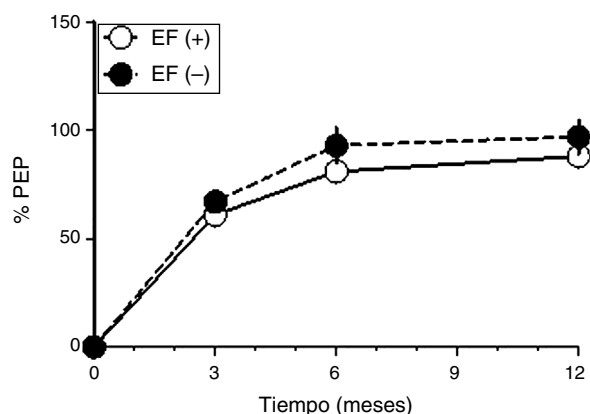


Figura 1 Progresión del % PEP postcirugía bariátrica en pacientes EF (+) (círculos blancos) y EF (-) (círculos negros) luego de 3, 6 y 12 meses. Los valores corresponden a promedio $\pm$ desviación estándar.

EF: ejercicio físico; % PEP: porcentaje de pérdida de exceso de peso.

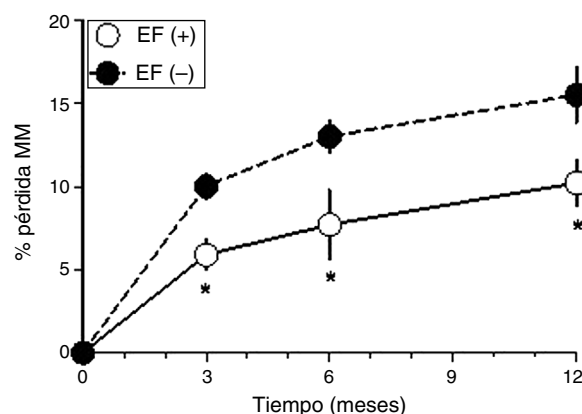


Figura 2 Progresión del porcentaje de pérdida de MM posterior a cirugía bariátrica en pacientes EF (+) (círculos blancos) y EF (-) (círculos negros) luego de 3, 6 y 12 meses. Los valores corresponden a promedio $\pm$ error estándar.

EF: ejercicio físico; MM: masa magra.

* $p < 0,05$ para porcentaje de pérdida de MM entre pacientes EF (+) y EF (-) en diferentes intervalos de tiempo.

con respecto a su basal en pacientes sin EF, concentrándose en los primeros 6 meses luego de la cirugía. En cambio, los pacientes con EF lograron reducir la pérdida de MM a 18% con respecto a sus niveles basales, lo que representa una reducción absoluta de un 40%. La asociación entre EF y disminución de la pérdida de MM fue previamente descrita en pacientes sometidos a un *switch* duodenal¹¹. En este estudio, los pacientes con EF disminuyeron la pérdida de MM, replicando los resultados observados en nuestros pacientes. Estos resultados sugieren que la estimulación muscular regular por medio del EF puede contrarrestar efectivamente la pérdida de MM inducida por la cirugía bariátrica, logrando además optimizar la composición corporal de los pacientes.

La ingesta de proteínas es otro factor importante involucrado en la mantención de la MM después de la cirugía¹². Las guías nutricionales recomiendan un consumo diario

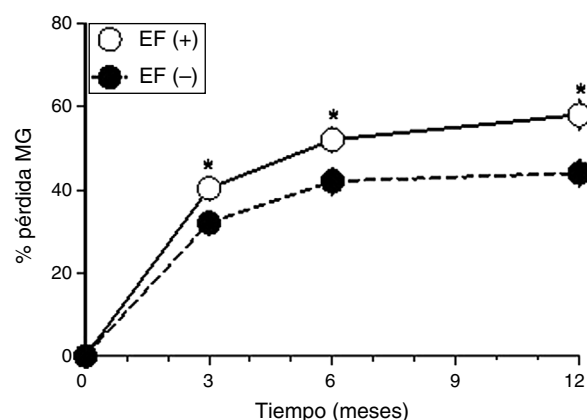


Figura 3 Progresión del porcentaje de pérdida de MG postcirugía bariátrica en pacientes EF (+) (círculos blancos) y EF (-) (círculos negros) luego de 3, 6 y 12 meses. Los valores corresponden a promedio $\pm$ error estándar.

EF: ejercicio físico; MG: masa grasa.

* $p < 0,05$ para porcentaje de pérdida de MG entre pacientes EF (+) y EF (-) en diferentes intervalos de tiempo.

de 60-120 g de proteínas en todos los pacientes sometidos a una cirugía bariátrica⁸, ingesta que habitualmente la mayoría de los pacientes no consiguen alcanzar después de procedimientos como el BPGYR. Se asocian a esta baja ingesta de proteínas, intolerancia a comidas con alto contenido proteico¹³, inadecuada ingesta calórica diaria, que a veces no alcanza las 1000 kcal por día¹⁴, y digestión proteica alterada¹⁵. En conjunto, todos estos factores contribuyen a la pérdida de MM observada después de la cirugía. No podemos descartar la posibilidad de que la ingesta de proteínas en ambos grupos pueda haber influido en los resultados observados, ya que, debido al carácter retrospectivo de nuestro trabajo, no fue posible estimar el consumo proteico de nuestros pacientes. Por el rol que tiene la ingesta de proteínas en la regulación de la MM, pensamos que nuevos estudios prospectivos debieran incluir su estimación para lograr una mejor interpretación de los resultados.

Entre las fortalezas de este estudio pueden mencionarse la caracterización de la composición corporal a diversos intervalos de tiempo durante el primer año después de la cirugía. Esta nos permitió determinar los cambios que normalmente ocurren en los distintos compartimentos corporales de los pacientes y que no se reflejan en el IMC. Además, nuestro estudio cuenta con un grupo control que nos permitió establecer el efecto de la cirugía en la composición corporal y, específicamente, el efecto en la MM. Se podría argumentar que la determinación de la composición corporal por medio de la bioimpedanciometría es una limitación al no ser el método estándar, sin embargo, su uso ha demostrado tener una buena correlación al ser comparada con los métodos estándares tradicionales, lo que consideramos le otorga una validez razonable a nuestros resultados¹⁶. Otra limitación es el bajo volumen de pacientes reclutados, lo que, por una parte, le resta potencia a los resultados de este estudio, mientras que por otra impide poder analizar los resultados de acuerdo al tipo de cirugía que se sometieron los pacientes. Finalmente, no registramos el nivel de actividad física que pudieron haber realizado los pacientes en su

tiempo libre. A pesar de esto, y considerando los resultados de composición corporal entre ambos grupos, es poco probable que los pacientes que decidieron no participar del programa de EF lo hayan practicado de forma sistemática en su tiempo. A pesar de estas limitaciones mencionadas, los resultados de nuestro trabajo entregan información de relevancia clínica para el cuidado postoperatorio de nuestros pacientes. Específicamente, enfatizan que el EF después de la cirugía puede resultar ser una intervención eficaz en lograr conseguir una pérdida de peso saludable enfocada en aumentar la pérdida de la MG y en preservar la MM.

En conclusión, los resultados de este trabajo demuestran que procedimientos bariátricos como el BPGYR y la GM disminuyen significativamente la MM corporal, efecto que puede ser eficientemente contrarrestado mediante la incorporación de actividad física rutinaria como parte integral de las recomendaciones postoperatorias a nuestros pacientes. Este trabajo nos ha permitido comprender el efecto de la cirugía en la composición corporal de los pacientes y que no es reflejado por los cambios del IMC. Al mismo tiempo, estos resultados representan un desafío para los clínicos, quienes deben ayudar a los pacientes a incorporar intervenciones efectivas que les permitan conseguir una pérdida de peso más saludable.

Responsabilidades éticas

Protección de personas y animales. Los autores declaran que para esta investigación no se han realizado experimentos en seres humanos ni en animales.

Confidencialidad de los datos. Los autores declaran que han seguido los protocolos de su centro de trabajo sobre la publicación de datos de pacientes.

Derecho a la privacidad y consentimiento informado. Los autores declaran que en este artículo no aparecen datos de pacientes.

Conflicto de intereses

Ninguno.

Bibliografía

- Hassan MK, Joshi AV, Madhavan SS, Amonkar MM. Obesity and health-related quality of life: A cross-sectional analysis of the US population. *Int J Obes Relat Metab Disord*. 2003;27:1227–32.
- Flegal KM, Kit BK, Orpana H, Graubard BI. Association of all-cause mortality with overweight and obesity using standard body mass index categories: A systematic review and meta-analysis. *JAMA*. 2013;309:71–82.
- Buchwald H, Estok R, Fahrbach K, Banel D, Jensen MD, Pories WJ, et al. Weight and type 2 diabetes after bariatric surgery: Systematic review and meta-analysis. *Am J Med*. 2009;122:248–56.
- De Aquino LA, Pereira SE, de Souza Silva J, Sobrinho CJ, Ramalho A. Bariatric surgery: Impact on body composition after Roux-en-Y gastric bypass. *Obes Surg*. 2012;22:195–200.
- Tamboli RA, Hossain HA, Marks PA, Eckhauser AW, Rathmacher JA, Phillips SE, et al. Body composition and energy metabolism following Roux-en-Y gastric bypass surgery. *Obesity (Silver Spring)*. 2010;18:1718–24.
- Ciangura C, Bouillot JL, Lloret-Linares C, Poitou C, Veyrie N, Basdevant A, et al. Dynamics of change in total and regional body composition after gastric bypass in obese patients. *Obesity (Silver Spring)*. 2010;18:760–5.
- Pedersen BK, Febbraio MA. Muscles, exercise and obesity: Skeletal muscle as a secretory organ. *Nat Rev Endocrinol*. 2012;8:457–65.
- Mechanick JI, Youdim A, Jones DB, Timothy Garvey W, Hurley DL, Molly McMahon M, et al. Clinical practice guidelines for the perioperative nutritional, metabolic, and nonsurgical support of the bariatric surgery patient — 2013 update: Cosponsored by American Association of Clinical Endocrinologists, the Obesity Society, and American Society for Metabolic & Bariatric Surgery. *Surg Obes Relat Dis*. 2013;9:159–91.
- Faria SL, Faria OP, Buffington C, de Almeida Cardeal M, Ito MK. Dietary protein intake and bariatric surgery patients: A review. *Obes Surg*. 2011;21:1798–805.
- Raftopoulos I, Bernstein B, O'Hara K, Ruby JA, Chhatrala R, Carty J. Protein intake compliance of morbidly obese patients undergoing bariatric surgery and its effect on weight loss and biochemical parameters. *Surg Obes Relat Dis*. 2011;7:733–42.
- Metcalf B, Rabkin RA, Rabkin JM, Metcalf LJ, Lehman-Becker LB. Weight loss composition: The effects of exercise following obesity surgery as measured by bioelectrical impedance analysis. *Obes Surg*. 2005;15:183–6.
- Westerterp-Plantenga MS, Nieuwenhuizen A, Tome D, Soenen S, Westerterp KR. Dietary protein, weight loss, and weight maintenance. *Annu Rev Nutr*. 2009;29:21–41.
- Bock MA. Roux-en-Y gastric bypass: The dietitian's and patient's perspectives. *Nutr Clin Pract*. 2003;18:141–4.
- Kenler HA, Brolin RE, Cody RP. Changes in eating behavior after horizontal gastropasty and Roux-en-Y gastric bypass. *Am J Clin Nutr*. 1990;52:87–92.
- Burge JC, Schaumburg JZ, Choban PS, DiSilvestro RA, Flancbaum L. Changes in patients' taste acuity after Roux-en-Y gastric bypass for clinically severe obesity. *J Am Diet Assoc*. 1995;95:666–70.
- Roubenoff R. Applications of bioelectrical impedance analysis for body composition to epidemiologic studies. *Am J Clin Nutr*. 1996;64 Suppl. 3:459S–62S.