

Ejercicio físico y disminución del peso y el índice de masa corporal en la cirugía bariátrica: una revisión sistemática

Physical exercise and loss of weight and body mass index in bariatric surgery: a systematic review

10.20960/nh.03746

01/31/2022

Ejercicio físico y disminución del peso y el índice de masa corporal en la cirugía bariátrica: una revisión sistemática

Physical exercise and loss of weight and body mass index in bariatric surgery: a systematic review

Fernanda Barrientos-Sánchez, Lidia G. de León, Ramón Candia-Luján y Briseidy Ortiz-Rodríguez

Facultad de Ciencias de la Cultura Física. Universidad Autónoma de Chihuahua. Chihuahua, Chihuahua. México

Recibido: 22/06/2021

Aceptado: 09/09/2021

Correspondencia: Briseidy Ortiz-Rodríguez. Facultad de Ciencias de la Cultura Física. Universidad Autónoma de Chihuahua. Campus Universitario #2. Periférico de la Juventud y Circuito Universitario, S/N. C.P. 31125 Chihuahua, Chihuahua. México
e-mail: bortizr@uach.mx

Contribución individual de cada autor: Fernanda Barrientos-Sánchez: concepción de la idea, adquisición, análisis e interpretación de los datos. Aprobación definitiva de la versión que se presenta. Lidia G. de León: análisis e interpretación de los datos y revisión crítica de contenido intelectual importante. Aprobación definitiva de la versión que se presenta. Ramón Candia-Luján: análisis e interpretación de los datos y revisión crítica de contenido intelectual importante. Aprobación definitiva de la versión que se presenta. Briseidy Ortiz-Rodríguez: concepción de la idea, adquisición, análisis e interpretación de los datos.

Revisión crítica de contenido intelectual. Aprobación definitiva de la versión que se presenta. La autora para correspondencia, en nombre del resto de las personas firmantes, garantiza la precisión, transparencia y honestidad de la información contenida en el estudio, que ninguna información relevante se ha omitido y que todas las discrepancias entre autores se han resuelto y descrito adecuadamente.

Conflicto de intereses: los autores confirman que este documento que se presenta no se ha sometido simultáneamente a revisión en otra revista científica y su contenido es original. Declaran no tener conflictos de interés de ningún tipo.

Financiación: no existió ningún tipo de financiación.

RESUMEN

Introducción: la cirugía bariátrica se considera exitosa cuando el porcentaje de pérdida de peso es igual o superior al 25 % o bien cuando el porcentaje de pérdida de índice de masa corporal ocurre por encima del 50 % a largo plazo.

Objetivo: analizar el efecto del ejercicio físico en el peso corporal y el índice de masa corporal antes y después de la cirugía bariátrica.

Metodología: se buscaron artículos registrados en las bases de datos de PudMed, Scopus y Web of Science, de artículos originales con acceso abierto en inglés y español que compararan uno o varios programas de ejercicio físico como tratamiento antes y/o después de la cirugía bariátrica, con resultados de peso e índice de masa corporal inicial y final, masa muscular y masa grasa, de enero a abril de 2021.

Resultados: se obtuvieron en total 730 artículos de las diferentes bases de datos y solo 7 se seleccionaron para el análisis. El ejercicio aerobio combinado con el entrenamiento de resistencia mostró una mayor disminución del porcentaje de peso perdido (% PP) y del porcentaje perdido de índice de masa corporal (% PIMC).

Conclusiones: el ejercicio físico aerobio, en combinación con el entrenamiento de resistencia, es el programa más aplicado a los sujetos con cirugía bariátrica y los efectos más importantes son el aumento del porcentaje de pérdida de peso y la disminución del índice de masa corporal.

Palabras clave: Cirugía bariátrica. Ejercicio físico. Revisión sistemática. Índice de masa corporal. Peso corporal.

ABSTRACT

Introduction: bariatric surgery is considered successful when the percentage of weight loss is equal to or higher than 25 %, or when the percentage loss of body mass index occurs above 50 % long-term.

Objective: to analyze the effect of physical exercise on body weight and body mass index before and/or after bariatric surgery.

Methodology: articles registered in the PubMed, Scopus and Web of Science databases were searched for original papers with open access in English and Spanish that compared one or more physical exercise programs as treatment before and/or after bariatric surgery, with results on initial and final weight and body mass index, muscle mass, and fat mass from January to April 2021.

Results: a total of 730 articles were obtained in the different databases and only 7 were selected for the analysis. Aerobic exercise combined with resistance training showed a greater decrease in the percentage of weight loss (% PP) and the percentage of loss of body mass index (% PBMI).

Conclusions: aerobic physical exercise in combination with endurance training is the most applied program in subjects with bariatric surgery, and the most important effects are an increase in percentage of weight loss and a decrease in body mass index.

Keywords: Bariatric surgery. Physical exercise. Systematic review. Body mass index. Body weight.

INTRODUCCIÓN

La cirugía bariátrica es un tratamiento eficaz para conseguir perder peso y disminuir las comorbilidades en los pacientes con obesidad severa (1), pero es importante un seguimiento multidisciplinar postoperatorio con el propósito de lograr un peso corporal saludable y mantenerlo a lo largo del tiempo (2).

La cirugía bariátrica se considera exitosa cuando el porcentaje de pérdida de peso (% PP) es igual o superior al 25 % (3); también cuando el porcentaje de pérdida de índice de masa corporal (% PIMC) ocurre por encima del 50 % a largo plazo, es decir, a cinco años después de la cirugía. Se ha observado que el % PIMC es mayor en los primeros tres meses tras la cirugía y se ralentiza en los dos años posteriores a esta (4).

Además del efecto en la reducción del exceso de peso corporal y la dismiunción de las comorbilidades asociadas que ejerce la cirugía bariátrica, parece ser que, en los sujetos con mayor peso corporal, ese procedimiento tiene mayores riesgos (5). También se ha considerado que los candidatos a la cirugía bariátrica con presión arterial elevada deberían aumentar el nivel de actividad física para reducir el riesgo quirúrgico (5) y se ha observado que la pérdida de peso corporal es mayor en los sujetos que realizan ejercicio físico por lo menos dos veces por semana.

Por otra parte, también se ha demostrado que, después de la cirugía bariátrica, la disminución del peso corporal se produce por la pérdida de masa tanto grasa como magra, representando esta última hasta un

28 % del peso perdido durante el primer año de la cirugía, por lo cual también es importante la aplicación de programas de ejercicio físico que estén destinados a disminuir la pérdida de masa magra (6). Por ello, el objetivo de esta revisión sistemática fue analizar el efecto del ejercicio físico en el peso corporal y el índice de masa corporal antes y/o después de la cirugía bariátrica.

MÉTODO

La presente revisión sistemática se realizó bajo las directrices de la declaración PRISMA (7).

Estrategias de búsqueda

La búsqueda sistematizada de artículos se realizó en las bases de datos PubMed, Scopus y Web of Science durante los meses de enero a abril de 2021, utilizando las siguientes palabras clave: cirugía bariátrica/*bariatric surgery*, actividad física/*physical activity*, entrenamiento continuo/*continous training*, entrenamiento interválico/*interval training* y entrenamiento interválico de alta intensidad/*High intensity interval training*, combinadas con el operador booleano "AND".

Se consideraron como criterios de inclusión: artículos originales con acceso abierto en idiomas inglés y español; que compararan uno o varios programas de ejercicio físico como tratamiento antes y/o después de la cirugía bariátrica; que describieran las características del o de los programas de ejercicio administrados; y que, además, reportaran resultados sobre peso corporal, índice de masa corporal (IMC), masa muscular y masa grasa, tanto iniciales como finales.

Selección de estudios

La selección de los artículos se realizó a partir de la revisión de los títulos y los resúmenes. Se recuperaron y leyeron las publicaciones a texto completo de los documentos seleccionados, de los cuales se

extrajeron las características de los programas de ejercicio físico aplicados y los hallazgos principales de IMC, peso corporal y masa grasa, iniciales y finales, atribuidos a la administración del programa de ejercicio físico antes y/o después de la cirugía bariátrica. Se incluyeron otros beneficios adicionales a los porcentajes perdidos de los parámetros mencionados, como tensión arterial (TA), glucosa sanguínea, colesterol total, circunferencia de cintura y cadera (CC), aptitud cardiorrespiratoria, lipoproteínas de alta densidad (HDL) y frecuencia cardíaca en reposo (FC), a partir de aquellos documentos que los mencionaban.

Se obtuvieron un total de 730 artículos de las diferentes bases de datos; 716 documentos no cumplieron los criterios de inclusión, se eliminaron siete duplicados y los siete restantes se consideraron para el análisis (Fig. 1).

Evaluación de la calidad metodológica

La calidad de los estudios se evaluó mediante la escala PEDro (8) en su versión para el idioma español. La escala PEDro presenta un total de 11 ítems; utiliza la técnica de consenso Delphi, lo que permite identificar la validez externa (ítem 1, que no se contabilizó debido a que no se utiliza para calcular la puntuación PEDro) e interna (ítems 2-9), y si la información estadística aportada por los autores permite interpretar los resultados de forma adecuada (ítems 10 y 11). Los ítems 6 y 7 no se contabilizaron debido a que el cegamiento es difícil de aplicar a los terapeutas y evaluadores en los programas de ejercicio físico, por lo que se consideraron solo ocho ítems para el análisis de la calidad metodológica de los documentos.

Las puntuaciones de 6 y 8 se clasificaron con buena calidad metodológica; las de 4 y 5 con una calidad regular, y las puntuaciones < 4 se consideraron de mala calidad metodológica (9).

RESULTADOS

En la tabla I se observa la puntuación de la calidad metodológica evaluada. El 42,9 % de los artículos de esta revisión resultaron ser de buena calidad metodológica y el restante 57,1 % de calidad metodológica regular.

Características generales de los estudios revisados

Los participantes en los estudios fueron de ambos sexos y se dividieron en grupos de control y experimental, con un intervalo de 3 hasta 34 participantes por grupo. Las edades oscilaron entre 20 y 65 años. Se observó que 6 estudios habían aplicado el programa de ejercicio físico en el periodo postoperatorio y solo uno en el periodo preoperatorio (Tabla II).

Características de los programas de ejercicio físico administrados

Las características de los programas de ejercicio físico aplicados antes y/o después de la cirugía bariátrica se observan en la tabla III.

En cuatro de los artículos aplicaron ejercicio aerobio combinado con resistencia y/o fuerza; dos reportaron el uso de HIIT (entrenamiento interválico de alta intensidad, por sus siglas en inglés) con ejercicios de resistencia, y el último estudio utilizó un programa de rehabilitación funcional.

La duración de los programas aplicados fue de 12 a 26 semanas; la administración de las sesiones se realizó de 2 a 4 días por semana. La duración de los ejercicios de modalidad aerobia fue de entre 20 y 50 min, los entrenamientos de resistencia duraron entre 8 y 70 min y los de HIIT, entre 20 y 50 min. El HIIT para Marc-Hernández (10) consistió en 30 segundos de trabajo del 60 % al 95 % y 30 segundos de descanso activo al 40 % del VO_2 máx.; para Picó-Sirven (11) consistió en 30 segundos de trabajo del 50 % al 75 % y 30 segundos de descanso activo al 30 % del VO_2 máx.

Algunos estudios (10,11,14-16) observaron una disminución del peso corporal, el IMC, la masa grasa y la circunferencia de cintura y cadera, mientras que Mundbjerg (12) y Tardif (13), que administraron un ejercicio aerobio y aerobio más resistencia, respectivamente, reportaron que el peso corporal, la tensión arterial (TA), la circunferencia de la cintura, la circunferencia de la cadera, la masa magra y la masa grasa se mantuvieron sin cambios significativos. Sin embargo, ambos estudios reportan un aumento de las concentraciones sanguíneas de lipoproteína de alta densidad (HDL) después del ejercicio físico.

Para determinar la intensidad del trabajo durante el ejercicio físico aerobio, en tres estudios utilizaron la FC máx., entre el 50 % y el 65 %, y en otro usaron la escala de Borg con valores de entre 12 y 14 puntos. Para el entrenamiento de resistencia se utilizó la 1 RM y para el HIIT el VO_2 máx. entre los rangos del 50 % al 95 % para establecer la intensidad. Para el entrenamiento de rehabilitación funcional (16) se tomó como referencia el indicador lipo máx. a través de una calorimetría indirecta y la FC máx. para establecer la intensidad del trabajo en un 60 %.

Los equipos más utilizados para realizar los programas fueron el cicloergómetro, la banda sin fin, las bicicletas de campo, las elípticas y las máquinas de resistencia, sin especificar cuáles se usaron a excepción del estudio de Hassannejad y cols. (15), donde se utilizaron bandas elásticas de color verde para las mujeres y de color azul para los hombres en sus ejercicios funcionales.

DISCUSIÓN

De los indicadores de calidad más utilizados para considerar el éxito de la CB en la pérdida de peso corporal a largo plazo, se emplean el % PP y el % PIMC cuando disminuyen el 50 % en un seguimiento de cinco años, que es el tiempo que se considera mínimo para cualquier valoración (17). La variable más utilizada es el porcentaje de pérdida de peso (%)

PP), reportándose un menor uso del porcentaje de pérdida del índice de masa corporal (% PIMC) (18). Es probable que este último tenga un menor uso debido a que es un indicador que no discrimina entre la distribución de grasa corporal y masa magra. Se usa principalmente en los estudios epidemiológicos (19), por lo que es necesario medir la composición corporal mediante una técnica válida como la DEXA, la impedancia bioeléctrica o la tomografía computarizada, entre otras. En los artículos revisados, solo Marc-Hernández y cols. (10) realizaron un seguimiento posterior a los dos meses de concluir el entrenamiento físico, reportando una disminución del peso total, la masa grasa, el % PP y la masa libre de grasa en el grupo experimental, por lo que podría considerarse que la aplicación de un HIIT combinado con resistencia parece mantener el peso corporal.

El entrenamiento interválico de alta intensidad (HIIT, por sus siglas en inglés) es efectivo y tolerable para las poblaciones con enfermedades no transmisibles, considerándose que posee una eficacia similar a la de un entrenamiento continuo de intensidad moderada, con la diferencia de que para el HIIT se requiere un 40 % menos de tiempo en todas las sesiones por semana. Para Wewege y cols. (20) y Cocks y cols. (21), uno de los principales resultados observados con la aplicación del HIIT es el aumento del VO_2 máx., por lo que se plantea como un entrenamiento eficiente en los adultos sedentarios por el menor tiempo empleado en el entrenamiento, lo que puede propiciar una mayor adherencia a los programas (22,23). Entre los estudios revisados, solo dos de ellos incluyen la aplicación del HIIT más un entrenamiento aerobio y/o de resistencia, lo que concuerda con la mejora de la aptitud cardiorrespiratoria y el aumento del VO_2 máx.

Se ha observado que el ejercicio aerobio influye de manera positiva en la pérdida de peso y de grasa corporal, y en la mejora de la función cardiovascular, entre otras características, mientras que el ejercicio de resistencia tiene una mayor relación con la ganancia de masa muscular,

que mejora la fuerza de los músculos y los huesos. Ello parece coincidir con el programa de ejercicio físico aplicado por Hassannejad y cols. (15), donde se observó una disminución del % PP, mientras que en los estudios realizados por Morana y cols. (16), Mundbjerg y cols. (12) y Tardif y cols. (13) se reporta una mayor disminución del % PIMC.

Se ha reportado que la práctica de ejercicio físico antes de la cirugía bariátrica está relacionada con la disminución de la estancia hospitalaria, con un menor riesgo cardiometabólico posterior a la cirugía y con menos complicaciones a corto plazo en las personas con obesidad grave. El ejercicio físico también está asociado a una mayor adherencia a las recomendaciones dietéticas y a la disminución de la ingesta de azúcar (11,24). Se ha sugerido que el consumo de proteína de alto valor biológico, al menos 1 a 1,5 g por kg de peso al día, y el uso de suplementos proteicos hasta los 12 meses posteriores a la cirugía podrían ser estrategias para mantener la masa magra y favorecer la pérdida de grasa corporal (25).

Picó y cols. (11) mencionan que la administración de ejercicio seis meses antes de la cirugía es positiva y segura como tratamiento adicional a la pérdida de peso en los pacientes en espera de cirugía, observándose en su estudio un aumento del % PP de hasta el 9,2 % al aplicar un entrenamiento de HIIT combinado con resistencia. También refieren que, en los sujetos con obesidad, se requieren por lo menos ocho semanas para adaptarse a la práctica sistemática de ejercicio físico; además de ello, es necesario tomar en cuenta un ascenso gradual del incremento de la duración, la frecuencia y la intensidad para lograr el objetivo del entrenamiento (26). Esto concuerda con los documentos revisados, siendo 12 semanas el tiempo mínimo de intervención.

Generalmente, a los candidatos a la cirugía bariátrica les suele resultar todo un reto la participación en una actividad física regular, lo que va ligado a múltiples intentos fallidos, limitaciones ortopédicas y poca tolerancia al ejercicio. Creel y cols. (27) mencionan que el asesoramiento

físico produce resultados superiores a la atención estándar y que esta podría representar una herramienta positiva para la pérdida de peso en los pacientes en espera de cirugía (11) y en aquellos que ya pasaron por ella (28).

En el análisis de las distintas modalidades de ejercicio físico reportadas en la presente revisión se detectan beneficios significativos en términos de peso corporal, IMC, capacidad aerobia y capacidad muscular en los individuos que participaron en los programas. Sin embargo, es importante resaltar que tales beneficios son temporales debido a que los individuos abandonan la práctica regular de ejercicio físico, lo que implica no solamente una reducción escasa sino hasta una reganancia del peso corporal, el IMC, etc.

CONCLUSIONES

El ejercicio físico aerobio en combinación con los entrenamientos de resistencia constituye el programa más aplicado a los sujetos con cirugía bariátrica, y los efectos más importantes son el aumento del porcentaje de pérdida de peso y la disminución del índice de masa corporal.

BIBLIOGRAFÍA

1. Baillot A, Mampuya WM, Dionne IJ, Comeau E, Méziat-Burdin A, Langlois M-F. Impacts of supervised exercise training in addition to interdisciplinary lifestyle management in subjects awaiting bariatric surgery: a randomized controlled study. *Obes Surg* 2016;26(11):2602-10. DOI: 10.1007/s11695-016-2153-9
2. Mingrone G, Bornstein S, Le Roux CW. Optimisation of follow-up after metabolic surgery. *Lancet Diabetes Endocrinol* 2018;6(6):487-99. DOI: 10.1016/S2213-8587(17)30434-5
3. Ugarte C, Quiñones Á, Bustos C, Vicente B. Porcentaje de peso perdido y su recuperación en pacientes bariátricos: un análisis desde la perspectiva temporal. *Rev Chil Nutr* 2020;47(1):41-9. DOI: 10.4067/S0717-75182020000100041
4. Philouze G, Voiteiller E, Lacaze L, Huet E, Gancel A, Prévost G, et al. Excess body mass index loss at 3 months: a predictive factor of long-term result after sleeve gastrectomy. *J Obes* 2017;2017:2107157. DOI: 10.1155/2017/2107157
5. Delgado Floody P, Caamaño Navarrete F, Osorio Poblete A, Jerez Mayorga D. Variaciones en el estado nutricional, presión arterial y capacidad cardiorrespiratoria de obesos candidatos a cirugía bariátrica: beneficios del ejercicio físico con apoyo multidisciplinar. *Nutr Hosp* 2016;33(1):54-8. DOI: 10.20960/nh.16
6. Muñoz R, Hernández J, Palacio A, Maiz C, Pérez G. El ejercicio físico disminuye la pérdida de masa magra en pacientes obesos sometidos a cirugía bariátrica. *Rev chil cir* 2016;68(6):411-6. DOI: 10.1016/j.rchic.2016.05.007
7. Urrútia G, Bonfill X. Declaración PRISMA: una propuesta para mejorar la publicación de revisiones sistemáticas y metaanálisis. *Med Clin* 2010;135(11):507-11. DOI: 10.1016/j.medcli.2010.01.015

8. Physiotherapy Evidence Database. Escala PEDro [Internet]; 2020. Disponible en: <https://www.pedro.org.au/spanish/downloads/pedro-scale/>
9. Hannan A, Hing W, Simas V, Climstein M, Coombes J, Jayasinghe R, et al. High-intensity interval training versus moderate-intensity continuous training within cardiac rehabilitation: a systematic review and meta-analysis. *Open Access J Sports Med* 2018;9:1-17. DOI: 10.2147/OAJSM.S150596
10. Marc-Hernández A, Ruiz-Tovar J, Aracil A, Guillén S, Moya-Ramón M. Effects of a high-intensity exercise program on weight regain and cardio-metabolic profile after 3 years of bariatric surgery: a randomized trial. *Sci Rep* 2020;10(1):1-10. DOI: 10.1038/s41598-020-60044-z
11. Picó-Sirvent I, Aracil-Marco A, Pastor D, Moya-Ramón M. Effects of a combined high-intensity interval training and resistance training program in patients awaiting bariatric surgery: a pilot study. *Sports* 2019;7(3):72. DOI: 10.3390/sports7030072
12. Mundbjerg LH, Stolberg CR, Cecere S, Bladbjerg EM, Funch-Jensen P, Gram B, et al. Supervised physical training improves weight loss after roux-en-Y gastric bypass surgery: a randomized controlled trial. *Obesity* 2018;26(5):828-37. DOI: 10.1002/oby.22143
13. Tardif I, Auclair A, Piché M-E, Biertho L, Marceau S, Hould F-S, et al. Impact of a 12-week randomized exercise training program on lipid profile in severely obese patients following bariatric surgery. *Obes Surg* 2020;30(8):3030-6. DOI: 10.1007/s11695-020-04647-5
14. Herring LY, Stevinson C, Carter P, Biddle SJ, Bowrey D, Sutton C, et al. The effects of supervised exercise training 12-24 months after bariatric surgery on physical function and body composition: a randomised controlled trial. *Int J Obes* 2017;41(6):909-16. DOI: 10.1038/ijo.2017.60

15. Hassannejad A, Khalaj A, Mansournia MA, Tabesh MR, Alizadeh Z. The effect of aerobic or aerobic-strength exercise on body composition and functional capacity in patients with BMI \geq 35 after bariatric surgery: a randomized control trial. *Obes Surg* 2017;27(11):2792-801. DOI: 10.1007/s11695-017-2717-3
16. Morana C, Collignon M, Nocca D. Effectiveness of a Functional Rehabilitation Program After Bariatric Surgery: a Pilot Study. *Obes Surg* 2018;28(8):2321-6. DOI: 10.1007/s11695-018-3154-7
17. Larrad Á, Sánchez-Cabezudo C. Indicadores de calidad en cirugía bariátrica y criterios de éxito a largo plazo. *Cir Esp* 2004;75(5):301-4. DOI: 10.1016/S0009-739X(04)72326-X
18. Rubio MA, Martínez C, Vidal O, Larrad A, Salas-Salvadó J, Pujol J, et al. Documento de consenso sobre cirugía bariátrica. *Rev Esp Obes* 2004;4:223-49.
19. Suárez-Carmona W, Sánchez-Oliver AJ. Índice de masa corporal: ventajas y desventajas de su uso en la obesidad. Relación con la fuerza y la actividad física. *Nutr Clin* 2018;12(3-2018):128-39. DOI: 10.7400/NCM.2018.12.3.5067
20. Wewege M, Van Den Berg R, Ward R, Keech A. The effects of high-intensity interval training vs. moderate-intensity continuous training on body composition in overweight and obese adults: a systematic review and meta-analysis. *Obes Rev* 2017;18(6):635-46. DOI: 10.1111/obr.12532
21. Cocks M, Shaw CS, Shepherd SO, Fisher JP, Ranasinghe A, Barker TA, et al. Sprint interval and moderate-intensity continuous training have equal benefits on aerobic capacity, insulin sensitivity, muscle capillarisation and endothelial eNOS/NAD (P) Hoxidase protein ratio in obese men. *J Physiol* 2016;594(8):2307-21. DOI: 10.1113/jphysiol.2014.285254
22. Matsuo T, Saotome K, Seino S, Shimojo N, Matsushita A, Iemitsu M, et al. Effects of a low-volume aerobic-type interval exercise on

- VO2max and cardiac mass. *Med Sci Sports Exerc* 2014;46(1):42-50. DOI: 10.1249/MSS.0b013e3182a38da8
23. Weston KS, Wisløff U, Coombes JS. High-intensity interval training in patients with lifestyle-induced cardiometabolic disease: a systematic review and meta-analysis. *Br J Sports Med* 2014;48(16):1227-34. DOI: 10.1136/bjsports-2013-092576
24. Gilbertson NM, Eichner NZ, Khurshid M, Rexrode EA, Kranz S, Weltman A, et al. Impact of Pre-operative Aerobic Exercise on Cardiometabolic Health and Quality of Life in Patients Undergoing Bariatric Surgery. *Front Physiol* 2020;11:1018. DOI: 10.3389/fphys.2020.01018
25. Martínez-Ortega AJ, Oliveira G, Pereira-Cunill JL, Arraiza-Irigoyen C, García-Almeida JM, Irlés Rocamora JA, et al. Recommendations Based on Evidence by the Andalusian Group for Nutrition Reflection and Investigation (GARIN) for the Pre- and Postoperative Management of Patients Undergoing Obesity Surgery. *Nutrients* 2020;12(7):2002. DOI: 10.3390/nu12072002
26. Garber CE, Blissmer B, Deschenes MR, Franklin BA, Lamonte MJ, Lee I-M, et al. Quantity and quality of exercise for developing and maintaining cardiorespiratory, musculoskeletal, and neuromotor fitness in apparently healthy adults: guidance for prescribing exercise. *Med Sci Sports Exerc* 2011;43(7):1334-59. DOI: 10.1249/MSS.0b013e318213febf
27. Creel DB, Schuh LM, Reed CA, Gomez AR, Hurst LA, Stote J, et al. A randomized trial comparing two interventions to increase physical activity among patients undergoing bariatric surgery. *Obesity* 2016;24(8):1660-8. DOI: 10.1002/oby.21548
28. Bond DS, Thomas JG, Vithiananthan S, Unick J, Webster J, Roye GD, et al. Intervention-related increases in preoperative physical activity are maintained 6-months after Bariatric surgery: results

from the bari-active trial. Int J Obes 2017;41(3):467-70. DOI: 10.1038/ijo.2016.237

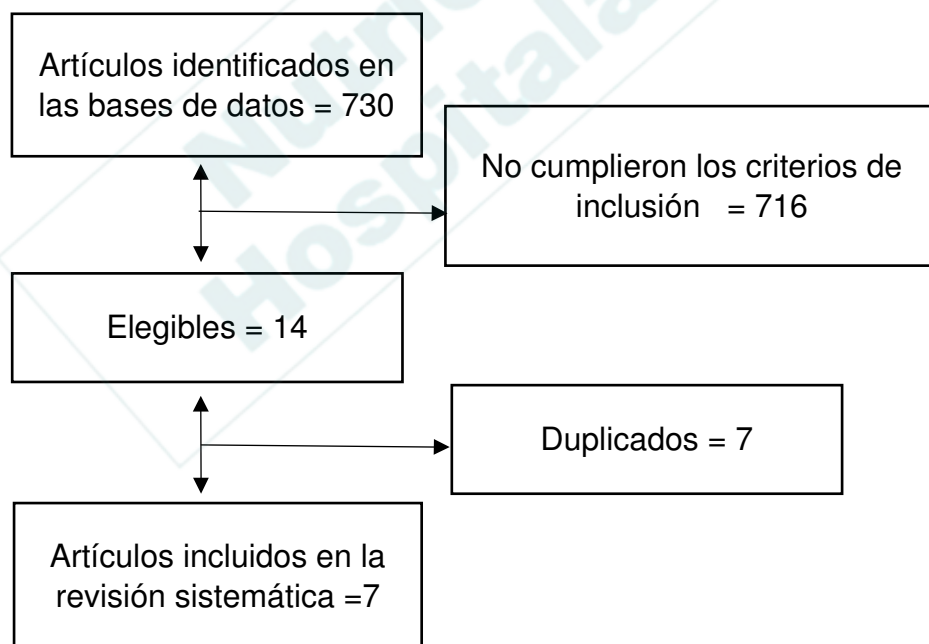


Fig. 1. Diagrama del proceso de selección de los artículos de revisión.

Tabla I. Puntuación de la calidad metodológica evaluada con la escala PEDro

Autor/Año	Ítem											T
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	
Marc-Hernández y cols., 2020	/	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>		/	/	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	6
Picó-Sirvent y cols., 2019	/					/	/	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	4
Mundbjerg y cols., 2018		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	/	/	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	8
Tardif y cols., 2020		<input type="checkbox"/>				/	/		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	4
Herring y cols., 2017		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>	/	/	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	7
Hassannejad y cols., 2017		<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>		/	/		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	5
Morana y cols., 2018						/	/	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	4

Los ítems 1, 6 y 7 no se contabilizaron debido a que el cegamiento es difícil de aplicar a los terapeutas y evaluadores en los programas de ejercicio físico, por lo que se consideraron solo ocho ítems para el análisis de la calidad metodológica de los documentos. T: total.

Tabla II. Características generales de los estudios revisados

<i>Autor/Año</i>	<i>Grupos</i>	<i>Género</i> <i>F/M</i>		<i>Rango de edad</i> <i>(años)</i>	<i>Momento de aplicación</i>
Marc-Hernández y cols., 2020	GE (A + R + HIIT) = 11	72,7 %	27,3 %	50,6 ± 6,6	Post
	GC = 10	80 %	20 %	46,4 ± 11,2	
Picó-Sirven y cols., 2019	GE (A + R + HIIT) = 3	66,7 %	33,3 %	39,6 ± 10,2	Pre
	GC = 3	100 %		36,6 ± 15,8	
Mundbjerg y cols., 2018	GE (A) = 32	34,3 %	65,7 %	42,3 ± 9,4	Post
	GC = 28	21,8 %	78,2 %	42,4 ± 9,0	
Tardif y cols., 2020	GE (A + R) = 34	75 %	25 %	41 ± 11	Post
	GC = 15				
Herring y cols., 2017	GE (A + R) = 12	91,7 %	8,3 %	44,3 ± 7,9	Post
	GC = 12	91,7 %	8,3 %	52,4 ± 8,1	
Hassannejad y cols., 2017	GE (A) = 20	75 %	25 %	33,3 ± 8,4	Post
	GE (A, A + R) = 20	70 %	30 %		
	GC = 20	80 %	20 %	35,4 ± 8,1	
				36,7 ± 6,2	
Morana, 2018	GE (RF) = 23	82,6 %	17,4 %	41,1 ± 12,9	Post

GC: grupo de control; GE: grupo experimental; A: aerobio; A + R: aerobio más resistencia; F/M: femenino/masculino; A + R + HIIT: aerobio más resistencia más entrenamiento interválico de alta intensidad; RF: rehabilitación funcional.

Tabla III. Características principales obtenidas de los artículos seleccionados para la revisión sistemática

<i>Autor/Año</i>	<i>Modalidad de ejercicio</i>	<i>Duración del programa</i>	<i>Días por semana</i>	<i>Intensidad de trabajo</i>	<i>Tiempo</i>	<i>Equipo</i>	<i>Principales resultados</i>
Marc-Hernández y cols., 2020	HIIT + Entrenamiento de resistencia + Ejercicio de estiramiento	20 semanas	1-2 d/s	60-95 % VO ₂ máx	20 min 30 s de trabajo por 30 s de descanso activo + 3 min de enfriamiento al 40 % VO ₂	Cicloergómetro/ elíptica/banda sin fin	↓ % PP-CB = 11,6 % ↓ % PIMC-CB = 30,8 % ↓ % PPP-EF = 1,29 % ↓ % PPIMC-EF = 5,31
			2 d/s	50-75 % 1 RM	8-24 min	Máquinas de resistencia	↓ Grasa libre en GE ↓ % MG en GE ↓ PT en GE ↓ CC en GE ↓ TA en GE
			4 d/s	Serie x ejercicio	1 min por ejercicio	No especificado	↓ Glucosa en GE ↓ Colesterol total en GE MLG en GE
	Entrenamiento aerobio continuo + Ejercicio de estiramiento		2 d/s	60-85 % FC máx	35-50 min	Cicloergómetro/ elíptica/banda sin fin	↑ Aptitud cardiorrespiratoria en GE
			4 d/s	4 ejercicios	1 min por ejercicio	No especificado	↑ PT en GC

	o						↑ Grasa libre en GC ↑ % MG en GC ↑
Picó-Sirvent y cols., 2019	Entrenamiento de resistencia + Entrenamiento continuo de intensidad moderada + Estiramiento	20 semanas	2-4 d/s	60-95 % VO ₂ máx (1 RM)	60-70 min	Escala de Borg	↓ % PP-EF = 9,22 ↓ % PIMC-EF = 24,11 ↓ IMC ↓ PC ↓ MG Mejora de la TA diastólica en ambos grupos ↓ CC en GE Mejora de la TA sistólica en GE
			2d/s	60-85 % FC máx	35-50 min	Cicloergómetro /banda sin fin	
			4 d/s	Serie x ejercicio	1 min por ejercicio (5 ejercicios en bipedestación)	No especificado	
	Entrenamiento de resistencia + HIIT + Estiramiento en	20 semanas	2-4 d/s	60-95 % VO ₂ máx (1 RM)	60-70 min	Contracciones concéntricas (escala de Borg)	
			2 d/s	30 % VO ₂ máx	20 min 30 s de trabajo con 30 s de descanso activo	Cicloergómetro	

	bipedestación		4 d/s	Serie x ejercicio	1 min por ejercicio (5 ejercicios en bipedestación)	No especificado	
Mundbjerg y cols., 2018	Entrenamiento aerobio	26 semanas	2 d/s	50-70 % VO ₂ máx	40 min	<p>Escala de Borg</p> <p>Bicicleta/escalera</p> <p>Banda sin fin/remo</p>	<p>↓ % PP-CB = 22,77 %</p> <p>↓ % PIMC-CB = 54,12 %</p> <p>↓ % PP-EF = 8,1 %</p> <p>↓ % PIMC-EF = 32,53 %</p> <p>↓ % PP-EF (12M) = 0,10 %</p> <p>↓ % PIMC-EF (12M) = 8,92 %</p> <p>↔ PC en ambos grupos</p> <p>↓ IMC</p> <p>↔ TA, cintura-cadera en GE</p> <p>↑ HDL en GE</p>

Tardif y cols., 2020	Ejercicio aerobio +	12 semanas	3 d/s	50-75 % FC máx	35 min	No especificado	↓ % PP-CB = 18,23 % ↓ % PIMC-CB = 40,65 %
	Ejercicio de resistencia			50-75 % 1 RM	25 min		↓ % PP-EF = 13,92 % ↓ % PIMC-EF = 40,94 % ↓ % PP-EF (6M) = 13,12 % ↓ % PIMC-EF (6M) = 58,66 % ↔ MLG en GE ↔ GC en GE ↓ Toma de medicamentos en dislipidemia en GE ↑ HDL en GE
Herring y cols., 2017	Ejercicio aerobio +	12 semanas	3 d/s	64-77 % FC máx	45 min	No especificado	↓ % PP-CB = 2,2 % ↓ % PIMC-CB = 6,8 %
	Ejercicio de resistencia			60 % 1 RM	15 min 3 series/12 rep./30-65 seg. de descanso		↓ % PP-EF = 0,28 % ↓ % PIMC-EF = 0,8 % ↑ Función física en GE

							↑ Masa corporal en GE ↓ GC en GE ↓ TA sistólica en GE
Hassannejad y cols., 2017	Ejercicio aerobio (A)	12 semanas	3-5 d/s	Puntuación de 12 al 14	150 min a 200 min por semana	Escala de Borg	% PP-CB (A) = 1,54 % % PIMC-CB (A) = 0,86 % % PP-CB (A + R) = 0,08 % % PIMC (A + R) = 0,55 % ↓ PT en (A) ↓ % GC en (A) ↓ MG en (A) % PP-EF (A) = 20,68 % % PIMC-EF (A) = 40,6 % % PP-EF (A + R) = 14,36 % % PIMC-EF (A + R) = 48,6 %
	Ejercicio aerobio + resistencia (A + R)			Puntuación de 12 al 14	20-30 min	Escala de Borg Bandas elásticas (verde-azul)	

							↓ PT en (A + R) ↓ % GC en (A + R) ↓ MG en (A + R) ↓ de 1 RM en (A + R)
Morana y cols., 2018	Ejercicio aerobio (rehabilitación funcional)	20 sesiones	2 d/s	60 % lipo máx/FC máx	De la 1ª a la 6ª semana, 20 min	Cicloergómetro reclinado	↓ % PIMC-CB = 31,6 %
					De la 7ª a 12ª semana, 15 min	Cicloergómetro	↓ % PIMC-EF = 36,88 %
					15 min	Banda sin fin/bicicleta elíptica	↓ FC en reposo ↓ CC ↓ GC

GE: grupo experimental; GC: grupo de control; d/s: días/semana; IMC: índice de masa corporal; FC máx: frecuencia cardíaca máxima; FC: frecuencia cardíaca; VO₂ máx: consumo máximo de oxígeno; 1 RM: repetición máxima; TA: tensión arterial; MLG: masa libre de grasa; HDL: lipoproteínas de alta densidad; % PP-CB: porcentaje de pérdida de peso por cirugía bariátrica; % PIMC-CB: porcentaje de pérdida de índice de masa corporal por cirugía bariátrica; % PP-EF: porcentaje de pérdida de peso por ejercicio físico; % PIMC-EF: porcentaje de pérdida de índice de masa corporal por ejercicio físico; A: aerobio; A + R: aerobio más resistencia; CC: circunferencia cadera-cintura; % PP-EF (12 M): porcentaje de pérdida de peso por ejercicio físico posterior a 12 meses; % PIMC-EF (12M): porcentaje de pérdida de índice de masa corporal por ejercicio físico posterior a 12 meses; % PIMC-EF (6 M): porcentaje de pérdida de peso por ejercicio físico posterior a 6 meses; % PIMC-EF (6 M): porcentaje de pérdida de índice de masa corporal por ejercicio físico posterior a 6 meses; % PP-CB (A): porcentaje de pérdida de

peso corporal por cirugía bariátrica en el grupo aerobio; % PIMC-CB (A): porcentaje de pérdida de índice de masa corporal por cirugía bariátrica en el grupo aerobio; % PP-CB (A + R): porcentaje de pérdida de peso por cirugía bariátrica en el grupo aerobio más resistencia; % PIMC-CB (A + R): porcentaje de pérdida de índice de masa corporal por cirugía bariátrica en el grupo aerobio más resistencia; % PP-EF (A): porcentaje de pérdida de peso por ejercicio físico en el grupo aerobio; % PIMC-EF (A): porcentaje de pérdida de índice de masa corporal por ejercicio físico en el grupo aerobio; % PP-EF (A + R): porcentaje de pérdida de índice de masa corporal por ejercicio físico en el grupo aerobio más resistencia; % PIMC-EF (A + R): porcentaje de pérdida de índice de masa corporal por ejercicio físico en el grupo aerobio más resistencia; HIIT: entrenamiento de intervalos de alta intensidad; MG: masa grasa; % MG: porcentaje de masa grasa; GC: grasa corporal; PC: peso corporal; % GC: porcentaje de grasa corporal; % PT: porcentaje de peso total.