



Trabajo Original

Obesidad y síndrome metabólico

Efectos de un programa de ejercicio físico estructurado sobre los niveles de condición física y el estado nutricional de obesos mórbidos y obesos con comorbilidades

Effects of a structured physical exercise program on levels of physical fitness and nutritional status of the morbidly obese and obese with comorbidities

Pedro Delgado Floody^{1,5}, Felipe Caamaño Navarrete³, Héctor Ovalle Elgueta¹, Manuel Concha Díaz¹, Daniel Jerez Mayorga⁴ y Aldo Osorio Poblete^{1,2}

¹Programa de Tratamiento Integral de la Obesidad Mórbida. Universidad Santo Tomás. Temuco, Chile. ²Carrera de Pedagogía en Educación Física. Escuela de Educación. Universidad Santo Tomás. Temuco, Chile. ³Carrera de Pedagogía en Educación Física. Facultad de Educación. Universidad Católica de Temuco. Temuco, Chile. ⁴Carrera de Kinesiología. Facultad de Ciencias de la Salud. Universidad San Sebastián. Chile. ⁵Facultad de Educación. Universidad Católica de Temuco. Temuco, Chile

Resumen

Introducción: el aumento de la condición física se asocia a una disminución de los factores de riesgo de enfermedad cardiovascular en población obeso mórbida.

Objetivo: el propósito de esta investigación fue evaluar los efectos de un programa de ejercicio físico sobre el estado nutricional y la condición física de obesos y obesos mórbidos candidatos a cirugía bariátrica.

Material y métodos: 18 mujeres y 4 hombres entre 18 y 60 años candidatos a cirugía bariátrica, 16 con obesidad mórbida y 6 con obesidad y comorbilidades, fueron sometidos a un programa de ejercicio físico, con apoyo nutricional y psicológico de 5 meses de duración (3 sesiones/semana). Antes y 72 h después de la última sesión se evaluaron: peso, índice de masa corporal (IMC), contorno de cintura (CC), presión arterial sistólica y diastólica, capacidad cardiorrespiratoria, capacidad bioenergética, fuerza dinámica máxima y fuerza de prensión de las manos.

Resultados: el peso ($p = 0,000$), el IMC ($p = 0,000$) y el CC ($p = 0,000$) presentaron cambios significativos con la intervención. La presión arterial sistólica y diastólica no mejoraron significativamente ($p > 0,05$). La capacidad cardiorrespiratoria, la fuerza dinámica máxima, la fuerza de prensión de las manos y la capacidad bioenergética mejoraron sus niveles y alcanzaron significancia ($p < 0,05$).

Conclusiones: la intervención fue factible de desarrollar, con alta adherencia; no presentó riesgo para la salud de los sujetos y aumentó su condición física significativamente. Además, por cada 1 kg de peso perdido existió una disminución aproximada de 0,5 mmHg en la presión arterial sistólica y de 1 cm en el contorno de cintura, mejorando las condiciones preoperatorias de los participantes.

Palabras clave:

Obesidad.
Obesidad mórbida.
Ejercicio físico.
Condición física.

Abstract

Introduction: The increase of the physical condition collaborates to a decrease of the factors of risk of cardiovascular disease in morbid obese in morbid population.

Objective: The purpose of this investigation was to evaluate the effects of a program of physical exercise on nutritional status and physical condition of obese and morbidly obese candidates for bariatric surgery.

Material and methods: 18 women and 4 men between the ages of 18 and 60 year old candidates for bariatric surgery, 16 with morbid obesity and 6 with obesity and comorbidities were subjected to a program of physical exercise, with nutritional and psychological support during 5 months (3 session/week), before and 72 hours after the last meeting were evaluated: weight, body mass index (BMI), contour waist (CW), systolic and diastolic blood pressure, cardio respiratory fitness, bioenergetics, dynamic force maximum and hand grip strength.

Results: The weight ($p = 0.000$), BMI ($p = 0.000$) and the CW ($p = 0.000$) showed significant changes with the intervention. Systolic and diastolic blood pressure did not improve significantly ($p > 0.05$). Cardio capacity, maximum dynamic force, hand grip strength and the bioenergetics capacity improved its levels reached statistical significance ($p < 0.05$).

Conclusions: The intervention was feasible of developing, with high adhesion, it did not present risk for the health of the subjects and the physical condition increased significantly, in addition each 1 kg of weight lost there was a decrease of approximately 0,5 mmHg in systolic blood pressure and 1 cm in the contour waist, improving the conditions of the participants

Key words:

Obesity.
Morbid obesity.
Physical exercise.
Physical condition.

Recibido: 27/10/2015
Aceptado: 17/11/2015

Delgado Floody P, Caamaño Navarrete F, Ovalle Elgueta H, Concha Díaz M, Jerez Mayorga D, Osorio Poblete A. Efectos de un programa de ejercicio físico estructurado sobre los niveles de condición física y el estado nutricional de obesos mórbidos y obesos con comorbilidades. Nutr Hosp 2016;33:298-302

Correspondencia:

Pedro Delgado Floody. Programa de Tratamiento Integral de la Obesidad Mórbida. Universidad Santo Tomás. Manuel Rodríguez #060. Temuco, Chile
e-mail: pedrodelgado@santotomas.cl

INTRODUCCIÓN

La obesidad es una enfermedad crónica compleja y multifactorial en la que están implicados factores genéticos y ambientales. En ella ocurren una serie de procesos que desarrollan resistencia a la leptina, produciendo un círculo vicioso de ganancia de peso (1). Se define como un exceso de grasa corporal total o de tejido adiposo, y es producto de malos hábitos alimentarios y de un estilo de vida sedentario, que generan un desequilibrio energético positivo (2). Se ha convertido en un serio problema de salud (3), afecta a la respuesta inmune (4), aumenta la morbilidad (5), se asocia a la diabetes mellitus, hipertensión arterial, aterosclerosis, dislipidemias (6) y factores de riesgo de enfermedad cardiovascular (7-9).

En Chile, según los resultados de la Encuesta Nacional de Salud, aproximadamente 300.000 personas presentan obesidad mórbida, lo que equivale a un 2,3% de la población, y afecta mayoritariamente a las mujeres (10). Para esta condición se precisa en muchos casos recurrir a la cirugía para conseguir una adecuada reducción ponderal y una mejoría de las comorbilidades; sin embargo, a mayor peso preoperatorio podría aumentar la morbilidad.

La realización de ejercicio físico, junto con el seguimiento de una dieta equilibrada, presentan beneficios para mejorar el estado de salud en personas con obesidad (11). En relación con esto se ha evidenciado que un programa estructurado de ejercicio físico en pacientes con obesidad mórbida pendientes de cirugía bariátrica mejora la composición corporal, incrementa la condición física y es bien aceptado por los pacientes (12). Además, algunas investigaciones con abordaje multidisciplinar han mejorado las condiciones preoperatorias de obesos mórbidos con comorbilidades (13).

OBJETIVO

El propósito de esta investigación fue evaluar los efectos de un programa de ejercicio físico sobre el estado nutricional y la condición física de obesos y obesos mórbidos candidatos a cirugía bariátrica.

MATERIAL Y MÉTODOS

Dieciocho mujeres y cuatro hombres ($n = 22$) de entre 18 y 60 años, 16 con obesidad mórbida y 6 con obesidad y comorbilidades, participaron en la investigación de forma voluntaria. La muestra es de tipo no-probabilística, elegidos de manera no-aleatoria por conveniencia.

Los criterios de inclusión fueron tener entre 18 y 60 años de edad, un índice de masa corporal (IMC) ≥ 40 kg/m² o IMC ≥ 35 kg/m² y comorbilidades (diabetes mellitus de tipo II, hipertensión arterial, dislipidemia, resistencia a la insulina), participar en el programa de tratamiento integral de la obesidad mórbida de la Universidad Santo Tomás y tener habilitación médica para la práctica de ejercicio físico.

Los criterios de exclusión de la investigación fueron presentar limitaciones físicas para la realización de ejercicio, presencia de patologías respiratorias, enfermedades cardíacas crónicas con alguna agudización en el último mes, lesiones o patologías en el sistema osteomioarticular que impidan la realización de ejercicios físicos, patologías crónicas no transmisibles descompensadas o no controladas y participación menor al 80% del total de sesiones del programa. Veinticuatro participantes iniciaron la investigación y dos fueron descartados por los criterios mencionados.

Las variables de estudio fueron medidas en pre y post. El peso se determinó con una balanza calibrada de palanca de adulto mecánica (220 kg) c/tallímetro, graduada, marca SECA®. El IMC se determinó para estimar el grado de obesidad (kg/m²), el contorno de cintura se determinó con una cinta métrica autorretráctil de adulto graduada en centímetros marca SECA®. Para las evaluaciones antropométricas los pacientes estaban con un ayuno ≥ 12 h. Las mediciones finales (post) se realizaron 72 h después de la última sesión de tratamiento. La presión arterial fue medida con el protocolo de la guía clínica hipertensión arterial primaria o esencial en personas de 15 años y más (14).

La condición física se evaluó a través de los siguientes test:

La capacidad cardiorrespiratoria fue evaluada a través del test de la marcha de 6 minutos, que es una prueba funcional que consiste en medir la distancia máxima que puede recorrer un sujeto durante 6 minutos (15).

La capacidad bioenergética fue evaluada a través del test de Ruffier adaptado por Saavedra (16). La persona, en posición de pie con las manos apoyadas en la pared y tronco recto, debe ejecutar a ritmo de 1,5 segundos 30 genuflexiones de piernas. Se determina la frecuencia cardíaca de reposo en posición sentado, luego la frecuencia cardíaca inmediatamente después del esfuerzo y posteriormente a los 30 segundos de finalizado el esfuerzo. Sumando los tres pulsos, el de reposo, el de esfuerzo y el de recuperación se puede obtener un índice de capacidad funcional:

1. Buena condición, si la suma de los tres pulsos no supera los 320.
2. Regular condición, si la suma de los tres pulsos está entre 320 y 350.
3. Mala condición, si la suma de los tres pulsos supera los 350.

La fuerza muscular dinámica máxima se estimó indirectamente a través de las fórmulas de Brzycki (17) y la de Welday (18), con ejecuciones inferiores a 10 repeticiones máximas (RM); para repeticiones iguales o mayores a 10 RM se utilizó el ejercicio de curl de bíceps con barra Z.

La fuerza de prensión de mano se obtuvo con el dinamómetro Dynatest NR 5265, con escala de medición de 0 a 1 bar. Usuario sentado, en posición firme, con el brazo extendido y paralelo al tronco, se le indicó apretar de manera continua hasta que el dinamómetro no registrara incremento durante unos segundos. La dinamometría se realizó por duplicado en ambas manos con un descanso de 5 minutos aproximadamente y se usó la medición más alta de cada mano. Se registró cuál de las dos manos usa principalmente en sus actividades, y de acuerdo a esto la muestra fue clasificada en diestros y zurdos.

El programa de ejercicio físico tuvo una duración de 5 meses y se aplicaba 3 veces por semana (1 h/sesión), mediante 8-10 ejercicios con sobrecarga (flexores y extensores del antebrazo; flexores de tronco; pectorales; elevadores del hombro; extensores de rodilla; plantiflexores). Cada ejercicio se ejecutaba en 3 series durante 60 s por cada una, con una intensidad que inducía fallo muscular al final de este periodo y con 2 min de pausa entre series (1 x 2 x 3) (19), similar a otras metodologías de trabajo (20). Cada sesión incluyó 15 min de un calentamiento cardiovascular con caminata continua y ejercicios de movilidad articular, y 5 min de un enfriamiento y estiramiento postsesión. El ejercicio fue acompañado por sesiones individualizadas y grupales enfocadas en la educación nutricional (1 h/semana) y desde la psicología se realizó una intervención para el logro de objetivos terapéuticos orientada a la disminución de los síntomas ansiosos y depresivos presentes en los pacientes, otorgándole a la emotividad, subjetividad y motivación al cambio una importancia relevante en la psicoterapia individual y grupal (1 h/semana).

En la investigación se respetaron los acuerdos de la Declaración de Helsinki y contó con la aprobación del Comité de Ética de la Universidad Santo Tomás. Todo paciente firmó un consentimiento informado antes del estudio.

ANÁLISIS ESTADÍSTICO

En una primera instancia se procedió a determinar aquellas variables que no presentaban un comportamiento normal mediante de la prueba Shapiro Wilk. Para la comparación de las variables paramétricas cuantitativas entre dos grupos se utilizó una T de Student para muestras relacionadas y en el caso de variables no paramétricas se utilizó la prueba de Wilcoxon. Todos los análisis se realizaron con el programa SPSS, versión 19.0. El nivel de confianza fue del 95% ($p < 0,05$).

RESULTADOS

La muestra quedó conformada por 22 pacientes candidatos a cirugía bariátrica. La edad promedio correspondió a 41, 23 años; la talla a 1,63 m; el peso ($p = 0,000$), el IMC ($p = 0,000$) y el CC ($p = 0,000$) presentaron cambios significativos con el programa de ejercicio físico 1 x 2 x 3. La presión arterial sistólica y diastólica no presentaron cambios significativos tras la intervención ($p > 0,05$), pero presentaron disminuciones porcentuales positivas (Tabla I).

La condición física presentó variaciones positivas tras la intervención: la capacidad cardiorrespiratoria aumentó un 10,22% ($p = 0,000$), la fuerza dinámica máxima medida a través de curl de bíceps se incrementó un 30,42% ($p = 0,000$) y la fuerza de prensión aumentó un 7,50% ($p = 0,030$). En relación con la capacidad bioenergética, los sujetos disminuyeron las pulsaciones totales una vez finalizado el test en un 9,26%, ingresando a la categoría de buena condición ($p = 0,002$) (Tabla II).

DISCUSIÓN

Esta investigación pone en evidencia los efectos que tiene el ejercicio físico con apoyo nutricional y psicológico sobre distintas variables de estudio. Los resultados demostraron que tras 5 meses existieron cambios significativos en el peso corporal, el IMC, el CC, la capacidad cardiorrespiratoria, la fuerza dinámica máxima, la fuerza de prensión y la capacidad bioenergética en pacientes obesos mórbidos y obesos con comorbilidades.

Los participantes del presente estudio disminuyeron su peso corporal en 8,77 kg (- 7,73%). Una intervención intensiva en los estilos de vida con una prolongación de un año disminuyó el peso en 10 kg en obesos mórbidos (21); 12 meses de actividad física, asesoría nutricional y terapia grupal reducen significativamente el peso (22). La aplicación de un programa de restricción calórica y ejercicio físico durante un año produce mejoras en numerosos factores de riesgo cardiovasculares y una pérdida de 12,1 kg en

Tabla I. Características pre y post programa de ejercicio 1 x 2 x 3

Características		(n = 22)
Edad	Promedio	41,23 ± 14,00
	Mínimo	18
	Máximo	60
Talla (m)	Promedio	1,63 ± 0,06
	Mínimo	1,53
	Máximo	1,77
Peso (kg)	Pre	113,55 ± 23,25
	Post	104,78 ± 19,89
	Variación %	- 7,73
	Valor p	0,000*
IMC (kg/m ²)	Pre	42,80 ± 7,54
	Post	39,50 ± 6,39
	Variación %	- 7,70
	Valor p	0,000*
CC (cm)	Pre	128,71 ± 16,17
	Post	121,38 ± 11,81
	Variación %	- 5,70
	Valor p	0,000*
Presión arterial diastólica (mmHg)	Pre	79,54 ± 9,13
	Post	75,54 ± 6,79
	Variación %	- 5,03
	Valor p	0,078
Presión arterial sistólica (mmHg)	Pre	127,20 ± 16,08
	Post	121,53 ± 9,27
	Variación %	- 4,45
	Valor p	0,208

Datos presentados como media ± desviación estándar. Pre: antes de intervención. Post: después de la intervención. Variación %: porcentaje de variación entre pre-post. P: valores referidos a cambios entre periodos pre-post. CC = contorno de cintura. IMC = índice de masa corporal. *Cambios significativos $p < 0,05$.

Tabla II. Condición física y capacidad bioenergética preprograma y posprograma 1 x 2 x 3

	Capacidad cardiorrespiratoria (m)	Capacidad bioenergética (pulsaciones)	Fuerza dinámica máxima (kg)	Dinamometría (bar)
<i>Evaluación Inicial</i>	570,67 ± 55,45	329,77 ± 39,89	20,60 ± 4,69	0,51 ± 0,15
<i>Evaluación final</i>	629,00 ± 76,21	299,23 ± 35,37	26,87 ± 8,19	0,55 ± 0,15
<i>Variación %</i>	10,22%	- 9,26%	30,42%	7,50%
<i>Valor p</i>	0,000*	0,002*	0,000*	0,030*

Datos presentados como media ± desviación estándar. Variación %: porcentaje de variación entre pre-post. Valor p: valores referidos a cambios entre periodos pre-post. *Cambios significativos $p < 0,05$.

este tipo de pacientes (23). Si bien la cirugía bariátrica parece ser una intervención clínicamente eficaz y rentable para personas con obesidad severa (24), la disminución de peso antes de esta se asocia con una reducción importante del riesgo de complicaciones postoperatorias (25). Reducir el peso corporal disminuye los factores de riesgo cardiovascular (26) y la sintomatología depresiva (27), además de producir mejoras en la función pulmonar (28).

Una intervención llevada a cabo por un equipo multidisciplinario de 2 años de duración en obesos (IMC 42,1 kg/m²) provocó bajadas significativas en el IMC (29). Pacientes obesos sometidos a ejercicio físico combinado y una ingesta calórica controlada disminuyen en - 5,8% el IMC (30). Los pacientes consiguieron una reducción de - 7,7% del IMC y un - 5,70% del CC utilizando una metodología de trabajo de sobrecarga intervalado hasta el fallo muscular con apoyo multidisciplinario. Un grupo de obesos mórbidos (31) disminuyó significativamente el IMC (-4,5) y CC (-13) tras un año de intervención intensiva.

La presión arterial sistólica disminuyó en 4,45% y la presión diastólica en 5,03% sin alcanzar significancia estadística, distinto a lo reportado en un grupo sometido a ejercicio de fuerza, donde se alcanzaron reducciones significativas (32). En mujeres obesas asignadas al grupo que poseía control de la dieta y además ejecutaba ejercicio de fuerza, se alcanzaron mejoras significativas en la presión sistólica (- 9 mmHg) y diastólica (- 5 mmHg) (33). La estimulación del músculo esquelético produce como respuesta el proceso de angiogénesis (34), que es la formación de nuevos vasos sanguíneos a partir de los preexistentes, relacionada con una disminución de la resistencia vascular periférica (35). El ejercicio de fuerza ha demostrado un efecto hipotensivo en la presión arterial (36), que podría estar asociado a una mejor función endotelial por una mayor producción de óxido nítrico (37).

La capacidad cardiorrespiratoria aumentó significativamente tras la intervención utilizando un protocolo 1 x 2 x 3 (+ 10,22%), valores similares a los descritos en obesos mórbidos pendientes de cirugía bariátrica utilizando un programa estructurado de ejercicio de carga baja o moderada (12). En adultos obesos sometidos a ejercicio físico combinado (aeróbico, fuerza, flexibilidad y balance) y dieta mejoraron en un 17% el *peak* de consumo de oxígeno (38). Un programa de ejercicio físico supervisado en sujetos pendientes de cirugía bariátrica incrementaron significativamente su *performance* en el test de 6 minutos (39). Esta debe ser una variable importante

a considerar, debido a que una capacidad cardiorrespiratoria alta se asocia con un menor riesgo cardiometabólico (40).

Programas de 12 semanas de ejercicio supervisado de sobrecarga, con intensidades de entre el 60 y el 75% de 1 RM, utilizando entre 8 y 12 repeticiones, reportaron mejoras significativas en la fuerza funcional y fuerza dinámica de pacientes que fueron sometidos a cirugía bariátrica, aumentando la capacidad de realizar las actividades de la vida diaria (41). Los participantes aumentaron significativamente la fuerza máxima dinámica, la fuerza de prensión de las manos y la capacidad funcional bioenergética. En relación con esta última, los sujetos ingresaron con una condición de regular (329,77 ± 39,89) y finalizaron con una condición óptima (299,23 ± 35,37). La frecuencia cardíaca puede reducirse mediante varias estrategias terapéuticas, como el ejercicio físico, y a mayor reducción, menor mortalidad (42,43).

Como conclusión, por cada 1 kg de peso perdido existe una disminución de 0,5 mmHg en la presión arterial sistólica y de 1 cm de contorno de cintura en los pacientes obesos candidatos a cirugía. Estos análisis indican una tendencia positiva para la salud y condición preoperatoria de los sujetos. El programa de ejercicio fue factible de desarrollar, con alta adherencia, no presentó riesgo para la salud de los sujetos y mejoró su condición física significativamente. Por tal motivo se puede recomendar en el tratamiento de esta condición.

BIBLIOGRAFÍA

1. Myers M, Leibel R, Seeley R, Schwartz M. Obesity and leptin resistance: distinguishing cause from effect. *Trends Endocrinol Metab* 2010;21(11):643-51.
2. Martínez JA. Body-weight regulation: causes of obesity. *Proc Nutr Soc* 2000;59 (3):337-45.
3. Kushner RF. Weight loss strategies for treatment of obesity. *Prog Cardiovasc Dis* 2014;56(4):465-72.
4. Muñoz M, Mazure R, Culebras J. Obesidad y sistema inmune. *Nutr Hosp* 2004;19:319-24.
5. Karamouzis I, Pervanidou P, Berardelli R, Iliadis S, Papassotiropoulos I, Karamouzis M, et al. Enhanced oxidative stress and platelet activation combined with reduced antioxidant capacity in obese prepubertal and adolescent girls with full or partial metabolic syndrome. *Horm Metab Res* 2011;43(9):607-13.
6. González E. Obesidad: Análisis etiopatogénico y fisiopatológico. *Endocrinología y Nutrición* 2013;60(1):17-24.
7. Melanson KJ, McInnis KJ, Rippe JM, Blackburn G, Wilson PF. Obesity and cardiovascular disease risk: research update. *Cardiol Rev* 2001;9:202-7.
8. Dallongeville J, Bringer J, Bruckert E, Charbonnel B, Dievart F, Komada M, et al. Abdominal obesity is associated with ineffective control of cardiovascular risk factors in primary care in France. *Diabetes Metab* 2008;34:606-11.

9. Ruano M, Silvestre V, Aguirregoicoa E, Criado L, Duque Y, García-Blanch G. Nutrición, síndrome metabólico y obesidad mórbida. *Nutr Hosp* 2011;26(4):759-64.
10. MINSAL. Encuesta Nacional de Salud 2009-2010. Ministerio de Salud Chile, 2010.
11. Rodríguez-Rodríguez E, Perea J, López-Sobaler A, Ortega R. Obesidad, resistencia a la insulina y aumento de los niveles de adipocinas: importancia de la dieta y el ejercicio físico. *Nutr Hosp* 2009;24(4):415-21.
12. Sánchez Ortega L, Sánchez Juan C, Alfonso García A. Valoración de un programa de ejercicio físico estructurado en pacientes con obesidad mórbida pendientes de cirugía bariátrica. *Nutr Hosp* 2014;29:64-72.
13. Delgado P, Caamaño F, Jerez D, Campos C, Ramírez-Campillo R, Osorio A, et al. Efectos de un programa de tratamiento multidisciplinar en obesos mórbidos y obesos con comorbilidades candidatos a cirugía bariátrica. *Nutr Hosp* 2015;31(5):2014-9.
14. MINSAL, Ministerio de Salud. Guía clínica hipertensión arterial primaria esencial en personas de 15 años y más. Santiago; 2010.
15. American Thoracic Society ATS Statement. Guidelines for the Six-Minute Walk Test. *Am J Respir Crit Care Med* 2002;166:111-7.
16. Saavedra C. TCFB, Test de capacidad funcional bioenergética (Ruffier, modificado por C. Saavedra). UKK Institute, Tampere, Finlandia. 2005.
17. Brzycki M. Strength testing. Predicting a one-rep max from reps-to-fatigue. *Journal of Physical Education, Recreation & Dance* 1993;64(1):88-90.
18. Welday J. Should you check for strength with periodic max lifts? *Scholastic Coach* 1988;57:49-68.
19. Saavedra C. Guía de actividad física para el adulto mayor. Santiago de Chile: Instituto Nacional del Deporte; 2006.
20. Álvarez C, Ramírez R, Flores M, Zúñiga C, Celis-Morales CA. Efectos del ejercicio físico de alta intensidad y sobrecarga en parámetros de salud metabólica en mujeres sedentarias, pre-diabéticas con sobrepeso u obesidad. *Rev Méd Chile* 2012;140(1):1289-96.
21. Karlsen TI, Sohagen M, Hjelmestaeth J. Predictors of weight loss after an intensive lifestyle intervention program in obese patients: a 1-year prospective cohort study. *Health and Quality of Life Outcome* 2013;11:165.
22. Tur JJ, Escudero AJ, Alos MM, Salinas R, Terés E, Soriano JB, et al. One year weight loss in the TRAMOMTANA study. A randomized controlled trial. *Clin Endocrinol (Oxf)* 2013;79(6):791-9.
23. Goodpaster BH, Delany JP, Otto AD, Kuller L, Vockley J, South-Paul JE, et al. Effects of diet and physical activity interventions on weight loss and cardio-metabolic risk factors in severely obese adults: a randomized trial. *JAMA: the journal of the American Medical Association* 2010;304(16):1795-802.
24. Picot J, Jones J, Colquitt JL, Gospodarevskaya E, Loveman E, Baxter L, et al. The clinical effectiveness and cost-effectiveness of bariatric (weight loss) surgery for obesity: a systematic review and economic evaluation. *Health Technol Assess* 2009;13(41):1-190, 215-357, iii-iv.
25. Anderin C, Gustafsson UO, Heijbel N, Thorell A. Weight loss before bariatric surgery and postoperative complications: data from the Scandinavian Obesity Registry (SOReg). *Ann Surg* 2015;261(5):909-13.
26. Rueda-Clausen CF, Ogunleye AA, Sharma AM. Health Benefits of Long-Term Weight-Loss Maintenance. *Annu Rev Nutr* 2015;35:475-516.
27. Danielsen KK, Sundgot-Borgen J, Mæhlum S, Svendsen M. Beyond weight reduction: improvements in quality of life after an intensive lifestyle intervention in subjects with severe obesity. *Ann Med* 2014;46(5):273-82.
28. Piper AJ, Grunstein RR. Big breathing: the complex interaction of obesity, hypoventilation, weight loss, and respiratory function. *J Appl Physiol* 2010;108(1):199-205.
29. Jepsen R, Aadland E, Robertson L, Kristiansen M, Andersen JR, Natvig GK. Factors and associations for physical activity in severely obese adults during a two-year lifestyle intervention. *PeerJ* 2014;2:e505. DOI: 10.7717/peerj.505. eCollection 2014.
30. Danielsen KK, Svendsen M, Mæhlum S, Sundgot-Borgen J. Changes in body composition, cardiovascular disease risk factors, and eating behavior after an intensive lifestyle intervention with high volume of physical activity in severely obese subjects: a prospective clinical controlled trial. *J Obes* 2013;2013:325464.
31. Gjevestad E, Karlsen TI, Røislien J, Mæhlum S, Hjelmestaeth J. The effectiveness of secondary and tertiary care lifestyle intervention in morbidly obese patients: a 1-year non-randomized controlled pragmatic clinical trial. *Clin Obes* 2013;3:39-50.
32. Collier SR, Kanaley JA, Carhart R Jr, Frechette V, Tobin MM, Hall AK, et al. Effect of 4 weeks of aerobic or resistance exercise training on arterial stiffness, blood flow and blood pressure in pre- and stage-1 hypertensives. *J Hum Hypertens* 2008;22(10):678-86.
33. Figueroa A, Vicil F, Sanchez-Gonzalez MA, Wong A, Ormsbee MJ, Hooshmand S, et al. Effects of diet and/or low-intensity resistance exercise training on arterial stiffness, adiposity, and lean mass in obese postmenopausal women. *Am J Hypertens* 2013;26(3):416-23.
34. Gustafsson T, Kraus WE. Exercise-induced angiogenesis-related growth and transcription factors in skeletal muscle, and their modification in muscle pathology. *Front Biosci* 2001;1(6):75-89.
35. Ouchi N, Shibata R, Walsh K. AMP-Activated Protein Kinase Signaling Stimulates VEGF Expression and Angiogenesis in Skeletal Muscle. *Circ Res* 2005;96(8):838-46.
36. Polito MD, Simão R, Senna GW, Farinatti PdTV. Hypotensive effects of resistance exercises performed at different intensities and same work volumes. *Revista Brasileira de Medicina do Esporte* 2003;9:74-7.
37. Higashi Y, Yoshizumi M. Exercise and endothelial function: Role of endothelium-derived nitric oxide and oxidative stress in healthy subjects and hypertensive patients. *Pharmacology & Therapeutics* 2004;102(1):87-96.
38. Villareal DT, Chode S, Parimi N, Sinacore DR, Hilton T, Armamento-Villareal R, et al. Weight loss, exercise, or both and physical function in obese older adults. *N Engl J Med* 2011;364(13):1218-29.
39. Baillet A, Mampuya WM, Comeau E, Meziat-Burdin A, Langlois MF. Feasibility and impacts of supervised exercise training in subjects with obesity awaiting bariatric surgery: A pilot study. *Obes Surg* 2013;23(7):882-91.
40. Díez-Fernández A, Sánchez-López M, Mora-Rodríguez R, Notario-Pacheco B, Torrijos-Niño C, Martínez-Vizcaíno V. Obesity as a mediator of the influence of cardiorespiratory fitness on cardiometabolic risk: a mediation analysis. *Diabetes Care* 2014;37(3):855-62.
41. Huck CJ. Effects of supervised resistance training on fitness and functional strength in patients succeeding bariatric surgery. *J Strength Cond Res* 2015;29(3):589-95.
42. López J, López E. Reducción de la frecuencia cardíaca. Otras oportunidades terapéuticas. *Rev Esp Cardiol* 2007;7(D):53-7.
43. Jouven X, Empana JP, Escolano S, Buyck JF, Tafflet M, Desnos M, et al. Relation of heart rate at rest and long-term (>20 years) death rate in initially healthy middle-aged men. *Am J Cardiol* 2009;103(2):279-83.