

¹Unidad de Medicina Física y Rehabilitación. Clínica Universidad de los Andes. Santiago, Chile.

²Servicio de Medicina Física y Rehabilitación, Clínica Indisa. Santiago, Chile.

³Centro de Nutrición y Bariátrica, Clínica Las Condes. Santiago, Chile.

⁴Servicio de Cirugía Bariátrica y Metabólica, Clínica Santa María. Santiago, Chile.

⁵Centro de Tratamiento de la Obesidad, Red Salud UC-Christus. Santiago, Chile.

^aKinesióloga.

^bNutrióloga.

^cResidente Medicina del Deporte. Universidad Mayor. Santiago, Chile.

^dKinesiólogo.

Contribución de los autores: Escritores y revisores significativos del escrito LG y JC; concepto y diseño LG, JC, JP; escritores y revisores de la sección de ejercicio aeróbico LG y JC; escritores y revisores de la sección de ejercicio de fuerza ET; escritores y revisores de la sección de suplementación proteica JP, MO, MJE; revisor de la sección de suplementación proteica AR; escritores y revisores de la sección de actividad física IP y MV.

Trabajo Financiado por Sociedad Chilena de Cirugía Bariátrica y Metabólica (SCCBM).

Recibido el 22 de octubre de 2018, aceptado el 11 de noviembre de 2019.

Correspondencia a:

Luis González

Nevería 444 Las Condes, Santiago (piso 5).

rojas.gonzalez.luis@gmail.com

Recomendaciones de actividad física y ejercicio en el paciente adulto sometido a cirugía bariátrica. Documento de Consenso

JAVIERA CANCINO-RAMÍREZ^{1,a}, ERIKA J. TRONCOSO-ORTIZ^{2,a}, JOHANNA PINO^{3,a}, MARIELA OLIVARES^{3,a}, MARÍA JOSÉ ESCAFFI^{3,b}, ANTONIETA RIFFO^c, ISRAEL PODESTÁ D.^{4,d}, MANUEL VÁSQUEZ M.^{4,d}, LUIS GONZÁLEZ-ROJAS^{5,d}

Exercise and physical activity in adults who underwent bariatric surgery. Consensus document

Physical exercise is useful in people who underwent bariatric surgery. However, the right dosage is still a topic for discussion. The aim of this article is to consolidate the prescription criteria for physical activity and exercise in bariatric patients. A panel of experts to whom the topics were previously assigned for review, met to reach a consensus. Each topic was presented and subjected to discussion and voting by the participants and attendants who were exercise professionals from different obesity treatment centers. We report the conclusions reached for aerobic exercise, strength training, protein supplementation and physical activity for weight maintenance in bariatric patients.

(Rev Med Chile 2019; 147: 1468-1486)

Key words: Bariatric Surgery; Exercise; Obesity.

La obesidad ha aumentado drásticamente en las últimas décadas a nivel global^{1,2}. El tratamiento más eficaz en el control del peso ha demostrado ser la cirugía bariátrica, lo que en conjunto con la disminución en las complicaciones asociadas ha traído consigo un incremento en su realización². A su vez, el tratamiento multidisciplinario en pacientes bariátricos potencia sus resultados y promueve la mantención de éstos en el largo plazo^{3,4}.

Diversos estudios han propuesto que la actividad física podría mejorar la calidad y aumentar la baja de peso producto de la cirugía^{3,5,6}, favorecer la mantención del peso en el tiempo⁴ y aumentar

su rol regulatorio en alteraciones del metabolismo de la glucosa³.

A raíz de los beneficios potenciales y crecientes del ejercicio en el paciente bariátrico es que nace la necesidad de la Sociedad Chilena de Cirugía Bariátrica y Metabólica por crear un área especializada en salud y ejercicio físico en estos pacientes.

El aumento exponencial de la literatura científica y de los centros multidisciplinarios que realizan cirugía bariátrica a nivel nacional conlleva al incremento de profesionales del ejercicio enfrentados a este perfil de pacientes. A partir de esto, una de las primeras funciones que el área de salud y ejercicio físico ha considerado relevante

es la generación de un documento de consenso buscando unificar los criterios mínimos de tratamiento a nivel nacional.

Método

Se seleccionaron 9 expertos: académicos universitarios, investigadores activos en el tema y/o miembros destacados de sociedades científicas que fueron asignados a grupos de investigación independientes para realizar revisiones bibliográficas de diferentes áreas. Los temas a revisar fueron previamente establecidos por el equipo de expertos. Estas revisiones fueron presentadas, discutidas y llevadas a consenso en el primer encuentro de Kinesiología en la Obesidad y Cirugía Bariátrica realizado el día 19 de noviembre de 2016. Finalmente, cada grupo actualizó la literatura correspondiente para la elaboración del presente escrito.

Se realizaron búsquedas en Medline (Pubmed) para cada área de interés, acorde a los principios establecidos en el Manual Cochrane de revisiones sistemáticas de intervenciones⁷. La búsqueda se realizó sobre publicaciones históricas, efectuada a fecha del 22 de marzo de 2018 y los criterios de selección de los artículos están detallados en la Tabla 1. Las áreas de interés acordadas por la directiva para la revisión bibliográfica fueron las siguientes:

- 1) Evaluación y prescripción del ejercicio aeróbico en el paciente bariátrico.
- 2) Evaluación y prescripción del ejercicio de sobrecarga en el paciente bariátrico.
- 3) Suplementación proteica para aminorar la pérdida de masa muscular en el paciente bariátrico.
- 4) Actividad física y mantención del peso en el paciente bariátrico.

Revisión de artículos y extracción de datos

La revisión de los resultados de cada búsqueda fue realizada mediante una aproximación sistemática desarrollada por 2 autores diferentes. Cada autor analizó los títulos, luego los resúmenes y, finalmente, el texto completo de forma independiente. Los conflictos en cuanto a la selección de estudios fueron resueltos bajo común acuerdo y, en caso de no lograrlo, fueron sometidos a la revisión y criterio de un tercer autor. Ambos autores

extrajeron los datos de los artículos que cumplían los criterios de selección, y fueron revisados y confirmados en conjunto de común acuerdo.

Discusión

Ejercicio aeróbico en el paciente bariátrico

Evaluación de la capacidad cardiorrespiratoria

En el paciente bariátrico, el objetivo de la evaluación es determinar la capacidad cardiorrespiratoria a través de una prueba de estrés cardiopulmonar que nos permita prescribir el ejercicio aeróbico y evaluar la respuesta al entrenamiento, teniendo en consideración sus experiencias previas habitualmente negativas relacionadas con el ejercicio y/o actividad física⁸. En la literatura revisada en la Tabla 2^{6,9-18}, la metodología más utilizadas es la evaluación directa del consumo máximo (VO_{2max}) o pico de oxígeno mediante ergoespirometría, utilizando protocolos escalonados con duración de 5-12 min. Dentro de las evaluaciones indirectas la realización del protocolo de Astrand o Bruce puede entregar una estimación del VO_{2max} ¹⁹ y parámetros de carga interna y/o externa para la prescripción del ejercicio.

Recomendaciones

Pre-cirugía

- Se debe realizar alguno de los protocolos mencionados previamente hasta el agotamiento (considerando el riesgo cardiovascular del paciente) obteniendo idealmente frecuencia cardiaca máxima, watts, frecuencia cardiaca de reserva y/o METS.

Post-cirugía

- Dada la poca tolerancia a ejercicios de alta intensidad en la etapa aguda, la realización de protocolos hasta el agotamiento debe ser desde los 3 meses en adelante. No existen artículos que hayan descrito la variación de la capacidad cardiorrespiratoria previo a ese período, por lo que su valor en la evaluación o prescripción se encuentra aún en discusión.

Prescripción de ejercicio aeróbico

El objetivo de la prescripción de ejercicio aeróbico es entregar al paciente parámetros de dosificación individualizados y atingentes a su

Tabla 1. Criterios de selección

	Ejercicio aeróbico	Ejercicio de sobrecarga	Suplementación proteica	Actividad física y mantenimiento del peso
Palabras clave	Exercise, physical training, physical activity, bariatric surgery y gastric bypass	Bariatric surgery, strength exercise, strength training, resistance training, weight exercise, resistance exercise	Protein supplementation, bariatric surgery, muscle mass, body composition, obesity, whey protein	Bariatric surgery, metabolic surgery, loss weight, body weight maintenance, physical activity, physical exercise
Resultados	45	247	110	37
Criterio de selección n° 1	Se revisaron títulos y abstracts y se seleccionaron todos los artículos que incluyeran evaluación de la capacidad aeróbica y/o entrenamiento de tipo aeróbico	Documentos excluidos por duplicidad	Se incluyeron estudios descriptivos, ensayos clínicos y revisiones sistemáticas. Se excluyeron artículos que no evaluaran el efecto de la suplementación en la masa muscular	Se incluyeron solo estudios realizados en adultos (> 19 años) entre los años 2008-2018
Resultados	N° artículos eliminados 20 N° artículos seleccionados 25	74 173	56 54	23 14
Criterio de selección n° 2	Se revisó el texto completo y se eliminaron los artículos que realizaron test de marcha en 6 min o algún test submaximal para la evaluación de la capacidad aeróbica y aquellos cuyo objetivo no era evaluar el efecto del ejercicio en la capacidad aeróbica	En base a revisión de abstract y títulos se incluyeron ensayos clínicos aleatorizados, que estudian <i>outcomes</i> como composición corporal, fuerza muscular, pruebas funcionales y control metabólico en población sometido a cirugía bariátrica, que presentan un grupo control	En base a revisión de abstract y metodología se eliminaron todos los estudios que intervinieran con otro tipo de suplementación que no fuese proteínas	Se incluyeron solo artículos en inglés y español
Resultados	n° artículos eliminados 13 n° artículos seleccionados 12	161 12	30 24	1 13
Criterio de selección n° 3	Se eliminó un artículo por haber sido "retirado"	Se excluyeron en base a revisión del texto completo los siguientes artículos: - 2 artículo con un protocolo de ejercicio aeróbico u otro tipo de ejercicio - 2 artículos no describen prescripción del ejercicio de fuerza - 1 revisión sistemática - 4 estudios no randomizados	Estudios en animales y/o duplicados	Se procedió a la lectura íntegra de los artículos, verificando los criterios de selección. Se excluyeron: - 3 revisiones sistemáticas - 2 artículos que no describen el protocolo de ejercicio con claridad
Resultados	n° artículos eliminados 1 n° artículos seleccionados 11	9 3	12 12	5 8
Resultados	Total artículos incluidos en revisión	3	12	8

cuadro clínico para optimizar el entrenamiento, buscando potenciar y complementar los resultados de la cirugía bariátrica. Es importante comenzar la intervención de manera precoz, idealmente previo a la cirugía ya que esto ha demostrado una mejoría en la condición física, en la adquisición de un estilo de vida activo y podría favorecer la baja de peso²⁰.

En la literatura disponible el ejercicio aeróbico ha generado incrementos significativos de la capacidad cardiorrespiratoria en esta población^{9-11,14,18}. En dichas intervenciones el tiempo de inicio fluctuó entre 1 y 3 meses post cirugía. La frecuencia de las sesiones de ejercicio fue de 3-5 veces por semana. El tiempo promedio de entrenamiento inicialmente fue de 30-45 min hasta alcanzar 120 min semanales a los 3 meses post cirugía. La intensidad de trabajo fue moderada y se determinó principalmente mediante la frecuencia cardíaca máxima teórica (FCMT) (60-70%), frecuencia cardíaca de reserva (FCR) (55-85%) y en algunas ocasiones según la escala de Borg¹²⁻¹⁴ o Vo_{2max} (70%). Todos realizaron modalidades de ejercicio mono estructurales como caminatas o treadmill, cicloergómetro, remo, elíptica o cicloergómetro de brazos (Tabla 2).

Recomendaciones

Pre-cirugía

- Se debe realizar ejercicio aeróbico de intensidad moderada (40-60% FCR) 3-5 veces por semana sumando un total de 150 min semanales.

Post-cirugía

- Recomendamos la utilización de la FCR debido a una posible disminución en la actividad del sistema nervioso simpático post cirugía bariátrica descrita por algunos autores²¹. Para el cálculo se sugiere utilizar la FCM alcanzada en la evaluación previa a la cirugía, siempre que la prueba haya sido hasta el agotamiento, de no ser así se debe utilizar la FCMT según Tanaka y cols²².
- Semanas 2 a 4: Desde el inicio del régimen alimentario de papillas se debe realizar ejercicio aeróbico de intensidad moderada (40-60% de la FCR), 3 veces por semana sumando un total de 90 min semanales.
- Semanas 4 a 12: La intensidad se mantiene, sin embargo, se debe progresar hasta alcanzar los volúmenes previos a la cirugía (150 min/

semana), considerando la tolerancia de cada paciente. Esto puede lograrse mediante el incremento de la frecuencia semanal y/o del tiempo por sesión.

- Semanas 12-24: Se permite la inclusión de actividades lúdicas, deportivas y/o también de ejercicios en intervalos de alta intensidad.
- 6 meses en adelante: Se debe aumentar el tiempo a 200 min/semanales, manteniendo las indicaciones de la etapa anterior²³.

Ejercicio de fuerza en el paciente bariátrico

Evaluación de la fuerza muscular

En el paciente sometido a cirugía bariátrica es necesaria la evaluación de la fuerza muscular para poder prescribir el ejercicio de fortalecimiento y evaluar la respuesta en las distintas etapas post cirugía.

En la literatura analizada en la Tabla 3, Daniels y cols.²⁴ evaluaron la fuerza muscular mediante una repetición máxima (1RM) de acuerdo a la recomendación del Colegio Americano de Medicina del Deporte (ACSM) de 2013²⁵. Hassannejad y cols.⁶ estimaron 1RM de tren superior de manera indirecta utilizando las ecuaciones propuestas por Desgorces y cols.²⁶, sin embargo, esta ecuación se ha validado en atletas y su uso no se ha extendido ni validado en sujetos sedentarios o con exceso de peso. Por otro lado, las ecuaciones de Brzycki y de Epley-Welday han sido ampliamente utilizadas en población con obesidad^{27,28}.

En la literatura seleccionada, para la evaluación funcional de tren inferior se utilizaron adaptaciones de la prueba de pararse y sentarse^{6,17} y en tren superior se realizó la prueba de dinamometría de mano para determinar la fuerza de prensión⁶.

Recomendaciones

Pre-cirugía

- Considerando el contexto del paciente, se recomienda la estimación de 1RM de acuerdo a las fórmulas propuestas por Brzycki (si se realizarán menos de 10 repeticiones) y la de Epley-Welday (si se realizarán más de 10 repeticiones) que han sido ampliamente utilizadas en población con obesidad^{27,28}.
- Se deben realizar no más de 5 intentos por cada ejercicio y se deben dejar 1 a 2 min de descanso entre cada intento⁶.

Tabla 2. Aeróbico

Autor	Tipo de estudio	Participantes	Objetivo	Variables de interés	Intervención	Resultados	Comentarios
Hassannejad A et al, 2017	Ensayo clínico randomizado 12 semanas	60 sujetos sometidos a cirugía bariátrica GC n=20 GA n=20 GAF n=20	Evaluar el impacto de ejercicio aeróbico y de fortalecimiento posterior a la cirugía bariátrica en pérdida de peso y composición corporal	1) Capacidad aeróbica funcional: Prueba de caminar-correr de 12 min en treadmill. Medición indirecta	Inicio: 4 semanas post cirugía F: 3-5 veces/semana I: Intensidad moderada (12-14 Borg). T: 150- 200 min/semana T: Caminata	GA y GAF mostraron efecto positivo del ejercicio en la disminución en el peso, grasa corporal y aumento en la capacidad aeróbica funcional GAF logró mejor preservación de masa magra	
Shah M et al, 2011	Ensayo clínico randomizado (12 semanas) Post cirugía	33 sujetos sometidos a BGYR o BG GC n=12 GE n=21	Determinar la factibilidad de un programa de ejercicios de alto volumen en pacientes sometidos a cirugía bariátrica	1) Fitness físico (VO_{2max}): Test de ejercicio maximal en treadmill. Comienzo a velocidad donde se alcanza el 60% FCM y se incrementa inclinación 2% cada 2 min hasta el agotamiento. Medición directa	Inicio: 3 meses post cirugía bariátrica F: > 5 veces/semana I: 60-70% VO_{2max} T: Treadmill cicloergómetro o remo T: Gasto energético > 2.000 kcal/semana	Alto volumen de ejercicio mejora el fitness físico y reduce la glicemia posprandial en el GE	Comenzaron con un gasto energético de 500-kcal/semana aumentando 500 kcal/semana hasta llegar a 2.000 kcal/semana
Coen PM et al, 2015	Estudio controlado randomizado (6 meses) Post BGYR	101 sujetos sometidos a BGYR GE n=50 GC n=51	Determinar el impacto del BGYR en la mitocondria muscular, lípidos intramiocelulares y sensibilidad a la insulina	1) Fitness cardiorespiratorio (VO_{2peak}): Test de ejercicio maximal en cicloergómetro de 5-12 min de duración. Medición directa 2) Sensibilidad a la insulina: Test de tolerancia a la glucosa endovenosa 3) Respiración mitocondrial y perfil de cardioliopina: Biopsia muscular y medición de consumo de oxígeno de alta resolución 4) Esfingolípidos específicos: Cromatografía líquida-espectrometría de masas	Inicio: 1-3 meses post cirugía bariátrica F: 3-5 veces/semana I: 60-70% FCM hasta 120 min/semana a los 3 meses T: Bicicleta, treadmill o caminata	GE mejoró el fitness cardiorespiratorio, la respiración mitocondrial y el perfil de cardioliopina, redujo esfingolípidos específicos y generó mejoras adicionales a la sensibilidad a la insulina respecto a GC	Al menos 1 sesión/semana supervisada

Tabla 2. Aeróbico (continuación)

Autor	Tipo de estudio	Participantes	Objetivo	VARIABLES DE INTERÉS	Intervención	Resultados	Comentarios
Coen PM et al, 2015	Ensayo clínico randomizado (6 meses) Post BGYR	128 sujetos sometidos a BGYR GE n = 66 GC n = 62	Determinar si el ejercicio genera mejoras adicionales en la sensibilidad a la insulina y factores cardiometabólicos posterior al BGYR	1) Fitness cardiorespiratorio (VO_{2max}): Test de ejercicio maximal en cicloergómetro de 5-12 min de duración Medición directa 2) Sensibilidad a la insulina: Test de tolerancia a la glucosa endovenosa	Inicio: 1-3 meses post cirugía bariátrica F: 3-5 veces/semana I: 60-70% FCM T: 30-45 min/semana hasta 120 min/semana a los 3 meses T: Bicicleta, treadmill o caminata	GE mejoró el fitness cardiorespiratorio y otorga mejoras adicionales en la sensibilidad a la insulina en comparación a GC	Al menos 1 sesión/semana supervisada
Woodlief TL et al, 2015	Ensayo randomizado (3 meses) Post BGYR	98 sujetos sometidos a BGYR GE n = 56 (High-Ex n = 19; Middle-Ex n = 19; Low-Ex n = 18) GC n = 42	Determinar la dosis de ejercicio necesaria para obtener beneficios adicionales al BGYR en la sensibilidad a la insulina	1) Fitness cardiorespiratorio (VO_{2max}): Test de ejercicio maximal en cicloergómetro de 5-12 min de duración Medición directa 2) Sensibilidad a la insulina: Test de tolerancia a la glucosa endovenosa 3) Capacidad mitocondrial muscular: Biopsia muscular y medición de consumo de oxígeno de alta resolución	Inicio: 1-3 meses post cirugía bariátrica F: 3-5 veces/semana I: 60-70% FCM T: 30-45 min/semana hasta 120 min/semana a los 3 meses T: Bicicleta, treadmill o caminata	High-Ex mejoró el fitness cardiorespiratorio y la capacidad mitocondrial muscular en comparación a GC. La sensibilidad a la insulina mejoró más en High-Ex y Middle-Ex versus GC	Al menos 1 sesión/semana supervisada
Baillet A et al, 2016	Estudio controlado randomizado (12 semanas) Pre cirugía	30 sujetos candidatos a cirugía bariátrica GE n = 15 GC n = 15	Determinar el impacto del entrenamiento pre cirugía en el fitness físico, calidad de vida, barreras a la actividad física y parámetros antropométricos	1) Fitness físico: Prueba de ejercicio limitada por síntomas (Cornell 0, 5, 10 o Bruce), 8-12 min duración Medición indirecta	Inicio: previo a la cirugía bariátrica F: 3 veces/semana I: Moderada, al 55-85% FCR T: 30 min + 10 min de calentamiento + 10 min de enfriamiento por sesión T: Treadmill, cicloergómetro brazos y/o elíptica	GE mejoró fitness físico en comparación al GC dolor de rodilla 60-70 rpm, 30 w iniciales con incrementos de 15 w por minuto Todos realizaron además ejercicios de fuerza (20-30 min/sesión)	1 sujeto realizó la prueba en cicloergómetro por dolor de rodilla 60-70 rpm, 30 w iniciales con incrementos de 15 w por minuto Todos realizaron además ejercicios de fuerza (20-30 min/sesión)
Cummings DE et al, 2016	Estudio controlado randomizado (12 meses) Post BGYR	43 sujetos con DM2 GB n = 23 GE n = 20	Comparar el efecto del BGYR versus una intervención médica y de estilo de vida en la remisión de la diabetes	1) Fitness aeróbico (VO_{2max}): Test de ejercicio maximal en treadmill. Medición directa 2) Remisión de la diabetes: $HbA1c < 6,0\%$ sin medicamentos	Inicio: Post cirugía F: 5 veces/semana I: Intensidad moderada T: 45 min por sesión T: Caminata rápida	GE mejoró fitness aeróbico y el GB presentó una mayor remisión de la diabetes	Primeros 6 meses solo 3 días/semana fueron supervisados. Últimos 6 meses solo 1 día/semana fue supervisado

Browning MG et al, 2017	21 mujeres GB n = 9 GC n = 12	Comparar la respuesta cardiopulmonar durante caminata en treadmill, previo y 3 meses posterior a la cirugía bariátrica	1) Respuesta cardiopulmonar: VO_{2peak} , frecuencia cardiaca, PO_{peak} y tiempo hasta la fatiga mediante una prueba maximal en treadmill: Calentamiento 4 min a 2 mph y 0% inclinación. Incrementos cada 2 min a 2,5 mph y luego a 3 mph. Luego incrementos en la inclinación de 2,5% cada 2 min hasta el agotamiento. Medición directa	No hubo intervención de ejercicio	Previo a la cirugía el VO_{2peak} y el PO_{peak} relativo al peso y a la MLG fueron distintos entre el GB y el GC. Posterior a la cirugía, solo fueron distintos los valores relativos al peso y además se incrementó el tiempo hasta la fatiga
Carnero EA et al, 2017	96 sujetos sometidos a BGYR GE n = 46 GC n = 50	Determinar la asociación entre la actividad física y el gasto energético con la pérdida de peso y masa grasa posterior a la cirugía bariátrica	1) Fitness cardiorespiratorio (VO_{2peak}): Test de ejercicio maximal en cicloergómetro de 5-12 min de duración. Medición directa	Inicio: 1-3 meses post cirugía bariátrica F: 3-5 veces/semana I: 60-70% FCM T: 30-45 min/semana hasta 120 min/semana a los 3 meses T: Bicicleta, treadmill o caminata	Sujetos realizando mayores niveles de actividad física pierden más peso y masa grasa, manteniendo la masa muscular
Herring LY et al, 2017	24 sujetos post cirugía bariátrica GC n = 12 GE n = 12	Determinar el efecto de 12 semanas de ejercicio supervisado en la función física y composición corporal a los 12 y 24 meses post cirugía bariátrica	1) Función física: Habilidad para caminar mediante el Incremental Shuttle Walking Test. Medición indirecta	Inicio: 12-24 meses post cirugía F: 3 veces/semana I: Intensidad moderada (64-77% FCM, 12-14 Borg) T: 45 min	GE disminuyó el peso y mejoró la habilidad funcional de caminar
Nunez Lopez YO et al, 2017	22 sujetos sometidos a BGYR GE n = 11 GC n = 11	Determinar si la pérdida de peso post cirugía junto con ejercicio mejoran el riesgo cardiometabólico	1) Fitness cardiorespiratorio (VO_{2peak}): Test de ejercicio maximal en cicloergómetro de 5-12 min de duración. Medición directa 2) Función cardiometabólica: Plasma miRNAs 3) Sensibilidad a la insulina: Test de tolerancia oral a la glucosa	Inicio: 1-3 meses post cirugía bariátrica F: 3-5 veces/semana I: 60-70% FCM T: 30-45 min/semana hasta 120 min/semana a los 3 meses T: Bicicleta, treadmill o caminata	Ejercicio facilita y/o mantiene los beneficios de la intervención para bajar de peso con mejoras en las funciones cardiometabólicas

n, número de sujetos; GE, Grupo ejercicio; GC, Grupo control; GB, Grupo Bypass gástrico; GA, Grupo Bypass gástrico + fuerza; F, frecuencia; I, Intensidad; T, Tiempo; T_r, Tipo; FCM, Frecuencia cardíaca máxima; FCR, Frecuencia cardíaca de reserva; BGYR, Bypass gástrico en Y-de-Roux; BG, Banda gástrica; DM2, Diabetes Mellitus Tipo 2; HbA1c, Hemoglobina glicosilada; MLG, Masa libre de grasa; VO_{2max} , Consumo de oxígeno máximo; PO_{peak} , Pulso de oxígeno máximo; rpm, revoluciones por minuto; w, watts; mph, millas por hora.

Tabla 3. Fuerza

Autor	Metodología	Participantes	Objetivo	Evaluación	Intervención	Resultados	Comentarios
Hassannejad A et al, 2017	Estudio clínico prospectivo aleatorizado	60 sujetos con cirugía bariátrica GA n = 20 GAS n = 20 GC n = 20	Evaluar el impacto del ejercicio aeróbico y de fortalecimiento posterior a la cirugía bariátrica en pérdida de peso y composición corporal	1) Fuerza muscular tren superior: 1RM estimado [1RM = (peso levantado)/(1-0,02 *repeticiones hasta la fatiga)] 2) Fuerza muscular tren inferior: Test de pararse y sentarse en 60 segundos 3) MLG: Bioimpedanciometría	Inicio: 5 semanas post cirugía bariátrica 3 sesiones por semana de ejercicio de fuerza de 20-30 min de duración Ejercicios de extensión, flexión, abducción y aducción de hombro y cadera Mujeres con banda elástica verde; hombres con banda elástica azul	MLG disminuyó menos en el GAS respecto al grupo GA y GC 1RM aumentó en el grupo GAS En el test de pararse y sentarse no hubo diferencias entre los tres grupos	GAS realizó ejercicio de sobrecarga + ejercicio aeróbico: 150-200 min semanales de ejercicio aeróbico de intensidad moderada (12-14 Borg), 3 a 5 veces por semana
Herring LY et al, 2017	Estudio controlado randomizado	24 sujetos sometidos a cirugía bariátrica GI n = 12 GC n = 12	Determinar el efecto de 12 semanas de ejercicio supervisado en la función física y composición corporal a los 12 y 24 meses post cirugía bariátrica	1) Fuerza de prensión: Dinamometría 2) Fuerza muscular funcional de tren inferior: Test de pararse y sentarse 5 veces 3) MLG: Bioimpedanciometría	Inicio: 12 a 24 meses post cirugía 3 sesiones por semana. Intensidad moderada: 60% de 1RM estimado (17 repeticiones con una carga dada) 3 series de 12 repeticiones, 30 a 60 segundos de descanso entre series 2 ejercicios por sesión: core y tren inferior (ej. leg press, abdominales, extensión de piernas)	GI mejoró en el test de pararse y sentarse 5 veces a las 24 semanas	GI además realizó ejercicio aeróbico: 35-45 min por sesión, intensidad de 64-77% de FCMT (12-14 Borg)
Daniels P et al, 2018	Estudio clínico randomizado	16 mujeres sometidas a BGYR GC n = 8 GI n = 8	Determinar el efecto de 12 semanas de entrenamiento de fuerza en la masa libre de grasa, área de sección transversal muscular, fuerza y calidad muscular en mujeres sometidas a BGYR	1) Fuerza muscular: 1RM de extensores de pierna derecha y de press pierna con ambas piernas 2) AST: Resonancia magnética nuclear 3) Calidad muscular: 1RM/AST 4) MLG: Pletismografía por desplazamiento de aire	Inicio: 8 semanas post cirugía bariátrica Primeras 2 semanas: familiarización. 50-60% de 1RM; 8-10 ejercicios, 1 serie, 10 a 15 repeticiones, 3 veces x semana Semana 2 a la 7 ^{ma} : hipertrofia. 70-80% de 1RM; 8-10 ejercicios, 3-4 series, 10-15 repeticiones, 3 veces x semana Semana 8 a 12 ^{ma} : mantener masa muscular y aumentar fuerza: > 80% de 1RM, 8-10 ejercicios, 3-4 series, 8-12 repeticiones, 3 veces x semana Ejercicios: sentadillas, estocadas, press pierna, curl de pierna, extensión de pierna, lat pull down, press de hombros, press banca, remo parado o sentado	Aumento de fuerza de press pierna y extensión de pierna y mejora en la calidad muscular de press pierna en GI No hubo cambios significativos en MLG y AST en GI	

n, número de sujetos; GC, Grupo control; GI, grupo intervención; GA, grupo aeróbico; GAS, Grupo aeróbico + sobrecarga; BGYR, Bypass gástrico en Y-de-Roux; MLG, masa libre de grasa; AST, Área de sección transversal; 1RM, 1 repetición máxima; FCMT, Frecuencia cardíaca máxima teórica.

- Al menos, se debe evaluar extensión de rodilla, prensa de pierna y prensa de pecho. En caso de no contar con la implementación necesaria, se puede considerar la realización de pruebas funcionales como la prueba de pararse y sentarse^{6,17}.
- Se aconseja la evaluación de la fuerza de prensión dada su importancia como indicador de salud²⁹, sin embargo, no se ha evidenciado su utilización en la prescripción del ejercicio.

Post-cirugía

- Debido a la menor tolerancia al ejercicio de alta intensidad que presentan estos pacientes en el período post quirúrgico agudo, no se recomienda la evaluación de fuerza hasta la extenuación previo a los 3 meses post cirugía. Posterior a este período la evaluación debe guiarse por las recomendaciones pre-quirúrgicas.

Prescripción del ejercicio de fuerza

El objetivo de prescribir ejercicio de fuerza en el paciente sometido a cirugía bariátrica es disminuir la pérdida de masa libre de grasa posterior a la cirugía. Esto dado que dicha pérdida se asocia con implicancias negativas en la movilidad, función física y en la regancia de peso^{30,31}.

En los artículos seleccionados (Tabla 3) el entrenamiento de fuerza comenzó entre la quinta y la octava semana post cirugía, la frecuencia de los entrenamientos fue de 3 veces por semana comenzando entre 50-60% 1RM y progresando a más de 80% 1RM a la octava semana de entrenamiento. Se realizaron ejercicios de grandes grupos musculares, entre 8-10 ejercicios por sesión en 3 series de 10-15 repeticiones progresando a 3-4 series de 8-12 repeticiones cuando el peso supera el 80% de 1RM. Los ejercicios realizados fueron ejercicios con máquinas como prensa de piernas, extensión de rodillas, prensa de pecho, remo sentado, prensa de hombro, jalón de polea alta, entre otros y ejercicios con el peso corporal como: sentadillas, estocadas y ejercicios de flexión, extensión, abducción y aducción de hombro y cadera (con banda elástica), además de ejercicios abdominales (CORE). En dichos estudios se consideraron descansos de 30-60 segundos entre series.

En la búsqueda bibliográfica no se encontraron intervenciones pre-quirúrgicas que cumplieran con las condiciones mencionadas, sin embargo,

esta fase tiene muchas semejanzas con el tratamiento conservador del paciente con obesidad, buscando disminuir el peso del paciente a través de modificaciones en su alimentación³². Bajo este contexto el ejercicio de fuerza ha evidenciado un rol fundamental en la mantención de la masa magra³³.

Recomendaciones

Pre-cirugía

- Se debe comenzar con una etapa de familiarización de los ejercicios con un peso entre 40 a 60% de 1RM y realizando solo una serie de 10 a 15 repeticiones, enseñando un correcto gesto de ejecución y evitando maniobras de valsalva.
- Luego se debe aumentar progresivamente el peso hasta sobrepasar 80% de 1RM y se aumenta el número de series a 3-4 series de 8-12 repeticiones, con 30-60 segundos de descanso entre cada serie. En caso que por metodología no se pueda prescribir en base al porcentaje de 1RM, el ejercicio hasta el fallo muscular puede ser una alternativa, con las consideraciones pertinentes para este perfil de pacientes.
- Se recomienda la realización de 8-10 ejercicios de grandes grupos musculares que deben ir incorporándose de forma progresiva.

Post-cirugía

- El inicio del entrenamiento de fuerza debe ser precoz (durante el primer mes post cirugía, posterior al inicio del régimen de papillas) con una frecuencia de 3 veces por semana, que debe ser prescrito en base a la evaluación de 1RM realizada previo a la cirugía.
- La progresión debe ser similar a las recomendaciones pre-quirúrgicas, comenzando siempre con cargas menores que las utilizadas previo a la cirugía.
- Los ejercicios de la musculatura abdominal se deben incorporar al mes post-cirugía y se sugiere optar por ejercicios de tipo isométrico en una primera fase. Se recomienda incluir ejercicios de control postural y estabilización lumbo-pélvica.

Suplementación proteica para aminorar la pérdida de masa muscular en el paciente bariátrico

La suplementación proteica en los pacientes sometidos a cirugía bariátrica cobra relevancia dado que éstos tienden a consumir un bajo

aporte de proteínas en la dieta³⁴. De acuerdo a la literatura revisada en la Tabla 4³⁵⁻⁴⁶ el objetivo de la suplementación proteica es alcanzar las recomendaciones de ingesta diaria de proteínas (0,8-1,2 g/kilo de peso ideal)³⁴, lo que ha mostrado favorecer la preservación de masa muscular o masa magra^{43,45} e incluso su aumento posterior a la cirugía^{44,46}. La proteína de suero de leche es la proteína de mayor calidad biológica conocida dada la gran cantidad de aminoácidos de cadena ramificada que posee (valina, leucina, isoleucina), los que se relacionan con la síntesis y reparación muscular⁴⁷⁻⁴⁹. En sujetos sanos y activos, al comparar la síntesis de masa muscular posterior al entrenamiento de fuerza con suplementación de proteína de soya, caseína y proteína de suero de leche, los mejores resultados se obtienen con 22 g de proteína de suero de leche inmediatamente después de realizar ejercicio^{36,50}. No está determinada la cantidad exacta de suplemento de proteína recomendada, sin embargo, en los estudios analizados la suplementación fue de 0,5-1 g por kilo de peso ideal, coincidiendo en una dosis mínima de 30-35 g/día.

Recomendaciones*

- La ingesta mínima de proteínas post-cirugía bariátrica debe ser de 0,8-1,2 g de proteínas por kilo de peso ideal.
- Se aconseja comenzar con suplementación de proteína de suero de leche en polvo a los 7 días post-cirugía, con una dosis de 25-30 g al día, ajustándose a cada persona según adherencia al plan alimentario indicado.
- Los días que se realice ejercicio se debe incorporar un batido adicional de 20 g de proteínas disuelto en 100-200 cc de agua, según tolerancia.
- La ingesta debe ser inmediatamente antes y/o después de la sesión de ejercicio.

*Todo lo expuesto anteriormente queda supeditado a la tolerancia del paciente y sujeto a la decisión del equipo tratante respecto del manejo individual de cada paciente.

Actividad física y mantención del peso en el paciente sometido a cirugía bariátrica

El paciente que se somete a cirugía bariátrica se caracteriza por tener un comportamiento más sedentario que sujetos con normopeso^{23,51} e inclu-

so que aquellos sujetos con obesidad que no son sometidos a cirugía bariátrica^{52,53}. En el paciente bariátrico, la adherencia a los cambios en el estilo de vida es esencial para el mantenimiento a largo plazo de la pérdida de peso posterior a la cirugía bariátrica^{54,55}. Sin embargo, a pesar de incrementar sus niveles de actividad física no logran alcanzar las recomendaciones internacionales de las guías de salud⁵⁶⁻⁵⁹.

Los niveles de actividad física previo a la cirugía se relacionan con el éxito en la pérdida de peso y con los niveles de actividad física post-cirugía^{57,58,60}. Por otro lado, múltiples estudios muestran que la práctica de actividad física^{17,58,59,61}, el tiempo sedente y el comportamiento sedentario post-cirugía⁵⁸ se correlacionan de manera positiva con la pérdida y más aún con la mantención del peso a largo plazo. Además, existe una correlación entre una menor cantidad de pasos diarios y un bajo porcentaje de pérdida de peso en el proceso quirúrgico⁶². También se ha visto que la actividad física en tiempo libre previo a la cirugía es un predictor independiente del porcentaje de peso perdido a los 12 meses post-cirugía⁶². Entonces, el objetivo de evaluar los niveles de actividad física y el comportamiento sedentario es poder desarrollar intervenciones y planes de tratamiento a largo plazo orientados a favorecer la baja y la mantención del peso en esta población.

Según lo revisado en la Tabla 5^{17,23,58-63}, la evaluación de los niveles de actividad física se realizó mediante acelerometría, conteo de pasos con podómetro y/o mediante cuestionarios o entrevistas. En base a dichas mediciones se puede categorizar al sujeto como activo e inactivo. Además, algunas guías clínicas recomiendan acumular entre 150 y 300 min de ejercicio de intensidad moderada a la semana o un promedio de al menos 10.000 pasos diarios para mantener la pérdida de peso o minimizar la reganancia en el largo plazo⁶⁴⁻⁶⁷.

Recomendaciones

- La evaluación debe ser mediante el cuestionario IPAQ en su forma corta para obtener el valor de METs/semana de actividad física y el tiempo sedentario en h/día.
- Se sugiere la utilización de cuenta pasos para favorecer el gasto energético no asociado a ejercicio físico, con una referencia de 10.000 pasos día⁶⁸.

Tabla 4. Suplementación

Autor	Metodología	Participantes	Objetivo	Evaluación	Intervención	Resultados	Comentarios
Tipton KD et al, 2007	Experimental	17 Sujetos sanos que no hayan realizado ejercicio de resistencia al menos por 5 años PRE n = 8 POST n = 9	Evaluar la estimulación de la síntesis neta de proteínas musculares por ingestión de PSL antes y después de ejercicio de resistencia de piernas	1) Síntesis proteica: balance y concentración en sangre arterial local de fenilalanina junto con su tasa de liberación y concentración en vasto lateral	Solución de 300 ml con 20 g PSL previo (PRE) o posterior (POST) a 10 series de 8 repeticiones de extensión de rodilla (80%RM) (30 segundos por serie y 2 min de descanso)	No existen diferencias en el efecto anabólico de la ingesta de PSL pre o 1 h post ejercicio de sobrecarga	
Tang JE et al, 2009	Experimental	18 hombres jóvenes saludables GP n = 6 GCA n = 6 GS n = 6	Comparar la respuesta aguda de la síntesis de proteína muscular frente a la digestión rápida y lenta de proteínas, tanto en reposo como posterior a un entrenamiento de resistencia	1) Síntesis de proteína muscular: Infusión constante de fenilalanina	Consumo de 10 g aminoácidos esenciales de PSL, caseína o soya posterior a una sesión de ejercicio de fortalecimiento de extremidad inferior unilateral (press pierna + extensión de piernas)	La síntesis de proteína muscular fue mayor en GP y GS que en el GCA, tanto en reposo como posterior al entrenamiento de fuerza. Además, la suplementación con PSL estimuló en un mayor grado la síntesis de proteína muscular que la proteína de soya	
Arciero PJ et al, 2014	Experimental (16 semanas)	57 sujetos con sobrepeso u obesidad GP n = 24 GP+RT n = 27 GPRISE: n = 28	Evaluar efectos de la ingesta de suplemento de PSL con o sin ejercicio en el peso, distribución de grasa y resistencia a la insulina	1) Composición corporal y tejido adiposo visceral: DEXA 2) Resistencia a la insulina: HOMA-IR	Suplementación con PSL 3 veces/día (21 g proteína, 120 Kcal) - GP: PSL - GP+RT: PSL + entrenamiento resistencia 4v/sem - GPRISE: PSL+ entrenamiento combinado 4v/sem	Todos los grupos perdieron peso, masa grasa y grasa abdominal. GPRISE tuvo mayor pérdida de peso y grasa, además de aumentar masa muscular. GP+RT y GPRISE perdieron grasa visceral y disminuyeron HOMA-IR y leptina, y aumentaron adiponectina	
Miller PE et al, 2014	Metaanálisis	14 Ensayos clínicos randomizados de suplementación con PSL y ejercicio	Examinar efectos del PSL con y sin ejercicio de resistencia en el peso y composición corporal en población sana	1) Composición corporal	PSL como reemplazo y como suplemento con y sin ejercicio de resistencia	La PSL genera un efecto modesto en el peso y la composición corporal. Estos beneficios se observan si se utiliza como suplemento combinado con ejercicio de sobrecarga o como parte de una dieta de baja o mantención del peso. Los efectos de la PSL sobre la composición corporal son más pronunciados si se complementa con ejercicios con sobrecarga	

Tabla 4. Suplementación (continuación)

Autor	Metodología	Participantes	Objetivo	Evaluación	Intervención	Resultados	Comentarios
Hector AJ et al, 2014	Estudio controlado randomizado doble-ciego (2 semanas)	40 sujetos con sobrepeso y obesidad GP n = 14 GS n = 14 GCHO n = 12	Efecto del consumo de diferentes fuentes de proteínas (soya o suero de leche) durante una dieta hipocalórica, en la síntesis de proteína miofibrilar (SPM) y la lipólisis (SPM) y la lipólisis	1) Composición corporal: DEXA 2) Síntesis de proteína miofibrilar postprandial: Infusión constante de Fenilalanina 3) Tasa de lipólisis: Infusión constante de glicerol	Dieta hipocalórica de 750 kcal/día + suplemento 2 veces/día de: PSL (27 g) o proteína de soya (26 g) o una cantidad isoenergética de carbohidrato (25 g maltodextrina)	Preintervención, la SPM fue mayor en GP. Post-intervención, la SPM postabsortiva disminuyó de manera similar en todos los grupos y la SPM postprandial disminuyó más en GP. La lipólisis postprandial se suprimió más en GCHO	
Piccolo BD et al, 2014	Experimental (8 semanas)	27 mujeres obesas con síndrome metabólico GP n = 16 GG n = 11	Determinar el efecto de una dieta rica en BCAA en el catabolismo y concentraciones plasmáticas en ayunas de BCAA	1) Medidas antropométricas 2) Sensibilidad a la insulina: HOMA-IR 3) Triglicéridos, colesterol total, lipoproteínas de alta y baja densidad: Inmunoensayo 4) Metabolismo de BCAA: Análisis metabólico	Dieta para baja de peso (17% proteínas, 53% carbohidratos y 30% grasas) con suplementación de 20 g/día de PSL o 20 g/día de suplemento de gelatina (placebo)	Peso, IMC, CC, insulina en ayunas y TG totales se redujeron significativamente durante la intervención pero solo la intervención de cintura mostró mayor disminución en grupo suplementado con BCAAs Se encontró una modesta evidencia que la suplementación con BCAAs incrementa su metabolismo innato	
Verreijen AM et al, 2014	Ensayo controlado randomizado doble ciego (13 semanas)	80 Adultos mayores con obesidad GI n = 30 GC n = 30	Evaluar preservación de masa muscular con un suplemento de PSL, leucina y Vit D durante una dieta hipocalórica junto con ejercicio de resistencia	1) Composición corporal: DEXA 2) Fuerza muscular: Handgrip 3) Condición física: test de caminata 400 m, una prueba de velocidad de marcha de 4 m y una prueba en silla	Suplementación con PSL + leucina + Vit D (150 kcal con 20,7 g/proteína por porción) versus placebo. 1 vez/día + 1 vez/post entrenamiento, total 10 x semana. Ambos grupos con dieta hipocalórica (-600 kcal/día) + entrenamiento fuerza	Ambos grupos disminuyeron peso y masa grasa. GI perdió menos masa muscular apendicular que GC. Fuerza y función muscular mejoraron en ambos grupos de brazos y piernas	Masa muscular apendicular medida con la sumatoria de masa muscular de brazos y piernas
Weisgarber KD et al, 2015	Experimental randomizado doble ciego de medidas repetidas (10 semanas)	12 Mujeres sanas post menopáusicas, que no hayan realizado ejercicio de fuerza en al menos 3 meses	Evaluar efectos de la PSL combinada con ejercicio de baja intensidad y alto volumen en la fuerza y masa muscular	1) Composición corporal: DEXA. 2) Grosor muscular de flexores y extensores de codo y rodilla: Ultrasonido modo-B	Los sujetos entrenaron cada hemicuerpo por separado (2 días/semana cada hemicuerpo) por 10 semanas, realizando 3 series al 30% de 1RM de 4 ejercicios al fallo. Para cada hemicuerpo se utilizó un suplemento diferente: 40 gr de PSL o de maltodextrina (placebo), ambos de 180 kcal. La suplementación se entregó en pulsos de 10 g después de cada ejercicio	La suplementación con PSL no aumenta las ganancias en fuerza y masa muscular del ejercicio de sobrecarga	

Autor	Metodología	Participantes	Objetivo	Evaluación	Intervención	Resultados	Comentarios
Muschitz C et al, 2016	Prospectivo intervencional (24 semanas)	220 hombres y mujeres operados de cirugía bariátrica. GI n = 110 GC n = 110	Determinar el efecto de suplementación con Vitamina D, Calcio y proteínas en el metabolismo óseo, DMO y composición corporal 24 meses post cirugía	1) Composición corporal: DEXA	Suplementación con vitamina D, calcio y proteínas 4 veces al día ajustado por IMC y gasto metabólico basan según Harris-Benedict (entre 35-60 g/proteína/día) + 45 min de ejercicios aeróbicos 3 veces a la semana + 30 min de ejercicio de fuerza 2 veces a la semana	GI tuvo una menor pérdida de masa magra que el grupo control (-3,5% vs -12,4%). La suplementación con vitamina D, Calcio, proteínas y Actividad física tuvieron un efecto positivo en el metabolismo óseo y composición corporal post cirugía	
Schollenberg AE et al, 2016	Estudio piloto controlado randomizado doble-ciego (6 meses)	35 sujetos sometidos a cirugía bariátrica GI n = 18 GC n = 17	Determinar los posibles beneficios de la suplementación de proteínas en la reducción del peso, composición corporal y estado proteico	1) Composición corporal: BIA	Suplementación de 30-35 g/día de PSL adicional al plan de alimentación (60 g/día)	GI tuvo mayor disminución de masa grasa y menor disminución de masa magra al 1er, 3er y 6to mes. No hubo diferencias en el peso	Según encuesta de AF, el 70% en promedio en ambos grupos realizó al menos 1 vez por semana ejercicio vigoroso
Van den Broek M et al, 2016	Revisión sistemática	23 artículos	Determinar el efecto de suplementación de proteínas y aminoácidos esenciales en los resultados post cirugía	1) Composición corporal: DEXA, BIA y pletismografía por desplazamiento de aire 2) Ingesta de macronutrientes	Dieta o suplementación con proteínas o aminoácidos	Resultados en baja de peso y mantención de MLG post cirugía son inconcluyentes. Se necesitan más estudios que describan la dosis y composición de proteínas y aminoácidos	Proteína > 1 g/kg/día
Lopes Gomes D et al, 2017	Ensayo clínico randomizado (16 semanas)	34 mujeres con reganancia de peso mayor a 5% 24 meses post cirugía GI n = 15 GC n = 15	Determinar el efecto de la suplementación con PSL en la pérdida de peso y composición corporal	1) Composición corporal: BIA tetrapolar 2) Ingesta alimentaria: Recordatorio 24 h	16 semanas de suplementación de PSL (0,5 g/kg peso ideal dividido en 3 porciones al día)	GI disminuyó peso corporal (-1,9 kg vs +0,4 kg GC). No hubo cambios en MLG. Suplementación con proteínas ayudó en la baja de peso en mujeres post operadas con reganancia de peso	Miden actividad física y aconsejan mantener el mismo nivel durante el estudio

n, número de sujetos; GI, Grupo intervención; GC, Grupo control; GP, Grupo proteína de suero de leche; GCA, Grupo caseína; GS, Grupo soya; GP+RT, Grupo proteína + entrenamiento de resistencia; GPRISE, Grupo proteína + entrenamiento combinado; GCHO, Grupo carbohidratos; GG, Grupo gelatina; DEXA, absorciometría de rayos X de energía dual; BIA, Bioimpedanciometría; MLG, Masa libre de grasa; DMO, Densidad mineral ósea; IMC, índice de masa corporal; PSL, Proteína de suero de leche; AF, Actividad física; HOMA-IR, Modelo homeopático de resistencia a la insulina; RM, Repetición máxima; BCAA, Aminoácidos de cadena ramificada; CC, circunferencia de cintura; TG, Triglicéridos.

Tabla 5. Mantención

Autor	Metodología	Participantes	Objetivo	Evaluación	Intervención	Resultados
Herring LY et al, 2017	Estudio randomizado controlado con grupos paralelos (24 semanas)	24 adultos con obesidad sometidos a todo tipo de cirugía bariátrica físicamente inactivos, en un periodo de 12 a 24 meses post cirugía bariátrica G1 n = 12 G2 n = 12	Determinar el efecto de 12 semanas de ejercicio en la función física y composición corporal	1) Actividad física: Acelerometría (GT3X+, Actigraph): Tiempo sedentario, actividad liviana, MVPA y cantidad de pasos IPAQ-SF: Actividad física total semana y tiempo sedentario 2) Función física: ISWT (capacidad funcional de caminar) y handgrip 3) Composición corporal: BIA	12 semanas de intervención + 12 semanas de seguimiento G1: 60 min de entrenamiento, 3 veces/semana 45 min entrenamiento aeróbico 64-77% FCM 2 ejercicios por sesión de fortalecimiento (core y miembro inferior) al 60%1RM G2: Cuidados usuales	G1 tuvo mayores niveles de MVPA a las 12 semanas respecto a GC y respecto al basal, sin embargo, a las 24 semanas estas diferencias solo se mantuvieron respecto al valor basal G1 presentó mejoras significativas en peso y capacidad funcional de caminar
King WC et al, 2015	Estudio observacional, retrospectivo	473 sujetos sometidos a cirugía bariátrica	Evaluar cambios en comportamiento sedentario y actividad física 3 años post cirugía	1) Actividad física: Acelerometría StepWatch™3 activity monitor: - Pasos/día - MVPA min/semana - %tiempo sedentario		Incrementos pequeños en actividad física y MVPA al año post operatorio y reducción del tiempo sedentario A los 3 años se mantiene, sin embargo, el porcentaje de pacientes que realizan más de 150 min/semana de MVPA no es diferente respecto a los valores pre-cirugía
Herman KM et al, 2014	Estudio observacional, descriptivo	303 sujetos sometidos a BGYR	Determinar la asociación entre la actividad física y el tiempo sedentario con el peso, pérdida y mantención de peso post cirugía bariátrica	1) Actividad física: Entrevista telefónica (Actividad física: 30 min o más de ejercicio a la semana y tiempo sentado: h/día)		Actividad física y tiempo sedente están asociados con la pérdida total de peso, porcentaje de peso perdido, porcentaje del exceso de peso perdido y con la mantención del peso
Reid RE et al, 2015	Estudio Observacional retrospectivo	89 sujetos sometidos a cirugía bariátrica (1 a 16 años antes de la evaluación)	Medir el comportamiento sedentario y la actividad física mediante acelerometría en sujetos sometidos a cirugía bariátrica para comparar con las guías establecidas	1) Actividad física: Acelerometría (ActivPAL™ 3): Sedentario, baja actividad, moderada actividad, activo y muy activo (según cantidad de pasos)		El 36,62% de los participantes realizaron menos de 5.000 pasos diarios y solo el 11,27% lograron 10.000 pasos/día

Bergh I et al, 2016	Estudio de cohorte prospectiva (1 año)	230 pacientes que se sometieron a BGYR	Determinar los predictores psicológicos, de comportamiento y demográficos de adherencia a las recomendaciones y baja de peso un año postcirugía	1) Actividad física: IPAQ-SF: METs/min/semana 2) Adherencia a indicaciones alimentarias: Cuestionario	Los niveles de actividad física pre quirúrgico predicen los niveles de actividad física post quirúrgico. El 78% de los pacientes cumplió con 600 METs/min/semana
Bond DS et al, 2009	Estudio prospectivo (1 año)	215 sujetos GQ n = 105 GC n = 210	Comparar la cantidad de peso reganado, comportamiento y características psicológicas en pacientes que fueron exitosos en bajar y mantener el peso posterior a cirugía bariátrica o tratamiento médico	1) Historia de peso y comportamiento de mantención de peso: Autoreporte y Block Food-Frequency Questionnaire 2) Gasto energético total relacionado a la actividad física: PAQ (Paffenbarger Activity Questionnaire) Factores psicológicos: Inventario de alimentación	GQ reportó menor gasto de calorías relacionadas a la actividad física, específicamente en actividades de alta intensidad. Un menor porcentaje de pacientes del GQ reportaron un gasto mayor a 2.000 kcal/semana de actividad física, tanto al inicio como al año posterior
Colles SL et al, 2008	Estudio observacional prospectivo (12 meses)	129 candidatos a cirugía bariátrica	Evaluar la magnitud y naturaleza del cambio en la ingesta de calorías y la actividad física e identificar factores asociados con el porcentaje de pérdida de peso	1) Actividad física habitual mediante: Physical Component Summary del SF-36 como medida bienestar relacionado a función física Baecke Physical Activity Questionnaire: ítems trabajo, deportes y tiempo libre Podómetro: cantidad de pasos 2) Comportamiento alimentario: Cancer Council Victoria Food Frequency Questionnaire (CCVFFQ) Three Factor Eating Questionnaire (TFEQ) 3) Depresión: Beck Depression Inventory (BDI)	Los ítems deportes y tiempo libre del Cuestionario Baecke aumentaron de 2.655 a un promedio de 8.716 Se encontró correlación entre bajo porcentaje de pérdida de peso y menor cantidad de pasos diarios El IMC, hambre subjetiva, función física y tiempo libre son predictores independientes del porcentaje de peso perdido
Afshar S et al, 2017	Estudio observacional	22 sujetos sometidos a procedimientos bariátricos (17 BGYR; 4 gastrectomía en manga; 1 BiG)	Medir la actividad física y comportamiento sedentario antes y 6 meses después de la cirugía bariátrica, utilizando mediciones subjetivas y objetivas	Recomendaciones de hábitos alimenticios y de ejercicio post cirugía 1) Actividad física: PALQ (Physical Activity and Lifestyle Questionnaire): inactivo, moderadamente inactivo, moderadamente inactivo o activo. Acelerometría (GENEAktiv, Activinsights Ltd.): Tiempo sedentario (hr/d), actividad liviana (hr/d), MVPA (min/d)	La mayoría de los sujetos eran inactivos previo a la cirugía y no hubo cambios post cirugía, tanto con medidas subjetivas como objetivas

n, número de sujetos; GI, Grupo intervención; GC, Grupo control; GQ, Grupo quirúrgico; MVPA, Actividad física moderada a vigorosa; IPAQ-SF, Cuestionario de Actividad física en su forma corta; ISWT, Incremental Shuttle Walking Test; BIA, Bioimpedancia; FCM, Frecuencia cardíaca máxima teórica; 1RM, 1 Repetición máxima; BGYR, Bypass gástrico en Y-de-Roux; METs, Equivalente metabólico; IMC, Índice de masa corporal.

- En la fase de mantención del peso se recomienda realizar entre 200-300 min de actividad física moderada a vigorosa a la semana, siguiendo las recomendaciones del ACSM en relación a actividad física aeróbica, de fuerza y flexibilidad⁶⁹. Es importante considerar que el incremento en los volúmenes debe ser progresivo para disminuir el riesgo e incidencia de lesiones asociadas a la realización de ejercicio⁷⁰.

Conclusión

En conclusión, en este documento hemos propuesto lineamientos generales en la prescripción de ejercicio durante las diferentes etapas de la cirugía. No obstante, siempre debe realizarse un cuidadoso análisis de cada caso tomando en cuenta los antecedentes clínicos personales, además del efecto descrito para cada tipo de ejercicio y sus respectivas dosificaciones. El ejercicio en el paciente bariátrico es un tema que aún se encuentra en desarrollo por lo que es fundamental mantenerse al pendiente de futuras publicaciones y realizar más investigaciones en la población chilena.

Referencias

1. Ng M, Fleming T, Robinson M, Thomson B, Graetz N, Margono C, et al. Global, regional, and national prevalence of overweight and obesity in children and adults during 1980-2013: a systematic analysis for the Global Burden of Disease Study 2013. *Lancet* 2014; 384 (9945): 766-81.
2. Nguyen NT, Varela JE. Bariatric surgery for obesity and metabolic disorders: state of the art. *Nat Rev Gastroenterol Hepatol* 2017; 14 (3): 160-9.
3. Coen PM, Goodpaster BH. A role for exercise after bariatric surgery? *Diabetes Obes Metab* 2016; 18 (1): 16-23.
4. Busetto L, Dicker D, Azran C, Batterham RL, Farpour-Lambert N, Fried M, et al. Obesity Management Task Force of the European Association for the Study of Obesity Released "Practical Recommendations for the Post-Bariatric Surgery Medical Management". *Obes Surg* 2018; 28 (7): 2117-21.
5. Livhits M, Mercado C, Yermilov I, Parikh JA, Dutson E, Mehran A, et al. Exercise following bariatric surgery: systematic review. *Obes Surg* 2010; 20 (5): 657-65.
6. Hassannejad A, Khalaj A, Mansournia MA, Rajabian Tabesh M, Alizadeh Z. The Effect of Aerobic or Aerobic-Strength Exercise on Body Composition and Functional Capacity in Patients with BMI ≥ 35 after Bariatric Surgery: a Randomized Control Trial. *Obes Surg* 2017; 27 (11): 2792-801.
7. Iberoamericano CC. Manual Cochrane de revisiones sistemáticas de intervenciones, versión 5.1. 0. Barcelona: entro Cochrane Iberoamericano. 2012.
8. Peacock JC, Sloan SS, Cripps B. A qualitative analysis of bariatric patients' post-surgical barriers to exercise. *Obes Surg* 2014; 24 (2): 292-8.
9. Shah M, Snell PG, Rao S, Adams-Huet B, Quittner C, Livingston EH, et al. High-volume exercise program in obese bariatric surgery patients: a randomized, controlled trial. *Obesity (Silver Spring)* 2011; 19 (9): 1826-34.
10. Coen PM, Menshikova EV, Distefano G, Zheng D, Tanner CJ, Standley RA, et al. Exercise and Weight Loss Improve Muscle Mitochondrial Respiration, Lipid Partitioning, and Insulin Sensitivity After Gastric Bypass Surgery. *Diabetes* 2015; 64 (11): 3737-50.
11. Coen PM, Tanner CJ, Helbling NL, Dubis GS, Hames KC, Xie H, et al. Clinical trial demonstrates exercise following bariatric surgery improves insulin sensitivity. *J Clin Invest* 2015; 125 (1): 248-57.
12. Woodlief TL, Carnero EA, Standley RA, Distefano G, Anthony SJ, Dubis GS, et al. Dose response of exercise training following roux-en-Y gastric bypass surgery: A randomized trial. *Obesity (Silver Spring)* 2015; 23 (12): 2454-61.
13. Baillet A, Mampuya WM, Dionne IJ, Comeau E, Meziat-Burdin A, Langlois MF. 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.
14. Cummings DE, Arterburn DE, Westbrook EO, Kuzma JN, Stewart SD, Chan CP, et al. Gastric bypass surgery vs intensive lifestyle and medical intervention for type 2 diabetes: the CROSSROADS randomised controlled trial. *Diabetologia* 2016; 59 (5): 945-53.
15. Browning MG, Franco RL, Herrick JE, Arrowood JA, Evans RK. Assessment of Cardiopulmonary Responses to Treadmill Walking Following Gastric Bypass Surgery. *Obes Surg* 2017; 27 (1): 96-101.
16. Carnero EA, Dubis GS, Hames KC, Jakicic JM, Houmard JA, Coen PM, et al. Randomized trial reveals that physical activity and energy expenditure are associated with weight and body composition after RYGB. *Obesity* 2017; 25 (7): 1206-16.
17. Herring LY, Stevinson C, Carter P, Biddle SJH, 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 (Lond)* 2017; 41 (6): 909-16.
18. Nunez López YO, Coen PM, Goodpaster BH, Seyhan AA. Gastric bypass surgery with exercise alters plasma microRNAs that predict improvements in cardiometabolic risk. *Int J Obes (Lond)* 2017; 41 (7): 1121-30.
 19. Medicine ACoS. ACSM's health-related physical fitness assessment manual: Lippincott Williams & Wilkins; 2013.
 20. Pouwels S, Smelt HJM, Smulders JF. The Underestimated Effect of Perioperative Exercise Interventions in Bariatric Surgery: Increasing Need for Large Impact Studies. *Obes Surg* 2017; 27 (10): 2690-1.
 21. da Silva RP, Martínez D, Faria CC, de Carli LA, de Souza WI, Meinhardt NG, et al. Improvement of exercise capacity and peripheral metaboreflex after bariatric surgery. *Obes Surg* 2013; 23 (11): 1835-41.
 22. Tanaka H, Monahan KD, Seals DR. Age-predicted maximal heart rate revisited. *J Am Coll Cardiol* 2001; 37 (1): 153-6.
 23. King WC, Chen JY, Bond DS, Belle SH, Courcoulas AP, Patterson EJ, et al. Objective assessment of changes in physical activity and sedentary behavior: Pre- through 3 years post-bariatric surgery. *Obesity (Silver Spring)*. 2015; 23 (6): 1143-50.
 24. Daniels P, Burns RD, Brusseau TA, Hall MS, Davidson L, Adams TD, et al. Effect of a randomised 12-week resistance training programme on muscular strength, cross-sectional area and muscle quality in women having undergone Roux-en-Y gastric bypass. *J Sports Sci* 2018; 36 (5): 529-35.
 25. Medicine ACoS. ACSM's guidelines for exercise testing and prescription: Lippincott Williams & Wilkins; 2013.
 26. Desgorces FD, Berthelot G, Dietrich G, Testa MS. Local muscular endurance and prediction of 1 repetition maximum for bench in 4 athletic populations. *J Strength Cond Res* 2010; 24 (2): 394-400.
 27. Neunhaeuserer D, Gasperetti A, Savalla F, Gobbo S, Bullo V, Bergamin M, et al. Functional Evaluation in Obese Patients Before and After Sleeve Gastrectomy. *Obes Surg* 2017; 27 (12): 3230-9.
 28. Nikseresht M. Comparison of Serum Cytokine Levels in Men Who are Obese or Men Who are Lean: Effects of Nonlinear Periodized Resistance Training and Obesity. *J Strength Cond Res* 2018; 32 (6): 1787-95.
 29. Gallup AC, Fink B. Handgrip Strength as a Darwinian Fitness Indicator in Men. *Front Psychol* 2018; 9: 439.
 30. Gomes DL, de Almeida Oliveira D, Dutra ES, Pizato N, de Carvalho KM. Resting Energy Expenditure and Body Composition of Women with Weight Regain 24 Months After Bariatric Surgery. *Obes Surg* 2016; 26 (7): 1443-7.
 31. Vink RG, Roumans NJ, Arkenbosch LA, Mariman EC, van Baak MA. The effect of rate of weight loss on long-term weight regain in adults with overweight and obesity. *Obesity (Silver Spring)* 2016; 24 (2): 321-7.
 32. Roman M, Monaghan A, Serraino GF, Miller D, Pathak S, Lai F, et al. Meta-analysis of the influence of lifestyle changes for preoperative weight loss on surgical outcomes. *Br J Surg* 2019; 106 (3): 181-9.
 33. Donnelly J, Blair S, Jakicic J, Manore M, Rankin J, Smith B. Appropriate Physical Activity Intervention Strategies for Weight Loss and Prevention of Weight Regain for Adults. *Medicine and Science in Sports and Exercise* 2009; 41 (2): 459-71.
 34. Giusti V, Theytaz F, Di Vetta V, Clarisse M, Suter M, Tappy L. Energy and macronutrient intake after gastric bypass for morbid obesity: a 3-y observational study focused on protein consumption. *Am J Clin Nutr* 2016; 103 (1): 18-24.
 35. Tipton KD, Elliott TA, Cree MG, Aarsland AA, Sanford AP, Wolfe RR. Stimulation of net muscle protein synthesis by whey protein ingestion before and after exercise. *Am J Physiol Endocrinol Metab* 2007; 292 (1): E71-6.
 36. Tang JE, Moore DR, Kujbida GW, Tarnopolsky MA, Phillips SM. Ingestion of whey hydrolysate, casein, or soy protein isolate: effects on mixed muscle protein synthesis at rest and following resistance exercise in young men. *J Appl Physiol* (1985) 2009; 107 (3): 987-92.
 37. Arciero PJ, Baur D, Connelly S, Ormsbee MJ. Timed-daily ingestion of whey protein and exercise training reduces visceral adipose tissue mass and improves insulin resistance: the PRISE study. *J Appl Physiol* (1985) 2014; 117 (1): 1-10.
 38. Miller PE, Alexander DD, Pérez V. Effects of whey protein and resistance exercise on body composition: a meta-analysis of randomized controlled trials. *J Am Coll Nutr* 2014; 33 (2): 163-75.
 39. Hector AJ, Marcotte GR, Churchward-Venne TA, Murphy CH, Breen L, von Allmen M, et al. Whey protein supplementation preserves postprandial myofibrillar protein synthesis during short-term energy restriction in overweight and obese adults. *J Nutr* 2015; 145 (2): 246-52.
 40. Piccolo BD, Comerford KB, Karakas SE, Knotts TA, Fiehn O, Adams SH. Whey Protein Supplementation Does Not Alter Plasma Branched-Chain Amino Acid Profiles but Results in Unique Metabolomics Patterns in Obese Women Enrolled in an 8-Week Weight Loss Trial-4. *The Journal of nutrition* 2015; 145 (4): 691-700.

41. Verreijen AM, Verlaan S, Engberink MF, Swinkels S, de Vogel-van den Bosch J, Weijs PJ. A high whey protein-, leucine-, and vitamin D-enriched supplement preserves muscle mass during intentional weight loss in obese older adults: a double-blind randomized controlled trial. *Am J Clin Nutr* 2015; 101 (2): 279-86.
42. Weisgarber KD, Candow DG, Farthing JP. Whey protein and high-volume resistance training in postmenopausal women. *J Nutr Health Aging* 2015; 19 (5): 511-7.
43. Muschitz C, Kocijan R, Haschka J, Zendeli A, Pirker T, Geiger C, et al. The Impact of Vitamin D, Calcium, Protein Supplementation, and Physical Exercise on Bone Metabolism After Bariatric Surgery: The BABS Study. *J Bone Miner Res* 2016; 31 (3): 672-82.
44. Schollenberger AE, Karschin J, Meile T, Kuper MA, Kognsrainger A, Bischoff SC. Impact of protein supplementation after bariatric surgery: A randomized controlled double-blind pilot study. *Nutrition* 2016; 32 (2): 186-92.
45. van den Broek M, de Heide LJ, Veeger NJ, van der Wal-Oost AM, van Beek AP. Influence of dietary protein and its amino acid composition on postoperative outcomes after gastric bypass surgery: a systematic review. *Nutr Rev* 2016; 74 (12): 749-73.
46. Lopes Gomes D, Moehlecke M, Lopes da Silva FB, Dutra ES, D'Agord Schaan B, Baiocchi de Carvalho KM. Whey Protein Supplementation Enhances Body Fat and Weight Loss in Women Long After Bariatric Surgery: a Randomized Controlled Trial. *Obes Surg* 2017; 27 (2): 424-31.
47. Layman DK, Walker DA. Potential importance of leucine in treatment of obesity and the metabolic syndrome. *J Nutr* 2006; 136 (1 Suppl): 319S-23S.
48. Luhovyy BL, Akhavan T, Anderson GH. Whey proteins in the regulation of food intake and satiety. *J Am Coll Nutr* 2007; 26 (6): 704S-12S.
49. Pal S, Radavelli-Bagatini S. The effects of whey protein on cardiometabolic risk factors. *Obes Rev* 2013; 14 (4): 324-43.
50. Cribb PJ, Hayes A. Effects of supplement timing and resistance exercise on skeletal muscle hypertrophy. *Med Sci Sports Exerc* 2006; 38 (11): 1918-25.
51. Bond DS, Jakicic JM, Vithiananthan S, Thomas JG, Leahey TM, Sax HC, et al. Objective quantification of physical activity in bariatric surgery candidates and normal-weight controls. *Surg Obes Relat Dis* 2010; 6 (1): 72-8.
52. Bond DS, Unick JL, Jakicic JM, Vithiananthan S, Pohl D, Roye GD, et al. Objective assessment of time spent being sedentary in bariatric surgery candidates. *Obes Surg* 2011; 21 (6): 811-4.
53. Unick JL, Bond DS, Jakicic JM, Vithiananthan S, Ryder BA, Roye GD, et al. Comparison of two objective monitors for assessing physical activity and sedentary behaviors in bariatric surgery patients. *Obes Surg* 2012; 22 (3): 347-52.
54. Curioni CC, Lourenco PM. Long-term weight loss after diet and exercise: a systematic review. *Int J Obes (Lond)* 2005; 29 (10): 1168-74.
55. Bray GA. Diet and exercise for weight loss. *JAMA* 2012; 307 (24): 2641-2.
56. Bond DS, Phelan S, Leahey TM, Hill JO, Wing RR. Weight-loss maintenance in successful weight losers: surgical vs non-surgical methods. *Int J Obes (Lond)* 2009; 33 (1): 173-80.
57. King WC, Hsu JY, Belle SH, Courcoulas AP, Eid GM, Flum DR, et al. Pre- to postoperative changes in physical activity: report from the longitudinal assessment of bariatric surgery-2 (LABS-2). *Surg Obes Relat Dis* 2012; 8 (5): 522-32.
58. Herman KM, Carver TE, Christou NV, Andersen RE. Keeping the weight off: physical activity, sitting time, and weight loss maintenance in bariatric surgery patients 2 to 16 years postsurgery. *Obes Surg* 2014; 24 (7): 1064-72.
59. Reid RE, Carver TE, Andersen KM, Court O, Andersen RE. Physical activity and sedentary behavior in bariatric patients long-term post-surgery. *Obes Surg* 2015; 25 (6): 1073-7.
60. Bergh I, Lundin Kvaalem I, Risstad H, Sniehotta FF. Preoperative predictors of adherence to dietary and physical activity recommendations and weight loss one year after surgery. *Surg Obes Relat Dis* 2016; 12 (4): 910-8.
61. Bond DS, Phelan S, Wolfe LG, Evans RK, Meador JG, Kellum JM, et al. Becoming physically active after bariatric surgery is associated with improved weight loss and health-related quality of life. *Obesity (Silver Spring)*. 2009; 17 (1): 78-83.
62. Colles SL, Dixon JB, O'Brien PE. Hunger control and regular physical activity facilitate weight loss after laparoscopic adjustable gastric banding. *Obes Surg* 2008; 18 (7): 833-40.
63. Afshar S, Seymour K, Kelly SB, Woodcock S, van Hees VT, Mathers JC. Changes in physical activity after bariatric surgery: using objective and self-reported measures. *Surg Obes Relat Dis* 2017; 13 (3): 474-83.
64. Tremblay MS, Warburton DE, Janssen I, Paterson DH, Latimer AE, Rhodes RE, et al. New Canadian physical activity guidelines. *Appl Physiol Nutr Metab* 2011; 36 (1): 36-46; 7-58.
65. Jensen MD, Ryan DH, Apovian CM, Ard JD, Comuzzie AG, Donato KA, et al. 2013 AHA/ACC/TOS guideline for the management of overweight and obesity in adults:

- a report of the American College of Cardiology/American Heart Association Task Force on Practice Guidelines and The Obesity Society. *J Am Coll Cardiol* 2014; 63 (25 Pt B): 2985-3023.
66. Swift DL, Johannsen NM, Lavie CJ, Earnest CP, Church TS. The role of exercise and physical activity in weight loss and maintenance. *Prog Cardiovasc Dis* 2014; 56 (4): 441-7.
 67. Rutherford D. The Role of Physical Activity and Exercise in Managing Obesity and Achieving Weight Loss. *Practical Guide to Obesity Medicine* 2017; 215.
 68. Tudor-Locke C, Craig CL, Aoyagi Y, Bell RC, Croteau KA, De Bourdeaudhuij I, et al. How many steps/day are enough? For older adults and special populations. *International Journal of Behavioral Nutrition and Physical Activity* 2011; 8 (1): 1.
 69. Garber CE, Blissmer B, Deschenes MR, Franklin BA, Lamonte MJ, Lee IM, et al. American College of Sports Medicine position stand. 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.
 70. Hootman JM, Macera CA, Ainsworth BE, Martin M, Addy CL, Blair SN. Association among physical activity level, cardiorespiratory fitness, and risk of musculoskeletal injury. *American journal of epidemiology* 2001; 154 (3): 251-8.