

Efeito do treino combinado na composição corporal de adultos submetidos a cirurgia bariátrica: uma revisão sistemática

Effect of combined training on body composition of adult who undergoing bariatric surgery: a systematic review

Thainá Santos de Almeida , Bruno Rodrigues Arruda , Vanessa de Moraes Tenius ,
Elcy Ramon Franco Carvalho , Luciane Pires da Costa 

Universidade do Estado do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, RJ, Brasil

RESUMO

Introdução: A cirurgia bariátrica, quando indicada, contribui para a redução da massa corporal total. No entanto, para eficácia a médio e longo prazo, a prática de exercícios físicos regulares é indicada como tratamento adjuvante à cirurgia. **Objetivo:** Verificar, através de uma revisão sistemática, o efeito do treinamento combinado na composição corporal de adultos submetidos à cirurgia bariátrica de bypass gástrico em Y de Roux (BGYR). **Métodos:** A busca eletrônica foi realizada nas bases de dados Pubmed, Scielo e Lilacs, nos idiomas inglês, português e espanhol. Foram incluídos apenas estudos controlados e randomizados com protocolo de treinamento combinado após RYGB. **Resultados:** Foram identificados 2071 artigos, sendo apenas seis elegíveis para a presente revisão. Com um total de 272 participantes, cinco dos artigos analisados contêm pacientes de ambos os sexos em sua amostra e um tinha apenas mulheres. O exercício físico atenuou a perda de densidade mineral óssea em diferentes regiões (-1,87%-2,91%; $p = 0,007-0,038$), além de prevenir o reganho de massa corporal. Por outro lado, apenas o estudo de Herring et al. (2017) apresentou maior redução de massa corporal nos sujeitos que realizaram exercício físico (-2,4kg; $p = 0,003$). Por fim, a avaliação da força muscular apresentou dados inconclusivos. **Conclusão:** A falta de estudos com alta qualidade metodológica e com baixo risco de viés, bem como a escolha inadequada dos instrumentos de avaliação para obtenção das medidas de interesse e o baixo número de artigos aptos para as medidas de interesse demonstram a necessidade de novos trabalhos a serem produzidos.

Palavras-chave: gastroplastia; obesidade mórbida; exercício físico; derivação jejunoileal; terapia por exercício

ABSTRACT

Introduction: Bariatric surgery, when indicated, helps to reduce total body mass. However, for medium-to long-term efficacy, regular physical exercise is recommended as an adjuvant treatment to surgery. **Objective:** To verify, through a systematic review, the effect of combined training on the body composition of adults undergoing Roux-en-Y gastric bypass surgery (RYGB). **Methods:** The electronic search was carried out in the Pubmed, Scielo, and Lilacs databases, in English, Portuguese, and Spanish languages. Only randomized controlled studies with a combined training protocol after RYGB were included. **Results:** 2071 articles were identified, of which only six were eligible for this review. With a total of 272 participants, five of the articles analyzed had patients of both sexes in their sample and one had only women. Physical exercise attenuated the loss of bone mineral density in different regions (-1.87%-2.91%; $p = 0.007-0.038$), as well as preventing body mass gain. On the other hand, only the study by Herring et al. (2017) showed a greater reduction in body mass in subjects who performed physical exercise (-2.4kg; $p = 0.003$). Finally, the assessment of muscle strength showed inconclusive data. **Conclusion:** The lack of studies with high methodological quality and low risk of bias, as well as the inadequate choice of assessment instruments to obtain measures of body integrity, has led to a significant reduction in body mass.

Keywords: gastroplasty; morbid obesity; physical exercise; jejunoileal bypass; exercise therapy

Introdução

O combate à obesidade tornou-se um grande desafio de saúde pública no Brasil, tendo sido incluída no grupo de doenças e/ou agravos crônicos não transmissíveis em 2013. De acordo com dados de 2021 da Vigilância de Fatores de Risco e Proteção para Doenças Crônicas por Inquérito Telefônico [1], o percentual de adultos com obesidade era de 22,35% [2]. Essa situação foi agravada pelas medidas de contenção impostas pela COVID-19, uma vez que o Brasil parece ter apresentado um predomínio no ganho de peso sobre a perda de peso durante a pandemia [3].

A cirurgia bariátrica é uma estratégia invasiva utilizada em situações em que o indivíduo apresenta alto risco de morte devido à obesidade ($\geq 40 \text{ kg/m}^2$ ou $\geq 35 \text{ kg/m}^2$ com comorbidade). Apesar de os dados dos últimos dois anos mostrarem uma diminuição do número de cirurgias bariátricas, esta redução pode ser efeito da pandemia [4]. Atualmente, a técnica de cirurgia bariátrica mais utilizada no Brasil pelo SUS é o bypass gástrico, também chamado de gastroplastia com derivação intestinal em Y de Roux (RYGB) [5].

Este procedimento é realizado com um agrafamento de parte do estômago e um desvio da parte inicial do intestino delgado, diminuindo a área disponível para conter os alimentos e favorecendo o aumento da produção de hormonas associadas à saciedade [6]. Estes efeitos favorecem a perda de massa corporal e a atenuação das comorbidades associadas à obesidade [6].

No entanto, muitos pacientes experimentam uma recuperação da massa corporal meses após a cirurgia [7-9]. A queda da taxa metabólica basal [10], a redução da massa muscular [11] e as deficiências nutricionais [12] podem explicar este fenómeno. Outro efeito adverso crónico associado ao BGYR é a redução acelerada da densidade mineral óssea, aumentando o risco de fraturas [13]. Além disso, os gastos públicos com gastroplastia aumentaram consideravelmente nos últimos 10 anos [14]. Entretanto, a adoção de um programa de treinamento físico como atividade terapêutica não farmacológica pode representar uma importante estratégia para combater os efeitos adversos observados após o BGYR, pois ajudam a promover a redução da massa corporal [15], da pressão arterial [16], além de estimular o aumento da força e da massa muscular [17].

Dentre os modelos consagrados de prescrição de exercício físico, pode-se destacar o treinamento combinado. Esse protocolo de treinamento demonstra promover melhor controle metabólico e da massa corporal, sendo definido como programas que combinam treinamento de força e capacidade aeróbia na mesma sessão de exercício, bem como as possíveis adaptações antagônicas produzidas por ambos [18].

Embora o exercício físico isoladamente não seja o principal promotor da redução da massa corporal, seus efeitos positivos sobre a saúde justificam a busca por mais estudos que possam verificar a procura por estratégias e propostas de treinamento que favoreçam maior aderência, reduzindo o sedentarismo, minimizando os custos públicos e o agravamento das comorbidades relacionadas [18].

Portanto, o objetivo desta revisão sistemática foi verificar o efeito do treino combinado na massa corporal, massa muscular, força muscular, densidade mineral óssea e recuperação da massa corporal em indivíduos adultos submetidos a BGYR.

Métodos

Protocolo e registro

O presente estudo seguiu as recomendações da Declaração PRISMA e foi registrado no International Prospective Register of Systematic Reviews (PROSPERO) com o identificador CRD42021286299 [19].

Crítérios de elegibilidade

Seguindo a estratégia PICOS (participantes, intervenção, comparador, resultado e desenho dos estudos) foram considerados como critérios de inclusão para a seleção dos estudos para esta revisão: (1) os participantes eram indivíduos de ambos os sexos com idade entre 18 e 60 anos submetidos ao BGYR, (2) padrões internacionalmente aceites para a realização de cirurgia bariátrica ($\text{IMC} \geq 35 \text{ kg/m}^2$ associado a comorbilidades ou $\text{IMC} \geq 40 \text{ kg/m}^2$), (3) a realização apenas de exercícios combinados como estratégia de intervenção após 3 meses de BGYR, (4) os estudos teriam que apresentar pelo menos um dos desfechos de interesse (massa corporal, massa muscular, força muscular, densidade mineral óssea e ganho de massa corporal) desta revisão em seus resultados, (5) apenas estudos controlados randomizados foram aceites. Foram excluídos os estudos em que a intervenção foi realizada antes do BGYR e os estudos considerados literatura cinzenta.

Estratégia de pesquisa

Entre 26 de janeiro e 2 de fevereiro de 2022, os autores (TSA, BAR e ISS) pesquisaram os artigos nas bases de dados PubMed, Scielo e Lilacs. Não foi utilizado filtro para período de publicação e língua nativa do texto original. Foram utilizados os seguintes termos de pesquisa: treinamento combinado, exercício combinado, treinamento concorrente, exercício concorrente, resistência aeróbica, treinamento, atividade física, exercício, terapia, programa de resistência aeróbica, bypass gástrico, cirurgia bariátrica, gastroplastia, composição corporal, perda de peso, densidade capilar, densidade mineral óssea, força muscular, massa corporal, força, Roux-en-Y, gastroplastia, entrenamiento concurrente, concurrent training, concurrent training protocol, combined exercise training, physical activity, physical exercise, gastroplasty, concurrent training, combined training, bariatric surgery, obesity, morbid obesity, physiology, surgery, therapy, gastric bypass, bone density, weight loss, muscle strength, body composition, body weight changes. Para cada base de dados, foi utilizada uma equação de busca específica, considerando as características de cada uma delas.

Processo de seleção

Foram localizados 2071 registros. Em seguida, utilizando o Endnote Web, foram encontrados e eliminados os registros duplicados. Este processo foi repetido com uma inspeção visual para eliminar os registros duplicados não identificados pela plataforma. Posteriormente, foram realizados os processos de triagem e elegibilidade, em que dois autores (TSA e BAR) realizaram a seleção de forma independente. Na triagem, a seleção foi realizada por meio da leitura dos títulos e resumos. No processo de elegibilidade, a avaliação foi realizada por meio da leitura do texto completo dos artigos que foram selecionados durante a triagem. Após a avaliação individual, tanto nos processos de triagem quanto nos de elegibilidade, os avaliadores se reuniram para eliminar as divergências. Quando as divergências permaneciam, um terceiro avaliador (RFC) tomava a decisão. Ao final, seis artigos foram incluídos neste estudo. Todo o processo é apresentado no fluxograma das etapas da revisão sistemática (Figura 1).

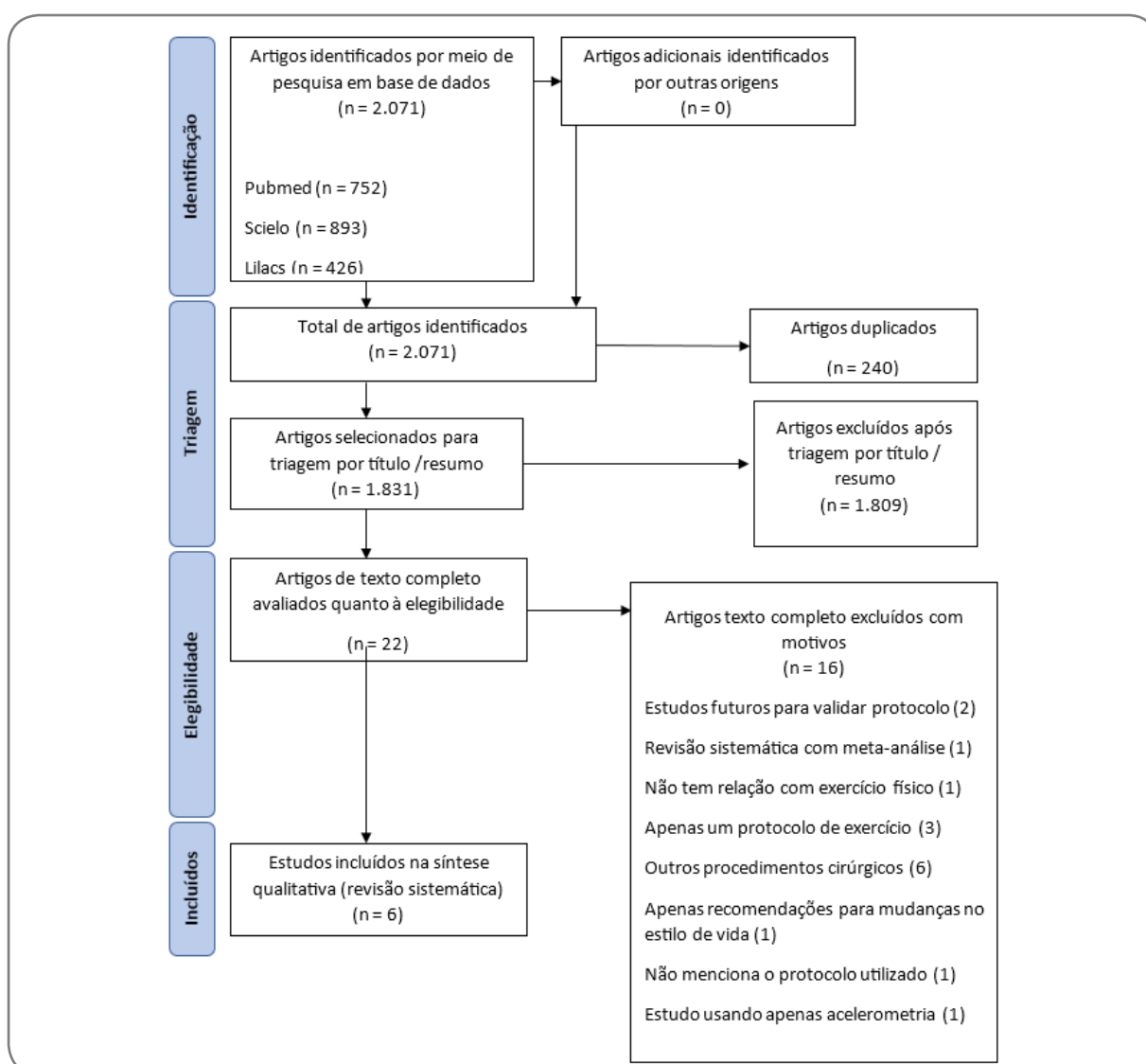


Figura 1 - Diagrama do Fluxo do PRISMA 2020 para pesquisas em bancos de dados, registradores e outras fontes

Em outubro de 2024, foi realizada uma nova pesquisa, com um período de seleção de publicações entre 2022 e 2024, a fim de atualizar a base de dados para esta revisão. Essa nova busca utilizou o mesmo processo da anterior. Nesta atualização, foram encontrados 35 novos artigos, porém nenhum deles atendia aos critérios de busca determinados para esta revisão sistemática. Dos 35 artigos encontrados, 7 artigos foram removidos por apresentarem desfecho diferente; 7 por apresentarem tempo de estudo diferente e 21 por compatibilidade.

Avaliação da qualidade metodológica e risco de enviesamento

A qualidade metodológica foi avaliada através da ferramenta Tool for the Assessment of Study quality and reporting in Exercise (TESTEX), que foi desenvolvida especificamente para estudos que utilizam o treinamento físico como intervenção [20]. A identificação do risco de viés dos ensaios clínicos randomizados foi realizada através da ferramenta Risk of Bias da Cochrane versão 2 (RoB 2) [21]. Tanto a qualidade metodológica quanto o risco de viés seguiram o mesmo procedimento. Dois pesquisadores (TSA e BAR) realizaram as duas avaliações de forma independente. Em seguida, foi realizada uma reunião para eliminar as discordâncias e, quando necessário, um terceiro pesquisador (RFC) tomou a decisão final [21].

Resultados

Caraterísticas dos estudos

As informações sobre população, tratamento e resultados das medidas de interesse são apresentadas na Tabela I. Em geral, o tamanho da amostra entre esses estudos variou de 15 a 60 indivíduos, com idades entre 30 e 50 anos. Apenas um estudo (16,7%) foi composto por uma amostra exclusivamente feminina e os cinco estudos restantes (83,3%) incluíram participantes de ambos os sexos. Em três artigos (50%) analisados, o exercício físico foi iniciado entre 12 e 24 meses após o BGYR [22-24]. Em outros dois estudos (33,3%), a intervenção com exercício físico foi iniciada após 1 mês após o BGYR [25-26] e em apenas um estudo (16,67%), o treinamento foi iniciado após 3 meses do BGYR [27]. Em geral, a intervenção com exercício físico durou entre 3 e 6 meses. As intervenções com exercícios físicos ocorreram de 2 a 3 vezes por semana. Cada sessão de treinamento durava aproximadamente 60 a 75 minutos. Em todos os artigos avaliados, o treinamento combinado foi supervisionado e consistiu em um período de aquecimento, exercícios aeróbicos, exercícios de força e foram finalizados por um período de resfriamento (retorno à calma).

Massa corporal e recuperação da massa corporal

Não foram observadas diferenças significativas na perda de massa corporal do grupo de intervenção em comparação com o grupo de controle, entre os estudos selecionados para esta revisão sistemática [22-26]. No entanto, três estudos mostraram que o treino combinado foi capaz de prevenir o reganho de peso após 6 a 12 meses de

treino [22-24]. Mundbjerg *et al.* [23-24] demonstraram que, após o período de intervenção com exercícios combinados realizados de forma supervisionada, os participantes foram capazes de manter a massa corporal nos 12 meses subsequentes. Este resultado é uma forte indicação da influência positiva do exercício combinado e da necessidade de manter a adesão para evitar o reganho de peso.

Tabela I - Estudos incluídos na revisão sistemática

Autor (ano)	Amostra	Duração e frequência semanal protocolo exercício físico	Protocolo de exercício físico	Variáveis de interesse	Instrumentos	Resultados
Hering <i>et al.</i> (2017) [22]	24 (M + H) GI = 12 GC = 12 (48.4 ± 8.9 anos) 12 a 24 meses após CB	3 meses 3x semana	TA 2sem 35min ↑ 45min 64 a 77% FC _{máx} PSE (12-14) TF 3 de 12 rep c/ 30 a 60s RECUP MMII LP; ABD; EX	FF FPM FM CC	ISWT DINAM TSLC BIOIMPED	GI X GC FF: ↑ 143,3 ± 86,6 m x GC ↓ 32,50 ± 75,93 FPM: GI ↑ DINAM lado direito 2,5kg x GC ↓ 0,9kg MC 12 semanas: GI ↓ 2,4kg x GC ↑ 1,0kg MC 24 semanas: GI ↓ 2,9kg x GC ↑ 2,9kg
Mundbjerg <i>et al.</i> (2018) [23]	60 (H=18; M=42) GI = 32 GC = 28 (42.3 ± 9.1 anos) 12 a 24 meses após CB	6 meses 2x semana	TA 15min CICLO 6-20 PSE + 10min OPC 50% VO ₂ máx ↑ 50 a 70% ↑ 70% TF 10min MMSS EL; PD; SUP 20 rep 60% 1RM ↑ 15 rep 65% 1RM ↑ 10 rep 75% 1 RM	CC FM MMSS FM MMII	ANTROP DINAM TSLC TSE	GI X GC MC 12 meses: GI = GC MC 24 meses: GI ↓ 0,1 kg x GC ↑ 2,1 kg FM MMII: GI ↑ 8,3N FM MMSS: GI = GC
Mundbjerg <i>et al.</i> (2018) [24]	60 (H=18; M=4) GI = 32 GC = 28 (42.3 ± 9.1 anos) 12 a 24 meses após CB	6 meses 2x semana	TA 15min CICLO + 15min OPC TF 10min MMSS FSI: 50% VO ₂ máx à FSF: 70%	CC VGA	ANTROP SCANNER	GI X GC MC 12 meses: GI = GC MC 24 meses: GI ↓ 0,1 kg x GC ↑ 2,1 kg VGV: GI = GC RCQ: GI = GC

Tabela I - Continuação

Autor (ano)	Amostra	Duração e frequência semanal protocolo exercício físico	Protocolo de exercício físico	Variáveis de interesse	Instrumentos	Resultados
Stegen et al. (2011) [25]	15 (H=4; M=11) GI: 8 GC: 7 (40.5 ± 8.1 anos) 1 mês após CB	3 meses 3x semana	TA 30min (10min CICLO + 10min CAM + 10min STEP) 60% ↑ 75% FCR TF 25min FLE e EX COTOV e JOEL c/ 15 sessões iniciais 2x 15rep a 60% 1RM; 18 sessões finais 3x de 10rep a 75% 1RM c/ 60s RECUP	CC FM ESTÁTICA FM DINÂMICA	ANTROP BIOIMPED MC= MLG + MG 1RM MÉTODO HOLTEN DINAM TSL	GI X GC FPM: GI = GC CC: GI = GC FM MMSS: GI ↑ BÍC 18,8%; ↑ TRÍC 26,3% x GC ↓ BÍC 23,8%; ↓ TRÍC 26,9% FM MMII: GI ↑ 63,3% QUADR x GC ↓ 19,9% QUADR CF FM: GC ↓ 16% QUADR; 36% BÍC; 39% TRÍC
Murai et al. (2019) [27]	M = 70 GI = 35 (40.0 ± 7.8) GC = 35 (42.1 ± 8.2) 3 meses após CB	6 meses 3x semana	TA 30 a 60min (↑ 10 min a cada 4 semanas) CAM EST (50%) TF 3x 8 a 12 rep MMII + MMSS LG; EX perna; ½ AGACH; SUP; PD; REMO e PANT c/ 60 RECUP ↑ 5% carga	DMO VOL. DMO CC MRO	DEXA HR-pQCT EXBIO	TF ↓ a perda da DMO no FÊM, QUADR e RD e ↓ colágeno tipo I C-telopeptídeo, pró colágeno e esclerostina
Noack-Segovia et al. (2019) [28]	43 (M= 32; H= 11) GI = 21 GC = 22 (33 ± 6.9 anos) 1 mês após CB	6 meses 3x semana	TA 30min CAM EST 54% ↑ 59% FCdRes TF 15min MMSS BÍC; TRÍC; DELT; PEIT ↑ INT e REP 1RM CICLO 15min ALONG MMII + MMSS c/ EXERC. RESP.	CC FM	BIOIMPED DINAM	GI X GC (após 6 meses) MC: GI = GC FM: GI = GC MM: GI = GC MG: GI = GC

*GI = grupo de intervenção; GC = Grupo controle; RCQ = Relação cintura-quadril; CB = Cirurgia bariátrica; FM = Força muscular; AEROB = treino aeróbico; TF = treinamento de força; FCR = Frequência cardíaca de reserva; MMSS = membros superiores; MMII = membros inferiores; PE = Percepção de esforço; Rep = Repetições; INT = Intensidade; 1RM = 1 repetição máxima; MC = Massa corporal; CC = Composição corporal; MG = Massa gorda; MLG = Massa livre de gordura; DMO = Densidade mineral óssea; TCI = Teste de caminhada incremental; FC = Frequência cardíaca; LP = Leg Press; ABD = Abdominais; EXT = Flexões; EX = Extensões; COT = Cotovelo; JOE = Joelho; FF = Função física; OPC = Opcional; FI = Fase inicial; FFin = Fase final; VGV = Volume de gordura visceral; CAM = Caminhada; STEP = "Step"; "=" = Sem diferença significativa; FPM = Força de prensão manual; CF = Capacidade funcional; EST = Esteira; DINAM = Dinamômetro; FunM = Função muscular; TSL = Teste de sentar e levantar; ALONG = Alongamento; ANTROP = Antropometria; TEE = Teste de escalada de escada; VGA = Volume de gordura abdominal; BI = Bio impedância; DEXA = Densitometria óssea; VOL= Volume; TM-pQCT = Tomografia computadorizada quantitativa periférica de alta resolução; MRO = Marcadores de remodelação óssea; TEXBIO = Testes bioquímicos; CFdRes = Capacidade e frequência de resistência; QUADR = Quadríceps; LIMIT = Limitações; BIC = Bíceps; TRÍC = Tríceps; DELT = Deltoide; PEIT = Peitoral; CICLO = Cicloergômetro; EXRESP. = Exercícios de respiração; MM = massa magra; FCmax = frequência cardíaca máxima; RECOV = Recuperação; EL = Elevação lateral; PUX = Puxar ou puxar para baixo; SUP = Supino; AGACH = Agachamento; CALC = Calcanhar; FÊM = Fêmur; RD = Rádio distal

Tabela II - Estudos com um protocolo de tratamento de 3 meses incluídos na revisão sistemática

Autor (ano)	Hering <i>et al.</i> (2017) [22]	Stegen <i>et al.</i> (2011) [25]
Amostra	24 (H + M) GI = 12 GC = 12 (48.4 ± 8.9 anos) 12 a 24 meses após BS	15 (H= 4; M= 11) GI:8 GC:7 (40.5 ± 8.1 anos) 1 meses após CB
Duração/Frequência semanal do protocolo de exercícios físicos	3 meses 3x semana	3 meses 3xsemana
Protocolo de exercícios físicos	AEROB 2semanas 35min ↑ 45min 64 a 77% FCmax PE (12-14) TF 3 de 12 rep w/ 30 a 60s RECOV MMII LP; ABD; EX	TF 30min (10min CICLO + 10min CAM + 10min STEP) 60% ↑ 75% FCR TF 25min EXT e EX COT e JOE w/ 15 sessões iniciais 2x 15rep a 60% 1RM 18 final 3x sessões de 10rep a 75% 1RM w/ 60s RECOV
Variáveis de interesse	FF FPM FM CB	CB FM ESTÁTICO MG DINÂMICO
Instrumentos	TCI DINÂMICO TSL BI	ANTROP BI MC= MLG + FM 1RM MÉTODO HOLTEN SL DINÂMICO
Resultados	GI X GC FF: ↑ 143.3 ± 86.6 m x CG ↓ 32.50 ± 75.93 FPM: GI ↑DINAM lado direito 2.5kg x GC ↓ 0.9kg 2 semanas: GI ↓ MC 24 semanas: GI ↓ 2.9kg x GC ↑ 2.9 kg 2.4kg x GC ↑ 1.0kg	GI X GC FPM: GI = GC CC: GI = GC FM MMSS: GI↑ BÍC 18,8%; ↑ TRÍC 26,3% x GC ↓ BÍC 23,8%; ↓ TRIC 26.9% FM MMII: IG ↑ 63,3% QUADR x GC ↓ 19,9% QUADR CF FM: GC ↓ 16% QUADR; 36% BÍC; 39% TRIC

*GI = grupo de intervenção; GC = Grupo controle; RCQ = Relação cintura-quadril; CB = Cirurgia bariátrica; FM = Força muscular; AEROB = treino aeróbico; TF = treinamento de força; FCR = Frequência cardíaca de reserva; MMSS = membros superiores; MMII = membros inferiores; PE = Percepção de esforço; Rep = Repetições; INT = Intensidade; 1RM = 1 repetição máxima; MC = Massa corporal; CC = Composição corporal; MG = Massa gorda; MLG = Massa livre de gordura; DMO = Densidade mineral óssea; TCI = Teste de caminhada incremental; FC = Frequência cardíaca; LP = Leg Press; ABD = Abdominais; EXT = Flexões; EX = Extensões; COT = Cotovelo; JOE = Joelho; FF = Função física; OPC = Opcional; FI = Fase inicial; FFin = Fase final; VGV = Volume de gordura visceral; CAM = Caminhada; STEP = "Step"; "=" = Sem diferença significativa; FPM = Força de preensão manual; CF = Capacidade funcional; EST = Esteira; DINAM = Dinamômetro; FunM = Função muscular; TSL = Teste de sentar e levantar; ALONG = Alongamento; ANTROP = Antropometria; TEE = Teste de escalada de escada; VGA = Volume de gordura abdominal; BI = Bio impedância; DEXA = Densitometria óssea; VOL= Volume; TM-pQCT = Tomografia computadorizada quantitativa periférica de alta resolução; MRO = Marcadores de remodelação óssea; TEXBIO = Testes bioquímicos; CFdRes = Capacidade e frequência de resistência; QUADR = Quadríceps; LIMIT = Limitações; BIC = Bíceps; TRÍC = Tríceps; DELT = Deltoide; PEIT = Peitoral; CICLO = Cicloergômetro; EXRESP. = Exercícios de respiração; MM = massa magra; FCmax = frequência cardíaca máxima; RECOV = Recuperação; EL = Elevação lateral; PUX = Puxar ou puxar para baixo; SUP = Supino; AGACH = Agachamento; CALC = Calcanhar; FÊM = Fêmur; RD = Rádio distal

Massa muscular e força muscular

Infelizmente, nenhum dos estudos selecionados para esta revisão sistemática mediu a massa muscular. Por outro lado, a força muscular foi o objeto de interesse em quatro estudos selecionados [22,23,25,26]. Apenas Stegen *et al.* [25] mostraram diferenças significativas no ganho de força no quadríceps, bíceps braquial e tríceps braquial. Os outros três artigos [22,23,26] apresentaram resultados inconclusivos quanto a este. Embora Mundbjerg *et al.* [23] tenham observado diferenças significativas de força na abdução do quadril, o mesmo não aconteceu nos outros eixos de movimento do quadril e deltoide, enquanto Noack-Segovia *et al.* [26] e Herring *et al.* [22] não identificaram que houve diferenças significativas na força de preensão manual.

Densidade mineral óssea

Apenas Murai *et al.* investigaram os efeitos na densidade mineral óssea através de DEXA, tomografia computadorizada quantitativa periférica de alta resolução (TM-pQCT) e testes bioquímicos. Foi observado no estudo que o treinamento supervisionado reduziu os danos causados pelo RYGB na DMO das regiões do fêmur, quadríceps e rádio distal. Além disso, demonstraram que o treino foi capaz de minimizar os níveis de colagénio tipo I C-telopeptídeo (marcador de reabsorção óssea), procologénio e esclerostina (proteína inibidora da atividade dos osteoblastos) [27].

Escala Testex e risco de enviesamento

Na escala Testex, os estudos considerados de alta qualidade metodológica têm uma pontuação ≥ 10 pontos. Apenas o trabalho de Stegen *et al.* [25] recebeu uma classificação abaixo desse ponto de corte. Nenhum dos estudos cegou os avaliadores para pelo menos um resultado de interesse e apenas um artigo recolheu informação sobre a possível participação em atividade física fora do estudo nos participantes do grupo de controle [26].

Através da ferramenta Cochrane foi possível observar que dos seis estudos selecionados para a presente revisão sistemática, cinco obtiveram classificação de risco de viés incerto e um artigo foi classificado com alto risco de viés.

Os resultados individuais de cada estudo para qualidade metodológica e risco de viés são apresentados, respetivamente, nas tabelas IV e V.

Tabela III - Estudos com um protocolo de tratamento de 6 meses incluídos na revisão sistemática

Autor (ano)	Mundbjerg <i>et al.</i> (2018) [23]	Mundbjerg <i>et al.</i> (2018) [24]	Murai <i>et al.</i> (2019) [27]	Noack-Segovia <i>et al.</i> (2019) [28]
Amostra	60 (H =18; M= 42) GI = 32 GC = 28 (42.3 ± 9.1 anos) 12 A 24 meses após CB	60 (H= 18; M= 4) GI = 32 GC = 28 (42.3 ± 9.1 anos) 12 a 24 meses após CB	M = 70 GI = 35 (40.0 ± 7.8) GC = 35 (42.1 ± 8.2) 3 meses após CB	43 (H= 32; M= 11) GI = 21 GC = 22 (33 ± 6.9 anos) 1 mês após CB
Duração/Frequência semanal do protocolo de exercícios físicos	6 meses 2x semana	6 meses 2x semana	6 meses 3x semana	6 meses 3x semana
Protocolo de exercícios físicos	TF 15min CICLO 6-20 PE + 10min OPC 50% VO2max ↑ 50 a 70% ↑ 70% TF 10min MMSS LE; PD; SUP 20 REP 60% 1RM ↑ 15 rep 65% 1RM ↑ 10 rep 75% 1 RM	TF 15min CICLO + 15min OPC TF 10min MMSS FI: 50% VO2max a FFin: 70%	AEROB 30 A 60min (↑ 10 min a cada 4 semanas) CAM EST (50%) TF 3x 8 a 12 rep MMII + MMSS LG; EX perna; 1/2 AGACH; SUP; PD REMO e CALC / 60 RECUP ↑ 5% carga	AEROB 30min CAM EST 54% ↑ 59% CFdRes TF 15min MMSS BÍC; TRIC; DELT; PEIT ↑ INT e REP 1RM CICLO 15min ALONG MMII + MMSS / EX RESP
Variáveis de interesse	CC FM MMSS FM MMII	CC VGV	DMO VOL. DMO CC MRO	CC FM
Instrumentos	ANTROP DINAM TLS TEE	ANTROP SCANNER	DEXA TM-pQCT TEXBIO	BI DINAM
Resultados	GI X GC MM 12 meses: IG = GC MM 24 meses: GI ↓ 0.1 kg x GC ↑ 2.1 kg FM MMII: GI ↑ 8.3N FM MMSS: GI = GC	GI X GC MM 12 meses: GI = GC MM 24 meses: GI ↓ 0.1 kg x GC ↑ 2.1 kg PSV: GI = GC RCQ: GI = GC	FM ↓ a perda de DMO no FEM, QUADR e RD e ↓ colágeno tipo I C-telopeptideo, pró-colageno e esclerostina	GI X GC (após 6 meses) MC: GI = GC FM: GI = GC MM: GI = GC MG: GI = GC

*GI = grupo de intervenção; GC = Grupo controle; RCQ = Relação cintura-quadril; CB = Cirurgia bariátrica; FM = Força muscular; AEROB = treino aeróbico; TF = treinamento de força; FCR = Frequência cardíaca de reserva; MMSS = membros superiores; MMII = membros inferiores; PE = Percepção de esforço; Rep = Repetições; INT = Intensidade; 1RM = 1 repetição máxima; MC = Massa corporal; CC = Composição corporal; MG = Massa gorda; MLG = Massa livre de gordura; DMO = Densidade mineral óssea; TCI = Teste de caminhada incremental; FC = Frequência cardíaca; LP = Leg Press; ABD = Abdominais; EXT = Flexões; EX = Extensões; COT = Cotovelo; JOE = Joelho; FF = Função física; OPC = Opcional; FI = Fase inicial; FFin = Fase final; VGV = Volume de gordura visceral; CAM = Caminhada; STEP = "Step"; "=" = Sem diferença significativa; FPM = Força de preensão manual; CF = Capacidade funcional; EST = Esteira; DINAM = Dinamômetro; FunM = Função muscular; TSL = Teste de sentar e levantar; ALONG = Alongamento; ANTROP = Antropometria; TEE = Teste de escada de escada; VGA = Volume de gordura abdominal; BI = Bio impedância; DEXA = Densitometria óssea; VOL= Volume; TM-pQCT = Tomografia computadorizada quantitativa periférica de alta resolução; MRO = Marcadores de remodelação óssea; TEXBIO = Testes bioquímicos; CFdRes = Capacidade e frequência de resistência; QUADR = Quadriceps; LIMIT = Limitações; BIC = Bíceps; TRÍC = Tríceps; DELT = Deltoide; PEIT = Peitoral; CICLO = Cicloergômetro; EXRESP = Exercícios de respiração; MM = massa magra; FCmax = frequência cardíaca máxima; RECOV = Recuperação; EL = Elevação lateral; PUX = Puxar ou puxar para baixo; SUP = Supino; AGACH = Agachamento; CALC = Calcanhar; FÊM = Fêmur; RD = Rádio distal

Tabela IV - Resultado da qualidade metodológica através da Escala TESTEX

Estudos	Critérios												Total
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
Stegen <i>et al.</i> (2011) [25]	1	0	0	0	0	1	0	2	1	0	1	1	7
Hering <i>et al.</i> (2017) [22]	1	1	1	1	0	2	1	2	1	0	1	1	12
Mundbjerg <i>et al.</i> (2018) [23]	1	1	1	1	0	1	1	2	1	0	1	1	11
Mundbjerg <i>et al.</i> (2018) [24]	1	1	0	1	0	1	1	2	1	0	1	1	10
Murai <i>et al.</i> (2019) [27]	1	1	1	1	0	1	1	2	1	0	1	1	11
Noack-Segovia <i>et al.</i> (2019) [28]	1	1	0	1	0	2	0	1	1	1	1	1	10

Os critérios são: 1) definição dos critérios de inclusão e exclusão; 2) randomização aleatória; 3) ocultação de alocação; 4) semelhança entre os grupos na fase inicial; 5) cegamento do avaliador (para pelo menos um resultado importante); 6) medida de pelo menos um desfecho primário em 85% dos pacientes (até três pontos); 7) análise da intenção de tratar; 8) comparação estatística entre os grupos relatadas; 9) relatar medidas pontuais e medidas de variabilidade para todas as medidas de resultados relatados; 10) monitoramento das atividades do grupo controle; 11) a intensidade relativa do exercício permaneceu constante; 12) características do volume do exercício e gasto de energia.

Tabela V - Risco de viés dos artigos selecionados

Autores (ano)	Domínio					Resultado
	1	2	3	4	5	
Herring <i>et al.</i> (2017) [22]	↓	↔	↓	↓	↔	Algumas preocupações
Mundbjerg <i>et al.</i> (2018) [23]	↓	↔	↓	↓	↔	Algumas preocupações
Mundbjerg <i>et al.</i> (2018) [24]	↓	↔	↓	↓	↔	Algumas preocupações
Murai <i>et al.</i> (2019) [27]	↓	↔	↓	↓	↓	Algumas preocupações
Noack-Segovia <i>et al.</i> (2019) [28]	↓	↔	↓	↓	↓	Algumas preocupações
Stegen <i>et al.</i> (2011) [25]	↑	↔	↓	↓	↔	Alto risco de viés

Critérios 1: Viés decorrente do processo de randomização; 2: Viés devido a desvios das intervenções pretendidas; 3: Viés devido à falta de dados de desfecho; 4: Viés na medição do desfecho; 5: Viés na seleção do resultado relatado; ↓: baixo risco de viés; ↔: algumas preocupações; ↑: alto risco de viés

Discussão

A presente revisão sistemática identificou que o treino combinado foi capaz de evitar a recuperação da massa corporal e minimizou a perda de densidade mineral óssea observada nos grupos de controle. No entanto, a redução da massa corporal, massa livre de gordura e força muscular após a cirurgia foram semelhantes entre os grupos independentemente do exercício. As alterações na massa muscular ainda necessitam de mais estudos para uma maior compreensão, pois esta variável foi normalmente observada de forma indireta através da massa isenta de gordura. De forma geral, deve-se ainda ter muito cuidado na interpretação desses resultados, principalmente da densidade mineral óssea, devido ao reduzido número de estudos encontrados.

A hipótese inicial compartilhada entre alguns autores [22,25] de que a inclusão do treinamento combinado poderia maximizar a perda de massa corporal após o BGYR, devido à combinação da redução da ingestão calórica com o aumento do gasto energético provocado pelo exercício, não foi confirmada [22,24,25]. Apesar da limitação de não ter sido calculado o gasto calórico do exercício, é provável que o gasto energético não tenha sido elevado devido à própria característica da população estudada e à combinação de volume e intensidade proposta. Somado ao baixo gasto energético dos exercícios propostos, o gasto energético bruto do exercício precisa ser subtraído pela taxa metabólica basal em repouso, uma vez que, para o indivíduo se engajar em um programa de exercícios, ele deixou de realizar outras atividades em repouso [28]. Portanto, o gasto energético efetivo do programa de exercícios é reduzido e, talvez, insuficiente para induzir a redução da massa corporal. Entretanto, o treinamento foi capaz de evitar o reganho de massa corporal em até 12 meses [22-24]. Além dos exercícios, os sujeitos do grupo de treinamento receberam recomendações sobre dietas e adoção de um estilo de vida ativo logo após o período de intervenção. Tais recomendações podem ter contribuído para o resultado, considerando que a recuperação da massa corporal é frequentemente atribuída à falta de adesão a hábitos alimentares adequados e à rotina de exercícios físicos [22,24]. A importância desse achado é que o reganho de peso corporal é observado em vários indivíduos submetidos ao BGYR e tem um impacto negativo relevante na saúde [29].

Relativamente à força muscular, os resultados são inconclusivos [22,23,25,26]. Quatro estudos avaliaram o impacto na força e três desses estudos não observaram diferença significativa [22,25,26]. Todos os estudos que não observaram diferença na capacidade de produzir força em indivíduos treinados com exercícios combinados versus não treinados (grupo controle) após o BGYR realizaram a medida com o teste de preensão palmar. No entanto, é preciso cautela na conclusão desses resultados, pois essa medida de força depende de uma tarefa muito específica. Nenhum dos três estudos incluiu exercícios de preensão palmar no seu programa de treino. Assim, a não especificidade do programa de exercícios com a medida de força realizada nos testes pode mascarar os possíveis ganhos de força nos grupos musculares efetivamente treinados [22,26].

Esta hipótese pode ser reforçada por Stegen *et al.* [25] que observaram um aumento significativo dos níveis de força no quadríceps, bíceps braquial e tríceps braquial após 12 semanas nos sujeitos submetidos ao treino em comparação com os seus pares não treinados. No entanto, Stegen *et al.* [25] apresentaram uma séria ameaça ao risco de viés para a geração de sequência aleatória (randomização) e ocultação de alocação. Assim, mais estudos são necessários para identificar o efeito real de um programa de exercícios combinados sobre os ganhos de força muscular em pessoas obesas submetidas ao BGYR.

Embora existam poucos estudos que buscaram observar o efeito dos exercícios combinados na densidade mineral óssea, seu treinamento parece reduzir o impacto negativo causado pelo RYGB [27]. Murai *et al.* observaram que o treinamento combi-

nado supervisionado atenuou a perda óssea nas regiões do quadríceps, fêmur e rádio distal, obtendo ainda benefícios na redução dos componentes da reabsorção óssea [27]. O RYGB promove o aumento de esclerostina e Dickkopf-1, que são responsáveis pela inibição da via de sinalização WNT que atua principalmente na remodelação óssea através da estimulação de osteoblastos [30]. O exercício combinado pode ser um agente direto na preservação da densidade mineral óssea através da diminuição das concentrações de esclerostina e DKK-1 na corrente sanguínea [27].

Estima-se que 31% da redução da massa corporal pós-cirúrgica seja reflexo da diminuição da massa livre de gordura [31,32]. Devido à redução do consumo alimentar e calórico, a absorção de nutrientes é dificultada, diminuindo acentuadamente a massa magra, que exerce efeitos metabólicos, anti-inflamatórios, manutenção da sensibilidade à insulina e redução do stress oxidativo [33]. No entanto, a massa muscular é apenas mais um componente da massa isenta de gordura [34]. Portanto, a mensuração específica da massa muscular é fundamental para entender até que ponto o exercício físico pode contribuir para a redução dos efeitos adversos do BGYR nessa variável. Nos estudos adequados para esta revisão, nenhum mediu a massa muscular propriamente dita, observando apenas as alterações na massa livre de gordura [22,25,26]. Portanto, a mensuração da massa livre de gordura pode não ser suficiente para compreender essa importante variável para a saúde da população-alvo. Consequentemente, são necessários mais estudos para compreender melhor os efeitos do treino de exercício combinado na massa muscular.

Uma limitação importante dos estudos selecionados por esta revisão sistemática é a baixa adesão ao treinamento relatada por alguns [23,24]. Nos estudos de Mundjberg *et al.* [23,24], dos 32 sujeitos, apenas 59,4% tiveram frequência de treinamento igual ou superior a 50% das sessões, enquanto 25% compareceram a menos de 10% das sessões de treinamento programadas. Além da baixa adesão à prática de exercícios físicos característica da amostra, os autores relataram que os sujeitos treinavam em um centro de treinamento público. Essa condição pode ter contribuído para o baixo grau de frequência, pois os sujeitos poderiam apresentar baixa autoestima e autossatisfação com a massa corporal. Além disso, a longa distância entre as residências de alguns participantes e o local de treinamento e a carga horária de trabalho podem ter impactado na taxa de comparecimento às sessões de exercícios [23,24]. A ausência de controle da ingestão calórica ou mesmo a observação dos hábitos alimentares dos participantes do estudo através de um recordatório alimentar foi observada em vários estudos [25-27]. O controle do comportamento alimentar não só favorece a correta observação das alterações na composição corporal e no nível de força, como também pode interferir nos resultados da densidade mineral óssea, uma vez que o BGYR provoca alterações nos percentuais de absorção de macro e micronutrientes da dieta [27,35].

Um importante diferencial desta revisão sistemática foi avaliar tanto o risco de viés pela Escala Cochrane quanto a qualidade metodológica pelo TESTEX, permitindo uma visão completa sobre a confiança e extrapolação dos resultados dos

artigos selecionados. Diante disso, foi possível observar que metade dos estudos selecionados nesta revisão sistemática apresentou, em pelo menos um domínio da escala Cochrane, alto risco de viés, apesar de ter altos escores na escala TESTEX. Portanto, a certeza dos resultados observados (validade interna) nos estudos selecionados está diminuída, reforçando a necessidade de mais estudos com maior rigor metodológico.

A presente revisão também demonstrou que ainda existem lacunas a serem investigadas em relação ao treinamento físico combinado e a população alvo, principalmente no que se refere às medidas de massa muscular e densidade mineral óssea, além dos cuidados para reduzir os riscos de viés comumente observados nesses estudos. Embora não tenha sido objeto de investigação desta revisão e os estudos selecionados apresentem algumas limitações importantes, observou-se que um programa de exercícios combinados pode melhorar a funcionalidade [23], reduzir os riscos cardiovasculares [24] e o perfil lipídico [24] de indivíduos submetidos ao BGYR. Estes resultados em conjunto podem contribuir para uma melhor qualidade de vida global do indivíduo.

Conclusão

Embora o exercício físico seja comumente indicado para indivíduos submetidos à cirurgia bariátrica, a lacuna de conhecimento sobre o efeito do treinamento combinado de exercícios nessa população ainda é vasta. A falta de estudos de alta qualidade metodológica e com baixo risco de viés, a escolha inadequada dos instrumentos de avaliação para obtenção das medidas de interesse e o baixo número de artigos selecionados para as medidas de interesse demonstram a necessidade de que novos estudos sejam produzidos para aumentar a confiança nos resultados relatados. Das medidas de interesse, a não observação da redução de peso corporal mais significativa entre os indivíduos que treinaram e o controle, bem como a menor magnitude de ganho de peso nos indivíduos treinados apresentam a melhor confiabilidade nas observações em relação às demais medidas de interesse (densidade mineral óssea, força e massa muscular).

Potencial conflito de interesse

Os autores declaram não ter conflito de interesse

Fontes de financiamento

CNPq

Contribuição dos autores

Concepção e desenho da pesquisa: Carvalho R, Pires L; Coleta de dados: Almeida T, Arruda B, Tenius V; Análise e interpretação dos dados: Carvalho R, Pires L; Análise estatística: Carvalho R; Pires L; Redação do manuscrito: Almeida T, Arruda B; Revisão crítica do manuscrito quanto ao conteúdo intelectual importante: Carvalho R, Pires L

Referências

1. Pollack AAMA. Recognizes obesity as a disease - The New York Times. New York Times. Published 2013. [citado 2023 Jan 6]. Disponível em: <https://www.nytimes.com/2013/06/19/business/ama-recognizes-obesity-as-a-disease.html>
2. Ministério da Saúde. Vigitel Brasil 2021: Vigilância de fatores de risco e proteção para doenças crônicas por inquérito telefônico estimativas sobre frequência e distribuição sociodemográfica de fatores de risco e proteção para doenças crônicas nas capitais dos 26 estados brasileiros e no Distrito Federal em 2021. [citado 2023 Jan 6]. Disponível em: www.saude.gov.br/svs
3. Costa CDS, Steele EM, Leite MA, Rauber F, Levy RB, Monteiro CA. Mudanças no peso corporal na coorte NutriNet Brasil durante a pandemia de covid-19. *Rev Saude Publica*. 2021;55. doi: 10.11606/S1518-8787.2021055003457
4. Buchwald H. Metabolic/bariatric surgery during COVID-19. *Obes Surg*. 2021;31(6):2783. doi: 10.1007/S11695-021-05254-8
5. Oliveira AM, Costa SS, Costa IS, Júnior N de JPB. Bariatric surgeries performed in the unique Brazilian Health System between 2010 and 2019. *Research, Society and Development*. 2021;10(1):e47510111985-e47510111985. doi: 10.33448/RSD-V10I1.11982
6. Poghosyan T, Baratte C. Bariatric surgery techniques. *Rev Prat*. 2022;72(2):160-63. [citado 2022 Dec 22. [citado 2023 Mar 12]. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/35289524/>
7. Buchwald H, Avidor Y, Braunwald E, Jensen MD, Pories W, Fahrback K, et al. Bariatric surgery: a systematic review and meta-analysis. *JAMA*. 2004;292(14):1724-37. doi: 10.1001/JAMA.292.14.1724
8. Cooper TC, Simmons EB, Webb K, Burns JL, Kushner RF. Trends in weight regain following Roux-en-Y Gastric Bypass (RYGB) Bariatric Surgery. *Obes Surg*. 2015;25(8):1474-81. doi: 10.1007/S11695-014-1560-Z
9. Velapati SR, Shah M, Kuchkuntla AR, Abu-Dayyeh, Grothe K, Hurt RT, et al. Weight regain after bariatric surgery: prevalence, etiology, and treatment. *Curr Nutr Rep*. 2018;7(4):329-34. doi: 10.1007/S13668-018-0243-0
10. Carey DG, Pliego GJ, Raymond RL. Body composition and metabolic changes following bariatric surgery: effects on fat mass, lean mass and basal metabolic rate: six months to one-year follow-up. *Obes Surg*. 2006;16(12):1602-08. doi: 10.1381/096089206779319347
11. Cleva R, Mota FC, Gadducci AV, Cardia L, D'Andréa Greve JM, Santo MA. Resting metabolic rate and weight loss after bariatric surgery. *Surg Obes Relat Dis*. 2018;14(6):803-07. doi: 10.1016/J.SOARD.2018.02.026
12. Goldner WS, O'Dorisio TM, Dillon JS, Mason EE. Severe metabolic bone disease as a long-term complication of obesity surgery. *Obes Surg*. 2002;12(5):685-92. doi: 10.1381/096089202321019693
13. Yu EW, Bouxsein ML, Roy AE, Baldwin C, Cange A, Neer RM, et al. Bone loss after bariatric surgery: discordant results between DXA and QCT bone density. *J Bone Miner Res*. 2014;29(3):542. doi: 10.1002/JBMR.2063
14. Zubiaurre PR, Bahia LR, da Rosa MQM, Assumpção RP, Padoin AV, Susseimbach SP, et al. Estimated costs of clinical and surgical treatment of severe obesity in the Brazilian Public Health System. *Obes Surg*. 2017;27(12):3273-3280. doi: 10.1007/S11695-017-2776-5
15. Willis LH, Slentz CA, Bateman LA, Shields AT, Piner LW, Bales CW, et al. Effects of aerobic and/or resistance training on body mass and fat mass in overweight or obese adults. *J Appl Physiol* (1985). 2012;113(12):1831-37. doi: 10.1152/JAPPLPHYSIOL.01370.2011
16. Schroeder EC, Franke WD, Sharp RL, Lee DC. Comparative effectiveness of aerobic, resistance, and combined training on cardiovascular disease risk factors: A randomized controlled trial. *PLoS One*. 2019;14(1). doi: 10.1371/JOURNAL.PONE.0210292
17. Coen PM, Goodpaster BH. A role for exercise after bariatric surgery? *Diabetes Obes Metab*. 2016;18(1):16-23. doi: 10.1111/DOM.12545
18. Häkkinen K, Alen M, Kraemer WJ, Gorostiaga E, Izquierdo M, Rusko H, et al. Neuromuscular adaptations during concurrent strength and endurance training versus strength training. *Eur J Appl Physiol*. 2003;89(1):42-52. doi: 10.1007/S00421-002-0751-9
19. Moher D, Liberati A, Tetzlaff J, Altman DG. Preferred reporting items for systematic reviews and meta-analyses: the PRISMA Statement. *Open Medicine*. 2009;3(3):e123. doi: 10.14306/renhyd.18.3.114

20. Smart NA, Waldron M, Ismail H, Giallauria F, Vigorito C, Cornelissen V, *et al.* Validation of a new tool for the assessment of study quality and reporting in exercise training studies: TESTEX. *Int J Evid Based Healthc.* 2015;13(1):9-18. doi: 10.1097/XEB.000000000000020
21. Sterne JAC, Savović J, Page MJ, Elbers RG, Blencowe NS, Boutron I, *et al.* RoB 2: a revised tool for assessing risk of bias in randomised trials. *BMJ* 2019; 366: l4898. doi: 10.1136/bmj.l4898
22. 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. doi: 10.1038/IJO.2017.60
23. Mundbjerg LH, Stolberg CR, Bladbjerg EM, Funch-Jensen P, Juhl CB, Gram B. Effects of 6 months supervised physical training on muscle strength and aerobic capacity in patients undergoing Roux-en-Y gastric bypass surgery: a randomized controlled trial. *Clin Obes.* 2018;8(4):227-35. doi: 10.1111/COB.12256
24. Mundbjerg LH, Stolberg CR, Cecere S, Bladbjerg EM, Funch-Jensen P, Gram B, *et al.* Supervised physical training improves weight loss after Roux-en-Y Gastric Bypass Surgery: a randomized controlled trial. *Obesity (Silver Spring).* 2018;26(5):828-37. doi: 10.1002/OBY.22143
25. Stegen S, Derave W, Calders P, Van Laethem C, Pattyn P. Physical fitness in morbidly obese patients: effect of gastric bypass surgery and exercise training. *Obes Surg.* 2011;21(1):61-70. doi: 10.1007/S11695-009-0045-Y
26. Noack-Segovia JP, Sánchez-López AM, García-García I, Rodríguez-Blanke R, León-Ríos XA, Aguilar-Cordero MJ. Physical exercise and grip strength in patients intervened through bariatric surgery. *Aquichan.* 2019;19(3). doi: 10.5294/AQUI.2019.19.3.6
27. Murai IH, Roschel H, Dantas WS, Gil S, Merege-Filho C, Cleva R, *et al.* Exercise mitigates bone loss in women with severe obesity after Roux-en-Y Gastric Bypass: a randomized controlled trial. *J Clin Endocrinol Metab.* 2019;104(10):4639-50. doi: 10.1210/JC.2019-00074
28. Pontzer H. Energy constraint as a novel mechanism linking exercise and health. *Physiology (Bethesda).* 2018;33(6):384-93. doi: 10.1152/PHYSIOL.00027.2018
29. Karmali S, Brar B, Shi X, Sharma AM, De Gara C, Birch DW. Weight recidivism post-bariatric surgery: a systematic review. *Obes Surg.* 2013;23(11):1922-33. doi: 10.1007/S11695-013-1070-4
30. Baron R, Kneissel M. WNT signaling in bone homeostasis and disease: from human mutations to treatments. *Nat Med.* 2013;19(2):179-92. doi: 10.1038/NM.3074
31. Vauras C, Diméglio C, Charras L, Anduze Y, Chalret du Rieu M, Ritz P. Determinants of changes in muscle mass after bariatric surgery. *Diabetes Metab.* 2015;41(5):416-21. doi: 10.1016/J.DIABET.2015.04.003
32. Chaston TB, Dixon JB, O'Brien PE. Changes in fat-free mass during significant weight loss: a systematic review. *Int J Obes (Lond).* 2007;31(5):743-50. doi: 10.1038/SJ.IJO.0803483
33. DeMaria EJ. Bariatric surgery for morbid obesity. *N Engl J Med.* 2007;356(21):2176-83. doi: 10.1056/NEJMCT067019
34. Jensen B, Braun W, Geisler C, Both M, Klückmann K, Müller MJ, *et al.* Limitations of fat-free mass for the assessment of muscle mass in obesity. *Obes Facts.* 2019;12(3):307-15. doi: 10.1159/000499607
35. Fabiani R, Naldini G, Chiavarini M. Dietary patterns in relation to low bone mineral density and fracture risk: a systematic review and meta-analysis. *Adv Nutr.* 2019;10(2):219-36. doi: 10.1093/ADVANCES/NMY073

