



UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO
CENTRO DE CIÊNCIAS MÉDICAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIRURGIA

THAURUS VINÍCIUS DE OLIVEIRA CAVALCANTI

**EFEITOS DO TREINAMENTO DE FORÇA EM CIRCUITO SOBRE DESFECHOS
DE SAÚDE DE MULHERES CANDIDATAS À CIRURGIA BARIÁTRICA**

Recife
2022

THAURUS VINÍCIUS DE OLIVEIRA CAVALCANTI

**EFEITOS DO TREINAMENTO DE FORÇA EM CIRCUITO SOBRE DESFECHOS
DE SAÚDE DE MULHERES CANDIDATAS À CIRURGIA BARIÁTRICA**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Cirurgia do Centro de Ciências da Saúde da Universidade Federal de Pernambuco, como requisito parcial para a obtenção do título de Mestre em Cirurgia.

Área de concentração: cirurgia clínica e experimental.

Orientador: Prof^o. Dr. Paulo Roberto Cavalcanti Carvalho

Recife
2022

Catálogo na fonte:
Elaine Freitas- CRB4:1790

C377e Cavalcanti, Thaurus Vinícius de Oliveira
Efeitos do treinamento de força em circuito sobre desfechos de saúde de mulheres candidatas à cirurgia bariátrica / Thaurus Vinícius de Oliveira Cavalcanti . – 2022.
70 f. ; il.

Orientador: Paulo Roberto Cavalcanti Carvalho.
Dissertação (mestrado) – Universidade Federal de Pernambuco. Centro de Ciências Médicas. Programa de Pós-Graduação em Cirurgia. Recife, 2022.
Inclui referências e anexos.

1. Cirurgia bariátrica. 2. Obesidade mórbida. 3. Treinamento de força. 4. Capacidade funcional. 5. Redução de peso. I. Carvalho, Paulo Roberto Cavalcanti (orientador). II. Título.

617.91 CDD (23.ed.) UFPE (CCS 2022 -277)

THAURUS VINÍCIUS DE OLIVEIRA CAVALCANTI

**EFEITOS DO TREINAMENTO DE FORÇA EM CIRCUITO SOBRE DESFECHOS
DE SAÚDE DE MULHERES CANDIDATAS À CIRURGIA BARIÁTRICA**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Cirurgia do Centro de Ciências da Saúde da Universidade Federal de Pernambuco, como requisito parcial para a obtenção do título de Mestre em Cirurgia.

Área de concentração: cirurgia clínica e experimental.

Aprovada em: 21/09/2022

BANCA EXAMINADORA

Prof^o. Dr. Paulo Roberto Cavalcanti Carvalho (Orientador)
Centro de Ciências da Saúde/UFPE

Prof^o. Dr. Esdras Marques Lins (Examinador interno)
Centro de Ciências Médicas/UFPE

Prof^a. Dra. Carla Meneses Hardman (Examinador externo)
Centro de Ciências da Saúde/UFPE

Dedico este trabalho

A meu avô **Eugênio Cavalcanti** (*in memoriam*), por ter sido meu maior exemplo de leveza perante a vida e ter me ensinado o poder libertador do conhecimento.

À minha avó **Maria do Socorro** (*in memoriam*), pela dedicação incansável para com os filhos e netos e por todo amor a mim dedicado.

À minha companheira de vida, **Natália Soares**, por iluminar meus dias com todo seu esplendor.

AGRADECIMENTOS

À minha melhor amiga, companheira e esposa **Natália Soares**, que viveu este sonho junto comigo, incentivando, apoiando e vibrando junto a cada instante. Não há palavras para definir a admiração e gratidão que dedico a você. TE AMO.

À minha irmã, **Bianca Oliveira**, por toda atenção, carinho e companheirismo. Estarei sempre ao teu lado.

À minha tia/mãe **Eugênia Valéria** que sempre esteve presente em todos os momentos importantes da minha vida.

À toda minha **família** por compreenderem as ausências e renúncias necessárias para alcançar este objetivo.

Ao meu orientador **Paulo Carvalho**, que sempre acreditou no meu potencial e abraçou minhas ideias, sendo muito compreensivo e paciente com as minhas limitações. Obrigado por tudo.

Aos meus amigos pesquisadores **Felipe Diniz e Cristiano Faustino**, por compartilhar das ideias científicas e produzir tantas risadas durante tais momentos.

À amiga e grande profissional **Bárbara Amaral**, por toda audiência, gentileza e afeto sempre que nos falamos. Teu carinho contagia todos ao teu redor.

“Toda a nossa ciência, comparada à realidade, é primitiva e infantil – e, mesmo assim, é a coisa mais preciosa que temos”

(EINSTEIN apud SAGAN, 2006, p. 17)

“[...]Para pequenas criaturas como nós, a vastidão é suportável somente através do amor”.

(SAGAN, 2008, p. 412)

RESUMO

Investigar se quatro semanas de treinamento de força em circuito (TFC) supervisionado melhoram o peso corporal, índice de massa corporal, capacidade funcional, força muscular e marcadores bioquímicos de mulheres adultas participantes de um programa multidisciplinar de cirurgia bariátrica (PMBC). Estudo pré-experimental realizado com oito mulheres ($39,9 \pm 13,5$ anos; $IMC = 46,8 \pm 9,3$ kg/m²), participantes de um PMBC, as quais foram submetidas à 8 sessões de TFC supervisionado (2 sessões semanais em dias não consecutivos, durante 4 semanas). Uma semana antes (PRÉ) da intervenção e 72 horas após a última sessão de TFC (PÓS) foram aferidas as seguintes variáveis: massa corporal, índice de massa corporal (IMC), relação cintura/quadril, força muscular (teste de 3 a 6 repetições máximas), capacidade funcional [testes de equilíbrio unipodal (TEU), sentar-e-levantar (TSL) e sentar-e-alcançar (TSA)] e marcadores bioquímicos (perfil lipídico e glicemia de jejum). Os testes t de Student e de Wilcoxon foram utilizados para analisar as diferenças entre os momentos PÓS e PRÉ para cada variável. As pacientes participaram de todas as sessões de TFC sem lesões relacionadas ao treinamento. Após a intervenção houve um percentual total de perda de peso corporal (%TPP) de 2,9% (95% IC 1,5 – 4,2%, $p < 0,001$) e uma redução significativa do índice de massa corporal (IMC) [$1,26$ kg/m² (95% IC -1,77 a -0,75kg/m²), $p = 0,001$]; melhoria na performance do TSL ($p < 0,001$) e do TSA ($p = 0,031$); e aumento significativo nos valores de 1RM em todos os cinco exercícios testados ($p < 0,05$). Não foram observadas alterações significativas no colesterol total ($p = 0,882$), HDL ($p = 0,069$), LDL ($p = 0,865$), triglicédeos ($p = 0,068$), glicemia de jejum ($p = 0,05$), equilíbrio ($p = 0,18$) e relação cintura/quadril ($p = 0,913$). A realização de quatro semanas de TFC parece contribuir para melhoria do peso corporal, IMC, testes de sentar-e-levantar e sentar-e-alcançar, e força muscular, sem promover alterações no perfil lipídico, glicemia de jejum, equilíbrio e relação cintura/quadril de mulheres participantes de um PMCB.

Palavras-Chave: cirurgia bariátrica; obesidade grau 3; treinamento de força; capacidade funcional; emagrecimento.

ABSTRACT

To investigate whether four weeks of supervised circuit resistance training (TFC) improves body weight, body mass index, functional capacity, muscle strength and biochemical markers in adult women participating in a multidisciplinary bariatric surgery (PMCB) program. Pre-experimental study carried out with eight women (39.9 ± 13.5 years; BMI = 46.8 ± 9.3 kg/m²), participants of a PMCB, who underwent 8 sessions of supervised TFC (2 weekly sessions on non-consecutive days for 4 weeks). One week before (PRE) the intervention and 72 hours after the last TFC session (POST) the following variables were measured: body mass, body mass index (BMI), waist/hip ratio, muscle strength (test from 3 to 6 maximum repetitions), functional capacity [single leg balance (TEU), sit-and-stand (TSL) and sit-and-reach (TSA) tests] and biochemical markers (lipid profile and fasting glucose). Student's t-test and Wilcoxon's test were used to analyze the differences between the POST and PRE moments for each variable. Patients participated in all TFC sessions without training-related injuries. After the intervention, there was a percentage total weight loss (%TPP) of 2.9% (95% CI 1.5 – 4.2%, $p < 0.001$) and a significant reduction in body mass index (IMC) [1.26 kg/m² (95% CI -1.77 to -0.75 kg/m²), $p = 0.001$]; improvement in the performance of TSL ($p < 0.001$) and TSA ($p = 0.031$); and significant increase in 1RM values in all five exercises tested ($p < 0.05$). No significant changes were observed in total cholesterol ($p = 0.882$), HDL ($p = 0.069$), LDL ($p = 0.865$), triglycerides ($p = 0.068$), fasting blood glucose ($p = 0.05$), balance ($p = 0.18$) and waist/hip ratio ($p = 0.913$). The performance of four weeks of TFC seems to contribute to the improvement of body weight, BMI, sit-and-stand and sit-and-reach tests, and muscle strength, without promoting changes in lipid profile, fasting glucose, balance and waist/hip ratio of women participating in a PMCB.

Keywords: bariatric surgery; morbid obesity; resistance training; functional capacity; weight loss.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

FIGURAS

- Figura 1 - Técnicas cirúrgicas mais utilizadas no Brasil: a) Bypass Gástrico em Y de Roux e b) Gastrectomia Vertical (*Sleeve*)..... 21

GRÁFICOS

- Gráfico 1 - Alterações individuais (PÓS-PRÉ) nas variáveis (a) HDL, (b) LDL, (c) triglicérides, (d) colesterol total, e (e) glicose em jejum..... 33
- Gráfico 2 - Alterações individuais (PÓS-PRÉ) nas variáveis (a) peso corporal, (b) IMC, e (c) relação cintura/quadril..... 34
- Gráfico 3 - Alterações individuais (PÓS-PRÉ) no desempenho dos testes (a) sentar-e-levantar, (b) equilíbrio unipodal, e (c) sentar-e-alcançar..... 35
- Gráfico 4 - Alterações individuais (PÓS-PRÉ) nos valores de 1RM dos exercícios (a) puxada alta, (b) supino sentado (n = 5), (c) cadeira extensora (n = 6), (d) remada baixa, e (e) desenvolvimento na máquina..... 35

QUADROS

- Quadro 1 - Resumo dos estudos que abordaram efeitos de intervenções pré cirurgia bariátrica em desfechos pós cirúrgicos..... 25

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 -	Classificação da condição de obesidade de sujeitos adultos segundo o índice massa corporal e o risco de comorbidades associadas ao grau de obesidade.....	18
Tabela 2 -	Média, desvio padrão [DP], estatística t e Z, tamanho de efeito e p valor dos marcadores bioquímicos, medidas antropométricas, capacidade funcional e força muscular nos momentos PRÉ e PÓS-intervenção (n = 8).....	32

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

1RM	Uma repetição máxima
3-6RM	Três a seis repetições máximas
ABESO	Associação Brasileira para o Estudo da Obesidade e Síndrome Metabólica
BGYR	<i>Bypass</i> gástrico em y de Roux
CB	Cirurgia bariátrica
EBSERH	Empresa Brasileira de Serviços Hospitalares
EUA	Estados Unidos da América
HC	Hospital das Clínicas
HDL	Colesterol de lipoproteína de alta densidade
IMC	Índice de Massa Corporal
LAEFES	Laboratório Avançado de Educação Física e Saúde
LDL	Colesterol de lipoproteína de baixa densidade
LIKA	Laboratório de Imunopatologia Keizo Asami
OMS	Organização Mundial de Saúde
PMCB	Programa Multidisciplinar de Cirurgia Bariátrica
SBCBM	Sociedade Brasileira de Cirurgia Bariátrica e Metabólica
SUS	Sistema Único de Saúde
TEU	Teste de equilíbrio unipodal
TFC	Treinamento de força em circuito
TSA	Teste de sentar-e-alcançar
TSL	Teste de sentar-e-levantar
UFPE	Universidade Federal de Pernambuco
VIGITEL	Vigilância de Fatores de Risco e Proteção para Doenças Crônicas por Inquérito Telefônico

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	14
2	OBJETIVOS	17
2.1	GERAL	17
2.2	ESPECÍFICOS	17
3	REVISÃO DA LITERATURA	18
3.1	OBESIDADE.....	18
3.2	CIRURGIA BARIÁTRICA.....	20
3.3	BENEFÍCIOS DA CIRURGIA BARIÁTRICA	22
3.4	ASPECTOS NEGATIVOS DA CIRURGIA BARIÁTRICA	23
3.5	EXERCÍCIO FÍSICO E CIRURGIA BARIÁTRICA	24
4	MATERIAIS E MÉTODOS	27
4.2	DESENHO E LOCAL DO ESTUDO.....	27
4.3	POPULAÇÃO E AMOSTRA.....	27
4.3.1	População	27
4.3.2	Critérios de inclusão	27
4.3.3	Critérios de exclusão	27
4.3.4	Planejamento Amostral	27
4.4	COLETA DE DADOS.....	28
4.5	PROCEDIMENTOS TÉCNICOS.....	28
4.5.1	Intervenção	28
4.5.2	Medidas Antropométricas e Índice de Massa Corporal	29
4.5.3	Força Muscular	29
4.5.4	Capacidade Funcional	30

4.5.5 Marcadores Bioquímicos	30
4.6 PROCEDIMENTOS ANALÍTICOS	31
4.7 PROCEDIMENTOS ÉTICOS	31
5 RESULTADOS.....	32
6 DISCUSSÃO.....	36
7 CONCLUSÕES	39
REFERÊNCIAS	40
ANEXO A – ARTIGO	47
ANEXO B - PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP	65
ANEXO C – TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO	69

1 INTRODUÇÃO

A obesidade tem crescido de forma alarmante nos últimos 40 anos, atingindo níveis epidêmicos, uma vez que a prevalência mundial de obesidade quase dobrou entre 1980 e 2014 (WORLD HEALTH ORGANIZATION, 2014, 2021). Indivíduos com obesidade apresentam risco aumentado de desenvolver doenças crônicas não transmissíveis, como diabetes, hipertensão arterial sistêmica, alguns tipos de câncer, apneia do sono e dislipidemias, resultando em maior mortalidade do que indivíduos não obesos (ABDELAAL; ROUX; DOCHERTY, 2017; MARTIN-RODRIGUEZ *et al.*, 2015; WORLD HEALTH ORGANIZATION, 2014). No Brasil a prevalência de obesidade subiu de 20,8 para 25,9% entre 2013 e 2019, sendo mais prevalente entre as mulheres ante os homens (FERREIRA *et al.*, 2021), tendência similar entre pessoas com obesidade mórbida (MALTA *et al.*, 2019). Neste sentido, o número de CB realizadas no país aumentou 84%, entre 2011 e 2018 (BERINO *et al.*, 2022). Embora os números exatos acerca de procedimentos de cirurgia bariátrica (CB) no Brasil não sejam conhecidos, algumas pesquisas tem demonstrado que as mulheres representam ampla maioria entre os que realizam o procedimento cirúrgico, representando aproximadamente 85% do total de pacientes (CARVALHO; ROSA, 2019; RASERA *et al.*, 2017; SILVA, 2021).

Nas circunstâncias onde tentativas de mudanças comportamentais e tratamento medicamentoso não obtém sucesso no tratamento da obesidade a cirurgia bariátrica (CB) tem se mostrado uma alternativa eficaz na redução do peso corporal, melhora da qualidade de vida, redução de comorbidades associadas à obesidade, como diabetes e síndrome metabólica, melhora da aptidão física e melhora da saúde mental (COLQUITT *et al.*, 2014; JABBOUR; SALMAN, 2021; MORLEDGE; PORIES, 2020). No entanto a CB também apresenta aspectos negativos, como a acentuada perda de massa magra e massa livre de gordura, acarretando em perda de força muscular, com possíveis impactos nas atividades da vida diária dos pacientes (DUREY *et al.*, 2022; SCHURMANS; CATY; REYCHLER, 2022). Outro aspecto negativo é a taxa de insucesso, entre 20 e 35% para pacientes com obesidade grau 2 e 3, respectivamente, em alcançar o índice de massa corporal (IMC) ótimo (DUREY *et al.*, 2022).

O Sistema Único de Saúde (SUS) oferece a CB como procedimento gratuito desde 2001, com tempo médio de espera para cirurgia de aproximadamente dois anos (RASERA *et al.*, 2017). Durante o tempo de espera para a realização da CB a aplicação de um programa multidisciplinar de cirurgia bariátrica (PMCB), que auxilie os pacientes a adotarem comportamentos saudáveis, tem sido recomendada tendo em vista que melhor aptidão física, redução do peso corporal, redução da inflamação crônica e maior sensibilidade à insulina antes

da cirurgia estão relacionados a melhores resultados cirúrgicos, como menor tempo de cirurgia e menor tempo de internação pós-cirúrgico (COLQUITT *et al.*, 2014; DUREY *et al.*, 2022; GILBERTSON *et al.*, 2020; MARCON *et al.*, 2017). O estímulo ao aumento dos níveis de atividade física bem como a aplicação de programas de exercícios físicos supervisionados tem gerado melhorias antes, durante e após a CB (BAILLOT *et al.*, 2016, 2018; GILBERTSON *et al.*, 2020; MARCON *et al.*, 2017). Contudo, os benefícios acerca da adição de programas de exercício físico antes da cirurgia bariátrica em desfechos pós-cirúrgicos carecem de maior investigação como reportado por Durey et al. (2022) em sua recente revisão sistemática da literatura acerca do tema. Os pesquisadores encontraram apenas 5 estudos em seu levantamento e concluíram que devido a elevada heterogeneidade dos estudos e baixa qualidade metodológica não é possível tirar conclusões sobre as variáveis clínicas e recomendam que estudos futuros sejam conduzidos com maior qualidade metodológica a fim de elucidar tais questões (DUREY et al., 2022).

O treinamento de força em circuito (TFC) é uma estratégia de exercício físico que consiste em exercícios consecutivos de diferentes grupos musculares, com intervalos curtos entre eles, possuindo características de treinamento resistido e aeróbio, apresentando benefícios de ambos (ROMERO-ARENAS, 2013). É um método que otimiza a duração da sessão, é de fácil aplicação, pois não requer equipamentos e maquinários sofisticados, podendo ser realizado até mesmo com peso corporal (KLIKA; JORDAN, 2013). A aplicação de programas de treinamento de força em circuito (TFC) em indivíduos com obesidade tem demonstrado benefícios em diversos parâmetros de saúde tais como: redução do peso corporal, índice de massa corporal (IMC) (SAFARZADE; ALIZADEH; BASTANI, 2020; SEO, Y.; NOH; KIM, S. Y., 2019), melhora do controle glicêmico (SHABANI *et al.*, 2015), resistência à insulina (KOLAHDOUZI *et al.*, 2019; SAFARZADE; ALIZADEH; BASTANI, 2020), função endotelial (FRANKLIN *et al.*, 2015), inflamação crônica e risco cardiovascular (KOLAHDOUZI *et al.*, 2019). No entanto, pesquisas sobre os efeitos da inclusão do TFC antes da CB ainda não haviam sido exploradas, lacuna já apontada em estudo anterior (SCHURMANS; CATY; REYCHLER, 2022). A aplicação do treinamento de força em pacientes de CB previamente a cirurgia pode ser capaz de atenuar a rápida perda de massa muscular que ocorre nos primeiros 6 meses após sua realização, conservando a força muscular e a capacidade funcional dos pacientes (DUREY *et al.*, 2022; SCHURMANS; CATY; REYCHLER, 2022).

Diante deste cenário, investigar se a aplicação de um programa de exercício físico pode beneficiar pacientes submetidos à cirurgia bariátrica tem grande relevância clínica em virtude

da possibilidade de melhorias nos desfechos pós cirúrgicos. A hipótese deste estudo é que a aplicação de 4 semanas de treinamento de força em circuito é capaz de melhorar o peso corporal, índice de massa corporal, capacidade funcional, força muscular e marcadores bioquímicos de mulheres adultas participantes de um programa multidisciplinar de cirurgia bariátrica.

2 OBJETIVOS

2.1 GERAL

Investigar se quatro semanas de TFC melhoram o peso corporal, índice de massa corporal, capacidade funcional, força muscular e marcadores bioquímicos de mulheres adultas participantes de um programa multidisciplinar de cirurgia bariátrica.

2.2 ESPECÍFICOS

Avaliar a adesão de mulheres adultas participantes de um PMCB à 4 semanas de TFC;

Descrever os efeitos de quatro semanas de TFC em mulheres adultas participantes de um programa multidisciplinar de cirurgia bariátrica sobre as variáveis:

- Peso e índice de massa corporal;
- Performance nos testes de sentar-e-levantar, equilíbrio unipodal e sentar-e-alcançar;
- Valor de uma repetição máxima em exercício para membros inferiores e superiores;
- Perfil lipídico e a glicemia de jejum.

3 REVISÃO DA LITERATURA

3.1 OBESIDADE

A obesidade é um quadro clínico caracterizado pelo acúmulo excessivo e anormal de gordura no tecido adiposo com possível surgimento de efeitos adversos à saúde do indivíduo. No entanto, há variações na quantidade do excesso de gordura, sua distribuição (visceral ou subcutânea) e as consequências na saúde da pessoa com obesidade (ABDELAAL; ROUX, LE; DOCHERTY, 2017; WORLD HEALTH ORGANIZATION, 2000). Para a classificação da condição de obesidade utiliza-se o IMC, uma medida simples e acessível onde é necessário apenas os valores de massa corporal e estatura do sujeito avaliado e então aplicar tais valores a uma fórmula matemática, dividindo-se o valor do peso corporal em quilogramas pelo quadrado do valor da estatura em metros (kg/m^2) (ARROYO-JOHNSON; MINCEY, 2016; RYAN; YOCKEY, 2017; WORLD HEALTH ORGANIZATION, 2000). A classificação da condição de obesidade em sujeitos adultos aparece na Tabela 1.

Tabela 1 - Classificação da condição de obesidade de sujeitos adultos segundo o índice massa corporal e o risco de comorbidades associadas ao grau de obesidade.

Classificação	IMC	Risco de comorbidades
Abaixo do peso	<18,5	Baixo (mas risco aumentado para outros problemas clínicos)
Peso normal	18,5 – 24,99	Habitual
Sobrepeso	25,0 – 29,99	Aumentado
Obesidade grau I	30,0 – 34,99	Moderado
Obesidade grau II	35,0 – 39,99	Grave
Obesidade grau III	$\geq 40,0$	Muito grave

Fonte: elaborado pelo autor baseado em World Health Organization (2000).

IMC: índice de massa corporal.

A etiologia da obesidade é bastante complexa e multifatorial, havendo a interação de componentes ambientais, genéticos e comportamentais. Embora a causa imediata para o desenvolvimento da obesidade seja de caráter comportamental, o balanço energético positivo caracterizado por hábitos alimentares ruins e baixos níveis de atividade física ou mesmo um estado de sedentarismo, os fatores sociodemográficos têm sido apontados como os maiores responsáveis por conduzirem os indivíduos a dieta inadequada e níveis insuficientes de atividade física. Condições socioeconômicas, segregação residencial, baixa disponibilidade de equipamentos de lazer e áreas verdes e o preço de frutas e verduras tem sido associados como

fatores que contribuem para o surgimento da obesidade (ABDELAAL; ROUX, LE; DOCHERTY, 2017; ARROYO-JOHNSON; MINCEY, 2016).

A prevalência de pessoas com obesidade tem crescido de maneira significativa no Brasil (FERREIRA *et al.*, 2021; RODRIGUES *et al.*, 2021). Dados da Pesquisa Nacional de Saúde (PNS) mostram que em 2019, 25,9% da população brasileira era obesa, sendo a prevalência entre homens e mulheres de 21,8 e 29,5%, respectivamente (FERREIRA *et al.*, 2021). O estudo de Ferreira *et al.* (2021) também revelou uma aceleração no crescimento anual da obesidade: enquanto a taxa anual de crescimento da obesidade entre 1975 e 2013 foram 2,9 e 4,5% para mulheres e homens, respectivamente, entre os anos de 2013 e 2019 essas taxas subiram para 3,2%, para o sexo feminino, e 6,4%, para o sexo masculino. A obesidade grave ou severa, classificada como obesidade grau III, também aparece com uma crescente tendência temporal (MALTA *et al.*, 2019). Dados do sistema de Vigilância de Fatores de Risco e Proteção para Doenças Crônicas por Inquérito Telefônico (VIGITEL) mostra que a prevalência de pessoas com obesidade severa apresentou um aumento significativo de 1,1% em 2006 para 1,7% em 2017, onde as mulheres brasileiras apresentam maior prevalência (1,3%, em 2006, e 1,9%, em 2017) em comparação aos homens (0,9%, em 2006 e 1,4%, em 2017) (MALTA *et al.*, 2019).

A obesidade é um quadro clínico associado ao aumento do risco de aparecimento de doenças crônicas não transmissíveis como diabetes mellitus tipo 2, doenças cardiovasculares, doenças ateroscleróticas, esteatose hepática e algumas formas de câncer, podendo reduzir a expectativa de vida entre 5 e 20 anos (ABDELAAL; ROUX; DOCHERTY, 2017; MARTIN-RODRIGUEZ *et al.*, 2015). Indivíduos com obesidade também apresentam maiores índices de problemas psicológicos e saúde mental impactada que sujeitos eutróficos (BURKERT; FREIDL, 2019; MORLEDGE; PORIES, 2020). Como consequência de tais impactos negativos, pessoas com obesidade apresentam menores níveis de qualidade com vida (BURKERT; FREIDL, 2019; BUSUTIL *et al.*, 2017; MORLEDGE; PORIES, 2020).

Devido à característica complexa e multifatorial da obesidade seu tratamento pode envolver diversas abordagens como tratamento dietético, comportamental, farmacológico ou mesmo o tratamento cirúrgico (ABESO, 2016; RUBAN *et al.*, 2019; WOLFE; KVACH; ECKEL, 2016). Uma vez que a obesidade acarreta diversos efeitos negativos à saúde os tratamentos visam a redução e manutenção da perda peso, no entanto é comum que indivíduos com obesidade severa não consigam manter tal perda de peso (ABESO, 2016; MORLEDGE; PORIES, 2020; WOLFE; KVACH; ECKEL, 2016). Nos casos de obesidade severa, onde o tratamento clínico não obteve sucesso é indicada a realização da cirurgia bariátrica (ABESO, 2016; RUBAN *et al.*, 2019; WOLFE; KVACH; ECKEL, 2016).

3.2 CIRURGIA BARIÁTRICA

O uso do termo bariátrico como indicativo de tratamento da obesidade foi adotado em 1965, derivando do prefixo grego *baro*, que significa peso, e do sufixo *iatros*, que significa os que praticam a medicina (TAVARES *et al.*, 2011). A história moderna da cirurgia bariátrica se inicia em 1966 com o Dr. Edward Mason, da Universidade de Iowa (EUA), que introduziu o conceito de restrição gástrica levando ao desenvolvimento de técnicas como o by-pass gástrico e a gastroplastia vertical com anel polipropileno (BARRETO, 2017; TAVARES *et al.*, 2011). No Brasil a cirurgia bariátrica teve início com os trabalhos do Dr. Salomão Chaib, da Faculdade de Medicina da USP, no ano de 1970, utilizando técnicas de derivações jejuno-ileais do tipo Payne (SBCBM, 2021).

No Brasil, os critérios de elegibilidade do paciente para a realização da cirurgia bariátrica foram estabelecidos através das Portarias nº 424 de 19/03/2013, do Ministério da Saúde, em seu Anexo I - Diretrizes Gerais para o Tratamento Cirúrgico da Obesidade (BRASIL, 2013), cujos critérios são citados a seguir:

a. Indivíduos que apresentem $IMC \geq 50 \text{ Kg/m}^2$; b. Indivíduos que apresentem $IMC \geq 40 \text{ Kg/m}^2$, com ou sem comorbidades, sem sucesso no tratamento clínico longitudinal realizado, na Atenção Básica e/ou na Atenção Ambulatorial Especializada, por no mínimo dois anos e que tenham seguido protocolos clínicos;

c. Indivíduos com $IMC > 35 \text{ kg/m}^2$ e com comorbidades, tais como pessoas com alto risco cardiovascular, Diabetes Mellitus e/ou Hipertensão Arterial Sistêmica de difícil controle, apneia do sono, doenças articulares degenerativas, sem sucesso no tratamento clínico longitudinal realizado por no mínimo dois anos e que tenham seguido protocolos clínicos. Além disso, alguns critérios devem ser observados:

I. Indivíduos que não responderam ao tratamento clínico longitudinal, que inclui orientação e apoio para mudança de hábitos, realização de dieta, atenção psicológica, prescrição de atividade física e, se necessário, farmacoterapia, realizado na Atenção Básica e/ ou Atenção Ambulatorial Especializada por no mínimo dois anos e que tenham seguido protocolos clínicos;

II. Respeitar os limites clínicos de acordo a idade. Nos jovens entre 16 e 18 anos, poderá ser indicado o tratamento cirúrgico naqueles que apresentarem o escore-z maior que +4 na análise do IMC por idade, porém o tratamento cirúrgico não deve ser realizado antes da consolidação das epífises de crescimento. Portanto, a avaliação clínica do jovem necessita constar em prontuário e deve incluir:

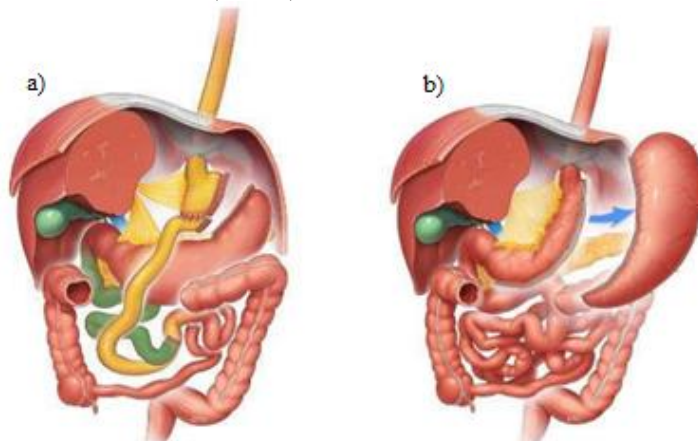
A análise da idade óssea e avaliação criteriosa do risco-benefício, realizada por equipe multiprofissional com participação de dois profissionais médicos especialistas na área. Nos adultos com idade acima de 65 anos, deve ser realizada avaliação individual por equipe multiprofissional, considerando a avaliação criteriosa do risco-benefício, risco cirúrgico, presença de comorbidades, expectativa de vida e benefícios do emagrecimento;

III. O indivíduo e seus responsáveis devem compreender todos os aspectos do tratamento e assumirem o compromisso com o segmento pós-operatório, que deve ser mantido por tempo a ser determinado pela equipe;

IV. Compromisso consciente do paciente em participar de todas as etapas da programação, com avaliação pré-operatória rigorosa (psicológica, nutricional, clínica, cardiológica, endocrinológica, pulmonar, gastroenterológica e anestésica).

Existem diferentes técnicas de cirurgia bariátrica, podendo ser divididos em três grupos: cirurgias disabsortivas, restritivas e mistas. As técnicas mais comumente realizadas no Brasil são a gastrectomia vertical, também conhecida como *Sleeve*, uma técnica restritiva, e o *bypass* gástrico em y de Roux (BGYR), uma técnica mista (Figura 1) (SILVA, 2021; TAVARES *et al.*, 2011). Segundo a Sociedade Brasileira de Cirurgia Bariátrica e Metabólica, em 2019, no Brasil, foram realizadas 68.530 cirurgias bariátricas, o que representa apenas 0,5% da população com obesidade grave, sendo 12.568 (18,3%) destes procedimentos realizados através do SUS, números que colocam o Brasil como um dos líderes mundiais em números de cirurgias bariátricas (SILVA, 2021; SBCBM, 2020).

Figura 1 - Técnicas cirúrgicas mais utilizadas no Brasil: a) *Bypass* Gástrico em Y de Roux e b) Gastrectomia Vertical (*Sleeve*).



Fonte: Silva (2021).

3.3 BENEFÍCIOS DA CIRURGIA BARIÁTRICA

A cirurgia bariátrica tem se mostrado um procedimento seguro para os pacientes, devido as baixas taxas de mortalidade e complicações pós-cirúrgicas como um todo (CARVALHO; ROSA, 2019; RASERA *et al.*, 2017; WOLFE; KVACH; ECKEL, 2016). Carvalho e Rosa (2019) demonstraram que entre os anos de 2010 e 2016 houve uma taxa de mortalidade intra-hospitalar de pacientes de cirurgia bariátrica, realizadas no âmbito do SUS, de apenas 0,2% no Brasil, ou seja, 99 óbitos em um total de 46.035 internações.

Indivíduos com obesidade severa submetidos à cirurgia bariátrica vivem mais que àqueles que não realizaram o procedimento, com diminuição do risco relativo de morte por todas as causas (GUALANO; KIRWAN; ROSCHEL, 2021).

Comparado a outros tratamentos, a cirurgia bariátrica tem se mostrado bastante efetiva na melhoria de diversas comorbidades relacionadas à obesidade (COLQUITT *et al.*, 2014; RUBAN *et al.*, 2019; WOLFE; KVACH; ECKEL, 2016). Ao tratar especificamente sobre o diabetes tipo 2, as evidências demonstram que o tratamento cirúrgico provoca uma remissão de 72% da taxa da doença até 2 dois anos após o procedimento mas que este valor cai para 36% em 10 anos (RUBAN *et al.*, 2019). Jabbour e Salman (2021) em sua revisão sistemática da literatura reportaram melhoras no perfil lipídico e no controle glicêmico após a cirurgia bariátrica.

Após a realização da cirurgia bariátrica os pacientes experimentam uma acentuada perda de massa corporal entre 6 e 24 meses após a cirurgia, embora haja variações na magnitude da perda a depender da técnica cirúrgica utilizada e de fatores comportamentais dos pacientes (COLQUITT *et al.*, 2014; JABBOUR; SALMAN, 2021; RUBAN *et al.*, 2019; WOLFE; KVACH; ECKEL, 2016). Rasera *et. al.* (2017) reportaram uma redução média de 33,4% do IMC de trezentos pacientes submetidos a cirurgia bariátrica em um hospital público brasileiro, doze meses após o procedimento cirúrgico.

Outro importante desfecho que apresenta melhoras após a realização da cirurgia bariátrica é capacidade funcional dos pacientes, verificados através de melhorias no desempenho do teste de caminhada de 6 minutos e de teste de caminhada intermitente, tendo a redução da massa corporal e do IMC como fortes preditores dessa melhoria (JABBOUR; SALMAN, 2021). No entanto, tais achados ainda são conflitantes, uma vez que outros estudos mostram redução da capacidade funcional e da força muscular 6 meses após a cirurgia, haja vista a grande redução de massa muscular verificada durante este período (GUALANO; KIRWAN; ROSCHEL, 2021; LYYTINEN *et al.*, 2013).

3.4 ASPECTOS NEGATIVOS DA CIRURGIA BARIÁTRICA

Embora diversas melhorias clínicas, fisiológicas e psicológicas sejam verificadas após a cirurgia bariátrica há também aspectos negativos trazidos pelo procedimento, bem como o caráter temporário de alguns desses benefícios (BARRIENTOS-SÁNCHEZ *et al.*, 2021; DUREY *et al.*, 2022; GUALANO; KIRWAN; ROSCHEL, 2021; SCHURMANS; CATY; REYCHLER, 2022).

Acerca da composição corporal há a perda de excessiva de massa livre de gordura, que se traduz em uma grande redução da massa muscular e da massa óssea, alterações relacionadas à obesidade sarcopênica, que podem reduzir a força muscular, aumento da fadiga muscular, a capacidade funcional para realização de atividades do cotidiano e diminuição da saúde óssea (DUREY *et al.*, 2022; GUALANO; KIRWAN; ROSCHEL, 2021; SCHURMANS; CATY; REYCHLER, 2022; VIEIRA *et al.*, 2022).

Considera-se que o tratamento cirúrgico obteve sucesso quando os pacientes apresentam uma perda de 50% ou mais do seu excesso de peso e um IMC abaixo de 35 kg/m² (MARC-HERNÁNDEZ *et al.*, 2020; SANTOS, 2021). No entanto os estudos tem demonstrado que alguns pacientes não alcançam tais metas e que em alguns casos há o reganho de 5 a 10% do peso total dentro de 10 anos (DUREY *et al.*, 2022; GUALANO; KIRWAN; ROSCHEL, 2021; SANTOS, 2021; SCHURMANS; CATY; REYCHLER, 2022). Em alguns desses casos de reganho de peso há o reaparecimento de algumas comorbidades e em alguns casos a necessidade de cirurgia revisional (DUREY *et al.*, 2022; MARC-HERNÁNDEZ *et al.*, 2020; SANTOS, 2021).

O reaparecimento do diabetes tipo 2, ou piora na resistência à insulina, tem sido um dos problemas verificados pela literatura no longo prazo após a cirurgia bariátrica (DUREY *et al.*, 2022; GUALANO; KIRWAN; ROSCHEL, 2021; SANTOS, 2021). Outros ganhos após a cirurgia bariátrica que parecem ser revertidos após algum tempo são a saúde cardiovascular e a inflamação crônica de baixo grau, conforme apontado na revisão narrativa de Gualano, Kirwan e Roschel (2021).

3.5 EXERCÍCIO FÍSICO E CIRURGIA BARIÁTRICA

O exercício físico tem se mostrado uma excelente estratégia terapêutica complementar para pacientes submetidos à cirurgia bariátrica, uma vez que quando adicionado ao tratamento pós cirúrgico pode manter os benefícios da cirurgia e mitigar ou diminuir seus efeitos negativos (BELLICHA *et al.*, 2021; BOPPRE *et al.*, 2022; GUALANO; KIRWAN; ROSCHEL, 2021; VIEIRA *et al.*, 2022).

Investigações recentes tem reportado melhora significativa na força muscular e na capacidade funcional de pacientes de cirurgia bariátrica que praticaram treinamento de força com relação aqueles que não praticaram o exercício (GUALANO; KIRWAN; ROSCHEL, 2021; VIEIRA *et al.*, 2022). Poucos estudos investigaram os efeitos do treinamento de força sobre a massa muscular de pacientes submetidos a cirurgia bariátrica (GUALANO; KIRWAN; ROSCHEL, 2021). Gil *et al.* (2021) reportaram que a aplicação de 9 meses de treinamento combinado em pacientes submetidos à CB foi capaz de evitar a atrofia muscular induzida pela cirurgia e promoveu aumento da capilarização do músculo, conteúdo de células satélites e melhora da área de seção transversa de fibras dos tipos 1 e 2. Ainda sobre a composição corporal, a inserção do exercício físico, especificamente o treinamento de força, no tratamento pós cirúrgico tem se mostrado uma estratégia capaz de mitigar a perda de massa óssea (MURAI *et al.*, 2019), bem como tem se mostrado efetivo em garantir maiores perdas de peso corporal, redução do IMC e da relação cintura/quadril (BELLICHA *et al.*, 2021; BOPPRE; DINIZ-SOUSA; *et al.*, 2022). Ainda sobre os efeitos potencializadores do exercício físico combinado à cirurgia bariátrica, Dantas *et al.* (2020) demonstraram que a inserção de treinamento combinado 3 meses após o procedimento cirúrgico ampliou os benefícios do metabolismo da glicose em relação àqueles pacientes que não realizaram o treinamento físico. Ainda, marcadores inflamatórios, marcadores da função cardíaca autonômica e função endotelial apresentam comportamento similar aos desfechos mencionados anteriormente: melhoram logo após a cirurgia bariátrica, mas tendem a ter seus benefícios revertidos entre 9 e 12 meses após o procedimento. No entanto, pacientes que realizaram o treinamento combinado garantiu a manutenção desses benefícios ao longo do tempo (DANTAS *et al.*, 2018; GIL; PEÇANHA; *et al.*, 2021).

Embora os benefícios da adição do exercício físico após a realização da bariátrica sejam bem documentados, suas possíveis contribuições quando adicionados antes da cirurgia ainda carecem de maior investigação (BELLICHA *et al.*, 2021; DUREY *et al.*, 2022; SCHURMANS; CATY; REYCHLER, 2022). Uma vez que o treinamento de força tem demonstrado a

capacidade de atenuar a perda de massa e força muscular em homens e mulheres em dieta hipocalórica, podendo, possivelmente, aumentar a reserva de massa magra antes da cirurgia (SCHURMANS; CATY; REYCHLER, 2022). Todavia, estudos que avaliem os efeitos da aplicação de programas de exercícios físicos antes da CB sobre desfechos pós-cirúrgicos ainda são escassos (DUREY *et al.*, 2022). Um resumo dos estudos selecionados por Durey et al. (2022), em sua revisão sistemática sobre o tema, aparecem no Quadro 1.

Quadro 1 - Resumo dos estudos que abordaram efeitos de intervenções pré cirurgia bariátrica em desfechos pós cirúrgicos

Autor	Participantes	Protocolo	Período	Desfechos	Resultados
Baillo et al. (2018)	N=25 (20 mulheres) adultos (idade média 43 anos) com obesidade (IMC médio 46 kg.m ⁻²)	3 dias/semana; treinos de força e aeróbio; 55-85% frequência cardíaca de reserva; parcialmente supervisionado	12 semanas pré cirurgia	Capacidade cardiorrespiratória via teste de caminhada de 6 minutos (6MWT), medidos pré intervenção, pré cirurgia (12 semanas) e 12 meses pós cirurgia	↑ capacidade cardiorrespiratória pré e pós cirurgia
Bond et al. (2017)	N=36 (31 mulheres) adultos (idade média 47 anos) com obesidade (IMC médio 45,8 kg.m ⁻²)	7 dias/semana; caminhada; 5000 passos/dia ou 30 min./dia; não supervisionado	6 semanas pré cirurgia	Peso corporal, medidos pré intervenção, pré cirurgia (6 semanas) e 6 meses pós cirurgia	Não houve diferenças entre os grupos controle e intervenção
Creel et al. (2016)	N=107 (90 mulheres) adultos (idade média 44,9 anos) com obesidade (IMC médio 47,4 kg.m ⁻²)	7 dias/semana; caminhada; 10000 passos/dia; não supervisionado	2 semanas pré cirurgia	Nível de atividade física, medidos pré intervenção, pré cirurgia (2 semanas), 4 e 6 meses pós cirurgia	Aconselhamento sobre exercício físico antes e a cada 2 meses após cirurgia aumentaram os níveis de atividade física

Quadro 1(cont.) - Resumo dos estudos que abordaram efeitos de intervenções pré cirurgia bariátrica em desfechos pós cirúrgicos

Autor	Participantes	Protocolo	Período	Desfechos	Resultados
Kwok et al. (2016)	N=25 (20 mulheres) adultos (idade média 43 anos) com obesidade (IMC médio 46 kg.m ⁻²)	3 dias/semana; treinos de força e aeróbio; 55-85% frequência cardíaca de reserva; parcialmente supervisionado	12 semanas pré cirurgia	Capacidade cardiorrespiratória via teste de caminhada de 6 minutos (6MWT), medidos pré intervenção, pré cirurgia (12 semanas) e 12 meses pós cirurgia	↑ capacidade cardiorrespiratória pré cirurgia
Li et al. (2013)	N=25 (20 mulheres) adultos (idade média 43 anos) com obesidade (IMC médio 46 kg.m ⁻²)	3 dias/semana; treinos de força e aeróbio; 55-85% frequência cardíaca de reserva; parcialmente supervisionado	8 semanas pré cirurgia	Capacidade cardiorrespiratória via teste de caminhada de 6 minutos (6MWT), medidos pré intervenção, pré cirurgia (12 semanas) e 12 meses pós cirurgia	↑ capacidade cardiorrespiratória pré e pós cirurgia

Fonte: adaptado de Durey et al. (2022).

4 MATERIAIS E MÉTODOS

4.2 DESENHO E LOCAL DO ESTUDO

Trata-se de um estudo exploratório com desenho pré-experimental realizado com um único grupo. A pesquisa foi realizada no Hospital das Clínicas da Universidade Federal de Pernambuco (HC-UFPE-EBSERH), hospital universitário de referência em CB, em uma capital do nordeste brasileiro.

4.3 POPULAÇÃO E AMOSTRA

4.3.1 População

A população do estudo foi composta por mulheres adultas cadastradas no Programa Multidisciplinar de Cirurgia Bariátrica do HC-UFPE-EBSERH. Em janeiro de 2019, havia um total de 184 pacientes cadastradas no programa.

4.3.2 Critérios de inclusão

Foram incluídas no estudo pacientes que atenderam aos seguintes critérios:

- Sujeitos adultos (idade igual ou superior a 18 anos);
- Sexo feminino, com ou sem diagnóstico de doenças crônicas (diabetes, dislipidemias, hipertensão, síndrome metabólica);
- Estar participando do PMBC do HC-UFPE-EBSERH;
- Não ter feito exercício físico regular 3 meses antes do início da intervenção.

4.3.3 Critérios de exclusão

Foram excluídas do estudo as pacientes que se encaixaram em ao menos um dos critérios abaixo:

- Contraindicação médica à realização de exercícios físicos;
- Presença de limitação funcional que impedisse a realização das avaliações propostas;
- Ausência no dia, hora e local agendados para qualquer uma das avaliações.

4.3.4 Planejamento Amostral

A amostra foi selecionada de forma não probabilística, por conveniência, sendo o recrutamento para participar do estudo feito durante a visita das pacientes ao Serviço de Promoção da Saúde e Qualidade de Vida do Laboratório Avançado de Educação Física e Saúde (LAEFES), que faz parte do PMBC daquele hospital.

Dez pacientes preencheram os critérios de inclusão e fizeram parte do estudo, porém duas não compareceram ao primeiro dia de avaliações e foram excluídas.

4.4 COLETA DE DADOS

A coleta de dados ocorreu no Laboratório Avançado de Educação Física e Saúde (LAEFES), localizado nas dependências do HC-UFPE-EBSERH. A equipe de pesquisa foi composta pelo pesquisador e principal e dois profissionais de Educação Física. Toda a equipe realizou treinamento previamente ao estudo a fim de garantir a máxima reprodutibilidade dos testes e avaliações. As participantes foram avaliadas na semana anterior ao início da intervenção (PRÉ) e 72 horas após a realização da última sessão de TFC (PÓS). Foram avaliados idade, peso corporal, estatura, relação cintura/quadril, índice de massa corporal, força muscular, equilíbrio, flexibilidade, perfil lipídico e glicemia de jejum. As comorbidades relacionadas à obesidade foram identificadas nos prontuários.

4.5 PROCEDIMENTOS TÉCNICOS

4.5.1 Intervenção

As participantes continuaram recebendo os tratamentos habituais do PMBC, normalmente oferecidos pelo serviço de cirurgia bariátrica do HC-UFPE-EBSERH, durante o período de intervenção, que ocorreu entre os meses de janeiro e fevereiro de 2019. O PMBC consiste na realização de exames médicos necessários para a realização da cirurgia bariátrica, além de consultas com profissionais das áreas de medicina, nutrição, psicologia, fonoaudiologia, assistência social e educação física. As pacientes poderiam estar em diferentes fases do programa. Além do PMBC, foram incluídas 2 sessões semanais de TFC, em dias não consecutivos, em um período de 4 semanas, totalizando 8 sessões de treino. As sessões de treino foram supervisionadas por, pelo menos, um profissional de educação física. O circuito contou com nove exercícios de força, utilizando máquinas e peso corporal, abrangendo a musculatura de todo o corpo. Foram realizados os seguintes exercícios: supino sentado, cadeira extensora, remada baixa, desenvolvimento na máquina, *Pallof press* isométrico, puxada alta, elevação pélvica, prancha frontal isométrica e sentar-e-levantar, na ordem descrita, embora o primeiro exercício do circuito variasse a cada sessão. Cada exercício foi realizado por 40 segundos, em uma cadência de execução regular (aproximadamente 4 segundos por repetição), com intervalo de 20 segundos entre eles, até que os nove exercícios propostos fossem realizados, caracterizando o final de uma série. A cada sessão de treino foram realizadas 4 séries, sendo a primeira com a finalidade de aquecimento e as demais de treinamento propriamente dito, com

intervalo entre o aquecimento e a série seguinte de 2 minutos e os demais intervalos entre as séries de 1 minuto. Para os exercícios realizados em máquinas foi utilizada uma intensidade de 60% de 1 repetição máxima (1RM) e para os demais exercícios foi utilizado o peso corporal. Duas participantes não realizaram o exercício de cadeira extensora devido ao desconforto nos joelhos, que foi substituído por um trabalho de extensão de quadril no estepe.

4.5.2 Medidas Antropométricas e Índice de Massa Corporal

Os valores de peso corporal e estatura foram medidos com uma balança antropométrica (Filizola, São Paulo, Brasil). O IMC foi obtido dividindo-se o valor do peso corporal, medido em quilogramas, pelo quadrado da estatura, medida em metros, sendo expresso em kg.m^{-2} . Os perímetros da cintura e do quadril foram medidos com fita antropométrica de fibra de vidro. O perímetro da cintura foi medido colocando a fita antropométrica horizontalmente no ponto médio entre a borda inferior da última costela e a crista ilíaca. Para medir o perímetro do quadril, a fita foi colocada horizontalmente na porção mais proeminente dos glúteos. Tais medidas foram utilizadas para mensurar a relação cintura-quadril através da fórmula (relação cintura-quadril = circunferência da cintura/circunferência do quadril).

4.5.3 Força Muscular

A força muscular foi mensurada através do teste de 3 a 6 repetições máximas (3-6RM) nos seguintes exercícios: supino sentado, cadeira extensora, puxada alta, desenvolvimento na máquina e remada baixa. Os testes foram realizados na ordem mencionada acima usando máquinas de exercício (Matrix Fitness, Wisconsin, EUA). Os valores obtidos no teste foram utilizados para determinar a carga adequada para cada participante durante o período de treinamento. O teste de força de 3-6 RM foi utilizado por ser mais indicado para indivíduos não treinados e ter apresentado alta reprodutibilidade em estudos anteriores (DOHONEY *et al.*, 2002; MORO *et al.*, 2017; PAOLI *et al.*, 2012; REEVES; NARICI; MAGANARIS, 2004; REYNOLDS; GORDON; ROBERGS, 2006). Entre 24 e 48 horas antes do teste de 3-6RM, os participantes foram familiarizados com os exercícios e equipamentos mencionados a fim de demonstrar os padrões de movimento e aclimatar as pacientes às condições do teste. Após realizar um aquecimento específico para cada exercício, 12 repetições com esforço leve, foi estipulada determinada carga, baseada na experiência do pesquisador, para que fosse realizada uma primeira tentativa de repetições máximas, caso o número de repetições ultrapassasse ou ficasse abaixo da faixa de 3 a 6 repetições a carga seria aumentada ou reduzida, respectivamente, até que a falha ocorresse dentro do intervalo de repetições desejado, sem o

comprometimento da técnica correta do exercício e sem qualquer auxílio do pesquisador. Foram realizados intervalos de três minutos entre cada tentativa e entre os exercícios. O valor de 1 repetição máxima (1RM), ou seja, quanto peso um indivíduo pode levantar em uma repetição em determinado exercício, foi determinado indiretamente pela fórmula de Brzycki (1993). Duas participantes não realizaram o teste de 3-6RM na cadeira extensora no PRÉ e PÓS porque relataram desconforto durante a tentativa de execução. Na avaliação PÓS três pacientes não conseguiram realizar o teste de 3-6RM no supino sentado devido a defeito no equipamento.

4.5.4 Capacidade Funcional

Para avaliar a força dinâmica dos membros inferiores foi realizado o teste de sentar-e-levantar em 30 segundos (TSL). O teste inicia com o indivíduo sentado em uma cadeira, com as costas totalmente apoiadas, braços cruzados à frente do tronco e joelhos a aproximadamente 90°. A um sinal verbal o indivíduo deve levantar-se da cadeira e ficar em pé, retornando à posição sentada quantas vezes for possível em 30 segundos. Cada participante foi instruído a realizar o movimento proposto sem utilizar os braços para se levantar (LORD *et al.*, 2002).

O equilíbrio estático foi avaliado por meio do teste de equilíbrio unipodal (TEU). O participante deveria ficar em pé, descalço, com uma perna elevada (joelho fletido a aproximadamente 90°), com as mãos nos quadris e olhar fixo em um ponto a dois metros de distância na altura dos olhos. O tempo que o participante permaneceu nesta posição foi cronometrado até o limite máximo de 30 segundos. Para cada membro inferior foram feitas 3 tentativas (FRANCISCO *et al.*, 2009). Para análise dos dados foi utilizado o valor da melhor tentativa.

A mensuração da flexibilidade foi realizada através da realização do teste de sentar-e-alcançar (TSA). Cada participante ficou sentada em um colchonete, com os pés em contato total com a frente do banco, membros inferiores com joelhos estendidos, quadris fletidos e mãos sobrepostas à frente do corpo com cotovelos estendidos. Após o posicionamento correto, cada participante foi instruído a movimentar a balança com a ponta dos dedos o máximo possível, realizando uma flexão de tronco (WELLS; DILLON, 1952). Foram feitas três tentativas para cada participante, com o valor obtido expresso em centímetros (cm), utilizando a melhor medida de desempenho para a análise.

4.5.5 Marcadores Bioquímicos

Amostras de sangue foram obtidas nos momentos PRÉ e PÓS por um profissional habilitado do HC-UFPE-EBSERH após jejum de 12 horas. Um volume sanguíneo de 10 ml foi

retirado de cada paciente e em seguida as amostras foram encaminhadas para o Laboratório de Imunopatologia Keizo Asami (LIKA), onde as amostras foram centrifugadas a 1000 rotações por minuto por 15 minutos para obtenção do soro. Marcadores bioquímicos, incluindo colesterol total, triglicerídeos, colesterol de lipoproteína de alta densidade (HDL), colesterol de lipoproteína de baixa densidade (LDL) e glicose foram medidos com o analisador Architect c8000 (Abbott, Illinois, EUA).

4.6 PROCEDIMENTOS ANALÍTICOS

Para tabulação e construção do banco de dados foi utilizado o software Excel 2013 (Microsoft Corporation). A análise dos dados foi realizada por meio do programa SPSS 25.0 (Statistical Package for the Social Sciences). As medidas descritivas foram expressas em média e desvio padrão, para variáveis contínuas, e frequências absoluta e relativa, para variáveis categóricas. A normalidade dos dados foi verificada pelo teste de Shapiro-Wilk. Os valores de colesterol total e carga de 1RM no exercício puxada alta não seguiram distribuição normal e sofreram transformação logarítmica. O teste t pareado de Student foi utilizado para verificar diferenças entre os momentos PRÉ e PÓS para a maioria das variáveis, exceto para os valores de glicemia de jejum e equilíbrio unipodal que não apresentaram distribuição normal dos dados e, portanto, foi utilizado o teste não paramétrico de Wilcoxon. O g_{av} de Hedges foi calculado para verificar o tamanho do efeito quando o teste t pareado foi utilizado (LAKENS, 2013). O tamanho de efeito foi interpretado como nulo ($g_{av} < 0,1$), muito pequeno ($0,1 \leq g_{av} < 0,2$), pequeno ($0,2 \leq g_{av} < 0,5$), médio ($0,5 \leq g_{av} < 0,8$), grande ($0,8 \leq g_{av} < 1,2$) ou muito grande ($g_{av} \geq 1,2$) (SAWILOWSKY, 2009). Foi adotado nível de significância de 5% para todos os testes.

4.7 PROCEDIMENTOS ÉTICOS

Todos os procedimentos envolvendo as participantes do estudo foram realizados de acordo com os princípios éticos da Declaração de Helsinque e o estudo foi aprovado pelo Comitê de Ética da Universidade Federal de Pernambuco [Parecer 3.117.241/19 (ANEXO B)]. Todas as participantes incluídas na presente pesquisa foram orientadas acerca dos procedimentos realizados e forneceram autorização por escrito através do Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (ANEXO C).

5 RESULTADOS

Um total de oito participantes completaram o TFC [39,9±13,5 (21 a 55) anos; IMC = 46,8±9,3 (36,8 a 62,3) kg/m²]. Cinco participantes tinham 40 anos ou menos; Cinco participantes apresentavam obesidade grau 3 (IMC ≥ 40 kg/m²), enquanto as demais apresentavam obesidade grau 2 (40 kg/m² > IMC ≥ 35 kg/m²). Todas as pacientes apresentavam ao menos uma comorbidade: quatro apresentavam hipertensão arterial sistêmica, duas diabetes, uma dislipidemia, uma asma, uma esteatose hepática e uma artropatia. Todas as pacientes completaram 8 sessões de treinamento dentro das 4 semanas propostas, o que representa 100% de adesão ao programa de treinamento. Não foram identificadas lesões relacionadas ao treinamento. Os valores dos marcadores bioquímicos, variáveis antropométricas, IMC, capacidade funcional e força muscular (1RM) dos participantes, no PRÉ e PÓS, estão apresentados na Tabela 2.

Tabela 2 - Média, desvio padrão [DP], estatística t e Z, tamanho de efeito e p valor dos marcadores bioquímicos, medidas antropométricas, capacidade funcional e força muscular nos momentos PRÉ e PÓS-intervenção (n = 8).

Variável	PRÉ		PÓS		t	Z	g _{av}	p
	Média	[DP]	Média	[DP]				
Marcadores Bioquímicos								
Colesterol total (mg/dl)	187,8	[52,7]	188,7	[52,4]	0,154		0,01	0,882
HDL (mg/dl)	47,3	[4,1]	43,9	[4,4]	-2,147		-0,7	0,069
LDL (mg/dl)	117,2	[45,4]	118,1	[46,0]	0,176		0,02	0,865
Triglicerídeos (mg/dl)	116,4	[54,8]	133,3	[57,2]	2,156		0,26	0,068
Glicose em jejum (mg/dl)	91,7	[21,6]	85,2	[19,1]		-1,960		0,050
Medidas antropométricas								
Peso corporal (kg)	115,9	[26,9]	112,9	[27,5]	-6,189		-0,1	<0,001
IMC (kg/m ²)	46,8	[9,3]	45,5	[9,5]	-5,875		-0,12	0,001
Relação cintura/quadril	0,87	[0,04]	0,87	[0,06]	0,114		0,0	0,913
Capacidade Funcional								
TSL (reps.)	10,0	[2,1]	14,4	[2,2]	11,667		1,78	<0,001
TEU (s)	24,4	[10,4]	26,5	[9,4]		-1,342		0,18
TSA (cm)	21,1	[6,8]	24,3	[6,4]	2,802		0,42	0,031

Tabela 2 (cont.) - Média, desvio padrão, estatística t e Z, tamanho de efeito e p valor dos marcadores bioquímicos, medidas antropométricas, capacidade funcional e força muscular nos momentos PRÉ e PÓS-intervenção (n = 8).

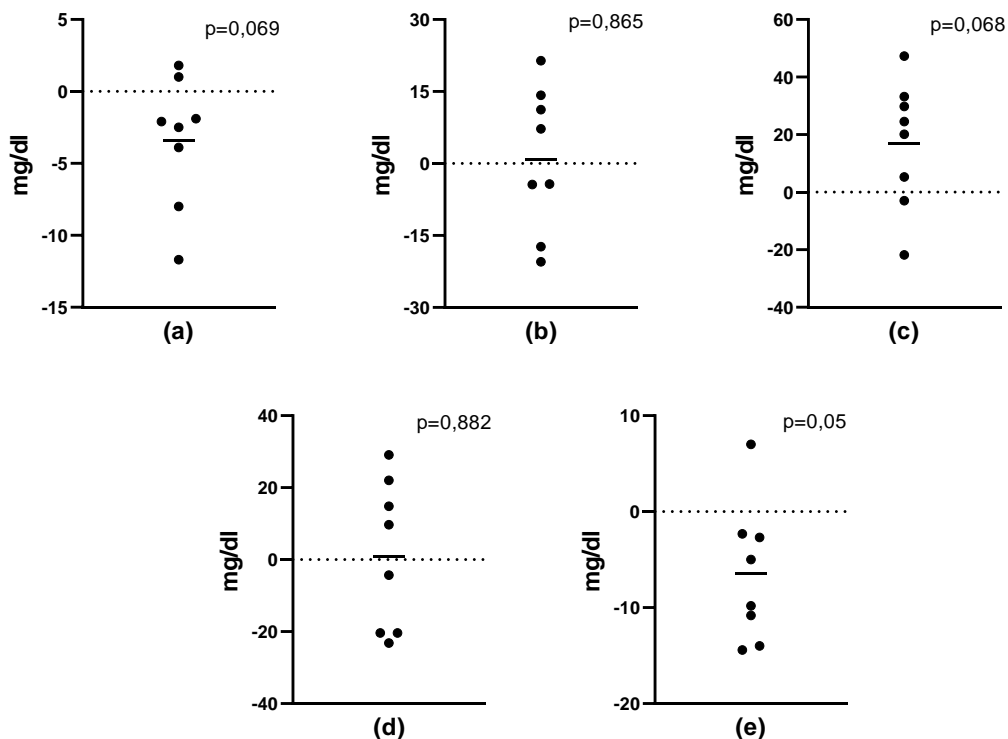
Variável	PRÉ		PÓS		t	Z	g _{av}	p
	Média	[DP]	Média	[DP]				
Força Muscular (valores de 1RM)								
Puxada alta (kg)	38,4	[7,6]	49,3	[7,7]	4,712		1,24	0,002
Supino sentado (kg) [n = 5]	32,2	[5,8]	38,2	[5,3]	3,308		0,79	0,030
Remada baixa(kg)	34,9	[6,9]	43,1	[8,4]	3,923		0,93	0,006
Desenvolvimento (kg)	21,1	[2,3]	28,2	[2,3]	5,797		2,68	0,001
Cadeira extensora (kg) [n = 6]	40,1	[17,9]	54,2	[10,1]	4,312		0,81	0,008

Fonte: o autor.

DP: desvio padrão; HDL: lipoproteína de alta densidade; LDL: lipoproteína de baixa densidade; IMC: índice de massa corporal; TSL: teste de sentar-e-levantar; TEU: teste de equilíbrio unipodal; TSA: teste de sentar-e-alcançar; 1RM: valor de uma repetição máxima.

As variáveis bioquímicas, colesterol total, HDL, LDL, triglicerídeos e glicemia em jejum, não apresentaram alterações significativas entre os momentos PÓS e PRÉ (Gráfico 1).

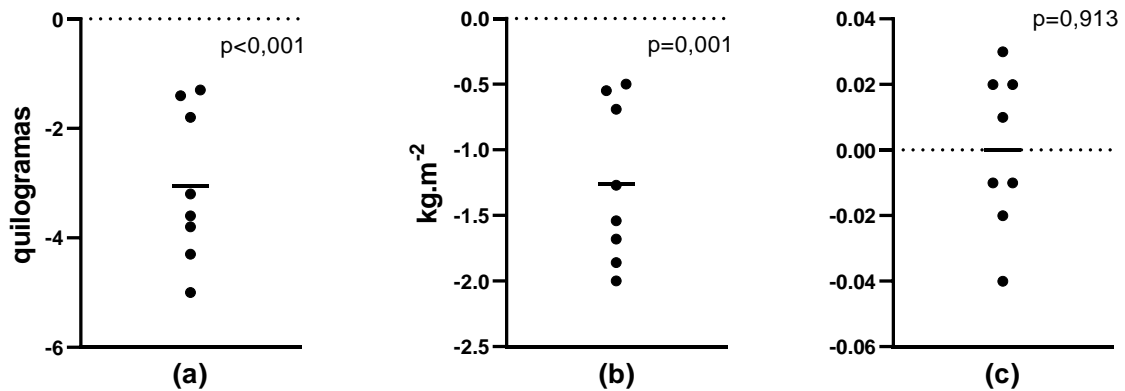
Gráfico 1 - Alterações individuais (PÓS-PRÉ) nas variáveis (a) HDL, (b) LDL, (c) triglicerídeos, (d) colesterol total, e (e) glicose em jejum. A barra horizontal representa a média das diferenças.



Fonte: o autor.

As diferenças de composição corporal e antropometria, entre os momentos PÓS e PRÉ, são mostradas no Gráfico 2. A massa corporal das participantes apresentou uma redução média significativa de 3,05 kg (IC 95% -4,21 a -1,89kg), com uma redução percentual total de massa corporal de 2,9%, onde todas as pacientes apresentaram diminuição desta variável. O IMC das participantes apresentou redução significativa de 1,26 kg/m² (IC 95% -1,77 a -0,75 kg/cm²), uma redução média de 2,7%. A relação cintura/quadril não apresentou diferença significativa no valor médio e as respostas individuais foram divergentes na amostra.

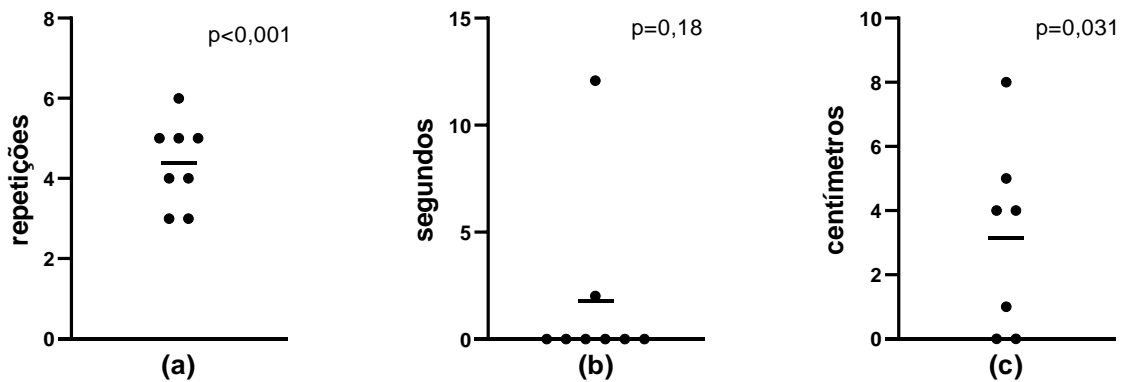
Gráfico 2 - Alterações individuais (PÓS-PRÉ) nas variáveis (a) peso corporal, (b) IMC, e (c) relação cintura/quadril. A barra horizontal representa a média das diferenças.



Fonte: o autor.

As alterações no desempenho dos testes funcionais são mostradas no Gráfico 3. O resultado do TSL mostrou um aumento médio de 4 repetições [+4,38 repetições. (IC 95% +3,49 a +5,26 reps.), p < 0,001], entre os momentos avaliados, com todas as participantes apresentando melhoras no desempenho no teste PÓS. Os resultados após a intervenção do TSA mostraram um aumento médio de 14,9% [+3,14cm (IC 95% +0,40 a +5,89cm), p = 0,031] em relação ao PRÉ, com melhora da flexibilidade em 5 das 8 participantes. Uma paciente não realizou o TSA devido à desconforto na posição de realização do teste. A performance no TEU não apresentou alterações significativas entre os momentos PRÉ e PÓS.

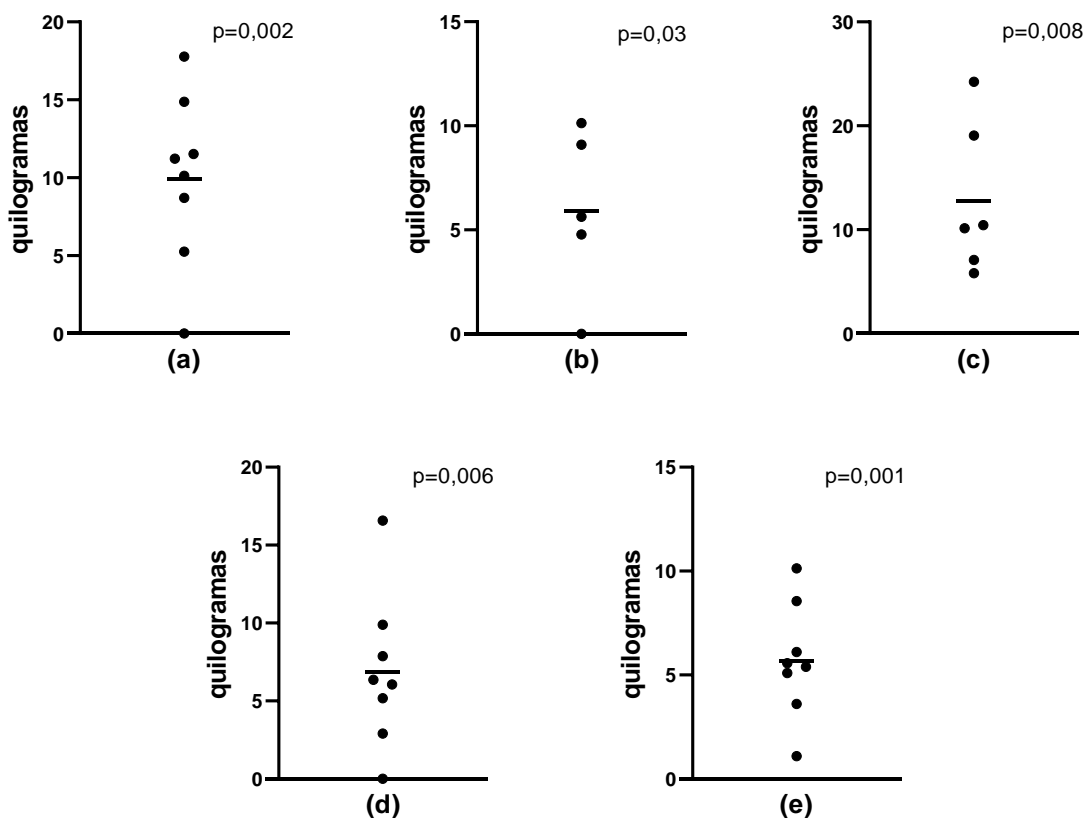
Gráfico 3 - Alterações individuais (PÓS-PRÉ) no desempenho dos testes (a) sentar-e-levantar, (b) equilíbrio unipodal, e (c) sentar-e-alcançar. A barra horizontal representa a média das diferenças.



Fonte: o autor.

As alterações nos valores de 1RM da amostra são mostrados no Gráfico 4. Com exceção de uma participante, nos exercícios de puxada alta e remada baixa, e outra participante no exercício de supino sentado, houve aumento no valor de 1RM nos exercícios realizados.

Gráfico 4 - Alterações individuais (PÓS-PRÉ) nos valores de 1RM dos exercícios (a) puxada alta, (b) supino sentado ($n = 5$), (c) cadeira extensora ($n = 6$), (d) remada baixa, e (e) desenvolvimento na máquina. A barra horizontal representa a média das diferenças.



Fonte: o autor.

6 DISCUSSÃO

A inserção do TFC ao PMBC mostrou-se viável considerando a adesão de 100% das sessões de treinamento propostas, sem nenhum relato de lesão causado pelo treinamento físico. Baillot et al. (2013) investigaram a viabilidade de um programa de exercícios supervisionados, com duração de 12 semanas e 35 sessões de treinamento, em uma amostra de 12 indivíduos com obesidade aguardando cirurgia bariátrica, e relataram adesão a 60% das sessões propostas. Gilbertson et al. (2020) realizaram estudo com pessoas com obesidade aguardando CB onde foi proposto aos pacientes que realizassem 30 minutos de caminhada em casa, 5 vezes por semana durante 30 dias, com adesão monitorada por um rastreador de atividade. Os pesquisadores relataram um total de 18 dias de treinamento, ou seja, 60% das sessões propostas. O presente estudo mostrou alta adesão mesmo com programa supervisionado realizado em um hospital. As características próprias do TFC como a interação social promovida, a baixa frequência semanal e o tempo reduzido das sessões de treinamento, aproximadamente 40 minutos, podem contribuir para a alta adesão ao treinamento uma vez que facilita uma das principais barreiras à prática do exercício físico para pessoas com obesidade, a falta de tempo (BAILLOT *et al.*, 2021).

Não foram encontradas diferenças significativas no perfil lipídico e glicemia de jejum das participantes após a intervenção. Ressalta-se que os valores de glicemia de jejum apresentaram tendência uniforme de queda observada em todas as pacientes. Tal redução pode estar associada à melhora da sensibilidade à insulina induzida pelo treinamento de força, por meio do aumento da translocação do GLUT4 nas células musculares (STANFORD; GOODYEAR, 2014). Colesterol total, triglicerídeos e LDL não apresentaram alterações simétricas entre os participantes, enquanto o HDL apresentou uma tendência de redução. Em estudo recente, Kolahdouzi et al. (2019) avaliaram os efeitos de 24 sessões de treinamento de força em circuito, com duração de 8 semanas, em uma amostra de homens jovens com obesidade. Os pesquisadores relataram melhora significativa nos níveis de HDL, LDL, colesterol total e triglicerídeos e, embora não tenha havido melhora significativa nos valores de glicemia de jejum, foi relatada uma melhora na sensibilidade à insulina. Nesse sentido, Miller et al. (2014) também relataram melhora significativa nos valores de colesterol total e triglicerídeos após 4 semanas de treinamento de força em circuito de alta intensidade em uma amostra de homens com obesidade. A intervenção aplicada na presente pesquisa foi de intensidade moderada (60% de 1RM), frequência de apenas 2 sessões semanais e curta duração, quatro semanas, divergindo dos estudos citados anteriormente, e talvez o tempo tenha sido insuficiente para o aparecimento de adaptações semelhantes. Além disso, a população

investigada no presente estudo foi do sexo feminino, o que pode influenciar nas adaptações bioquímicas associadas ao exercício e/ou perda de peso (ROMERO-MORALEDA *et al.*, 2015), resultados semelhantes foram encontrados no estudo de Marc-Hernández *et al.* (2019) que teve uma amostra composta majoritariamente por mulheres que praticaram treinamento combinado por 12 semanas.

A importância da redução do peso corporal antes da realização da cirurgia bariátrica ainda é um ponto que apresenta divergência na literatura (GERBER; ANDERIN; THORELL, 2015; KRIMPURI *et al.*, 2018; SAMAAN *et al.*, 2022). No presente estudo, observou-se uma redução estatisticamente significativa no peso corporal das participantes. Os resultados estão de acordo com uma recente revisão de literatura (SEO; NOH; KIM, 2019), que relatou a eficácia do TFC na redução do peso corporal e do IMC de indivíduos adultos, principalmente aqueles com sobrepeso ou obesidade. É importante ressaltar que a diminuição do peso corporal está relacionada a melhorias no metabolismo da glicose e diminuição do risco cardiovascular em indivíduos com obesidade (RYAN; YOCKEY, 2017). Estudos anteriores relataram uma melhora na composição corporal em indivíduos com obesidade utilizando diferentes estratégias de exercício, no entanto, em comparação com o presente estudo, foram necessários períodos mais longos (BAILLOT *et al.*, 2016; MARC-HERNÁNDEZ *et al.*, 2019; PICÓ-SIRVENT *et al.*, 2019; RELJIC *et al.*, 2020; SAFARZADE; ALIZADEH; BASTANI, 2020) e/ou maiores intensidades de treino (MILLER, M. B. *et al.*, 2014; RELJIC *et al.*, 2020). Portanto, o TFC parece ser uma intervenção promissora para redução do peso corporal e do IMC em indivíduos que aguardam CB mesmo com baixos volumes de treinamento e intensidade moderada.

Mulheres com obesidade apresentam menor capacidade funcional do que mulheres eutróficas, com risco aumentado de quedas, maior custo metabólico para deambulação e alterações posturais, condições que comprometem o desempenho das atividades de vida diária, sendo de grande importância a implementação de intervenções que amenizem ou melhorem tais declínios funcionais (PATAKY *et al.*, 2014). No TSL as participantes do estudo apresentaram um aumento de 3 a 6 repetições entre os períodos PÓS e PRÉ, resultado semelhante ao encontrado por Baillot *et al.* (2016) após 12 semanas de treinamento combinado aplicado a pacientes que aguardavam CB. Essa melhoria pode ser justificada pelo uso de exercícios funcionais utilizados no TFC, escolhidos precisamente por mimetizarem atividades do cotidiano das pacientes. Os efeitos de programas de exercícios físicos na flexibilidade de indivíduos com obesidade grau 2 e 3 ($IMC \geq 35 \text{ kg/m}^2$) têm sido pouco investigados (PAZZIANOTTO-FORTI *et al.*, 2020). Kim *et al.* (2018) submeteram 10 universitárias com obesidade a 12 semanas de treinamento em circuito e relataram uma melhora significativa na

flexibilidade destas alunas, aferida através do TSA. Curiosamente, no estudo de Kim et al. (2018), foram realizados exercícios de flexibilidade estática e dinâmica em todas as 36 sessões de treinamento, enquanto no presente estudo não houve exercícios específicos para esse componente da capacidade funcional e apenas 8 sessões de treino foram realizadas. Embora o equilíbrio não tenha demonstrado melhoras significativas vale ressaltar que 6 participantes apresentaram desempenho máximo no teste no momento PRÉ, enquanto as demais pacientes apresentaram melhora de mais de 60% no desempenho do teste (3,18 para 5,2 segundos e 17,92 para 30 segundos).

Melhorias significativas foram verificadas nos testes de força após o período de intervenção, resultado que está de acordo com pesquisas anteriores (BAILLOT *et al.*, 2013; MILLER, C. T. *et al.*, 2020). Este achado é clinicamente importante uma vez que indivíduos com obesidade apresentam capacidade funcional reduzida, que por sua vez está diretamente associada à força muscular (CORREIA DE FARIA SANTARÉM *et al.*, 2015; ORANGE *et al.*, 2019; SMITH *et al.*, 2019). Ao submeter candidatos à CB a um programa de treinamento combinado por 6 meses, Picó-Sirvent et al. (2019) não encontraram alterações significativas na força muscular. Marc-Hernández et al. (2019), também não encontraram diferenças significativas na força muscular de 12 candidatos à CB que realizaram 12 semanas de treinamento combinado. Ambos os estudos previamente citados utilizaram a dinamometria isocinética para mensurar a força muscular, o que pode explicar a divergência com os resultados da presente pesquisa.

Esta pesquisa apresenta algumas limitações que precisam ser consideradas. Devido ao baixo tamanho amostral os achados devem ser considerados apenas como um estudo exploratório, necessitando de investigações adicionais para confirmá-los. A ausência de um grupo controle compromete a validade interna do estudo não permitindo à inferência de causalidade entre os desfechos e a intervenção proposta, portanto, os resultados devem ser interpretados com cautela. Ainda, não foi realizado controle sobre a fase do PMCB em que as pacientes se encontravam, o que pode ter influência sobre os resultados. No entanto, este é o primeiro estudo a aplicar um programa de TFC a uma amostra de mulheres com obesidade candidatas à cirurgia bariátrica, demonstrando resultados promissores em vários marcadores de saúde mesmo com curta duração, baixa frequência semanal e intensidade moderada, quando estudos anteriores reportaram piora em variáveis relacionadas à saúde de candidatos à CB e aumento do peso corporal desses pacientes durante o período pré cirúrgico (COLQUITT *et al.*, 2014; MARCON *et al.*, 2017). Investigações futuras devem realizar ensaios clínicos randomizados para confirmar ou refutar tais achados. Analisar as respostas a diferentes

protocolos, intensidades e volume de treinamento também devem ser investigados. Por fim, controlar a fase do PMBC, bem como aspectos relacionados à dieta pode trazer resultados importantes.

Os achados desta pesquisa demonstram que a aplicação de um programa de TFC, adicionalmente a um PMCB, é viável e pode trazer benefícios a mulheres candidatas à CB, sendo um protocolo de fácil aplicação e que não requer materiais sofisticados. Programas de CB de hospitais públicos e privados podem utilizar esta ferramenta no período pré cirúrgico a fim de garantir os benefícios do exercício físico para as pacientes.

7 CONCLUSÕES

Os resultados deste estudo sugerem que a realização de quatro semanas de um programa supervisionado de treinamento de força em circuito não altera o perfil lipídico, glicose em jejum, equilíbrio e relação cintura/quadril, mas parece contribuir para melhoria do peso corporal, IMC, capacidade funcional e força muscular de mulheres participantes de um PMCB.

REFERÊNCIAS

- ABDELAAL, M.; ROUX, C. W. LE; DOCHERTY, N. G. Morbidity and mortality associated with obesity. **Annals of Translational Medicine**, abr. 2017. v. 5, n. 7, p. 161–161.
- ARROYO-JOHNSON, C.; MINCEY, K. D. Obesity Epidemiology Worldwide. **Gastroenterology Clinics of North America**, 1 dez. 2016. v. 45, n. 4, p. 571–579.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA PARA O ESTUDO DA OBESIDADE E DA SÍNDROME METABÓLICA (ABESO). Diretrizes brasileiras de obesidade 2016. **VI Diretrizes Brasileiras de Obesidade**, 2016. p. 7–186.
- BAILLOT, A. *et al.* Feasibility and Impacts of Supervised Exercise Training in Subjects with Obesity Awaiting Bariatric Surgery: a Pilot Study. United States: **Obesity Surgery**, 22 jul. 2013. v. 23, n. 7, p. 882–891.
- _____ *et al.* Impacts of Supervised Exercise Training in Addition to Interdisciplinary Lifestyle Management in Subjects Awaiting Bariatric Surgery: a Randomized Controlled Study. United States: **Obesity Surgery**, 1 nov. 2016. v. 26, n. 11, p. 2602–2610.
- _____ *et al.* Effects of a Pre-surgery Supervised Exercise Training 1 Year After Bariatric Surgery: a Randomized Controlled Study. United States: **Obesity Surgery**, 30 abr. 2018. v. 28, n. 4, p. 955–962.
- _____ *et al.* Physical activity motives, barriers, and preferences in people with obesity: A systematic review. **PLOS ONE**, 23 jun. 2021. v. 16, n. 6, p. e0253114.
- BARRETO, B. L. De M. **NÍVEL DE ATIVIDADE FÍSICA, IMAGEM CORPORAL E QUALIDADE DE VIDA DE PACIENTES CANDIDATOS A CIRURGIA BARIÁTRICA**. 2017. 85 p. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de Pernambuco, CCS. Programa de Pós-graduação em Cirurgia. Recife, 2017.
- BARRIENTOS-SÁNCHEZ, F. *et al.* Physical exercise and loss of weight and body mass index in bariatric surgery: a systematic review. Spain: **Nutrición Hospitalaria**, nov. 2021.
- BELLICHA, A. *et al.* Effect of exercise training before and after bariatric surgery: A systematic review and meta-analysis. **Obesity Reviews**, 3 jul. 2021. v. 22, n. S4, p. 1–18.
- BERINO, T. N. *et al.* Relationship between Eating Behavior, Quality of Life and Weight Regain in Women after Bariatric Surgery. **International Journal of Environmental Research and Public Health**, 22 jun. 2022. v. 19, n. 13, p. 7648.
- BOND, D. S. *et al.* Intervention-related increases in preoperative physical activity are maintained 6-months after Bariatric surgery: results from the bari-active trial. **International Journal of Obesity**, 27 mar. 2017. v. 41, n. 3, p. 467–470.
- BOPPRE, G.; DINIZ-SOUSA, F.; *et al.* Can exercise promote additional benefits on body composition in patients with obesity after bariatric surgery? A systematic review and meta-analysis of randomized controlled trials. **Obesity Science & Practice**, 13 fev. 2022. v. 8, n. 1, p. 112–123.

_____; DINIZ-SOUSA, F.; *et al.* Does Exercise Improve the Cardiometabolic Risk Profile of Patients with Obesity After Bariatric Surgery? A Systematic Review and Meta-analysis of Randomized Controlled Trials. **Obesity Surgery**, 24 jun. 2022. v. 32, n. 6, p. 2056–2068.
BRASIL. PORTARIA Nº 424, DE 19 DE MARÇO DE 2013. Redefine as diretrizes para a organização da prevenção e do tratamento do sobrepeso e obesidade como linha de cuidado prioritária da Rede de Atenção à Saúde das Pessoas com Doenças Crônicas. Disponível em: https://bvsms.saude.gov.br/bvs/saudelegis/gm/2013/prt0424_19_03_2013.html. Acesso em: 2 ago. 2022.

BRZYCKI, M. Strength Testing—Predicting a One-Rep Max from Reps-to-Fatigue. **Journal of Physical Education, Recreation & Dance**, jan. 1993. v. 64, n. 1, p. 88–90.

BURKERT, N. T.; FREIDL, W. Pronounced social inequality in health-related factors and quality of life in women and men from Austria who are overweight or obese. **PeerJ**, 2019. v. 2019, n. 5.

BUSUTIL, R. *et al.* The impact of obesity on health-related quality of life in Spain. **Health and Quality of Life Outcomes**, 10 out. 2017. v. 15, n. 1.

CARVALHO, A. Da S.; ROSA, R. D. S. Cirurgias bariátricas realizadas pelo Sistema Único de Saúde no período 2010-2016: estudo descritivo das hospitalizações no Brasil*. **Epidemiologia e Serviços de Saúde**, abr. 2019. v. 28, n. 1, p. e2018260.

COLQUITT, J. L. *et al.* Surgery for weight loss in adults. **Cochrane Database of Systematic Reviews**, 8 ago. 2014. n. 8, p. 244.

CORREIA DE FARIA SANTARÉM, G. *et al.* Correlation between Body Composition and Walking Capacity in Severe Obesity. **PLOS ONE**, 22 jun. 2015. v. 10, n. 6, p. e0130268.

CREEL, D. B. *et al.* A randomized trial comparing two interventions to increase physical activity among patients undergoing bariatric surgery. **Obesity**, ago. 2016. v. 24, n. 8, p. 1660–1668.

DANTAS, W. S. *et al.* Exercise-induced increases in insulin sensitivity after bariatric surgery are mediated by muscle extracellular matrix remodeling. **Diabetes**, ago. 2020. v. 69, n. 8, p. 1675–1691.

_____. *et al.* Reversal of Improved Endothelial Function After Bariatric Surgery Is Mitigated by Exercise Training. **Journal of the American College of Cardiology**, 2018. v. 72, n. 18, p. 2278–2279.

DOHONEY, P. *et al.* Prediction of one repetition maximum (1-RM) strength from a 4-6 RM and a 7-10 RM submaximal strength test in healthy young adult males. **Journal of Exercise Physiology Online**, 2002. v. 5, n. 3, p. 54–59.

DUREY, B. J. *et al.* The Effect of Pre-operative Exercise Intervention on Patient Outcomes Following Bariatric Surgery: a Systematic Review and Meta-analysis. United States: **Obesity Surgery**, 20 jan. 2022. v. 32, n. 1, p. 160–169.

FERREIRA, A. P. De S. *et al.* Increasing trends in obesity prevalence from 2013 to 2019 and associated factors in Brazil. **Revista Brasileira de Epidemiologia**, 2021. v. 24, n. suppl 2.

FRANCISCO, C. O. *et al.* Comparação do equilíbrio corporal de mulheres a partir da meia-idade obesas e não-obesas. **Fisioterapia e Pesquisa**, dez. 2009. v. 16, n. 4, p. 323–328.

FRANKLIN, N. C. *et al.* Circuit Resistance Training Attenuates Acute Exertion-Induced Reductions in Arterial Function but Not Inflammation in Obese Women. **Metabolic Syndrome and Related Disorders**, jun. 2015. v. 13, n. 5, p. 227–234.

GERBER, P.; ANDERIN, C.; THORELL, A. Weight loss prior to bariatric surgery: An updated review of the literature. **Scandinavian Journal of Surgery**, 11 mar. 2015. v. 104, n. 1, p. 33–39.

GIL, S.; PEÇANHA, T.; *et al.* Exercise Enhances the Effect of Bariatric Surgery in Markers of Cardiac Autonomic Function. United States: **Obesity Surgery**, mar. 2021. v. 31, n. 3, p. 1381–1386.

_____; KIRWAN, J. P.; *et al.* A randomized clinical trial on the effects of exercise on muscle remodelling following bariatric surgery. Germany: **Journal of Cachexia, Sarcopenia and Muscle**, 19 dez. 2021. v. 12, n. 6, p. 1440–1455.

GILBERTSON, N. M. *et al.* Pre-operative aerobic exercise on metabolic health and surgical outcomes in patients receiving bariatric surgery: A pilot trial. **PLOS ONE**, 2 out. 2020. v. 15, n. 10, p. e0239130.

GUALANO, B.; KIRWAN, J. P.; ROSCHEL, H. Exercise Is Key to Sustaining Metabolic Gains After Bariatric Surgery. **Exercise and Sport Sciences Reviews**, jul. 2021. v. 49, n. 3, p. 197–204.

JABBOUR, G.; SALMAN, A. Bariatric Surgery in Adults with Obesity: the Impact on Performance, Metabolism, and Health Indices. **Obesity Surgery**, 17 abr. 2021. v. 31, n. 4, p. 1767–1789.

KIM, J.-W. *et al.* Effect of circuit training on body composition, physical fitness, and metabolic syndrome risk factors in obese female college students. **Journal of Exercise Rehabilitation**, 27 jun. 2018. v. 14, n. 3, p. 460–465.

KLIKA, B.; JORDAN, C. High-intensity circuit training using body weight: Maximum results with minimal investment. **ACSM'S Health & Fitness Journal**, maio. 2013. v. 17, n. 3, p. 8–13.

KOLAHDOUZI, S. *et al.* Progressive circuit resistance training improves inflammatory biomarkers and insulin resistance in obese men. **Physiology & Behavior**, jun. 2019. v. 205, n. October 2018, p. 15–21.

KRIMPURI, R. D. *et al.* Qualifying for bariatric surgery: is preoperative weight loss a reliable predictor of postoperative weight loss? **Surgery for Obesity and Related Diseases**, jan. 2018. v. 14, n. 1, p. 60–64.

- KWOK, K. *et al.* The Impact of a Pre-operative Exercise Program on Patients Awaiting Bariatric Surgery. *Surgery for Obesity and Related Diseases*, ago. 2016. v. 12, n. 7, p. S201–S202.
- LAKENS, D. Calculating and reporting effect sizes to facilitate cumulative science: a practical primer for t-tests and ANOVAs. **Frontiers in Psychology**, 2013. v. 4, n. NOV, p. 1–12.
- LI, C. *et al.* Effects of a bariatric preoperative exercise program: a pilot randomized study. **Surgical Endoscopy and Other Interventional Techniques**, 2013. v. 27, p. S431.
- LORD, S. R. *et al.* Sit-to-Stand Performance Depends on Sensation, Speed, Balance, and Psychological Status in Addition to Strength in Older People. **The Journals of Gerontology Series A: Biological Sciences and Medical Sciences**, 1 ago. 2002. v. 57, n. 8, p. M539–M543.
- LYYTINEN, T. *et al.* Physical function and properties of quadriceps femoris muscle after bariatric surgery and subsequent weight loss. **Journal of Musculoskeletal Neuronal Interactions**, 2013. v. 13, n. 3, p. 291–300.
- MALTA, D. C. *et al.* Tendência temporal da prevalência de obesidade mórbida na população adulta brasileira entre os anos de 2006 e 2017. **Cadernos de Saúde Pública**, 2019. v. 35, n. 9.
- MARC-HERNÁNDEZ, A. *et al.* Impact of Exercise on Body Composition and Cardiometabolic Risk Factors in Patients Awaiting Bariatric Surgery. United States: **Obesity Surgery**, 16 dez. 2019. v. 29, n. 12, p. 3891–3900.
- _____ *et al.* Effects of a High-Intensity Exercise Program on Weight Regain and Cardio-metabolic Profile after 3 Years of Bariatric Surgery: A Randomized Trial. **Scientific reports**, fev. 2020. v. 10, n. 1, p. 3123.
- MARCON, E. R. *et al.* What Is the Best Treatment before Bariatric Surgery? Exercise, Exercise and Group Therapy, or Conventional Waiting: a Randomized Controlled Trial. United States: **Obesity Surgery**, 13 mar. 2017. v. 27, n. 3, p. 763–773.
- MARTIN-RODRIGUEZ, E. *et al.* Comorbidity associated with obesity in a large population: The APNA study. **Obesity Research & Clinical Practice**, set. 2015. v. 9, n. 5, p. 435–447.
- MILLER, C. T. *et al.* Fitness, Strength and Body Composition during Weight Loss in Women with Clinically Severe Obesity: A Randomised Clinical Trial. **Obesity Facts**, 2020. v. 13, n. 4, p. 307–321.
- MILLER, M. B. *et al.* The Effect of a Short-Term High-Intensity Circuit Training Program on Work Capacity, Body Composition, and Blood Profiles in Sedentary Obese Men: A Pilot Study. **BioMed Research International**, 2014. v. 2014, p. 1–10.
- MORLEDGE, M. D.; PORIES, W. J. Mental Health in Bariatric Surgery: Selection, Access, and Outcomes. **Obesity**, 23 abr. 2020. v. 28, n. 4, p. 689–695.

MORO, T. *et al.* High intensity interval resistance training (HIIRT) in older adults: Effects on body composition, strength, anabolic hormones and blood lipids. **Experimental Gerontology**, nov. 2017. v. 98, n. August, p. 91–98.

MURAI, I. H. *et al.* Exercise Mitigates Bone Loss in Women With Severe Obesity After Roux-en-Y Gastric Bypass: A Randomized Controlled Trial. United States: **The Journal of clinical endocrinology and metabolism**, out. 2019. v. 104, n. 10, p. 4639–4650.

ORANGE, S. T. *et al.* Can sit-to-stand muscle power explain the ability to perform functional tasks in adults with severe obesity? **Journal of Sports Sciences**, 3 jun. 2019. v. 37, n. 11, p. 1227–1234.

PAOLI, A. *et al.* High-Intensity Interval Resistance Training (HIRT) influences resting energy expenditure and respiratory ratio in non-dieting individuals. **Journal of Translational Medicine**, 24 dez. 2012. v. 10, n. 1, p. 237.

PATAKY, Z. *et al.* Effects of obesity on functional capacity. United States: **Obesity**, 13 jan. 2014. v. 22, n. 1, p. 56–62.

PAZZIANOTTO-FORTI, E. M. *et al.* Impact of Physical Training Programs on Physical Fitness in People With Class II and III Obesity: A Systematic Review and Meta-Analysis. **Physical Therapy**, 23 jun. 2020. v. 100, n. 6, p. 963–978.

PICÓ-SIRVENT, I. *et al.* Effects of a Combined High-Intensity Interval Training and Resistance Training Program in Patients Awaiting Bariatric Surgery: A Pilot Study. **Sports**, 25 mar. 2019. v. 7, n. 3, p. 72.

RASERA, I. *et al.* Effectiveness and Safety of Bariatric Surgery in the Public Healthcare System in Brazil: Real-World Evidence from a High-Volume Obesity Surgery Center. **Obesity Surgery**, 25 fev. 2017. v. 27, n. 2, p. 536–540.

REEVES, N. D.; NARICI, M. V; MAGANARIS, C. N. Effect of resistance training on skeletal muscle-specific force in elderly humans. **Journal of Applied Physiology**, mar. 2004. v. 96, n. 3, p. 885–892.

RELJIC, D. *et al.* Low-volume high-intensity interval training improves cardiometabolic health, work ability and well-being in severely obese individuals: a randomized-controlled trial sub-study. **Journal of Translational Medicine**, 7 dez. 2020. v. 18, n. 1, p. 419.

REYNOLDS, J. M.; GORDON, T. J.; ROBERGS, R. A. Prediction of one repetition maximum strength from multiple repetition maximum testing and anthropometry. **Journal of Strength and Conditioning Research**, 2006. v. 20, n. 3, p. 584–592.

RODRIGUES, P. R. M. *et al.* Trends of overweight and obesity prevalence among Brazilian adults: Analysis of 2006-2019 VIGITEL by capitals and Federal District. **DEMETERA: Alimentação, Nutrição & Saúde**, 30 dez. 2021. v. 16, p. e61356.

ROMERO-ARENAS, S. Impact of Resistance Circuit Training on Neuromuscular, Cardiorespiratory and Body Composition Adaptations in the Elderly. **Aging and Disease**, 2013. v. 04, n. 05, p. 256–263.

ROMERO-MORALEDA, B. *et al.* Lipid profile response to weight loss program in overweight and obese patient is related with gender and age. **Nutricion Hospitalaria**, 2015. v. 31, n. 6, p. 2455–2464.

RUBAN, A. *et al.* Current treatments for obesity. **Clinical Medicine**, maio. 2019. v. 19, n. 3, p. 205–212.

RYAN, D. H.; YOCKEY, S. R. Weight Loss and Improvement in Comorbidity: Differences at 5%, 10%, 15%, and Over. **Current Obesity Reports**, 28 jun. 2017. v. 6, n. 2, p. 187–194.

SAFARZADE, A.; ALIZADEH, H.; BASTANI, Z. The effects of circuit resistance training on plasma progranulin level, insulin resistance and body composition in obese men. **Hormone Molecular Biology and Clinical Investigation**, 24 jul. 2020. v. 41, n. 2.

_____. **O mundo assombrado pelos demônios**. 1. ed. São Paulo: Companhia das Letras, 2006.

SAGAN, C. **Contato**. 1. ed. São Paulo: Companhia das Letras, 1997.

SAMAAN, J. S. *et al.* Preoperative Weight Loss as a Predictor of Bariatric Surgery Postoperative Weight Loss and Complications. **Journal of Gastrointestinal Surgery**, 18 jan. 2022. v. 26, n. 1, p. 86–93.

SANTOS, A. L. **Impacto do reganho de peso no perfil metabólico e nutricional demulheres no pós-operatório tardio de cirurgia bariátrica**. 2021. 68 p. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de Pernambuco, CCS. Programa de Pós-graduação em Cirurgia. Recife, 2021.

SAWILOWSKY, S. S. New Effect Size Rules of Thumb. **Journal of Modern Applied Statistical Methods**, 1 nov. 2009. v. 8, n. 2, p. 597–599.

SCHURMANS, G.; CATY, G.; REYCHLER, G. Is the Peri-Bariatric Surgery Exercise Program Effective in Adults with Obesity: a Systematic Review. **Obesity Surgery**, 4 fev. 2022. v. 32, n. 2, p. 512–535.

SEO, Y.; NOH, H.; KIM, S. Y. Weight loss effects of circuit training interventions: A systematic review and meta-analysis. **Obesity Reviews**, 19 nov. 2019. v. 20, n. 11, p. 1642–1650.

SHABANI, R. *et al.* Effect of circuit resistance training on glycemic control of females with diabetes Type II. **International Journal of Preventive Medicine**, 2015. v. 6, n. 1, p. 34.

SILVA, L. B. **Registro nacional de dados em cirurgia bariátrica no Brasil – projeto piloto**. 2021. 78 p. Tese (Doutorado) - Universidade Federal de Pernambuco, CCS. Programa de Pós-graduação em Cirurgia. Recife, 2021.

SMITH, N. A. *et al.* The clinical, functional and disability characteristics of patients with severe obesity presenting for non-bariatric surgery. United States: **Anaesthesia and Intensive Care**, 28 nov. 2019. v. 47, n. 6, p. 522–531.

SOCIEDADE BRASILEIRA DE CIRURGIA BARIÁTRICA E METABÓLICA (SBCBM). SBCBM divulga números e pede participação popular para cobertura da cirurgia metabólica pelos planos de saúde. 2020. Disponível em: <<https://www.sbcm.org.br/sbcm-divulga-numeros-e-pede-participacao-popular-para-cobertura-da-cirurgia-metabolica-pelos-planos-de-saude/>>. Acesso em: 14 ago. 2022.

_____. História da Cirurgia Bariátrica no Brasil. 2021. Disponível em: <<https://www.sbcm.org.br/historia-da-cirurgia-bariatrica-no-brasil/>>. Acesso em: 14 ago. 2022.

STANFORD, K. I.; GOODYEAR, L. J. Exercise and type 2 diabetes: molecular mechanisms regulating glucose uptake in skeletal muscle. **Advances in Physiology Education**, dez. 2014. v. 38, n. 4, p. 308–314.

TAVARES, A. *et al.* Cirurgia bariátrica do passado ao século XXI. **Acta Medica Portuguesa**, 2011. v. 24, n. 1, p. 111–116.

VIEIRA, F. T. *et al.* Effect of physical exercise on muscle strength in adults following bariatric surgery: A systematic review and meta-analysis of different muscle strength assessment tests. **PLOS ONE**, 10 jun. 2022. v. 17, n. 6, p. e0269699.

WELLS, K. F.; DILLON, E. K. The Sit and Reach—A Test of Back and Leg Flexibility. **Research Quarterly. American Association for Health, Physical Education and Recreation**, 26 mar. 1952. v. 23, n. 1, p. 115–118.

WOLFE, B. M.; KVACH, E.; ECKEL, R. H. Treatment of obesity: Weight Loss and Bariatric Surgery. **Circulation Research**, 2016. v. 118, n. 11, p. 1844–1855.

WORLD HEALTH ORGANIZATION. Obesity: Preventing and Managing the Global Epidemic - WHO Technical Report Series. **WHO Technical Report Series**, 2000. p. 1–252.

_____. **Global status report on noncommunicable diseases 2014**. Geneva: World Health Organization, 2014. Disponível em: http://apps.who.int/iris/bitstream/10665/148114/1/9789241564854_eng.pdf%5Cpapers3://publication/uuid/638F6FBB-08E5-4A22-8A6E-8735C541E2AB. Acesso em: 14 ago. 2022.

_____. **World health statistics 2021: monitoring health for the SDGs, sustainable development goals**. Geneva: 2021. Disponível em: <https://apps.who.int/iris/handle/10665/342703>. Acesso em: 14 ago. 2022.

ANEXO A – ARTIGO**Artigo submetido a revista Nutrición Hospitalaria****SHORT-TERM EFFECTS OF A SUPERVISED CIRCUIT RESISTANCE TRAINING
IN WOMEN WITH SEVERE OBESITY ENROLLED IN A MULTIDISCIPLINARY
PROGRAM OF BARIATRIC SURGERY****EFFECTOS A CORTO PLAZO DE UN ENTRENAMIENTO DE RESISTENCIA EN
CIRCUITO SUPERVISADO EN MUJERES CON OBESIDAD SEVERA INSCRITAS EN
UN PROGRAMA MULTIDISCIPLINARIO DE CIRUGÍA BARIÁTRICA**

Thaurus Cavalcanti¹, Luís Felipe de Almeida Diniz¹, Bárbara Amaral Bruno Silva^{1,2}, and
Paulo Roberto Cavalcanti Carvalho^{1,2}.

¹Post Graduate Program in Surgery, Medical Science Center, Federal University of
Pernambuco, Recife, Brazil.

²Advanced Laboratory of Physical Education and Health, Clinical Hospital of Pernambuco,
Recife, Brazil.

Correspondence: Thaurus Cavalcanti. Physical Activity and Health Research Group.
Post Graduate Program in Surgery, Medical Science Center, Federal University of
Pernambuco.

Institutional address: Hospital das Clínicas - Campus UFPE, Avenue Prof. Moraes Rego,"s/nº
- Bloco "A" – Térreo, Cidade Universitária, Recife, Pernambuco 50.670-420, Brazil.

E-mail: thaurus.cavalcanti@ufpe.br

Acknowledgements: the authors are grateful to all the volunteers for their efforts to take part in
the study.

Funding: no funding was targeted to the current study.

Conflicts of interest: the authors declare that they have no competing interests.

SHORT-TERM EFFECTS OF A SUPERVISED CIRCUIT RESISTANCE TRAINING IN WOMEN WITH SEVERE OBESITY ENROLLED IN A MULTIDISCIPLINARY PROGRAM OF BARIATRIC SURGERY

ABSTRACT

Introduction: bariatric surgery is the most effective treatment for people with severe obesity, but also presented negative aspects.

Objective: to investigate whether four weeks of supervised circuit resistance training (CRT) improves body weight, BMI, functional capacity, muscle strength and biochemical markers in women with severe obesity enrolled in a multidisciplinary program of bariatric surgery (MPBS).

Methods: Eight women (39.9 ± 13.5 years; $BMI = 46.8 \pm 9.3$ kg/m²) registered in the MPBS of a referral university hospital for bariatric surgery underwent 8 supervised CRT sessions, two sessions per week for four weeks, associated with the MPBS. Before (PRE) and after (POST) the intervention, waist/hip ratio, body weight, BMI, muscle strength (1RM), functional capacity (tests of monopodal balance, sit-to-stand and sit and reach) and biochemical markers (lipid profile and fasting glucose) were measured. Student's t test, or Wilcoxon test, were used to analyze differences between POST and PRE.

Results: there was a percentual total weight loss (%TWL) of 2.9% (95%CI -1.5 – -4.2%, $p < 0.001$) and a significant reduction in body mass index (BMI) [1.26 kg/m² (95%CI -1.77 to -0.75 kg/cm²), $p = 0.001$]; improvements in the sit and stand test ($p < 0.001$) and flexibility ($p = 0.031$); and significant increase in 1RM in all five exercises tested ($p < 0.05$). No significant changes were observed in lipid profile, fasting glucose, balance and waist-hip ratio.

Conclusion: the inclusion of 4 weeks of supervised CRT, in association with a MPBS, may contribute to improvements in body weight, body mass index, functional capacity and muscle strength of women with severe obesity awaiting bariatric surgery.

Key-words: bariatric surgery; morbid obesity; resistance training; muscle strength; weight loss.

EFFECTOS A CORTO PLAZO DE UN ENTRENAMIENTO DE RESISTENCIA EN CIRCUITO SUPERVISADO EN MUJERES CON OBESIDAD SEVERA INSCRITAS EN UN PROGRAMA MULTIDISCIPLINARIO DE CIRUGÍA BARIÁTRICA

RESUMEM

Introducción: la cirugía bariátrica es el tratamiento más efectivo para personas con obesidad severa pero también presenta aspectos negativos.

Objetivo: investigar si cuatro semanas de entrenamiento de resistencia en circuito supervisado (CRT) mejoran el peso corporal, el IMC, la capacidad funcional, la fuerza muscular y los marcadores bioquímicos en mujeres con obesidad severa inscritas en un programa multidisciplinario de cirugía bariátrica (MPBS).

Métodos: Ocho mujeres (39,9±13,5 años; IMC = 46,8±9,3 kg/m²) registradas en el MPBS de un hospital universitario de referencia para cirugía bariátrica se sometieron a 8 sesiones de CRT supervisadas, dos sesiones por semana durante cuatro semanas, asociadas con el MPBS. Antes (PRE) y después (POST) de la intervención, relación cintura-cadera, peso corporal, IMC, fuerza muscular (1RM), capacidad funcional (pruebas de equilibrio monopodal, sentarse-y-pararse y sentarse-y-alcanzar) y marcadores bioquímicos (perfil lipídico y glucosa en ayunas). Se utilizó la prueba de la t de Student o la prueba de Wilcoxon para analizar las diferencias entre POST y PRE.

Resultados: hubo una pérdida de peso total porcentual (%TWL) de 2,9% (IC95% -1,5 – -4,2%, p<0,001) y una reducción significativa en el índice de masa corporal (IMC) [1,26 kg/m² (IC95% -1,77 a -0,75 kg/cm²), p=0,001]; mejoras en la prueba de sentarse y pararse (p<0,001) y flexibilidad (p=0,031); y aumento significativo en 1RM en los cinco ejercicios evaluados (p<0,05). No se observaron cambios significativos en el perfil lipídico, glucosa en ayunas, equilibrio y relación cintura-cadera.

Conclusión: la inclusión de 4 semanas de CRT supervisada, en asociación con MPBS, puede contribuir a mejoras en el peso corporal, índice de masa corporal, capacidad funcional y fuerza muscular de mujeres con obesidad severa en espera de cirugía bariátrica.

Palabras clave: cirugía bariátrica; obesidad mórbida; entrenamiento de fuerza; fuerza muscular; pérdida de peso.

INTRODUCTION

Obesity has grown alarmingly in the last 40 years, reaching epidemic levels, according to data from the World Health Organization (WHO) [1]. Individuals with obesity are at increased risk of developing chronic non-communicable diseases, such as diabetes, systemic arterial hypertension, some types of cancer, sleep apnea and dyslipidemia, resulting in higher mortality than non-obese individuals [1,2]. In Brazil, the prevalence of people with severe obesity showed a significant increase from 1.1% in 2006 to 1.7% in 2017, with a higher prevalence among women (1.3% in 2006 and 1.9% in 2017) compared to men (0.9% in 2006 and 1.4% in 2017) [3].

Due to the complex and multifactorial characteristic of obesity, its treatment may involve different approaches such as nutritional, behavioral and pharmacological therapies [4]. In circumstances where attempts at behavioral changes and drug therapy are not successful, bariatric surgery (BS) is indicated [4]. Surgical treatment for such individuals has been shown to be an effective alternative in reducing body weight and comorbidities associated with obesity, such as diabetes and hypertension, and improving quality of life, physical fitness and mental health [5,6]. However, BS also has negative aspects, such as the marked loss of lean and fat-free mass, resulting in impaired muscle strength, with possible negative impacts on patients' daily activities [7–9]. Another negative aspect is that 20% of patients with grade 2 obesity and 35% of patients with grade 3 obesity do not reach the optimal body mass index (BMI) after surgery [8].

The Brazilian public healthcare system has offered BS as a free procedure since 2001, with an average waiting time for surgery of approximately two years [10]. During this waiting time the application of a multidisciplinary program of bariatric surgery (MPBS), which helps patients to adopt healthy behaviors, has been recommended considering that better physical fitness, reduction of body weight and chronic inflammation and greater insulin sensitivity before surgery are related to better surgical outcomes, such as shorter surgery time and reduced postoperative hospital stay [5,8,11,12]. Encouraging increased levels of physical activity as well as the application of supervised physical exercise programs has been shown to be effective in promoting improvements before, during and after BS [11–15].

Circuit strength training (CRT) consists of performing consecutive exercises, covering different muscle groups, with short intervals between them, having characteristics of resistance and aerobic training, presenting benefits of both [16]. It is a method that optimizes the session's duration and it is easy to apply, once it does not require sophisticated equipment and machinery

[17]. The application of CRT in obese individuals has shown benefits in several health parameters such as: reduction in body weight and BMI [18,19], improvement in insulin sensitivity [18,20], chronic inflammation and cardiovascular risk [20]. Since there are no guidelines about the ideal exercise protocol for patients who are candidates for BS [8], CRT emerges as a method that can bring important benefits to such population. However, research on the effects of including CRT associated with a MPBS had not yet been explored [7,8].

Given this scenario, this exploratory study aimed to investigate whether four weeks of CRT, associated with MPBS, improve body weight, BMI, functional capacity, muscle strength and biochemical markers in women with severe obesity enrolled in a BS program.

MATERIALS AND METHODS

Experimental Design

This is an exploratory study with a pre-experimental design, carried out with a single group. The research was carried out at a referral university hospital of BS, in a capital city in northeastern Brazil. Women candidates for bariatric surgery at the aforementioned hospital were invited to participate in the study. After meeting the inclusion criteria and accepted to participate in the study, the patients underwent 4 weeks of CRT, with two weekly sessions on non-consecutive days, while maintaining their participation in the MPBS. One week before the intervention (PRE) and 72 hours after the last CRT session (POST) anthropometric measurements, BMI, muscle strength, balance, flexibility, lipid profile and fasting glucose were evaluated. Age and obesity-related comorbidities were identified in the patients' medical records.

Participants

The study population consisted of adult women with severe obesity were enrolled in the hospital's MPBS. The intervention took place between January and February 2019. The sample was selected in a non-probabilistic way, for convenience, and the recruitment to participate in the study was carried out during the patients' visit to the Health Promotion and Quality of Life Service of the Advanced Laboratory of Physical Education and Health (LAEFES), which is part of the MPBS of that hospital. The research included adult female patients (aged between 18 and 60 years), with or without a diagnosis of chronic diseases (diabetes, dyslipidemia, hypertension, metabolic syndrome), participants of the MPBS, with severe obesity (i.e., BMI \geq 40 kg/m² or BMI \geq 35 kg/m² with at least one comorbidity) and who did not practice regular physical exercise 3 months before the start of the intervention. Patients who had medical contraindications to physical exercises, presence of functional limitation that prevented the

performance of the proposed assessments, pregnant women and absence on the day, time and place scheduled for any of the assessments were excluded from the study. Ten patients met the inclusion criteria and were part of the study, but two did not attend the first day of assessments and were excluded.

All procedures involving the participants were performed in accordance with the ethical principles of the Declaration of Helsinki and the study was approved by the local ethics committee (approval number: 3.117.241/2019). All participants included in the present research were oriented about the procedures performed and provided written informed consent.

Intervention

The patients continued receiving the usual care of MPBS of the hospital, during the intervention period. The MPBS consists of carrying out the medical examinations necessary for bariatric surgery, in addition to consultations with professionals in the areas of medicine, nutrition, psychology, speech therapy, social assistance and physical education. Patients could be in different phases of the program. In addition to the MPBS, 2 weekly sessions of supervised CRT were included, in non-consecutive days, during 4 weeks, totaling 8 training sessions. The circuit featured 9 strength exercises, using machines and body weight, covering the musculature of the whole body. The following exercises were performed: seated bench press, leg extension, seated low row, seated overhead press, isometric pallof press, lat pulldown, bridge exercise, isometric front plank and sit to stand, in the order described, although the first exercise of the circuit varied each session. Each exercise was performed for 40 seconds, at a regular cadence (approximately 4 seconds per repetition), with a 20-second interval between them, until the nine proposed exercises were performed, characterizing the end of a series. At each training session, 4 series were performed, the first of them for the purpose of warming up, and the others for training itself, with an interval between the warm-up and the following series of 2 minutes and the other intervals between the series of 1 minute. For the exercises performed on machines, an intensity of 60% of 1 repetition maximum (1RM) was used and for the other exercises, body weight was used. The exercises were supervised by physical education professionals. To guarantee the patient's safety, blood pressure was measured before and after each training session. Two participants did not perform the leg extension exercise due to discomfort in the knees, which was replaced by a hip extension work on the steppe.

Anthropometric Measures and Body Mass Index

Body weight and height values were measured with an anthropometric scale (Filizola, São Paulo, Brazil). Values of BMI were obtained by dividing the body weight value, measured

in kilograms, by the square of height, measured in meters, being expressed in kg/m². Waist and hip perimeters were measured using a fiberglass anthropometric tape. Waist perimeter was measured by placing the anthropometric tape horizontally at the midpoint between the lower edge of the last rib and the iliac crest. To measure the hip perimeter, the tape was placed horizontally on the most prominent portion of the glutes. From these values, the waist-hip ratio was found using the formula (waist-hip ratio = waist circumference/hip circumference).

Muscle Strength

Muscle strength was measured through the test of 3 to 6 maximum repetitions (3-6RM) in the following exercises: seated bench press, leg extension, lat pulldown, seated overhead press and seated low row. Tests were performed in the order mentioned above using exercise machines (Matrix Fitness, Wisconsin, USA). The values obtained in the test were used to determine the appropriate load for each participant during the training period. The 3-6 RM strength test was used because it is more suitable for untrained individuals and has shown high reproducibility in previous studies [21,22]. Between 24 and 48 hours before the 3-6RM test, participants were familiarized with the aforementioned exercises and equipment in order to demonstrate movement patterns and acclimate patients to the test conditions. After performing a specific warm-up for each exercise, 12 repetitions with light effort, a certain load was stipulated, based on the researcher's experience, so that a first attempt of maximum repetitions was performed, if the number of repetitions exceeded or was below the range of 3 to 6 repetitions, the load would be increased or reduced, respectively, until failure occurred within the desired repetition range, without compromising the correct exercise technique and without any help from the researcher. Three-minute intervals were performed between each attempt and exercises. The value of 1RM, i.e., how much weight an individual can lift in one repetition in a given exercise, was indirectly determined by the Brzycki formula [23]. Two participants did not perform the 3-6RM test on the leg extension in PRE and POST because they reported discomfort during the execution attempt. In the POST evaluation, three patients were unable to perform the 3-6RM test in the seated bench press due to a defect in the equipment.

Functional Capacity

To assess the dynamic strength of the lower limbs, the 30-second sit-and-stand test (STS) was performed. The test starts with the individual sitting in a chair, with the back fully supported, arms crossed in front of the trunk and knees at approximately 90°. At a verbal signal, the individual must get up from the chair and stand, returning to the sitting position as many

times as possible within 30 seconds. Each participant was instructed to perform the proposed movement without using their arms to get up [24].

Static balance was assessed using the monopodal balance test (MPT). The participant should stand, barefoot, with one leg elevated (knee flexed at approximately 90°), hands on hips and gaze fixed on a point two meters away at eye level. The time that the participant remained in this position was timed up to a maximum limit of 30 seconds. For each lower limb, 3 attempts were made [25]. For data analysis, the value of the best attempt was used.

Flexibility was measured using the sit and reach test (SRT). Each participant sat on a mat, with feet in full contact with the front of the bench, lower limbs with knees extended, hips flexed, and hands overlapping in front of the body with extended elbows. After the correct positioning, the patients were instructed to move the scale with the fingertips as much as possible, performing a trunk flexion [26]. Three attempts were made for each participant, with the value obtained expressed in centimeters (cm), using the best performance measure for the analysis.

Biochemical Markers

Fasting blood samples were obtained PRE and POST from all participants by a nurse from the hospital after a 12-hour fast. Blood samples were stored at -20°C for further analysis. Blood markers including total cholesterol, triglycerides, high-density lipoprotein (HDL) cholesterol, low-density lipoprotein (LDL) cholesterol, and glucose were measured with the Architect c8000 analyzer (Abbott, Illinois, USA).

Statistical Analysis

For tabulation and construction of the database, Excel 2013 (Microsoft Corporation) was used. Data analysis was performed using the SPSS 25.0 (Statistical Package for the Social Sciences). Descriptive measures were expressed as mean and standard deviation, for continuous variables, and absolute and relative frequencies, for categorical variables. Data normality was verified by the Shapiro-Wilk test. The values of total cholesterol and 1RM in the lat pulldown exercise did not follow normal distribution and underwent logarithmic transformation. Student's paired t test was used to verify differences between the PRE- and POST-moments for most variables, except for the values of fasting glucose and MBT results, which did not present normal data distribution and, therefore, the Wilcoxon non-parametric test was used. The Hedges g_{av} was calculated to verify the effect size when the paired t test was used. The effect size was interpreted as null ($g_{av} < 0.1$), very small ($g_{av} = 0.2$), small ($g_{av} = 0.5$), medium ($g_{av} = 0.8$),

large ($gav = 1.0$) or very large ($gav \geq 1.2$) [27]. A significance level of 5% was adopted for all tests.

RESULTS

A total of eight participants completed the CRT [39.9 ± 13.5 (21 to 55) years; BMI = 46.8 ± 9.3 (36.8 to 62.3) kg/m^2]. Five participants were 40 years old or younger; Five participants had grade 3 obesity (BMI $\geq 40 \text{ kg}/\text{m}^2$), while the others had grade 2 obesity ($40 \text{ kg}/\text{m}^2 > \text{BMI} \geq 35 \text{ kg}/\text{m}^2$). All patients had at least one comorbidity: four had systemic arterial hypertension, two had diabetes, one had dyslipidemia, one had asthma, one had hepatic steatosis, and one had arthropathy. All participants completed 8 training sessions within the proposed 4 weeks, which represents 100% adherence to the training program. No training-related injuries were identified. The lipid profile, fasting glucose, anthropometry, BMI, functional capacity and muscle strength values of the participants, in PRE and POST, are presented in Table 1.

The biochemical variables, total cholesterol, HDL, LDL, triglycerides and fasting glucose did not show significant changes between the POST and PRE moments (Figure 1).

The differences in BMI, body weight and waist to hip ratio between the POST and PRE moments are shown in Figure 2. The participants' body weight showed a significant mean reduction of 3.05 kg (95%CI -4.21 to -1.89 kg), with a percentage total weight loss (%TWL) of 2.9%. The participants' BMI showed a significant reduction of 1.26 kg/m^2 (95%CI -1.77 to -0.75 kg/cm^2), an average reduction of 2.7%. The waist to hip ratio showed no significant difference in the mean value, and individual responses were divergent in the sample.

The changes in the performance of the functional tests are shown in Figure 3. The STS results showed an average increase of approximately 4 repetitions [$+4.38$ repetitions. (95%CI $+3.49$ to $+5.26$ reps.), $p < 0.001$], between the evaluated moments. The results of the SRT after the intervention showed an average increase of 14.9% [$+3.14\text{cm}$ (95%CI $+0.40$ to $+5.89\text{cm}$), $p = 0.031$] in relation to PRE, with improved flexibility in 5 participants. One patient did not perform the SRT due to discomfort in the position in which the test was performed. The MBT performance did not show significant changes between the PRE- and POST-moments.

The changes in the 1RM values of the sample are shown in Figure 4. Except for of one participant, in the high pull and low row exercises, and another participant in the seated bench press exercise, there was an increase in the 1RM value in the exercises performed.

DISCUSSION

The insertion of the CRT, in addition to the MPBS, demonstrate to be feasible considering the adherence of 100% of the proposed training sessions, without any abandonment of the program and no report of injury caused by physical training. Gilbertson et al. [11] carried out a study with people with obesity awaiting CB where it was proposed to patients to perform 30 minutes of walking at home, 5 times a week for 30 days, with adherence monitored by an activity tracker. The researchers reported a total of 18 days of training. The present study showed high adherence even with a supervised program carried out in a hospital. The characteristics of CRT, such as the social interaction promoted, the low weekly frequency and the reduced time of training sessions, approximately 45 minutes, can contribute to the high adherence to training since it facilitates one of the main barriers to the practice of physical exercise for people with obesity, the lack of time [28].

No significant differences were found in the lipid profile and fasting glucose of the participants after the intervention. It is noteworthy that fasting blood glucose values showed a uniform downward trend observed in all patients. Such reduction may be associated with improved insulin sensitivity induced by strength training, through increased GLUT4 translocation in muscle cells [29]. Total cholesterol, triglycerides and LDL showed no symmetrical changes between participants, while HDL showed a downward trend. Kolahdouzi et al. [20] evaluated the effects of 24 sessions of circuit strength training, lasting 8 weeks, in a sample of young men with obesity. The researchers reported significant improvement in HDL, LDL, total cholesterol, and triglyceride levels, and while there was no significant improvement in fasting blood glucose values, an improvement in insulin sensitivity was reported. In this regard, Miller et al. [30] also reported significant improvement in total cholesterol and triglyceride values after 4 weeks of high-intensity circuit strength training in a sample of obese men. The intervention applied in the present research was of moderate intensity (60% of 1RM), frequency of only 2 weekly sessions and short duration, differing from the studies mentioned above, and perhaps the time was insufficient for the appearance of similar adaptations. In addition, the population investigated here was exclusively composed by women, which may influence the biochemical adaptations associated with exercise and/or weight loss [31]. Similar results to the present research were found in the study by Marc-Hernández et al. [32] who had a sample composed mostly of women who practiced combined training for 12 weeks.

The results showed a significant reduction in the participants' body weight, presented by all of them. In addition, BMI showed an average reduction of 1.26 kg/m² (-2.9%). Although

variations in body weight and BMI had a very small effect size, it is important to note that the intervention lasted only 4 weeks. The results are in agreement with a recent literature review [19] who reported the effectiveness of CRT in the body weight and BMI reduction in adults individuals, especially those who are overweight or obese. It is worth noting that the decrease in body weight is related to improvements in glucose metabolism and decreased cardiovascular risk in obese individuals [33]. Previous studies have reported an improvement in BMI e/or body weight in obese individuals using different exercise strategies, however, compared to the present study, longer periods were required [14,15,18,32,34–36] and/or higher training intensities [30,34]. Thus, CRT seems to be a promising intervention to reduce body weight and BMI of the women who are waiting for BS even with low training volumes and moderate intensity.

Women with obesity have lower functional capacity than eutrophic women, with an increased risk of falls, higher metabolic costs for walking and postural changes, conditions that compromise the performance of activities of daily living, being of great importance the implementation of interventions that alleviate or improve such functional declines [37]. In the STS performance, the study participants showed an increase of 3 to 6 repetitions between the POST and PRE periods, with a very large effect size, a similar result to that found by Baillot et al. [14] after 12 weeks of combined training applied to patients awaiting BS. This improvement can be justified by the use of functional exercises used in CRT, chosen precisely because they mimic the patients' daily activities. The performance in the SRT also showed improvements, what is in accordance with the research of Kim et al. [38], who submitted 10 university students with obesity to 12 weeks of circuit training and reported a significant improvement in the flexibility of these students, it was measured by the SRT. Interestingly, in the study by Kim et al. [38], static and dynamic flexibility exercises were performed in all 36 training sessions, while in the present study there were no specific exercises for this component of functional capacity and only 8 training sessions were performed. Although balance did not show significant improvement, it is worth mentioning that 6 participants showed maximum performance in the test at the PRE moment, while the other patients showed an improvement of more than 60% in test performance (3,18 to 5,2 seconds and 17,92 for 30 seconds).

Significant improvements, with effect sizes ranging from large to very large, were seen in strength tests after the intervention period, a result that is in agreement with previous research [39]. This finding is clinically important since individuals with obesity have reduced functional capacity, which in turn is directly associated with muscle strength [37,40]. When submitting BS candidates to a 6-month combined training program, Picó-Sirvent et al. [35] found no

significant changes in muscle strength. Marc-Hernández et al. [32], also found no significant differences in muscle strength of 12 BS candidates who performed 12 weeks of combined training. Both previously mentioned studies used isokinetic dynamometry to measure muscle strength, which may explain the divergence with the results of the present research.

This research has several limitations that need to be considered. Due to the small sample size, the findings should be considered only as an exploratory study, requiring additional investigations to confirm them. However, this is the first study to apply a CRT program to a sample of obese women with severe obesity candidates for BS, demonstrating promising results in several health markers even with short duration, low weekly frequency and moderate intensity, when previous studies reported worsening of variables related to the health of BS candidates and increase in body weight of these patients during the pre-surgical period when only MPBS was followed [5,12].

CONCLUSIONS

The results of this study suggest that the inclusion of 4 weeks of supervised circuit resistance training, in association with a multidisciplinary program of bariatric surgery, is feasible and may contribute to improvements in body weight, body mass index, functional capacity and muscle strength of women with severe obesity awaiting bariatric surgery.

REFERENCES

1. World Health Organization. Global status report on noncommunicable diseases 2014. *Apps.Who.Int. World Health Organization*; 2014.
2. Abdelaal M, le Roux CW, Docherty NG. Morbidity and mortality associated with obesity. *Ann Transl Med.* 2017 Apr;5(7):161–161.
3. Malta DC, Silva AG da, Tonaco LAB, Freitas MI de F, Velasquez-Melendez G. Tendência temporal da prevalência de obesidade mórbida na população adulta brasileira entre os anos de 2006 e 2017. *Cad Saude Publica.* 2019;35(9).
4. Ruban A, Stoenchev K, Ashrafian H, Teare J. Current treatments for obesity. *Clin Med (Northfield Il).* 2019 May;19(3):205–12.
5. Colquitt JL, Pickett K, Loveman E, Frampton GK. Surgery for weight loss in adults. *Cochrane Database Syst Rev.* 2014 Aug 8;(8):244.
6. Jabbour G, Salman A. Bariatric Surgery in Adults with Obesity: the Impact on Performance, Metabolism, and Health Indices. *Obes Surg.* 2021 Apr 17;31(4):1767–89.
7. Schurmans G, Caty G, Reychler G. Is the Peri-Bariatric Surgery Exercise Program Effective in Adults with Obesity: a Systematic Review. *Obes Surg.* 2022 Feb 4;32(2):512–35.
8. Durey BJ, Fritche D, Martin DS, Best LMJ. The Effect of Pre-operative Exercise Intervention on Patient Outcomes Following Bariatric Surgery: a Systematic Review and Meta-analysis. *Obes Surg.* 2022 Jan 20;32(1):160–9.
9. Barrientos-Sánchez F, de León LG, Candia-Luján R, Ortiz-Rodríguez B. Physical exercise and loss of weight and body mass index in bariatric surgery: a systematic review. *Nutr Hosp.* 2021 Nov;
10. Rasera I, Luque A, Junqueira SM, Brasil NC, Andrade PC. Effectiveness and Safety of Bariatric Surgery in the Public Healthcare System in Brazil: Real-World Evidence from a High-Volume Obesity Surgery Center. *Obes Surg.* 2017 Feb 25;27(2):536–40.
11. Gilbertson NM, Gaitán JM, Osinski V, Rexrode EA, Garmey JC, Mehaffey JH, et al. Pre-operative aerobic exercise on metabolic health and surgical outcomes in patients receiving bariatric surgery: A pilot trial. Casella G, editor. *PLoS One.* 2020 Oct 2;15(10):e0239130.
12. Marcon ER, Baglioni S, Bittencourt L, Lopes CLN, Neumann CR, Trindade MRM. What Is the Best Treatment before Bariatric Surgery? Exercise, Exercise and Group Therapy, or Conventional Waiting: a Randomized Controlled Trial. *Obes Surg.* 2017 Mar 13;27(3):763–73.
13. Baillot A, Vallée CA, Mampuya WM, Dionne IJ, Comeau E, Méziat-Burdin A, et al. Effects of a Pre-surgery Supervised Exercise Training 1 Year After Bariatric Surgery: a Randomized Controlled Study. *Obes Surg.* 2018 Apr 30;28(4):955–62.

14. Baillot A, Mampuya WM, Dionne IJ, Comeau E, Méziat-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 Nov 1;26(11):2602–10.
15. Delgado Floody P, Jerez Mayorga D, Caamaño Navarrete F, Concha Díaz M, Ovalle Elgueta H, Osorio Poblete A. Efectividad del tratamiento integral sobre las condiciones preoperatorias de mujeres obesas candidatas a cirugía bariátrica. *Nutr Hosp*. 2015 Dec;32(6):2570–5.
16. Romero-Arenas S. Impact of Resistance Circuit Training on Neuromuscular, Cardiorespiratory and Body Composition Adaptations in the Elderly. *Aging Dis*. 2013;04(05):256–63.
17. Klika B, Jordan C. High-intensity circuit training using body weight: Maximum results with minimal investment. *ACSMs Health Fit J*. 2013 May;17(3):8–13.
18. Safarzade A, Alizadeh H, Bastani Z. The effects of circuit resistance training on plasma progranulin level, insulin resistance and body composition in obese men. *Horm Mol Biol Clin Investig*. 2020 Jul 24;41(2).
19. Seo Y, Noh H, Kim SY. Weight loss effects of circuit training interventions: A systematic review and meta-analysis. *Obes Rev*. 2019 Nov 19;20(11):1642–50.
20. Kolahdouzi S, Baghadam M, Kani-Golzar FA, Saeidi A, Jabbour G, Ayadi A, et al. Progressive circuit resistance training improves inflammatory biomarkers and insulin resistance in obese men. *Physiol Behav*. 2019 Jun;205(October 2018):15–21.
21. Reynolds JM, Gordon TJ, Robergs RA. Prediction of one repetition maximum strength from multiple repetition maximum testing and anthropometry. *J Strength Cond Res*. 2006;20(3):584–92.
22. Moro T, Tinsley G, Bianco A, Gottardi A, Gottardi GB, Faggian D, et al. High intensity interval resistance training (HIIRT) in older adults: Effects on body composition, strength, anabolic hormones and blood lipids. *Exp Gerontol*. 2017 Nov;98(August):91–8.
23. Brzycki M. Strength Testing—Predicting a One-Rep Max from Reps-to-Fatigue. *J Phys Educ Recreat Danc*. 1993 Jan;64(1):88–90.
24. Lord SR, Murray SM, Chapman K, Munro B, Tiedemann A. Sit-to-Stand Performance Depends on Sensation, Speed, Balance, and Psychological Status in Addition to Strength in Older People. *Journals Gerontol Ser A Biol Sci Med Sci*. 2002 Aug 1;57(8):M539–43.
25. Francisco CO, Okada VT, Ricci NA, Benze BG, Rebelatto JR, Duarte ACG de O. Comparação do equilíbrio corporal de mulheres a partir da meia-idade obesas e não-obesas. *Fisioter e Pesqui*. 2009 Dec;16(4):323–8.

26. Wells KF, Dillon EK. The Sit and Reach—A Test of Back and Leg Flexibility. *Res Quarterly Am Assoc Heal Phys Educ Recreat.* 1952 Mar 26;23(1):115–8.
27. Sawilowsky SS. New Effect Size Rules of Thumb. *J Mod Appl Stat Methods.* 2009 Nov 1;8(2):597–9.
28. Baillot A, Chenail S, Barros Polita N, Simoneau M, Libourel M, Nazon E, et al. Physical activity motives, barriers, and preferences in people with obesity: A systematic review. Kumar S, editor. *PLoS One.* 2021 Jun 23;16(6):e0253114.
29. Stanford KI, Goodyear LJ. Exercise and type 2 diabetes: molecular mechanisms regulating glucose uptake in skeletal muscle. *Adv Physiol Educ.* 2014 Dec;38(4):308–14.
30. Miller MB, Pearcey GEP, Cahill F, McCarthy H, Stratton SBD, Noftall JC, et al. The Effect of a Short-Term High-Intensity Circuit Training Program on Work Capacity, Body Composition, and Blood Profiles in Sedentary Obese Men: A Pilot Study. *Biomed Res Int.* 2014;2014:1–10.
31. Romero-Moraleda B, Lozano ABP, Martínez EM, López-Plaza B, Candela CG, Montero FJC. Lipid profile response to weight loss program in overweight and obese patient is related with gender and age. *Nutr Hosp.* 2015;31(6):2455–64.
32. Marc-Hernández A, Ruiz-Tovar J, Aracil A, Guillén S, Moya-Ramón M. Impact of Exercise on Body Composition and Cardiometabolic Risk Factors in Patients Awaiting Bariatric Surgery. *Obes Surg.* 2019 Dec 16;29(12):3891–900.
33. Ryan DH, Yockey SR. Weight Loss and Improvement in Comorbidity: Differences at 5%, 10%, 15%, and Over. *Curr Obes Rep.* 2017 Jun 28;6(2):187–94.
34. Reljic D, Frenk F, Herrmann HJ, Neurath MF, Zopf Y. Low-volume high-intensity interval training improves cardiometabolic health, work ability and well-being in severely obese individuals: a randomized-controlled trial sub-study. *J Transl Med.* 2020 Dec 7;18(1):419.
35. Picó-Sirvent I, Aracil-Marco A, Pastor D, Moya-Ramón M. Effects of a Combined High-Intensity Interval Training and Resistance Training Program in Patients Awaiting Bariatric Surgery: A Pilot Study. *Sports.* 2019 Mar 25;7(3):72.
36. Delgado Floody P, Caamaño Navarrete F, Ovalle Elgueta H, Concha Díaz M, Jerez Mayorga D, Osorio Poblete A. Efectos de un programa de ejercicio físico estructurado sobre los niveles de condición física y el estado nutricional de obesos mórbidos y obesos con comorbilidades. *Nutr Hosp.* 2016 Mar;33(2):107.
37. Pataky Z, Armand S, Müller-Pinget S, Golay A, Allet L, Müller-Pinget S, et al. Effects of obesity on functional capacity. *Obesity.* 2014 Jan 13;22(1):56–62.
38. Kim JW, Ko YC, Seo TB, Kim YP. Effect of circuit training on body composition, physical fitness, and metabolic syndrome risk factors in obese female college students. *J Exerc Rehabil.* 2018 Jun 27;14(3):460–5.

39. Miller CT, Fraser SF, Selig SE, Rice T, Grima M, van den Hoek DJ, et al. Fitness, Strength and Body Composition during Weight Loss in Women with Clinically Severe Obesity: A Randomised Clinical Trial. *Obes Facts*. 2020;13(4):307–21.
40. Orange ST, Marshall P, Madden LA, Vince R V. Can sit-to-stand muscle power explain the ability to perform functional tasks in adults with severe obesity? *J Sports Sci*. 2019 Jun 3;37(11):1227–34.

Table 1. Biochemical markers, anthropometric measures, BMI, functional capacity and muscle strength of the participants in the PRE and POST intervention (n = 8). Data is presented as mean and standard deviation [SD].

Variable	PRE		POST		t	Z	g _{av}	p
Total cholesterol (mg/dl)	187.8	[52.7]	188.7	[52.4]	0.154		0.01	0.882
HDL (mg/dl)	47.3	[4.1]	43.9	[4.4]	-2.147		-0.7	0.069
LDL (mg/dl)	117.2	[45.4]	118.1	[46.0]	0.176		0.02	0.865
Triglycerides (mg/dl)	116.35	[54.8]	133.3	[57.2]	2.156		0.26	0.068
Fasting Glucose (mg/dl)	91.7	[21.6]	85.2	[19.1]		-1.960		0.050
Body mass (kg)	115.9	[26.9]	112.9	[27.5]	-6.189		-0.1	<0.001
BMI (kg/m ²)	46.8	[9.3]	45.5	[9.5]	-5.875		-0.12	0.001
Waist to hip ratio	0.87	[0.04]	0.87	[0.06]	0.114		0.0	0.913
STS (reps.)	10.0	[2.1]	14.4	[2.2]	11.667		1.78	<0.001
MBT (s)	24.4	[10.4]	26.5	[9.4]		-1.342		0.18
SRT (cm)	21.1	[6.8]	24.3	[6.4]	2.802		0.42	0.031
Lat pulldown (kg)	38.4	[7.6]	49.3	[7.7]	4.712		1.24	0.002
Seated bench press (kg) [n = 5]	32.2	[5.8]	38.2	[5.3]	3.308		0.79	0.030
Seated low row (kg)	34.9	[6.9]	43.1	[8.4]	3.923		0.93	0.006
Seated overhead press (kg)	21.1	[2.3]	28.2	[2.3]	5.797		2.68	0.001
Leg extension (kg) [n = 6]	40.1	[17.9]	54.2	[10.1]	4.312		0.81	0.008

HDL: high density lipoprotein; LDL: low density lipoprotein; BMI: body mass index; STS: 30 seconds sit to stand test; MBT: monopodal balance test; SRT: sit and reach test.

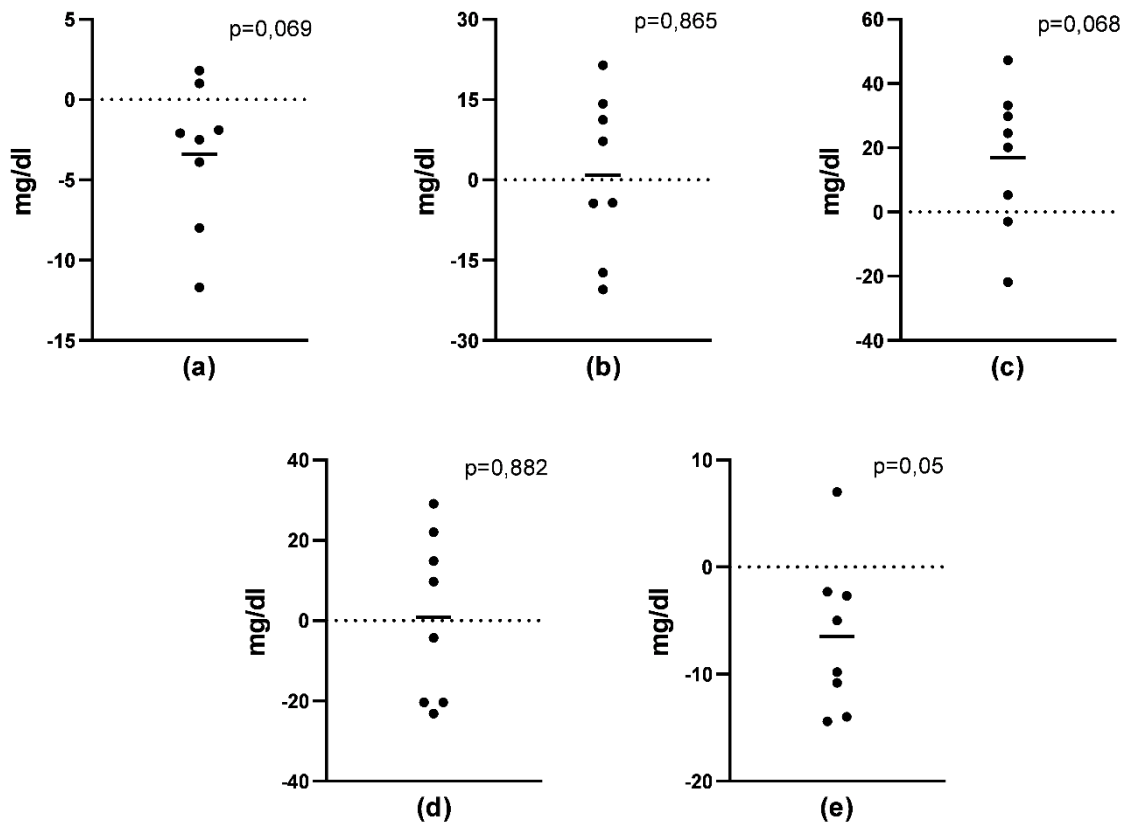


Figure 1. Differences between values (POST - PRE) of the variables (a) HDL, (b) LDL, (c) triglycerides, (d) total cholesterol, and (e) fasting glucose. Error bar represents the mean of differences.

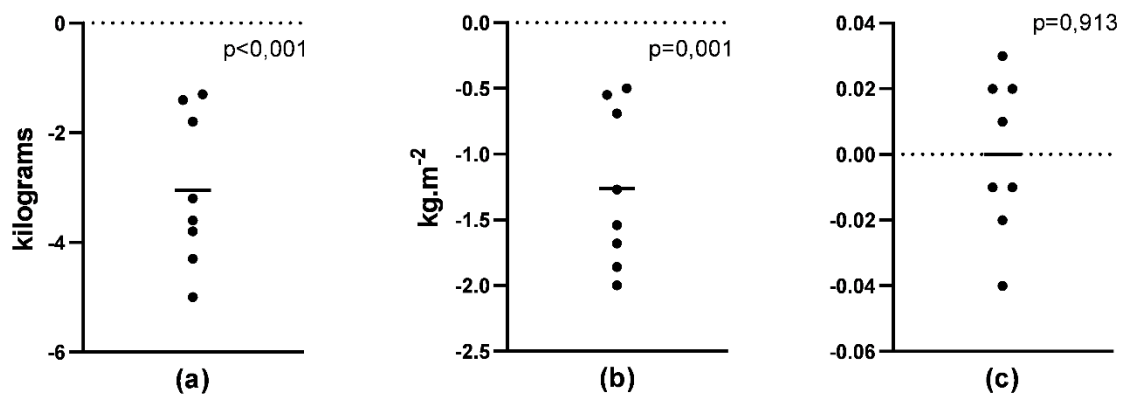


Figure 2. Differences between values (POST - PRE) of the variables (a) body mass, (b) BMI, and (c) waist/hip ratio. Error bar represents the mean of differences.

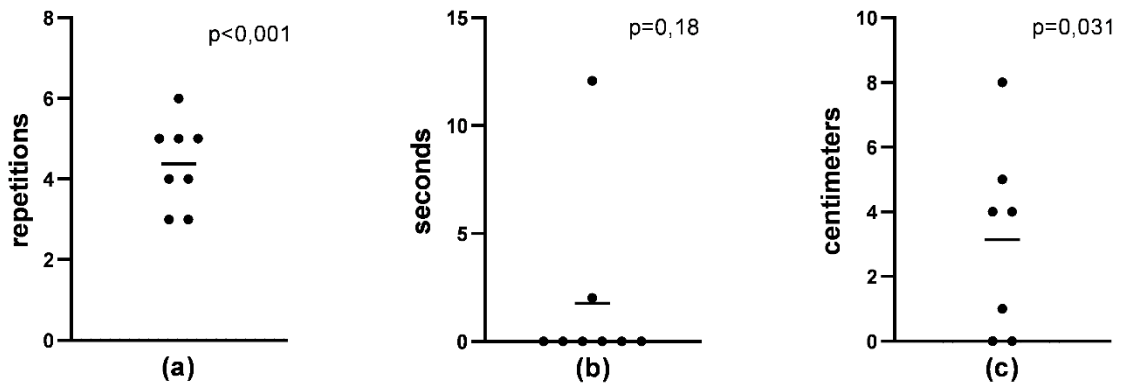


Figure 3. Differences between the results (POST - PRE) of tests (a) STS, (b) MBT, and (c) SRT. Error bar represents the mean of differences.

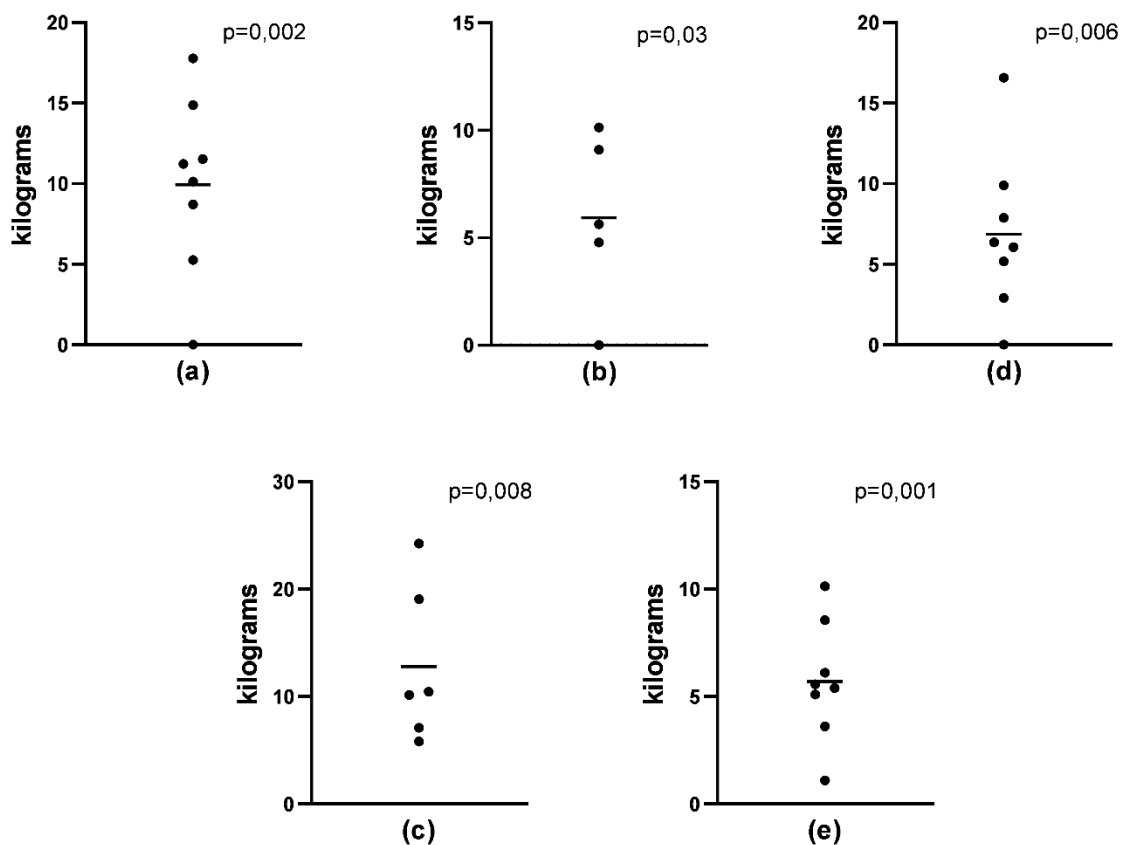


Figure 4. Differences between 1RM values (POST - PRE) in the exercises (a) lat pulldown, (b) seated bench press ($n = 5$), (c) leg extension ($n = 6$), (d) seated low row, and (e) seated overhead press. Error bar represents the mean of differences.

ANEXO B - PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP

UFPE - HOSPITAL DAS
CLÍNICAS DA UNIVERSIDADE
FEDERAL DE PERNAMBUCO -



PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP

DADOS DO PROJETO DE PESQUISA

Título da Pesquisa: Treinamento de força em pacientes pré e pós cirurgia bariátrica: Efeito sobre os parâmetros morfofuncionais, bioquímicos, imunológicos e comportamentais

Pesquisador: Paulo Roberto Cavalcanti Carvalho

Área Temática:

Versão: 2

CAAE: 03784818.6.0000.8807

Instituição Proponente: EMPRESA BRASILEIRA DE SERVICOS HOSPITALARES - EBSERH

Patrocinador Principal: Financiamento Próprio

DADOS DO PARECER

Número do Parecer: 3.117.241

Apresentação do Projeto:

Projeto coordenador pelo Professor Paulo Roberto Cavalcanti Carvalho, do Departamento de Educação Física da UFPE - Serviço de Promoção de Saúde e Qualidade de Vida

Objetivo da Pesquisa:

Analisar o efeito de um programa de treinamento de força sobre o perfil inflamatório, bioquímico, indicadores de adiposidade corporal e na percepção de saúde pré e pós-cirurgia bariátrica.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

1. Mostrar os fatores demográficos, comportamentais, indicadores de adiposidade corporal e dosagens bioquímicas (glicose, triglicerídeos, colesterol total e suas frações, colesterol de baixa densidade – LDL-C, de muito baixa densidade - VLDL-C, alta densidade – HDL-C) de indivíduos pré e pós cirurgia bariátrica;
2. Identificar se existe diferença entre o perfil inflamatório (TNF-, IFN- , IL-2, IL-4, IL-6, IL-10 e IL-17) e proteínas (receptor beta do fator de crescimento derivado de plaquetas, o receptor de apolipoproteína B, a trombospondina-2, o receptor de lipoproteína de baixa densidade, a transtirretina e a podoplanina que são proteínas que apresentam potencialmente carcinogênese), encontradas no plasma relacionadas ao aparecimento de tumores em pacientes pré e pós-

Endereço: Av. Professor Moraes Rego, S/N, 3º andar do prédio principal (enfermarias)

Bairro: Cidade Universitária **CEP:** 50.670-901

UF: PE **Município:** RECIFE

Telefone: (81)2126-3743

E-mail: cep@ufpe@gmail.com

UFPE - HOSPITAL DAS
CLÍNICAS DA UNIVERSIDADE
FEDERAL DE PERNAMBUCO -



Continuação do Parecer: 3.117.241

tratamento

bariátrica treinados;

3. Verificar se a intervenção proposta do treinamento de força é eficaz para melhora do perfil inflamatório, bioquímico, de proteínas expressas no plasma, indicadores de adiposidade corporal e na qualidade de vida de indivíduos pré e pós-cirurgia bariátrica.

Avaliação dos Riscos e Benefícios:

Riscos: A presente pesquisa não utilizará nenhum procedimento invasivo extremo, acarretando, portanto um possível risco que está relacionado ao desconforto e constrangimento para os indivíduos que será quando estarão realizando o programa de treinamento e não conseguirem aumentar a carga inicial, porém para a redução deste risco iremos confirmar aos indivíduos que terão garantia da privacidade no momento das avaliações e sigilo das informações fornecidas.

Risco de dor muscular/articular pós intervenção e risco relacionado à coleta de sangue.

Benefícios: Após a aplicação do programa de treinamento de força esperasse obter melhoria dos indicadores de saúde, do processo inflamatório, bioquímico, proteína, diminuição do peso através da somática da cirurgia associado com o treinamento de força e elaboração de novos protocolos de treinamento associados estes a melhoria da qualidade de vida e diminuição de patologias.

Comentários e Considerações sobre a Pesquisa:

Desenho do estudo: adequado

Critérios de inclusão e exclusão: adequados

Procedimentos metodológicos: adequados

Calculo do tamanho da amostra: não ficou claro quais os parâmetros utilizados para calcular a amostra de 60 pacientes

Orçamento detalhado: adequado

Cronograma: adequado

Considerações sobre os Termos de apresentação obrigatória:

TCLE: adequado

Carta de anuencia do Laboratório de Educação Física do HC: apresentada

Carta de anuencia do Serviço de Cirurgia Geral: apresentada

Curriculo do pesquisador: apresentado

Endereço: Av. Professor Moraes Rego, S/N, 3º andar do prédio principal (enfermarias)

Bairro: Cidade Universitária

CEP: 50.670-901

UF: PE

Município: RECIFE

Telefone: (81)2126-3743

E-mail: cephufpe@gmail.com

UFPE - HOSPITAL DAS
CLÍNICAS DA UNIVERSIDADE
FEDERAL DE PERNAMBUCO -



Continuação do Parecer: 3.117.241

Conclusões ou Pendências e Lista de Inadequações:

Aprovado

Considerações Finais a critério do CEP:

Este parecer foi elaborado baseado nos documentos abaixo relacionados:

Tipo Documento	Arquivo	Postagem	Autor	Situação
Informações Básicas do Projeto	PB_INFORMAÇÕES_BASICAS_DO_PROJETO_1268213.pdf	27/12/2018 22:17:21		Aceito
Projeto Detalhado / Brochura Investigador	Projetopa2.docx	27/12/2018 22:17:09	Paulo Roberto Cavalcanti Carvalho	Aceito
Outros	Cartarespostapa.doc	27/12/2018 22:12:57	Paulo Roberto Cavalcanti Carvalho	Aceito
Outros	Anuenciapa.pdf	26/12/2018 21:11:28	Paulo Roberto Cavalcanti Carvalho	Aceito
TCLE / Termos de Assentimento / Justificativa de Ausência	Tcleobesidadep.doc	26/12/2018 21:10:47	Paulo Roberto Cavalcanti Carvalho	Aceito
Outros	Confidencialidade.pdf	30/11/2018 13:56:55	Paulo Roberto Cavalcanti Carvalho	Aceito
Outros	Curriculo.pdf	30/11/2018 13:49:01	Paulo Roberto Cavalcanti Carvalho	Aceito
Outros	Anuencia.pdf	30/11/2018 13:44:09	Paulo Roberto Cavalcanti Carvalho	Aceito
Outros	Compromissopa.pdf	30/11/2018 13:37:30	Paulo Roberto Cavalcanti Carvalho	Aceito
Outros	Apresentacao.pdf	30/11/2018 13:33:32	Paulo Roberto Cavalcanti Carvalho	Aceito
Folha de Rosto	Folharostopa.pdf	30/11/2018 13:28:41	Paulo Roberto Cavalcanti Carvalho	Aceito

Situação do Parecer:

Aprovado

Necessita Apreciação da CONEP:

Não

Endereço: Av. Professor Moraes Rego, S/N, 3º andar do prédio principal (enfermarias)
 Bairro: Cidade Universitária CEP: 50.870-901
 UF: PE Município: RECIFE
 Telefone: (81)2126-3743 E-mail: cephufpe@gmail.com

UFPE - HOSPITAL DAS
CLÍNICAS DA UNIVERSIDADE
FEDERAL DE PERNAMBUCO -



Continuação do Parecer: 3.117.241

RECIFE, 21 de Janeiro de 2019

Assinado por:
José Ângelo Rizzo
(Coordenador(a))

Endereço: Av. Professor Moraes Rego, S/N, 3º andar do prédio principal (enfermarias)
Bairro: Cidade Universitária **CEP:** 50.670-901
UF: PE **Município:** RECIFE
Telefone: (81)2126-3743 **E-mail:** cephufpe@gmail.com

ANEXO C – TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO



HOSPITAL DAS CLÍNICAS DA UFPE FILIAL DA EMPRESA BRASILEIRA DE SERVIÇOS HOSPITALARES

TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO (PARA MAIORES DE 18 ANOS OU EMANCIPADOS)

Convidamos o (a) Sr. (a) para participar como voluntário (a) da pesquisa “Treinamento de força em pacientes pré e pós cirurgia bariátrica: Efeito sobre os parâmetros morfofuncionais, bioquímicos, imunológicos e comportamentais”, que está sob a responsabilidade do (a) pesquisador (a) Prof^o Dr^o Paulo Roberto Cavalcanti Carvalho, Avenida Prof^o Moraes Rego s/n – Hospital das Clínicas, CEP: 50670420 – 21268506.

Todas as suas dúvidas podem ser esclarecidas com o responsável por esta pesquisa. Apenas quando todos os esclarecimentos forem dados e você concorde com a realização do estudo, pedimos que rubriche as folhas e assine ao final deste documento, que está em duas vias. Uma via lhe será entregue e a outra ficará com o pesquisador responsável.

Você estará livre para decidir participar ou recusar-se. Caso não aceite participar, não haverá nenhum problema, desistir é um direito seu, bem como será possível retirar o consentimento em qualquer fase da pesquisa, também sem nenhuma penalidade.

INFORMAÇÕES SOBRE A PESQUISA:

A presente pesquisa tem como justificativa ser um dos possíveis tratamentos utilizados na obesidade e também um importante meio de socialização, o exercício físico pode apresentar um possível quadro de melhora na qualidade vida e manutenção do peso. Desta forma, o presente estudo se propõe analisar o efeito de um programa de treinamento de força sobre o perfil inflamatório, bioquímico, indicadores de adiposidade corporal e na percepção de saúde pré e pós-cirurgia bariátrica, Mostrar os fatores demográficos, comportamentais, indicadores de adiposidade corporal e dosagens bioquímicas (glicose, triglicerídeos, colesterol total e suas frações, colesterol de baixa densidade - LDL-C, de muito baixa densidade - VLDL-C, alta densidade - HDL-C) de indivíduos pré e pós cirurgia bariátrica; Identificar se existe diferença entre o perfil inflamatório (TNF- α , IFN- γ , IL-2, IL-4, IL-6, IL-10 e IL-17) e proteínas (receptor beta do fator de crescimento derivado de plaquetas, o receptor de apolipoproteína B, a trombospondina-2, o receptor de lipoproteína de baixa densidade, a transtirretina e a podoplanina que são proteínas que apresentam potencialmente carcinogênese), encontradas no plasma relacionadas ao aparecimento de tumores em pacientes pré e pós-tratamento bariátrica treinados; Verificar se a intervenção proposta do treinamento de força é eficaz para melhora do perfil inflamatório, bioquímico, de proteínas expressas no plasma, indicadores de adiposidade corporal e na qualidade de vida de indivíduos pré e pós-cirurgia bariátrica. Metodologia: O presente estudo terá duração de dois anos, a ser conduzido com uma população de indivíduos adultos pré e pós tratamento bariátrico, constituído por adultos obesos com grau II (IMC ≥ 35 kg/m²) e ou obesidade grau III (IMC ≥ 40 kg/m²), todos cadastrados no ambulatório de cirurgia do Hospital das Clínicas da Universidade Federal de Pernambuco. A amostra será selecionada de uma forma intencional, totalizando 60 indivíduos sendo 30 do sexo masculino e 30 do sexo feminino, sendo estes já habilitados e liberados pelo médico para realizarem o treinamento de força. Os procedimentos técnicos avaliados no presente projeto de pesquisa serão realizados tanto no pré como pós-cirúrgico, onde os mesmos terão 5 etapas descritas: Etapa 1- Aceitar o termo de consentimento livre e esclarecido, Etapa 2- Avaliação por meio de uma anamnese específica, Etapa 3 Responder um questionário de Pesquisa Nacional de Saúde ABEP, Etapa 4 – Aplicação de um questionário de qualidade de vida - SF-36, Etapa 5 - Nível atividade física - IPAQ, Etapa 6 - Avaliação antropométrica e de composição corporal (DEXA), Etapa 7 - Avaliar os componentes da coleta sanguínea e análises clínicas biológicas e Etapa 8 -- Realização dos treinamentos de força. Após a aplicação dos questionários, coletas e atividades prescritas anteriormente, todos os participantes, tanto pré como pós tratamento bariátrico, serão submetidos a um programa de treinamento de três meses com três sessões semanais com intervalo de 48h, duração de 50 minutos por sessão, com intervalo de 1'30 entre as series e exercícios 2 minutos, tendo um total de 36 sessões. Logo após a triagem os indivíduos serão randomizados em três grupos onde teremos os grupos com programa de treinamento de força pré e pós cirurgia e dois grupos controle sem a intervenção do treinamento de força descrito. Serão aplicadas três tipos de treinamento para os grupos propostos abaixo: Grupo 1, que irá realizar o treinamento adotando o sistema clustering, totalizando 36 treinos; Grupo 2, irá realizar o sistema de força tradicional com três sessões totalizando 36 treinos; Grupo 3, irá realizar um treino de força tradicional agudo de apenas um sessão; Grupo 4 será um grupo onde iremos apenas acompanhar com os procedimentos das fases de 1 a 7. Os exercícios utilizados nos programas de treinamento serão três membros superiores e três membros inferiores, onde os participantes irão realizar um treino com intensidade de leve a moderada de 50 a 70% do teste de repetições máximas com os seguintes exercícios supino na máquina, leg press horizontal, puxada a frente, extensora, rosca simultânea com halteres e panturrilha no press.



**HOSPITAL DAS CLÍNICAS DA UFPE
FILIAL DA EMPRESA BRASILEIRA
DE SERVIÇOS HOSPITALARES**

Riscos: A presente pesquisa não utilizará nenhum procedimento invasivo extremo, acarretando, portanto um possível risco que está relacionado ao desconforto e constrangimento para os indivíduos que será quando estarão realizando o programa de treinamento, não conseguirem aumentar a carga inicial e sentirem dores musculares no dia seguinte, porém para a redução destes riscos iremos confirmar aos indivíduos que terão garantia da privacidade no momento das avaliações, sigilo das informações fornecidas e caso tenham dores musculares poderão tomar um analgésico.

Benefícios: Após a aplicação do programa de treinamento de força esperasse obter melhoria dos indicadores de saúde, do processo inflamatório, bioquímico, proteína, diminuição do peso através da somática da cirurgia associado com o treinamento de força e elaboração de novos protocolos de treinamento associados estes a melhoria da qualidade de vida e diminuição de patologias.

Todas as informações desta pesquisa serão confidenciais e serão divulgadas apenas em eventos ou publicações científicas, não havendo identificação dos voluntários, a não ser entre os responsáveis pelo estudo, sendo assegurado o sigilo sobre a sua participação. Os dados coletados nesta pesquisa ficarão armazenados em pasta arquivo e computador, sob a responsabilidade do pesquisador Drº Paulo Roberto Cavalcanti Carvalho, no endereço Laboratório Avançado e Educação Física e Saúde, pelo período de mínimo 5 anos.

Nada lhe será pago e nem será cobrado para participar desta pesquisa, pois a aceitação é voluntária, mas fica também garantida a indenização em casos de danos, comprovadamente decorrentes da participação na pesquisa, conforme decisão judicial ou extra-judicial. Se houver necessidade, as despesas para a sua participação serão assumidas pelos pesquisadores (ressarcimento de transporte e alimentação).

Em caso de dúvidas relacionadas aos aspectos éticos deste estudo, você poderá consultar o Comitê de Ética em Pesquisa Envolvendo Seres Humanos da UFPE no endereço: **Avenida Prof. Moraes Rego s/n – 3º Andar- Cidade Universitária, Recife-PE, Brasil CEP: 50670-420, Tel.: (81) 2126.3743 – e-mail: cepcufpe@gmail.com).**

(assinatura do pesquisador)

CONSENTIMENTO DA PARTICIPAÇÃO DA PESSOA COMO VOLUNTÁRIO (A)

Eu, _____, CPF _____, abaixo assinado, após a leitura (ou a escuta da leitura) deste documento e de ter tido a oportunidade de conversar e ter esclarecido as minhas dúvidas com o pesquisador responsável, concordo em participar do estudo **Treinamento de força em pacientes pré e pós cirurgia bariátrica: Efeito sobre os parâmetros morfofuncionais, bioquímicos, imunológicos e comportamentais.**, como voluntário (a). Fui devidamente informado (a) e esclarecido (a) pelo(a) pesquisador Paulo Roberto Cavalcanti Carvalho sobre a pesquisa, os procedimentos nela envolvidos, assim como os possíveis riscos e benefícios decorrentes de minha participação. Foi-me garantido que posso retirar o meu consentimento a qualquer momento, sem que isto leve a qualquer penalidade (ou interrupção de meu acompanhamento/ assistência/tratamento).

Local e data _____

Assinatura do participante: _____