



Comparação do efeito do Treino Resistido vs. Treino de Endurance no Risco Cardiometabólico de doentes com Perda de Peso Sub-Ótima após Cirurgia Bariátrica

Dissertação apresentada com vista à obtenção do 2º ciclo em Atividade Física, Exercício e Saúde, da Faculdade de Desporto da Universidade do Porto, ao abrigo do Decreto-Lei nº 74/2006, de 24 de março, na redação dada pelo Decreto-Lei nº 65/2018 de 16 de agosto.

Orientador: Prof. Doutor Hélder Rui Martins Fonseca

Alexandre Ferreira de Carvalho

Porto, 2023

Carvalho, A. (2023). Comparação do efeito do Treino Resistido vs. Treino de Endurance no Risco Cardiometabólico de doentes com Perda de Peso Sub-Ótima após Cirurgia Bariátrica. Dissertação para a obtenção do grau de Mestre em Atividade Física, Exercício e Saúde, apresentado à Faculdade de Desporto da Universidade do Porto.

Palavras-chave: Cirurgia Bariátrica, Obesidade, Treino de Endurance, Treino Resistido, Aptidão Cardiorrespiratória, Risco Cardiometabólico

Agradecimentos

À minha família

Quero expressar a minha profunda gratidão por terem disponibilizado todos os recursos necessários para a conclusão bem-sucedida deste mestrado. O vosso amor inabalável e apoio constante foram a âncora que me permitiu enfrentar os desafios académicos com confiança. Desejo ainda estender os meus sinceros agradecimentos à minha namorada, Beatriz. A tua dedicação incansável e encorajamento constante desempenharam um papel fundamental em cada etapa deste percurso e no processo de escrita. A tua paciência e incentivo foram verdadeiramente indispensáveis para o êxito desta dissertação.

Aos meus colegas e amigos

Aos meus amigos Rui Pinto e Romeu Rocha, quero agradecer por terem sido parceiros de barco leais e por me apoiarem ao longo deste projeto. A vossa amizade e encorajamento foram fundamentais.

Não posso deixar de mencionar os meus colegas de trabalho no ginásio Bitfit, Diogo Cardoso e Diogo Silva, e, em especial, ao Professor Francisco Gomes. O vosso apoio e compreensão em relação às minhas responsabilidades de trabalho e à necessidade de tempo para a dissertação foram cruciais.

Aos meus orientadores

Gostaria de agradecer ao Professor Doutor Hélder Fonseca por ter sido um orientador dedicado e um verdadeiro mentor ao longo deste processo. O seu apoio, orientação e conhecimento foram inestimáveis e contribuíram significativamente para o sucesso deste trabalho.

Gostaria também de estender os meus agradecimentos ao Tiago Montanha, que foi uma ajuda incrível ao longo deste percurso. A tua disposição para ajudar e estar presente em momentos de dúvida e dificuldade foi verdadeiramente apreciada.

Índice Geral

Índice de figuras	6
Índice de tabelas	7
Índice de anexos	8
Resumo	9
Abstract	11
Índice de abreviaturas	12
Introdução	14
Revisão de literatura	16
Epidemiologia da obesidade	17
Obesidade como fator de risco para outras doenças.....	20
Relação entre obesidade e aptidão cardiorrespiratória (VO ₂ pico)	23
Relação obesidade e frequência cardíaca de recuperação (RFC) após esforço	24
Estratégias para o tratamento da obesidade	25
Dieta	25
Exercício físico.....	26
Efeito combinado da dieta e exercício	28
Terapêutica farmacológica	29
Cirurgia Bariátrica	30
Impacto fisiológico e benefícios da CxB.....	32
Efeito da cirurgia bariátrica nos fatores de risco cardiovascular e na frequência cardíaca de recuperação após esforço	33
Exercício no doente pós-CxB.....	35
Material e Métodos	38
Desenho experimental e recrutamento dos doentes.....	39

Randomização	41
Consentimento informado	42
Distribuição das avaliações.....	43
Avaliação dos participantes e recolha de dados	43
Perfil cardiometabólico	43
Aptidão cardiorrespiratória.....	44
Rastreio pré-exercício	46
Sessões de treino	46
Programa de treino	47
Grupo de exercício de endurance	47
Grupo de exercício resistido.....	48
Análise estatística	50
Resultados	52
Características iniciais dos participantes	53
Efeito da Intervenção	54
Comparação entre os grupos nos diferentes momentos e comparação de cada grupo em cada momento	54
Efeito da interação do grupo tempo	59
Discussão	62
Conclusão	70
Anexos	I
Referências bibliográficas.....	XXIX

Índice de Figuras

Figura 1. Prevalência de obesidade no mundo. (OMS, 2016)	18
Figura 2. Prevalência de excesso de peso e de obesidade na população adulta portuguesa (25-74 anos) em 2015, por sexo, grupo etário e região. Figura adaptada de Gaio et al. (2015).....	19
Figura 3. Percentagem de diferentes técnicas de cirurgia bariátrica realizadas em diferentes regiões do mundo. Figura adaptada de (Welbourn et al., 2019)	32

Índice de tabelas

Tabela 1. Protocolo da prova de esforço cardiopulmonar	45
Tabela 2. Descrição das fases de treino de endurance	48
Tabela 3. Regiões anatómicas treinadas em cada dia da semana	49
Tabela 4. Características do programa de treino resistido	50
Tabela 5. Características demográficas, antropométricas e clínicas dos participantes nos grupos TE e TR antes do início da intervenção e assiduidade ao programa de intervenção.....	54
Tabela 6. Resultados das variáveis de interesse no grupo de treino resistido e treino de endurance nos momentos baseline e pós-intervenção.	59
Tabela 7. Resultados da análise de variância de dois fatores (ANOVA) para as variáveis em estudo, considerando os fatores "Grupo" e "Tempo", bem como a interação entre eles (Grupo*Tempo).	61

Índice de Anexos

Anexo a. Declaração de consentimento informado	II
Anexo b. Questionário sobre o estado-geral de saúde dos participantes	III
Anexo c. Dossier de exercícios	IV

Resumo

A obesidade é uma crescente preocupação de saúde pública, destacando-se pela sua elevada e crescente prevalência (Hruby & Hu, 2015). A cirurgia bariátrica tem emergido como um método eficaz no tratamento da obesidade severa (Nedeljkovic-Arsenovic et al., 2020). No entanto, um número significativo de doentes experimenta reganhos de peso clinicamente relevantes após a intervenção, que resultam na manutenção da obesidade e limitam a melhoria do perfil de risco cardiometabólico (Noria et al., 2023). A escassez de estudos sobre o modo de exercício mais eficaz para modificar esses fatores de risco em doentes pós-cirurgia bariátrica é de salientar. Neste contexto, foi realizado um ensaio clínico randomizado com dois grupos, um submetido a treino resistido e o outro a treino de endurance, com duração de 16 semanas e 3 sessões semanais de exercício supervisionado com 1 hora de duração.

Os resultados preliminares indicam diferenças significativas na aptidão cardiorrespiratória (VO_2 Pico), com o grupo de treino de endurance a demonstrar valores superiores de VO_2 pico após a intervenção, embora ao longo do tempo não tenham surgido diferenças significativas entre os grupos. A frequência cardíaca de recuperação não variou de forma significativa entre os grupos e, relativamente aos parâmetros de risco cardiometabólico avaliados, ambos os grupos apresentaram uma tendência para diminuição da glicemia de jejum, embora essa redução não tenha atingido significância estatística. Quanto ao perfil lipídico, o grupo de treino de endurance demonstrou valores mais favoráveis para o colesterol total, LDL e HDL no período pós-intervenção, embora essas diferenças não tenham alcançado significância estatística. Ambos os grupos também evidenciaram uma tendência de diminuição nos níveis de HbA1c, no entanto, sem diferenças estatisticamente significativas.

PALAVRAS-CHAVE: CIRURGIA BARIÁTRICA; RESISTIDO; ENDURANCE; APTIDÃO CARDIORRESPIRATÓRIA; RISCO CARDIOMETABÓLICO.

Abstract

Obesity represents a growing public health concern, marked by its prevalence and continuous rise (Hruby & Hu, 2015). Bariatric surgery has emerged as an effective strategy in the treatment of severe obesity (Nedeljkovic-Arsenovic et al., 2020). However, a significant number of patients experience weight regain after the intervention, leading to the maintenance of obesity, which limits improvements in cardiometabolic risk factors (Noria et al., 2023). There is scarcity of studies on the most effective exercise modality to modify these risk factors in post-bariatric surgery patients. In this context, we conducted a randomized clinical trial with two groups: one subjected to resistance training and the other to endurance training, lasting for 16 weeks and consisting of three supervised one-hour sessions per week.

Preliminary results indicate significant differences in cardiopulmonary fitness (VO_2 Peak) between groups, with the endurance training group demonstrating higher post-intervention values, although no significant differences between the groups emerged over time. Heart rate recovery did not vary significantly between the groups. Concerning metabolic parameters, both groups showed a trend towards reduced fasting glucose, although this reduction did not reach statistical significance. As for the lipid profile, the endurance training group exhibited more favorable values for total cholesterol, LDL, and HDL in the post-intervention period, although these differences did not reach statistical significance. Both groups also demonstrated a trend of decreased HbA1c levels, albeit without statistically significant differences.

KEYWORDS: BARIATRIC SURGERY; RESISTANCE; ENDURANCE; CARDIOPULMONARY FITNESS; CARDIOMETABOLIC RISK.

Índice de Abreviaturas

IMC: Índice de Massa Corporal

OMS: Organização Mundial de Saúde

DMT2: Diabetes Mellitus Tipo 2

DGS: Direção Geral de Saúde

TNF-alfa: Fator de Necrose Tumoral alfa

IL-6: Interleucina-6

HDL: Lipoproteína de Alta Densidade

LDL: Lipoproteína de Baixa Densidade

AVC: Acidente Vascular Cerebral

VO2 Pico: Consumo de Oxigênio Pico

DCV: Doenças Cardiovasculares

RFC: Frequência Cardíaca de Recuperação

SNA: Sistema Nervoso Autônomo

CPET: Prova de Esforço Cardiopulmonar

EF: Exercício Físico

TA: Treino Aeróbio

TR: Treino Resistido

HIIT: Treino Intervalado de Alta Intensidade

HbA1C: Hemoglobina Glicada

PCR: Proteína C Reativa

CxB: Cirurgia Bariátrica

RYGB: Bypass Gástrico em Y de Roux

SG: Sleeve Gástrico

CxB: Cirurgia Bariátrica

PYY: Peptídeo YY

GLP-1: Peptídeo Semelhante ao Glucagon 1

CV: Cardiovascular

VO₂: Consumo de Oxigênio

Con: Grupo de Controlo

CIAFEL: Centro de Investigação em Atividade Física, Saúde e Lazer

HRR: Frequência Cardíaca de Reserva

PAS: Pressão Arterial Sistólica

PAD: Pressão Arterial Diastólica

RM: Repetição Máxima

FC max: Frequência cardíaca máxima

1. Introdução

Nos últimos anos a obesidade surgiu como uma das epidemias mais preocupantes a nível global, tendo um impacto significativo na saúde pública no mundo todo (Bluher, 2019). Esse avanço tem levado a um aumento exponencial no número de cirurgias bariátricas realizadas como forma de combater esta doença (Lazzati, 2023) e, neste contexto, é fundamental compreender a epidemiologia da obesidade e da cirurgia bariátrica, bem como abordar os casos em que a cirurgia não é bem-sucedida, algo que acontece em cerca de um terço dos doentes submetidos a esta intervenção cirúrgica (Cooper et al., 2015). Uma questão de grande relevância e que merece destaque é o papel do exercício físico na modificação da obesidade e dos fatores de risco a ela associados, sobretudo nos casos em que a cirurgia bariátrica alcança resultados sub-ótimos. É precisamente nesse contexto que se enquadra o nosso estudo. O principal objetivo do nosso estudo consiste em comparar os efeitos de duas modalidades distintas de exercício, nomeadamente o treino resistido e o treino de endurance, no risco cardiometabólico em doentes com obesidade que foram submetidos a cirúrgica bariátrica e obtiveram resultados sub-ótimos na perda de peso.

A estrutura deste estudo segue uma ordem lógica, começando pela revisão da literatura sobre a epidemiologia da obesidade, a crescente necessidade de realização de cirurgia bariátrica e a epidemiologia dessas intervenções. Posteriormente, será discutido o contexto em que a cirurgia bariátrica não alcança os resultados desejados e a relevância do exercício físico como um componente essencial na gestão da obesidade após a cirurgia. Em seguida, serão detalhados os materiais e métodos do estudo, com o propósito de esclarecer o desenho experimental deste estudo, na sequência dos quais são apresentados os resultados, onde serão revelados os principais achados deste estudo. Por fim, é apresentada uma discussão dos resultados em que é feita a contextualização dos achados do nosso estudo na literatura científica existente, bem como a interpretação dos resultados alcançados. Para concluir, será apresentada uma síntese das principais conclusões do estudo.

2. Revisão da Literatura

2.1. Epidemiologia da obesidade

O sobrepeso e a obesidade são definidos como acumulação anormal ou excessiva de gordura que pode prejudicar a saúde (Safaei et al., 2021). Para classificar os indivíduos de acordo com o peso em graus de severidade e obesidade utiliza-se, entre outras estratégias, o cálculo do índice de massa corporal (IMC), que é um índice simples que utiliza o peso e altura para o seu cálculo. O IMC é definido como o peso, em quilogramas, dividido pela altura, em metros, ao quadrado (kg/m^2). Para adultos, a Organização Mundial de Saúde (OMS), define sobrepeso como IMC maior ou igual a 25 kg/m^2 e obesidade IMC maior ou igual a 30 kg/m^2 . Sendo o IMC a medida populacional mais amplamente utilizada na classificação de sobrepeso e obesidade esta deve, no entanto, ser considerada como uma medida aproximada e com limitações pois pode não representar de forma adequada o grau de gordura acumulada por diferentes indivíduos (Nuttall, 2015).

Em relação à epidemiologia mundial da obesidade, tendo em conta os dados da WHO (2016), representados na figura 1, sabe-se que, na Europa é estimado que 23% da população tenha obesidade. Já nos Estados Unidos da América (EUA) a prevalência de obesidade é maior em comparação com a Europa, sendo esta de aproximadamente 37% da população. No continente africano e no Sudeste Asiático a prevalência de obesidade é muito menor, em comparação com a Europa e EUA, sendo de 4,6% e 9,8% respetivamente. Globalmente estima-se uma prevalência de cerca de 13% de doentes com obesidade.



Figura 1: Prevalência de obesidade no mundo. (OMS, 2016)

Ao analisar os valores gerais verifica-se que há uma tendência para os países mais desenvolvidos terem prevalências mais elevadas de obesidade em comparação com os países menos desenvolvidos (p.e EUA vs Países Africanos). O Sudeste Asiático, composto maioritariamente por países desenvolvidos, apresenta valores bem inferiores em comparação à Europa ou EUA. Isto pode-se dever a vários fatores, tais como a dieta tradicional asiática, o tamanho das porções, o estilo de vida mais ativo ou mesmo fatores sociais e culturais (Song et al., 2019).

Ao comparar os valores de prevalência de obesidade em crianças e adolescentes com a dos adultos verifica-se que a prevalência nas idades entre os 5 e os 19 anos é menor do que nos adultos, sendo esta de 6% para as raparigas e de 9% para os rapazes (WHO, 2016). Existe ainda uma forte associação entre a obesidade na infância e o risco aumentado de desenvolver obesidade na vida adulta, mas, contudo, também há evidência de que cerca de 70% dos adultos com obesidade não teriam obesidade durante a infância (Simmonds et al., 2016). A obesidade em idades precoces aumenta o risco de desenvolvimento de várias doenças e fatores de risco em idade adulta, tais como diabetes mellitus tipo 2 (DMT2), doenças cardiovasculares e alguns tipos de cancro (Simmonds et al., 2016).

Em Portugal e segundo os dados do 1º Inquérito Nacional de Saúde com Exame Físico (INSEF 2015) a prevalência de obesidade em adultos com idade entre os

25 e os 74 anos de idade é de 28,7%, sendo maior nas mulheres (32,1%) do que nos homens (24,9%). Os adultos portugueses com idades compreendidas entre os 65 e 74 anos são aqueles que apresentam maior prevalência de obesidade (41,8%). A região autónoma dos Açores é região de Portugal com a prevalência de obesidade mais elevada (32,5%).

	Excesso de peso % [IC 95%]	Obesidade % [IC 95%]
Prevalência nacional (n=4888)	38,9 [36,9-41,1]	28,7 [26,8-30,6]
Sexo		
Masculino	45,4 [42,8-48,1]	24,9 [22,9-27,5]
Feminino	33,1 [30,6-35,7]	32,1 [30,0-34,3]
Grupo etário		
25-34	31,0 [28,2-34,0]	12,5 [8,6-18,0]
35-44	36,8 [33,6-40,2]	22,9 [20,1-26,0]
45-54	43,7 [40,0-47,5]	29,5 [26,4-32,7]
55-64	42,9 [39,4-46,6]	38,9 [34,3-43,7]
65-74	39,5 [33,4-45,9]	41,8 [35,5-48,3]
Região*		
Norte	42,1 [37,3-46,8]	28,2 [26,4-30,5]
Centro	40,8 [36,5-44,9]	29,1 [22,8-35,3]
Lisboa e Vale do Tejo	35,1 [33,4-37,3]	29,1 [25,2-33,1]
Alentejo	38,1 [35,2-40,7]	30,3 [25,9-33,8]
Algarve	37,2 [34,3-40,2]	23,2 [20,7-26,4]
Região Autónoma da Madeira	41,2 [37,2-45,2]	29,1 [27,3-33,1]
Região Autónoma da Madeira	37,9 [36,2-41,9]	32,5 [31,9-35,7]

Figura 2: Prevalência de excesso de peso e de obesidade na população adulta portuguesa (25-74 anos) em 2015, por sexo, grupo etário e região. Figura adaptada de Gaio et al. (2015).

Segundo o INSEF (2015), também é possível constatar que, em Portugal, o nível educacional desempenha um papel crucial como fator de risco socioeconómico na prevalência de obesidade, com os indivíduos com menor nível de instrução a serem os que mais frequentemente apresentam obesidade.

Segundo a Direção Geral de Saúde (DGS), o tratamento para esta doença passa, em grande medida, por mudar hábitos e comportamentos alimentares para uma alimentação mais saudável bem como a prática de exercício físico

regular. O tratamento para a obesidade pode ainda passar por tratamento farmacológico, procedimentos endoscópicos e cirúrgicos.

2.2. Obesidade como fator de risco para outras doenças

A obesidade está inerentemente ligada a um risco acrescido de desenvolvimento de outras doenças, nomeadamente metabólicas. Sabe-se que esta doença tem influência no desenvolvimento de dislipidemia, DMT2 e hipertensão arterial, sendo estas patologias importantes fatores de risco cardiometabólico devido ao seu papel no risco de desenvolvimento de eventos cardiovasculares major (Bakhtiyari et al., 2022).

A ligação entre a obesidade e a DMT2 está muitas vezes associada à disfunção das células beta pancreáticas e intolerância à glicose. À medida que a resistência à insulina progride, aumenta a necessidade compensatória de produção de insulina pelo pâncreas sendo que essa produção excessiva de insulina pode levar gradualmente a uma sobrecarga das células beta, resultando na sua progressiva disfunção e morte. A redução do número de células beta pancreáticas conduz a uma diminuição da produção de insulina e, finalmente, ao estabelecimento de DMT2 quando a quantidade de insulina produzida é insuficiente para permitir o adequado metabolismo da glicose. Aproximadamente 50% dos doentes com DMT2 têm obesidade (Meisinger et al., 2006). Numa pessoa normoponderal e com excesso de peso até 27,2kg/m² de IMC não há risco aumentado de desenvolvimento de DMT2 enquanto, que acima deste valor, o risco pode aumentar entre 100% a 300% (Meisinger et al., 2006).

A obesidade, está também associada a níveis aumentados de colesterol e triglicéridos no sangue, o que conseqüentemente, aumenta o risco de desenvolvimento de dislipidemia e doença vascular aterosclerótica. A obesidade está também associada a alterações metabólicas no tecido adiposo que favorecem o aumento da produção de citocinas pró-inflamatórias e de várias adipocinas, que contribuem para o aumento da resistência à insulina bem como para o desenvolvimento de outras comorbilidades associadas à obesidade (Klop et al., 2013).

Esta doença tem sido associada ao desenvolvimento e ao aumento da ocorrência de doenças cardiovasculares, entre elas, doença coronária, insuficiência cardíaca e doença aterosclerótica (Henning, 2021). A obesidade leva à acumulação de um volume excessivo de tecido adiposo, causando a sua disfunção e consequente inflamação, o contribui para a alteração da estrutura e função do sistema cardiovascular (Moore & Shah, 2020). A deposição ectópica de gordura à volta do coração e na camada íntima das artérias coronárias pode também causar alterações no metabolismo celular e disfunção mitocondrial, o que por sua vez pode levar a maior *stress* oxidativo e consequente disfunção cardíaca (Shimabukuro et al., 2013). A regulação da função vascular e da resposta inflamatória são funções-chave desempenhadas pelo tecido adiposo perivascular, onde adipocinas como leptina, adiponectina e resistina, secretadas pelo tecido adiposo visceral e perivascular, podem modular a função vascular, a inflamação e o *stress* oxidativo, aumentando o risco de doenças cardiovasculares (Nakamura et al., 2014).

O fígado é outro órgão muito frequentemente afetado pela obesidade, sendo que esta promove a instalação e o agravamento progressivo de esteatose hepática não alcoólica (DHGNA) caracterizada pela acumulação excessiva de gordura no fígado, devido a um desequilíbrio entre a síntese e a utilização de triglicéridos (Younossi et al., 2016). Esta doença tem vários estágios de progressão sendo o mais grave de todos denominado por esteatohepatite não alcoólica (EHNA), que está associada a inflamação persistente do tecido hepático, podendo evoluir para fibrose e consequentemente cirrose hepática, bem como para cancro hepático (Woo Baidal & Lavine, 2016).

O cancro e a obesidade têm uma relação direta em várias situações, sendo que está bem estabelecido que a obesidade é um fator de risco para o desenvolvimento de vários tipos de cancro, nomeadamente cancro da mama, colorretal, esôfago, rim, útero, pâncreas e fígado e estima-se que entre cerca de 4 a 8% de todos o cancros sejam atribuídos à obesidade (Pati et al., 2023). A obesidade contribui então para uma série de efeitos adversos sobre o sistema cardiovascular levando a alterações como:

- Inflamação e disfunção metabólica devido ao aumento da produção de citocinas pró-inflamatórias como fator de necrose tumoral alfa (TNF- α) e interleucina-6 (IL-6), libertadas pelo tecido adiposo disfuncional e que contribuem para problemas como resistência à insulina, dislipidemia e hipertensão arterial, fatores de risco chave para doença cardiovascular (Hildebrandt et al., 2023);
- Resistência à insulina em que há uma diminuição da resposta fisiológica intracelular à ação da insulina de promover a captação de glicose do sangue o que conseqüentemente leva ao aumento da intolerância à glicose e progressivamente ao desenvolvimento de diabetes melitos tipo 2 (DMT2). A DMT2 aumenta substancialmente o risco de desenvolvimento de doença cardiovascular, nomeadamente de doença das artérias coronárias e acidente vascular cerebral (AVC) (Hildebrandt et al., 2023);
- Dislipidemia devido ao aumento da concentração de triglicérides e LDL no sangue e à diminuição da concentração de HDL. Estas alterações favorecem a acumulação de placas de aterosclerose na parede das artérias, reduzindo o seu calibre o que aumenta o risco de eventos cardiovasculares como enfarte agudo do miocárdio e AVC (Vekic et al., 2019);
- Hipertensão arterial associada ao aumento da ativação do sistema nervoso simpático e à retenção de sódio e água pelos rins associada à obesidade o que leva ao aumento da pressão arterial. A hipertensão arterial crónica coloca uma sobrecarga excessiva sobre o sistema cardiovascular, causando, para além dos danos cardíacos, danos nas artérias o que aumenta o risco de eventos cardiovasculares *major* (Csige et al., 2018);
- Sobrecarga cardíaca devido ao favorecimento da expansão do volume sanguíneo total pela obesidade o que contribui para o aumento do trabalho cardíaco. Esta sobrecarga crónica pode favorecer o aumento do tamanho do coração devido à dilatação das câmaras cardíacas e ao aumento da espessura das paredes do miocárdio por hipertrofia o que, a

longo prazo, prejudica a função cardíaca e aumenta o risco de desenvolvimento de insuficiência cardíaca (Csige et al., 2018);

- Inflamação vascular e stress oxidativo devido a um desequilíbrio entre a produção de radicais livres de oxigénio e a capacidade de os neutralizar eficazmente, o que prejudica o endotélio e estimula a inflamação da camada íntima das artérias coronárias e, conseqüentemente, favorece o surgimento de placas ateroscleróticas (Hildebrandt et al., 2023)

O aumento do IMC e a conseqüente presença de obesidade, particularmente de grau 2 e 3, juntamente com todas as comorbilidades referidas anteriormente, favorece o aumento do risco de mortalidade por todas as causas, nomeadamente por causas cardiovasculares (Flegal et al., 2013). No entanto, existem também várias evidências que sugerem que a obesidade de grau 1 não está associada a maior mortalidade, o que pode sugerir que o risco de mortalidade aumentado está sobretudo associado a graus de obesidade mais severos (Aylwin & Al-Zaman, 2008).

2.3. Relação entre obesidade e aptidão cardiorrespiratória (VO_2 pico)

O excesso de tecido adiposo, que pode impor uma sobrecarga desfavorável sobre a função cardíaca e os músculos em atividade, afetará também a capacidade aeróbia em exercício, sendo que, indivíduos com obesidade apresentam, habitualmente, um VO_2 pico menor comparativamente a indivíduos normoponderais (He & Ma, 2005). Brunani et al. (2017), no seu estudo, constataram que o VO_2 pico, expresso em L/min, foi menor em indivíduos com obesidade, o que evidencia a menor aptidão cardiorrespiratória nesta população. Mesmo quando o VO_2 pico foi ajustado para o peso corporal total ou para a massa isenta de gordura e expresso em mL/kg/min, permaneceu inferior nos doentes com obesidade. Estes autores sugerem que o excesso de peso em doentes com obesidade não afeta apenas a aptidão cardiorrespiratória por representar uma carga passiva adicional, mas tem também um impacto negativo significativo na funcionalidade muscular e vascular durante o exercício o que compromete a aptidão cardiorrespiratória.

A capacidade aeróbia é reconhecida como um importante preditor de risco para a mortalidade por doenças cardiovasculares (DCV), mortalidade por todas as causas e morbidade por DCV (Williams, 2001). O estudo pioneiro de Blair e colaboradores (Blair et al., 1989) revelou uma associação significativa e independente entre a capacidade cardiorrespiratória, avaliada por uma prova de esforço cardiopulmonar, e a taxa de mortalidade por todas as causas. Os participantes com os níveis mais baixos de VO_2 tiveram taxas de mortalidade significativamente mais elevadas e um risco relativo de mortalidade maior em comparação com aqueles no grupo dos 20% com os níveis mais altos. Esses resultados e outros estudos subsequentes indicam que há uma relação direta entre um baixo VO_2 Pico e um risco de mortalidade maior (DeFina et al., 2015).

A realização de exercício físico com intensidade moderada apresenta diversos benefícios para a população com obesidade entre os quais melhorias no consumo máximo de oxigénio (Barry et al., 2014). Gaesser et al. (2015) afirmam que aumentar a aptidão física, em vez de promover a perda de peso, deve ser o objetivo principal da maioria dos programas de exercícios pois apresenta imensos benefícios e diminuição no risco de mortalidade nesta população.

2.4. Relação entre obesidade e frequência cardíaca de recuperação (RFC) após esforço

Uma das consequências da obesidade, com forte impacto na saúde dos doentes é a disfunção do controlo autonómico cardiovascular associada, que envolve uma diminuição da atividade do sistema nervoso parassimpático. A frequência cardíaca de recuperação (RFC), que parece ser um indicador precoce do desenvolvimento de doença cardiovascular, é considerada como um fator de risco independente para o desenvolvimento de doença coronária e arritmias em doentes com obesidade (Rissanen et al., 2001). Apesar do processo fisiopatológico subjacente não ser ainda bem estabelecido, acredita-se que a inflamação do tecido adiposo e a consequente libertação de citocinas pro-

inflamatórias como o TNF-alfa e a IL-6 influenciam o desequilíbrio autonómico cardíaco levando a uma hiperativação do sistema nervoso simpático (Kalil & Haynes, 2012). Esta hiperatividade simpática traz várias consequências negativas para a saúde do sistema cardiovascular e de vários outros órgãos (Lopes & Egan, 2006).

O stress relacionado com o exercício físico agudo provoca uma diminuição na atividade parassimpática e um aumento da atividade simpática, o que, além de outras consequências, aumenta o fluxo sanguíneo para o coração e os músculos. Após o exercício, ocorre recuperação da função autonómica com diminuição da atividade do sistema nervoso simpático e aumento do parassimpático, o que resulta numa diminuição significativa da frequência e contratilidade cardíaca após o exercício. Como resultado, a recuperação da frequência cardíaca após o exercício pode ser usada como um método não invasivo para avaliar a função do SNA, sendo que uma disfunção do sistema nervoso autónomo poderá ser sinalizada pela presença de uma recuperação mais lenta da frequência cardíaca (Dewar et al., 2023).

Dado que a obesidade é um importante fator de risco para o desenvolvimento de doença cardiovascular e que a disfunção autonómica vagal pode ser um marcador precoce de risco cardiovascular, tem sido sugerido que doentes com obesidade e que são submetidos a uma prova de esforço cardiopulmonar (CPET; *cardiopulmonary exercise test*) apresentariam uma recuperação da frequência cardíaca mais lenta após o exercício, em comparação com indivíduos com índice de massa corporal (IMC) normal (Barbosa Lins et al., 2015). Cole et al. (1999) foram os primeiros autores a propor o cálculo da RFC através da determinação da redução da frequência cardíaca pico atingida durante o exercício e a sua evolução até 1 minuto após o fim do exercício. Esta é a definição que tem sido usada na literatura sendo que a RFC é habitualmente determinada entre um a três minutos após o fim do exercício (Dewar et al., 2023).

2.5. Estratégias para o tratamento da obesidade

2.5.1. Dieta

A principal causa de obesidade, de uma forma simplista, pode ser entendida como a existência de um desequilíbrio crónico entre calorias consumidas e calorias gastas. A obesidade é, na maior parte dos casos, uma doença de etiologia multifatorial, que resulta da conjugação de fatores intrínsecos ao indivíduo e que lhe conferem maior suscetibilidade de desenvolvimento de obesidade e um conjunto de fatores ambientais que atuam como facilitadores no desenvolvimento de obesidade. Num reduzido número de casos, a existência de doenças genéticas ou metabólicas como o hipotireoidismo ou doença de Cushing, bem como a toma de alguns fármacos como antidepressivos ou anticonvulsivantes, são também responsáveis pela presença de obesidade. A abordagem de primeira linha no tratamento da obesidade é a realização de dieta hipocalórica, complementada por alterações do estilo de vida que passam pela realização de exercício físico regular e que podem ser apoiadas por terapia cognitivo-comportamental (Fock & Khoo, 2013). Existem variados tipos de dietas para perda de peso, baseadas em diferentes estratégias sendo que a maior parte delas são moderadamente eficazes a alcançar o objetivo a que se propõem (Pagoto & Appelhans, 2013). A restrição calórica é o primeiro passo na perda de peso, seguido por um controlo da composição de macronutrientes da dieta (Johnston et al., 2014). Contudo, o problema da abordagem nutricional é a adesão a longo prazo e o cumprimento com as recomendações alimentares, que é muitas vezes afetada por fatores externos como o stress diário, falta de tempo, ausência de suporte familiar ou mesmo dificuldade no acesso a alimentos saudáveis. Assim, a motivação para a adesão voluntária a tipo de estratégias é fundamental e é necessário ultrapassar um conjunto importante de barreiras para que a adesão seja otimizada (Trujillo-Garrido & Santi-Cano, 2022).

2.5.2.Exercício físico

A inatividade física é um contribuidor primário para o desenvolvimento de obesidade (Jebb & Moore, 1999). O aumento dos níveis de atividade física com a consequente participação em exercício físico (EF) é também uma estratégia moderadamente eficaz para a perda de peso (Yumuk et al., 2015) e, mais importante, para a melhoria da composição corporal (Donnelly et al., 2009).

Intervenções baseadas apenas em treino aeróbio (TA) resultam numa diminuição de peso e também da massa gorda em indivíduos adultos com excesso de peso e obesidade (Willis et al., 2012). Para além da alteração do peso, o exercício aeróbio é um bom método para a diminuição do perímetro da cintura, levando a uma diminuição de cerca de 3,2 cm em indivíduos com excesso de peso ou obesidade (Armstrong et al., 2022). Já a massa magra tende a não aumentar com o treino maioritariamente aeróbio (Willis et al., 2012). No entanto, e no que diz respeito a alterações cardiometabólicas, o TA induz um conjunto de alterações clinicamente significativas na melhoria de fatores de risco cardiometabólico como a diminuição da gordura visceral, lípidos plasmáticos e melhoria da sensibilidade à insulina (Ross et al., 2000). Comparando o TA com o treino resistido (TR), verifica-se que o TA é mais eficaz como estratégia para perda de peso (Schwingshackl et al., 2013), o que não significa que o TR não apresente um papel importante nas estratégias de emagrecimento, uma vez que este, para além de reduzir os níveis de hemoglobina glicada (HbA1C), de proteína C reativa (PCR) (Strasser et al., 2012) e de pressão arterial sistólica e diastólica (Kelley & Kelley, 2000), contribui ainda para manter a composição corporal adequada sobretudo por favorecer o aumento da massa magra (Lopez et al., 2022).

Intervenções para perda de peso que utilizam apenas TR são menos comuns e não resultam habitualmente numa diminuição significativa de peso, até pelo contrário, tendo sido verificado por exemplo no estudo de Willis e colaboradores (Willis et al., 2012) que o treino resistido aumentou os valores de massa corporal. Já ao nível da massa magra, o TR parece ter um papel importante a induzir aumentos de massa muscular em comparação com o TA e

o treino intervalado de alta intensidade (HIIT). Adicionalmente, apesar de não ter um papel importante na perda de peso em doentes com excesso de peso e obesidade, o TR assume também neste contexto um papel fundamental porque contribui para a melhoria da tolerância à glicose, diminuição dos valores de HbA1C assim para o aumento da força e da funcionalidade muscular (Sigal et al., 2007).

Em programas de exercício onde são aplicados treinos com componente aeróbia e resistida há maior perda de peso do que em programas em que é utilizado apenas TR (Schwingshackl et al., 2013). Lim et al. (2013) corroboram este pressuposto no seu estudo, em que o treino combinado (TA+TR) resultou em perda de peso de doentes com obesidade e melhoria do seu perfil de risco cardiovascular (Lim et al., 2013). Em relação à evolução da gordura visceral e intermuscular em doentes com obesidade, esta tende a sofrer maior redução em programas de exercício que utilizam treino combinado do que em programas apenas de exercício aeróbio ou resistido (Waters et al., 2022).

Relativamente ao HIIT, existem evidências de que este tipo de exercício induz melhorias na saúde cardiovascular de adultos em geral e também em doentes com obesidade (Keating et al., 2017). Comparando o treino HIIT com o TA de intensidade moderada, verifica-se que, quando o dispêndio energético é igual o treino HIIT tende a levar a uma maior perda de peso, enquanto que quando o dispêndio energético não se encontra igualado o TA de intensidade moderada resulta numa maior perda de peso, sugerindo que o tipo de TA a ser selecionado para o treino deve ser aquele que fizer mais sentido tendo em conta os gostos pessoais de cada indivíduo (Andreato et al., 2019). Quando o treino HIIT é comparado com outras formas de treino relativamente aos seus efeitos cardiometabólicos e na capacidade aeróbia em indivíduos jovens com excesso de peso ou obesidade, verifica-se que o HIIT pode ser considerado como sendo, de uma forma geral, mais eficiente, particularmente na melhoria da pressão arterial e da capacidade aeróbia (Garcia-Hermoso et al., 2016). Apesar do exercício não ter uma elevada eficácia na perda de peso quando é usado de forma isolada, parece ser eficaz na indução de algumas alterações positivas em doentes com obesidade, devendo por isso ser usado como parte integrante de

uma estratégia para a perda de peso. No entanto, e sendo que a dieta isolada, como referido anteriormente, promove uma perda de peso mais eficaz, faz sentido utilizar métodos em que as duas estratégias estejam presentes para uma melhor e mais saudável perda de peso.

2.5.3. Efeito combinado da dieta e exercício

Embora a dieta e o exercício, por si só, levem a perdas de peso moderadas, é importante perceber se a conjugação dos dois métodos traz resultados mais favoráveis e se pode ser uma melhor opção para o tratamento de doentes com obesidade. Clark (2015) comparou três estratégias distintas para perda de peso (dieta isolada, exercício isolado e dieta + exercício combinados) e concluiu que, apesar das três estratégias contribuírem para a redução do peso, aquela que apresentava melhores resultados era a combinação de dieta + exercício. Além disso, esta abordagem apresentou benefícios adicionais, como a redução de fatores de risco cardiometabólicos associados à obesidade, melhoria da composição corporal e aumento da capacidade aeróbia. Embora a dieta isoladamente tenha mostrado efeitos positivos na perda de peso, a conjugação com o exercício físico potenciou esses efeitos, resultando em maiores benefícios para a saúde e forma física no geral. O exercício físico isolado também mostrou ser eficaz, mas em menor escala quando comparado ao seu efeito combinado com a dieta.

2.5.4. Terapêutica farmacológica

Atualmente, a maioria das *guidelines* recomenda a farmacoterapia como tratamento de segunda linha para a perda de peso, após a implementação de medidas de modificação do estilo de vida (Jensen et al., 2014). Diversos fármacos foram desenvolvidos para o tratamento a longo prazo da obesidade, que atuam sob diferentes mecanismos e que visam vários processos e vias de sinalização metabólicas distintas e que podem estar envolvidas num

desequilíbrio energético crónico positivo. Ao longo das últimas décadas, alguns fármacos antiobesidade têm sido usados para tratar a obesidade severa, contudo, a maioria deles foi retirada do mercado devido a efeitos secundários graves a longo prazo, sobretudo relacionados com o sistema cardiovascular (Coulter et al., 2018). Os mais recentes fármacos destacam-se então pelo seu papel na perda de peso, mas também pelo menor impacto dos seus efeitos secundários comparativamente com os fármacos usados anteriormente. Dentro destes, o artigo de revisão de Tak and Lee (2021) destaca os seguintes fármacos: ‘Orlistat’ que, de uma forma geral, promove a perda de peso ao reduzir a absorção de calorias provenientes da gordura ingerida; ‘Lorcaserina’ que ajuda a controlar o apetite e melhora a saciedade, levando a uma redução no consumo de alimentos; ‘Fentermina/topiramato’ em a combinação de duas substâncias atua de forma sinérgica para reduzir o apetite e aumentar a saciedade; ‘Naltrexona/bupropiona’ que atuam de forma complementar para reduzir o apetite e promover a perda de peso; ‘Liraglutide’ que, para além de promover a perda de peso, demonstrou melhorar os fatores de risco cardiovascular em doentes com DMT2. A obesidade resulta de várias causas, o que limita a eficácia de um único medicamento (Tak & Lee, 2021). O uso de combinações de fármacos antiobesidade com diferentes ações é sugerido para otimizar o controlo de peso de forma segura. No entanto, atualmente, apenas as combinações de fentermina/topiramato e naltrexona/bupropiona foram aprovados como terapias combinadas para a obesidade. Existem, no entanto, novos fármacos em fase de aprovação para o tratamento da obesidade que resultam da combinação de diferentes moléculas envolvidas na regulação do apetite e da saciedade, como é o caso do Tirzepatide (Jastreboff et al., 2022) e do Retatrutide (Jastreboff et al., 2023) com resultados muito eficazes no tratamento da obesidade.

As estratégias farmacológicas habitualmente utilizadas levam a perdas de peso entre os 4% e 8%, contudo, existe uma grande variabilidade na resposta ao tratamento entre indivíduos e é importante também manter hábitos saudáveis, como dieta e exercício, para otimizar os resultados dos tratamentos farmacológicos sendo que, a interrupção do tratamento muitas vezes resulta em recuperação de peso (Khera et al., 2016).

2.5.5. Cirurgia Bariátrica

A cirurgia bariátrica (CxB) aparece como uma estratégia de última linha no tratamento da obesidade severa, sendo que está demonstrado ser superior em termos de eficácia e sustentabilidade na perda de peso e resolução de comorbidades relacionadas com a obesidade quando comparada com intervenções farmacológicas e alterações do estilo de vida (Schauer et al., 2017)

Existem várias técnicas distintas de CxB utilizadas no tratamento de doentes com obesidade. Em Portugal, segundo o Serviço Nacional de Saúde, a recomendação para cirurgia bariátrica é feita quando o doente apresenta um índice de massa corporal superior a 40 Kg/m² ou superior a 35 Kg/m² na presença de condições médicas concomitantes como diabetes melitos tipo 2, hipertensão arterial, apneia obstrutiva do sono, distúrbios ortopédicos, doença arterial periférica ou outras comorbidades decorrentes da obesidade. As duas técnicas cirúrgicas mais frequentemente utilizadas são o *bypass* gástrico em Y de Roux (RYGB) e o *sleeve* gástrico (SG). O RYGB envolve a criação de uma pequena bolsa gástrica e a sua ligação direta com a porção distal do jejuno, prevenindo assim o contacto dos alimentos com uma parte significativa do intestino delgado e conseqüentemente a redução da absorção dos nutrientes (Adams et al., 2013). O *sleeve* gástrico (SG) é outra das técnicas mais frequentemente utilizadas, consistindo na remoção da grande curvatura gástrica o que, conseqüentemente, reduz a capacidade gástrica e induz uma restrição à ingestão de alimentos (Golzarand et al., 2017). Olhando para a epidemiologia global, Welbourn et al. (2019) constataram que, no período entre 2014 e 2018, 38,2% das CxB realizadas foram através da técnica de RYGB e 46,0% foram através de SG. Embora o RYGB seja a cirurgia mais registada entre 2016 e 2018, o número de SG registados atualmente é maior do que o número de RYGB. A figura 3 representa a percentagem dos vários tipos de intervenções realizadas em diferentes regiões do mundo (Welbourn et al. (2019).

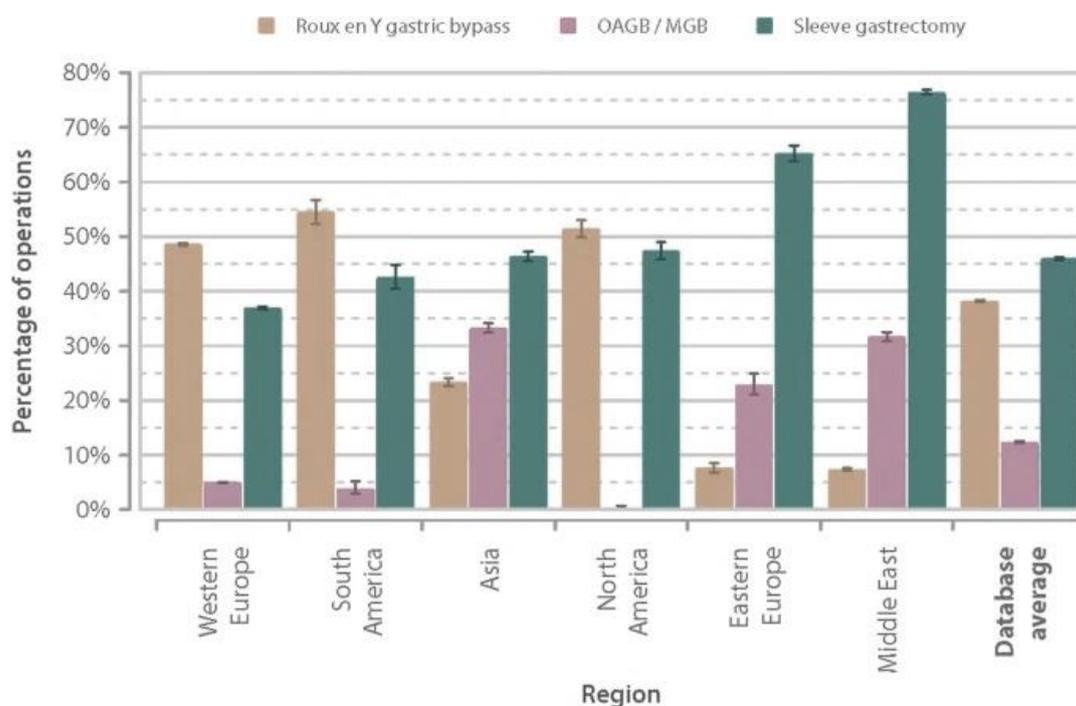


Figura 3: Percentagem de diferentes técnicas de cirurgia bariátrica realizadas em diferentes regiões do mundo. Figura adaptada de (Welbourn et al., 2019)

Em Portugal os dados epidemiológicos são escassos, mas, na 14.^a edição do congresso B.E.S.T. - *Bariatric Endoscopy Surgery Trends*, em 2017, foi divulgado que 36,5% das CxB realizadas Portugal recorreram à técnica de RYGB, seguida pela técnica de SG com 34,2% das cirurgias realizadas.

2.6. Impacto fisiológico e benefícios da CxB

O sucesso da CxB encontra-se bem resumido no artigo de revisão de Miras and le Roux (2013) onde se destacam os vários mecanismos fisiológicos envolvidos na perda de peso nesta estratégia terapêutica. Em primeiro lugar, a alteração anatómica gastrointestinal induzida pela cirurgia resulta numa chegada mais rápida de alimentos à região distal do jejuno o que leva a um aumento da produção de peptídeo YY (PYY) e peptídeo semelhante ao glucagon 1 (GLP-1)

pelas células neuroendócrinas do tubo gastrointestinal e que conseqüentemente atuam no hipotálamo como inibidores do apetite. Devido ao menor número de células gástricas, ocorre também uma diminuição da produção de grelina e conseqüentemente diminuição do apetite, tendo em conta que a grelina é uma das principais hormonas orexigénicas. Outros resultados associados à CxB são: redução do volume e da disfunção do tecido adiposo, diminuição da inflamação sistémica, diminuição da resistência à leptina o que contribui para o aumento da saciedade após a ingestão de alimentos, assim como uma alteração do microbioma intestinal. Todas estas alterações fisiológicas levam, de uma forma geral, a três conseqüências importantes, designadamente redução do *craving* alimentar, redução do peso e melhoria da saúde cardiovascular (CV) e metabólica.

Relativamente ao risco de mortalidade, entre os adultos com obesidade, a cirurgia bariátrica está associada a uma redução significativa do risco de mortalidade por todas as causas e ao aumento da esperança de vida comparativamente a doentes com obesidade que recebem tratamento convencional (Syn et al., 2021). Os benefícios em termos de redução do risco de mortalidade são ainda mais acentuados para o doentes que têm também diabetes melitos tipo 2, e, no mesmo artigo, demonstraram que a CxB está associada a uma redução do risco de mortalidade de 49,2% e a um aumento da esperança média de vida de 6,1 anos em doentes com obesidade (Syn et al., 2021).

A melhoria substancial dos fatores de risco cardiometabólicos associados à obesidade severa implica reduções significativas do peso, sendo que esta redução duradoura, na maioria das vezes apenas é alcançada através da CxB (Heffron et al., 2020). A CxB resulta também em melhorias acentuadas do perfil de risco cardiovascular, perfil lipídico e inflamação, bastante superiores às observadas nas estratégias de primeira linha no tratamento da obesidade, como o exercício e a dieta (Heffron et al., 2020).

2.7. Efeito da cirurgia bariátrica nos fatores de risco cardiovascular e na frequência cardíaca de recuperação após esforço

A cirurgia bariátrica, resulta em reduções significativas de vários fatores de risco CV como a hipertensão arterial, diabetes melitos tipo 2 e dislipidemia, bem como na probabilidade do seu desenvolvimento (Heneghan et al., 2011). Sampalis et al. (2006) demonstraram uma redução significativa no diagnóstico e tratamento de patologia CV, incluindo doença cardíaca isquémica, enfarte agudo do miocárdio e edema pulmonar secundário a insuficiência cardíaca, no grupo tratado cirurgicamente em comparação com os doentes que apresentavam obesidade, mas não eram submetidos a CxB. Comparando os diferentes métodos de cirurgia bariátrica, principalmente as técnicas de RYGB e de SG, observa-se que, de uma forma geral, estes procedimentos resultam numa diminuição de mais de 50% dos fatores de risco CV (Heneghan et al., 2011). Em relação ao perfil lipídico, apesar de não estar completamente estudado todo este processo fisiológico, estudos afirmam que a melhoria deste perfil leva o pâncreas a reduzir a esteatose e a secreção de insulina, ao mesmo tempo que melhora a função das células beta (Douros et al., 2019).

A perda de peso induzida pela cirurgia leva ainda à melhoria da sensibilidade periférica à insulina de uma forma geral, levando a um melhor controlo glicémico, o que contribui também para a redução do risco cardiovascular (Holst et al., 2018). Após a CxB também é possível verificar melhorias na estrutura cardiovascular, como redução da massa ventricular esquerda, da espessura da parede e do grau de hipertrofia ventricular esquerda bem como melhorias na função cardiovascular com repercussão na diminuição da pressão arterial sistólica e diastólica (Srinivasan et al., 2022). A CxB também melhora a RFC após o esforço em doentes com obesidade. No estudo de Wasmund et al. (2011), após 2 anos de acompanhamento, verificou que a RFC melhorou em cerca de 13 ± 15 batimentos por minuto (bpm) no grupo que realizou CxB comparativamente ao momento pré-cirúrgico, não tendo sido verificadas alterações no grupo não cirúrgico. É importante notar contudo que é possível a

existência de uma reversão de muitas das melhorias na saúde metabólica ao fim de vários meses após a cirurgia bariátrica (Dantas et al., 2018). No entanto, relativamente a este tema de investigação, não existe uma vasta quantidade de evidência científica disponível, sendo, portanto, fundamental que este tema seja estudado mais aprofundadamente no futuro.

Relativamente à melhoria do VO_2 pico, a cirurgia bariátrica não parece ser tão eficaz em comparação com os benefícios que induz noutros fatores de risco cardiometabólicos. O VO_2 pico relativo ao peso corporal tem tendência a melhorar significativamente após a CxB (Dereppe et al., 2019), o que apresenta vantagens para qualquer atividade que dependa do peso corporal. No entanto, para o VO_2 pico absoluto não há evidência que demonstre uma melhoria após a CxB, havendo mesmo evidência de diminuições significativas deste parâmetro em estudos realizados seis meses pós-cirurgia (Lund et al., 2016; Nedeljkovic-Arsenovic et al., 2019). Uma possível explicação para este resultado é que a perda de peso em larga escala verificada após a cirurgia bariátrica resulta, não apenas numa considerável redução da massa gorda, mas está também associada a uma significativa perda de massa magra (Zhou et al., 2022)

2.8. Exercício no doente pós-CxB

O exercício é uma estratégia eficaz para otimizar a perda de peso e melhorar a aptidão cardiorrespiratória e muscular a curto prazo após cirurgia bariátrica, integrando já as recomendações para o acompanhamento após cirurgia bariátrica (Oppert et al., 2021). Egberts et al. (2012) observaram que doentes que participavam em programas de exercício após CxB mantinham uma média de perda de peso maior do que aqueles que não participavam, o que sugere que o exercício está associado a uma maior perda de peso após cirurgia bariátrica. Em relação ao perfil lipídico, o ensaio clínico de Tardif et al. (2020) demonstrou que um programa de exercício que incluía treino aeróbio e treino resistido realizado durante 12 semanas, teve um efeito benéfico aumentando os níveis de colesterol HDL sem que houvesse um aumento nos níveis de LDL, para além de proporcionar uma perda de peso significativa. No que diz respeito a

parâmetros cardiovasculares, como a recuperação da frequência cardíaca, Gil, Kirwan, et al. (2021) demonstraram que o grupo que realizava exercício após CxB apresentava um tempo menor de RFC em comparação com o grupo que não realizava, o que sugere que o exercício, quando combinado com cirurgia bariátrica, tem um impacto positivo adicional na melhoria da função cardíaca autonómica. Em Tettero et al. (2018), foi observado que indivíduos que foram submetidos a CxB e que participaram em atividades desportivas, aumentaram significativamente a sua capacidade aeróbia. Contudo, Jabbour et al. (2022) observaram, através de uma revisão sistemática, que a capacidade aeróbia máxima era apenas alterada com 12 meses de treino, após cirurgia bariátrica. Por outro lado, a participação num protocolo de treino resistido após cirurgia bariátrica não se associou a um aumento da força muscular após 5 anos de *follow-up*, no entanto, o aumento da atividade física de intensidade moderada a vigorosa parece contribuir para a promoção da manutenção da perda de peso a longo prazo após a cirurgia (Bellicha et al., 2022). Assim, a atividade física pode desempenhar um papel importante na gestão do peso e da saúde cardiometabólica a longo prazo de doentes com obesidade após a realização de CxB.

Há evidência de que a aptidão cardiorrespiratória, em doentes com obesidade que realizam cirurgia bariátrica, melhora com programas de exercício que adotam treino concorrente (treino aeróbio + treino resistido) (Mundbjerg, Stolberg, Bladbjerg, et al., 2018), apesar de neste estudo os ganhos na aptidão aeróbia não terem sido mantidos pelos participantes após o fim do programa. As alterações fisiológicas que ocorrem em resposta ao exercício aeróbio e resistido são distintas. O exercício aeróbio tende a promover sobretudo adaptações cardiovasculares que se manifestam pelo aumento do consumo máximo de oxigénio sem afetar substancialmente a força, enquanto o exercício resistido proporciona sobretudo adaptações neuromusculares que aumentam a força sem afetar de forma significativa a aptidão cardiorrespiratória (Daniels et al., 2018). No estudo de Morales-Marroquin et al. (2020), em que foi investigado o efeito do treino resistido isolado em doentes com obesidade que realizaram cirurgia bariátrica, verificou-se que o treino resistido evitou a perda de força e, numa

população mais jovem, também evitou a perda de massa magra, o que sugere que este tipo de treino deve ser incluído num programa de acompanhamento pós cirurgia bariátrica. Apesar da existência de alguns estudos e ensaios clínicos que investigam o impacto do exercício após cirurgia bariátrica, é notável a escassez de estudos que abordem a evolução e as alterações nos parâmetros cardiovasculares com o exercício neste tipo de doentes e principalmente os efeitos isolados do treino aeróbio comparativamente ao treino resistido. Além disso, ainda são menos frequentes os estudos que tenham analisado o efeito do exercício na melhoria da capacidade aeróbia máxima nestes doentes. Nos estudos que investigam o efeito do exercício físico após a CxB, a comparação entre grupos que sejam submetidos a diferentes protocolos de exercício é pouco frequente. A maioria dos estudos foca-se na aplicação de programas de treino concorrente, sem diferenciar os efeitos do treino resistido e do treino aeróbio. Acrescentando a essa lacuna, é importante notar que a maior parte dos estudos existentes está concentrada na perda de peso como objetivo principal e não em indicadores de melhoria da saúde cardiovascular.

Nesse sentido, assume uma relevância crucial a necessidade de investigar e comparar as discrepâncias resultantes do treino resistido e do treino aeróbio nessa população. Torna-se imperativo compreender o efeito destes modos de treino num conjunto de parâmetros de risco cardiovascular, nomeadamente no perfil lipídico e na capacidade aeróbia máxima. Uma análise mais abrangente das diferenças e potenciais benefícios entre esses tipos de treino é essencial para que se compreenda quais as características que o plano de reabilitação de um doente com obesidade que foi submetido a cirurgia bariátrica deverá ter.

3. Material e Métodos

3.1. Desenho experimental e recrutamento dos doentes

Este estudo corresponde a uma análise exploratória dos resultados obtidos até ao momento no âmbito do ensaio clínico randomizado e controlado BariOptimize, registado na plataforma *clinicaltrials.gov* (NCT05632718). O ensaio BariOptimize, tem como objetivo comparar a eficácia do exercício resistido e do exercício de endurance num conjunto de parâmetros antropométricos, de composição corporal e de risco cardiovascular em doentes com obesidade submetidos a CxB primária pelas técnicas de Sleeve Gástrico ou Bypass Gastrico em Y de Roux (RYGB) com perda de peso sub-ótima. Para isso foram selecionados doentes que estavam no último tercil de perda de peso em excesso entre os 18 a 24 meses após terem realizado cirurgia bariátrica. Apesar do ensaio clínico BariOptimize incluir um grupo de controlo que não participou em nenhum programa de exercício estruturado, tendo apenas recebido tratamento médico habitual, este grupo não foi incluído nesta fase do estudo devido ao reduzido tamanho da amostra pelo facto dos dados disponíveis pertencerem apenas ao primeiro coorte do estudo. Os participantes deste estudo foram selecionados entre os doentes que realizaram CxB primária nos 18 a 24 meses precedentes ao momento de recrutamento no Centro Hospitalar Universitário de São João (CHUSJ). Essa seleção preliminar ocorreu entre os meses de outubro e novembro de 2022. O processo de recrutamento está detalhado na Figura 4.

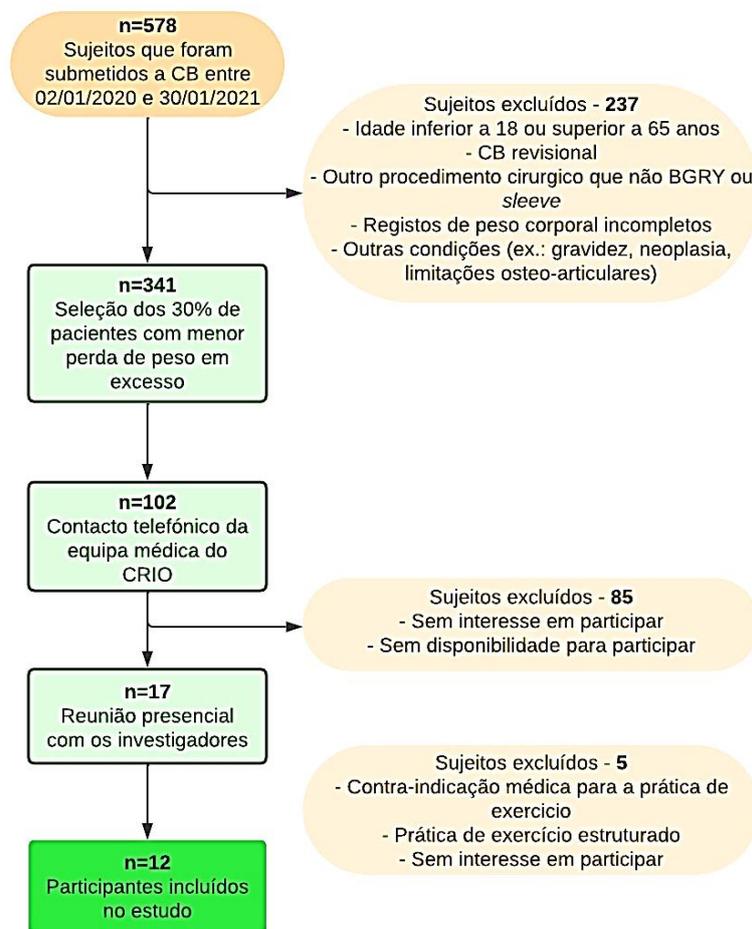


Figura 4: Diagrama de recrutamento e seleção dos participantes do estudo.

Na primeira etapa de seleção, foram identificados todos os doentes que realizaram procedimentos cirúrgicos primários de RYGB ou SG. Um conjunto de dados relevantes de cada doente, como idade, altura e peso nos momentos pré-operatório, 6, 12, 18 e/ou 24 meses de pós-operatório, foram registados. Em seguida, aplicaram-se os critérios de inclusão e exclusão definidos previamente. Os critérios de inclusão foram: a) idade entre 18 e 65 anos (no final da intervenção); b) ter realizado CxB primária nos 18 a 24 meses precedentes ao recrutamento; c) estar no último tercil de perda de peso em excesso aos 18 ou 24 meses após a cirurgia bariátrica. Os critérios de exclusão foram: a) ter uma condição de saúde que contraindicasse a prática de exercício de intensidade

moderada a vigorosa; b) participação ativa em exercício estruturado; c) impossibilidade de se comprometer com a intervenção. A perda de peso em excesso aos 18 e 24 meses foi calculada para cada doente utilizando o peso correspondente ao IMC de 24,9 kg/m².

Os doentes que cumpriram os critérios de inclusão foram posteriormente contactados por um elemento da equipa médica do CHUSJ que os informou acerca do desenho geral do estudo e o papel que desempenhariam como participantes. Caso demonstrassem interesse, era agendado um encontro com outro elemento da equipa de investigação, em que eram transmitidas todas as informações sobre o estudo, incluindo os possíveis benefícios e riscos, logística dos procedimentos de avaliação e do programa de treino. Durante esta reunião, o investigador entregou ao doente o documento descritivo do estudo (anexo a) contendo informações detalhadas sobre o projeto, bem como o documento de Consentimento Informado Livre e Esclarecido.

3.2. Randomização

A anonimização dos participantes ocorreu imediatamente após a aceitação de participação no estudo. Este procedimento foi realizado através da atribuição de um código composto por seis dígitos, que identifica o número do projeto e o número específico de cada participante dentro do projeto. Após a conclusão das avaliações pré-intervenção, os participantes foram randomizados para um dos três grupos experimentais: Grupo Treino de Endurance (TE), Grupo Treino Resistido (TR) ou Grupo de Controlo (Con). A alocação foi realizada com uma taxa desigual com rácio de 2:2:1 (TE, TR, Con). No entanto, para este estudo, que envolve apenas o primeiro coorte recrutado, foram incluídos apenas os grupos de treino Resistido (TR) e de Endurance (TE). O grupo de Controlo (Con) não foi incluído na análise devido ao reduzido número de participantes recrutado. Por essa razão, o nosso estudo focou-se apenas na comparação entre os efeitos do exercício resistido e de endurance (Figura 5).

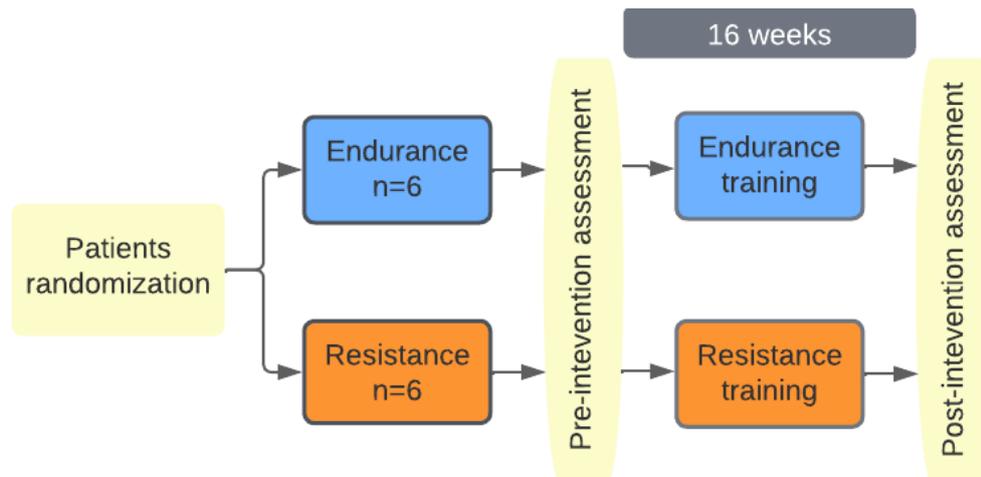


Figura 5: Randomização, processo de avaliação e treino dos participantes incluídos neste estudo

Para a randomização, os códigos dos participantes foram enviados a um membro da equipa de pesquisa que não teve contato prévio com os doentes e que desconhecia o código de identificação. Em seguida, foi criada uma sequência aleatória de números através do site www.random.org/ para os códigos dos doentes, assim como outra sequência aleatória para cada possível grupo. As duas listas de números aleatórios foram combinadas para atribuir a cada doente um tratamento específico. A lista de alocação foi, então, devolvida ao investigador responsável por informar os doentes acerca do grupo experimental designado.

3.3. Consentimento informado

A apresentação da descrição do estudo (anexo a) e a obtenção do consentimento informado, livre e esclarecido foram os primeiros passos durante o encontro presencial com o investigador na primeira visita ao laboratório. O princípio do consentimento informado é baseado nos termos da Declaração de Helsínquia, constituindo-se em um passo vital ético e legal em qualquer ensaio clínico. Durante esse encontro, informações relevantes, como o objetivo do estudo, os métodos, possíveis riscos e benefícios, confidencialidade e uso de dados pessoais, foram explicadas verbalmente. A possibilidade de desistir do

estudo a qualquer momento e sem qualquer consequência foi também explicada aos participantes. Todas estas informações estavam também descritas no documento informativo entregue a cada participante. Todas as dúvidas dos pacientes foram também esclarecidas. Após 3 a 5 dias, o participante era contactado pelo investigador para esclarecer possíveis dúvidas e confirmar o interesse na participação no estudo. Caso o participante manifestasse interesse, seria então agendada a primeira visita de avaliação.

3.4. Distribuição das avaliações

Cada momento de avaliação foi organizado em duas visitas distintas, separadas por um intervalo de 7 a 10 dias. Na primeira visita foi realizada a avaliação do perfil de risco cardiometabólico e na segunda visita uma avaliação da aptidão cardiorrespiratória. Todas as avaliações foram realizadas no laboratório de Fisiologia do Centro de Investigação em Atividade Física, Saúde e Lazer (CIAFEL), localizado na Faculdade de Desporto da Universidade do Porto (FADEUP).

3.5. Avaliação dos participantes e recolha de dados

3.5.1. Perfil cardiometabólico

O perfil de risco cardiometabólico foi avaliado através da quantificação do perfil lipídico (colesterol total, colesterol HDL, colesterol LDL e triglicéridos), hemoglobina glicada A1C e proteína C-reativa numa amostra de sangue capilar. Foi utilizando um sistema de testes diagnósticos *point of care* (Cobas b101, Roche, Basel, Switzerland). Este sistema utiliza discos de teste específicos para cada parâmetro analítico. Cada disco requer uma pequena amostra de sangue capilar - entre 2 e 19 μ L, dependendo do teste, obtida através de uma picada no dedo. Os resultados dos testes são apresentados entre 4 e 6 minutos após o disco com a amostra ser inserido no analisador. Os participantes foram testados

no período da manhã, entre as 8 e as 12 horas, após um jejum noturno de pelo menos 12 horas. Os participantes foram também instruídos a não fumar ou realizar atividade física intensa nas 24 horas anteriores às avaliações. Foi realizado um controlo de qualidade do equipamento conforme recomendado pelo fabricante, utilizando um disco de verificação ótica e controlos de qualidade líquidos para cada lote de discos antes das avaliações.

A pressão arterial foi medida com um esfigmomanómetro digital (Philips Efficia CM150, Amsterdam, Netherlands), seguindo as recomendações da American Heart Association (AHA) (Muntner, 2019). As medições foram realizadas após 5 minutos de repouso, com os participantes sentados com os pés apoiados no chão, pernas descruzadas, costas apoiadas na cadeira e o braço avaliado apoiado sobre uma mesa. Todas as avaliações foram realizadas no braço direito. O tamanho da braçadeira foi selecionado de acordo com o tamanho do braço, seguindo as recomendações do fabricante. O centro da braçadeira foi posicionado no braço, ao nível do ponto médio do esterno. Foram realizadas três medições com intervalos de 1 minuto entre elas e a média das duas leituras mais próximas foi utilizada.

3.5.2. Aptidão cardiorrespiratória

A aptidão cardiorrespiratória foi avaliada por calorimetria indireta (Cosmed CPT, Rome, Italy) durante uma prova de esforço cardiopulmonar (CPET). Foi utilizado um protocolo máximo em escada realizado em tapete rolante (h/p/cosmos Quasar, Traunstein, Germany), enquanto os gases inspirados e expirados bem como os dados de eletrocardiografia e de frequência cardíaca eram recolhidos. O dispositivo foi calibrado antes de cada avaliação de acordo com as instruções do fabricante o que incluiu calibração do ar ambiente, calibração do gás de referência e calibração do medidor de fluxo. Os participantes usaram máscaras ajustadas ao seu tamanho com válvulas inspiratórias unidireccionais (Hans Rudolph). A recolha de gases expirados foi realizada usando o método *breath by breath* e os dados foram calculados em intervalos de 5 segundos. O consumo máximo de oxigênio foi definido como a

média mais alta de consumo de oxigênio durante 30 segundos na última etapa realizada na prova de exercício.

A velocidade inicial do protocolo de exercício na avaliação pós-intervenção foi 1 km/h mais alta do que na avaliação pré-intervenção. Isso foi feito para conservar a duração do teste dentro de um tempo razoável e evitar a fadiga periférica tendo em conta que se esperava uma melhoria do desempenho na avaliação pós-intervenção. O protocolo utilizado está detalhado na tabela 1.

Tabela 1: Protocolo da prova de esforço cardiopulmonar

Fase	Tempo (min.)	Velocidade (km/h)		Inclinação (%)
		Pré-intervenção	Pós-intervenção	
Repouso	0 - 1	0	0	
Aquecimento	1 - 4	3	4	
	4 - 7	4	5	
Exercício	7 - 10	5	6	
	10 - 13	6	7	
	13 - 16	7	8	
	16 - 19	8	9	0
	19 - 22	9	10	
	22 - 25	10	11	
	25 - 28	11	12	
	28 - 31	12	13	
	31 - 34	13	14	
Recuperação	3	3	3	

Caso o participante não estivesse acostumado a caminhar no tapete rolante, foi realizada uma familiarização a baixa velocidade durante o primeiro dia de avaliação. Os participantes foram informados de que o objetivo do teste era avaliar sua aptidão cardiorrespiratória e o protocolo foi devidamente explicado. Foi instruído que não falassem durante o teste, a menos que fosse estritamente necessário, como no caso de dor no peito, dor nas articulações, tonturas, dificuldades de coordenação ou qualquer outro sintoma relevante que motivasse o abortamento da prova. A velocidade na qual o participante fez a

transição de caminhar para correr foi registada para que pudesse ser replicada na avaliação pós-intervenção. Após o final do teste foram identificados o primeiro e o segundo limiar ventilatórios bem como a frequência cardíaca correspondente. Estes valores foram depois utilizados para efetuar a prescrição da intensidade do exercício aeróbio no grupo de TE.

3.6. Rastreio pré-exercício

O estado geral de saúde dos participantes foi avaliado por meio de um questionário estruturado, dividido em três secções, conduzido pelo investigador. O documento encontra-se em anexo (anexo b). Os fatores de risco cardiometabólico foram avaliados na segunda fase do rastreio. Foram realizadas medições de peso, altura, perímetro da cintura e anca, bem como cálculo do IMC e relação cintura-anca. Além disso, foram realizadas avaliações dos níveis de colesterol total, HDL, LDL, triglicéridos, glicemia em jejum, hemoglobina glicada A1c e pressão arterial, como referido anteriormente. No caso de ser identificada alguma contraindicação absoluta para a realização do exercício ou das avaliações físicas e funcionais, os participantes seriam excluídos do estudo.

3.7. Sessões de treino

As sessões de treino foram realizadas nas instalações da Faculdade de Desporto da Universidade do Porto (FADEUP), em dois ginásios distintos. As sessões foram realizadas às segundas, quartas e sextas-feiras, entre as 18h30 e as 19h30, durante 16 semanas consecutivas. Ambos os grupos, TE e TR, realizaram o treino simultaneamente sob supervisão de instrutores de exercício certificados. As sessões eram compostas por uma fase de ativação geral pré-exercício de 5 minutos, por uma parte principal de 50 minutos de treino específico e uma fase final de retorno à calma de 5 minutos com exercícios de alongamento.

Os participantes que apresentavam, no momento do início do estudo, hipertensão arterial de grau 2 ou superior (≥ 160 PAS e/ou ≥ 100 PAD), de acordo com a classificação da Sociedade Europeia de Cardiologia e Sociedade Europeia de Hipertensão, foram monitorizados antes de cada sessão de

exercício. Caso os valores de pressão arterial sistólica (PAS) ou diastólica (PAD) fossem superiores ≥ 180 mmHg ou ≥ 110 mmHg, respetivamente, os doentes não poderiam realizar a sessão de exercício e seriam aconselhados a dirigir-se ao serviço de urgência do CHUSJ. A glicemia capilar foi também avaliada antes de cada sessão de exercício nos participantes com diabetes mellitus. Se os valores de glicemia fossem < 60 mg/dl o participante era instruído a comer um lanche antes do início da sessão e se os valores fossem > 250 mg/dl o participante era aconselhado a ajustar a dose de insulina antes de iniciar a sessão.

3.8. Programa de treino

O programa de treino, tanto para o grupo TE como para o grupo TR, foi subdividido em cinco microciclos. Cada microciclo representou um aumento da intensidade e da complexidade do exercício. Foram utilizadas medidas de intensidade relativa e de carga interna para a prescrição dos exercícios, embora tenham sido utilizadas medidas diferentes em ambos os grupos. Cada grupo foi supervisionado por instrutores treinados com experiência prévia na prescrição de exercícios. O grupo TR foi supervisionado por três instrutores e o grupo TE foi supervisionado por dois instrutores. Estes foram responsáveis pela preparação do ginásio e dos materiais utilizados, prescrição dos exercícios, controlo da intensidade do exercício e ajustes necessários, correção técnica da execução, registo da assiduidade, da intensidade do esforço percecionado (Escala de Borg) e de eventos adversos que ocorressem durante ou após as sessões.

3.9. Grupo de exercício de endurance

As sessões de treino de endurance foram divididas em duas partes. Metade dos participantes realizava um conjunto de exercícios de acordo com o método Tabata (Tabata, 2019), consistindo maioritariamente em movimentos simples e cíclicos, utilizando o peso corporal como carga. A outra metade realizava exercício intervalado ou contínuo em tapete rolante, ou ciclo ergómetro de acordo com a fase da programação do treino. A meio da sessão, os

participantes alternavam a organização. Ambos os grupos foram supervisionados por instrutores de exercício treinados.

A intensidade do exercício aeróbio foi controlada através de intervalos de frequência cardíaca determinados durante a prova de avaliação cardiorrespiratória e que correspondiam à intensidade entre o 1º e o 2º limiar ventilatório. Durante as sessões de exercício, cada participante foi instrumentado com um monitor de frequência cardíaca (Garmin Forerunner 45) e informado sobre o seu próprio intervalo de frequência cardíaca alvo para que pudessem ativamente ajustar a intensidade do exercício ao longo da sessão. Na fase Tabata, os participantes podiam aumentar ou diminuir a velocidade a que realizavam os exercícios, de acordo com os ajustes necessários na frequência cardíaca. Durante a parte da sessão em que o tapete rolante era utilizado, os participantes deveriam informar o instrutor acerca da necessidade de ajustar a velocidade, de acordo com os valores de frequência cardíaca apresentados. No final de cada semana, os dados dos monitores de FC eram descarregados e as cargas externas eram ajustadas para cada participante, se necessário. Foram registados a frequência cardíaca média e máxima, o gasto energético estimado e o tempo no intervalo prescrito. A Tabela 2 apresenta as características de cada microciclo utilizado no programa de treino em grupo TE.

Tabela 2: Descrição das fases de treino de endurance.

	Fase 1 (Adaptação)	Fase 2	Fase 3	Fase 4	Fase 5
Semanas	1 - 2	3 - 5	6 - 8	9 - 12	13 - 16
Intensidade (% HRR)	40 – 50	50 - 65	65 - 75	75 - 85	≥ 75
Ratio exercício/recuperação da Tabata	30 / 10 s	30 / 10 s	30 / 10 s	40 / 10 s	40 / 10 s
Tipo de exercício na passadeira	Contínuo	Intervalado	Intervalado	Intervalado	Contínuo
Ratio exercício/recuperação da Passadeira	-	2 / 1 min	3 / 1 min	3 / 1 min	-

Materiais da Tabata	Cones; bolas	Cones; bolas	Cones; bolas; step; escada de agilidade	Cones; bolas; step; escada de agilidade; bola medicinal	Cones; bolas; step; escada de agilidade; bola medicinal; halteres
----------------------------	--------------	--------------	---	--	--

3.10. Grupo de exercício resistido

As sessões do grupo de exercício resistido (TR) foram supervisionadas por dois instrutores. O planeamento foi efetuado de forma a que cada sessão de exercício se focasse em duas regiões anatómicas distintas, de acordo com a tabela 3.

Tabela 3: Regiões anatómicas treinadas em cada dia da semana.

	Segunda-feira	Quarta-feira	Sexta-feira
Região do Corpo	1. Cintura escapular e membro superiores 2. <i>Core</i>	3. Cintura escapular e membros superiores 4. Cintura pélvica e membros inferiores	5. Cintura pélvica e membros inferiores 6. <i>Core</i>

A intensidade do treino resistido foi progressivamente aumentada ao longo das fases para todos os participantes. No entanto, a complexidade dos exercícios foi ajustada de acordo com a técnica de execução de cada participante. Para cada exercício foram definidos o posicionamento do corpo e os critérios mínimos de qualidade de execução. Estes critérios, juntamente com imagens que mostravam a execução correta dos exercícios foram impressos e afixados na sala de exercício, para facilitar a aprendizagem pelos participantes (Anexo c). Quando o participante era capaz de executar corretamente o exercício, era instruído a passar para uma variante de maior complexidade.

A intensidade era definida pelo número de repetições que o participante conseguia realizar com uma carga pré-definida. Para cada fase, foi especificado um intervalo do número esperado de repetições efetuadas. Durante a fase 1, todos os participantes efetuaram os mesmos exercícios, ao mesmo tempo, seguindo a orientação dos instrutores. Durante estas duas primeiras semanas, os participantes puderam realizar um grande número de exercícios, enquanto

aprendiam o posicionamento correto do corpo para realizar os exercícios de forma eficaz e evitar lesões. A partir da fase 2, cada participante tinha a sua própria prescrição de treino, contendo os exercícios e as respetivas cargas que deveria realizar nessa sessão. A tabela 4 apresenta as características do programa de treino resistido de forma detalhada.

Tabela 4: Caraterísticas do programa de treino resistido.

	Fase 1 (Adaptação)	Fase 2	Fase 3	Fase 4	Fase 5
Semanas	1 – 2	3 – 5	6 – 8	9 – 12	13 – 16
Intensidade (% RM estimada)	40 – 50	50 - 65	65 - 75	75 - 85	80 - 90
Estrutura das séries	Circuito por tempo	Clássico	Clássico	Séries combinados	Séries combinadas
Séries x repetições/tempo	4 x 30 s	3 x 15-20	3 x 10-15	4 x 6-10	4 x 4-8
Tempo de recuperação	20 s	30 s	45 s	60 s	90 s
Exercícios por sessão	12	10	10	10	10
Materiais	Bandas elásticas; tapete; TRX; step; halteres; barras; discos de musculação				

3.11. Análise estatística

Para efeitos descritivos foi determinada a média e o desvio padrão de todas as variáveis. A normalidade e a homogeneidade de variância da distribuição dos resultados para cada variável foi determinada através do teste de Shapiro-wilk e de Levene, respetivamente. Sempre que as variáveis apresentavam normalidade da distribuição e homogeneidade de variância, foram utilizados testes paramétricos. Quando esses pressupostos não se verificavam, foram utilizados testes não paramétricos. A comparação de variáveis categóricas entre grupos foi realizada através do teste de Chi-Quadrado. Comparações entre grupos no momento pré-intervenção e pós-intervenção foram realizadas através do teste T de Student de medidas independentes ou através do teste de Mann-

Whitney para as variáveis que não cumpriam os pressupostos para a realização de análise paramétrica. As comparações entre o momento pós-intervenção e pré-intervenção para o mesmo grupo foi realizada através do teste T de medidas emparelhadas. O efeito da intervenção foi avaliado através de um teste de análise de variância (ANOVA) a dois fatores, em que foi determinado o efeito do grupo, do tempo e da interação grupo*tempo. Foi considerado um valor de significância de 0.05 para todas as análises. Não foram retirados *outliers* da análise. A análise estatística foi realizada com recurso ao software estatístico SPSS versão 27.

4. Resultados

4.1. Características iniciais dos participantes

Em relação às características demográficas, antropométricas e clínicas dos participantes no início do programa, não foram observadas diferenças estatisticamente significativas entre os grupos (Tabela 5). Ao longo da intervenção, a colaboração dos participantes permaneceu igualmente consistente, não sendo encontradas disparidades significativas na frequência de participação entre os grupos de TR e TE. Os participantes apresentaram uma média de idade de $48,0 \pm 5,9$ anos no grupo TR e $48,2 \pm 3,8$ anos no grupo TE ($p=0,394$). No grupo TR, cinco participantes (84%) eram do sexo feminino, enquanto apenas um participante (16%) era do sexo masculino. No grupo TE, a distribuição por sexo foi mais equilibrada, com três participantes do sexo feminino (50%) e três do sexo masculino (50%). Quanto aos procedimentos cirúrgicos, no grupo TR, metade dos participantes (50%) foi submetida a SG e a outra metade (50%) a RYGB. No grupo TE, a proporção foi de dois doentes submetidos a SG (33%) e quatro a RYGB (66%). A altura média dos doentes no grupo TR foi de $159,7 \pm 9,6$ cm, enquanto no grupo TE foi de $162,2 \pm 8,7$ cm ($p=0,641$). O peso médio antes da intervenção no grupo TR era de $84,6 \pm 13,7$ kg, e no grupo TE era de $84,3 \pm 12,4$ kg ($p=0,963$). O IMC médio inicial no grupo TR foi de $33,3 \pm 5,6$ kg/m², enquanto no grupo TE foi de $31,6 \pm 3,1$ kg/m² ($p=0,247$). A assiduidade média dos participantes nas sessões de exercício foi de aproximadamente 83%, sendo de $87,4 \pm 12,9\%$ no grupo TE e de $77,5 \pm 10,4\%$ no grupo TR ($p=0,937$).

Tabela 5: Características demográficas, antropométricas e clínicas dos participantes nos grupos TE e TR antes do início da intervenção e assiduidade ao programa de intervenção.

Variável	Baseline		
	Resistido	Endurance	Valor P
Tipo de cirurgia*			0.558
Bypass	3 (50%)	4 (67%)	0.221
Sleeve	3 (50%)	2 (33%)	
Género*			
Mulheres	5 (84%)	3 (50%)	
Homens	1 (16%)	3 (50%)	
Idade**	48.0±5.9	48.5±3.5	0.394
Assiduidade (%)**	77.5±10.4	87.4±12.9	0.247
Altura (m)	159.7±9.6	162.2±8.7	0.641
Peso (Kg)	84.6±13.7	84.3±12.4	0.963
IMC (Kg/m²)	33.3±5.6	31.9±2.9	0.607

* Comparações realizadas com o teste de Chi-quadrado

** Comparações realizadas com teste Mann-Whitney devido à ausência de normalidade na distribuição

4.2. Efeito da Intervenção

4.2.1. Comparação entre os grupos nos diferentes momentos e comparação de cada grupo em cada momento

Após a aplicação das duas estratégias de treino, verificou-se que, no que diz respeito ao peso corporal, não foram encontradas diferenças significativas entre os grupos TR e TE no momento pós-intervenção. Além disso, não foram observadas diferenças significativas em cada um dos grupos ao comparar o momento *baseline* com o momento pós-intervenção. No entanto, observou-se

uma tendência para uma maior diminuição no peso corporal no grupo TE, já que este grupo atingiu um peso médio de $77,4 \pm 8,7$ kg no final da intervenção. Em contrapartida, o grupo TR teve um ligeiro aumento de peso registado no final da intervenção, que chegou a $85,4 \pm 13,4$ kg quando comparado com o peso inicial antes do início da intervenção, que era de $84,6 \pm 13,7$ kg.

No que diz respeito ao IMC, não se observaram diferenças significativas na comparação entre os grupos no período pós-intervenção, nem foram encontradas diferenças no mesmo grupo ao comparar os valores iniciais com os valores após a intervenção. No entanto, foi possível notar uma tendência de melhor desempenho no grupo TE em relação a esta medida. No grupo TE, registou-se uma tendência de diminuição do IMC, passando de $31,9 \pm 2,9$ kg.m⁻² para $30,5 \pm 3,9$ kg.m⁻², enquanto no grupo TR observou-se uma tendência de aumento de $33,3 \pm 5,6$ kg.m⁻² para $33,5 \pm 5,2$ kg.m⁻².

Relativamente ao VO₂ Pico, utilizado como indicador de aptidão cardiorrespiratória no nosso estudo, foram observadas diferenças estatisticamente significativas ao comparar o grupo TR com o grupo TE após a intervenção, com o grupo TE a demonstrar valores superiores de VO₂ Pico. No momento pós-intervenção, o grupo TE alcançou uma média de VO₂ Pico de $36,7 \pm 7,7$ mL.Kg.min⁻¹, enquanto o grupo TR apresentou uma média de $26,2 \pm 6,9$ mL.Kg.min⁻¹. Apesar disso, quando comparados os valores de cada grupo em diferentes momentos, não foram encontradas diferenças significativas. Entretanto, é importante destacar que o grupo TE exibiu uma tendência de aumento no VO₂ Pico médio, passando de $29,1 \pm 4,1$ mL.Kg.min⁻¹ para $36,7 \pm 7,7$ mL.Kg.min⁻¹, enquanto o grupo TR manteve uma média praticamente inalterada, passando de $26,2 \pm 8,3$ mL.Kg.min⁻¹ para $26,2 \pm 6,9$ mL.Kg.min⁻¹.

A frequência cardíaca máxima (FC max) atingida durante a prova de aptidão cardiorrespiratória também obteve resultados estatisticamente significativos para a comparação do TR com o TE no momento pós-intervenção, sendo que o grupo de treino resistido apresentou um valor médio de $157,3 \pm 8,4$ batimentos por minuto (bpm) em comparação com o valor médio de $171,2 \pm 10,8$ bpm observado no grupo de treino de endurance. Quando comparados os grupos nos diferentes momentos, observou-se também que, no grupo de treino resistido,

existiram diferenças significativas na comparação entre os momentos *baseline* e pós-intervenção relativamente à frequência cardíaca máxima atingida durante a prova, passando de valores médios de $165,5 \pm 7,4$ bpm para $157,3 \pm 8,4$, enquanto o grupo de TE manteve os valores bastante semelhantes nos dois momentos, passando de $168,8 \pm 12,0$ bpm para $171,2 \pm 10,8$ bpm.

Relativamente à glicemia em jejum, verificou-se uma tendência de diminuição nos valores médios em ambos os grupos ao comparar o momento pré- e pós-intervenção, embora essa diminuição não tenha alcançado significância estatística. No início do estudo, o grupo submetido ao treino resistido apresentou uma média de $92,7 \pm 7,0$ mg/dL, que diminuiu para $84,0 \pm 17,1$ mg/dL. Da mesma forma, o grupo submetido ao treino de endurance seguiu uma tendência semelhante, diminuindo de $103,5 \pm 24,8$ mg/dl, antes do início da intervenção, para $95,2 \pm 7,2$ mg/dl, após o final da intervenção. Ao analisar os grupos no momento pós-intervenção, observa-se que o valor médio do grupo de treino resistido, $84,0 \pm 17,1$ mg/dl, é tendencialmente inferior ao valor médio do grupo de treino de endurance ($95,2 \pm 7,2$ mg/dl). Esta tendência também já era aparente no momento *baseline* ($92,7 \pm 7,0$ mg/dl < $103,5 \pm 24,8$ mg/dl).

Ao analisar as três variáveis relacionadas com o colesterol, não se observaram diferenças estatisticamente significativas em ambas as comparações em causa. No entanto, é importante salientar que se verificou uma tendência no grupo TE para melhoria nestas variáveis, nomeadamente redução do colesterol total e LDL e aumento do colesterol HDL no momento pós-intervenção em comparação com o momento *baseline* (colesterol total: $162,0 \pm 40,5$ mg/dl para $159,0 \pm 49,9$ mg/dl; colesterol LDL: $73,8 \pm 24,6$ mg/dl para $55,2 \pm 21,7$ mg/dl; colesterol HDL: $58,2 \pm 14,0$ mg/dl para $59,2 \pm 10,0$ mg/dl). Ao compararmos o grupo TR com o grupo TE no pós-intervenção, observamos que os valores do grupo TE são consistentemente melhores. No que respeita ao colesterol total, o grupo TE apresentou um valor médio, no final da intervenção, de $159,0 \pm 49,9$ mg/dl, enquanto o grupo TR registou $177,2 \pm 25,0$ mg/dl. Relativamente ao colesterol LDL, o grupo TE obteve um valor médio de $55,2 \pm 21,7$ mg/dl, em comparação com os $84,5 \pm 33,7$ mg/dl do grupo TR no final da

intervenção. No que toca ao colesterol HDL, o grupo TE apresentou um valor de $59,2 \pm 10,0$ mg/dl, enquanto que o grupo TR registou $55,2 \pm 15,4$ mg/dl.

Em relação aos triglicéridos, esta variável seguiu uma tendência ligeiramente diferente das restantes variáveis abordadas até agora. Ao comparar os grupos nos diferentes momentos, verificamos que não se encontraram diferenças estatisticamente significativas, mas ambos os grupos apresentaram um aumento acentuado nos valores desta variável. No grupo TE, no momento *baseline*, observou-se um valor médio de $147,7 \pm 46,9$ mg/dl, que aumentou para $222,0 \pm 131,4$ mg/dl no momento pós-intervenção. No grupo TR, no momento *baseline*, os valores médios foram de $131,8 \pm 76,7$ mg/dl, passando para $188,7 \pm 60,1$ mg/dl no momento pós-intervenção. Comparando o grupo TR com o grupo TE no pós-intervenção, notou-se valores ligeiramente inferiores no grupo TR, com uma média de $188,7 \pm 60,1$ mg/dl, em comparação com os valores do grupo TE, que atingiram $222,0 \pm 131,4$ mg/dl, uma tendência já visível no momento *baseline*.

Para a variável HbA1c, os valores mantiveram-se relativamente estáveis em ambos os grupos ao longo dos diferentes momentos, apresentando, no entanto, uma ligeira tendência de diminuição. No grupo de treino resistido (TR), no momento *baseline*, o valor médio era de $5,08\% \pm 0,12\%$, verificando-se uma tendência de diminuição para $5,03\% \pm 0,12\%$ no final da intervenção. No grupo de treino de endurance (TE), também se observou uma tendência de diminuição dos valores, passando de $5,23\% \pm 0,63\%$, no momento inicial, para $4,96\% \pm 0,47\%$, no momento final. Quando comparamos o grupo TR com o grupo TE no momento pós-intervenção, verificamos que o grupo TE tende a apresentar valores de HbA1c mais baixos do que o grupo TR, ao contrário do que se verificava no momento *baseline*. Contudo, não se observaram diferenças significativas entre grupos no momento pós-intervenção.

Em relação à frequência cardíaca de recuperação, também não se observaram diferenças estatisticamente significativas nas comparações realizadas. No grupo TR verificou-se uma ligeira diminuição ao longo da intervenção, passando de $23,2 \pm 15,3$ bpm para $22,8 \pm 6,2$ bpm. Já o grupo TE apresentou o oposto, com um aumento na frequência cardíaca de recuperação

de $20,0 \pm 15,4$ bpm para $21,4 \pm 24,4$ bpm. Ao comparar os dois grupos, não se encontraram diferenças estatisticamente significativas, uma vez que ambos apresentaram valores semelhantes. O grupo TR registou uma média de $22,8 \pm 6,2$ bpm, enquanto o grupo TE apresentou uma média de $21,4 \pm 24,4$ bpm no momento de pós-intervenção. A percentagem da frequência cardíaca de recuperação também não apresentou diferenças significativas nas comparações realizadas. Ao comparar os dois momentos, o grupo TE aumentou este valor, passando de $11,3 \pm 10,4\%$ para $12,8 \pm 15,5\%$. O grupo TR seguiu a mesma tendência e aumentou de $14,1 \pm 9,4\%$ para $14,7 \pm 4,3\%$. No que diz respeito à comparação entre TE e TR, verifica-se uma tendência para a existência de um valor mais elevado no grupo TR, com $14,7 \pm 4,3\%$, em comparação com o valor de $12,8 \pm 15,5\%$ do grupo TE no momento pós-intervenção seguindo a mesma tendência do momento *baseline*. Todos estes resultados estão detalhados na tabela 6.

Tabela 6: Resultados das variáveis de interesse no grupo de treino resistido e treino de endurance nos momentos *baseline* e pós-intervenção.

Variável	<i>Baseline</i>		Pós-intervenção	
	Resistido	Endurance	Resistido	Endurance
Peso (Kg)	84.6±13.7	84.3±12.4	85.4±13.4	77.4±8.7
IMC (Kg.m ⁻²)	33.3±5.6	31.9±2.9	33.5±5.2	30.5±3.9
VO ₂ Pico (mL.Kg.min ⁻¹)	26.2±8.3	29.1±4.1	26.2±6.9^a	36.7±7.7
FC max (bpm)	165.5±7.4	168.8±12.0	157.3±8.4^{ab}	171.2±10.8
Glicemia jejum (mg/dL)	92.7±7.0	103.5±24.8	84.0±17.1	95.2±7.2
Colesterol total (mg/dL)	172.2±31.1	162.0±40.5	177.2±25.0	159.0±49.9
Colesterol LDL (mg/dL)	91.3±28.0	73.8±24.6	84.5±33.7	55.2±21.7
Colesterol HDL (mg/dL)	54.2±13.6	58.2±14.0	55.2±15.4	59.2±10.0
Triglicédeos (mg/dL)	131.8±76.7	147.7±46.9	188.7±60.1	222.0±131.4
HbA1c (%)	5.08±0.12	5.23±0.63	5.03±0.12	4.96±0.47
FC recuperação (bpm)	23.2±15.3	20.0±15.4	22.8±6.2	21.4±24.4
% FC recuperação (%)	14.1±9.4	11.3±10.4	14.7±4.3	12.8±15.5

^a p<0.05 vs endurance

^b p<0.05 vs *baseline*

4.2.2. Efeito da interação grupo tempo

Nesta seção, são apresentados os resultados da análise estatística através do teste de ANOVA a dois fatores para as variáveis estudadas ao longo do período de intervenção.

No que diz respeito à variável peso, não se observaram diferenças estatisticamente significativas entre os grupos ou ao longo do tempo. Para a interação entre grupo*tempo também não se verificou um efeito significativo (p=0,470). Similarmente, o IMC manteve-se estável, sem evidência de diferenças significativas entre grupos, de um efeito significativo do tempo ou de

uma interação entre grupo e tempo ($p=0,666$). Contudo, quanto ao VO_2 Pico observou-se uma diferença estatisticamente significativa entre os grupos, como já mencionado anteriormente, com o grupo submetido ao TE a apresentar valores significativamente superiores ($p=0,032$) em comparação com o grupo TR. No entanto, para a interação grupo*tempo não se verificou um efeito estatisticamente significativo ($p=0,199$).

A análise da Frequência Cardíaca Máxima também revelou uma diferença estatisticamente significativa entre os grupos, como já referido anteriormente ($p=0,049$). Contudo, para a interação grupo*tempo também não se verificou um efeito estatisticamente significativo. No que concerne à Glicemia de Jejum não se observaram diferenças estatisticamente significativas entre os grupos ou ao longo do tempo de intervenção, bem como não foi identificada uma interação significativa entre grupo*tempo. Relativamente aos parâmetros relacionados com o colesterol (Colesterol Total, Colesterol LDL e Colesterol HDL), não se verificaram também diferenças estatisticamente significativas entre os grupos ($p=0,799$), ao longo do tempo ($p=0,615$) ou uma interação significativa entre grupo*tempo ($p=0,998$). Para os triglicerídeos, observou-se uma tendência semelhante, uma vez que não se verificaram diferenças estatisticamente significativas entre os grupos, nem um efeito significativo do tempo ou na interação entre grupo e tempo ($p=0,801$). A análise da HbA1c também não revelou diferenças significativas entre os grupos ou um efeito significativo do tempo ou da interação grupo*tempo ($p=0,510$). Por fim, tanto a Frequência Cardíaca de Recuperação como a Percentagem da Frequência Cardíaca de Recuperação também não apresentaram diferenças estatisticamente significativas entre grupos ou um efeito significativo do tempo ou da interação grupo*tempo ($p=0,924$).

Embora tenham sido identificadas diferenças significativas entre os grupos em algumas variáveis, é relevante notar que a análise da interação entre grupo e tempo não revelou quaisquer diferenças estatisticamente significativas. Isso sugere que, apesar das variações observadas entre os grupos individualmente, a resposta ao longo do tempo não foi estatisticamente distinta

entre eles. Todos os dados mencionados anteriormente encontram-se detalhados na Tabela 7.

Tabela 7: Resultados da análise de variância a dois fatores (ANOVA) para as variáveis em estudo, considerando os fatores "Grupo" e "Tempo", bem como a interação entre Grupo*Tempo.

ANOVA a 2 fatores			
Variável	Grupo (p)	Tempo (p)	Grupo*Tempo (p)
Peso (Kg)	0.429	0.559	0.470
IMC (Kg.m ⁻²)	0.262	0.769	0.666
VO ₂ peak (mL.Kg.min ⁻¹)	0.032	0.213	0.199
FC max (bpm)	0.049	0.487	0.213
Glicemia jejum (mg/dL)	0.120	0.225	0.979
Colesterol total (mg/dL)	0.373	0.949	0.799
Colesterol LDL (mg/dL)	0.057	0.284	0.615
Colesterol HDL (mg/dL)	0.487	0.860	0.998
Triglicerídeos (mg/dL)	0.482	0.071	0.801
HbA1c (%)	0.820	0.344	0.510
FC recuperação (bpm)	0.737	0.938	0.899
% FC recuperação (%)	0.594	0.814	0.924

5. Discussão

O principal objetivo deste estudo foi investigar como diferentes modos de exercício afetam o risco cardiovascular em doentes com obesidade que realizaram cirurgia bariátrica e apresentaram perda de peso sub-ótima. Para isso foi avaliado um conjunto de parâmetros de risco cardiometabólico e a aptidão cardiorrespiratória. Os nossos resultados indicam que, para a aptidão cardiorrespiratória, medida através do VO_2 Pico, existe uma diferença significativa entre os grupos, com o grupo de TE a demonstrar valores superiores comparativamente ao grupo de TR após a intervenção. No entanto, quando comparados os valores de cada grupo ao longo do tempo, não foram encontradas diferenças significativas, embora o grupo TE tenha mostrado uma tendência de aumento no VO_2 Pico. Além disso, a frequência cardíaca máxima (FC max) registada durante a prova de aptidão cardiorrespiratória também foi significativamente mais alta no grupo TE. Estes achados sugerem que o treino de endurance foi mais eficaz na melhoria da aptidão cardiorrespiratória bem como no desenvolvimento de adaptações, que permitiram atingir intensidades mais elevadas durante a prova de aptidão cardiorrespiratória e, conseqüentemente, o atingimento de frequências cardíacas mais elevadas antes da exaustão.

A frequência cardíaca de recuperação não apresentou diferenças significativas entre os grupos ou ao longo do tempo. Ambos os grupos mantiveram valores semelhantes, indicando que o efeito do exercício sobre a recuperação da frequência cardíaca não foi estatisticamente distinto entre eles.

Quanto aos parâmetros de saúde metabólica, observou-se uma tendência de diminuição nos valores médios de glicemia de jejum em ambos os grupos após a intervenção, embora esta diminuição não tenha sido estatisticamente significativa. No entanto, em relação ao colesterol, o grupo TE demonstrou uma tendência de melhoria, com uma diminuição do colesterol total e LDL e um aumento do colesterol HDL no momento pós-intervenção. A análise comparativa entre os grupos mostrou que o grupo TE apresentou consistentemente valores mais favoráveis em relação ao colesterol no momento pós-intervenção, em comparação com o grupo TR. No entanto, em relação aos triglicerídeos, ambos os grupos apresentaram aumentos, embora o grupo TR tenha demonstrado

valores ligeiramente inferiores em comparação com o grupo TE. Em relação à HbA1c, não foram observadas diferenças significativas entre os grupos ou ao longo do tempo, indicando estabilidade neste marcador. Embora não tenham sido observadas diferenças estatísticas, é importante notar que ambos os grupos mostraram uma tendência de diminuição na HbA1c.

No estudo de Auclair et al. (2021) a aptidão cardiorrespiratória, medida através do VO_2 Pico, registou um aumento estatisticamente significativo no grupo que realizou exercício. No entanto, o protocolo utilizado no grupo de exercício incluiu tanto treino de endurance como treino resistido. Na revisão sistemática de da Silva et al. (2019) a participação em programas de exercício demonstrou também resultar em benefícios significativos na melhoria da capacidade cardiorrespiratória em doentes submetidos a cirurgia bariátrica, quando comparados aos grupos de controlo que não realizaram exercício. Os resultados do estudo de Cohen e colaboradores (Coen et al., 2015) também corroboram os achados dos estudos mencionados anteriormente. O grupo que se submeteu ao programa de treino aeróbio apenas, obteve melhorias estatisticamente significativas da capacidade cardiorrespiratória quando comparado com um grupo de controlo que não participou no programa de exercício. Embora no nosso estudo não tenham sido observadas diferenças significativas ao longo do tempo da intervenção, foi notória uma tendência de aumento da capacidade cardiorrespiratória no grupo de TE. A ausência de significância estatística nos nossos resultados pode estar relacionada com a reduzida dimensão da amostra uma vez que os dados analisados correspondem ainda a uma análise exploratória do primeiro coorte do estudo. Caso esta tendência se mantenha nos próximos coortes, é provável que os resultados desta variável se aproximem de uma diferença estatisticamente significativa. Outro motivo que poderá explicar a ausência de diferenças estatisticamente significativas poderá relacionar-se com a duração do protocolo, uma vez que, no estudo de Auclair et al. (2021), as melhorias na capacidade cardiorrespiratória foram mais notórias quando a duração da intervenção foi mais longa (VO_2 aos 6 meses > 3 meses). Ao contrário dos resultados do presente estudo, Huck (2015) observou que a participação num programa de treino resistido resultava numa melhoria na

capacidade cardiorrespiratória. No referido estudo, foi analisado um grupo de treino que realizou exclusivamente treino resistido, e comparado com um grupo de controlo que teve apenas acompanhamento médico habitual após a cirurgia bariátrica, sem qualquer intervenção de exercício. Os resultados evidenciaram diferenças significativas entre o grupo que realizava treino resistido e o grupo de controlo, ao contrário do presente estudo, no qual o grupo de TR não demonstrou diferenças estatisticamente significativas ao longo da intervenção, havendo, inclusivamente, uma ligeira tendência de diminuição no VO₂ Pico deste grupo. A discrepância nos resultados entre estudos pode ser atribuída à falta de consistência na assiduidade dos participantes deste grupo, bem como à ausência de alguns elementos em determinados treinos, o que poderá ter comprometido as adaptações necessárias para melhorar a capacidade aeróbia. A irregularidade na assiduidade de alguns participantes do estudo pode ter influenciado negativamente a média final para este parâmetro no nosso estudo. Em van Baak et al. (2021), foram analisados diferentes modos de exercício na capacidade cardiorrespiratória de indivíduos com excesso de peso e obesidade. Concluiu-se que, embora todos os tipos de treino tenham resultado em melhorias estatisticamente significativas no VO₂ pico, o treino de endurance mostrou ser mais eficaz do que o treino resistido na melhoria da capacidade cardiorrespiratória. Esta conclusão está alinhada com os resultados do presente estudo, em que, apesar de não terem sido observadas melhorias significativas no grupo que realizou treino de endurance ao longo da intervenção, foram encontradas diferenças estatisticamente significativas entre os grupos no pós-intervenção com superioridade para o grupo de endurance.

Relativamente à FC máxima, pode-se concluir que os doentes do grupo de endurance conseguiram atingir intensidades mais elevadas na prova CPET e, por conseguinte, conseguiram também alcançar frequências cardíacas mais elevadas. O treino não induz alterações na FC máxima, e além disso, uma das principais adaptações ao treino aeróbio é a redução da FC para uma determinada intensidade de esforço submáximo (Oh et al., 2016). No grupo de TR, a frequência cardíaca mais baixa pode ser justificada pelo facto de, possivelmente os doentes não terem conseguido atingir intensidades de esforço

tão elevadas devido à ausência de adaptações centrais. Esta falta de adaptação pode ter contribuído para a instalação de fadiga mais precocemente durante o CPET no grupo de TR e, conseqüentemente, para o atingimento de uma FC máxima inferior.

Em Gil, Pecanha, et al. (2021) foi investigado o efeito de um programa de exercício na frequência cardíaca de recuperação em doentes pós cirurgia bariátrica. Os resultados revelaram melhorias estatisticamente significativas neste parâmetro após a participação no programa de exercício e em comparação com o grupo de controlo. Estes resultados não estão alinhados com os resultados do nosso estudo. Conforme mencionado no artigo, os doentes no estudo de Gil, Pecanha, et al. (2021) já apresentavam valores de recuperação da frequência cardíaca fora da normalidade no início do estudo (<12 batimentos por minuto no primeiro minuto de recuperação (Cole et al., 1999)), partindo, assim, de um ponto onde esse parâmetro é mais suscetível a sofrer alterações. No nosso estudo, os valores de frequência cardíaca de recuperação dos doentes no início da intervenção já estavam dentro do intervalo de normalidade definido no estudo de Cole et al. (1999), o que, por si só, limita a sua modificação por meio de qualquer tipo de intervenção.

Na revisão sistemática com meta-análise de Boppre et al. (2022) o perfil cardiometabólico de doentes pós-cirurgia bariátrica submetidos a programas de exercício foi estudado através da análise de vários estudos que incluem treino aeróbio e treino combinado. Foi possível concluir que o treino combinado apresentou maiores reduções de triglicédeos em comparação com o treino aeróbio isolado que, por sua vez, não induziu alterações neste parâmetro. A mesma tendência foi verificada no nosso estudo. No entanto a realização de treino aeróbio, no estudo de Boppre et al. (2022), demonstrou diminuir ligeiramente os valores de triglicédeos, ao contrário do nosso estudo em que se verificou um aumento acentuado. Estes valores podem ter resultado de alterações à dieta habitual dos participantes, uma vez que o consumo, mesmo pontual, de alimentos ricos em gorduras e carboidratos simples leva a aumentos na concentração de triglicédeos sanguíneos (Ma et al., 2006). Contudo, apenas nos é possível especular acerca deste efeito porque não foi possível incluir nos

resultados uma análise do perfil nutricional dos participantes, sendo a falta de controlo dietético uma limitação do nosso estudo. No entanto, a ausência de melhorias no perfil de triglicéridos após um programa de exercício não é inédita já que no estudo de Mundbjerg, Stolberg, Cecere, et al. (2018) também não se verificaram diferenças estatisticamente significativas nos triglicéridos, o que corrobora os resultados do presente estudo. Em Mundbjerg, Stolberg, Cecere, et al. (2018), foi registado um aumento significativo nos níveis de colesterol HDL no grupo de intervenção que realizou exercício combinado, em comparação com o grupo de controlo que não recebeu supervisão para atividade física. Embora no nosso estudo não tenhamos encontrado diferenças estatisticamente significativas nos níveis de HDL antes e após a participação no programa de intervenção, observamos uma tendência de melhoria em ambos os grupos. No mesmo estudo de Mundbjerg, Stolberg, Cecere, et al. (2018), os valores de LDL e colesterol total não demonstraram melhorias estatisticamente significativas após a intervenção, o que está em linha com os resultados do nosso estudo. No trabalho realizado por Shah et al. (2011), também não foram encontradas diferenças estatisticamente significativas após uma intervenção de exercício aeróbio, quer após 6 semanas quer ao fim de 12 semanas, nos parâmetros de glicemia em jejum, LDL, HDL e colesterol total. Estes resultados estão em consonância com os resultados do atual estudo. Dantas et al. (2020) observaram que a melhoria nos níveis de HDL está relacionada com a duração da intervenção. Os valores de HDL foram maiores aos 9 meses em comparação com aos 6 meses e com os valores iniciais (*baseline*), e esta tendência foi semelhante para LDL e colesterol total. No entanto, apenas as mudanças nos níveis de HDL foram estatisticamente significativas. Quanto aos níveis de glicemia em jejum e à HbA1c, não foram encontradas diferenças estatisticamente significativas. Estes resultados estão alinhados com os achados do presente estudo, onde foi verificado que estes dois parâmetros não apresentaram alterações significativas após a intervenção.

Este estudo apresenta várias limitações que devem ser tidas em conta para a interpretação dos resultados e análise das suas conclusões. Em primeiro lugar, o tamanho da amostra foi bastante reduzido, o que limitou o poder

estatístico da análise bem como a generalização dos resultados para a população em geral. Além disso, a ausência de um grupo de controlo que não tenha participado em qualquer programa de exercício dificulta a interpretação precisa dos efeitos específicos do exercício resistido e de endurance. A ausência de uma medida de controlo da dieta dos participantes do estudo é também uma limitação importante, visto que a nutrição desempenha um papel crucial nas alterações da composição corporal e fatores de risco cardiometabólico após cirurgia bariátrica. A qualidade e quantidade dos alimentos ingeridos pode afetar diretamente a perda de peso e a saúde geral. Portanto, a ausência de supervisão dietética pode ter introduzido variabilidade nos resultados e dificultado a determinação do impacto específico dos programas de exercício nas variáveis de risco cardiometabólico analisadas. Adicionalmente, não foi também avaliada ou controlada a atividade física diária dos participantes neste estudo. A falta de informação sobre o tipo, intensidade e duração da atividade física diária para além das sessões de exercício pode introduzir incerteza nos resultados, uma vez que o volume e intensidade da atividade física realizada fora do contexto da intervenção também desempenham um papel importante nos parâmetros cardiovasculares e cardiometabólicos avaliados.

O presente trabalho apresenta também várias virtudes fundamentais. Em primeiro lugar, a utilização de um desenho experimental de ensaio clínico randomizado é uma das principais vantagens desta investigação. Esta estratégia é amplamente reconhecida como a abordagem mais apropriada para comparar a eficácia de diferentes intervenções num contexto clínico. A randomização dos participantes ajuda a minimizar vieses e confere solidez aos resultados, tornando-os altamente confiáveis e aplicáveis à população-alvo. Adicionalmente, a utilização dos limiares ventilatórios como critério para determinar a intensidade do exercício aeróbio foi outra vantagem significativa deste estudo. Esta abordagem permite a personalização da intensidade do exercício, tendo em conta as respostas fisiológicas individuais, o que contribui para uma prescrição mais precisa e eficaz. Ao adotar esta estratégia, o estudo reconhece a importância de adaptar o tratamento às características específicas dos participantes, promovendo assim melhores resultados.

Investigações subsequentes devem concentrar-se na avaliação dos impactos individuais do exercício resistido e do exercício de endurance sobre parâmetros cardiovasculares, cardiometabólicos e de aptidão cardiorrespiratória em doentes que foram submetidos a CxB e não obtiveram resposta adequada. É ainda fundamental conduzir estudos utilizando abordagens metodológicas sólidas e analisar minuciosamente como as variáveis do exercício afetam os resultados obtidos. Essa abordagem meticulosa desempenha um papel crucial na promoção do avanço contínuo do conhecimento nesta área de pesquisa, contribuindo de forma significativa para o seu desenvolvimento.

6. Conclusão

Este estudo oferece uma visão sobre o impacto do treino de endurance e do treino resistido num conjunto de fatores de risco cardiometabólico em doentes com obesidade que, após realizarem cirurgia bariátrica, tiveram perda de peso sub-ótima. Enquanto observamos uma tendência positiva em relação à melhoria da aptidão cardiorrespiratória e capacidade para atingir intensidades de esforço mais elevadas que levaram ao atingimento de valores de frequência cardíaca máxima mais elevados no grupo de endurance comparado com o grupo de treino resistido, é importante notar que essas diferenças não alcançaram significância estatística ao longo do período de intervenção. Além disso, ao examinarmos os parâmetros metabólicos incluídos no estudo, identificamos uma tendência encorajadora em direção à redução da glicemia em jejum e da melhoria do perfil lipídico no grupo submetido ao treino de endurance. No entanto, é de realçar que essas mudanças também não alcançaram significância estatística, o que, no entanto, poderá resultar, em grande medida, do reduzido tamanho da amostra incluída neste estudo e do conseqüente baixo poder estatístico. Embora este estudo ofereça uma valiosa contribuição para o entendimento da prescrição de exercício em doentes pós-cirurgia bariátrica com resultados sub-ótimos, a falta de significância estatística salienta a necessidade de pesquisas adicionais com amostras maiores e uma análise mais aprofundada dos mecanismos subjacentes a essas tendências promissoras.

7. Anexos

Anexo a: Declaração de consentimento informado



Declaração de consentimento informado

Designação do Estudo: **“Qual o regime de treino ideal para a prevenção do reganho de peso após cirurgia bariátrica?”**

Eu, _____,
nascido/a em ____/____/____, e detentor/a do cartão de cidadão com o nº _____ declaro que compreendi o objetivo do estudo, assim como as minhas responsabilidades como participante. Tomei conhecimento dos riscos e benefícios que podem advir da minha participação e tive a oportunidade de expôr as dúvidas que achei necessárias, tendo todas sido devidamente esclarecidas. Tenho conhecimento que posso, a qualquer momento e sem qualquer prejuízo, abandonar o estudo. Autorizo a utilização dos dados recolhidos nas avaliações realizadas para efeitos académicos ou científicos, tais como apresentações em eventos e artigos científicos. Fui também informado/a que será preservada a confidencialidade acerca da minha identidade, assim como dos meus dados pessoais. Assim sendo, aceito de livre e espontânea vontade participar nesta investigação nos moldes em que me foi apresentada pelo investigador.

Data

____ de _____ de 2022

O/A participante

O Investigador responsável

Anexo b: Questionário sobre estado-geral de saúde dos participantes



Condições de saúde pré-existent				
Condição	Exemplo	Sim	Não	Qual?
Neurológicos	Tonturas; tremores			
Oculares	Glaucoma; retinopatia			
Auditivos	Má audição			
Pulmonares	DPOC; enfisema; asma			
Gastrointestinais	Refluxo; azia; úlcera			
Osteoarticulares	Osteoartrose; tendinite			
Tabagismo	-			
Outras condições	Alterações do sono, edemas			
Cirurgias prévias	-			

Sintomas com o exercício / esforço				
Dispneia em esforço	Falta de ar a subir escadas			
Dor pré-cordial	Pressão ou ardor no peito			
Palpitações	Sente os batimentos?			
Síncope	Desmaio ou tonturas			
Doença vascular periférica	Cansaço ou dor na barriga da perna ao caminhar			

Medicação habitual			
Nome / princípio ativo	Dose	Frequência	Duração

Anexo C: Dossier de exercícios

A.1.1 Push-up no espaldar



Critérios de execução

- Não flete a anca
 - Chega com a face junto ao espaldar
 - Mantém cotovelos elevados (altura do ombro)
-

A.1.2 Push-up com elástico no espaldar



Critérios de execução

- Não inclina tronco à frente
 - Mantém cotovelos elevados (altura do ombro)
 - Consegue estender completamente os braços
-

A.1.3 Push-up de joelhos com mãos no step



CrITÉRIOS de execuÇÃO	<ul style="list-style-type: none">• Apoia os joelhos atrás da anca (não por baixo)• Anca desce juntamente com o tronco• Chega com o peito próximo do step
Material	Colchão, step

A.1.4 Push-up com joelhos no chão



CrITÉRIOS de execuÇÃO	<ul style="list-style-type: none">• Apoia os joelhos atrás da anca (não por baixo)• Anca desce juntamente com o tronco• Peito fica a 1 palmo do chão
------------------------------	--

A.1.5 Push-up no TRX



Critérios de execução

- Não flete a anca
- Os cotovelos ficam fletidos a 90°
- As mãos ficam afastadas dos ombros

A.1.6 Supino com barra



Critérios de execução

- Tem a barra bem estabilizada
- Não “trava” o cotovelo
- Traz a barra junto ao peito

A.1.7 Push-up sem joelhos



Critérios de execução

- Tronco mantém-se recto
 - Peito fica a 1 palmo do chão
-

A.1.8 Supino com halteres



Critérios de execução

- Tem os pesos bem estabilizados
 - Não “trava” os cotovelos
 - Em baixo, os braços estão fletidos a 90°
-

A.2.1 Remada alta com elástico no espaldar



Critérios de execução

- Mantém o tronco recto
- Quando puxa, os cotovelos ficam na altura dos ombros e formam 90°

A.2.2 Remada fechada no TRX



Critérios de execução

- Em baixo, estende completamente os antebraços
- Passa os cotovelos juntos ao tronco
- Consegue uma inclinação próxima dos 45°

A.2.3 Remada com joelho no banco



Cr terios de execu o

- Estende completamente os antebra os
- Passa o cotovelo junto ao tronco
- N o roda o tronco para puxar o peso

A.2.4 Remada alta no TRX



Cr terios de execu o

- Em baixo, estende completamente os antebra os
- Quando puxa, os cotovelos ficam na altura dos ombros e formam 90 
- Consegue uma inclina o pr xima dos 45 

A.2.5 Remada neutra em pé com halteres



Critérios de execução

- Mantém o tronco recto (“anca empinada”)
- Mantém os joelhos semi-fletidos
- Não movimenta o tronco durante o exercício
- Passa os cotovelos juntos ao tronco

A.2.6 Remada supinada com barra



Critérios de execução

- Mantém o tronco recto (“anca empinada”)
- Mantém os joelhos semi-fletidos
- Não movimenta o tronco durante o exercício
- Passa os cotovelos juntos ao tronco

A.2.7 Remada pronada em pé com barra



Critérios de execução

- Mantém o tronco recto (“anca empinada”)
- Mantém os joelhos semi-fletidos
- Não movimenta o tronco durante o exercício
- Os cotovelos ficam afastados do tronco

A.3.1 Remada alta com elástico



Critérios de execução

- Mantém o tronco estabilizado
- Mantém os joelhos semi-fletidos
- As mãos passam junto ao tronco
- Os cotovelos elevam-se acima dos ombros

A.3.2 Press militar com disco



Cr terios de execu o

- Mant m os joelhos semi-fletidos
- N o inclina o tronco para tr s
- Passa o disco junto   face

A.3.3 Curl de b cep + desenvolvimento com halteres



Cr terios de execu o

- Mant m os joelhos semi-fletidos
- N o movimentava o tronco durante o exerc cio
- Quando sobe, os bra os ficam ao lado da cabe a

A.3.4 Abdução de braços a 90° com halteres



Critérios de execução

- Mantém sempre os cotovelos fletidos a 90°
- Mantém os joelhos semi-fletidos
- Não movimenta o tronco durante o exercício

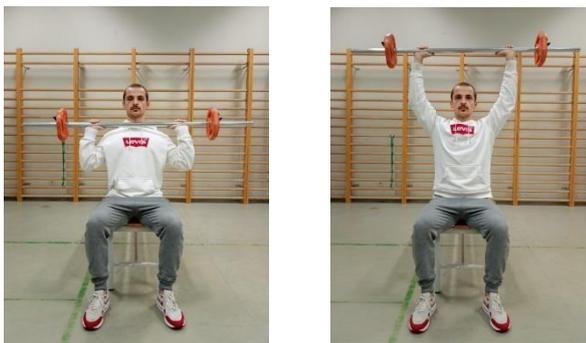
A.3.5 Press militar neutro com halteres



Critérios de execução

- Mantém os joelhos semi-fletidos
- Não inclina o tronco atrás
- Realiza um movimento controlado

A.3.6 Desenvolvimento com barra sentado



Critérios de execução

- Não inclina o tronco atrás
 - Passa a barra junto à face
 - Mantém os cotovelos afastados
-

A.3.7 Press militar com halteres



Critérios de execução

- Não inclina o tronco atrás
 - Em baixo, mantém as mãos afastadas dos ombros
-

B.1.1 Prancha com joelhos



Critérios de execução

- Mantém “barriga para dentro”
 - Os ombros ficam cima dos cotovelos
 - Mantém o tronco reto
-

B.1.2 Crunch curto



Critérios de execução

- Consegue tirar omoplatas do chão
 - Não puxa o queixo ao peito
 - Sobe e desce de forma controlada
-

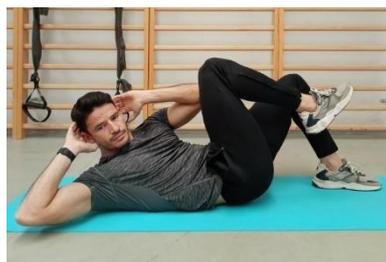
B.1.3 Prancha sem joelhos



Critérios de execução

- Mantém “barriga para dentro”
 - Os ombros ficam cima dos cotovelos
 - Mantém o tronco reto
-

B.1.4 Crunch cruzado com pés apoiados



Critérios de execução

- Consegue tirar uma omoplata do chão
 - Não puxa o queixo ao peito
 - Sobe e desce de forma controlada
-

B.1.5 Crunch com carga



Crítérios de execução

- Consegue tirar uma omoplata do chão
- Não puxa o queixo ao peito
- Mantém os braços estendidos

B.1.6 Crunch na fitball



Crítérios de execução

- Não movimentam os pés durante o exercício
- Consegue elevar o peito mantendo a lombar apoiada
- Não puxa o queixo ao peito

B.1.7 Extensão com ab-roller



Critérios de execução

- Mantém o cotovelo quase estendido
- Mantém as costas rectas (“anca empinada”)
- A anca desloca-se juntamente com o tronco

B.2.1 Deadlift sem carga



Critérios de execução

- Mantém as costas rectas (“anca empinada”)
- Mantém “peito para fora”
- Mantém os joelhos semi-fletidos

B.2.2 Extensão do tronco no chão



Crítérios de execução

- Levanta o peito do chão
 - Mantém o olhar no chão
-

B.2.3 Deadlift com elástico



Crítérios de execução

- Mantém as costas rectas (“anca empinada”)
 - Mantém os joelhos semi-fletidos
 - Mantém “peito para fora”
-

B.2.4 Prancha com braço estendido e toque alternado no ombro



Crítérios de execução

- Mantém “barriga para dentro”
- Os ombros ficam por cima dos cotovelos
- Mantém o tronco reto
- Não roda o tronco quando fica em 1 apoio

B.2.5 Deadlift com halteres



Crítérios de execução

- Mantém as costas rectas (“anca empinada”)
- Mantém os joelhos semi-fletidos
- Mantém “peito para fora”

B.2.6 Deadlift com elástico no espaldar e no tronco



Crítérios de execução

- Mantém as costas rectas (“anca empinada”)
 - Mantém os joelhos semi-fletidos
 - Mantém “peito para fora”
-

B.2.7 Deadlift com barra



Crítérios de execução

- Mantém as costas rectas (“anca empinada”)
 - Mantém os joelhos semi-fletidos
 - Mantém “peito para fora”
-

C.1.1 Step-up elevado



Critérios de execução

- O joelho não avança a ponta do pé
 - O pé de trás usa pouco tempo de apoio no chão
-

C.1.2 Agachamento com fitball na parede



Critérios de execução

- Mantém as costas rectas (“anca empinada”)
 - Flete os joelhos até 90°
-

C.1.3 Lunge no TRX



Critérios de execução

- Os joelhos apontam na mesma direção que os pés
- O joelho da frente não passa a ponta do pé
- Quando sobe não estende completamente o joelho
- O tronco mantém-se reto

C.1.4 Agachamento



Critérios de execução

- Mantém as costas rectas (“anca empinada”)
- Flete os joelhos até 90°
- Grande parte do peso está apoiado nos calcanhares
- Quando sobe não estende completamente o joelho

C.1.5 Lunge estático



Crítérios de execução

- Os joelhos apontam na mesma direção que os pés
- O joelho da frente não passa a ponta do pé
- Quando sobe não estende completamente o joelho
- O tronco mantém-se reto

C.1.6 Lunge com halteres



Crítérios de execução

- Os joelhos apontam na mesma direção que os pés
- O joelho da frente não passa a ponta do pé
- Quando sobe não estende completamente o joelho
- O tronco mantém-se reto

C.1.7 Agachamento sumô com carga



Critérios de execução

- Mantém as costas rectas (“anca empinada”)
- Os pés e joelhos apontam para “fora”
- Peso do corpo está apoiado nos calcanhares
- Quando sobe não estende completamente o joelho

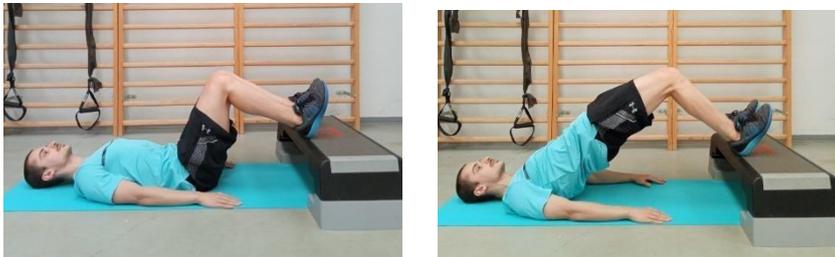
C.1.8 Agachamento com barra



Critérios de execução

- Mantém as costas rectas (“anca empinada”)
- Flete os joelhos até 90°
- Peso do corpo está apoiado nos calcanhares
- Quando sobe não estende completamente o joelho

C.2.1 Ponte de glúteo no step



Crítérios de execução

- Apoia apenas os calcanhares no step
 - Sobe a anca até formar uma recta com o tronco
 - Não empurra o chão com os braços
-

C.2.2 Hip thruster sem carga



Crítérios de execução

- Sobe a anca até formar uma recta com o tronco
-

C.2.3 Hip thruster com carga



Critérios de execução

- Sobe a anca até formar uma recta com o tronco

C.2.4 Ponte de glúteo na fitball



Critérios de execução

- Consegue equilibrar-se sem movimentar nem a bola nem o tronco lateralmente
- A anca sobe até formar uma recta com o tronco

8. Referências Bibliográficas

- Adams, S. T., Salhab, M., Hussain, Z. I., Miller, G. V., & Leveson, S. H. (2013). Roux-en-Y gastric bypass for morbid obesity: what are the preoperative predictors of weight loss? *Postgrad Med J*, 89(1053), 411-416; quiz 415, 416. <https://doi.org/10.1136/postgradmedj-2012-131310>
- Andreato, L. V., Esteves, J. V., Coimbra, D. R., Moraes, A. J. P., & de Carvalho, T. (2019). The influence of high-intensity interval training on anthropometric variables of adults with overweight or obesity: a systematic review and network meta-analysis. *Obes Rev*, 20(1), 142-155. <https://doi.org/10.1111/obr.12766>
- Armstrong, A., Jungbluth Rodriguez, K., Sabag, A., Mavros, Y., Parker, H. M., Keating, S. E., & Johnson, N. A. (2022). Effect of aerobic exercise on waist circumference in adults with overweight or obesity: A systematic review and meta-analysis. *Obes Rev*, 23(8), e13446. <https://doi.org/10.1111/obr.13446>
- Auclair, A., Harvey, J., Leclerc, J., Piche, M. E., O'Connor, K., Nadreau, E., Pettigrew, M., Haykowsky, M. J., Marceau, S., Biertho, L., Hould, F. S., Lebel, S., Biron, S., Julien, F., Bouvet, L., Lescelleur, O., & Poirier, P. (2021). Determinants of Cardiorespiratory Fitness After Bariatric Surgery: Insights From a Randomised Controlled Trial of a Supervised Training Program. *Can J Cardiol*, 37(2), 251-259. <https://doi.org/10.1016/j.cjca.2020.03.032>
- Aylwin, S., & Al-Zaman, Y. (2008). Emerging concepts in the medical and surgical treatment of obesity. *Front Horm Res*, 36, 229-259. <https://doi.org/10.1159/000115368>
- Bakhtiyari, M., Kazemian, E., Kabir, K., Hadaegh, F., Aghajanian, S., Mardi, P., Ghahfarokhi, N. T., Ghanbari, A., Mansournia, M. A., & Azizi, F. (2022). Contribution of obesity and cardiometabolic risk factors in developing cardiovascular disease: a population-based cohort study. *Sci Rep*, 12(1), 1544. <https://doi.org/10.1038/s41598-022-05536-w>
- Barbosa Lins, T. C., Valente, L. M., Sobral Filho, D. C., & Barbosa e Silva, O. (2015). Relation between heart rate recovery after exercise testing and body mass index [10.1016/j.repce.2014.07.004]. *Revista Portuguesa de*

- Cardiologia (English edition)*, 34(1), 27-33.
<https://doi.org/10.1016/j.repce.2014.07.004>
- Barry, V. W., Baruth, M., Beets, M. W., Durstine, J. L., Liu, J., & Blair, S. N. (2014). Fitness vs. fatness on all-cause mortality: a meta-analysis. *Prog Cardiovasc Dis*, 56(4), 382-390.
<https://doi.org/10.1016/j.pcad.2013.09.002>
- Bellicha, A., Ciangura, C., Roda, C., Torcivia, A., Aron-Wisnewsky, J., Poitou, C., & Oppert, J. M. (2022). Effect of exercise training after bariatric surgery: A 5-year follow-up study of a randomized controlled trial. *PLoS One*, 17(7), e0271561. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0271561>
- Blair, S. N., Kohl, H. W., 3rd, Paffenbarger, R. S., Jr., Clark, D. G., Cooper, K. H., & Gibbons, L. W. (1989). Physical fitness and all-cause mortality. A prospective study of healthy men and women. *JAMA*, 262(17), 2395-2401. <https://doi.org/10.1001/jama.262.17.2395>
- Bluher, M. (2019). Obesity: global epidemiology and pathogenesis. *Nat Rev Endocrinol*, 15(5), 288-298. <https://doi.org/10.1038/s41574-019-0176-8>
- Boppre, G., Diniz-Sousa, F., Veras, L., Oliveira, J., & Fonseca, H. (2022). Does Exercise Improve the Cardiometabolic Risk Profile of Patients with Obesity After Bariatric Surgery? A Systematic Review and Meta-analysis of Randomized Controlled Trials. *Obes Surg*, 32(6), 2056-2068.
<https://doi.org/10.1007/s11695-022-06023-x>
- Brunani, A., Lanzi, S., Codecasa, F., Cornacchia, M., Maestrini, S., Soranna, D., Zambon, A., Cattaldo, S., Fanari, P., Malatesta, D., & Salvadori, A. (2017). Vascular Dynamics and Peripheral Oxygen Uptake in Obese Individuals during Progressive Physical Exercise. *Respiration*, 94(6), 493-500. <https://doi.org/10.1159/000479887>
- Coen, P. M., Menshikova, E. V., Distefano, G., Zheng, D., Tanner, C. J., Standley, R. A., Helbling, N. L., Dubis, G. S., Ritov, V. B., Xie, H., Desimone, M. E., Smith, S. R., Stefanovic-Racic, M., Toledo, F. G., Houmard, J. A., & Goodpaster, B. H. (2015). Exercise and Weight Loss Improve Muscle Mitochondrial Respiration, Lipid Partitioning, and Insulin

- Sensitivity After Gastric Bypass Surgery. *Diabetes*, 64(11), 3737-3750.
<https://doi.org/10.2337/db15-0809>
- Cole, C. R., Blackstone, E. H., Pashkow, F. J., Snader, C. E., & Lauer, M. S. (1999). Heart-rate recovery immediately after exercise as a predictor of mortality. *N Engl J Med*, 341(18), 1351-1357.
<https://doi.org/10.1056/NEJM199910283411804>
- Cooper, T. C., Simmons, E. B., Webb, K., Burns, J. L., & Kushner, R. F. (2015). Trends in Weight Regain Following Roux-en-Y Gastric Bypass (RYGB) Bariatric Surgery. *Obes Surg*, 25(8), 1474-1481.
<https://doi.org/10.1007/s11695-014-1560-z>
- Coulter, A. A., Rebello, C. J., & Greenway, F. L. (2018). Centrally Acting Agents for Obesity: Past, Present, and Future. *Drugs*, 78(11), 1113-1132.
<https://doi.org/10.1007/s40265-018-0946-y>
- Csige, I., Ujvarosy, D., Szabo, Z., Lorincz, I., Paragh, G., Harangi, M., & Somodi, S. (2018). The Impact of Obesity on the Cardiovascular System. *J Diabetes Res*, 2018, 3407306. <https://doi.org/10.1155/2018/3407306>
- da Silva, A. L. G., Sardeli, A. V., Andre, L. D., Severin, R., de Oliveira, C. R., Hassan, C., Borghi-Silva, A., & Phillips, S. A. (2019). Exercise Training Does Improve Cardiorespiratory Fitness in Post-Bariatric Surgery Patients. *Obes Surg*, 29(4), 1416-1419. <https://doi.org/10.1007/s11695-019-03731-9>
- Daniels, P., Burns, R. D., Brusseau, T. A., Hall, M. S., Davidson, L., Adams, T. D., & Eisenman, P. (2018). Effect of a randomised 12-week resistance training programme on muscular strength, cross-sectional area and muscle quality in women having undergone Roux-en-Y gastric bypass. *J Sports Sci*, 36(5), 529-535.
<https://doi.org/10.1080/02640414.2017.1322217>
- Dantas, W. S., Gil, S., Murai, I. H., Costa-Hong, V., Pecanha, T., Merege-Filho, C. A. A., de Sa-Pinto, A. L., de Cleve, R., Santo, M. A., Pereira, R. M. R., Kirwan, J. P., Roschel, H., & Gualano, B. (2018). Reversal of Improved Endothelial Function After Bariatric Surgery Is Mitigated by Exercise

- Training. *J Am Coll Cardiol*, 72(18), 2278-2279.
<https://doi.org/10.1016/j.jacc.2018.07.094>
- Dantas, W. S., Roschel, H., Murai, I. H., Gil, S., Davuluri, G., Axelrod, C. L., Ghosh, S., Newman, S. S., Zhang, H., Shinjo, S. K., das Neves, W., Merege-Filho, C., Teodoro, W. R., Capelozzi, V. L., Pereira, R. M., Benatti, F. B., de Sa-Pinto, A. L., de Cleve, R., Santo, M. A., . . . Gualano, B. (2020). Exercise-Induced Increases in Insulin Sensitivity After Bariatric Surgery Are Mediated By Muscle Extracellular Matrix Remodeling. *Diabetes*, 69(8), 1675-1691. <https://doi.org/10.2337/db19-1180>
- DeFina, L. F., Haskell, W. L., Willis, B. L., Barlow, C. E., Finley, C. E., Levine, B. D., & Cooper, K. H. (2015). Physical activity versus cardiorespiratory fitness: two (partly) distinct components of cardiovascular health? *Prog Cardiovasc Dis*, 57(4), 324-329.
<https://doi.org/10.1016/j.pcad.2014.09.008>
- Dereppe, H., Forton, K., Pauwen, N. Y., & Faoro, V. (2019). Impact of Bariatric Surgery on Women Aerobic Exercise Capacity. *Obes Surg*, 29(10), 3316-3323. <https://doi.org/10.1007/s11695-019-03996-0>
- Dewar, A., Kass, L., Stephens, R. C. M., Tetlow, N., & Desai, T. (2023). Heart Rate Recovery Assessed by Cardiopulmonary Exercise Testing in Patients with Cardiovascular Disease: Relationship with Prognosis. *Int J Environ Res Public Health*, 20(6). <https://doi.org/10.3390/ijerph20064678>
- Donnelly, J. E., Blair, S. N., Jakicic, J. M., Manore, M. M., Rankin, J. W., Smith, B. K., & American College of Sports, M. (2009). American College of Sports Medicine Position Stand. Appropriate physical activity intervention strategies for weight loss and prevention of weight regain for adults. *Med Sci Sports Exerc*, 41(2), 459-471.
<https://doi.org/10.1249/MSS.0b013e3181949333>
- Douros, J. D., Tong, J., & D'Alessio, D. A. (2019). The Effects of Bariatric Surgery on Islet Function, Insulin Secretion, and Glucose Control. *Endocr Rev*, 40(5), 1394-1423. <https://doi.org/10.1210/er.2018-00183>
- Egberts, K., Brown, W. A., Brennan, L., & O'Brien, P. E. (2012). Does Exercise Improve Weight Loss after Bariatric Surgery? A Systematic Review.

- Obesity Surgery*, 22(2), 335-341. <https://doi.org/10.1007/s11695-011-0544-5>
- Flegal, K. M., Kit, B. K., Orpana, H., & Graubard, B. I. (2013). Association of all-cause mortality with overweight and obesity using standard body mass index categories: a systematic review and meta-analysis. *JAMA*, 309(1), 71-82. <https://doi.org/10.1001/jama.2012.113905>
- Fock, K. M., & Khoo, J. (2013). Diet and exercise in management of obesity and overweight. *J Gastroenterol Hepatol*, 28 Suppl 4, 59-63. <https://doi.org/10.1111/jgh.12407>
- Gaesser, G. A., Tucker, W. J., Jarrett, C. L., & Angadi, S. S. (2015). Fitness versus Fatness: Which Influences Health and Mortality Risk the Most? *Curr Sports Med Rep*, 14(4), 327-332. <https://doi.org/10.1249/JSR.0000000000000170>
- Gaio, V., Antunes, L., Barreto, M., Gil, A., Kislaya, I., Namorado, S., Rodrigues, A. P., Santos, A., Nunes, B., & Dias, C. M. (2015). Prevalence of overweight and obesity in Portugal: results from the first Portuguese Health Examination Survey (INSEF 2015). *Boletim Epidemiológico Observações*.
- Garcia-Hermoso, A., Cerrillo-Urbina, A. J., Herrera-Valenzuela, T., Cristi-Montero, C., Saavedra, J. M., & Martinez-Vizcaino, V. (2016). Is high-intensity interval training more effective on improving cardiometabolic risk and aerobic capacity than other forms of exercise in overweight and obese youth? A meta-analysis. *Obes Rev*, 17(6), 531-540. <https://doi.org/10.1111/obr.12395>
- Gil, S., Kirwan, J. P., Murai, I. H., Dantas, W. S., Merege-Filho, C. A. A., Ghosh, S., Shinjo, S. K., Pereira, R. M. R., Teodoro, W. R., Felau, S. M., Benatti, F. B., de Sa-Pinto, A. L., Lima, F., de Cleve, R., Santo, M. A., Gualano, B., & Roschel, H. (2021). A randomized clinical trial on the effects of exercise on muscle remodelling following bariatric surgery. *J Cachexia Sarcopenia Muscle*, 12(6), 1440-1455. <https://doi.org/10.1002/jcsm.12815>

- Gil, S., Pecanha, T., Dantas, W. S., Murai, I. H., Merege-Filho, C. A. A., de Sa-Pinto, A. L., Pereira, R. M. R., de Cleve, R., Santo, M. A., Rezende, D. A. N., Kirwan, J. P., Gualano, B., & Roschel, H. (2021). Exercise Enhances the Effect of Bariatric Surgery in Markers of Cardiac Autonomic Function. *Obes Surg*, 31(3), 1381-1386. <https://doi.org/10.1007/s11695-020-05053-7>
- Golzarand, M., Toolabi, K., & Farid, R. (2017). The bariatric surgery and weight losing: a meta-analysis in the long- and very long-term effects of laparoscopic adjustable gastric banding, laparoscopic Roux-en-Y gastric bypass and laparoscopic sleeve gastrectomy on weight loss in adults. *Surg Endosc*, 31(11), 4331-4345. <https://doi.org/10.1007/s00464-017-5505-1>
- He, Z. H., & Ma, L. H. (2005). The aerobic fitness (VO₂ peak) and alpha-fibrinogen genetic polymorphism in obese and non-obese Chinese boys. *Int J Sports Med*, 26(4), 253-257. <https://doi.org/10.1055/s-2004-821009>
- Heffron, S. P., Parham, J. S., Pendse, J., & Aleman, J. O. (2020). Treatment of Obesity in Mitigating Metabolic Risk. *Circ Res*, 126(11), 1646-1665. <https://doi.org/10.1161/CIRCRESAHA.119.315897>
- Heneghan, H. M., Meron-Eldar, S., Brethauer, S. A., Schauer, P. R., & Young, J. B. (2011). Effect of bariatric surgery on cardiovascular risk profile. *Am J Cardiol*, 108(10), 1499-1507. <https://doi.org/10.1016/j.amjcard.2011.06.076>
- Henning, R. J. (2021). Obesity and obesity-induced inflammatory disease contribute to atherosclerosis: a review of the pathophysiology and treatment of obesity. *Am J Cardiovasc Dis*, 11(4), 504-529. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/34548951>
- Hildebrandt, X., Ibrahim, M., & Peltzer, N. (2023). Cell death and inflammation during obesity: "Know my methods, WAT(son)". *Cell Death Differ*, 30(2), 279-292. <https://doi.org/10.1038/s41418-022-01062-4>
- Holst, J. J., Madsbad, S., Bojsen-Moller, K. N., Svane, M. S., Jorgensen, N. B., Dirksen, C., & Martinussen, C. (2018). Mechanisms in bariatric surgery:

- Gut hormones, diabetes resolution, and weight loss. *Surg Obes Relat Dis*, 14(5), 708-714. <https://doi.org/10.1016/j.soard.2018.03.003>
- Hruby, A., & Hu, F. B. (2015). The Epidemiology of Obesity: A Big Picture. *Pharmacoeconomics*, 33(7), 673-689. <https://doi.org/10.1007/s40273-014-0243-x>
- Huck, C. J. (2015). Effects of supervised resistance training on fitness and functional strength in patients succeeding bariatric surgery. *J Strength Cond Res*, 29(3), 589-595. <https://doi.org/10.1519/JSC.0000000000000667>
- Jabbour, G., Ibrahim, R., & Bragazzi, N. (2022). Preoperative Physical Activity Level and Exercise Prescription in Adults With Obesity: The Effect on Post-Bariatric Surgery Outcomes. *Front Physiol*, 13, 869998. <https://doi.org/10.3389/fphys.2022.869998>
- Jastreboff, A. M., Aronne, L. J., Ahmad, N. N., Wharton, S., Connery, L., Alves, B., Kiyosue, A., Zhang, S., Liu, B., Bunck, M. C., Stefanski, A., & Investigators, S.-. (2022). Tirzepatide Once Weekly for the Treatment of Obesity. *N Engl J Med*, 387(3), 205-216. <https://doi.org/10.1056/NEJMoa2206038>
- Jastreboff, A. M., Kaplan, L. M., Frias, J. P., Wu, Q., Du, Y., Gurbuz, S., Coskun, T., Haupt, A., Milicevic, Z., Hartman, M. L., & Retatrutide Phase 2 Obesity Trial, I. (2023). Triple-Hormone-Receptor Agonist Retatrutide for Obesity - A Phase 2 Trial. *N Engl J Med*, 389(6), 514-526. <https://doi.org/10.1056/NEJMoa2301972>
- Jebb, S. A., & Moore, M. S. (1999). Contribution of a sedentary lifestyle and inactivity to the etiology of overweight and obesity: current evidence and research issues. *Med Sci Sports Exerc*, 31(11 Suppl), S534-541. <https://doi.org/10.1097/00005768-199911001-00008>
- Jensen, M. D., Ryan, D. H., Apovian, C. M., Ard, J. D., Comuzzie, A. G., Donato, K. A., Hu, F. B., Hubbard, V. S., Jakicic, J. M., Kushner, R. F., Loria, C. M., Millen, B. E., Nonas, C. A., Pi-Sunyer, F. X., Stevens, J., Stevens, V. J., Wadden, T. A., Wolfe, B. M., Yanovski, S. Z., . . . Obesity, S. (2014). 2013 AHA/ACC/TOS guideline for the management of

- overweight and obesity in adults: a report of the American College of Cardiology/American Heart Association Task Force on Practice Guidelines and The Obesity Society. *Circulation*, 129(25 Suppl 2), S102-138. <https://doi.org/10.1161/01.cir.0000437739.71477.ee>
- Johnston, B. C., Kanters, S., Bandayrel, K., Wu, P., Naji, F., Siemieniuk, R. A., Ball, G. D., Busse, J. W., Thorlund, K., Guyatt, G., Jansen, J. P., & Mills, E. J. (2014). Comparison of weight loss among named diet programs in overweight and obese adults: a meta-analysis. *JAMA*, 312(9), 923-933. <https://doi.org/10.1001/jama.2014.10397>
- Kalil, G. Z., & Haynes, W. G. (2012). Sympathetic nervous system in obesity-related hypertension: mechanisms and clinical implications. *Hypertens Res*, 35(1), 4-16. <https://doi.org/10.1038/hr.2011.173>
- Keating, S. E., Johnson, N. A., Mielke, G. I., & Coombes, J. S. (2017). A systematic review and meta-analysis of interval training versus moderate-intensity continuous training on body adiposity. *Obes Rev*, 18(8), 943-964. <https://doi.org/10.1111/obr.12536>
- Kelley, G. A., & Kelley, K. S. (2000). Progressive resistance exercise and resting blood pressure : A meta-analysis of randomized controlled trials. *Hypertension*, 35(3), 838-843. <https://doi.org/10.1161/01.hyp.35.3.838>
- Khera, R., Murad, M. H., Chandar, A. K., Dulai, P. S., Wang, Z., Prokop, L. J., Loomba, R., Camilleri, M., & Singh, S. (2016). Association of Pharmacological Treatments for Obesity With Weight Loss and Adverse Events: A Systematic Review and Meta-analysis. *JAMA*, 315(22), 2424-2434. <https://doi.org/10.1001/jama.2016.7602>
- Klop, B., Elte, J. W., & Cabezas, M. C. (2013). Dyslipidemia in obesity: mechanisms and potential targets. *Nutrients*, 5(4), 1218-1240. <https://doi.org/10.3390/nu5041218>
- Lazzati, A. (2023). Epidemiology of the surgical management of obesity. *J Visc Surg*, 160(2S), S3-S6. <https://doi.org/10.1016/j.jviscsurg.2022.12.004>
- Lim, J. S., Jang, G. C., Moon, K. R., & Kim, E. Y. (2013). Combined aerobic and resistance exercise is effective for achieving weight loss and reducing cardiovascular risk factors without deteriorating bone health in obese

- young adults. *Ann Pediatr Endocrinol Metab*, 18(1), 26-31.
<https://doi.org/10.6065/apem.2013.18.1.26>
- Lopes, H. F., & Egan, B. M. (2006). Autonomic dysregulation and the metabolic syndrome: pathologic partners in an emerging global pandemic. *Arq Bras Cardiol*, 87(4), 538-547. <https://doi.org/10.1590/s0066-782x2006001700022>
- Lopez, P., Taaffe, D. R., Galvao, D. A., Newton, R. U., Nonemacher, E. R., Wendt, V. M., Bassanesi, R. N., Turella, D. J. P., & Rech, A. (2022). Resistance training effectiveness on body composition and body weight outcomes in individuals with overweight and obesity across the lifespan: A systematic review and meta-analysis. *Obes Rev*, 23(5), e13428.
<https://doi.org/10.1111/obr.13428>
- Lund, M. T., Hansen, M., Wimmelmann, C. L., Taudorf, L. R., Helge, J. W., Mortensen, E. L., & Dela, F. (2016). Increased post-operative cardiopulmonary fitness in gastric bypass patients is explained by weight loss. *Scand J Med Sci Sports*, 26(12), 1428-1434.
<https://doi.org/10.1111/sms.12593>
- Ma, Y., Li, Y., Chiriboga, D. E., Olendzki, B. C., Hebert, J. R., Li, W., Leung, K., Hafner, A. R., & Ockene, I. S. (2006). Association between carbohydrate intake and serum lipids. *J Am Coll Nutr*, 25(2), 155-163.
<https://doi.org/10.1080/07315724.2006.10719527>
- Meisinger, C., Doring, A., Thorand, B., Heier, M., & Lowel, H. (2006). Body fat distribution and risk of type 2 diabetes in the general population: are there differences between men and women? The MONICA/KORA Augsburg cohort study. *Am J Clin Nutr*, 84(3), 483-489.
<https://doi.org/10.1093/ajcn/84.3.483>
- Miras, A. D., & le Roux, C. W. (2013). Mechanisms underlying weight loss after bariatric surgery. *Nat Rev Gastroenterol Hepatol*, 10(10), 575-584.
<https://doi.org/10.1038/nrgastro.2013.119>
- Moore, K. J., & Shah, R. (2020). Introduction to the Obesity, Metabolic Syndrome, and CVD Compendium. *Circ Res*, 126(11), 1475-1476.
<https://doi.org/10.1161/CIRCRESAHA.120.317240>

- Morales-Marroquin, E., Kohl, H. W., 3rd, Knell, G., de la Cruz-Munoz, N., & Messiah, S. E. (2020). Resistance Training in Post-Metabolic and Bariatric Surgery Patients: a Systematic Review. *Obes Surg*, 30(10), 4071-4080. <https://doi.org/10.1007/s11695-020-04837-1>
- Mundbjerg, L. H., Stolberg, C. R., Bladbjerg, E. M., Funch-Jensen, P., Juhl, C. B., & Gram, B. (2018). Effects of 6 months supervised physical training on muscle strength and aerobic capacity in patients undergoing Roux-en-Y gastric bypass surgery: a randomized controlled trial. *Clin Obes*, 8(4), 227-235. <https://doi.org/10.1111/cob.12256>
- Mundbjerg, L. H., Stolberg, C. R., Cecere, S., Bladbjerg, E. M., Funch-Jensen, P., Gram, B., & Juhl, C. B. (2018). Supervised Physical Training Improves Weight Loss After Roux-en-Y Gastric Bypass Surgery: A Randomized Controlled Trial. *Obesity (Silver Spring)*, 26(5), 828-837. <https://doi.org/10.1002/oby.22143>
- Nakamura, K., Fuster, J. J., & Walsh, K. (2014). Adipokines: a link between obesity and cardiovascular disease. *J Cardiol*, 63(4), 250-259. <https://doi.org/10.1016/j.jjcc.2013.11.006>
- Nedeljkovic-Arsenovic, O., Banovic, M., Radenkovic, D., Rancic, N., Polovina, S., Micic, D., & Nedeljkovic, I. (2019). The Amount of Weight Loss Six Months after Bariatric Surgery: It Makes a Difference. *Obes Facts*, 12(3), 281-290. <https://doi.org/10.1159/000499387>
- Nedeljkovic-Arsenovic, O., Banovic, M., Radenkovic, D., Rancic, N., Polovina, S., Micic, D., & Nedeljkovic, I. (2020). Five-Year Outcomes in Bariatric Surgery Patients. *Medicina (Kaunas)*, 56(12). <https://doi.org/10.3390/medicina56120669>
- Noria, S. F., Shelby, R. D., Atkins, K. D., Nguyen, N. T., & Gadde, K. M. (2023). Weight Regain After Bariatric Surgery: Scope of the Problem, Causes, Prevention, and Treatment. *Curr Diab Rep*, 23(3), 31-42. <https://doi.org/10.1007/s11892-023-01498-z>
- Nuttall, F. Q. (2015). Body Mass Index: Obesity, BMI, and Health: A Critical Review. *Nutr Today*, 50(3), 117-128. <https://doi.org/10.1097/NT.0000000000000092>

- Oh, D. J., Hong, H. O., & Lee, B. A. (2016). The effects of strenuous exercises on resting heart rate, blood pressure, and maximal oxygen uptake. *J Exerc Rehabil*, 12(1), 42-46. <https://doi.org/10.12965/jer.150258>
- Oppert, J. M., Bellicha, A., van Baak, M. A., Battista, F., Beaulieu, K., Blundell, J. E., Carraca, E. V., Encantado, J., Ermolao, A., Pramono, A., Farpour-Lambert, N., Woodward, E., Dicker, D., & Busetto, L. (2021). Exercise training in the management of overweight and obesity in adults: Synthesis of the evidence and recommendations from the European Association for the Study of Obesity Physical Activity Working Group. *Obes Rev*, 22 Suppl 4(Suppl 4), e13273. <https://doi.org/10.1111/obr.13273>
- Pagoto, S. L., & Appelhans, B. M. (2013). A call for an end to the diet debates. *JAMA*, 310(7), 687-688. <https://doi.org/10.1001/jama.2013.8601>
- Pati, S., Irfan, W., Jameel, A., Ahmed, S., & Shahid, R. K. (2023). Obesity and Cancer: A Current Overview of Epidemiology, Pathogenesis, Outcomes, and Management. *Cancers (Basel)*, 15(2). <https://doi.org/10.3390/cancers15020485>
- Rissanen, P., Franssila-Kallunki, A., & Rissanen, A. (2001). Cardiac parasympathetic activity is increased by weight loss in healthy obese women. *Obes Res*, 9(10), 637-643. <https://doi.org/10.1038/oby.2001.84>
- Ross, R., Dagnone, D., Jones, P. J., Smith, H., Paddags, A., Hudson, R., & Janssen, I. (2000). Reduction in obesity and related comorbid conditions after diet-induced weight loss or exercise-induced weight loss in men. A randomized, controlled trial. *Ann Intern Med*, 133(2), 92-103. <https://doi.org/10.7326/0003-4819-133-2-200007180-00008>
- Safaei, M., Sundararajan, E. A., Driss, M., Boulila, W., & Shapi'i, A. (2021). A systematic literature review on obesity: Understanding the causes & consequences of obesity and reviewing various machine learning approaches used to predict obesity. *Comput Biol Med*, 136, 104754. <https://doi.org/10.1016/j.compbiomed.2021.104754>

- Sampalis, J. S., Sampalis, F., & Christou, N. (2006). Impact of bariatric surgery on cardiovascular and musculoskeletal morbidity. *Surg Obes Relat Dis*, 2(6), 587-591. <https://doi.org/10.1016/j.soard.2006.08.006>
- Schauer, P. R., Bhatt, D. L., Kirwan, J. P., Wolski, K., Aminian, A., Brethauer, S. A., Navaneethan, S. D., Singh, R. P., Pothier, C. E., Nissen, S. E., Kashyap, S. R., & Investigators, S. (2017). Bariatric Surgery versus Intensive Medical Therapy for Diabetes - 5-Year Outcomes. *N Engl J Med*, 376(7), 641-651. <https://doi.org/10.1056/NEJMoa1600869>
- Schwingshackl, L., Dias, S., Strasser, B., & Hoffmann, G. (2013). Impact of different training modalities on anthropometric and metabolic characteristics in overweight/obese subjects: a systematic review and network meta-analysis. *PLoS One*, 8(12), e82853. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0082853>
- Shah, M., Snell, P. G., Rao, S., Adams-Huet, B., Quittner, C., Livingston, E. H., & Garg, A. (2011). High-volume exercise program in obese bariatric surgery patients: a randomized, controlled trial. *Obesity (Silver Spring)*, 19(9), 1826-1834. <https://doi.org/10.1038/oby.2011.172>
- Shimabukuro, M., Kozuka, C., Taira, S., Yabiku, K., Dagvasumberel, M., Ishida, M., Matsumoto, S., Yagi, S., Fukuda, D., Yamakawa, K., Higa, M., Soeki, T., Yoshida, H., Masuzaki, H., & Sata, M. (2013). Ectopic fat deposition and global cardiometabolic risk: new paradigm in cardiovascular medicine. *J Med Invest*, 60(1-2), 1-14. <https://doi.org/10.2152/jmi.60.1>
- Sigal, R. J., Kenny, G. P., Boule, N. G., Wells, G. A., Prud'homme, D., Fortier, M., Reid, R. D., Tulloch, H., Coyle, D., Phillips, P., Jennings, A., & Jaffey, J. (2007). Effects of aerobic training, resistance training, or both on glycemic control in type 2 diabetes: a randomized trial. *Ann Intern Med*, 147(6), 357-369. <https://doi.org/10.7326/0003-4819-147-6-200709180-00005>
- Simmonds, M., Llewellyn, A., Owen, C. G., & Woolacott, N. (2016). Predicting adult obesity from childhood obesity: a systematic review and meta-analysis. *Obes Rev*, 17(2), 95-107. <https://doi.org/10.1111/obr.12334>

- Song, C., Gong, W., Ding, C., Yuan, F., Zhang, Y., Feng, G., Chen, Z., & Liu, A. (2019). Physical activity and sedentary behavior among Chinese children aged 6-17 years: a cross-sectional analysis of 2010-2012 China National Nutrition and health survey. *BMC Public Health*, *19*(1), 936. <https://doi.org/10.1186/s12889-019-7259-2>
- Srinivasan, M., Thangaraj, S. R., Arzoun, H., Thomas, S. S., & Mohammed, L. (2022). The Impact of Bariatric Surgery on Cardiovascular Risk Factors and Outcomes: A Systematic Review. *Cureus*, *14*(3), e23340. <https://doi.org/10.7759/cureus.23340>
- Strasser, B., Arvandi, M., & Siebert, U. (2012). Resistance training, visceral obesity and inflammatory response: a review of the evidence. *Obes Rev*, *13*(7), 578-591. <https://doi.org/10.1111/j.1467-789X.2012.00988.x>
- Syn, N. L., Cummings, D. E., Wang, L. Z., Lin, D. J., Zhao, J. J., Loh, M., Koh, Z. J., Chew, C. A., Loo, Y. E., Tai, B. C., Kim, G., So, J. B., Kaplan, L. M., Dixon, J. B., & Shabbir, A. (2021). Association of metabolic-bariatric surgery with long-term survival in adults with and without diabetes: a one-stage meta-analysis of matched cohort and prospective controlled studies with 174 772 participants. *Lancet*, *397*(10287), 1830-1841. [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(21\)00591-2](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(21)00591-2)
- Tabata, I. (2019). Tabata training: one of the most energetically effective high-intensity intermittent training methods. *J Physiol Sci*, *69*(4), 559-572. <https://doi.org/10.1007/s12576-019-00676-7>
- Tak, Y. J., & Lee, S. Y. (2021). Anti-Obesity Drugs: Long-Term Efficacy and Safety: An Updated Review. *World J Mens Health*, *39*(2), 208-221. <https://doi.org/10.5534/wjmh.200010>
- Tardif, I., Auclair, A., Piche, M. E., Biertho, L., Marceau, S., Hould, F. S., Biron, S., Lebel, S., Lescelleur, O., & Poirier, P. (2020). Impact of a 12-Week Randomized Exercise Training Program on Lipid Profile in Severely Obese Patients Following Bariatric Surgery. *Obes Surg*, *30*(8), 3030-3036. <https://doi.org/10.1007/s11695-020-04647-5>
- Tettero, O. M., Aronson, T., Wolf, R. J., Nuijten, M. A. H., Hopman, M. T. E., & Janssen, I. M. C. (2018). Increase in Physical Activity After Bariatric

- Surgery Demonstrates Improvement in Weight Loss and Cardiorespiratory Fitness. *Obes Surg*, 28(12), 3950-3957.
<https://doi.org/10.1007/s11695-018-3439-x>
- Trujillo-Garrido, N., & Santi-Cano, M. J. (2022). Motivation and Limiting Factors for Adherence to Weight Loss Interventions among Patients with Obesity in Primary Care. *Nutrients*, 14(14). <https://doi.org/10.3390/nu14142928>
- van Baak, M. A., Pramono, A., Battista, F., Beaulieu, K., Blundell, J. E., Busetto, L., Carraca, E. V., Dicker, D., Encantado, J., Ermolao, A., Farpour-Lambert, N., Woodward, E., Bellicha, A., & Oppert, J. M. (2021). Effect of different types of regular exercise on physical fitness in adults with overweight or obesity: Systematic review and meta-analyses. *Obes Rev*, 22 Suppl 4(Suppl 4), e13239. <https://doi.org/10.1111/obr.13239>
- Vekic, J., Zeljkovic, A., Stefanovic, A., Jelic-Ivanovic, Z., & Spasojevic-Kalimanovska, V. (2019). Obesity and dyslipidemia. *Metabolism*, 92, 71-81. <https://doi.org/10.1016/j.metabol.2018.11.005>
- Wasmund, S. L., Owan, T., Yanowitz, F. G., Adams, T. D., Hunt, S. C., Hamdan, M. H., & Litwin, S. E. (2011). Improved heart rate recovery after marked weight loss induced by gastric bypass surgery: two-year follow up in the Utah Obesity Study. *Heart Rhythm*, 8(1), 84-90.
<https://doi.org/10.1016/j.hrthm.2010.10.023>
- Waters, D. L., Aguirre, L., Gurney, B., Sinacore, D. R., Fowler, K., Gregori, G., Armamento-Villareal, R., Qualls, C., & Villareal, D. T. (2022). Effect of Aerobic or Resistance Exercise, or Both, on Intermuscular and Visceral Fat and Physical and Metabolic Function in Older Adults With Obesity While Dieting. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci*, 77(1), 131-139.
<https://doi.org/10.1093/gerona/glab111>
- Welbourn, R., Hollyman, M., Kinsman, R., Dixon, J., Liem, R., Ottosson, J., Ramos, A., Vage, V., Al-Sabah, S., Brown, W., Cohen, R., Walton, P., & Himpens, J. (2019). Bariatric Surgery Worldwide: Baseline Demographic Description and One-Year Outcomes from the Fourth IFSO Global Registry Report 2018. *Obes Surg*, 29(3), 782-795.
<https://doi.org/10.1007/s11695-018-3593-1>

- WHO. (2016). *Obesity and overweight*. World Health Organization
<https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/obesity-and-overweight>
- Williams, P. T. (2001). Physical fitness and activity as separate heart disease risk factors: a meta-analysis. *Med Sci Sports Exerc*, 33(5), 754-761.
<https://doi.org/10.1097/00005768-200105000-00012>
- Willis, L. H., Slentz, C. A., Bateman, L. A., Shields, A. T., Piner, L. W., Bales, C. W., Houmard, J. A., & Kraus, W. E. (2012). Effects of aerobic and/or resistance training on body mass and fat mass in overweight or obese adults. *J Appl Physiol (1985)*, 113(12), 1831-1837.
<https://doi.org/10.1152/jappphysiol.01370.2011>
- Woo Baidal, J. A., & Lavine, J. E. (2016). The intersection of nonalcoholic fatty liver disease and obesity. *Sci Transl Med*, 8(323), 323rv321.
<https://doi.org/10.1126/scitranslmed.aad8390>
- Younossi, Z. M., Koenig, A. B., Abdelatif, D., Fazel, Y., Henry, L., & Wymer, M. (2016). Global epidemiology of nonalcoholic fatty liver disease-Meta-analytic assessment of prevalence, incidence, and outcomes. *Hepatology*, 64(1), 73-84. <https://doi.org/10.1002/hep.28431>
- Yumuk, V., Tsigos, C., Fried, M., Schindler, K., Busetto, L., Micic, D., Toplak, H., & Obesity Management Task Force of the European Association for the Study of, O. (2015). European Guidelines for Obesity Management in Adults. *Obes Facts*, 8(6), 402-424. <https://doi.org/10.1159/000442721>
- Zhou, N., Scoubeau, C., Forton, K., Loi, P., Closset, J., Deboeck, G., Moraine, J. J., Klass, M., & Faoro, V. (2022). Lean Mass Loss and Altered Muscular Aerobic Capacity after Bariatric Surgery. *Obes Facts*, 15(2), 248-256. <https://doi.org/10.1159/000521242>