



Comparação do efeito de diferentes intervenções de exercício nos níveis de atividade física em doentes submetidos a 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, e com as alterações introduzidas pelo Decreto-Lei nº 27/2021, de 16 de abril

Orientador: Prof. Doutor Hélder Fonseca

Coorientador: Mestre Tiago Lopes Montanha

Joana Rita Veiga de Sousa

2024

Sousa, J. R. V. (2024). Comparação do efeito de diferentes intervenções de exercício nos Níveis de Atividade Física em Doentes submetidos a 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; treino resistido; treino de endurance; atividade física

Agradecimentos

A vida é feita de conquistas e aprendizagens. Uma das conquistas mais importantes são as pessoas que conhecemos no nosso caminho, de quem levamos um bocadinho e que nos tornam seres humanos melhores. A estas pessoas, temos de reconhecer e agradecer o sua devido contribuição.

Primeiramente gostaria de agradecer a Dr. Professora Maria Paula Santos por orientar este ciclo de estudos e criar as melhores condições para nós alunos.

Ao Dr. professor Hélder Fonseca, que desde o primeiro dia de aulas de mestrado nos orientou ao sucesso e que sem dúvidas algumas fez deste mestrado uma experiência melhor. Os meus sinceros agradecimentos por aceitar orientar esta dissertação e acima de tudo pela disponibilidade constante de ajudar e ensinar.

Era impossível fazer esta dissertação sem o projeto BariOptimize e o professor Tiago Montanha, a quem agradeço a oportunidade de participar num projeto destas dimensões e por ajudar-me a tornar uma profissional melhor.

As minhas melhores amigas Márcia, Diana e Andreia, um obrigado nunca vai chegar por todas as vezes que me ouviram sem perceberem nada da área e por todas as vezes que me deram a mão quando as coisas não corriam como planeado. A parte mais bonita da minha história é sem dúvida a nossa amizade.

Por último, mas não menos importante, queria agradecer aos meus pais e ao meu irmão, por me tornarem na pessoa que sou hoje. Nos últimos 23 anos, foram vários os altos e baixos e apesar do sucesso ou do insucesso, nunca me deixaram cair. Tudo o que conquistei até agora é para vocês.

Índice	
Índice de Anexos	VI
Resumo	VII
Abstract.....	VIII
Lista de abreviaturas	IX
1. Introdução.....	10
Revisão da Literatura.....	11
1.1. Epidemiologia da obesidade e comorbilidades associadas.....	11
1.2. Tratamento da obesidade.....	14
1.3. Cirurgia Bariátrica.....	16
1.4. Perda de peso sub-ótima após cirurgia bariátrica	18
1.5. Avaliação da Atividade Física	19
1.6. Papel da atividade física e do exercício físico após cirurgia bariátrica	22
2. Objetivo do estudo.....	25
3. Materiais e métodos	26
3.2. Recrutamento dos participantes	26
3.3. Randomização.....	27
3.4. Divisão dos momentos de avaliação	28
3.5. Avaliação do estado de saúde geral e nível de prontidão pré-exercício.....	28
3.6. Atividade física diária.....	29
3.7. Sessões de Treino.....	30
3.8. Programa de treino.....	30
3.8.1. Grupo de exercício de endurance.....	31
3.8.2. Grupo de exercício resistido	33
4. Resultados.....	36
5. Discussão	42
6. Conclusões	45
7. ANEXOS.....	46
8. Referências	50

Índice de Tabelas

Tabela 1 - Divisão das avaliações	28
Tabela 2 - características dos microciclos do programa de intervenção.	32
Tabela 3 - divisão dos treinos	33
Tabela 4 - Características do Treino Resistido	34
Tabela 5 - características demográficas, antropométricas, pressão arterial e aptidão cardiorrespiratória dos grupos endurance e resistido no momento pré-intervenção.....	37
Tabela 6 - Variáveis antropométricas, de composição corporal e de atividade física diária	37

Índice de Anexos

ANEXO 1 – Descrição do estudo	47
ANEXO 2 – Questionário Pré-exercício	48
ANEXO 3 – Declaração de consentimento informado.....	49

Resumo

Nas últimas décadas, a obesidade tornou-se um grave problema de saúde pública, afetando um elevado e crescente número de doentes, de diferentes faixas etárias (Jones et al., 2012). Devido à ausência de estratégias adequadas de tratamento e ao crescente número de doentes com obesidade severa, a cirurgia bariátrica ganhou, particularmente nas últimas duas décadas, uma enorme preponderância no tratamento de doentes com obesidade severa, permitindo atingir perdas de peso em excesso até 70% (O'Brien, 2000). Contudo, apesar das elevadas taxas de sucesso, continua a existir uma percentagem entre 5% a 20% de doentes que reganham peso de forma significativa após a cirurgia bariátrica (Heymsfield & Wadden, 2017). Para aumentar o sucesso da cirurgia bariátrica na redução do excesso de peso e mitigação das comorbilidades associadas à obesidade, é recomendado que os doentes adiram a um estilo de vida fisicamente ativo através do aumento da atividade física diária e participação regular em exercício físico estruturado. Contudo, não existe adequada evidência na literatura relativamente ao potencial efeito que a realização de diferentes tipos de exercício possa ter nos níveis de atividade física diária destes doentes. O objetivo do presente estudo foi comparar o efeito de dois tipos de treino distintos, um baseado em exercício de endurance e outro em exercício resistido, nos níveis de atividade física diária de doentes com obesidade previamente submetidos a cirurgia bariátrica. Para tal, foi realizado um ensaio clínico randomizado com dois grupos com a duração de 16 semanas em que cada grupo realizou 3 sessões de treino semanais, com 1 hora de duração. Imediatamente antes e após a intervenção foi avaliado o número de passos diários e a estimativa de dispêndio energético diário. Os resultados sugerem que não existe qualquer efeito distinto estatisticamente significativo dos dois tipos de treino nos níveis de atividade física diária dos doentes previamente submetidos a cirurgia bariátrica.

PALAVRAS-CHAVE: CIRURGIA BARIÁTRICA; TREINO RESISTIDO; TREINO DE ENDURANCE; ATIVIDADE FÍSICA

Abstract

In recent decades, obesity has become a serious public health problem, affecting a large and growing number of patients of different age groups (Jones et al., 2012). Due to the absence of adequate treatment strategies and the growing number of patients with severe obesity, bariatric surgery has gained, particularly in the last two decades, an enormous preponderance in the treatment of patients with severe obesity, allowing excess weight loss of up to 70% to be achieved (O'Brien, 2000). However, despite the high success rates, there is still a percentage between 5% and 20% of patients who regain weight significantly after bariatric surgery (Heymsfield & Wadden, 2017). To increase the success of bariatric surgery in reducing excess weight and mitigating comorbidities associated with obesity, it is recommended that patients adhere to a physically active lifestyle by increasing daily physical activity and regular participation in structured physical exercise. However, there is no adequate evidence in the literature regarding the potential effect that the performance of different types of exercise may have on the levels of daily physical activity of these patients. The aim of the present study was to compare the effect of two different types of training, one based on endurance exercise and the other on resistance exercise, on the levels of daily physical activity of patients with obesity who had previously undergone bariatric surgery. To this end, a randomized clinical trial was carried out with two groups lasting 16 weeks in which each group performed 3 weekly training sessions, lasting 1 hour. Immediately before and after the intervention, the number of daily steps and the estimated daily energy expenditure were evaluated. The results suggest that there is no statistically significant distinct effect of the two types of training on the daily physical activity levels of patients previously undergoing bariatric surgery.

KEYWORDS: BARIATRIC SURGERY; RESISTANCE TRAINING; ENDURANCE TRAINING; PHYSICAL ACTIVITY

Lista de abreviaturas

IMC – índice de massa corporal

WHO - World Health Organization

CB – cirurgia bariátrica

RYGB - Bypass gástrico em Y-de-Roux

OMS – organização mundial de saúde

CRIO – Centro de responsabilidade integrado para o tratamento da obesidade

CHSJ – Centro Hospitalar Universitário de São João

FADEUP – Faculdade de Desporto da Universidade do Porto

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

FC – frequência cardíaca

1 RM – Repetição máxima

VO₂max – consumo máximo de oxigénio

TR - treino resistido

TE - treino de endurance

1. Introdução

A obesidade, continua o seu aumento globalmente, com aproximadamente mais de 2 biliões de pessoas afetadas (Caballero, 2019). Com o aumento de doentes com obesidade, aumenta também o número de cirurgias bariátricas realizadas. A cirurgia bariátrica é considerada como o método mais eficaz no tratamento da obesidade (Hua et al., 2022). Contudo, apesar do seu sucesso, continuam a existir muitos de doentes que não atingem o peso ideal após a cirurgia (Bradley et al., 2016).

Estudos prévios indicam que níveis mais elevados de atividade física podem potenciar as perdas de peso após a realização de cirurgia bariátrica (Tabesh et al., 2023). Apesar destas evidencias, são necessárias mais investigações de forma a complementar os resultados obtidos previamente. O presente estudo tem como objetivo comparar o efeito de dois tipos de treino nos níveis de atividade física diária de doentes com obesidade previamente submetidos a cirurgia bariátrica e que tiveram perda de peso sub-ótima.

Os capítulos deste trabalho, dividem-se, primeiramente pela introdução, cujo principal objetivo é contextualizar o leitor sobre o presente documento. Posteriormente, é apresentada a revisão da literatura, que expõem as evidencias científicas que sustentam as hipóteses e lacunas deste estudo. De seguida, no capítulo dos métodos, é descrito de forma pormenorizada o desenho do estudo e os métodos utilizados. De seguida o capítulo dos resultados, onde são descritos os resultados obtidos. No final é apresentada a discussão, onde os resultados obtidos são analisados e enquadrados com a evidencia científica existente e as conclusões finais do trabalho.

Revisão da Literatura

1.1. Epidemiologia da obesidade e comorbilidades associadas

Por definição, a obesidade é uma doença metabólica crónica, multifatorial de carácter complexo, caracterizada pela acumulação excessiva de gordura e que é diagnosticada através de um índice de massa corporal (IMC) de 30kg/m² ou superior (World Health Organization 2024).

A obesidade surge de um desequilíbrio energético crónico entre as calorias ingeridas e as calorias despendidas pelo indivíduo o que resulta num balanço energético positivo crónico e, por consequência, origina o aumento excessivo de peso (Hruby & Hu, 2015). É uma doença multifatorial que depende da presença de predisposição genética, influências ambientais, hábitos alimentares, níveis de atividade física, prática de exercício físico, fatores socioeconómicos e fatores psicológicos. É uma doença complexa e que necessita de uma compreensão global da sua etiologia e fisiopatologia para que seja possível um tratamento adequado e eficaz (Safaei et al., 2021). A obesidade, apesar de ser uma condição de saúde evitável, é atualmente considerada como a quinta causa de morte mais comum mundialmente, sendo hoje em dia considerada uma epidemia global devido ao elevado número de doentes afetados (Safaei et al., 2021).

De uma forma geral, nas últimas décadas, por todo o mundo e em todas as faixas etárias, houve um aumento generalizado do IMC da população. Adicionalmente, foi também observada uma diminuição da percentagem de indivíduos abaixo do peso adequado. Estas tendências globais, indicam uma necessidade crescente de monitorizar e implementar intervenções eficazes para o tratamento da epidemia da obesidade (Abarca-Gómez et al., 2017). Estima-se ainda que até 2030 mais de 20% da população adulta mundial tenha obesidade. Atualmente, uma em cada três pessoas tem excesso de peso (Hruby & Hu, 2015).

Portugal apresenta-se como um dos países da Europa com maior prevalência de obesidade. Dados de 2015 mostram que 67,7% da população, com idades entre os 25 e os 74 anos, têm obesidade ou excesso de peso (Gaio et al., 2018). Ainda na população portuguesa, observa-se que a prevalência de obesidade é

mais elevada em mulheres e o excesso de peso é mais prevalente no sexo masculino. De forma geral a faixa etária mais afetada é entre os 55 e os 64 anos (Gaio et al., 2018).

O excesso de peso está associado a um maior risco de desenvolvimento de várias doenças crónicas como, diabetes melitos, doenças cardiovasculares, vários tipos de cancro, entre outras (World Health Organization 2024). Segundo (Lobstein et al., 2024) 4 milhões de mortes em todo o mundo ocorreram em indivíduos com IMC acima dos 25kg/m² e que sofriam de uma ou mais doenças relacionadas com a obesidade.

1.1.1. Obesidade e doenças cardiovasculares

A obesidade tem um elevado impacto negativo no sistema cardiovascular, produzindo alterações estruturais e adaptações funcionais que frequentemente são mal adaptativas e conduzem gradualmente ao surgimento de várias patologias cardiovasculares. Com as alterações no peso, o sistema cardiovascular procura manter a homeostasia, sendo necessário um maior volume sistólico, devido ao aumento de volume sanguíneo. Esta sobrecarga crónica ao longo do tempo contribui, entre outros fatores, para uma remodelação ventricular (Bastien et al., 2014). Contudo, o principal efeito negativo da obesidade no desenvolvimento de doenças cardiovasculares deve-se ao desenvolvimento de hipertensão arterial, aos elevados níveis de glicose no sangue e ao elevado colesterol circulante, em particular o colesterol LDL, e ao efeito significativo destes fatores de risco no desenvolvimento de disfunção endotelial e doença cardiovascular (Bakhtiyari et al., 2022).

Perdas de peso entre 2-5% levam frequentemente a melhorias nos níveis de triglicéridos sanguíneos bem como a melhorias na pressão arterial sistólica. Em relação à pressão arterial diastólica e ao colesterol HDL, estes fatores de risco apresentam tipicamente melhorias com perdas de peso entre os 5-10%. Estes dados sugerem que existe uma relação linear entre a magnitude da perda de peso e a melhoria dos vários fatores de risco associados à obesidade (Wing et al., 2011).

1.1.2. Obesidade e Diabetes

A diabetes melitos tipo 2 é caracterizada essencialmente por um aumento da resistência à ação da insulina em vários órgãos, nomeadamente o tecido adiposo, músculo esquelético e fígado. Esta incapacidade da insulina sinalizar adequadamente a sua ação nas células destes tecidos faz com que os mesmos respondam inadequadamente à insulina, o que leva a consequências metabólicas e cardiovasculares negativas a curto e a longo prazo. Adicionalmente, na diabetes melitos tipo 2, tende a ocorrer gradualmente redução da função secretora de insulina pelas células β -pancreáticas o que agrava a disfunção metabólica já decorrente do aumento da resistência periférica à insulina (Galicia-Garcia et al., 2020).

Estima-se que 85,2% da população portadora de diabetes melitos do tipo 2 tenha obesidade, o que mostra a influência da obesidade e do excesso de peso na fisiopatologia da diabetes melitos (Centers for Disease Control and Prevention (CDC), 2004). Segundo Tuomilehto et al., 2001 uma perda de peso entre 6 a 7% pode reduzir a incidência de diabetes melitos tipo 2 até 58%.

1.1.3. Obesidade e cancro

A fisiopatologia do cancro envolve o crescimento anormal de células com características atípicas e que podem surgir em qualquer estrutura do organismo (Roy & Saikia, 2016). A transformação de células normais em células tumorais envolve fatores iniciadores e fatores promotores e, em grande medida, ocorre quando há incapacidade das células do sistema imunitário em identificar e destruir eficazmente as células neoplásicas (Hanahan & Weinberg, 2011). Existem vários mecanismos promotores da formação de células neoplásicas, sendo um deles a inflamação crónica associada à expansão e disfunção do tecido adiposo, típica em doentes com obesidade. A identificação destes indivíduos, permite um tratamento precoce através da redução da quantidade de tecido adiposo e consequentemente a redução da probabilidade do desenvolvimento de cancro (Iyengar et al., 2016). Estima-se que, mundialmente, cerca 11,9% de homens e 13,1% de mulheres, desenvolvem doenças neoplásicas devido à presença de obesidade (Avgerinos et al., 2019). A perda de peso está associada a uma

redução significativa do risco de desenvolvimento de cancro, assim como a um menor risco de mortalidade associado ao cancro (Avgerinos et al., 2019).

1.1.4. Obesidade e doenças respiratórias

O sistema respiratório é também afetado negativamente pela obesidade. Esta patologia pode agravar patologias respiratórias já existentes bem como desencadear novas patologias. Segundo (Xanthopoulos & Tapia, 2017) a asma e a apneia obstrutiva do sono, são doenças muito prevalentes em doentes com obesidade. Os doentes com síndrome de apneia obstrutiva do sono são por isso frequentemente aconselhados a uma perda do peso corporal de 10% ou mais, de forma a impactar positivamente os sintomas de apneia. A perda de peso permite uma menor obstrução das vias aéreas condicionada pelo excesso de gordura corporal, permitindo dessa forma uma melhoria da patologia respiratória (Ryan & Yockey, 2017) bem como uma redução da inflamação sistémica o que favorece a diminuição da hiper-reatividade das vias respiratórias, típica dos doentes com asma.

1.2. Tratamento da obesidade

A perda de peso é recomendada a todos os doentes com obesidade ou excesso de peso. Estima-se que uma perda de 5% a 10% do peso corporal, possa resultar em melhorias significativas em grande parte das comorbilidades associadas à obesidade, tais como patologias cardiovasculares e metabólicas (Gadde, Martin, et al., 2018). São várias as estratégias aconselhadas para a perda de peso, sendo que a primeira linha de tratamento consiste na alteração de estilos de vida, o que inclui modificações nos hábitos alimentares e nos padrões de atividade física diária (Butryn et al., 2011). A alteração dos hábitos alimentares consiste em criar um défice calórico crónico sustentável, através de alterações na quantidade de alimentos ingeridos assim como na sua densidade energética. Para este tipo de intervenção é aconselhada supervisão de profissionais qualificados (Wiechert & Holzapfel, 2021).

Para além das mudanças alimentares, os hábitos comportamentais ligados aos níveis de atividade física e tempo sedentário devem ser tidos em conta. O aumento do tempo passado em atividade física moderada a vigorosa contribui para o tratamento da obesidade e das suas complicações associadas, assim como uma diminuição do tempo passado em atividades sedentárias. Estas mudanças comportamentais podem resultar numa perda de aproximadamente até 10% do peso corporal, contudo é expectável que ao fim de algum tempo haja uma tendência para o retorno ao peso inicial (Wadden et al., 2007). Intervenções desta natureza dependem do indivíduo e da sua adaptação ao programa de mudanças de estilo de vida. Frequentemente, as alterações propostas são muito difíceis de sustentar a longo prazo, devido as adaptações fisiológicas resultantes da redução de peso e também a fatores logísticos associados à vida diária (Wadden et al., 2020). A terapia farmacológica pode surgir como uma opção de tratamento, juntamente com as alterações de estilo de vida ou de forma isolada (Gadde, Apolzan, et al., 2018). Esta linha de tratamento pode resultar em reduções de 15% do peso corporal, sendo que alguns doentes atingem reduções de cerca de 25% do peso corporal com os tratamentos farmacológicos mais recentes (Wilding et al., 2021).

Existem vários mecanismos através dos quais a intervenção farmacológica pode contribuir para a redução do excesso de peso ou da obesidade. As principais classes de medicamentos disponíveis para o tratamento da obesidade atuam de forma a reduzir a ingestão calórica, aumentar a sensação de saciedade ou através da redução da absorção de nutrientes a nível gastrointestinal. Como todas as estratégias para a perda de peso, também a estratégia farmacológica apresenta algumas limitações, sendo a principal limitação o elevado custo de alguns fármacos mais recentes bem como o perfil de efeitos adversos de alguns dos fármacos mais antigos, o que pode limitar a adesão à terapêutica a longo prazo. A escolha alimentar do doente, é apresentada também como uma limitação deste tratamento, dado que a medicação não tem qualquer influência nos alimentos ingeridos. (Gadde & Pritham Raj, 2017). Contudo, estudos recentes mostram que os novos fármacos para o tratamento da obesidade, para além de reduzirem a ingestão alimentar,

reduzem também o apetite por alimentos com elevado teor de lípidos (Geisler et al., 2023). Esta opção de tratamento é frequentemente aplicada em doentes com um IMC $>30 \text{ kg/m}^2$ ou um IMC $>27 \text{ kg/m}^2$ quando o doente tem comorbilidades decorrentes da obesidade associadas, principalmente diabetes tipo 2 (Jensen et al., 2014).

1.3. Cirurgia Bariátrica

Devido às limitações e frequente insucesso a longo prazo das primeiras linhas de tratamento para a redução da obesidade, nomeadamente as alterações comportamentais e o tratamento farmacológico, é frequentemente necessário, em casos mais severos de obesidade, o recurso a cirurgia bariátrica (CB) que, a longo prazo, é o tratamento com a taxa de sucesso mais elevada (Arterburn et al., 2020). A CB, devidos aos seus elevados níveis de sucesso na magnitude de peso perdido traz vários efeitos benéficos à saúde dos doentes com obesidade severa. Numa primeira fase após a cirurgia, é frequentemente reportado pelos doentes um aumento da qualidade de vida, melhoria da saúde mental, particularmente na autoestima, ansiedade e depressão bem como uma melhoria das comorbilidades cardiometabólicas, respiratórias e músculo-esqueléticas associadas à obesidade (Sierżantowicz et al., 2022). Os doentes experienciam também benefícios físicos, tais como aumento da mobilidade, maiores níveis de energia reportada e menores níveis de dor crónica. Estas melhorias, por consequência, resultam frequentemente num aumento da sensação de bem-estar dos doentes, assim como um aumento dos níveis de atividade física diária (Askari et al., 2020).

Porém, é necessário cumprir alguns fatores de elegibilidade para a realização de CB. Em 1991 as orientações recomendavam que os doentes apresentassem um IMC $\geq 40 \text{ kg/m}^2$ ou $\geq 35 \text{ kg/m}^2$ se o doente apresentasse alguma comorbilidade associada à obesidade ("Gastrointestinal Surgery for Severe Obesity," 1991). Apesar destas recomendações ainda serem amplamente utilizadas, as novas normas orientadoras aconselham a que a cirurgia bariátrica possa ser proposta a doentes com IMC $\geq 30 \text{ kg/m}^2$,

nomeadamente em caso de diabetes melitos tipo 2 em que a hiperglicemia não está adequadamente controlada (Rubino et al., 2016)

O principal objetivo da CB é a redução e a manutenção do peso através da restrição da ingestão de alimentos, da diminuição da absorção dos nutrientes ingeridos e da alteração dos mecanismos de regulação da fome e saciedade que levam a uma diminuição voluntária da ingestão alimentar por parte dos doentes. Classicamente, os diferentes tipos de CB são classificados como restritivos, mal absorptivos ou mistos, de acordo com o mecanismo principal associado à perda de peso (Colquitt et al., 2014a). A CB tem evoluído ao longo, sobretudo, da última década e atualmente são utilizados na prática clínica várias técnicas de CB. Contudo, as técnicas cirúrgicas predominantes em todo o mundo são o *Bypass* gástrico em Y-de-Roux (RYGB) e o *Sleeve* gástrico (Angrisani et al., 2015).

1.3.1. RYGB

Em 1969 Mason e Ito, introduziram o método do bypass gástrico (MASON & ITO, 1969), que posteriormente foi modificado para o *Bypass* gástrico em Y-de-Roux (RYGB) que atualmente é realizado através de cirurgia laparoscópica. Do ponto de vista técnico, os principais passos desta cirurgia consistem na criação de uma pequena bolsa gástrica, com capacidade para cerca de 50 mL e uma gastroenterostomia para o intestino delgado que permite que os alimentos ingeridos não contactem com uma porção significativa do epitélio intestinal, reduzindo consequentemente a absorção de nutrientes. Esta é uma técnica mista, que restringe a ingestão de alimentos, devido à pequena bolsa gástrica formada, e que reduz a sua absorção ao longo do trato gastrointestinal (Colquitt et al., 2014b).

Estima-se que no primeiro ano após RYGB, haja uma diminuição de aproximadamente 70% do peso em excesso e numa educação significativa ou mesmo remissão das comorbilidades associadas com a obesidade (Ruban et al., 2019).

1.3.2. Sleeve gástrico

Esta técnica cirúrgica ganhou mais reconhecimento na última década devido à sua maior simplicidade e rapidez de execução comparativamente ao RYGB e às baixas taxas de complicações cirúrgicas associadas. O procedimento consiste na redução do estômago para aproximadamente 25% do seu volume inicial através de um corte vertical e exérese da grande curvatura gástrica, resultando sobretudo na restrição da ingestão alimentar (Colquitt et al., 2014b). Tal como no bypass gástrico, a perda de peso após a realização de Sleeve gástrico é de aproximadamente 70% do peso corporal em excesso. Habitualmente as perdas de peso verificadas após a cirurgia mantêm-se durante, pelo menos, 3 anos (Ruban et al., 2019).

1.4. Perda de peso sub-ótima após cirurgia bariátrica

Apesar das elevadas taxas de sucesso da CB, este não é um procedimento totalmente eficaz. Alguns doentes não atingem o peso esperado após cirurgia, sendo por isso considerado que atingiram apenas uma perda de peso sub-ótima. Estima-se que entre 10% a 30% dos doentes com obesidade que realizam CB não atingem a perda de peso desejada (Brethauer et al., 2013). Uma perda de peso sub-ótima define-se como uma perda inferior a 40% do peso corporal em excesso, num prazo de dois anos (Melton et al., 2008). Outra definição frequentemente utilizada é através da comparação do IMC atual com o IMC antes da cirurgia. Considera-se então uma perda de peso sub-ótima quando o IMC após a cirurgia é superior a 35 kg/m² quando os doentes apresentavam inicialmente IMC inferior a 50 kg/m² antes da cirurgia ou um IMC final superior a 40 kg/m² quando os doentes apresentavam antes da cirurgia um IMC superior 50 kg/m² (Biron et al., 2004).

Vários estudos procuram determinar as causas da perda de peso sub-ótima apresentada por um número significativo de doentes. As principais razões podem ser categorizadas em dois grupos principais: i) falhas do procedimento cirúrgico ou ii) fatores comportamentais do doente.

Na categoria da falha dos procedimentos, encontram-se englobados todos os problemas relacionados com os aspetos técnicos da cirurgia como, por exemplo, dilatação e aumento do volume da bolsa gástrica, entre outros (Noria et al., 2023). Os fatores de natureza comportamental, parecem ser a causa mais comum para os casos de perda de peso insuficiente após CB. Uma das hipóteses apresentada por (Nymo et al., 2022) sugere que esta perda de peso sub-ótima, pode estar associada aos hábitos alimentares disfuncionais dos doentes, nomeadamente maior tendência para a ingestão de alimentos ricos em gorduras e que resultam num maior consumo de calorias. Outro fator também frequentemente observado são os distúrbios psiquiátricos, principalmente depressão, compulsão alimentar e perda de controlo alimentar, que atingem entre 17% a 47% dos doentes com obesidade (Kalarchian et al., 2008). Estudos prévios referem ainda uma maior probabilidade de reganho de peso em doentes com IMC mais elevado antes da cirurgia e em indivíduos de uma faixa etária mais jovem (Magro et al., 2008; Shantavasinkul et al., 2016). Com base nestas evidências, é possível verificar que o reganho de peso após a CB é um problema relativamente prevalente e que, em grande medida, está associado a hábitos de vida diários após a cirurgia, nomeadamente hábitos alimentares e de atividade física habitual.

1.5. Avaliação da Atividade Física

Os benefícios da atividade física são bem conhecidos (Santos et al., 2009) assim como as consequências do tempo passado em atividade sedentária (Booth et al., 2012). Posto isto, é necessário conseguir avaliar os níveis de atividade física e os momentos passados em sedentarismo para poder intervir eficazmente relativamente às recomendações de atividade física da população. O método mais comum e utilizado para este efeito, são os questionários de autorrelato. Estes questionários baseiam-se na capacidade do indivíduo se recordar dos momentos em atividade física, que tiveram num determinado período ou que costumam ter habitualmente no dia-a-dia. Através destes questionários é possível inferir o tipo de atividade, sua duração e frequência dos momentos de

atividade e inatividade física. Este tipo de estratégia de avaliação é de fácil administração e tem um custo reduzido, contudo não são tão viáveis na categorização da intensidade das atividades em leves ou moderadas, bem como na avaliação do gasto energético associado à atividade física. Este tipo de estratégia apresenta melhores taxas de sucesso quando são utilizados em avaliações populacionais, com um grande número de sujeitos (Sylvia et al., 2014). Uma alternativa para obter dados auto reportados mais fiáveis e detalhados é através da aplicação de diários de atividade. Estes diários, consistem em questionários feitos em tempo real, em que o indivíduo preenche a informação ao longo do seu dia, com base na atividade física que realiza. Este tipo de abordagem permite uma menor margem de erro comparativamente aos questionários baseados em relato de atividades passadas (Sylvia et al., 2014).

Através da observação direta, também é possível avaliar a atividade física dos indivíduos. O método da observação direta consiste na análise, monitorização e registo da atividade física de outro indivíduo. Este tipo de método, apresenta desvantagens a nível do tempo gasto, na dificuldade em obter aprovação ética e por falta de objetividade já que não consegue avaliar a intensidade das atividades realizadas. Por outro lado, permite uma avaliação mais controlada pelo ambiente, pelo contexto e pelos detalhes (Hardy et al., 2013). É procedimento muito usado em crianças (McKenzie et al., 2000).

Os pedómetros fazem parte dos dispositivos que permitem uma avaliação direta da atividade física, permitindo por isso uma medição mais fiável e objetiva do comportamento motor. O aparelho é localizado geralmente na cintura e regista o número de passos efetuados através da aceleração vertical ou tridimensional (Bassett et al., 2010). São dispositivos simples, acessíveis e capazes de capturar os momentos de atividade física que por vezes não são registados através dos métodos referidos anteriormente. A utilização de pedómetros é um método mais preciso para detetar momentos de caminhada, corrida e atividade que envolva movimento vertical (Cleland et al., 2011). Como todos os métodos, o pedómetro também tem limitações, nomeadamente a incapacidade para detetar movimentos da parte superior do corpo, a não identificação do tipo de atividade, da intensidade, frequência ou duração dos

momentos de atividade. Para além disso, não conseguem armazenar grandes quantidades de informação (Tudor-Locke et al., 2002).

O método atualmente com maior exatidão na avaliação e caracterização da atividade física é o acelerómetro. Estes equipamentos medem a aceleração em tempo real, em três planos distintos e traduzem os dados obtidos em vários parâmetros quantificáveis (Freedson et al., 2005). Os acelerómetros são muito utilizados no cálculo do volume de atividade física e caracterização da intensidade e duração dos períodos de cada atividade. Os acelerómetros contam ainda com elevada precisão para atividades estáticas e dinâmicas e uma grande capacidade de armazenamento de informação (Tudor-Locke et al., 2010). Apesar disso têm algumas limitações, designadamente o facto de serem dispositivos dispendiosos e que exigem conhecimento técnico específico, hardware, software e programação especializada (Dishman, 1994).

Atualmente, as pulseiras e os relógios detetores de atividade física, são uma solução para as limitações de muitos dos métodos existentes. São dispositivos com bastante precisão na medição da atividade física, do gasto energético, e permitem ainda medir um conjunto, cada vez mais alargado de variáveis associadas como frequência cardíaca, temperatura, saturação periférica de O₂ e padrões de sono. Além destas vantagens são dispositivos de fácil utilização, convenientes, que permitem acompanhar o progresso ao longo do tempo e em tempo real e ainda oferecem incentivo motivacional através de pequenas mensagens ou definição de metas e objetivos. Contudo, por vezes, a precisão do aparelho varia com os diferentes tipos de atividade e, tal como os pedómetros, apresentam maior fiabilidade em atividades de caminhada ou corrida (Germini et al., 2022) (Feehan et al., 2018).

1.6. Papel da atividade física e do exercício físico após cirurgia bariátrica

Segundo Caspersen et al., 1985 atividade física, entende-se como todo o movimento corporal produzido pela atividade muscular, que tem como resultado dispêndio energético. A atividade física realizada diariamente é um componente extremamente importante no dispêndio energético diário total, que depende em grande medida da atividade laboral, hábitos de atividade física e exercício de lazer, mas considera-se que, na generalidade dos indivíduos sedentários, constitui apenas cerca de 20% a 30% do dispêndio energético diário total (Caspersen et al., 1985). O exercício físico é definido como uma forma de atividade física estruturada, organizada, planeada e repetida com intenção de melhorar ou manter uma ou várias componentes da aptidão física.

A prática regular de atividade física, resulta em melhorias na funcionalidade e estrutura de múltiplos órgãos e sistemas funcionais, como por exemplo melhorias a nível metabólico, na função cardiovascular e saúde mental. Realizar atividade física também é benéfico para melhorar a aptidão cardiorrespiratória, força e resistência muscular (Pojednic et al., 2022). Apesar da sua importância para a saúde e funcionalidade, os níveis de atividade física variam de pessoa para pessoa, de acordo com os seus estilos de vida e hábitos pessoais e profissionais. A organização mundial de saúde (OMS) recomenda que todos os adultos devem realizar atividade física regular, tendo como objetivo atingir pelo menos entre 150 e 300 minutos de atividade física aeróbica de intensidade moderada ao longo da semana ou pelo menos 75 a 150 minutos de atividade física aeróbica de intensidade vigorosa por semana WHO (2021).

Por outro lado, o comportamento sedentário, define-se como todas as atividades que envolvam pouco ou nenhum movimento físico (Tremblay et al., 2017). O sedentarismo está associado como um aumento do risco de desenvolvimento de obesidade (KATZMARZYK et al., 2019). Estudos prévios indicam que indivíduos com obesidade apresentam três vezes mais níveis baixos de inatividade física quando comparados com adultos normoponderais (Raiman

et al., 2023). Adicionalmente, adultos com obesidade participam menos em atividade física de intensidade moderada a vigorosa (Bora et al., 2024).

Segundo (Curran et al., 2023), adultos com obesidade e excesso de peso, apresentam falta de motivação, autoestima baixa e, frequentemente, problemas relacionados com saúde mental, que por consequência causam menos predisposição para a realização de atividade física. Após CB, os doentes reportaram frequentemente maior motivação para a realização de atividade física devido à perda de peso (Zabatiero et al., 2018). Contudo, estudos que avaliaram os níveis de atividade física de doentes com obesidade após CB, mostram que estes apresentam um nível diário muito baixo de atividade física, frequentemente não cumprindo com as recomendações da OMS (Coen et al., 2018), apesar do conhecimento acerca dos benefícios que os aumentos dos níveis de atividade física têm na melhoria da composição corporal (Carnero et al., 2017). Adicionalmente, são também de destacar as intervenções de exercício físico utilizadas no tratamento da obesidade e do reganho de peso após cirurgia bariátrica e que têm como objetivo aumentar os níveis de atividade física e de exercício físico dos participantes. As evidências disponíveis demonstram que, estas intervenções, quando aplicadas após a cirurgia, parecem auxiliar a diminuição do peso corporal e da massa gorda (Ren et al., 2018). Também é possível observar melhorias na aptidão cardiorrespiratória e na força muscular (Tettero et al., 2018). A densidade mineral óssea, que tende a diminuir de forma acentuada após a cirurgia bariátrica, também parece ter um menor decréscimo nos doentes que realizam exercício físico regular após a CB (Bellicha et al., 2021). Relativamente à massa magra, não existem evidências suficientes que demonstrem de forma evidente eficácia na prevenção da sua perda após a CB através da participação em programas de exercício físico estruturado (Bellicha et al., 2018). Apesar do efeito do exercício beneficiar os doentes na manutenção da massa magra, o exercício não parece contrariar de forma eficaz a perda geral de massa magra após a CB (Boppre et al., 2022).

Outro dos benefícios do exercício após cirurgia, é a melhoria na sensibilidade à insulina.(Schauer et al., 2003) De facto, realizar cerca de 120

minutos de exercício semanal parece poder melhorar até 30% a sensibilidade periférica à insulina. De forma geral, tende a ocorrer uma melhoria de quase todos os fatores de risco cardiovasculares e metabólicos no doente com obesidade que realiza exercício físico (Lanza, 2015).

A prática de treino resistido, promove um aumento de força muscular, a médio e longo prazo após CB, resultando, conseqüentemente em melhorias da condição física. Estas melhorias estão associadas com melhor desempenho em atividades da vida diária, redução do risco de quedas e contribuem para a prevenção do risco de ganho de peso (Oliveira et al., 2021).

De acordo com (Woodlief et al., 2015), doentes submetidos a um programa de exercício aeróbico com um volume de pelo menos 185 minutos por semana, apresentaram melhorias no sistema cardiorrespiratório, no consumo máximo de oxigênio (VO_{2max}) absoluto e relativizado à massa isenta de gordura. Por consequência, o exercício nestes doentes contribui para um menor risco de mortalidade por todas as causas e por doenças cardiovasculares. Estas evidências demonstram o efeito e o valor terapêutico que intervenções estruturadas de exercício e atividade física podem proporcionar. Porém é necessário criar recomendações específicas para esta população, como por exemplo relativamente ao tipo de treino, frequência, volume e intensidade, no sentido de otimizar os ganhos em saúde proporcionados pela CB e reduzir o risco de desenvolvimento de algumas das suas complicações mais frequentes a longo prazo (Coen et al., 2018).

2. Objetivo do estudo

Com base na análise da introdução, a obesidade é apresentada como um problema de saúde com predominância nos dias de hoje. O número de doentes portadores de obesidade tem aumentado significativamente e estimasse que no futuro continue a aumentar. Com o aumento desta tendência é necessário desenvolver estratégias, que permitam a diminuição do peso e a sua manutenção, principalmente nos doentes pós-cirurgia bariátrica, permitindo otimizar os benefícios da CB.

A atividade física demonstra um papel crucial na manutenção da perda de peso, assim como melhorias na composição corporal e na condição física. Contudo, apesar destas melhorias, ainda não é consensual qual o tipo de intervenção de treino é mais adequado para o aumento dos níveis de atividade física.

Assim sendo, o objetivo deste estudo é comparar o efeito de diferentes intervenções de exercício, resistido e endurance, nos níveis de atividade física em doentes submetidos a CB.

3. Materiais e métodos

3.1. Desenho do estudo

Este estudo consistiu num ensaio clínico randomizado realizado em adultos de ambos os géneros com obesidade e que foram previamente submetidos a CB (*sleeve* gástrico ou *bypass* gástrico em Y-de-Roux). Os participantes foram alocados num rácio de 1:1 em dois grupos, sendo que cada grupo participou num programa de intervenção de exercício supervisionado durante 16 semanas, 3x/semana, durante 1h. Um dos grupos foi submetido a uma intervenção baseada em treino resistido, enquanto o outro grupo foi submetido a uma intervenção baseada em treino de endurance.

3.2. Recrutamento dos participantes

A identificação dos possíveis participantes que poderiam integrar o estudo foi feita a partir de uma lista de doentes submetidos a CB no Centro de Responsabilidade Integrado para o tratamento da Obesidade (CRIO), do Centro Hospitalar Universitário de São João (CHSJ), entre 02/01/2020 e 30/01/2021. Desta lista, foram selecionados os doentes que tinham sido submetidos a CB primária, através da técnica de *bypass* gástrico em Y-de-Roux ou *sleeve* gástrico. Todos os doentes que tivessem uma idade superior a 65 anos até ao final de maio de 2023 foram excluídos. Com esta seleção, foi criada uma base de dados com informações sociodemográficas como o nome, data de nascimento, local de residência e contacto telefónico. Além destes dados, foram registadas ainda informações relativas à cirurgia realizada (data e tipo de técnica), altura e peso pré-cirurgia e aos 6, 12, 18 e 24 meses após cirurgia. Sempre que não houvesse informação disponível relativamente ao peso dos doentes no processo clínico, esse doente seria excluído da base de dados. Posteriormente, foi calculada a percentagem do peso em excesso perdido por cada doente, ou seja, a diferença entre o peso da última consulta de acompanhamento – 18 ou 24 meses - e o peso correspondente a um IMC de 24,9 kg/m². Foi então feita uma seriação dos doentes de acordo com a percentagem de peso perdida após CB e foram

selecionados os doentes do tertil com menor perda de peso em excesso aos 18 a 24 meses após cirurgia. Os doentes selecionados podem ter vivenciado uma perda de peso inferior ao esperado após a cirurgia, ou um reganho significativo de peso precoce após a cirurgia. Após a identificação dos doentes a recrutar, estes foram contactados por um membro da equipa médica do CHSJ, que apresentou concisamente o projeto e questionou o interesse e disponibilidade dos doentes em participar no estudo. Se o doente manifestasse interesse, era organizada uma reunião presencial com a equipa de investigação, onde era explicado detalhadamente o desenho do estudo, objetivos, possíveis benefícios e riscos da participação, a organização das sessões de treino e os tipos de avaliações a realizar. Adicionalmente, era dada a oportunidade do doente esclarecer todas as suas dúvidas. Todas as informações prestadas oralmente na reunião foram também fornecidas por escrito na ficha de informação ao participante, juntamente com o formulário de consentimento informado. Três a cinco dias após a reunião, o doente era novamente contactado para determinar se pretendia participar no estudo e, em caso favorável, para agendar avaliações pré-intervenção.

3.3. Randomização

Foi atribuído um código de anonimização a todos os doentes que decidiram participar no estudo. Para o processo de randomização, os códigos anónimos foram enviados a um membro da equipa de investigação que não tinha tido previamente contacto com os doentes. No site www.random.org/ foi criada uma sequência aleatória de números para os códigos dos doentes e para cada um dos grupos. O cruzamento de ambas a sequência permitiu designar a cada participante o seu grupo de tratamento. Posteriormente, a lista de randomização foi devolvida à restante equipa de investigação e a alocação comunicada aos participantes.

3.4. Divisão dos momentos de avaliação

O processo de avaliação foi organizado em duas visitas ao laboratório, separadas por um intervalo de 7 a 10 dias. Todas as avaliações decorreram no laboratório de fisiologia do Centro de Investigação em Atividade Física, Saúde e Lazer (CIAFEL) da Faculdade de Desporto da Universidade do Porto (FADEUP). As avaliações realizadas foram distribuídas de acordo com o apresentado na Tabela 1.

Tabela 1 - Divisão das avaliações

DIA 1	Intervalo de 7 a 10 dias	DIA 2
- Par-Q		-Hand grip
- Questionário de qualidade de vida		-Força dos membros inferiores
- Antropometria	- Atividade física diária	- Força do tronco
- Composição corporal		- Aptidão cardiorrespiratória

As avaliações realizadas no primeiro dia ocorreram no período da manhã, entre as 8h00 e as 12h00, seguidas de um período de jejum noturno realizado pelos participantes. O segundo momento de avaliação, ocorreu entre as 8h00 e as 17h00.

3.5. Avaliação do estado de saúde geral e nível de prontidão pré-exercício

Para avaliar o estado geral de saúde dos participantes, foi utilizado o questionário de (Norton & Norton, 2011), que foi adaptado de acordo com os dados pretendidos para o estudo (anexo 2).

Na primeira secção do questionário, estão incluídos itens relacionados com distúrbios cardiovasculares, endócrinos, osteoarticulares e gastrointestinais. A

segunda secção, abordou itens relacionados com sinais e sintomas que possam ter surgido durante a realização de esforços físicos, como por exemplo dispneia, dor torácica ou síncope. Por último, os doentes foram questionados sobre o uso de medicação ou a realização de algum tratamento médico prévio. Os fatores de risco cardiometabólicos foram avaliados na segunda visita de avaliação pré-exercício. Foram avaliados o peso, altura, perímetro da anca e da cintura. Com estes dados foram calculados o IMC e a relação cintura-anca. Além destes, foram ainda avaliados os níveis de colesterol total, HDL, LDL, triglicerídeos, glicemia de jejum, hemoglobina glicada e pressão arterial. Os doentes que apresentassem qualquer contraindicação absoluta à prática de exercício físico foram excluídos do estudo.

3.6. Atividade física diária

Foi atribuído a todos os participantes um *smartwatch* para avaliação dos níveis de atividade física diária (Garmin Forerunner 45). Todos os participantes utilizaram o *smartwatch* durante uma semana completa, antes do início do programa de intervenção e imediatamente após. Os *smartwatch* foram programados individualmente de acordo com a idade, sexo, altura e peso, de cada participante. O *smartwatch* podia ser usado em qualquer pulso, de acordo com a escolha do participante. Todas as mensagens de incentivo ou metas para a prática de atividade física foram desligadas no dispositivo, de forma a não interferir com o comportamento habitual. Os participantes foram ainda instruídos a utilizar o *smartwatch* em todos os momentos do dia, exceto ao tomar banho. As variáveis recolhidas durante a utilização do *smartwatch* foram: dispêndio energético estimado, número de passos realizados, frequência cardíaca média e tempo de uso. O acesso aos dados dos *smartwatch* foi feito através do software Garmin Express. A coleta de dados só era considerada válida se o participante utilizasse o relógio pelo menos 3 dias da semana e 1 dia de fim de semana, com uma duração de pelo menos 12 horas diárias. No caso de a recolha não ser válida, era solicitado ao participante a utilização do relógio durante uma semana adicional. O número de passos realizados por dia e o dispêndio energético estimado foram relativizados ao tempo de utilização e expressos em $\text{valor} \cdot \text{hora}^{-1}$.

3.7. Sessões de Treino

Todas as sessões do programa de exercício foram realizadas em dois ginásios distintos nas instalações da FADEUP. Durante 16 semanas, às segundas, quartas e sextas-feiras, entre as 18h30 e as 19h30, eram realizadas as sessões de exercício. Ambos os grupos de intervenção participaram nas sessões de exercício de forma simultânea que foram supervisionados por instrutores de exercício. As sessões consistiam em 5 minutos de ativação geral pré-exercício, 50 minutos de componente principal (treino resistido ou endurance de acordo com o grupo) e 5 minutos finais de retorno à calma com recurso, maioritariamente, a exercícios de alongamento.

Os participantes com hipertensão arterial superior a grau 2 ($PAS \geq 160$ e/ou ≥ 100 PAD) de acordo com a classificação da Sociedade Europeia de Cardiologia (Williams et al., 2018) foram monitorizados relativamente ao valor de pressão arterial antes do início de cada sessão de exercício. Caso apresentassem um valor tensional superior a ≥ 180 mmHg de pressão arterial sistólica ou ≥ 110 mmHg de pressão arterial diastólica, não poderiam participar na sessão de exercício. Igualmente, todos os doentes com diabetes melitos foram monitorizados antes do início de cada sessão de exercício relativamente ao valor de glicemia. Se os valores de glicemia fossem < 90 mg/dl, o participante era aconselhado a ingerir alimentos ricos em hidratos de carbono antes de participar no treino. Caso os valores fossem > 250 mg/dl, o participante era aconselhado a ajustar as suas doses de insulina habituais.

3.8. Programa de treino

Ambos os programas de treino, foram divididos em 5 microciclos. Cada microciclo representava um aumento na intensidade e complexidade técnica dos exercícios. Medidas de intensidade relativa e carga interna foram utilizadas na prescrição de exercício em cada grupo, contudo foram usados parâmetros diferentes em cada grupo.

3.8.1. Grupo de exercício de endurance

As sessões do grupo de exercício de endurance eram divididas em dois momentos distintos. Metade dos participantes realizava um conjunto de exercícios organizados no formato Tabata (Tabata, 2019) que consiste na realização de movimentos calistênicos simples e cíclicos. A outra metade dos participantes realizava treinos intervalados ou contínuos no tapete rolante. Em alguns casos, devido a lesões ou por indicação médica, era utilizado o cicloergómetro em substituição do tapete rolante. A meio da sessão, os participantes alternavam o tipo de atividade a realizar.

Durante as sessões de exercício, cada participante estava instrumentado com um cardiofrequencímetro (Garmin Forerunner 45) para monitorização contínua da frequência cardíaca. Todos os participantes foram igualmente informados acerca do intervalo de frequência cardíaca (FC) alvo durante o exercício e instruídos sobre o que fazer para se manter dentro desse intervalo durante a sessão de exercício. Na fase Tabata, os participantes podiam aumentar ou diminuir a velocidade com que realizavam o exercício, de acordo com os ajustes necessários para se manterem dentro da FC alvo. Durante a parte da sessão realizada no tapete rolante, os participantes informavam os instrutores da necessidade da FC atual e da necessidade de ajustar a velocidade em conformidade. No final de cada semana, a informação armazenada em cada monitor de FC era recolhida e as cargas externas de cada participante ajustadas, se necessário. Foram registadas, para cada sessão de exercício, as FC máxima e média, o gasto energético estimado e o tempo dentro do intervalo prescrito.

Tabela 2 - características dos microciclos do programa de intervenção.

	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
TABATA EXERCÍCIOS/ RECUPERAÇÃO	30/10 s	30/10 s	30/10s	40/10 s	40/10 s
TIPO DE EXERCÍCIO PASSADEIRA	Contínuo	Intervalado	Intervalado	Intervalado	Contínuo
PASSADEIRA/ RECUPERAÇÃO	-	2/1 min	3/1 min	3/1 min	-
MATERIAIS TABATA	Cones; Bolas	Cones; Bolas	Cones; Bolas; Step; escada de de agilidade	Cones; Bolas; Step; escada de agilidade; bolas medicinais	Cones; Bolas; Step; escada de agilidade; bolas medicinais; pesos

3.8.2. Grupo de exercício resistido

Cada sessão do grupo de exercício resistido tinha como objetivo treinar duas regiões corporais distintas, como representado na tabela 3.

Tabela 3 - divisão dos treinos

	SEGUNDA-FEIRA	QUARTA-FEIRA	SEXTA-FEIRA
REGIÕES CORPORAIS	• Cintura escapular e membros superiores • Core	• Cintura escapular e membros superiores • Cintura pélvica e membros inferiores	• Cintura pélvica e membros inferiores • Core

Os treinos de exercício resistido aumentavam a intensidade progressivamente ao longo das fases para todos os participantes. A complexidade dos exercícios foi sendo ajustada ao longo dos treinos, de acordo com a qualidade da técnica de execução de cada participante. Para todos os exercícios foram definidos parâmetros de posicionamento corporal e padrões de qualidade de execução. Estes foram impressos em cartazes, juntamente com ilustrações demonstrativas da execução correta de cada exercício, que foram depois distribuídos pela sala de exercício. Quando o participante conseguia realizar o exercício corretamente, era instruído a progredir para a variante do exercício mais complexa.

A intensidade de cada exercício foi definida através do método das repetições múltiplas (REF) em que, com base no número máximo de repetições que o participante conseguia realizar com uma determinada carga sub-máxima, era estimada a carga de uma repetição máxima (1 RM). Um intervalo de repetições esperadas, foi estipulado para cada fase do programa de intervenção. Durante a fase 1, todos os participantes realizavam os mesmos exercícios ao mesmo tempo, segundo as orientações dos instrutores. Durante as duas primeiras semanas pertencentes à fase 1 os participantes foram capazes de realizar vários exercícios e aprender o posicionamento e as técnicas corretas de forma a evitar lesões. Na fase 2, cada participante tinha um plano de treino

individualizado, com os exercícios e respetivas cargas para realizar na sessão, com a ajuda dos instrutores. As características do programa de treino resistido, estão representadas na tabela 4.

Tabela 4 - Características do 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 DOS SETS	Circuito	Clássico	Clássico	Sets combinados	Sets combinados
SETS X REPETIÇÕES/ DESCANSO	4 x 30s	3 x 15-20	3 x 10- 15	4 x 6-10	4 x 4-8
TEMPO DE RECUPERAÇÃO	20s	30s	45s	60s	90s
EXERCÍCIOS POR SESSÃO	12	10	10	10	10
MATERIAIS	Elásticos; Tapetes; TRX; Step; Halteres; discos de peso				

3.9. Análise estatística

Foi determinada a média e o desvio padrão de todas as variáveis. A normalidade e a homogeneidade de variância de cada variável foi determinada através do teste de Shapiro-wilk e de Levene, respectivamente. 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. Foram também efetuadas comparações entre o momento pré-intervenção e pós-intervenção para o mesmo grupo utilizando o teste T de medidas emparelhadas.

O efeito das duas intervenções foi avaliado através de um teste de análise de variância (ANOVA) a dois fatores, em que foi determinado o efeito do grupo (treino resistido vs treino de endurance), do momento (pré- vs pós-intervenção) e da interação grupo*momento. Sempre que não se verificavam os pressupostos necessários para a realização de testes paramétricos, foi utilizada a técnica de *Bootstrapping*. A correlação entre variáveis antropométricas e de composição corporal e variáveis de atividade física foi determinada através do coeficiente de correlação de Pearson. 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 29.

4. Resultados

No final da intervenção foram obtidos resultados válidos de $n=22$ participantes no estudo, sendo que $n=10$ pertenciam ao grupo que participou na intervenção baseada em treino de endurance (TE) e $n=12$ ao grupo que participou na intervenção baseada em treino resistido (TR).

Os resultados das principais variáveis de caracterização de cada um dos grupos estão descritos na tabela 5. Como é possível observar na tabela, os dois grupos eram bastante semelhantes, não se verificando diferenças estatisticamente significativas para as variáveis: idade, sexo, tipo de cirurgia bariátrica realizada, altura, peso, IMC e pressão arterial. A análise de VO_2 pico realizada antes do início da intervenção também demonstrou que ambos os grupos tinham um nível de aptidão cardiorrespiratória baixo e semelhante. Durante a intervenção o grau de adesão dos participantes aos respetivos programas de intervenção foi monitorizado através do registo diário da assiduidade às sessões de exercício. A adesão média dos dois grupos foi semelhante e rondou os 76%, o que está em linha com estudos prévios realizados nesta população (Guijo et al., 2024).

Tabela 5 - características demográficas, antropométricas, pressão arterial e aptidão cardiorrespiratória dos grupos endurance e resistido no momento pré-intervenção

	GRUPO ENDURANCE N=10	GRUPO RESISTIDO N=12	P
IDADE	51.2 ± 5.5	49.7±5.7	0.528
SEXO			
FEMININO % (N)	80 (8)	75 (9)	0.781
MASCULINO % (N)	20 (2)	25 (3)	
CIRURGIA			
SLEEVE % (N)	30 (3)	25 (3)	0.793
RYGB % (N)	70 (7)	75 (9)	
ALTURA (CM)	159.3 ± 6.1	161.4 ± 7.4	0.494
PESO (KG)	80.8 ± 6.9	83.8 ± 9.6	0.412
IMC (KG·M ⁻²)*	31.9 ± 2.8	32.3 ± 4.11	0.795
PAS (MMHG)	121.1 ± 13.1	133.8 ± 18.8	0.088
PAD (MMHG)	71.2 ± 9.0	77.4 ± 8.1	0.104
VO ₂ PICO (ML·KG·MIN ⁻¹)**	26.3 ± 4.5	26.5 ± 8.5	0.970
ADESÃO (%)	76.3 ± 19.8	76.6 ± 14.3	0.966

* Ausência de distribuição normal

** Ausência de homogeneidade de variância

Tabela 6 - Variáveis antropométricas, de composição corporal e de atividade física diária

	PRÉ-INTERVENÇÃO		PÓS-INTERVENÇÃO		P		
VARIÁVEIS	EnE	ResEx	EnEx	ResEx	grupo	Momento	Grupo*Momento
PESO (KG)	80.8 ± 6.9	83.8 ± 9.6	79.4 ± 6.6	84.4 ± 9.6	± 0.122	0.870	0.703
IMC (KG·M ⁻²)	31.9 ± 2.9	32.3 ± 4.1	31.4 ± 3.2	32.5 ± 3.2	± 0.490	0.905	0.746
MASSA GORDA (%)	30.2 ± 4.1	30.2 ± 10.1	28.4 ± 6.3	30.8 ± 9.3	± 0.619	0.789	0.628
MASSA MAGRA (%)	50.6 ± 6.9	53.6 ± 7.5	51.2 ± 6.6	53.6 ± 7.0	± 0.210	0.905	0.887
VO ₂ PICO (ML·KG·MIN ⁻¹)	26.4 ± 4.5	26.5 ± 8.5	30.3 ± 8.9	25.5 ± 8.6	± 0.336	0.556	0.314
PAS (MMHG)	121.1 ± 13.1	133.8 ± 18.8	116.5 ± 19.5	122.2 ± 19.3**	± 0.100	0.145	0.525
PAD (MMHG)	71.2 ± 9.0	77.4 ± 8.1	69.1 ± 10.6	73.9 ± 11.6	± 0.074	0.357	0.817
PASSOS·HORA ⁻¹							
2ª FEIRA	641 ± 250	466 ± 143	697 ± 304	533 ± 107	± 0.018	0.349	0.901
3ª FEIRA	582 ± 232	531 ± 219	680 ± 336	548 ± 245	± 0.273	0.508	0.630
4ª FEIRA	818 ± 231*	558 ± 186	612 ± 342	464 ± 184	± 0.021	0.022	0.271
5ª FEIRA	541 ± 182	507 ± 172	576 ± 252	484 ± 179	± 0.582	0.779	0.577
6ª FEIRA	682 ± 314	478 ± 103	539 ± 122	343 ± 208	± 0.042	0.346	0.773

SÁBADO	552 ± 186	510 292	±	553 198	±	499 193	±	0.71 1	0.607	0.689
DOMINGO	371 ± 222	479 340	±	509 249	±	506 357	±	0.49 0	0.994	0.233
MÉDIA SEMANAL	654 ± 146 *	508 125	±	650 280	±	494 155	±	0.02 0	0.575	0.767
MÉDIA FIM-DE-SEMANA	472 ± 175	483 295	±	538 212	±	494 200	±	0.81 4	0.586	0.696
MÉDIA GLOBAL	593 ± 131	502 168	±	627 256	±	499 160	±	0.10 6	0.899	0.943
DISPÊNDIO ENERGÉTICO (KCAL·HORA ⁻¹)										
2ª FEIRA	146 ± 38	134 21	±	177 71	±	152 ± 54		0.28 3	0.136	0.737
3ª FEIRA	148 ± 41	138 17	±	165 55	±	147 ± 21		0.24 4	0.064	0.265
4ª FEIRA	158 ± 44	142 17	±	151 36	±	143 ± 25		0.36 1	0.522	0.497
5ª FEIRA	136 ± 26	143 28	±	148 38	±	136 ± 16		0.75 9	0.594	0.242
6ª FEIRA	143 ± 58	142 16	±	140 19	±	129 ± 18		0.68 2	0.747	0.713
SÁBADO	133 ± 27	145 34	±	156 48	±	145 ± 38		0.60 5	0.701	0.821
DOMINGO	142 ± 37	143 36	±	150 27	±	142 ± 36		0.51 1	0.876	0.629
MÉDIA SEMANAL	147 ± 36	139 17	±	159 41	±	143 ± 22		0.29 5	0.572	0.844
MÉDIA FIM-DE-SEMANA	141 ± 34	144 31	±	150 34	±	143 ± 34		0.83 2	0.680	0.639
MÉDIA GLOBAL	145 ± 34	141 19	±	158 38	±	143 ± 25		0.42 2	0.568	0.743

* p<0.05 vs ResExF

** p0.05 vs pré-intervenção

Não se verificou um efeito significativo de nenhuma das intervenções no peso, IMC, percentagem de massa gorda e percentagem de massa magra.

Apenas no grupo de treino resistido se verificou uma diminuição significativa de aproximadamente 8% no valor da pressão arterial sistólica entre o momento pré- (133.8 ± 18.8 mmHg) e pós-intervenção (122.2 ± 19.3 mmHg). Contudo, o valor médio da pressão arterial sistólica neste grupo era tendencialmente mais elevado no momento pré-intervenção comparativamente ao valor verificado no grupo de endurance, o que pode ter favorecido um decréscimo mais acentuado da pressão arterial neste grupo.

Relativamente aos indicadores de atividade física diária avaliados, designadamente o número de passos por dia e a estimativa de dispêndio energético, verificaram-se diferenças significativas entre os grupos apenas no momento pré-intervenção e para as variáveis média de passos·hora⁻¹ à 4ª feira e número médio de passos·hora⁻¹ durante a semana, com os doentes do grupo de treino de endurance a serem significativamente mais ativos nestes momentos comparativamente aos doentes do grupo de treino resistido. No momento pós-intervenção não se verificaram quaisquer diferenças significativas entre o grupo de treino de endurance e de treino resistido. Não se verificaram igualmente diferenças significativas entre o momento pré-intervenção e pós-intervenção em qualquer uma das variáveis de atividade física diária analisadas no grupo de endurance e de treino resistido.

Contudo, os resultados da análise de variância mostraram um efeito significativo do grupo para as variáveis número de passos·hora⁻¹ à segunda-, quarta- e sexta-feira bem como na média semanal de passos·hora⁻¹, com valores de atividade mais elevados no grupo de treino de endurance. Verificou-se também um efeito significativo do momento de avaliação para o número de passos·hora⁻¹ à quarta-feira, identificando-se uma diminuição do número de passos realizados em ambos os grupos, mas que foi mais notória no grupo de endurance.

Não se verificou nenhuma correlação significativa entre a variação do peso, da massa gorda e da massa magra e a média de passos·hora⁻¹ durante a semana ($r=0.068$, $p=0.764$; $r=0.019$, $p=0.932$; $r=0.285$, $p=0.199$, respetivamente), durante o fim-de-semana ($r=-0.251$, $p=0.272$; $r=-0.302$,

p=0.183; r=0.311, p=0.171, respetivamente) ou no número passos·hora⁻¹ total (r=0.043, p=0.848; r=-0.022, p=0.922; r=0.319, p=0.147, respetivamente), bem como com o dispêndio energético estimado·hora⁻¹ durante a semana (r=0.333, p=0.130; r=0.325, p=0.139; r=-0.044, p=0.846, respetivamente), durante o fim-de-semana (r=0.132, p=0.569; r=-0.046, p=0.844; r=0.258, p=0.258, respetivamente) ou total (r=0.324, p=0.142; r=0.260, p=0.242; r=0.049, p=0.828, respetivamente).

5. Discussão

O presente estudo teve como objetivo principal, comparar os potenciais efeitos que duas intervenções de exercício físico distintas, uma baseada primordialmente em exercício resistido (TR) e outra baseada sobretudo em exercício de endurance (TE), nos níveis de atividade física diária de doentes com obesidade submetidos a CB e que demonstraram uma perda de peso sub-ótima.

Os resultados do nosso estudo demonstram que existia já uma diferença significativa nos níveis de atividade física pré intervenção entre os grupos, com valores superiores a serem registados no grupo de treino de endurance. Contudo, na análise pós intervenção, não se verificaram diferenças significativas entre grupos relativamente aos números de passos diários e à estimativa de dispêndio energético.

Relativamente aos níveis de atividade física, Huck (2015), avaliou os efeitos a curto prazo de doze semanas de TR em doentes que tinham sido previamente submetidos a CB. O programa de exercício resultou em melhorias de força muscular, que permitiram aos participantes recuperar habilidades funcionais, que porventura, contribuíram para melhorias no dia-a-dia de cada participante. O estudo reportou também melhorias dos níveis de atividade física moderada a vigorosa no grupo de TR em resposta ao programa estruturado de exercício (Huck, 2015). Estes resultados, não coincidem com os obtidos na nossa análise, visto que o grupo de TR não obteve qualquer melhoria nos níveis de atividade física, ao contrário do grupo de TE que obteve níveis mais elevados. Isto vai de encontro, com o facto de o grupo de TE apresentar um nível de atividade física mais elevado no momento pré intervenção.

Na revisão sistemática de (Herring et al., 2016), o principal objetivo foi avaliar, quer por métodos de autorrelato, quer por avaliação direta, o impacto que a CB tem nos níveis de atividade física dos doentes e nas suas capacidades físicas. Os resultados apresentados, mostram que após a cirurgia bariátrica existe uma melhoria mínima, mas estatisticamente significativa nos níveis de atividade física diária. Apesar destas melhorias, os doentes continuaram sem

atingir os níveis diários recomendados. É sugerido ainda que, apesar das melhorias apresentadas com cirurgia, são necessárias intervenções de exercício estruturado de longo termo de forma a maximizar os benefícios da CB. O presente estudo, não se enquadra nesta evidência científica, visto que os participantes não apresentaram aumentos significativos nos níveis de atividade física diária. Contudo, é de salientar que no nosso estudo os participantes realizaram a cirurgia há mais de 18 meses, existindo, portanto, as possibilidades de a melhoria dos níveis de atividade física verificados por outros autores possam ter ocorrido previamente, imediatamente ou pouco tempo após a CB, como é descrito na revisão sistemática referida acima.

No livro de (Bauman et al., 2008), realizado com o objetivo de promover e aumentar os níveis de atividade física entre adultos, foram definidas recomendações diárias e semanais ajudam a combater o sedentarismo. Na recomendação relacionada com a atividade física, é considerado que um adulto só é ativo quando atinge as recomendações estipuladas pela OMS, 150 a 300 minutos de atividade física de intensidade moderada a vigorosa. Os participantes do nosso estudo, tanto do grupo de TE como do grupo de TR, não cumpriram estas recomendações, tanto no momento pré-intervenção, como no momento pós-intervenção. Uma possível hipótese para estas recomendações diárias não serem atingidas, reside no facto de os participantes no seu dia a dia não apresentarem predisposição para serem fisicamente ativos, aliado ao facto de os nossos participantes serem maioritariamente adultos com idade ativa, em que a maior parte do tempo diário é passado em atividade laboral. Esta hipótese é suportada pelo estudo de Church (et al., 2011) que avaliou a diminuição da atividade física relacionada com a atividade laboral e correlacionou essa diminuição com o aumento da prevalência de obesidade. Este estudo indica que desde 1960 as atividades laborais requerem cada vez menos atividade física de intensidade moderada, resultando também numa diminuição do dispêndio energético associado. A diminuição da atividade física e o aumento do sedentarismo associados à atividade laboral requerem aumentos compensatórios dos níveis de atividade física fora do contexto profissional.

A principal limitação deste estudo é o reduzido tamanho da amostra, que se deve ao facto de ser uma análise exploratória de um ensaio clínico em curso. Outra limitação é ausência de informação específica relativamente à intensidade da atividade física diária.

Em contrapartida, é de salientar, como aspetos positivos, que o presente estudo utiliza um desenho experimental de ensaio clínico randomizado, que é a melhor estratégia para comparar o efeito de diferentes intervenções numa determinada variável dependente.

Estudos futuros, devem procurar acrescentar diferentes estratégias da avaliação da atividade física, através da utilização de tecnologias mais precisas que permitam medir também os níveis de intensidade e a frequência da atividade física. No futuro, também devem investigar os efeitos do treino combinado nos níveis de atividade física.

6. Conclusões

A realização do presente estudo, permitiu-nos concluir que não foram observadas diferenças significativas entre os grupos de TE e TR, após a intervenção de exercício estruturado. Ambos os grupos mostraram atividade física semelhante, sem variação significativa nas variáveis de atividade diária.

7. ANEXOS

Descrição do estudo

Foi convidado para participar no estudo de investigação científica com o título “Qual o regime de exercício mais adequado na prevenção do reganho de peso em pacientes pós-cirurgia bariátrica com perda de peso insuficiente? - BariOptimize”. Leia cuidadosamente a descrição do estudo e, sempre que achar necessário, coloque as suas dúvidas ao investigador.

1. Qual o objetivo do estudo?

O objetivo deste estudo é comparar dois programas diferentes de exercício físico – exercício resistido e exercício de endurance – para determinar qual é o mais eficaz na perda de peso e na prevenção do reganho de peso após cirurgia bariátrica.

2. Qual será o meu papel no estudo?

Se aceitar participar, será aleatoriamente alocado a um de 3 grupos possíveis – grupo de treino resistido (TR), grupo de treino de endurance (TE) ou grupo de controlo (C). Se ficar alocado nos grupos TR ou TE, participará num programa de exercício físico supervisionado ao longo de 16 semanas. Se for alocado ao grupo C, não participará nas sessões de exercício supervisionadas mas continuará a receber o tratamento médico habitual pós-cirurgia bariátrica e participará nas sessões de avaliação da aptidão física.

Independentemente do grupo a que ficar alocado, será avaliado em 2 momentos – antes de iniciar o estudo e na 17ª semana do estudo.

3. Qual será a duração da minha participação?

A duração total será de 17 semanas. Este período de tempo engloba o as sessões de treino e avaliação final.

4. Onde se vai realizar o estudo?

Nas instalações da Faculdade de Desporto da Universidade do Porto (FADEUP), na rua Dr. Plácido Costa, 91, Porto.



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

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 2023

O/A participante

O Investigador responsável

8. Referências

- Abarca-Gómez, L., Abdeen, Z. A., Hamid, Z. A., Abu-Rmeileh, N. M., Acosta-Cazares, B., Acuin, C., Adams, R. J., Aekplakorn, W., Afsana, K., Aguilar-Salinas, C. A., Agyemang, C., Ahmadvand, A., Ahrens, W., Ajlouni, K., Akhtaeva, N., Al-Hazzaa, H. M., Al-Othman, A. R., Al-Raddadi, R., Al Buhairan, F., ... Ezzati, M. (2017). Worldwide trends in body-mass index, underweight, overweight, and obesity from 1975 to 2016: a pooled analysis of 2416 population-based measurement studies in 128.9 million children, adolescents, and adults. *The Lancet*, 390(10113), 2627–2642. [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(17\)32129-3](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(17)32129-3)
- Angrisani, L., Santonicola, A., Iovino, P., Formisano, G., Buchwald, H., & Scopinaro, N. (2015). Bariatric Surgery Worldwide 2013. *Obesity Surgery*, 25(10), 1822–1832. <https://doi.org/10.1007/s11695-015-1657-z>
- Arterburn, D. E., Telem, D. A., Kushner, R. F., & Courcoulas, A. P. (2020). Benefits and Risks of Bariatric Surgery in Adults. *JAMA*, 324(9), 879. <https://doi.org/10.1001/jama.2020.12567>
- Askari, A., Dai, D., Taylor, C., Chapple, C., Halai, S., Patel, K., Mamidanna, R., Munasinghe, A., Rashid, F., Al-Taani, O., Jain, V., Whitelaw, D., Jambulingam, P., & Adil, M. T. (2020). Long-Term Outcomes and Quality of Life at More than 10 Years After Laparoscopic Roux-en-Y Gastric Bypass Using Bariatric Analysis and Reporting Outcome System (BAROS). *Obesity Surgery*, 30(10), 3968–3973. <https://doi.org/10.1007/s11695-020-04765-0>
- Avgerinos, K. I., Spyrou, N., Mantzoros, C. S., & Dalamaga, M. (2019). Obesity and cancer risk: Emerging biological mechanisms and perspectives. *Metabolism*, 92, 121–135. <https://doi.org/10.1016/j.metabol.2018.11.001>
- 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. *Scientific Reports*, 12(1), 1544. <https://doi.org/10.1038/s41598-022-05536-w>
- Bassett, D. R., Wyatt, H. R., Thompson, H., Peters, J. C., & Hill, J. O. (2010). Pedometer-measured physical activity and health behaviors in U.S. adults. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 42(10), 1819–1825. <https://doi.org/10.1249/MSS.0b013e3181dc2e54>

- Bastien, M., Poirier, P., Lemieux, I., & Després, J.-P. (2014). Overview of Epidemiology and Contribution of Obesity to Cardiovascular Disease. *Progress in Cardiovascular Diseases*, 56(4), 369–381. <https://doi.org/10.1016/j.pcad.2013.10.016>
- Bauman, A. E. ., Phongsavan, Philayrath., Waqanivalu, Temo., & Puloka, Viliami. (2008). *Pacific physical activity guidelines for adults : framework for accelerating the communication of physical activity guidelines*. World Health Organization.
- Bellicha, A., Ciangura, C., Poitou, C., Portero, P., & Oppert, J. - M. (2018). Effectiveness of exercise training after bariatric surgery—a systematic literature review and meta-analysis. *Obesity Reviews*, 19(11), 1544–1556. <https://doi.org/10.1111/obr.12740>
- Bellicha, A., van Baak, M. A., Battista, F., Beaulieu, K., Blundell, J. E., Busetto, L., Carraça, E. V., Dicker, D., Encantado, J., Ermolao, A., Farpour-Lambert, N., Pramono, A., Woodward, E., & Oppert, J. (2021). Effect of exercise training before and after bariatric surgery: A systematic review and meta-analysis. *Obesity Reviews*, 22(S4). <https://doi.org/10.1111/obr.13296>
- Biron, S., Hould, F.-S., Lebel, S., Marceau, S., Lescelleur, O., Simard, S., & Marceau, P. (2004). Twenty Years of Biliopancreatic Diversion: What is the Goal of the Surgery? *Obesity Surgery*, 14(2), 160–164. <https://doi.org/10.1381/096089204322857492>
- Booth, F. W., Roberts, C. K., & Laye, M. J. (2012). Lack of Exercise Is a Major Cause of Chronic Diseases. In *Comprehensive Physiology* (pp. 1143–1211). Wiley. <https://doi.org/10.1002/cphy.c110025>
- Boppre, G., Diniz-Sousa, F., Veras, L., Oliveira, J., & Fonseca, H. (2022). Can exercise promote additional benefits on body composition in patients with obesity after bariatric surgery? A systematic review and meta-analysis of randomized controlled trials. *Obesity Science & Practice*, 8(1), 112–123. <https://doi.org/10.1002/osp4.542>
- Bora, N., K, V., Verma, A., Bharti, A. K., & Sinha, M. K. (2024). Physical activity and sedentary behavior perceptions in overweight and obese adults: A systematic review of qualitative study. *F1000Research*, 13, 787. <https://doi.org/10.12688/f1000research.152905.1>

- Bradley, L. E., Forman, E. M., Kerrigan, S. G., Butryn, M. L., Herbert, J. D., & Sarwer, D. B. (2016). A Pilot Study of an Acceptance-Based Behavioral Intervention for Weight Regain After Bariatric Surgery. *Obesity Surgery*, 26(10), 2433–2441. <https://doi.org/10.1007/s11695-016-2125-0>
- Brethauer, S. A., Aminian, A., Romero-Talamás, H., Batayyah, E., Mackey, J., Kennedy, L., Kashyap, S. R., Kirwan, J. P., Rogula, T., Kroh, M., Chand, B., & Schauer, P. R. (2013). Can Diabetes Be Surgically Cured? Long-Term Metabolic Effects of Bariatric Surgery in Obese Patients with Type 2 Diabetes Mellitus. *Annals of Surgery*, 258(4), 628–637. <https://doi.org/10.1097/SLA.0b013e3182a5034b>
- Butryn, M. L., Webb, V., & Wadden, T. A. (2011). Behavioral Treatment of Obesity. *Psychiatric Clinics of North America*, 34(4), 841–859. <https://doi.org/10.1016/j.psc.2011.08.006>
- Caballero, B. (2019). Humans against Obesity: Who Will Win? *Advances in Nutrition*, 10, S4–S9. <https://doi.org/10.1093/advances/nmy055>
- Carnero, E. A., Dubis, G. S., Hames, K. C., Jakicic, J. M., Houmard, J. A., Coen, P. M., & Goodpaster, B. H. (2017). Randomized trial reveals that physical activity and energy expenditure are associated with weight and body composition after RYGB. *Obesity*, 25(7), 1206–1216. <https://doi.org/10.1002/oby.21864>
- Caspersen, C. J., Powell, K. E., & Christenson, G. M. (1985). Physical activity, exercise, and physical fitness: definitions and distinctions for health-related research. *Public Health Reports (Washington, D.C. : 1974)*, 100(2), 126–131.
- Centers for Disease Control and Prevention (CDC). (2004). Prevalence of overweight and obesity among adults with diagnosed diabetes--United States, 1988-1994 and 1999-2002. *MMWR. Morbidity and Mortality Weekly Report*, 53(45), 1066–1068.
- Church, T. S., Thomas, D. M., Tudor-Locke, C., Katzmarzyk, P. T., Earnest, C. P., Rodarte, R. Q., Martin, C. K., Blair, S. N., & Bouchard, C. (2011). Trends over 5 Decades in U.S. Occupation-Related Physical Activity and Their Associations with Obesity. *PLoS ONE*, 6(5), e19657. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0019657>
- Cleland, V. J., Schmidt, M. D., Salmon, J., Dwyer, T., & Venn, A. (2011). Correlates of pedometer-measured and self-reported physical activity

- among young Australian adults. *Journal of Science and Medicine in Sport*, 14(6), 496–503. <https://doi.org/10.1016/j.jsams.2011.04.006>
- Coen, P. M., Carnero, E. A., & Goodpaster, B. H. (2018). Exercise and Bariatric Surgery: An Effective Therapeutic Strategy. *Exercise and Sport Sciences Reviews*, 46(4), 262–270. <https://doi.org/10.1249/JES.0000000000000168>
- Colquitt, J. L., Pickett, K., Loveman, E., & Frampton, G. K. (2014a). Surgery for weight loss in adults. *Cochrane Database of Systematic Reviews*, 2014(10). <https://doi.org/10.1002/14651858.CD003641.pub4>
- Colquitt, J. L., Pickett, K., Loveman, E., & Frampton, G. K. (2014b). Surgery for weight loss in adults. *Cochrane Database of Systematic Reviews*, 2014(10). <https://doi.org/10.1002/14651858.CD003641.pub4>
- Curran, F., Davis, M. E., Murphy, K., Tersigni, N., King, A., Ngo, N., & O'Donoghue, G. (2023). Correlates of physical activity and sedentary behavior in adults living with overweight and obesity: A systematic review. *Obesity Reviews*, 24(11). <https://doi.org/10.1111/obr.13615>
- Dishman, R. K. (1994). The measurement conundrum in exercise adherence research. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 26(11), 1382–1390.
- Feehan, L. M., Geldman, J., Sayre, E. C., Park, C., Ezzat, A. M., Yoo, J. Y., Hamilton, C. B., & Li, L. C. (2018). Accuracy of Fitbit Devices: Systematic Review and Narrative Syntheses of Quantitative Data. *JMIR MHealth and UHealth*, 6(8), e10527. <https://doi.org/10.2196/10527>
- Freedson, P., Pober, D., & Janz, K. F. (2005). Calibration of accelerometer output for children. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 37(11 Suppl), S523-30. <https://doi.org/10.1249/01.mss.0000185658.28284.ba>
- Gadde, K. M., Apolzan, J. W., & Berthoud, H.-R. (2018). Pharmacotherapy for Patients with Obesity. *Clinical Chemistry*, 64(1), 118–129. <https://doi.org/10.1373/clinchem.2017.272815>
- Gadde, K. M., Martin, C. K., Berthoud, H.-R., & Heymsfield, S. B. (2018). Obesity. *Journal of the American College of Cardiology*, 71(1), 69–84. <https://doi.org/10.1016/j.jacc.2017.11.011>
- Gadde, K. M., & Pritham Raj, Y. (2017). Pharmacotherapy of Obesity: Clinical Trials to Clinical Practice. *Current Diabetes Reports*, 17(5), 34. <https://doi.org/10.1007/s11892-017-0859-2>

- Gaio, V., Antunes, L., Namorado, S., Barreto, M., Gil, A., Kyslaya, I., Rodrigues, A. P., Santos, A., Bøhler, L., Castilho, E., Vargas, P., do Carmo, I., Nunes, B., & Dias, C. M. (2018). Prevalence of overweight and obesity in Portugal: Results from the First Portuguese Health Examination Survey (INSEF 2015). *Obesity Research & Clinical Practice*, 12(1), 40–50.
<https://doi.org/10.1016/j.orcp.2017.08.002>
- Galicia-Garcia, U., Benito-Vicente, A., Jebari, S., Larrea-Sebal, A., Siddiqi, H., Uribe, K. B., Ostolaza, H., & Martín, C. (2020). Pathophysiology of Type 2 Diabetes Mellitus. *International Journal of Molecular Sciences*, 21(17), 6275. <https://doi.org/10.3390/ijms21176275>
- Gastrointestinal Surgery for Severe Obesity. (1991). *Annals of Internal Medicine*, 115(12), 956–961. <https://doi.org/10.7326/0003-4819-115-12-956>
- Geisler, C. E., Antonellis, M. P., Trumbauer, W., Martin, J. A., Coskun, T., Samms, R. J., & Hayes, M. R. (2023). Tirzepatide suppresses palatable food intake by selectively reducing preference for fat in rodents. *Diabetes, Obesity and Metabolism*, 25(1), 56–67.
<https://doi.org/10.1111/dom.14843>
- Germini, F., Noronha, N., Borg Debono, V., Abraham Philip, B., Pete, D., Navarro, T., Keepanasseril, A., Parpia, S., de Wit, K., & Iorio, A. (2022). Accuracy and Acceptability of Wrist-Wearable Activity-Tracking Devices: Systematic Review of the Literature. *Journal of Medical Internet Research*, 24(1), e30791. <https://doi.org/10.2196/30791>
- Guijo, J. A., do Prado, W. L., de Araújo, R. C., dos Santos, E. E. P., Malik, N., Lofrano-Prado, M. C., & Botero, J. P. (2024). Adherence and dropout in exercise-based interventions in childhood obesity: A systematic review of randomized trials. *Obesity Reviews*, 25(6).
<https://doi.org/10.1111/obr.13721>
- Hanahan, D., & Weinberg, R. A. (2011). Hallmarks of Cancer: The Next Generation. *Cell*, 144(5), 646–674.
<https://doi.org/10.1016/j.cell.2011.02.013>
- Hardy, L. L., Hills, A. P., Timperio, A., Cliff, D., Lubans, D., Morgan, P. J., Taylor, B. J., & Brown, H. (2013). A hitchhiker's guide to assessing sedentary behaviour among young people: Deciding what method to use. *Journal of Science and Medicine in Sport*, 16(1), 28–35.
<https://doi.org/10.1016/j.jsams.2012.05.010>

- Herring, L. Y., Stevinson, C., Davies, M. J., Biddle, S. JH., Sutton, C., Bowrey, D., & Carter, P. (2016). Changes in physical activity behaviour and physical function after bariatric surgery: a systematic review and meta-analysis. *Obesity Reviews*, 17(3), 250–261. <https://doi.org/10.1111/obr.12361>
- Heymsfield, S. B., & Wadden, T. A. (2017). Mechanisms, Pathophysiology, and Management of Obesity. *New England Journal of Medicine*, 376(3), 254–266. <https://doi.org/10.1056/NEJMra1514009>
- 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>
- Hua, Y., Lou, Y.-X., Li, C., Sun, J.-Y., Sun, W., & Kong, X.-Q. (2022). Clinical outcomes of bariatric surgery — Updated evidence. *Obesity Research & Clinical Practice*, 16(1), 1–9. <https://doi.org/10.1016/j.orcp.2021.11.004>
- Huck, C. J. (2015). Effects of Supervised Resistance Training on Fitness and Functional Strength in Patients Succeeding Bariatric Surgery. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 29(3), 589–595. <https://doi.org/10.1519/JSC.0000000000000667>
- Iyengar, N. M., Gucalp, A., Dannenberg, A. J., & Hudis, C. A. (2016). Obesity and Cancer Mechanisms: Tumor Microenvironment and Inflammation. *Journal of Clinical Oncology*, 34(35), 4270–4276. <https://doi.org/10.1200/JCO.2016.67.4283>
- 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. (2014). 2013 AHA/ACC/TOS Guideline for the Management of Overweight and Obesity in Adults. *Journal of the American College of Cardiology*, 63(25), 2985–3023. <https://doi.org/10.1016/j.jacc.2013.11.004>
- Jones, D. S., Podolsky, S. H., & Greene, J. A. (2012). The Burden of Disease and the Changing Task of Medicine. *New England Journal of Medicine*, 366(25), 2333–2338. <https://doi.org/10.1056/NEJMp1113569>
- Kalarchian, M. A., Marcus, M. D., Levine, M. D., Soulakova, J. N., Courcoulas, A. P., & Wisinski, M. S. C. (2008). Relationship of psychiatric disorders to 6-month outcomes after gastric bypass. *Surgery for Obesity and Related Diseases*, 4(4), 544–549. <https://doi.org/10.1016/j.soard.2008.03.003>

- KATZMARZYK, P. T., POWELL, K. E., JAKICIC, J. M., TROIANO, R. P., PIERCY, K., & TENNANT, B. (2019). Sedentary Behavior and Health: Update from the 2018 Physical Activity Guidelines Advisory Committee. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 51(6), 1227–1241.
<https://doi.org/10.1249/MSS.0000000000001935>
- Lanza, I. R. (2015). Enhancing the Metabolic Benefits of Bariatric Surgery: Tipping the Scales With Exercise. *Diabetes*, 64(11), 3656–3658.
<https://doi.org/10.2337/dbi15-0018>
- Lobstein, T., Powis, J., & Jackson-Leach, R. (2024). *Compiled by*.
<https://data.worldobesity.org/publications/?cat=22>
- Magro, D. O., Geloneze, B., Delfini, R., Pareja, B. C., Callejas, F., & Pareja, J. C. (2008). Long-term Weight Regain after Gastric Bypass: A 5-year Prospective Study. *Obesity Surgery*, 18(6), 648–651.
<https://doi.org/10.1007/s11695-007-9265-1>
- MASON, E. E., & ITO, C. (1969). Gastric Bypass. *Annals of Surgery*, 170(3), 329–339. <https://doi.org/10.1097/00000658-196909010-00003>
- McKenzie, T. L., Marshall, S. J., Sallis, J. F., & Conway, T. L. (2000). Leisure-Time Physical Activity in School Environments: An Observational Study Using SOPLAY. *Preventive Medicine*, 30(1), 70–77.
<https://doi.org/10.1006/pmed.1999.0591>
- Melton, G. B., Steele, K. E., Schweitzer, M. A., Lidor, A. O., & Magnuson, T. H. (2008). Suboptimal Weight Loss after Gastric Bypass Surgery: Correlation of Demographics, Comorbidities, and Insurance Status with Outcomes. *Journal of Gastrointestinal Surgery*, 12(2), 250–255.
<https://doi.org/10.1007/s11605-007-0427-1>
- 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. *Current Diabetes Reports*, 23(3), 31–42.
<https://doi.org/10.1007/s11892-023-01498-z>
- Norton, K. Ian., & Norton, Lynda. (2011). *Pre-exercise screening : guide to the Australian adult pre-exercise screening system*. Exercise and Sports Science Australia ; Fitness Australia ; Sports Medicine Australia.
- Nymo, S., Børresen Skjølsvold, O., Aukan, M., Finlayson, G., Græslie, H., Mårvik, R., Kulseng, B., Sandvik, J., & Martins, C. (2022). Suboptimal Weight Loss 13 Years After Roux-en-Y Gastric Bypass: Is Hedonic Hunger,

Eating Behaviour and Food Reward to Blame? *Obesity Surgery*, 32(7), 2263–2271. <https://doi.org/10.1007/s11695-022-06075-z>

O'Brien, P. (2000). *Surgical Treatment of Obesity*.

Oliveira, G. S., Vieira, F. T., Lamarca, F., Lima, R. M., Carvalho, K. M. B., & Dutra, E. S. (2021). Resistance Training Improves Muscle Strength and Function, Regardless of Protein Supplementation, in the Mid- to Long-Term Period after Gastric Bypass. *Nutrients*, 14(1), 14. <https://doi.org/10.3390/nu14010014>

Pojednic, R., D'Arpino, E., Halliday, I., & Bantham, A. (2022). The Benefits of Physical Activity for People with Obesity, Independent of Weight Loss: A Systematic Review. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 19(9), 4981. <https://doi.org/10.3390/ijerph19094981>

Raiman, L., Amarnani, R., Abdur-Rahman, M., Marshall, A., & Mani-Babu, S. (2023). The role of physical activity in obesity: let's actively manage obesity. *Clinical Medicine*, 23(4), 311–317. <https://doi.org/10.7861/clinmed.2023-0152>

Ren, Z.-Q., Lu, G.-D., Zhang, T.-Z., & Xu, Q. (2018). Effect of physical exercise on weight loss and physical function following bariatric surgery: a meta-analysis of randomised controlled trials. *BMJ Open*, 8(10), e023208. <https://doi.org/10.1136/bmjopen-2018-023208>

Roy, P., & Saikia, B. (2016). Cancer and cure: A critical analysis. *Indian Journal of Cancer*, 53(3), 441. <https://doi.org/10.4103/0019-509X.200658>

Ruban, A., Stoenchev, K., Ashrafian, H., & Teare, J. (2019). Current treatments for obesity. *Clinical Medicine (London, England)*, 19(3), 205–212. <https://doi.org/10.7861/clinmedicine.19-3-205>

Rubino, F., Nathan, D. M., Eckel, R. H., Schauer, P. R., Alberti, K. G. M. M., Zimmet, P. Z., Del Prato, S., Ji, L., Sadikot, S. M., Herman, W. H., Amiel, S. A., Kaplan, L. M., Taroncher-Oldenburg, G., Cummings, D. E., Albache, N., Batterham, R. L., Bhatt, D. L., Boza, C., Cefalu, W. T., ... Wolfe, B. M. (2016). Metabolic Surgery in the Treatment Algorithm for Type 2 Diabetes: A Joint Statement by International Diabetes Organizations. *Diabetes Care*, 39(6), 861–877. <https://doi.org/10.2337/dc16-0236>

Ryan, D. H., & Yockey, S. R. (2017). Weight Loss and Improvement in Comorbidity: Differences at 5%, 10%, 15%, and Over. *Current Obesity Reports*, 6(2), 187–194. <https://doi.org/10.1007/s13679-017-0262-y>

- 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. *Computers in Biology and Medicine*, 136, 104754. <https://doi.org/10.1016/j.compbimed.2021.104754>
- Santos, B. V. dos, Santos, M. N. dos, & Maia, H. P. (2009). Os benefícios da atividade física regular para pessoas com obesidade. *Conexões*, 7(3), 103–113. <https://doi.org/10.20396/conex.v7i3.8637771>
- Schauer, P. R., Burguera, B., Ikramuddin, S., Cottam, D., Gourash, W., Hamad, G., Eid, G. M., Mattar, S., Ramanathan, R., Barinas-Mitchel, E., Harsha Rao, R., Kuller, L., & Kelley, D. (2003). Effect of Laparoscopic Roux-En Y Gastric Bypass on Type 2 Diabetes Mellitus. *Annals of Surgery*, 238(4), 467–485. <https://doi.org/10.1097/01.sla.0000089851.41115.1b>
- Shantavasinkul, P. C., Omotosho, P., Corsino, L., Portenier, D., & Torquati, A. (2016). Predictors of weight regain in patients who underwent Roux-en-Y gastric bypass surgery. *Surgery for Obesity and Related Diseases*, 12(9), 1640–1645. <https://doi.org/10.1016/j.soard.2016.08.028>
- Sierzantowicz, R., Ładny, J. R., & Lewko, J. (2022). Quality of Life after Bariatric Surgery—A Systematic Review. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 19(15), 9078. <https://doi.org/10.3390/ijerph19159078>
- Sylvia, L. G., Bernstein, E. E., Hubbard, J. L., Keating, L., & Anderson, E. J. (2014). Practical Guide to Measuring Physical Activity. *Journal of the Academy of Nutrition and Dietetics*, 114(2), 199–208. <https://doi.org/10.1016/j.jand.2013.09.018>
- Tabata, I. (2019). Tabata training: one of the most energetically effective high-intensity intermittent training methods. *The Journal of Physiological Sciences*, 69(4), 559–572. <https://doi.org/10.1007/s12576-019-00676-7>
- Tabesh, M. R., Eghtesadi, M., Abolhasani, M., Maleklou, F., Ejtehad, F., & Alizadeh, Z. (2023). Nutrition, Physical Activity, and Prescription of Supplements in Pre- and Post-bariatric Surgery Patients: An Updated Comprehensive Practical Guideline. *Obesity Surgery*, 33(8), 2557–2572. <https://doi.org/10.1007/s11695-023-06703-2>
- 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. *Obesity Surgery*, 28(12), 3950–3957.
<https://doi.org/10.1007/s11695-018-3439-x>
- Tremblay, M. S., Aubert, S., Barnes, J. D., Saunders, T. J., Carson, V., Latimer-Cheung, A. E., Chastin, S. F. M., Altenburg, T. M., & Chinapaw, M. J. M. (2017). Sedentary Behavior Research Network (SBRN) – Terminology Consensus Project process and outcome. *International Journal of Behavioral Nutrition and Physical Activity*, 14(1), 75.
<https://doi.org/10.1186/s12966-017-0525-8>
- Tudor-Locke, C., Ainsworth, B. E., Thompson, R. W., & Matthews, C. E. (2002). Comparison of pedometer and accelerometer measures of free-living physical activity. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 34(12), 2045–2051. <https://doi.org/10.1097/00005768-200212000-00027>
- Tudor-Locke, C., Brashear, M. M., Johnson, W. D., & Katzmarzyk, P. T. (2010). Accelerometer profiles of physical activity and inactivity in normal weight, overweight, and obese U.S. men and women. *The International Journal of Behavioral Nutrition and Physical Activity*, 7, 60.
<https://doi.org/10.1186/1479-5868-7-60>
- Tuomilehto, J., Lindström, J., Eriksson, J. G., Valle, T. T., Hämäläinen, H., Ilanne-Parikka, P., Keinänen-Kiukaanniemi, S., Laakso, M., Louheranta, A., Rastas, M., Salminen, V., Aunola, S., Cepaitis, Z., Moltchanov, V., Hakumäki, M., Mannelin, M., Martikkala, V., Sundvall, J., & Uusitupa, M. (2001). Prevention of Type 2 Diabetes Mellitus by Changes in Lifestyle among Subjects with Impaired Glucose Tolerance. *New England Journal of Medicine*, 344(18), 1343–1350.
<https://doi.org/10.1056/NEJM200105033441801>
- Wadden, T. A., Butryn, M. L., & Wilson, C. (2007). Lifestyle Modification for the Management of Obesity. *Gastroenterology*, 132(6), 2226–2238.
<https://doi.org/10.1053/j.gastro.2007.03.051>
- Wadden, T. A., Tronieri, J. S., & Butryn, M. L. (2020). Lifestyle modification approaches for the treatment of obesity in adults. *American Psychologist*, 75(2), 235–251. <https://doi.org/10.1037/amp0000517>
- WHO GUIDELINES ON PHYSICAL ACTIVITY AND SEDENTARY BEHAVIOUR AT A GLANCE. (2021, May 4).
<https://www.who.int/europe/publications/i/item/9789240014886>

- Wiechert, M., & Holzapfel, C. (2021). Nutrition Concepts for the Treatment of Obesity in Adults. *Nutrients*, 14(1), 169.
<https://doi.org/10.3390/nu14010169>
- Wilding, J. P. H., Batterham, R. L., Calanna, S., Davies, M., Van Gaal, L. F., Lingvay, I., McGowan, B. M., Rosenstock, J., Tran, M. T. D., Wadden, T. A., Wharton, S., Yokote, K., Zeuthen, N., & Kushner, R. F. (2021). Once-Weekly Semaglutide in Adults with Overweight or Obesity. *New England Journal of Medicine*, 384(11), 989–1002.
<https://doi.org/10.1056/NEJMoa2032183>
- Williams, B., Mancia, G., Spiering, W., Agabiti Rosei, E., Azizi, M., Burnier, M., Clement, D. L., Coca, A., de Simone, G., Dominiczak, A., Kahan, T., Mahfoud, F., Redon, J., Ruilope, L., Zanchetti, A., Kerins, M., Kjeldsen, S. E., Kreutz, R., Laurent, S., ... Brady, A. (2018). 2018 ESC/ESH Guidelines for the management of arterial hypertension. *European Heart Journal*, 39(33), 3021–3104. <https://doi.org/10.1093/eurheartj/ehy339>
- Wing, R. R., Lang, W., Wadden, T. A., Safford, M., Knowler, W. C., Bertoni, A. G., Hill, J. O., Brancati, F. L., Peters, A., & Wagenknecht, L. (2011). Benefits of Modest Weight Loss in Improving Cardiovascular Risk Factors in Overweight and Obese Individuals With Type 2 Diabetes. *Diabetes Care*, 34(7), 1481–1486. <https://doi.org/10.2337/dc10-2415>
- Woodlief, T. L., Carnero, E. A., Standley, R. A., Distefano, G., Anthony, S. J., Dubis, G. S., Jakicic, J. M., Houmard, J. A., Coen, P. M., & Goodpaster, B. H. (2015). Dose response of exercise training following roux-en-Y gastric bypass surgery: A randomized trial. *Obesity*, 23(12), 2454–2461.
<https://doi.org/10.1002/oby.21332>
- Xanthopoulos, M., & Tapia, I. E. (2017). Obesity and common respiratory diseases in children. *Paediatric Respiratory Reviews*, 23, 68–71.
<https://doi.org/10.1016/j.prrv.2016.10.002>
- Zabatiero, J., Smith, A., Hill, K., Hamdorf, J. M., Taylor, S. F., Hagger, M. S., & Gucciardi, D. F. (2018). Do factors related to participation in physical activity change following restrictive bariatric surgery? A qualitative study. *Obesity Research & Clinical Practice*, 12(3), 307–316.
<https://doi.org/10.1016/j.orcp.2017.11.001>