



Universidade de Brasília
Faculdade de Educação Física
Programa de Pós-Graduação *Stricto Sensu* em Educação Física

GUSTAVO NEVES DE SOUZA GOMES

**ASSOCIAÇÃO ENTRE FORÇA E QUALIDADE MUSCULAR COM A
CAPACIDADE FUNCIONAL EM MULHERES NO PÓS-OPERATÓRIO TARDIO DE
RYGB**

BRASÍLIA - DF
2022

Gustavo Neves de Souza Gomes

ASSOCIAÇÃO ENTRE FORÇA E QUALIDADE MUSCULAR COM A CAPACIDADE
FUNCIONAL EM MULHERES NO PÓS-OPERATÓRIO TARDIO DE RYGB

Dissertação apresentada à Faculdade de
Educação Física da Universidade de
Brasília, como requisito para título de
Mestre em Educação Física.

Orientador: Prof. Dr. Ricardo Moreno Lima.

BRASÍLIA - DF

2022

Gustavo Neves de Souza Gomes

**ASSOCIAÇÃO ENTRE FORÇA E QUALIDADE MUSCULAR COM A CAPACIDADE
FUNCIONAL EM MULHERES NO PÓS-OPERATÓRIO TARDIO DE RYGB**

Dissertação apresentado à Faculdade de
Educação Física da Universidade de
Brasília, como requisito para título de
Mestre em Educação Física.

Orientador: Prof. Dr. Ricardo Moreno Lima

Defendida e aprovada em 25 de abril de 2022.

BANCA EXAMINADORA

Prof. Prof. Dr. Ricardo Moreno Lima
Orientador

Prof^a. Dr^a. Eliane Said Dutra
PPGNH-UnB

Prof. Dr. Aparecido Pimentel Ferreira
ICESP

Prof. Dr. Martim Francisco Bottaro
PPGEF-UnB

AGRADECIMENTOS

Nada se faz sozinho.

Agradeço imensamente às políticas públicas da Universidade de Brasília, ao professor e orientador Dr. Ricardo Moreno Lima por ter me acolhido inicialmente e ter me ensinado muitas lições. Em especial, a priorização da família, o bem mais precioso de todos. Obrigado por tudo professor. “É lendo que corre se o risco de aprender. ”

Agradeço ao grupo PENSA que me acolheu e participei de reuniões maravilhosas. Onde aprendi muito sobre ciência e metodologia de pesquisa. Além disso, foram excelentes na coleta de dados: Gabriela Oliveira, Maísa Miranda, Fernando Lamarca e Flávio Vieira. Obrigado principalmente pela confiança. Em geral agradeço a todos colegas do grupo agradeço fortemente.

Desse mesmo grupo, agradeço em especial as professoras Dra. Kenia Maria e Eliane Said Dutra (membro da banca e que contribuiu muito para este trabalho).

Agradeço meu grupo de estudos GEFS (Grupo de Estudos em Fisiologia do Exercício e Saúde): Sílvia Neri, André Gadelha, Igor Chianca, Igor Ferreira, Marvery Duarte (que foi fundamental para configurações deste trabalho), Lucas Almeida e Heitor Ribeiro.

A conquista desse título embora tenha sido necessária muita perseverança, paciência, dedicação, compromisso, foco e muito trabalho, não é apenas meu.

Essa conquista é também de todas as pessoas que me ajudaram quando mais precisei e que ficaram do meu lado em todos os sentidos para continuar engatinhando rumo a este sonho.

Comprimeto a banca examinadora que foram cruciais em todo o processo.

Primeiramente agradeço a Deus pela força de segurar minhas mãos em toda vez que quis soltar as missões que me foram confiadas, inclusive os sonhos.

Fica meu sincero agradecimento para minhas raízes Isaura Neves e Nair Neves (in memoriam).

Meu respeito e admiração por ser quem foi e é até hoje, Gisele Neves, Juliana Neves e Dorvalino Geraldo. Principalmente pela confiança depositada desde criança. Em especial, minha mãe (Gisele Neves), que formou e lapidou o homem que sou hoje.

Meus amigos, chefes, colegas ou simplesmente “anjos” que foram úteis por escolha ou por necessidade em fazer o bem. Obrigado mesmo.

Meus treinadores e inesquecíveis amigos Antônio Alves e sua esposa Glayce Nóbrega, obrigado por tudo e por tanto. Estendo nesse momento para toda sua família sem exceções. Em especial, Graça e Nona. Contem sempre comigo.

Meu treinador e grande companheiro José Kledson e Kamilla Sousa e toda sua família (sem exceções). Todos vocês foram fundamentais para minha trajetória. Obrigado por tudo e por tanto.

Minha eterna líder Patrícia Pacheco e seu esposo Daniel Mendes que alinhou tudo que foi necessário. Obrigado mesmo. Sem vocês tudo seria diferente.

Não posso esquecer da Família Maia que me acolheu e foram doutores em diversos ensinamentos. Obrigado por tudo. Vocês são inesquecíveis.

Todos os professores que tive a honra e o privilégio em ser inspirado por vocês, a saber: Maria Germano, Fernanda Oliveira, Vitor Tajra, Aparecido Pimentel, Thiago Rosa, Rodrigo Vanerson, Milton Moraes, Bibiano Madrid, Santiago Oliveira (meu mestre de lutas), meus amigos e professores de mestrado Rafael Cunha, Adamor Silva, Igor Chianca, Adriana Oliveira, Dra. Silvia Neri (obrigado por tudo, você é muito especial), recebam meu máximo respeito e admiração além do meu sincero agradecimento por tudo.

Agradeço meus amigos e amigas que sempre confiaram em mim, mesmo com a realidade dizendo ao contrário e nunca me deixaram abalar. Mesmo quando aconteceu, me deram as mãos, abraços e verdades que precisei ouvir. Obrigado por tudo.

Cito agora os que não foram citados ainda, a saber: João Pedro, Alcísio Fideliz, Geovane Mathias, Sara Caliman, Isabela Rodrigues (in memoriam), Matheus Lima, Mateus Santos, Amanda Suiana (esteve do lado em momentos difíceis), Lucas Benilson (meu padrinho e toda sua família), Fabiana Mangueira e sua filha (Mayra Mangueira – futura Mestra), Nathally Almeida (e sua mãe maravilhosa), equipe Champions (que são pilar forte) e a cada aluno (a) que confiou a mim suas vidas, suas aptidões físicas e me fizeram estudar. Obrigado por tudo e por tanto. Estamos juntos. Inclusive, muita ajuda do Rio de Janeiro, em especial tia Eliane Maceió e família. Obrigado pela força e atenção.

Por fim, espero que a força (desfecho principal deste trabalho) alcance todos (as), pois contra a força não existe resistência que possa impedir que haja deslocamento. Ir para frente, ainda é o que nos leva mais longe.

Você foi chamado sendo escravo? Não se preocupe com isso. Mas, se puder ser livre, aproveita a ocasião. 1 Coríntios 7 verso 21

É impossível parar quem nunca desiste.

Nada fica mais fácil. Você que fica mais forte. Aliás, as adaptações são proporcionais aos estímulos.

RESUMO

Objetivo: verificar a associação entre força e qualidade muscular com a funcionalidade em mulheres no pós-cirúrgico tardio de gastroplastia em Y de Roux. **Materiais e Métodos:** Após aplicação dos critérios de exclusão, um total de 133 mulheres submetidas ao *bypass* gástrico em Y de Roux compuseram a amostra final do presente estudo. Todas as voluntárias foram submetidas a avaliação da composição corporal por meio do DXA (Lunnar, modelo DPX IQ), a qual fornece valores de massa livre de gordura e massa gorda para o corpo inteiro, bem como para diferentes segmentos corporais. A força muscular dos extensores do joelho foi avaliada por meio de um dinamômetro isocinético (Biodex System 3). Para o procedimento, as voluntárias realizaram 2 séries de 4 repetições a 60°/s, sendo o pico de torque (PT) a variável para as análises subsequentes, o qual foi expresso em valores absolutos bem como relativos ao peso corporal. O torque específico foi adotado como a variável representativa da qualidade muscular e foi obtido através da razão entre o pico de torque absoluto e a massa magra do membro inferior dominante. A capacidade funcional foi avaliada pelos testes de sentar-levantar da cadeira em 30 segundos, teste de caminhada de 6 minutos e pelo *timed up and go test*. O índice de significância adotado para o presente estudo foi um valor de menor ou igual a 0,05. **Resultados:** Diferenças significativas entre os tercís de PT foram observadas para o teste de sentar-levantar de 30 segundos ($p=0,01$) e para o teste de caminhada de 6 minutos ($p<0,01$). Quando expresso relativo ao peso corporal, todos os testes funcionais foram significativamente diferentes entre os tercís (todos com $p < 0,01$). Ao se comparar a capacidade funcional de acordo com os tercís de qualidade muscular, diferenças significativas foram encontradas para o teste de sentar-levantar ($p=0,01$) e para a caminhada de 6 minutos ($p=0,02$). O PT absoluto se correlacionou de forma significativa com a performance no teste de sentar-levantar ($r=0,21$; $p=0,02$) e com o teste de caminhada de 6 minutos ($r=0,34$; $p<0,01$), enquanto PT relativo à massa corporal e a qualidade muscular se correlacionaram com todos os testes funcionais (todos com $p<0,05$). **Conclusão:** Força e qualidade muscular estão associados com a capacidade funcional em mulheres no pós-cirúrgico tardio de gastroplastia em Y de Roux. Em síntese, valores baixos de força e qualidade muscular estão associados a um menor desempenho funcional. Vale salientar, entretanto, que a variável neuromuscular que mais consistentemente se associou com a capacidade funcional foi a força muscular relativa ao peso corporal.

Palavras-chave: Cirurgia bariátrica, *bypass* gástrico, qualidade muscular, capacidade funcional.

ABSTRACT

Aim: To verify the association between muscle strength and quality with functional capacity in women mid- to long-term after Roux-em-Y gastroplasty (RYGB). **Methodology:** After the exclusion criteria were applied, a total of 133 women who have undergone RYGB for at least two years composed the final sample of the present study. All volunteers were submitted to body composition evaluation through DXA (Lunnar, model DPX IQ), which provides free fat mass and fat mass values for the entire body, as well as for regional body segments. Muscle strength of knee extensors was evaluated through an isokinetic dynamometer (Biodex System 3). For that procedure, volunteers went through 2 series with 4 repetitions at 60°/s, being the peak torque (PT) the variable for all the subsequent analysis, expressed in absolute and relative to body weight. The specific torque was adopted as the representative variable for MQ and was obtained through the ratio between the absolute PT and lean mass of the dominant lower limbs. The FC was measure through 30 seconds sit and get-up tests, 6-minute walking test and TUG. The significancy rate used for this study was a p value $\leq 0,05$. **Results:** Significant differences between PT tertiles were observed for the 30 second sit and get-up test ($p=0,01$) and for the 6-minute walking test. Regarding PT relative to body weight, all the functional tests were significantly different between the tertiles ($p<0,01$). Comparing the functional capacity according to muscle quality tertiles, significant differences were found in the sit and get-up ($p=0,01$) and walking ($p=0,02$) testes. The absolute PT was significantly correlated to the performance at the sit and get-up test ($r=0,21$; $p=0,02$) and to and walking test ($r=0,34$; $p<0,01$), while PT relative to body mass and muscle quality are correlated with all the functional tests ($p<0,05$). **Conclusion:** Muscle strength and quality are associated with functional capacity in women mid- to long-term after RYGB. In particular, low values of strength and muscle quality are associated with a lower functional capacity. It's important to mention, however, that the neuromuscular variable that was more strongly associated with functional capacity was muscle strength to body weight.

Key words: Bariatric surgery, gastric bypass, muscle quality, functional capacity.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Comparação da mudança no estilo de vida com intervenção farmacológica na redução do peso.....	11
Figura 2 - Bypass Gástrico em Y de Roux	13
Figura 3 - Apresenta tipos de cirurgias.....	17
Figura 4 - Aumento do número de cirurgias bariátricas no Brasil.....	17
Figura 5 - Participação dos tecidos na perda de peso promovidos pela cirurgia.....	18
Figura 6 - Composição corporal comparação com período pré x pós-cirurgia	19
Figura 7 - Perda de força em detrimento da massa muscular perdida.....	19
Figura 8 - Apresenta correlação da força muscular com capacidade funcional em Teste de velocidade de marcha (C) e Teste de sentar-levantar da cadeira por 5 repetições (D)	20
Figura 9 - Recursos qualitativos do músculo que interferem na função muscular.....	23
Figura 10 - Gráfico de regressão linear de escala alométrica descrevendo as mudanças nas dimensões relativas partes do corpo repercutem nas mudanças no tamanho geral	23
Figura 11 - Depósitos de tecido adiposo no período de 12 e 24 meses após a cirurgia e grupo controle	24
Figura 12 - Comparação do músculo de pessoa sedentária com infiltração de gordura (centro) e os extremos (superior e inferior) apresentam musculatura de pessoas atletas ao longo da vida com diferentes idades	25
Figura 13 - Curva de sobrevivência entre pessoas com incapacidade e sem incapacidade	26
Figura 14 - Avaliação de composição corporal.....	31
Figura 15 - Avaliação isocinética.....	32
Figura 16 - Medida de qualidade muscular	33
Figura 17 - “Timed up and go”.....	34
Figura 18 - Teste de Caminhada de 6 minutos	35
Figura 19 - Teste de sentar-levantar de 30” segundos.....	36
Figura 20 - Extratos de Pico de Torque Absoluto 60°/s e desempenho nos testes funcionais: Sentar e levantar 30” segundos, Teste de caminhada de 6’ minutos e <i>Timed up and go</i>	40
Figura 21 - Extratos de pico de torque PT Relativo 60°/s e desempenho nos testes funcionais: Sentar-levantar 30” segundos, Teste de caminhada de 6’ minutos e <i>Timed up and go</i>	41
Figura 22 - Extratos em tercís de qualidade muscular e desempenho funcional nos testes funcionais: Sentar e levantar de 30” segundos, Teste de caminhada de 6’ minutos e <i>Timed Up and Go</i>	42

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Expressão de adipocinas em diferentes distribuições de gordura (visceral x subcutânea)	6
Tabela 2 - Tabela de probabilidade anual de retorno ao IMC inicial	7
Tabela 3 - Características descritivas da amostra. Dados apresentados como média e desvio padrão	39
Tabela 4 - Características neuromusculares e de desempenho funcional da amostra. Dados apresentados como média e desvio padrão (\pm)	39
Tabela 5 - Variáveis neuromusculares e de desempenho físico estratificadas por tercís de acordo com o Pico de Torque Absoluto 60°/s (N·m)	40
Tabela 6 - Variáveis neuromusculares e de desempenho físico estratificadas por tercís de acordo com o Pico de Torque Relativo 60°/s (N·m)	41
Tabela 7 - Variáveis neuromusculares e de desempenho físico estratificadas por tercís de acordo com a qualidade muscular	42
Tabela 8 - Correlações entre as variáveis neuromusculares e desempenho físico... 43	43
Tabela 9 - Correlações entre desempenho funcional e as variáveis de composição corporal	43
Tabela 10 - Associações entre o desempenho físico e variáveis neuromusculares com os aspectos relacionados à cirurgia bariátrica	44

LISTA DE ABREVIATURAS E TERMOS

RYGB	<i>Bypass gástrico em Y de Roux</i>
IMC	Índice de Massa Corporal
GC	Gordura Corporal
TMR	Taxa Metabólica de Repouso
CB	Cirurgia Bariátrica
QM	Qualidade Muscular
FMR	Força Muscular Relativa
FMA	Força Muscular Absoluta
CF	Capacidade Funcional
AVD	Atividade de Vida Diária
DXA	Absorciometria de raio X de Dupla energia
MLG	Massa Livre de Gordura
MG	Massa Gorda
PT	Pico de Torque
TUG	Timed Up and Go

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	2
2 OBJETIVOS	4
2.1 GERAL	4
3 HIPÓTESES	4
4 REVISÃO DE LITERATURA	5
4.1 OBESIDADE	5
4.2 CONSEQUÊNCIAS DA OBESIDADE	6
4.3 DADOS EPIDEMIOLÓGICOS DA OBESIDADE	9
4.4 TRATAMENTO.....	9
4.5 CIRURGIA BARIÁTRICA	12
4.6 ALTERAÇÕES NA COMPOSIÇÃO CORPORAL.....	18
4.7 FORÇA E CAPACIDADE FUNCIONAL.....	21
4.8 QUALIDADE MUSCULAR.....	22
5 MATERIAIS E MÉTODOS	27
5.1 DELINEAMENTO DO ESTUDO	27
5.2 PROBLEMA	27
5.3 LOCAL DO ESTUDO	27
5.4 AMOSTRA.....	27
5.5 CRITÉRIOS DE ELEGIBILIDADE	28
5.6 CRITÉRIOS DE EXCLUSÃO	28
5.7 CUIDADOS ÉTICOS	29
6 PROCEDIMENTOS	30
6.4 TESTE “Timed Up and Go” (TUG)	33
6.1 AVALIAÇÃO DA COMPOSIÇÃO CORPORAL	30
6.2 AVALIAÇÃO ISOCINÉTICA	31
6.3 AVALIAÇÃO DA QUALIDADE MUSCULAR	32
6.5 TESTE DE CAMINHADA DE 6’ MINUTOS	34
6.6 TESTE SENTAR - LEVANTAR DE 30” SEGUNDOS.....	35
7 RECURSOS HUMANOS	37
8 ANÁLISE ESTATÍSTICA	38
9 RESULTADOS	39

10 DISCUSSÃO	45
CONCLUSÃO	49
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	50
ANEXOS	59

1 INTRODUÇÃO

A obesidade é uma condição multifatorial bem documentada por estar associada com altas taxas de desfechos clínicos negativos, morbidade e mortalidade (SCHAUER *et al.*, 2017; NUIJTEN *et al.*, 2022). Apesar de diversas evidências demonstrarem a necessidade urgente de medidas preventivas e estratégias terapêuticas, a pandemia de obesidade está aumentando rapidamente em todo o mundo e é responsável atualmente por grande parte dos custos de saúde pública (SYN *et al.*, 2021; BIENER; CAWLEY; MEYERHOEFER, 2017).

O estilo de vida é geralmente a primeira linha de mudança no tratamento de pessoas com sobrepeso e obesidade quanto a terapia farmacológica pode ser usada em pessoas com condições específicas de saúde. No entanto, em razão da taxa de sucesso relativamente baixa da terapia medicamentosa e não medicamentosa em pessoas com obesidade grave, o número de cirurgias bariátrica aumentou nas últimas décadas (SCHAUER *et al.*, 2017; ANGRISANI *et al.*, 2015).

Digno de nota, a técnica cirúrgica que mais comumente vem sendo implementado é gastroplastia em Y de Roux (RYGB), um procedimento restritivo e disabsortivo (SYN *et al.*, 2021; ANGRISANI *et al.*, 2015).

A intervenção cirúrgica é geralmente indicada para pessoas com obesidade grave que possuem Índice de Massa Corporal (IMC) $> 40 \text{ kg/m}^2$ ou aqueles com IMC superior de 35 kg/m^2 com comorbidades quando as mudanças no estilo de vida e a terapia medicamentosa não promovem a perda de peso (ANGRISANI *et al.*, 2015; SYN *et al.*, 2021). A cirurgia bariátrica é amplamente considerada como a intervenção mais efetiva no tratamento da obesidade, pois induz uma grande e persistente perda de peso e reduz comorbidades e mortalidade relacionadas à obesidade, independente da técnica cirúrgica (AFSHIN *et al.*, 2017; SYN *et al.*, 2021).

No entanto, a profunda perda de peso observada como resultado da cirurgia bariátrica não é somente da massa gorda, pois a parte da perda de peso é de massa magra, em especial de músculo esquelético (ALBA *et al.*, 2019; LYYTINEN *et al.*, 2013). Nesse sentido, uma meta-análise revelou que mais de 8 kg de massa magra, em média são perdidos em um ano pós-operatório (NUIJTEN *et al.*, 2022). Quando acompanhada da redução da força muscular, aumenta a preocupação sobre se a perda de massa magra afetaria negativamente a capacidade funcional das pessoas que se submeteram à cirurgia (REINMANN *et al.*, 2021). De fato, Alba *et al.* (2019)

relataram que, quando comparados valores pré-operatórios, tanto a massa magra quanto a força de preensão manual são significativamente reduzidas 12 meses após RYGB. Além disso, os autores demonstraram que indivíduos com maior força muscular absoluta ou relativa tiveram velocidade de marcha e desempenho no teste de sentar-levantar de cinco repetições mais rápida.

Embora a força muscular reduzida tenha sido tradicionalmente associada à capacidade funcional, evidências recentes indicam que a qualidade muscular tem sua relevância funcional. Inclusive, foi demonstrado que o acúmulo de gordura no músculo esquelético, um marcador de má qualidade muscular, está associado à redução de força e função muscular (NAIMO *et al.*, 2021). Um estudo recente mostrou que indivíduos com obesidade apresentam alta prevalência de má qualidade muscular (VALENZUELA *et al.*, 2020).

A qualidade muscular foi tipicamente definida como torque específico por unidade de massa muscular e a razão de toque muscular pela massa (torque específico) e tem sido usado como medida de qualidade muscular em diversos estudos (NAIMO *et al.*, 2021). No entanto, Shaffer *et al.* (2017) descobriram que a qualidade muscular não superou as medidas de força muscular na predição da capacidade funcional medida por testes funcionais em idosos. A relevância da qualidade muscular em mulheres submetidas à cirurgia bariátrica, no entanto, ainda não foi determinada, principalmente no médio a longo prazo, período para o qual existem dados escassos (COURCOULAS *et al.*, 2014).

Assim, não está claro se a qualidade muscular, medida que depende de equipamentos caros, como dinamometria isocinética e absorciometria de raios x de dupla energia (DXA), é mais fortemente associado à capacidade funcional do que apenas a força muscular nesta população.

2 OBJETIVOS

2.1 GERAL

Verificar associação entre força e qualidade muscular com capacidade funcional em mulheres no período pós-operatório tardio.

3 HIPÓTESES

H0a – Não há associação entre qualidade muscular e capacidade funcional em pacientes no período pós-bariátrico tardio.

H1a – A qualidade muscular está associada com capacidade funcional no período pós-bariátrico tardio.

4 REVISÃO DE LITERATURA

4.1 OBESIDADE

A obesidade é uma doença e caracteriza-se por fatores genéticos, ambientais e comportamentais (ALBA *et al.*, 2019).

O crescimento da obesidade nos últimos 50 anos ficou descontrolado pelo aumento da disponibilidade de alimentos altamente palatáveis, baixo custo, baixo valor nutricional e alto valor calórico (KLEINERT *et al.*, 2018; HRUBY; HU, 2015).

Em relação às consequências para saúde, gera doenças relacionadas à obesidade (comorbidades) por conta de uma inflamação crônica como também possui uma forte influência social (HRUBY; HU, 2015).

Christakis, Forler (2007) apresentam que a chance de ser portador (a) de obesidade aumenta em 57% se tiver um amigo que tenha esse tipo de complicação. Se o amigo for muito próximo a chance é aumentada em 171%. Dito isto, os autores sugerem que o contato com pessoas portadoras de obesidade influencia pessoas a adotarem comportamentos específicos como iniciar uma alimentação inapropriada, inatividade física e tabagismo.

A obesidade é caracterizada pelo Índice de Massa Corporal (IMC) e este possui relação com a capacidade funcional medido por testes funcionais (BRADY; STRAIGHT; SCHIMIDT, 2012). O IMC mesmo sendo medida indireta, apresenta correlação com medidas independentes de gordura subcutânea (KEYS *et al.*, 1972).

A distribuição de gordura, especialmente gordura ginóide está associada com quedas (NERI *et al.*, 2020). Além disso, indivíduos que possuem um IMC que corresponde à doença obesidade, apresentaram risco aumentado de desenvolver diabetes tipo II por conta de valores baixos de adiponectina e altos valores de resistina em um follow-up de 8 anos (DEROSA *et al.*, 2020). Marra, Bertolani (2009) descreveram a expressão predominante do tecido adiposo em diferentes distribuições. Logo, com a resistina elevada e supressão da adiponectina, o aparecimento de diabetes tipo II implica num maior risco.

Tabela 1 - Expressão de adipocinas em diferentes distribuições de gordura (visceral x subcutânea)**Table 1. Predominant Expression of Different Adipokines in Subcutaneous or Visceral Tissue**

Subcutaneous	Visceral
Leptin	Tumor necrosis factor- α *
Adiponectin	Visfatin
Retinol binding protein-4	Interleukin-6
Acylation stimulating protein	Interleukin-8
	Adipsin
	Plasminogen activator inhibitor-1
	Angiotensinogen
	Resistin

*Indicates molecules for which no clear prevalence has been demonstrated or with conflicting data.

Fonte: MARRA, BERTOLINI (2009).

Observa-se ainda que indivíduos obesos são mais suscetíveis à infiltração de gordura (isto é, depósito de gordura em locais ectópicos) e esta por sua vez está associada com disfunção metabólica, menor mobilidade e disfunção muscular (ANGELINI *et al.*, 2019; ADDISON *et al.*, 2014). A infiltração de gordura pode se manifestar em três formas: a) entre os músculos (intermuscular); b) entre as fibras musculares (intramuscular) e c) dentro das células musculares (intramiocelular) (FARSIJANI *et al.*, 2020).

Portanto, a obesidade é associada com sarcopenia (perda de massa muscular, força muscular e função muscular) por mecanismos semelhantes que também proporcionam menor sensibilidade à insulina (ampk-pgc1 alfa- calcineurina) (TALLIS; JAMES; SEEBACHER, 2018). Sendo assim, maior risco de desenvolver diabetes *mellitus* tipo II, principalmente por armazenamento de gordura em locais ectópicos (NASCIMENTO *et al.*, 2020).

4.2 CONSEQUÊNCIAS DA OBESIDADE

Nesse contexto, Biener; Cawley; MeyerHoefer (2019) decretam que o aumento do acúmulo de gordura excessivo e um IMC acima de 30 kg/m², aumentam-se custos de saúde pública. Aumentando a gravidade da obesidade, aumentam-se os custos. Gerando um custo de U\$ 34,2 Bilhões em 2013.

A doença obesidade promove interrupção, cessação ou desordem na função muscular, trazendo assim, comorbidades e realidades debilitantes (GREENWAY; SMITH, 2000; CONWAY; RENE, 2007). Países em desenvolvimento enfrentam a obesidade como reflexo de problemas culturais, sociais e econômicos, sofrendo consequências e influências genéticas com relação ao gasto calórico versus consumo de caloria com predominância feminina no quadro de obesidade, indicando uma maior procura pelo tratamento deste sexo (COSTA *et al.*, 2009).

Tabela 2 - Tabela de probabilidade anual de retorno ao IMC inicial

TABLE 2—Annual Probability of Achieving Normal Weight by Initial BMI Category and Gender: United Kingdom, 2004–2014

Initial BMI Category	No. Participants	No. Person-Years During Follow-Up	No. Attaining Normal BMI	Annual Probability of Attaining Normal BMI, Estimate (95% CI)
Women, kg/m ²				
30.0–34.9	27 251	173 066	1 398	1 in 124 (118, 131)
35.0–39.9	27 373	175 356	408	1 in 430 (390, 475)
40.0–44.9	26 716	170 483	252	1 in 677 (599, 769)
≥ 45.0	18 451	113 540	187	1 in 608 (527, 704)

Note. BMI = body mass index; CI = confidence interval. Normal weight is having a BMI < 25 kg/m².

Fonte: Tabela de probabilidade anual de retorno ao IMC inicial. Estudo de FILDES *et al.*, 2015.

Biener, Cawley e MeyerHoefer (2019) demonstram que obesidade se caracteriza pelo IMC acima de 30 Kg/m² e traz complicações de saúde. Quanto maior o IMC, maior o aumento concomitante de gastos públicos. Esse dado merece atenção e ganha relevância, pois há correlação positiva da mortalidade com obesidade em mulheres (DREW; THOMAS, 2000). Porém a WHO *apud* Sjöström (1992) apresentou que faltam estudos *follow up* com duração de acompanhamento duradouro para melhor constatação desse fenômeno.

As comorbidades associadas a obesidade são: diabetes, hipertensão, dislipidemia, certos tipos de câncer, doença não alcoólica gordurosa do fígado, problemas respiratórios, resistência à insulina, problemas dermatológicos, asma, esteatose hepática, apneia do sono, doença arterial coronariana, insuficiência cardíaca, disfunção endotelial, inflamação, disfunção mitocondrial, disbiose e também o distúrbio do sistema músculo esquelético (DREW; THOMAS, 2000; KLEINERT *et al.*, 2018; CONWAY; RENE, 2004; COSTA *et al.*, 2009).

Estudo publicado por Moore *et al.*, (2000) em uma análise de dados de Framingham analisaram o risco de pessoas com e sem peso perdido sustentado e

demonstraram que a perda de peso sustentada por conta da cirurgia reduziu em 37% o risco de desenvolver diabetes. Mas é importante enfatizar que uma perda de peso maior, aumentou a redução do risco em desenvolver diabetes. Se tratando de números, pacientes que perderam 8,1 a 15 libras tiveram redução de 33% de desenvolver diabetes, enquanto quem perdeu mais peso reduziu o risco de desenvolver diabetes em 51%. O fenômeno foi confirmado por pessoas que não conseguiram manter a perda de peso e logo, não reduzir o risco de desenvolver diabetes *mellitus* tipo II.

Contudo, o tecido músculo esquelético é responsável por mudar a inércia, imprimir aceleração e resultar em deslocamento (SALVINI *et al.*, 2015). Geralmente, pacientes portadores de obesidade possuem atividade física insuficiente combinado com tempo sedentário significativo em detrimento de diversos fatores, mas o pouco trabalho muscular é comum em todos os casos, independentemente da ordem (sedentarismo x obesidade) (WHARTON *et al.*, 2020; BAUMAN *et al.*, 2012; CRISTAKIS; FOWLER, 2007). O sistema músculo esquelético é acometido pela doença obesidade e levando em consideração seu potencial de moderar as comorbidades relacionadas à obesidade, a recomendação de manutenção e aumento da atividade física tem papel na função física, funcionalidade e funcionamento do aparelho locomotor (capacidade funcional) (FARJASINI *et al.*, 2020). Sendo explicado pela relação Massa Gorda (MG) x Massa Livre de Gordura (MLG) (SALVINI *et al.*, 2005; ALBA *et al.*, 2019; REN *et al.*, 2018; BASSET *et al.*, 2017).

Chopra *et al.*, (2020) apresentaram que maior duração no programa de perda de peso, incluindo as mudanças no estilo de vida, proporcionam maior perda de peso.

Portanto, mudar o estilo de vida (atividade física e dieta) além de contribuir para perda e manutenção do peso, promove maior sensibilidade à insulina (KNOWLER *et al.*, 2002). Sendo assim, reduz a probabilidade do desenvolvimento de diabetes *mellitus* que foi uma das três causas de perda de produtividade no trabalho e diminuição da renda familiar. Nesse sentido, proporcionaram uma perda na economia US\$ 4,18 bilhões entre 2006 e 2015 (PNS, 2019).

Por fim, a probabilidade anual de retorno da obesidade mórbida (IMC >45 kg/m²), obesidade grau II (IMC 50.0>44.9 kg/m²) para peso normal foi de um em 608 e um em 677 respectivamente (FILDES, *et al.*, 2015). Sendo assim, as intervenções devem ser focadas na prevenção da obesidade e tratamento acessível visando fortalecimento muscular (NERI *et al.*, 2020; ALBA *et al.*, 2019).

4.3 DADOS EPIDEMIOLÓGICOS DA OBESIDADE

Se tratando do Brasil, Gomes *et al.* (2013) estimaram que 20% dos brasileiros seriam portadores de obesidade ou estariam acima do peso em 2020. Dados do VIGITEL (Brasil, 2019) demonstraram que a frequência das 27 cidades atinge 20,3% das pessoas, com mulheres em uma porcentagem maior que os homens, corroborando com Costa *et al.* (2009) e Gomes *et al.* (2013).

Tratando-se do Distrito Federal (DF), o VIGITEL (Brasil, 2019) demonstrou que 19,6% da população está com o IMC que se classifica obesidade. O público masculino tem prevalência de 18,6% de obesidade, enquanto o público feminino apresenta 20,4% de obesidade.

Desde a realização do primeiro VIGITEL em 2006 para o último em 2019, a obesidade aumentou em 75%, saindo de 11,6% para 20,3%.

O VIGITEL (Brasil, 2020) apresenta como frequência de 21,5% das pessoas portadoras de obesidade de forma semelhante entre homens (20,3%) e mulheres (22,6%). No DF, a população apresentou prevalência de 18,8% de pessoas com obesidade.

Em 2021, o VIGITEL apresentou frequência de 22,4% da população brasileira com obesidade, sendo os homens (20%) e mulheres (22,6%). Especialmente nas mulheres, a frequência de obesidade aumentou conforme a idade até os 64 anos e diminuiu com aumento da escolaridade.

Estes dados aumentam a preocupação com a proporção que a doença está alcançando, pois se sabe que o IMC aumentado por consequência do aumento da obesidade, aumenta em 41,4% mortes por doenças cardiovasculares, 5,4% ao câncer, 4,7% doenças crônicas e 9,5% por diabetes (GBD, 2017).

4.4 TRATAMENTO

As intervenções de tratamento dividem-se em duas: não medicamentoso dado por dieta e atividade física (modificações no estilo de vida) e tratamento medicamentoso caracterizado por intervenção farmacológica, sendo as modificações no estilo de vida mais recomendada visando uma perda de peso clinicamente significativa (5-10%) (WHARTON *et al.*, 2020; CHOPRA *et al.*, 2020). Vale ressaltar

que geralmente as intervenções de tratamento são combinadas e são dependentes do grau de acometimento da obesidade (WHARTON *et al.*, 2020).

Além disso, Chopra *et al.*, (2020) apresentaram um programa intensivo de aconselhamento de estilo de vida acompanhado por equipe multidisciplinar que auxilia a adesão a estas medidas corretivas. De igual modo, um programa de terapia comportamental cognitiva aliado a um programa de exercício promoveu maior redução da frequência cardíaca de repouso comparado com exercício isolado e grupo controle (MARCON *et al.*, 2017).

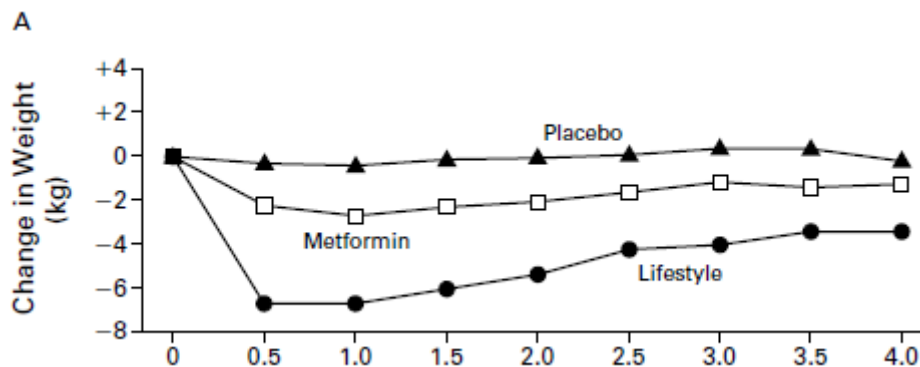
Há os fatores associados para sucesso na perda de peso não modificáveis e os modificáveis (MARCON *et al.*, 2017). Tais como: 1) Psicológicos (depressão, ansiedade, problemas de imagem corporal, autorregulação e autoeficácia; 2) Comportamentais (fome, restrição alimentar, padrão de alimentação saudável, ingestão de fibras e menos tempo de comportamento sedentário) e variáveis relacionados a um programa de atividade física (tipo de programa, vínculo intervencionista-participante, automonitoramento e adesão) (MARCON *et al.*, 2017).

Contudo, Gonzalez-Cutre *et al.* (2018) apresentam necessidades básicas para satisfazer pessoas que buscam um programa de redução do peso que devem ser atendidas em programa de atividade física: 1) Preocupar-se com preferências e opinião; 2) Professores com disposição positiva e democrática; 3) Adquirir conhecimento para ser autônomo; 4) Melhoras percebidas na aptidão física e redução da dor; 5) Apoio e carinho social percebido; 6) Sentir-se compreendido por pessoas na mesma situação; 7) Confiança para falar sobre experiências e pensamentos íntimos.

Além disso, Gonzalez-Cutre *et al.* (2018) declaram que os programas de treinamento de redução de peso devem apresentar melhorias na autoimagem, experiências de diversão, apresentá-los uma melhor vida social e devem ter a intenção de torná-los ativos. Dito isto, estas características contribuem para satisfazer necessidades universais e que fazem as pessoas se manterem praticantes da atividade física: 1) Relacionamento; 2) Autonomia e 3) Competência (GONZALEZ-CUTRE *et al.*, 2018).

A recomendação não farmacológica que tem efeito a médio e longo, isto é, mudança no estilo de vida, também proporciona maior redução do peso comparado com intervenção farmacológica, além de diminuir a incidência de diabetes mellitus tipo II (KNOWLER *et al.*, 2002).

Figura 1 - Comparação da mudança no estilo de vida com intervenção farmacológica na redução do peso



Fonte: Reduction in the incidence of type 2 diabetes with lifestyle intervention or metformin. Knowler *et al.* (2002).

Sendo assim, quando as intervenções realizadas e combinadas não são suficientes para reduzir o peso de maneira significativa, é considerado a realização da cirurgia bariátrica com finalidade metabólica, reduzindo a prevalência de mortalidade e incidência de diabetes mellitus tipo II em indivíduos portadores de obesidade (WHO European, 2007; SBCBM, 2017).

Uma revisão sistemática abordou a eficácia do tratamento dietético em longo prazo na população. Foram revisados 898 estudos onde 17 estudos atenderam os critérios de inclusão. A taxa de sucesso da terapia dietética isolada foi de 15% e quando combinada com terapia de grupo foi de 27% (AYYAD; ANDERSEN, 2000).

Bonfante *et al.* (2015) mostraram que o tecido adiposo se divide em dois: Tecido Adiposo Branco (TAB) e Tecido Adiposo Marrom (TAM) com características distintas e dentro de níveis adequados, importantes. Nesse sentido, quando há necessidade de gerar calor, a atividade física promove aumento do gasto energético e o tecido adiposo marrom é benéfico. Isto seria ideal para os pacientes com obesidade, porém não reduz o percentual de gordura de forma abrupta e imediata por seu efeito ser expressivo em médio e longo prazo. Porém, quando feito o treinamento resistido melhora a sinalização da síntese de proteína, além de estimular o aumento do GER e TMB, principalmente pelo aumento de massa muscular (LAMARCA *et al.*, 2021).

Mas há de se considerar que há diversos benefícios no organismo promovidos pela atividade física (modificações no estilo de vida), além do peso propriamente dito: sistema respiratório, sistema músculo esquelético, sistema ósseo, autoestima aumentando a qualidade de vida, na capacidade de se sentirem capazes (Teoria da Autodeterminação) e ocorrendo o mecanismo denominado “Browning”

(escurecimento do TAB). Favorecendo o efeito térmico do tecido adiposo induzido pela atividade física (GONZALEZ-CUTRE *et al.*, 2015; BONFANTE *et al.*, 2015).

A prática de atividade física em indivíduos com obesidade faz com que o uso da massa muscular independentemente de sua quantidade, seja diminuída sua perda, deixando de atender o primeiro critério de sarcopenia (perda de massa muscular). Em resumo, deve ser feita a manutenção e aumento da Massa Livre de Gordura (MLG) com objetivo de não afetar negativamente a capacidade funcional em detrimento da redução da massa e força muscular (LEES *et al.*, 2019; ALBA *et al.* 2019).

Vale ressaltar que a capacidade de produção de força por quantidade de massa muscular é o mais forte preditor de desempenho físico responsável por Atividades de Vida Diária (AVD) independentemente da quantidade de gordura e atividade física (STRAIGHT; EVANS; BRADY, 2014).

Um fator que deve ser levado em consideração, é o histórico de atividade física ao longo da vida. WROBLEWSKI *et al.* (2011) demonstraram que a atividade física ao longo da vida, foi capaz de inibir a redução da força muscular, preservar massa muscular e diminuir a infiltração de gordura. Isto é de grande valia, pois diversos estudos vêm demonstrando a associação da perda de força com mortalidade (DELMONICO *et al.*, 2009; GOODPASTER *et al.*, 2002).

Quando o tratamento não medicamentoso não é efetivo para mudança no estilo de vida, é combinado com tratamento medicamentoso. Estes medicamentos são: sibutramina, orlistast, liraglutide e metformina (ABESO, 2016; SBCBM, 2017; ASTRUP *et al.*, 2009; CAMPOS *et al.*, 2014; KNOWLER *et al.*, 2002).

Quando estes tratamentos são combinados, por tempo duradouro e não são suficientes para redução do peso (pelo menos 2 anos) pacientes portadores de obesidade, a cirurgia bariátrica surge como alternativa para redução da mortalidade e redução da incidência de diabetes *mellitus* tipo II, o que a torna uma cirurgia metabólica (COSTA *et al.*, 2009; COHEN; TORRES; SCHIAVON, 2002).

4.5 CIRURGIA BARIÁTRICA

Para diminuição da mortalidade e tratamento da doença obesidade, a cirurgia bariátrica é inserida (BERTI *et al.*, 2015).

A cirurgia bariátrica se divide em vários tipos (disabsortivas, restritivas e mistas) e evoluiu ao longo do tempo. Desde 1954, as cirurgias disabsortivas vêm

acontecendo, porém atualmente é uma técnica menos utilizada. As técnicas restritivas, também chamadas de gastroplastia Vertical (Sleeve Gastrectomy) objetiva uma redução do reservatório gástrico e redução na velocidade de esvaziamento do estômago, contribuindo para a perda ponderal (ROCHA; MENDONÇA; FONTES, 2011).

As cirurgias mistas que é dado ênfase neste projeto é um tipo de cirurgia que além de reduzir o canal da passagem do alimento no estômago, o alimento não entra em contato com o suco gástrico e não é transformado em quimo, logo, a absorção dos nutrientes é reduzida e, portanto, prejudicada pelo transporte mais rápido do alimento.

Sendo assim, há uma deficiência nutricional permanente interferindo no metabolismo e digestão dos alimentos. Sendo recomendado suplementação de proteína e vitaminas (SBCBM, 2019; BORDALO *et al.*, 2010).

Contudo, a técnica de combinação restritiva e disabsortiva (em Y de Roux) promove alterações neuroendócrinas em consequência da redução do estômago e conexão com intestino (parte medial – jejuno com a parte superior do estômago) (ROCHA; MENDONÇA; FONTES, 2011).

Nesse sentido, este tipo de cirurgia nomeada de Gastroplastia Redutora com Derivação Intestinal em Y de Roux (Bypass gástrico em Y) possui maior eficiência comparada a técnicas restritivas, pois a liberação de Peptídeo – YY (PYY) e Glucagon Smile 1 (GLP 1) estão associadas a melhorias no quadro de hipertensão, função cardiopulmonar, apneia do sono além de reduzir significativamente a incidência de diabetes tipo II (ROCHA, MENDONÇA e FONTES, 2011).

Figura 2 - Bypass Gástrico em Y de Roux



Portanto, o RYGB mostrou-se eficiente na perda de peso, redução do IMC comparando com o período baseline e redução da hemoglobina glicada em estudo de acompanhamento por 5 anos comparado a outra técnica cirúrgica e tratamento intensivo medicamentoso (SCHAUER *et al.*, 2017). Além disso, a técnica é responsável por reduções no controle glicêmico de 84% dos pacientes submetidos à cirurgia que também apresentaram níveis normais de hemoglobina glicada (transporte de glicose) até com 14 anos de seguimento (COHEN; TORRES; SCHIAVON, 2010).

Corroborando com os estudos supracitados, parece que a glicemia aumenta no período pós-cirúrgico imediato (primeiras semanas), mas após 52 semanas atinge o controle esperado. Inclusive, o controle glicêmico alcançado após 52 semanas, é simultâneo a diminuição de hormônios inflamatórios (IL-6), aumento da capacidade antioxidante (por área de secção transversa), retorno de gotículas de lipídios musculares aos valores basais após aumento decorrente da cirurgia e estresse oxidativo é atenuado (GANCHEVA *et al.*, 2019).

Heshka *et al.* (2020), apontaram que a MLG dos órgãos representa 6,8% da MLG total e exercem influência no GER. Isto é de suma importância, pois a MLG dos órgãos não permanece inerte, mas aumentam no período tardio em paciente submetidos ao RYGB. Vale salientar ainda que, o baixo gasto energético é influenciado pela MLG e contribui para a recidiva de peso. A perda de peso médio foi de 42 kg e a diminuição do IMC médio foi de 15,2 kg/m². GANCHEVA *et al.*, (2019) apontaram que AMPc (ativada pela atividade física) contribui para o aumento do gasto energético e redução da probabilidade de aumento do peso favorecendo controle glicêmico por sinalização do cálcio (FERNANDES *et al.*, 2008).

Gomes *et al.* (2016) expuseram que MLG ainda apresentou associação com modelos de regressão com GER em pacientes mulheres com ganho de peso após RYGB. O ganho ocorre apesar de várias estratégias citadas para aumentar MLG, aumentar GER e reduzir a probabilidade de ganho de peso (LAMARCA *et al.*, 2018; ALBA *et al.*, 2019).

Outras variáveis difíceis de serem controladas como (capacidade adaptativa do estômago reduzido, regulação neuroendócrina do apetite, gasto energético e capacidade absorptiva) modulam o GER e podem prevenir o ganho de peso. Mas, um fator que deve ser enfatizado, é que 70% destas mulheres eram inativas fisicamente mesmo com IMC estando dentro do esperado no período pós-operatório.

No total de 34 mulheres pacientes, 18 aumentaram o peso entre 10 – 20% no período de 24 meses após a cirurgia RYGB (GOMES *et al.*, 2015).

MANGO, FRISHMAN (2006) ainda relatam que apesar dos riscos pós-operatórios como patologias gastrointestinais, colapso dos grampos, estenose estomacal, embolia pulmonar e sangramento, a cirurgia BGYR é um procedimento seguro e eficaz na redução do peso e melhora ou retardo nas comorbidades associadas à obesidade. Porém, além do paciente estar comprometido com todas as mudanças necessárias (médico vitalício, restrição dietética e atividade física), deve ser analisado a eficácia relativa (para pacientes que continuam com a doença obesidade). Assim sendo, há um grupo seletivo de pacientes que se beneficiam da cirurgia de forma duradoura.

Além disso, a cirurgia bariátrica RYGB se mostra segura e eficiente na perda de peso, mas promove deficiência na absorção de vitaminas e proteínas por parte superior do estômago (duodeno) não estar envolvido mais na absorção dos nutrientes, logo há prejuízo no funcionamento do organismo. Essas vitaminas fazem parte do metabolismo energético e proteínas fazem parte da síntese proteica sendo precursor de formação de massa muscular (MANGO; FRISHMAN, 2016; WOLFE; KVACH; ECKEL, 2016). Sendo intervenções precoces recomendadas para estimular o ganho de MLG pós cirúrgico, otimização dos efeitos metabólicos e redução da probabilidade de recidiva de peso. Além de promover melhoria na função muscular repercutindo na capacidade funcional (ALBA *et al.*, 2019; REN *et al.*, 2018).

Inclusive a massa muscular aumentada é fundamental para aperfeiçoar o efeito da cirurgia RYGB no primeiro ano pós cirurgia por aumentar da Taxa Metabólica Basal, em especial por conta do exercício físico (LAMARCA *et al.*, 2019). Contudo, a cirurgia bariátrica cresceu 84% de 2011 a 2018 e a mais realizada no Brasil é RYGB. Além disso, estratégias que otimizam os resultados pós-cirúrgicos, reduzam a probabilidade de reganho de peso devem acompanhar tal crescimento (COURCOLAS *et al.*, 2017; COHEN; TORRES; SCHIAVON, 2010; ALBA *et al.*, 2019).

Esse aumento segundo SBCBM é por conta do aumento exponencial de obesidade e para controlar as doenças relacionadas a obesidade que geram maior mortalidade, em destaque o diabetes tipo II (SBCBM, 2019).

Em um estudo de coorte observacional multicêntrico com análise de 1737 pacientes (destes, 1389 mulheres) submetidos ao RYGB, verificaram que o RYGB possui pequena probabilidade de morte (com apenas 59 mortes de 1738

procedimentos). Mas, a perda de peso foi significativa após os 7 anos de *follow up*, sendo a média de 28% do peso inicial, e 38,2 kg de peso perdido perduraram no ano sétimo. No ano 3 e 7, teve uma tendência de ganho de peso de 3,9%, mas a tendência diminuiu no intervalo deste tempo. A perda de peso pela cirurgia RYGB foi muito maior se comparado com outro tipo de cirurgia (Laparoscopic Adjustable Gastric Band). Além disso, foi encontrado controle das comorbidades, sendo a melhora mais evidente nos primeiros 2 anos pós-cirurgia (diabetes, níveis altos de LDL, níveis baixos de HDL, altos níveis de triglicérides e hipertensão), mesmo com a redução do declínio a partir do 3º ano até o 7º (diabetes e hipertensão) (COURCOULAS *et al.*, 2017).

A perda de peso no período tardio de 10 anos após RYGB se manteve, em média deu-se por 20% ou mais do peso perdido em 73% dos pacientes (SJOSTROM *et al.*, 2004). No entanto, a perda de peso no período tardio e sua influência com a capacidade funcional não foi investigada (ALVES *et al.*, 2018).

Um outro aspecto interessante, é que casos incidentes de diabetes são incomuns após o RYGB e a necessidade de se submeter a um novo procedimento é menor que 1% nos 7 anos, porém casos de incidência de hipertensão são comuns (COURCOULAS *et al.*, 2017). Marcon *et al.*, 2017, apresenta que um programa supervisionado de baixa intensidade é eficiente para reduzir pressão arterial em indivíduos com obesidade grave, em uma expectativa cirúrgica, pode reduzir as complicações pós-cirúrgicas e auxiliar na adesão a atividade física que por si só, já controla a pressão arterial (principalmente exercícios que associem a força com a capacidade funcional) (ALVES *et al.*, 2018; ALBA *et al.*, 2019).

Figura 3 - Apresenta tipos de cirurgias

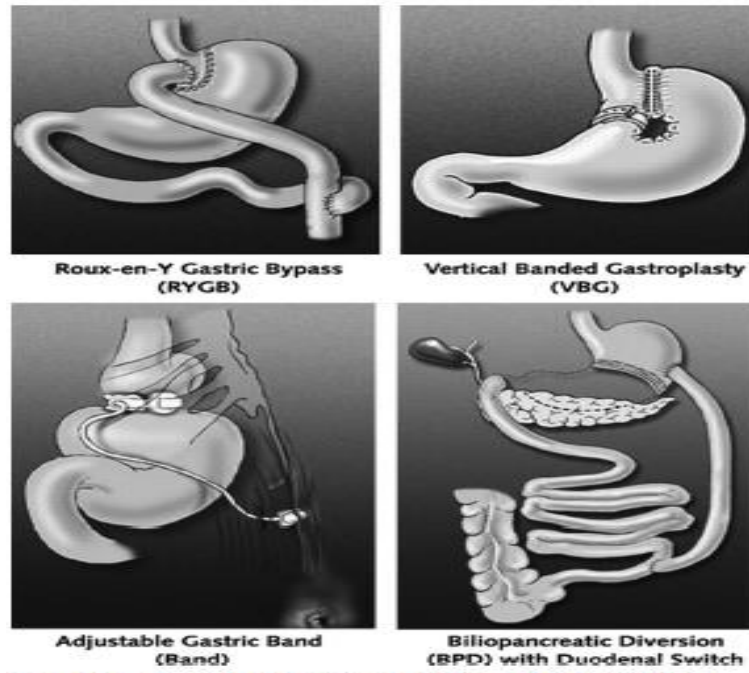
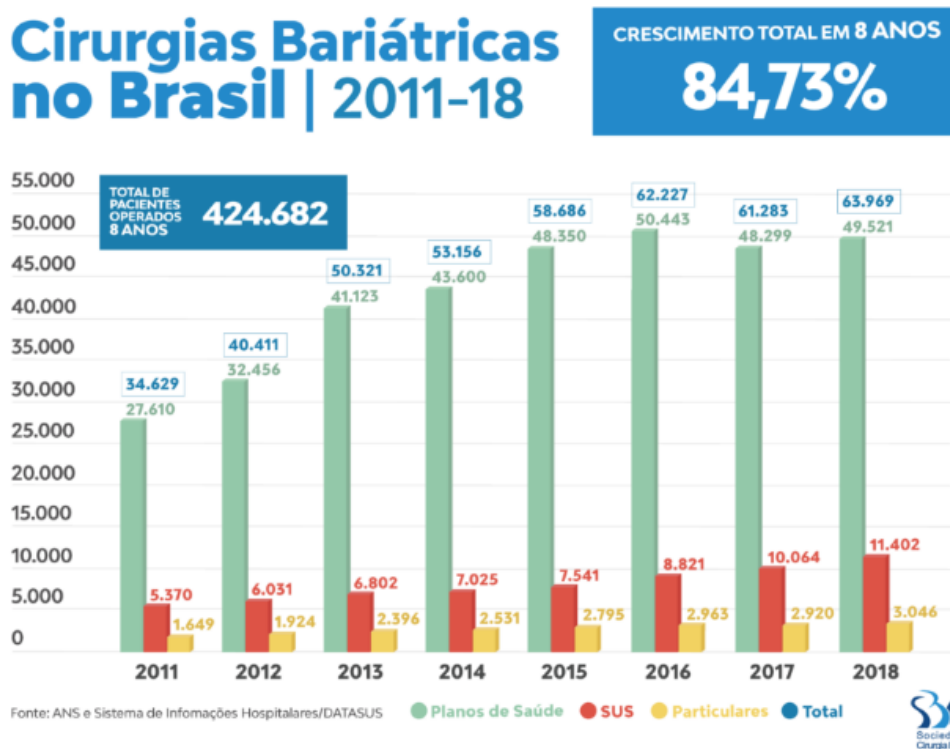


FIGURE 1. Bariatric Surgery Procedures. Reprinted with permission from the American Society for Bariatric Surgery (www.asbs.org).

Fonte: Bariatric Surgery Procedures. The American Society for Bariatric Surgery, 2022. Disponível em www.asbs.org.

Figura 4 - Aumento do número de cirurgias bariátricas no Brasil



Fonte: Sociedade Brasileira de Cirurgia Bariátrica e Metabólica. Sociedade Brasileira de Cirurgia Bariátrica e Metabólica, 2022. Disponível em <https://www.sbcbm.org.br/a-cirurgia-bariatrica/>.

4.6 ALTERAÇÕES NA COMPOSIÇÃO CORPORAL

As modificações da composição corporal repercutem na capacidade funcional. A perda de massa magra é expressiva, chegando a explicar 28% da perda de peso total perdido. A massa magra perdida reduz TMB. Sendo assim, a massa magra perdida explica a redução da produção de força, pois, perdendo massa magra perde-se força concomitantemente e assim dificulta a execução de AVD's, fenômenos semelhantes ao que acontece ao público idoso em um declínio das capacidades fisiológicas e estruturais denominado sarcopenia (MUÑOZ *et al.*, 2016; GADELHA *et al.*, 2014).

A redução do peso perdido em detrimento da cirurgia bariátrica é predominantemente da MG. A problemática é que parte desse peso perdido advém da massa muscular. A massa muscular é precursora da produção de força. Logo, perdendo massa muscular perde-se força muscular. A força muscular tem associação com capacidade funcional testada por testes que simulam as AVD's (ALBA *et al.*, 2019; PINTO *et al.*, 2013; ALVES *et al.*, 2019).

A inatividade física proporciona a maximização da redução de massa muscular e conseqüentemente aumento da redução da força muscular comparado a pessoas submetidas ao programa de atividade física (GOODPASTER *et al.*, 1985; ALBA *et al.*, 2019; ALVES *et al.*, 2019).

Figura 5 - Participação dos tecidos na perda de peso promovidos pela cirurgia

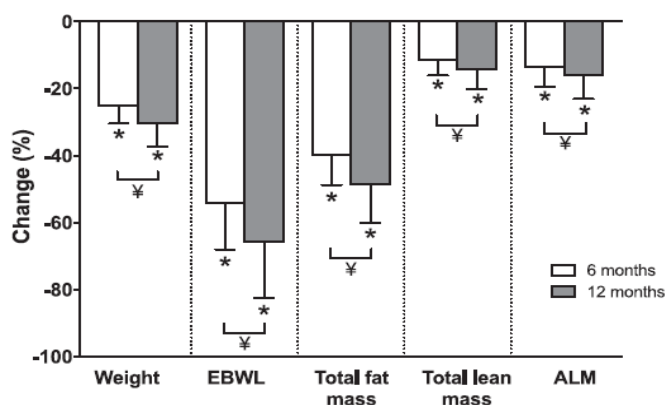


Figure 2. Percentage changes in body composition parameters at 6 and 12 mo after Roux-en-Y gastric bypass. Values are mean \pm SD. N = 46 for 6-mo changes; N = 44 for 12-mo changes. * $P < 0.05$ compared with baseline by paired t test. ¥, 12 mo significantly different than 6 mo by paired t test ($P < 0.05$). EBWL, excess body weight loss.

Fonte: Estudo de Alba *et al.* (2019).

Figura 6 - Composição corporal comparação com período pré x pós-cirurgia

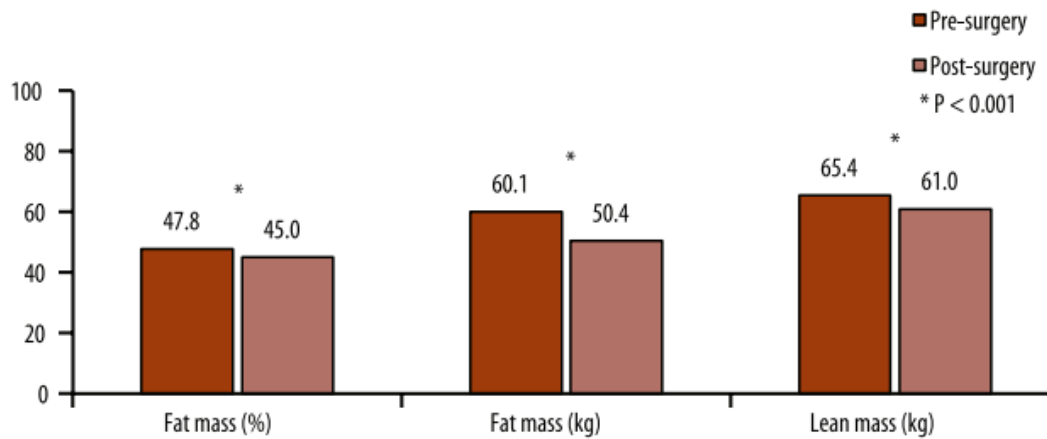
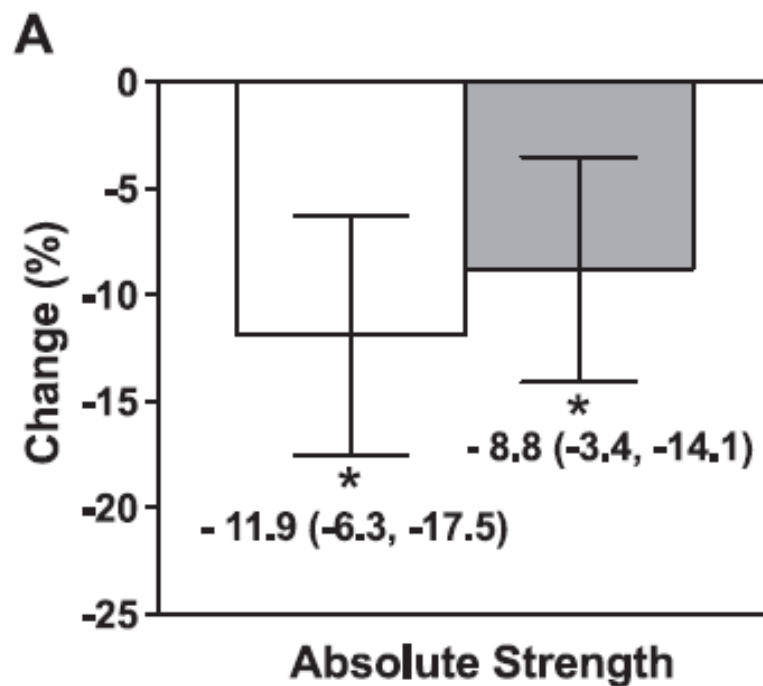


Figure 2. Pre- and postoperative body fat percentage, fat mass and lean body mass.

Fonte: Estudo de Hartwig *et al.* (2013).

Figura 7 - Perda de força em detrimento da massa muscular perdida



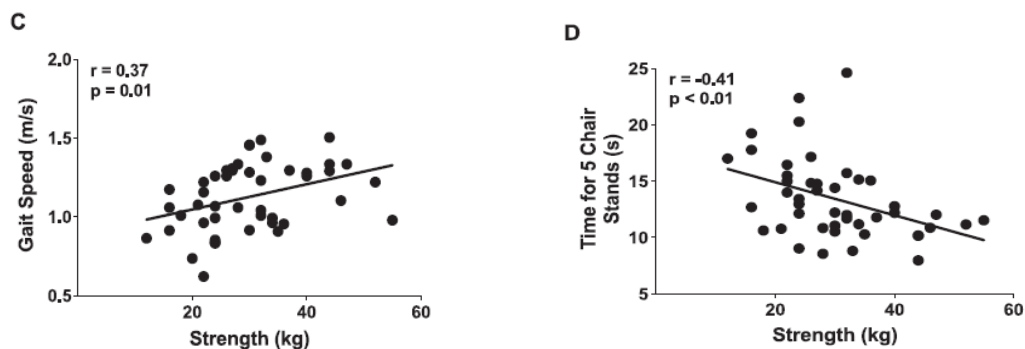
Fonte: Estudo de Alba *et al.* (2019).

Sabe-se que a manutenção de atividade física contribui para saúde e tem participação na perda de peso. Com isto, a atividade física exerce influência na capacidade funcional devido à força e massa muscular dos membros inferiores sendo requeridas. O alarme se dá por conta do peso perdido de massa muscular e por consequência, força muscular decorrente da cirurgia pode prejudicar a capacidade

funcional (ALBA *et al.*, 2019; ELLIOT *et al.*, 2020; CARMELLI *et al.*, 2000; HULK, 2015).

Fazendo o uso do sistema músculo esquelético, além de contribuir para escurecimento do TAB, contribui para função cardíaca, aumento do gasto energético e prevenção de doenças crônicas. Além disso, a manutenção da massa muscular e aumento da força muscular são realizados deixando de atender o segundo critério da sarcopenia (perda de força muscular) (ELLIOT *et al.*, 2020; BONFANTE *et al.*, 2015; LEES *et al.*, 2019; HULK, 2015).

Figura 8 - Apresenta correlação da força muscular com capacidade funcional em Teste de velocidade de marcha (C) e Teste de sentar-levantar da cadeira por 5 repetições (D)



Fonte: Estudo de Alba *et al.*, (2019).

King; Bond (2012) apresentam que a adesão para atividade física foi baixa, apenas 11% cumpriram a recomendação de 150 minutos por semana de atividade física e ainda os pacientes mostraram se 5% menos ativos que o primeiro ano pós-operatório. Assim sendo, os autores apresentam a eficácia e segurança na prática de atividade física pré e pós-operatória. Pré-operatório: a) o ganho de aptidão aeróbia pode reduzir complicações pós-operatórias além de auxiliar a cura pós operatória; b) a atividade física pré-operatória pode ajudar no aconselhamento para alcance da mentalidade que a cirurgia bariátrica é uma ferramenta de mudança comportamental; c) muitas barreiras pré-operatórias para atividade física existem e devem ser resolvidas neste período; d) perceber benefícios da atividade física e, com maior aptidão física no momento da cirurgia prediz atividade física pós operatória mais alta.

King, Bond (2012) ainda descrevem que no período pós-operatório, a atividade física promove: a) redução da frequência cardíaca e pressão arterial; b) redução da

susceptibilidade de lesões; c) aumento do equilíbrio e coordenação; d) mudança no estado catabólico.

Lamarca *et al.* (2021) apresentaram um protocolo de treinamento resistido e suplementação com pacientes submetidos a cirurgia bariátrica no período tardio e mostrou ser efetivo no ganho de MLG, o que mostra o efeito anabólico promovido pelo treinamento resistido aliado a suplementação, este protocolo contribuiu ainda tanto para aumento de massa muscular como para força muscular repercutindo nas AVD's simulado por testes funcionais. Mas, a observação sobre a qualidade muscular de pacientes submetidos à cirurgia bariátrica BGYR, principalmente no período tardio, permanece obscura.

4.7 FORÇA E CAPACIDADE FUNCIONAL

A perda de MG explica a grande e crescente procura pela cirurgia bariátrica, que implica responsabilidades no estilo de vida após a cirurgia, que quando não seguida as recomendações comprometem as AVD's, pois a perda de força resultante da perda de massa magra vulnerabiliza pacientes submetidos à cirurgia bariátrica (REN *et al.*, 2018). A força muscular relativizada pela quantidade de massa magra, quando aumentada possui potencial de maximização dos efeitos positivos da cirurgia bariátrica na perda de gordura corporal e redução do peso, favorecendo a capacidade funcional. Até o momento, a força muscular se mostra correlacionada com testes funcionais em pacientes pós bariátricos BGYR (ALVES *et al.*, 2018; ALBA *et al.*, 2019; LAMARCA *et al.*, 2021; HULK, 2015).

A força muscular, mais precisamente a força relativa vem mostrando sua importância no desempenho físico maior que a massa muscular isoladamente (FRANCIS *et al.*, 2017).

Além disso, estes achados indicam que a manutenção e aumento da força muscular devem ser realizados, pois, a força muscular do quadríceps femoral tem correlação negativa com o teste de agilidade, favorecendo as AVD's. Sendo os efeitos negativos da fraqueza muscular já estejam bem descritos na literatura, agravado pela deficiência nutricional decorrente das deficiências dos micronutrientes (GADELHA *et al.*, 2019; NERI *et al.*, 2020; POITOU *et al.*, 2007).

Além disso, o protocolo utilizado no treinamento resistido em pacientes no período tardio, foi eficaz nos ganhos de força e conseqüentemente, na melhora da

realização dos testes funcionais. O protocolo utilizou uma escala de controle de esforço específico para treinamento resistido (OMNI-RES). Inclusive, o aumento promovido pela junção de treinamento resistido com suplementação foi eficiente na mudança da razão MLG x MG, além de proporcionar aumento no GER promovido pelo aumento na MLG (LAMARCA *et al.*, 2021).

4.8 QUALIDADE MUSCULAR

A qualidade muscular (QM) é conceituada como capacidade de produzir força em razão da área muscular (PINTO *et al.*, 2013; GADELHA *et al.*, 2019).

A QM vem se mostrando melhor preditor de capacidade funcional e saúde músculo esquelética do que a força muscular isolada como prognóstico para identificar sarcopenia em indivíduos jovens e idosos (STRAIGHT; EVANS; BRADY, 2014; LEES *et al.*, 2019).

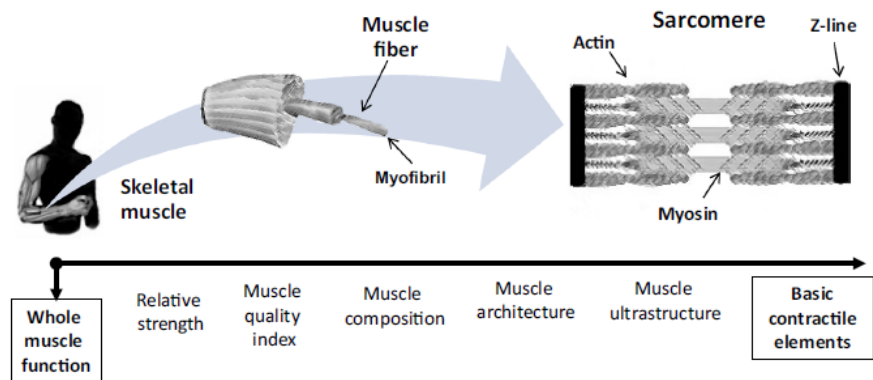
Nesse sentido, é bem estabelecido os benefícios da QM na prevenção de quedas, medo de cair e balanço dinâmico além de aumentar a carga nos pés contribuindo para alterações biomecânicas negativas e capacidade funcional (NERI *et al.*, 2019; PINTO *et al.*, 2013; GADELHA *et al.*, 2019). Além disso, pior QM é associada com indivíduos portadores de obesidade e a QM possui associação com IMC, sexo e idade (VALENZUELA *et al.*, 2020). Portanto, a QM quando reduzida, contribui para inatividade física (desuso muscular) e para maior redução da força, maior redução da área de secção transversa e maior infiltração de gordura (GOODPASTER *et al.*, 1985).

Sabe-se que a redução da massa muscular, particularmente em fibras musculares tipo II, é precursor para uma má QM (VALENZUELA *et al.*, 2020; GADELHA *et al.*, 2019). Ainda sobre a massa muscular, ela é moderadora entre capacidade funcional e infiltração de gordura (FARSIJANI *et al.*, 2020).

A infiltração de gordura, independentemente da localização prejudica a produção de força e assim a composição muscular, desfavorecendo a capacidade funcional (BARBAT-ARTIGAS *et al.*, 2012; FRAGALA *et al.*, 2015).

Figura 9 - Recursos qualitativos do músculo que interferem na função muscular

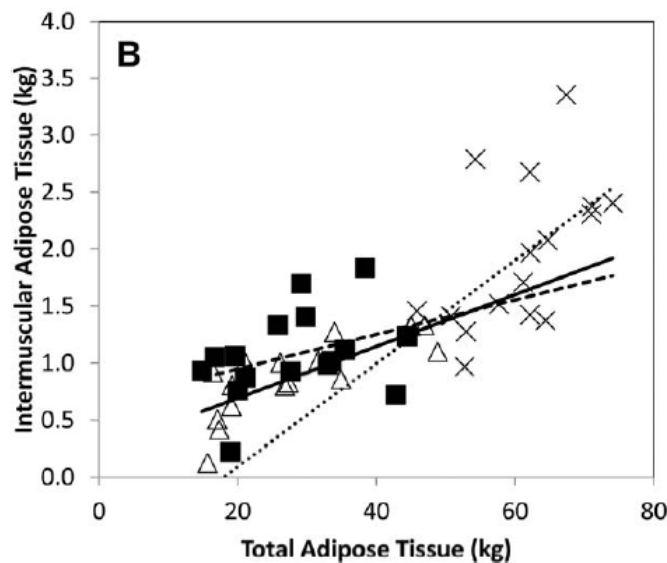
Fig. 1 Skeletal muscle qualitative features can span from the level of whole muscle functioning to features of the basic contractile elements



Fonte: Fragala *et al.*, (2015)

Em 1 ano de cirurgia bariátrica RYGB com predominância do sexo feminino, foram encontradas reduções no TAT, TAV, TAS e IMAT. Além disso, o grupo controle foi composto de pacientes com classificação Sobrepeso - IMC. Ou seja, pacientes que se submeteram à CB RYGB, em sua predominância do sexo feminino reduziram todas as variáveis da composição corporal sendo igualadas a grupo controle. Porquanto, a perda de TAT foi determinante na perda de TAV e IMAT, sendo o sexo determinante no aumento de TAV e idade preditor na correlação negativa de TAS (TORO-RAMOS *et al.*, 2014).

Figura 10 - Gráfico de regressão linear de escala alométrica descrevendo as mudanças nas dimensões relativas partes do corpo repercutem nas mudanças no tamanho geral



Fonte: Toro-Ramos *et al.*, (2014)

Figura 11 - Depósitos de tecido adiposo no período de 12 e 24 meses após a cirurgia e grupo controle

	T12	T24	Changes ^a	P-value ^a	Percent change ^a	Controls	P-value ^b
Surgery females (N = 42)							
Weight (kg)	82.8 ± 17.9	81.0 ± 19.3	-1.8 ± 6.5	0.085	-2.2%	68.7 ± 16.3	<0.0001
TAT (kg)	34.9 ± 13.6	33.0 ± 14.4	-1.9 ± 6.3	0.059	-5.4%	25.9 ± 11.9	0.001
SAT (kg)	31.9 ± 12.4	30.7 ± 13.4	-1.2 ± 5.6	0.171	-3.7%	22.1 ± 8.7	<0.0001
VAT (kg)	1.8 ± 1.3	1.2 ± 1.3	-0.5 ± 0.7	<0.001	-30.1%	1.49 ± 1.2	0.21
IMAT (kg)	1.2 ± 0.6	1.0 ± 0.5	-0.2 ± 0.4	0.012	-13.6%	1.0 ± 0.7	0.71
Surgery males (N = 7)							
Weight (kg)	92.1 ± 9.9	97.2 ± 13.9	5.1 ± 5.2	0.039	5.6%	83.1 ± 11.2	0.002
TAT (kg)	28.4 ± 8.9	32.4 ± 12.8	4.0 ± 5.0	0.078	14.1%	20.7 ± 7.3	<0.0001
SAT (kg)	24.4 ± 6.9	27.7 ± 10.7	3.4 ± 4.6	0.099	13.8%	17.5 ± 5.7	<0.0001
VAT (kg)	2.5 ± 1.7	2.8 ± 2.4	0.4 ± 1.2	0.461	14.8%	2.4 ± 1.7	0.52
IMAT (kg)	1.5 ± 0.8	1.8 ± 1.1	0.3 ± 0.5	0.158	17.9%	0.8 ± 0.5	<0.0001

Values are means ± SD.
TAT: total adipose tissue, SAT: subcutaneous adipose tissue, VAT: visceral adipose tissue, IMAT: intermuscular adipose tissue.
^a12 months (T12) versus 24 months post-surgery (T24).
^b24 months (T24) versus controls.

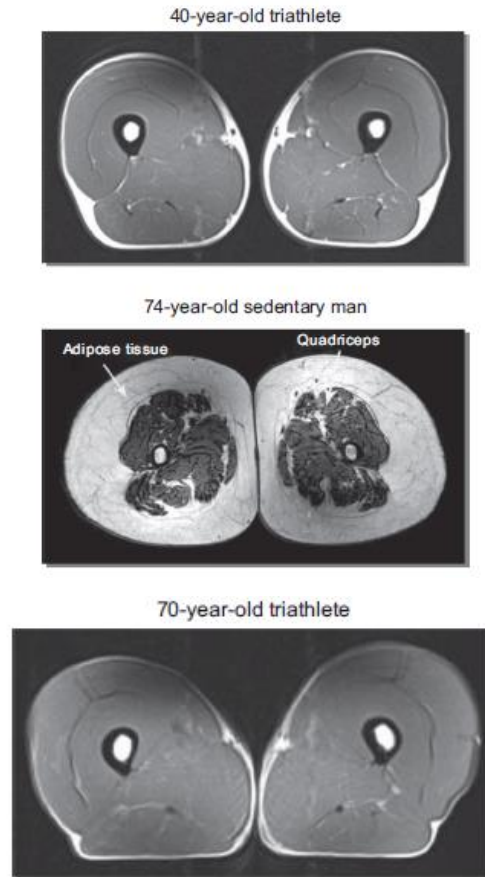
Fonte: Toro-Ramos *et al.*, (2014)

A força muscular deve ser relativizada pela quantidade de massa muscular em equipamentos fidedignos, precisos e validados, a saber: dinamômetro isocinético (padrão ouro) e DXA. Tendo base isto indivíduos portadores de obesidade produzem uma FMR menor e maior resistência à fadiga comparados à indivíduos magros. A força muscular do quadríceps femoral representa uma medida de função muscular e provavelmente repercute na capacidade funcional (MAFFULIETTI *et al.*, 2007; GADELHA *et al.*, 2014; GADELHA *et al.*, 2019).

A função muscular responsável em imprimir deslocamento, por conta da aceleração da massa (corpo), é correlacionada negativamente com infiltração de gordura. Esta por sua vez, tem associação com inflamação crônica que possui relação inversa com função muscular, além da resistência anabólica (SALVINI *et al.*, 2015; FARSIJANI *et al.*, 2020; VALENZUELA *et al.*, 2020).

Figura 12 - Comparação do músculo de pessoa sedentária com infiltração de gordura (centro) e os extremos (superior e inferior) apresentam musculatura de pessoas atletas ao longo da vida com diferentes idades

Figure 1. Typical quadriceps MRI scan of a 40-year-old triathlete compared with the quadriceps MRI scans of a 70-year-old triathlete and a 74-year-old sedentary man. Note the significant visual difference between the SCAT and IMAT of the sedentary man versus masters athletes.



Abbreviations: IMAT, intramuscular adipose tissue; MRI, magnetic resonance imaging; SCAT, subcutaneous adipose tissue.

Fonte: Estudo de Wroblewski *et al.*, (2011).

A capacidade de realizar AVD's é dependente da função muscular. Sendo assim, a necessidade de aprimorá-la é determinante na sobrevivência e longevidade. Nesse sentido, políticas públicas que promovam intervenção do público bariátrico tardio a fim de garantir a manutenção e aumento da QM por exemplo com o treinamento resistido, podem diminuir incidência de ganho de peso, diminuição do desenvolvimento de doenças, hospitalização, incapacidade funcional, mortalidade e promover aumentos na força muscular, suplementação adequada advinda da necessidade por conta da cirurgia e melhoria na capacidade funcional (LAMARCA *et al.*, 2021; ALVES *et al.*, 2018; LANDI *et al.*, 2010).

Figura 13 - Curva de sobrevivência entre pessoas com incapacidade e sem incapacidade

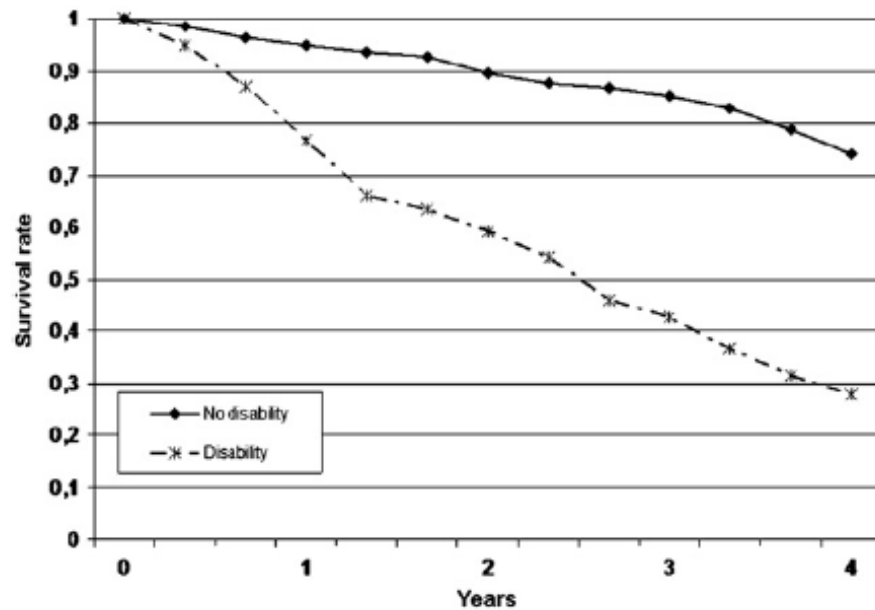


Fig. 1. Survival curves of subjects according to the presence of disability at baseline (log-rank test, $P < 0.001$).

Fonte: Estudo de Landi *et al.* (2010).

Gadelha *et al.* (2019) mostraram que a QM tem associação com quedas, medo de cair e balanço dinâmico. Sugeriram que mecanismos de infiltração de gordura e redução da QM, presente na população idosa, estejam ocorrendo em outras populações especiais que sofram de distúrbios neurológicos (desuso muscular) e sarcopenia (isto é, perda de massa, perda de força e perda de função).

No entanto, há uma escassez de estudos na literatura que associe a QM a capacidade funcional em pacientes pós bariátricos de RYGB no período tardio. Uma vez que a obesidade tem associação com pior QM (Valenzuela *et al.*, 2020), é de extrema relevância conhecer se, indivíduos que se submeteram a cirurgia RYGB e se encontram no período tardio de cirurgia bariátrica são aptos no que se refere a capacidade funcional (ALVES *et al.* 2018).

Principalmente, pelo fato da investigação de pessoas abaixo de 65 anos, ou seja, que não deveriam estar sofrendo as consequências do envelhecimento, se estão em senescência mesmo após a cirurgia RYGB (LEE *et al.*, 2019). Haja vista que a associação entre obesidade e sarcopenia é bem documentado (TALLIS *et al.*, 2018)

5 MATERIAIS E MÉTODOS

5.1 DELINEAMENTO DO ESTUDO

Trata-se de um estudo transversal observacional.

5.2 PROBLEMA

Há associação entre força e qualidade muscular com capacidade funcional em mulheres no pós-operatório tardio de cirurgia bariátrica?

Critério	Dissertação
Population	Mulheres no pós-operatório tardio de RYGB
Exposure	Baixa força e qualidade muscular
Comparator	Grupo com força e qualidade muscular preservada
Outcomes	Capacidade funcional
Study design	Transversal

5.3 LOCAL DO ESTUDO

O estudo foi realizado na Faculdade de Educação Física da Universidade de Brasília (FEF-UnB).

5.4 AMOSTRA

A amostra foi composta por pacientes de dois projetos matrizes (CINTO – Cirurgia e Nutrição no Tratamento da Obesidade) e NERO (Nutrição e Exercício Resistido na Obesidade).

Trata-se de uma parceria do Programa de Pós-graduação em Nutrição Humana (PPGNH-UnB) e Programa de Pós-graduação em Educação Física (PPGEF – UnB).

O recrutamento foi feito por cartazes e *flyers* (anexo) divulgados por redes sociais.

Além disso, no que se refere ao NERO, foi feito o treinamento resistido de 12 semanas com 4 safras de grupos pessoas. Optou-se por excluir os homens e trabalhar apenas com o sexo feminino.

Cada safra que em média possuía 12 pessoas, contemplava uma bateria de exames de composição corporal (DXA), força muscular (dinamômetro isocinético) e capacidade funcional (teste funcionais) para educação física. Cada safra de pessoas passava por essa bateria antes do programa de treinamento (T0), na metade do programa de treinamento (T1) e após encerrar o programa de treinamento (T12). Para nutrição possuía bateria de exames específico dessa área de conhecimento. Nesse sentido, foi extraído os exames de força muscular, MLG, MG e capacidade funcional da coleta que antecedia ao programa de treinamento. Ademais, os dados foram agrupados com dados do CINTO onde se tinha uma única coleta. Um total de 18 mulheres da amostra total desse estudo foi extraída do programa NERO.

Em se tratando do CINTO, um total de 115 mulheres integrou-se à amostra, dando um total de 133 mulheres no presente estudo. A coleta consistia na mesma bateria de exames que contempla composição corporal por meio do DXA, força muscular por dinamometria isocinética e capacidade funcional (testes funcionais).

Os exames foram realizados em um único dia com a seguinte ordem: composição corporal (DXA), isocinético e capacidade funcional ou composição corporal (DXA), capacidade funcional e isocinético. A bateria de exames tinha uma duração de 1h.

5.5 CRITÉRIOS DE ELEGIBILIDADE

Pacientes que apresentavam 2 ou mais anos de cirurgia bariátrica Bypass Gástrico em Y de Roux independentemente do local de cirurgia.

Foi composta por mulheres com idade acima de 18 anos e ter assinado o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE).

5.6 CRITÉRIOS DE EXCLUSÃO

Foram excluídos aqueles portadores de DM, doença cardíaca, disfunção tireoidiana descompensada, em uso crônico de hormônios ou reguladores de apetite ou com doença consumptiva, transtornos psiquiátricos graves, após a cirurgia, amputação e vigência de gestação e amamentação. Indivíduos com uso regular de suplementação proteica e praticantes de exercício físico há pelo menos 2 meses também não foram selecionados.

5.7 CUIDADOS ÉTICOS

Dado que os sujeitos do estudo são seres humanos, obedeceu-se ao previsto na Resolução 466/12 do Ministério da Saúde do Brasil, submetendo-o à análise e julgamento do Comitê de Ética em Pesquisa com Seres Humanos da Faculdade de Ciências da Saúde da UnB, que é reconhecido pela Comissão Nacional de Ética em Pesquisa.

O estudo foi aprovado sob o parecer nº 1.223.636 (Anexo II). Ademais, todos os sujeitos foram informados sobre os objetivos e procedimentos da pesquisa e assinaram o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido – TCLE (Anexo III).

6 PROCEDIMENTOS

6.1 AVALIAÇÃO DA COMPOSIÇÃO CORPORAL

Absortometria de dupla energia de raios X (DXA) é o equipamento da marca Lunar, modelo DPX-IQ (Lunar Corporation, Madison, WI, USA), para mensuração da composição corporal de corpo inteiro e de segmentos corporais através da densidade corporal. Este método expõe a avaliada à mínima quantidade de radiação, e os exames serão realizados em um período relativamente curto (aproximadamente 25 minutos).

A avaliação consistiu na emissão de raios X em duas frequências de intensidades diferentes, que ao passarem através do corpo da participante, separam-se por diferentes capacidades de atenuação dos raios X, nos tecidos corporais. Para o procedimento, as participantes foram posicionadas em decúbito dorsal sobre a mesa do equipamento, sendo em seguida cuidadosamente posicionadas de forma que fiquem totalmente centralizadas em relação às laterais da mesa.

As pacientes foram instruídas a se dispor com os membros inferiores estendidos, sendo utilizada uma fita de velcro para manter os membros inferiores próximos e dar suporte aos pés de forma que fiquem em uma angulação de 45° com relação ao plano vertical. Os membros superiores foram dispostos estendidos e posicionados ao longo do corpo, sem que tenha contato com o tronco. Todas as avaliações foram realizadas pelo mesmo avaliador, o qual foi treinado para realização desses exames e possui uma experiência no procedimento.

Foram extraídas as medidas de gordura corporal, MLG Total e MLG do membro inferior direito.

Figura 14 - Avaliação de composição corporal



Fonte: Acervo próprio, Faculdade de Educação Física – UnB, 2022.

6.2 AVALIAÇÃO ISOCINÉTICA

A força muscular do quadríceps femoral foi mensurada utilizando-se o dinamômetro isocinético Biodex System 3 (Biodex Medical Systems, New York, USA). Após explicação detalhada dos procedimentos de avaliação, as voluntárias foram cuidadosamente posicionadas no assento do equipamento. O eixo de rotação do braço do dinamômetro estava alinhado com epicôndilo lateral do fêmur dominante das voluntárias. O local da aplicação da força foi posicionado aproximadamente dois centímetros do maléolo medial. Cintos fixados com velcro foram utilizados no tronco, pelve e coxa para evitar eventuais movimentos compensatórios.

Após explicação do protocolo foi feita duas séries de aquecimento e mais duas para obtenção da força muscular (Pico de Torque). Total de quatro séries de contrações musculares (as duas primeiras séries a 240°/s com dez repetições, a terceira e quarta série foram a 60°/s com quatro repetições com 60 segundos de intervalo entre as séries. O valor registrado para as análises posteriores foi o maior Pico de Torque (PT) das séries terceira e quarta, o qual foi expresso em valores absolutos e relativos (Nm) e relativos à massa corporal (Nm/kg). Para as participantes foi solicitado que realizem as contrações com a maior vigor possível, sendo encorajadas verbalmente durante a mensuração. A calibração do equipamento foi realizada de acordo com as instruções do fabricante no início das sessões de avaliação.

Figura 15 - Avaliação isocinética.



Fonte: Acervo próprio, Faculdade de Educação Física – UnB, 2022.

6.3 AVALIAÇÃO DA QUALIDADE MUSCULAR

A qualidade muscular foi expressa como força por unidade de massa muscular e foi calculada dividindo o Pico de Torque (PT) dos extensores do joelho pela quantidade muscular do membro (medido pelo DXA).

Assim, a qualidade muscular foi de acordo com a seguinte equação: Qualidade muscular (Nm x g) = Força (Nm) / Quantidade Muscular (g). Os sujeitos com menor tercil de qualidade muscular foram considerados como tendo baixa qualidade muscular, enquanto os tercis restantes serão considerados com qualidade muscular normal.

Figura 16 - Medida de qualidade muscular

		EXTENSION	
		60 DEG/SEC	
Side: RIGHT			
# OF REPS: 4			
PEAK TORQUE	N-M	78.0	

COMPOSIÇÃO DO CORPO							
Região	Tecido ¹ (% Gordura)	Região (% Gordura)	Tecido ¹ (g)	Gordo ¹ (g)	Magro ¹ (g)	BMC (g)	Massa Total (kg)
Braço Esq.	31,4	30,1	3.927	1.234	2.693	170	4,1
Perna Esq.	27,7	26,5	19.480	5.399	14.081	905	20,4
Tronco Esq.	36,9	36,1	31.638	11.661	19.977	654	32,3
Esquerda Total	32,4	31,2	57.910	18.736	39.174	2.051	60,0
Braço Direito	31,4	30,0	3.875	1.217	2.658	176	4,1
Perna Direita	27,7	26,5	19.792	5.484	14.308	878	20,7
Tronco Direito	36,9	36,1	31.641	11.667	19.974	701	32,3
Direita Total	32,5	31,4	57.597	18.723	38.875	2.002	59,6
Braços	31,4	30,1	7.802	2.451	5.352	346	8,1
Pernas	27,7	26,5	39.272	10.883	28.388	1.783	41,1
Tronco	36,9	36,1	63.279	23.328	39.951	1.355	64,6
Andróide	40,9	40,5	10.088	4.126	5.962	89	10,2
Ginóide	29,8	29,0	17.791	5.310	12.482	512	18,3
Total	32,4	31,3	115.507	37.459	78.049	4.053	119,6

Fonte: Acervo próprio, Faculdade de Educação Física – UnB, 2022.

6. 4 TESTE “Timed Up and Go” (TUG)

Para avaliação do desempenho físico também relatado como teste de capacidade funcional, TUG está correlacionado com agilidade e balanço dinâmico. Considerado um teste rápido e seguro além de ser bastante utilizado tanto na parte clínica como em pesquisas.

O tempo gasto foi cronometrado. As voluntárias se levantaram de uma cadeira de 45 cm de altura, sem apoio para os braços, a partir da posição encostada, anda três metros, contornam um cone, voltam sobre o mesmo percurso e se sentam novamente na cadeira como na posição inicial. A recomendação foi que as voluntárias façam o caminho na maneira mais rápida possível, não sendo permitido correr. Admite-se que quanto maior o tempo gasto para executar o teste, mais reduzida é a força muscular e conseqüentemente menor qualidade muscular (ALVES *et al.*, 2018; PINTO *et al.*, 2013).

O avaliador orientou e exemplificou a demonstração e execução. Em seguida, a voluntária realizou três tentativas com intervalo de um minuto entre elas. Para verificar o resultado final, o menor valor foi adotado (melhor tentativa).

Figura 17 - “Timed up and go”.



Fonte: Acervo próprio, Faculdade de Educação Física – UnB, 2022.

6.5 TESTE DE CAMINHADA DE 6' MINUTOS

O teste consistiu em um circuito de 50 metros (m) havendo marcação de 5 em 5 metros.

Este teste avalia a função cardiorrespiratória e possui relação significativa com PT dos extensores do joelho (ALVES *et al.*, 2018).

No local de execução do teste, foi inserido uma área de segurança onde evita que qualquer fato atrapalhe a voluntária durante o teste. Foi instruído a voluntária a caminhar na maior velocidade possível sem correr, sendo somada a distância percorrida ao final dos 6 minutos.

Figura 18 - Teste de Caminhada de 6 minutos



Fonte: Acervo próprio, Faculdade de Educação Física – UnB,2022.

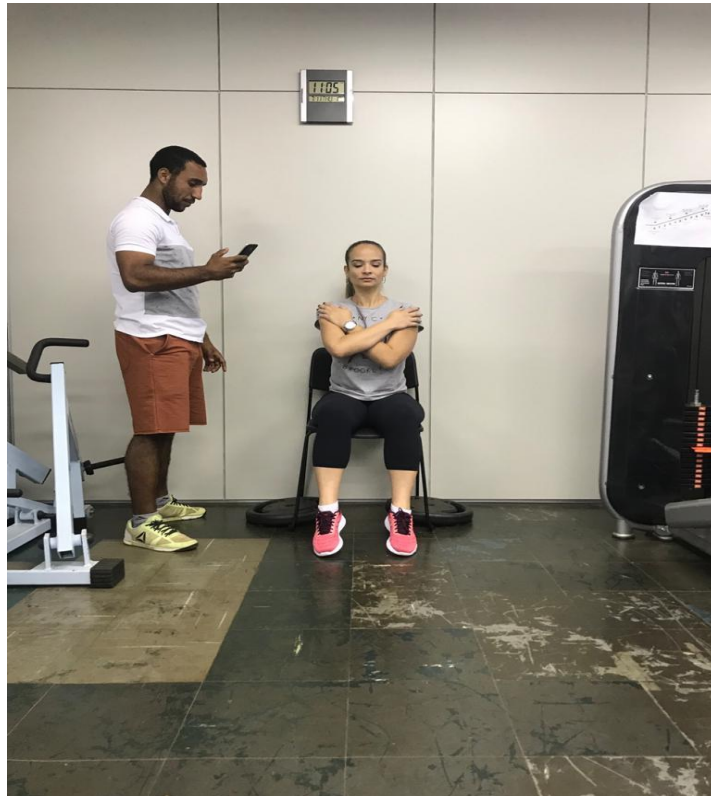
6.6 TESTE SENTAR - LEVANTAR DE 30" SEGUNDOS

Para medir força e resistência muscular dos membros inferiores em uma movimentação frequente nas AVD's foi utilizado o teste de sentar-levantar.

Em uma cadeira de 45 cm, os pés apoiados no chão e as mãos cruzadas nos ombros impedindo movimentos compensatórios para realização do movimento com o membro superior e tronco.

Foi orientado à voluntária de fazer o maior número de repetições possível dentro dos 30 segundos. Manter a execução padrão estendendo os joelhos (ficando em pé) será imprescindível.

Figura 19 - Teste de sentar-levantar de 30" segundos



Fonte: Acervo próprio, Faculdade de Educação Física – UnB, 2022.

7 RECURSOS HUMANOS

Os procedimentos do estudo foram efetuados por alunos de iniciação científica e de pós-graduação do GEFS-UnB, sob a supervisão do Prof. Dr. Ricardo Moreno Lima. Cada protocolo de avaliação foi executado por, no máximo, dois avaliadores previamente treinados. Adicionalmente, foi conduzido um estudo piloto para o nivelamento entre os avaliadores.

8 ANÁLISE ESTATÍSTICA

Os dados foram expressos por meio da estatística descritiva, utilizando procedimentos de média e desvio padrão. A distribuição dos dados foi verificada pelo teste Shapiro-Wilk.

O teste de correlação de Pearson foi utilizado para verificar o relacionamento entre o torque específico e os testes funcionais. Ademais, os dados de qualidade muscular foram estratificados em tercís. Em seguida foi conduzida uma ANOVA one way para comparar os resultados dos testes funcionais entre os tercís, com o teste de comparações múltiplas de Tukey como post hoc. As análises foram conduzidas no software SPSS e o nível de significância adotado para o presente estudo será de um valor de $p < 0,05$.

9 RESULTADOS

As características das participantes são apresentadas na Tabela 3. Os resultados referentes ao desempenho funcional e neuromusculares são exibidos na Tabela 4. Especificamente, são apresentados os resultados da avaliação isocinética, o torque específico (i.e., índice da qualidade muscular), e os resultados dos testes funcionais.

Tabela 3 - Características descritivas da amostra. Dados apresentados como média e desvio padrão

Variáveis	Total (n=133)
Idade (anos)	43,7 ± 9,9
Peso (kg)	80,3 ± 15,6
Estatura (m)	1,60 ± 0,1
IMC (kg/m ²)	31,4 ± 6,1
Classificação do estado nutricional	
Eutróficas, n (%)	13 (9,8)
Sobrepeso, n (%)	51 (38,3)
Obesidade, n (%)	69 (51,9)
Maior peso pré (kg)	111,4 ± 18,2
Menor peso pós (kg)	70,3 ± 13,0
Percentual de Peso perdido (kg)	39,0 ± 22,4
Tempo de cirurgia (meses)	76,1 ± 41,1
Massa livre de gordura (g)	39,7 ± 5,6
Massa livre de gordura apendicular da perna direita (g)	6,5 ± 1,2
Percentual de gordura corporal	46,5 ± 6,5
Massa gorda (g)	37,5 ± 11,3

IMC: Índice de massa corporal.

Tabela 4 - Características neuromusculares e de desempenho funcional da amostra. Dados apresentados como média e desvio padrão (±)

Variáveis	Total (n=133)
PT Absoluto 60° /s (N·m)	121,4 ± 30,1
PT Relativo 60° /s (Nm.kg)	1,5 ± 0,4
Qualidade muscular (Nm/kg)	18,9 ± 4,2
Teste sentar e levantar de 30" segundos (repetições)	14,1 ± 3,3
Teste de caminhada de 6' minutos (metros)	558,4 ± 93,0
Teste "Timed Up and Go" (segundos)	6,3 ± 1,0

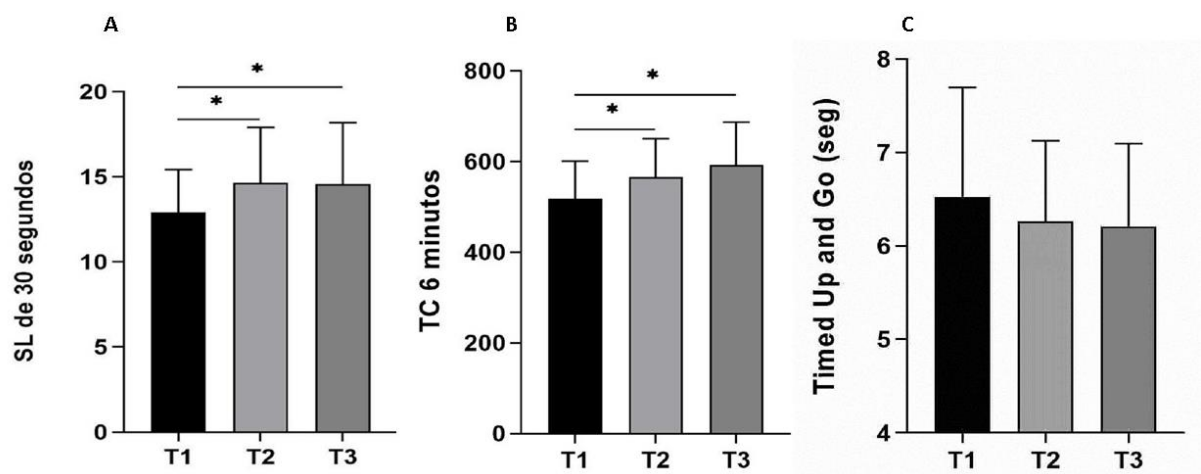
PT: Pico de torque.

A Tabela 5 apresenta os resultados do desempenho funcional estratificadas de acordo com os tercís de PT Absoluto 60°/s (N·m). Diferenças significativas entre os grupos foram observadas para o teste de sentar e levantar de 30 segundos e para o teste de caminhada de 6 minutos. O teste TUG não apresentou diferença significativa para o tercil superior comparado com os inferiores. Para uma melhor compreensão dos leitores, as análises post hoc são apresentadas na figura 20 (painéis A B e C). Em geral, assim como apresentado na tabela 5, o grupo com pico de torque baixo (i.e., classificadas no tercil inferior) apresentou desempenho inferior nos testes funcionais.

Tabela 5 - Variáveis neuromusculares e de desempenho físico estratificadas por tercís de acordo com o Pico de Torque Absoluto 60°/s (N·m)

Variáveis	T1	T2	T3	Valor de P
Teste sentar e levantar de 30" (rep)	12,9 ± 2,6	14,6 ± 3,3	14,6 ± 3,6	0,0150
Teste de caminhada de 6' (m)	517,5 ± 83,7	565,5 ± 85,1	593,0 ± 94,0	0,0003
Teste TUG (seg)	6,5 ± 1,2	6,2 ± 0,9	6,2 ± 0,9	0,2639

Figura 20 - Extratos de Pico de Torque Absoluto 60°/s e desempenho nos testes funcionais: Sentar e levantar 30" segundos, Teste de caminhada de 6' minutos e *Timed up and go*



Fonte: Autoria própria

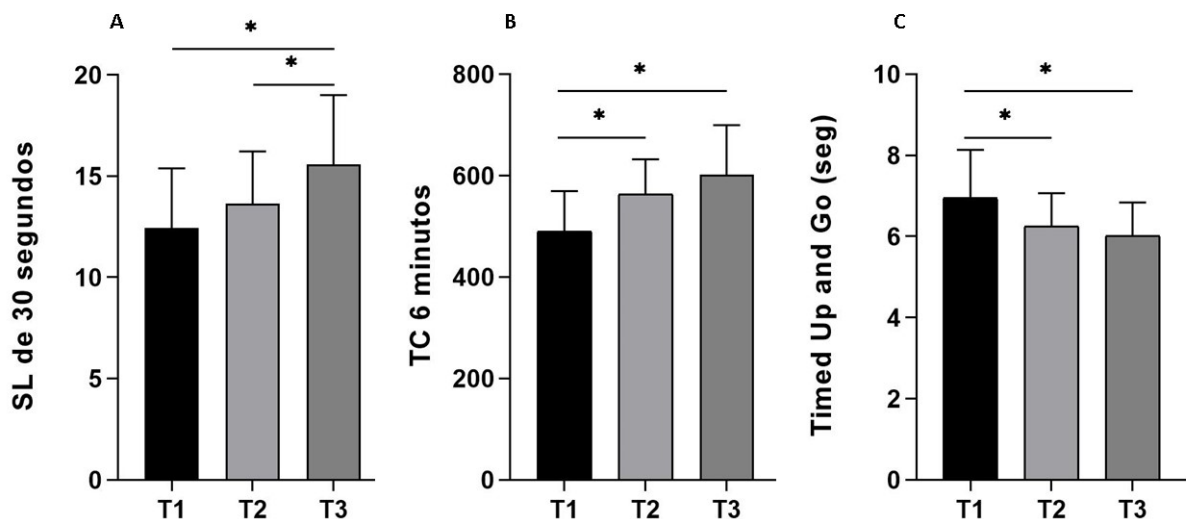
A Tabela 6 apresenta os resultados do desempenho funcional estratificadas de acordo com os tercís de PT Relativo 60°/s (Nm.kg). Foram encontradas diferenças significativas entre os grupos para todos os testes funcionais realizados, ou seja, o teste de sentar-levantar de 30 segundos, para o teste de caminhada de 6 minutos e

TUG (todos de $p < 0,001$). Para uma melhor compreensão dos leitores, as análises *post hoc* são apresentadas na figura 21 (painéis A B e C). Em geral, assim como apresentado na tabela 6, o grupo com PT relativo baixo (i.e., classificadas no tercil inferior) apresentou desempenho inferior nos testes funcionais.

Tabela 6 - Variáveis neuromusculares e de desempenho físico estratificadas por tercis de acordo com o Pico de Torque Relativo 60°/s (N·m)

Variáveis	T1	T2	T3	Valor de P
Teste de Sentar e Levantar 30"	12,4 ± 2,9	13,6 ± 2,6	15,6 ± 3,4	<0,0001
Teste de caminhada de 6' (m)	490,0 ± 79,5	563,8 ± 68,6	602,4 ± 97,0	<0,0001
Teste TUG (seg)	6,9 ± 1,2	6,2 ± 0,8	6,0 ± 0,8	<0,0001

Figura 21 - Extratos de pico de torque PT Relativo 60°/s e desempenho nos testes funcionais: Sentar-levantar 30" segundos, Teste de caminhada de 6' minutos e *Timed up and go*



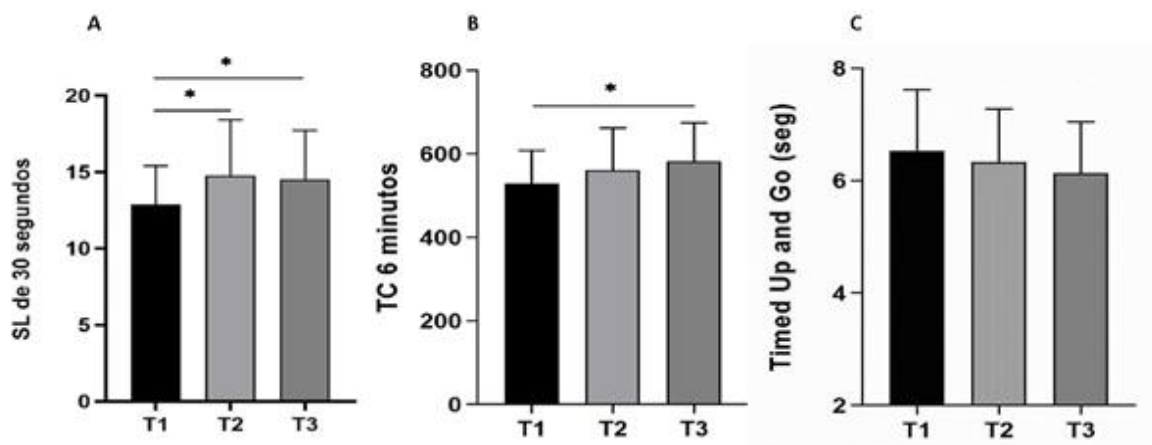
A Tabela 7 apresenta os resultados do desempenho funcional estratificadas de acordo com os tercis de QM (i.e., torque específico). Diferenças significativas entre os grupos foram observadas para o teste de sentar e levantar de 30 segundos e para o teste de caminhada de 6 minutos. O teste TUG, apesar de apresentar diferenças nas médias num sentido de melhor desempenho para o grupo do tercil superior, as análises não revelaram significância estatística. Para uma melhor compreensão dos leitores, as análises *post hoc* são apresentadas na figura 22 (painéis A B e C). Em

geral, assim como apresentado na tabela 7, o grupo com QM baixa (i.e., classificadas no tercil inferior) apresentou desempenho inferior nos testes funcionais.

Tabela 7 - Variáveis neuromusculares e de desempenho físico estratificadas por tercis de acordo com a qualidade muscular

Variáveis	T1	T2	T3	Valor de P
Teste sentar e levantar de 30" (rep)	12,9 ± 2,6	14,8 ± 3,7	14,5 ± 3,2	0,0108
Teste de caminhada de 6' (m)	528,9 ± 79,1	561,7 ± 100,4	583,2 ± 91,8	0,0212
Teste TUG (seg)	6,5 ± 1,1	6,3 ± 0,9	6,1 ± 0,9	0,1597

Figura 22 - Extratos em tercis de qualidade muscular e desempenho funcional nos testes funcionais: Sentar e levantar de 30" segundos, Teste de caminhada de 6' minutos e *Timed Up and Go*



A tabela 8 apresenta as correlações entre as variáveis de força e QM o desempenho nos testes funcionais. O PT absoluto se correlacionou de forma positiva e significativa com a performance no teste de sentar e levantar em 30 segundos e no teste de caminhada de 6 minutos. O PT relativo à massa corporal se correlacionou significativamente com todos os testes funcionais, sendo essa correlação positiva com a performance no teste de sentar e levantar em 30 segundos e no teste de caminhada de 6 minutos, e negativa com o teste TUG. Finalmente, a QM também se correlacionou significativamente com todos os testes funcionais, sendo essa correlação positiva com a performance no teste de sentar e levantar em 30 segundos e no teste de caminhada de 6 minutos, e negativa com o teste TUG. Digno de nota, dentre as variáveis de força

e QM, a que mais fortemente se correlacionou com os testes funcionais foi o PT relativo à massa corporal.

Tabela 8 - Correlações entre as variáveis neuromusculares e desempenho físico

Variáveis	SL 30"		TC 6 minutos		TUG	
	r	p	r	p	r	p
Pico de Torque Absoluto 60º/s (N·m)	0,21	0,02	0,34	<0,01	-0,16	0,07
Pico de Torque Relativo 60º/s (N·m/kg)	0,39	<0,01	0,52	<0,01	-0,37	<0,01
Qualidade muscular (N·m/kg)	0,21	0,01	0,28	0,01	-0,17	0,05

Legendas: SL 30": Sentar e Levantar de 30 segundos; TC: Teste de caminhada; TUG: *Timed Up and Go*.

Para uma melhor compreensão dos determinantes da capacidade funcional de mulheres no período tardio de cirurgia bariátrica RYGB, as correlações entre variáveis da composição corporal e desempenho nos testes funcionais foram também examinadas (Tabela 9). Foi observado que tanto a MG como o percentual de gordura se correlacionaram significativamente com todos os testes funcionais, sendo essa correlação negativa com a performance no teste de sentar-levantar em 30 segundos e no teste de caminhada de 6 minutos, e positiva com o teste TUG. Vale destacar que, diferentemente das variáveis de força e QM, quanto maior o índice de adiposidade (i.e., massa gorda e percentual de gordura), pior era o desempenho nos testes funcionais. Por outro lado, a MLG não se correlacionou de forma significativa com nenhum dos testes funcionais estudados.

Tabela 9 - Correlações entre desempenho funcional e as variáveis de composição corporal

Variáveis	Sentar e Levantar 30"		Teste de Caminhada 6'		TUG	
	r	p	r	p	r	p
Massa gorda (g)	-0,30	0,02	-0,30	<0,01	0,30	<0,01
% Gordura	-0,30	<0,01	-0,50	<0,01	0,30	<0,01
IMC (kg/m ²)	-0,20	0,04	-0,40	<0,01	0,30	<0,01
MLG (g)	-0,05	0,50	0,04	0,60	0,12	0,20

Legendas: PT: Pico de torque; MLG: Massa livre de gordura; QM: Qualidade muscular; % Gordura: Percentual de Gordura.

A tabela 10 apresenta variáveis de desempenho físico e variáveis neuromusculares com os aspectos relacionados à cirurgia. O tempo de cirurgia se correlacionou negativamente com os testes de desempenho físico (Teste de sentar-levantar de 30" segundos e teste de caminhada de 6' minutos) e ainda se correlacionou negativamente com as variáveis neuromusculares (Pico de torque absoluto, relativo e qualidade muscular). O maior peso pré se correlacionou positiva e significativamente com o teste "Timed up and go" e com o PT Absoluto, ao passo que a correlação com PT Relativo foi negativa. O menor peso pós correlacionou-se igualmente com o teste "Timed up and go" e PT Absoluto. De igual modo, a correlação com o PT Relativo foi negativa. O percentual de peso perdido não apresentou associação com as variáveis.

Tabela 10 - Associações entre o desempenho físico e variáveis neuromusculares com os aspectos relacionados à cirurgia bariátrica

Variáveis	Tempo de cirurgia		Maior peso pré		Menor peso pós		% peso perdido	
	r	p	r	p	r	p	r	p
Sentar e Levantar de 30"	-0,40	<0,01	-0,09	0,30	-0,14	0,12	0,01	0,91
Teste TUG	0,11	0,20	0,20	0,02	0,26	0,03	0,09	0,30
Teste de caminhada 6'	-0,52	<0,01	-0,07	0,45	-0,15	0,08	0,06	0,50
Pico de Torque Absoluto 60°/s (N·m)	-0,28	0,01	0,29	0,01	0,36	<0,01	0,12	0,17
Pico de Torque Relativo 60°/s (N·m/kg)	-0,49	<0,01	-0,22	0,01	-0,23	0,07	-0,06	0,46
Qualidade muscular (Nm/kg)	-0,30	<0,01	-0,06	0,46	-0,04	0,63	-0,01	0,28

Legendas: % peso perdido: Percentual de peso perdido.

10 DISCUSSÃO

Até o presente momento, este é o primeiro estudo que verificou a associação entre QM e a capacidade funcional de mulheres que foram submetidas à CB no período tardio. Os principais resultados indicaram que tanto força como QM estão significativamente associados a funcionalidade nessa população, sendo que a FMR apresentou a associação mais forte em relação aos testes funcionais (Tabela 7) e ainda com variáveis relacionadas à CB (Tabela 10). Nesse sentido o uso de variáveis neuromusculares pode auxiliar equipe multidisciplinar em relação ao comprometimento no sistema músculo esquelético causado pela obesidade assim como, o uso desse parâmetro pode facilitar o acompanhamento de pacientes submetidos à CB.

O comprometimento no sistema músculo esquelético causado pela obesidade é minimizado pela CB, principalmente por redução expressiva na adiposidade corporal e gera consequência uma melhoria da capacidade funcional vista por testes funcionais (VALENZUELA *et al.*, 2020). Porém, ocorre simultaneamente como efeito deletério da CB, a perda de massa magra e força muscular impactando na função física (GUALANO; KIRWAN; ROSCHEL, 2021). Inclusive, no presente estudo as variáveis de força muscular apresentaram associação significativas com testes funcionais. Nesse contexto, mesmo que a maioria dos testes funcionais tenha sido encontrado significância com QM, a FMR à massa corporal apresentou correlações mais consistentes. Portanto, os resultados indicam que a QM é determinante da capacidade funcional, mas os achados para FMR apresentaram maior relevância para prática clínica, haja vista a maior robustez e maior custo efetivo (OPPERT *et al.*, 2018).

A relação entre força muscular e capacidade funcional nos mostra a importância do uso muscular (leia-se, estilo de vida saudável) assim como prevenção do acúmulo de gordura corporal patológica (ALBA *et al.*, 2019). Sabe-se até então que indivíduos com obesidade apesar de apresentarem comprometimento em grande parte de aspectos neuromusculares, apresentam maior FMA e por muito tempo a avaliação de força muscular restringiu-se ao parâmetro absoluto. Mas, a FMR tem sido apresentada como melhor indicador de preservação neuromuscular, e principalmente, na maioria dos parâmetros neuromusculares (ex. visto por testes funcionais) (MAFFIULET *et al.*, 2007; HUCK, 2015).

A QM pode ser observada como uma análise conjunta de parâmetro neuromuscular e parâmetro morfológico, e apresenta associação com resistência à insulina que por sua vez, causa mudanças nos parâmetros metabólicos alterando o componente neuromuscular em mulheres adultas portadoras de obesidade (POGGIOGALLE *et al.*, 2019). Além disso, a QM vem recebendo atenção na comunidade científica, em função do seu relevante poder preditivo para numerosos desfechos clínicos (REF). Portanto, a QM tem se mostrado como ferramenta de campo e laboratorial recomendada para obtenção de índices de saúde e avaliação, por associação com idade, sexo, gordura corporal, IMC e diabetes e logo, com papel em parcialmente explicar o declínio funcional (NASCIMENTO *et al.*, 2020). A título de exemplo, a ampla utilização da QM como critério para identificação da sarcopenia ampliou de visão fragmentada para uma visão sistêmica sob o tecido muscular (CRUZ-JENTOFT *et al.*, 2019).

No consenso Europeu é levado em consideração a força muscular e função física, que são componentes fundamentais do músculo esquelético, aumentando a gravidade conforme a complicação destes elementos (CRUZ-JENTOFT *et al.*, 2019). Diversos fatores são responsáveis em explicar uma baixa QM; a infiltração de gordura e aumento de tecido conjuntivo no músculo esquelético são mecanismos que podem explicar inclusive a associação de pessoas portadoras de obesidade e quedas em mulheres idosas (NERI *et al.*, 2020; GADELHA *et al.*, 2019). Kelley; Slasky e Janosky (1991) apresentaram pela primeira vez a importância da predominância de densidade muscular no peso normal e saúde geral medido por ressonância magnética. Goodpaster *et al.* (2001), identificaram que a atenuação muscular (leia se, densidade muscular) medido por tomografia computadorizada é associado com acúmulo de lipídios intramusculares, e em indivíduos portadores de obesidade, existe uma quantidade significativa que prejudica a densidade e logo a atenuação muscular, como possui uma quantidade significativa de lipídios intramusculares.

No estudo longitudinal de Delmonico *et al.* (2009), foi observado que a infiltração de gordura aumenta com a idade ao longo de 5 anos independentemente das mudanças do peso e mudanças na quantidade de gordura subcutânea da coxa. Além disso, a perda de força foi maior que a perda de massa muscular e concomitantemente ao crescente aumento de infiltração gordurosa, podendo trazer complicações para a mobilidade e bom funcionamento da atividade locomotora. Inclusive, vale destacar que o ganho de peso não diminuiu a redução na força, uma

vez que os indivíduos portadores de obesidade possuem maior força absoluta. A avaliação de QM medida pelo DXA foi reforçada por Neri *et al.* (2020) que demonstraram ser um mediador de quedas na obesidade em indivíduos idosos.

Em se tratando de indivíduos portadores de obesidade, os estudos são em menor número, e a temática requer esclarecimentos em futuros estudos. Não obstante, há na literatura alguns resultados os quais sinalizam que a obesidade está associada a menor QM. Valenzuela *et al.* (2020) evidenciaram que indivíduos portadores de obesidade possuem reduzida QM e o fato de serem mulheres, com maior idade e maior IMC traz complicações diretamente relacionadas com a capacidade funcional. Além disso, o mecanismo de infiltração de gordura é a explicação para estas complicações que acarreta resistência anabólica, inflamação e estresse oxidativo. Esses estudos têm a análise do quadríceps em comum por ser o grupamento muscular determinante na realização das atividades de vida diária e, portanto, a redução de QM possivelmente impacta diretamente a qualidade de vida das pessoas (LYYTINEN *et al.*, 2013; MAFFIULET *et al.*, 2007). Toro-ramos *et al.*, (2015) encontraram que a infiltração de gordura diminui em indivíduos que se submetem a CB, Wroblewski *et al.* (2011) apresentaram que atividade física ao longo da vida, reduz exponencialmente a infiltração de gordura, reduz a perda de força e massa muscular em idosos, que são determinantes na saúde, função física e qualidade de vida.

Portanto, a modificação de estilo de vida no público submetido à CB, especificamente em mulheres, além de reduzir a perda de força e massa muscular que são critérios determinantes na gravidade de sarcopenia, proporciona uma capacidade de continuação da capacidade funcional ao longo da vida (BERTI *et al.*, 2015; CRUZ-JENTOFT *et al.*, 2019). Nesse sentido, a QM vem sendo cada vez mais utilizada, e o torque específico reflete a capacidade neuromuscular de gerar tensão por unidade de volume/massa. No presente estudo, para a identificação do torque específico, a força do grupamento quadríceps femoral foi avaliada por dinamômetro isocinético e a massa magra do mesmo membro foi mensurada por DXA. Com efeito, os resultados do presente estudo demonstraram a associação entre QM e capacidade funcional em mulheres no período tardio de cirurgia bariátrica RYGB. População esta, que não havia sido ainda explorada. Embora, a associação entre a FMR ao peso corporal tenha tido mais consistência.

Contudo, para prática clínica os achados sugerem que não há necessidade da avaliação de QM, pois além de não ter maior poder preditivo para capacidade funcional quando comparada à FMR a massa corporal, a medida é dispendiosa, pois requer avaliação da massa magra com equipamentos de imagem que em geral são sofisticados e de alto custo, além de requerer *staff* treinado. Os resultados aqui apresentados agregam ao estado atual de conhecimento na área, transmitindo uma mensagem importante de que a FMR a massa corporal, e não a absoluta, deve ser variável de interesse no acompanhamento de indivíduos que foram submetidos à CB, seja no ambiente de pesquisa ou na prática clínica.

Há alguns pontos fortes bem como limitações no presente estudo que precisam ser reconhecidos. A avaliação de força muscular e massa magra terem sido avaliados por métodos amplamente aceitos e reconhecidos por serem padrão ouro aumenta o poder do presente estudo. Até o momento, de acordo com a extensa revisão literária, este é o primeiro estudo a explorar a relação entre QM e capacidade funcional na população submetida à CB, de fato isso é digno de nota. Em contrapartida, a amostra do presente estudo foi composta por mulheres fisicamente livres de comorbidades importantes e, é cabível interpelar, se poderia ser possível encontrar resultados semelhantes em pacientes com maior grau de complicações e do sexo masculino. O nível de atividade física das participantes não foi controlado, portanto não foi possível verificar se os resultados seriam diferentes com esse ajuste. Por fim, apesar de não ser uma limitação propriamente dita, a característica do tipo de estudo transversal não permite estabelecer relação de causa e efeito.

CONCLUSÃO

Com base nos resultados observados, é possível concluir que a força e qualidade muscular estão associados com a capacidade funcional em mulheres no período tardio de cirurgia bariátrica RYGB. Em síntese, valores baixos de força e qualidade muscular estão associados a um menor desempenho funcional. Vale salientar, entretanto, que a variável neuromuscular que mais consistentemente se associou com a capacidade funcional foi a força muscular relativa ao peso corporal, portanto, indicando que a qualidade muscular não é a variável de escolha na prática clínica, a qual requer alguma técnica de imagem que em geral é dispendiosa e requer mão de obra especializada. Esses achados sugerem que a avaliação da força muscular, em especial expressa de forma relativa ao peso corporal, deve ser inserida no acompanhamento dos serviços de saúde para indivíduos submetidos a cirurgia bariátrica, sendo potencialmente um índice de mudança no estilo de vida, já que o sistema músculo esquelético obedece a lei de uso e desuso. Digno de nota, é bem estabelecido na literatura que o treinamento resistido melhora de forma consistente variáveis neuromusculares e funcionais, e, portanto, deve ser incluído em um programa global de treinamento físico para essa população.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ADDISON, O.; MARCUS, R. L.; LASTAYO, P. C.; RYAN, A. S. Intermuscular fat: a review of the consequences and causes. **Int J Endocrinol.**, 2014.
- AFSHIN, A; FOROUZANFAR, M. H.; REITSMA, M. B.; SUR, P; ESTEP, K; LEE *et al.* Health effects of overweight and obesity in 195 Countries over 25 Years. **N Engl J Med.** Jul;377(1):13–27, 2017.
- ALBA, D. L.; WU, L.; CAWTHON, P. M.; MULLIGAN, K.; LANG, T.; PATEL, S; SCHAFER, A. L. Changes in lean mass, absolute and relative muscle strength, and physical performance after gastric bypass surgery. **J Clin Endocrinol Metab.** 104(3), 711-720, 2019.
- ALVES, S. P.; ANJOS, R. S.; FELICIANO, F. T.; LAMARCA, F.; DUTRA, E. S.; CARVALHO, K. M. B.; LIMA, R. M. Associação entre força muscular isocinética e funcionalidade em pacientes submetidos à cirurgia bariátrica. **Revista Brasileira de Pesquisa em Ciências da Saúde**, 5(9), 21-26, 2019.
- ANGELINI, G.; GISSEY, L. C.; DEL CORPO, G.; GIORDANO, C.; CERBELLI, B.; SEVERINO, A.; CASELLA, G. New insight into the mechanisms of ectopic fat deposition improvement after bariatric surgery. **Sci Rep.**, 9(1), 1-15, 2019.
- ANGRISANI, L.; SANTONICOLA, A.; IOVINO, P.; FORMISANO, G.; BUCHWALD, H.; SCOPINARO, N. Bariatric surgery. **Obes Surg.** 2015 Oct;25(10):1822–32, 2013.
- Associação Brasileira para Estudo da Obesidade e Síndrome Metabólica, Diretrizes Brasileira de Obesidade. 2016. Disponível em: <https://abeso.org.br/wp-content/uploads/2019/12/Diretrizes-Download-Diretrizes-Brasileiras-de-Obesidade-2016.pdf>. Acesso em: 13/08/2020.
- ASTRUP, A.; RÖSSNER, S.; VAN GAAL, L.; RISSANEN, A.; NISKANEN, L.; AL HAKIM, M.; NN8022-1807 STUDY GROUP. Effects of liraglutide in the treatment of obesity: a randomised, double blind, placebo-controlled study. **Lancet**, 374(9701), 1606-1616, 2009.
- AYYAD, C.; ANDERSEN, T. Long-term efficacy of dietary treatment of obesity: a systematic review of studies published between 1931 and 1999. **Obes Rev.**, 1(2), 113-119, 2000.
- BARBAT-ARTIGAS, S.; ROLLAND, Y.; ZAMBONI, M.; AUBERTIN-LEHEUDRE, M. How to assess functional status: a new muscle quality index. **The journal of nutrition, health & aging**, 16(1), 67-77, 2012.
- BASSETT, D. R.; TOTH, L. P.; LAMUNION, S. R.; CROUTER, S. E. Step counting: a review of measurement considerations and health-related applications. **Sports Med.**, 47(7), 1303-1315, 2017.

BAUMAN, A. E.; REIS, R. S.; SALLIS, J. F.; WELLS, J. C.; LOOS, R. J.; MARTIN, B. W.; LANCET. Physical Activity Series Working Group. Correlates of physical activity: why are some people physically active and others not? **Lancet**, 380(9838), 258-271, 2012.

BERTI, L. V.; CAMPOS, J.; RAMOS, A.; ROSSI, M.; SZEGO, T.; COHEN, R. Posição da SBCBM: nomenclatura e definições para os resultados em cirurgia bariátrica e metabólica. **ABCD arq. bras. cir. dig** 28(2), 2015.

BIENER, A.; CAWLEY, J.; MEYERHOEFER, C. The high and rising costs of obesity to the US health care system, **J Gen Intern Med**, 2017.

BONFANTE, I. L. P.; DUFT, R. G.; CHACON-MIKAHIL, M. P. T.; CAVAGLIERI, C. R. Novos achados relacionados ao tecido adiposo: uma revisão de literatura sobre o browning e irisina. **Revista Arquivos de Ciências da Saúde**, 22(2), 9-15, 2015.

BORDALO, L. A.; TEIXEIRA, T. F. S.; BRESSAN, J.; MOURÃO, D. M. Cirurgia bariátrica: como e por que suplementar. **Rev. Assoc. Med. Bras.**, 57(1), 113-120, 2011.

BRADY, A. O.; STRAIGHT, C. R.; SCHMIDT, M. D.; EVANS, E. M. Impact of body mass index on the relationship between muscle quality and physical function in older women. **J Nutr Health Aging**, 18(4), 378-382, 2014.

BRADY, A. O.; STRAIGHT, C. R.; SCHMIDT, M. D.; EVANS, E. M. Impact of body mass index on the relationship between muscle quality and physical function in older women. **J Nutr Health Aging**, 18(4), 378-382, 2014.

BRASIL. Ministério da Saúde. Secretaria de Vigilância em Saúde. Departamento de Análise em Saúde e Vigilância de Doenças Não Transmissíveis. **Vigitel Brasil 2019**: vigilância de fatores de risco e proteção para doenças crônicas por inquérito telefônico: estimativas sobre frequência e distribuição sociodemográfica de fatores de risco e proteção para doenças crônicas nas capitais dos 26 estados brasileiros e no Distrito Federal em 2019 [recurso eletrônico] / Ministério da Saúde, Secretaria de Vigilância em Saúde, Departamento de Análise em Saúde e Vigilância de Doenças não Transmissíveis. – Brasília: Ministério da Saúde, 2020. 137.: il.

CAMPOS, L. S.; DE OLIVEIRA, L. A.; DA SILVA, P. K. P.; DE PAIVA, A. M. R. Estudo dos efeitos da sibutramina. **Revista UNINGÁ Review**, 20(3), 2014.

CARMELI, E.; REZNICK, A. Z.; COLEMAN, R.; CARMELI, V. Muscle strength and mass of lower extremities in relation to functional abilities in elderly adults. **Gerontology**, 46(5), 249-257, 2000.

CHILES SHAFFER, N; FABBRI, E.; FERRUCCI, L.; SHARDELL, M.; SIMONSICK, M. Studenski S. Muscle quality, strength, and lower extremity physical performance in the Baltimore longitudinal study of aging. **J Frailty Aging**; 6(4):183-187, 2017.

CHOPRA, S.; MALHOTRA, A.; RANJAN, P.; VIKRAM, N. K.; SARKAR, S.; SIDDHU, A.; KUMAR, A. Predictors of successful weight loss outcomes amongst individuals with

obesity undergoing lifestyle interventions: A systematic review. **Obes Surg.** , 22(3), e13148, 2021.

CHRISTAKIS, N.; FOWLER, J. The spread of obesity in a large social network over 32 years, **N Engl J Med**; 357:370-379, 2007.

COHEN, R.; TORRES, M. C.; SCHIAVON, C. A. Cirurgia metabólica: mudanças na anatomia gastrointestinal e a remissão do diabetes mellitus tipo 2: [revisão]. **ABCD arq. bras. cir. dig.** 40-45, 2010.

CONWAY, B.; RENE, A. Obesity as a disease: no lightweight matter. **Obes Rev.**, 5(3), 145-151, 2004.

COSTA, A. C. C., IVO, M. L., CANTERO, W. D. B., TOGNINI, J. R. F. Obesidade em pacientes candidatos a cirurgia bariátrica. **Acta paul. enferm.**, 22(1), 55-59, 2009.

COURCOULAS, A. P.; KING, W. C.; BELLE, S. H.; BERK, P.; FLUM, D. R.; GARCIA, L. YANOVSKI, S. Z. Seven-year weight trajectories and health outcomes in the Longitudinal Assessment of Bariatric Surgery (LABS) study. **JAMA surgery**, 153(5), 427-434, 2018.

CRUZ-JENTOFT, A. J.; BAHAT, G.; BAUER, J.; BOIRIE, Y.; BRUYÈRE, O.; CEDERHOLM, T.; COOPER, C.; LANDI, F.; ROLLAND, Y.; SAYER, A. A.; SCHNEIDER, S. M.; SIEBER, C. C.; TOPINKOVA, E; VANDEWOUDE, M.; VISSER, M; ZAMBONI, M. Writing Group for the European Working Group on Sarcopenia in older people 2 (EWGSOP2), and the extended group for EWGSOP2. Sarcopenia: revised European consensus on definition and diagnosis. **Age Ageing**. 2019 Jan 1;48(1):16-31. Erratum in: **Age Ageing**. 2019 Jul 1;48(4):601, 2019.

da CUNHA NASCIMENTO, D.; Prestes, J.; de Sousa Diniz, J.; Beal, P. R.; Alves, V. P.; Stone, W.; Beal, F. L. R. Comparison of field-and laboratory-based estimates of muscle quality index between octogenarians and young older adults: an observational study. **Journal of Exercise Rehabilitation**, 16(5), 458, 2020.

DELMONICO, M. J.; HARRIS, T. B.; VISSER, M.; PARK, S. W.; CONROY, M. B.; VELASQUEZ-MIEYER, P.; BOUDREAU, R.; **MANINI, T. M.**; NEVITT, M.; NEWMAN, A. B.; GOODPASTER, B. H. Health, **aging, and body**. Longitudinal study of muscle strength, quality, and adipose tissue infiltration. **Am J Clin Nutr**. Dec;90(6):1579-85, 2009.

DEROSA, G.; CATENA, G.; GAUDIO, G.; D'ANGELO, A.; MAFFIOLI, P. Adipose tissue dysfunction and metabolic disorders: Is it possible to predict who will develop type 2 diabetes mellitus? Role of markers in the progression of diabetes in obese patients (The RESISTIN trial). **Cytokine**, 127, 154947, 2020.

DREW, A.; THOMAS, P. Tratando o paciente obeso. **JAMA Brasil**, 2000.

ELLIOT, B.; HAYES L.; HUGHES, D.; BURTCHEER, M. Editorial: Exercise as a countermeasure to human aging. **Front. Physiol**. 2020.

FARSIJANI, S.; SANTANASTO, A. J.; MILJKOVIC, I.; BOUDREAU, R. M.; GOODPASTER, B. H.; KRITCHEVSKY, S. B.; NEWMAN, A. B. The relationship between intermuscular fat and physical performance is moderated by muscle area in older adults. **J Gerontol A Biol Sci Med Sci. Series A**, 76(1), 115-122, 2021.

FERNANDES, T.; SOCI, U. P. R.; ALVES, C. R.; do Carmo, E. C.; Barros, J. G., de Oliveira, E. M. Determinantes moleculares da hipertrofia do músculo esquelético mediados pelo treinamento físico: estudo de vias de sinalização. **Revista Mackenzie de Educação Física e Esporte**, 7(1), 2008.

FILDES, A.; CHARLTON, J.; RUDISILL, C.; LITTLEJOHNS, P.; PREVOST, A. T.; Gulliford, M. C. Probability of an obese person attaining normal body weight: cohort study using electronic health records. **Am J Public Health.**, 105(9), e54-e59, 2015.

FRAGALA, M. S.; KENNY, A. M.; KUCHEL, G. A. Muscle quality in aging: a multi-dimensional approach to muscle functioning with applications for treatment. **Sports Med.**, 45(5), 641-658, 2015.

FRANCIS, P.; McCORMACK, W.; TOOMEY, C.; LYONS, M.; JAKEMAN, P. Muscle strength can better differentiate between gradations of functional performance than muscle quality in healthy 50–70 y women. **Braz J Phys Ther.**, 21(6), 457-464, 2017.

GADELHA, A. B.; DUTRA, M. T.; de OLIVEIRA, R. J.; SAFONS, M. P.; LIMA, R. M. Associação entre força, sarcopenia e obesidade sarcopénica com o desempenho funcional de idosos. **Motricidade**, 10(3), 31-39. 2014.

GADELHA, A.; NERI, S.; NÓBREGA, O.; PEREIRA, J.; BOTTARO, M.; FONSÊCA, A.; LIMA, R. Muscle quality is associated with dynamic balance, fear of falling, and falls in older women. **Exp Gerontol.**, 104, 1-6. 2018.

GANCHEVA, S.; OUNI, M.; JELENIK, T.; KOLIAKI, C.; SZENDROEDI, J.; TOLEDO, F. G.; RODEN, M. Dynamic changes of muscle insulin sensitivity after metabolic surgery. **Nat Commun**, 10(1), 1-13. 2019.

Global Burden of Disease, Health Effects of Overweight and Obesity in 195 Countries over 25 Years, **N Engl J Med**, 2017.

GOMES, D. C. K.; SICHIERI, R.; JUNIOR, E. V.; BOCCOLINI, C. S.; DE MOURA SOUZA, A.; CUNHA, D. B. Trends in obesity prevalence among Brazilian adults from 2002 to 2013 by educational level. **BMC Public Health**, 19(1), 1-7. 2019.

GOMES, D. L.; de ALMEIDA OLIVEIRA, D.; DUTRA, E. S.; PIZATO, N.; de CARVALHO, K. M. B. Resting energy expenditure and body composition of women with weight regain 24 months after bariatric surgery. **Obes Surg**. 26(7), 1443-1447. 2016.

GONZALEZ-CUTRE, D.; MEGIAS, A.; BELTRAN-CARRILLO, V. J.; CERVELLO, E.; SPRAY, C. M. Effects of a physical activity program on post-bariatric patients: A qualitative study from a self-determination theory perspective. **J Health Psychol.**, 25(10-11), 1743-1754. 2020.

GOODPASTER, B. H.; CHOMENTOWSKI, P.; WARD, BK.; ROSSI, A.; GLYNN, N. W.; DELMONICO, M. J.; KRITCHEVSKY, S. B.; PAHOR, M.; NEWMAN, A. B. Effects of physical activity on strength and skeletal muscle fat infiltration in older adults: a randomized controlled trial. **J Appl Physiol** (1985). Nov;105(5):1498-503. 2008.

GOODPASTER, B. H.; WOLFE, R. R.; KELLEY, D. E. Effects of obesity on substrate utilization during exercise. **Obes Res**. Jul;10(7):575-84. 2002.

G. R. NERI, S.; S. OLIVEIRA, J.; B DARIO, A.; M LIMA, R.; TIEDEMANN, A. Does obesity increase the risk and severity of falls in people aged 60 years and older? A systematic review and meta-analysis of observational studies. **J Gerontol A Biol Sci Med Sci**. Series A, 75(5), 952-960. 2020.

GREENWAY, F; SMITH, S. The future of obesity and immune function relationships. **Obes Rev**, 2001.

GUALANO, B.; KIRWAN, J. P.; ROSCHEL, H. Exercise Is Key to Sustaining Metabolic Gains After Bariatric Surgery. *Exerc Sport Sci Rev*. Jul 1;49(3):197-204. 2021.

HARTWIG, T. W.; SANTOS, F. A. I. D.; GONZÁLEZ, M. C.; ROMBALDI, A. J. Effects of bariatric surgery on the body composition of adults. **Rev. bras. cineantropom. desempenho hum.**, 15(6), 686-694. 2013.

HESHKA, S.; LEMOS, T.; ASTBURY, N. M.; WIDEN, E.; DAVIDSON, L.; GOODPASTER, B. H.; GALLAGHER, D. Resting energy expenditure and organ-tissue body composition 5 years after bariatric surgery. **Obes Surg.** , 30(2), 587-594. 2020.

HRUBY, A.; HU, F. B. The epidemiology of obesity: a big picture. **Pharmacoeconomics**, 33(7), 673-689. 2015.

HUCK, C. J. Effects of supervised resistance training on fitness and functional strength in patients succeeding bariatric surgery. **J Strength Cond Res**. Mar;29(3):589-95. 2015

KARHUNEN, L.; FRANSSILA-KALLUNKI, A.; RISSANEN, P.; VALVE, R.; KOLEHMAINEN, M.; RISSANEN, A.; UUSITUPA, M. Effect of orlistat treatment on body composition and resting energy expenditure during a two-year weight-reduction programme in obese Finns. **Int J Obes Relat Metab Disord**. 24(12), 1567-1572. 2000.

KELLEY D. E.; SLASKY, B. S.; JANOSKY, J. Skeletal muscle density: effects of obesity and non-insulin-dependent diabetes mellitus. **Am J Clin Nutr**. Sep;54(3):509-15. 1991.

KEYS, A.; FIDANZA, F.; KARVONEN, M. J.; KIMURA, N.; TAYLOR, H. L. Indices of relative weight and obesity. **Int J Epidemiol**. Jun;43(3):655-65. Epub 2014 Apr 1. 2014.

KING, W. C.; BOND, D. S. The importance of pre and postoperative physical activity counseling in bariatric surgery. **Exerc Sport Sci Rev.**, 41(1), 26. 2013.

KLEINERT, M.; CLEMMENSEN, C.; HOFMANN, S. M.; MOORE, M. C.; RENNER, S.; WOODS, S. C.; TSCHÖP, M. H. Animal models of obesity and diabetes mellitus. **Nat Rev Endocrinol.**, 14(3), 140. 2018.

KNOWLER, W. C.; BARRETT-CONNOR, E.; FOWLER, S. E.; HAMMAN, R. F.; LACHIN, J. M.; WALKER, E. A.; NATHAN, D. M. Reduction in the incidence of type 2 diabetes with lifestyle intervention or metformin. *N Engl J Med.*, 346(6), 393-403. 2002.

LAMARCA, F.; MELENDEZ-ARAÚJO, M. S.; de TOLEDO, I. P.; DUTRA, E. S., de CARVALHO, K. M. B. Relative energy expenditure decreases during the first year after bariatric surgery: a systematic review and meta-analysis. **Obes Surg**, 29(8), 2648-2659. 2019.

LAMARCA, F.; VIEIRA, F. T.; LIMA, R. M.; NAKANO, E. Y.; da COSTA, T. H. M.; PIZATO, N.; de CARVALHO, K. M. B. Effects of resistance training with or without protein supplementation on body composition and resting energy expenditure in patients 2–7 years PostRoux-en-Y gastric bypass: a Controlled Clinical Trial. **Obes Surg**, 1-12. 2021.

LANDI, F.; LIPEROTI, R.; RUSSO, A.; CAPOLUONGO, E.; BARILLARO, C.; PAHOR, M.; ONDER, G. Disability, more than multimorbidity, was predictive of mortality among older persons aged 80 years and older. **J Clin Epidemiol.**, 63(7), 752-759. 2010.

LARSSON, B.; NARBRO, K.; SJÖSTRÖM, C. D. Swedish obese subjects study scientific group Lifestyle, diabetes and cardiovascular risk factors 10 years after bariatric surgery. **N Engl J Med**, 351, 2683-2693. 2004.

LEES, M. J.; WILSON, O. J.; HIND, K. ISPOGLOU, T. Muscle quality as a complementary prognostic tool in conjunction with sarcopenia assessment in younger and older individuals. **Eur J Appl Physiol.** 119(5), 1171-1181. 2019.

LYYTENEN T.; LIIKAIVAINIO T.; PÄÄKKÖNNEN M.; GYLLING H.; AROKOSKI, J.P. Physical function and properties of quadriceps femoris muscle after bariatric surgery and subsequent weight loss, **J. Musculoskelet Neuronal Interact.** 2013.

MAFFIULETTI, N. A.; JUBEAU, M.; MUNZINGER, U.; BIZZINI, M.; AGOSTI, F.; de COL, A.; SARTORIO, A. Differences in quadriceps muscle strength and fatigue between lean and obese subjects. *Eur J Appl Physiol*, 101(1), 51-59. 2007.

MANGO, V. L.; FRISHMAN, W. H. Physiologic, psychologic, and metabolic consequences of bariatric surgery. *Cardiol Rev.*, 14(5), 232-237. 2006.

MARCON, E. R.; BAGLIONI, S.; BITTENCOURT, L.; LOPES, C. L. N.; NEUMANN, C. R.; TRINDADE, M. R. M. What is the best treatment before bariatric surgery? Exercise, exercise and group therapy, or conventional waiting: a randomized controlled trial. **Obesity surgery**, 27(3), 763-773. 2017.

MARRA, F.; BERTOLANI, C. Adipokines in liver diseases. **Hepatology**, 50(3), 957-969. 2009.

MOORE, L. L.; VISIONI, A. J.; WILSON, P. W.; D'AGOSTINI, R. B.; FINKLE, W. D.; ELLISON, R. C.; Can sustained weight loss in overweight individuals reduce the risk of diabetes mellitus? **Epidemiology**, 2000.

MUÑOZ, R.; HERNÁNDEZ, J.; PALACIO, A.; MAIZ, C.; PÉREZ, G. El ejercicio físico disminuye la pérdida de masa magra en pacientes obesos sometidos a cirugía bariátrica. **Rev Chil Cir**, 68(6), 411-416. 2016.

NAIMO, M. A.; VARANOSKE, N. A.; HUGHES, J. M.; PASIAKOS, S. M. Skeletal Muscle Quality: A Biomarker for Assessing Physical Performance Capabilities in Young Populations. **Front Physiol.**;12:706699. 2021.

NASCIMENTO, D. D. C.; PRESTES, J.; de SOUSA DINIZ, J.; BEAL, P. R.; ALVES, V. P.; STONE, W.; BEAL, F. L. R. Comparison of field- and laboratory-based estimates of muscle quality index between octogenarians and young older adults: an observational study. **J Exerc Rehabil**. Oct 27;16(5):458-466. doi: 10.12965/jer.2040668.334. 2020.

NERI, S. G.; TIEDEMANN, A.; GADELHA, A. B.; LIMA, R. M. Body fat distribution in obesity and the association with falls: A cohort study of Brazilian women aged 60 years and over. **Maturitas**, 139, 64-68. 2020.

NUIJTEN, M. A. H; EIJSVOGELS, T. M. H.; MONPELLIER, V. M.; JANSSEN, I. M. C.; HAZEBROEK, E. J; HOPMAN, M. T. E. The magnitude and progress of lean body mass, fat-free mass, and skeletal muscle mass loss following bariatric surgery: A systematic review and meta-analysis. **Obes Rev**. Jan;23(1):e13370. 2022.

OPPERT, J. M.; BELLICHA, A.; RODA, C.; BOUILLOT, J. L; TORCIVIA, A.; CLEMENT, K.; POITOU, C.; CIANGURA, C. Resistance training and protein supplementation increase strength after bariatric surgery: a randomized controlled trial. **Obesity** (Silver Spring). Nov;26(11):1709-1720. 2018.

Pesquisa nacional de saúde: 2019: percepção do estado de saúde, estilos de vida, doenças crônicas e saúde bucal: Brasil e grandes regiões / IBGE, Coordenação de Trabalho e Rendimento. - Rio de Janeiro : IBGE, 2020. 113p.

PINTO, R. S.; CORREA, C. S.; RADAELLI, R.; CADORE, E. L.; BROWN, L. E.; BOTTARO, M. Short-term strength training improves muscle quality and functional capacity of elderly women. **Age**, 36(1), 365-372. 2014.

POITOU, C.; CIANGURA, C.; CZERNICHOW, S.; COUPAYE, M.; BASDEVANT, A.; BOUILLOT, J. L. Carences nutritionnelles après bypass gastrique: diagnostic, prévention et traitements. **Cahiers de Nutrition et de Diététique**, 42(3), 153-165. 2007.

REINMANN, A.; GAFNER, S. C.; HILFIKER, R.; BRUYNEEL, A-V.; PATAKY, Z.; ALLET L. Bariatric surgery: consequences on functional capacities in patients with obesity. **Front Endocrinol** (Lausanne).;12:646283. 2021.

REN, Z. Q.; LU, G. D.; ZHANG, T. Z.; XU, Q. 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. 2018.

ROCHA, Q. D. S.; MENDONÇA, S. S.; FORTES, R. C. Perda Ponderal após Gastroplastia em Y de Roux e Importância do Acompanhamento Nutricional - Uma Revisão de Literatura. **Comun. ciênc. saúde**, 61-70. 2011.

SALVINI, T.; COSTA PAULA, R. S.; VIOTTO, M.; BATISTA, L.; NOVAK, E. Movimento Articular: Aspectos morfológicos e funcionais – Membro superior, v.1, Barueri. São Paulo: Manole, 2015.

SCHAUER, P. R., BHATT, D. L., KIRWAN, J. P., WOLSKI, K., Aminian, A., Brethauer, S. A. e Kashyap, S. R. Bariatric surgery versus intensive medical therapy for diabetes — 5-year outcomes. **N Engl J Med**, 376, 641-651. 2017.

Sjöström, L. Mortality of severely obese subjects. **Am J Clin Nutr**. 1992.

Sociedade Brasileira Cirurgia Bariátrica e Metabólica. **Tratamentos**. 2017. Disponível em <https://www.sbcm.org.br/tratamentos/>. Acesso em: 10/08/2020.

STRAIGHT, C. R.; BRADY, A. O.; EVANS, E. M. Muscle quality and relative adiposity are the strongest predictors of lower-extremity physical function in older women. **Maturitas**, 80(1), 95-99. 2015.

SWIFT, D. L.; JOHANSEN, N. M.; LAVIE, C. J.; EARNEST, C. P.; CHURCH, T. S. The role of exercise and physical activity in weight loss and maintenance. **Prog Cardiovasc Dis**. 56(4), 441-447. 2014.

SYN, N. L.; CUMMINGS, D. E.; WANG, L. Z.; LIN, D. J.; ZHAO, J. J.; LOH, M. *et al.* Association of metabolic-bariatric surgery with long-term survival in adults with and without diabetes: a one-stage meta-analysis of matched cohort and prospective controlled studies with 174 772 participants. **Lancet**. May;397(10287):1830–41. 2021.

TALLIS, J.; JAMES, R. S.; SEEBACHER, F. The effects of obesity on skeletal muscle contractile function. **J Exp Biol.**, 221(13). 2018.

TANNER, C. J.; BARAKAT, H. A.; DOHM, G. L.; PORIES, W. J.; MACDONALD, K. G.; CUNNINGHAM, P. R.; HOUMARD, J. A. Muscle fiber type is associated with obesity and weight loss. **Am J Physiol Endocrinol Metab**, 282(6), E1191-E1196. 2002.

TORO-RAMOS, T.; GOODPASTER, B. H.; JANUMALA, I.; LIN, S.; STRAIN, G. W.; THORNTON, J. C.; KANG, P.; COURCOULAS, A. P.; POMP, A.; GALLAGHER, D. Continued loss in visceral and intermuscular adipose tissue in weight-stable women following bariatric surgery. *Obesity (Silver Spring)*. Jan;23(1):62-9. 2015.

VALENZUELA, P. L.; MAFFIULETTI, N. A.; TRINGALI, G.; DE COL, A.; SARTORIO, A. Obesity-associated poor muscle quality: prevalence and association with age, sex, and body mass index. **BMC Musculoskelet Disord**. 21, 1-8. 2020.

WHARTON, S.; LAU, D. C.; VALLIS, M.; SHARMA, A. M.; BIERTHO, L.; CAMPBELL-SCHERER, D.; WICKLUM, S. Obesity in adults: a clinical practice guideline. **CMAJ**, 192(31), E875-E891. 2020.

Wolfe, B.; Kvchak E. Eckel R. Treatment of obesity: weight loss and bariatric surgery, **Circ Res**. 2016.

WHO. World Organization Health Europe. Library Cataloguing in Publication Data. The challenge of obesity in the WHO European Region and the strategies for response. Copenhagen, Denmark. 2007.

WROBLEWSKI, A. P.; AMATI, F.; SMILEY, M. A.; GOODPASTER, B.; WRIGHT, V. Chronic exercise preserves lean muscle mass in masters athletes. **Phys Sportsmed**. 39(3), 172-178. 2011.

ANEXOS



Anexo A – Situação de Parecer

Situação do Parecer:

Aprovado

Necessita Apreciação da CONEP:

Não

	<p>UNB - FACULDADE DE CIÊNCIAS DA SAÚDE DA UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA</p>	
---	---	---

Continuação do Parecer: 2.052.734



FEZ CIRURGIA BARIÁTRICA?

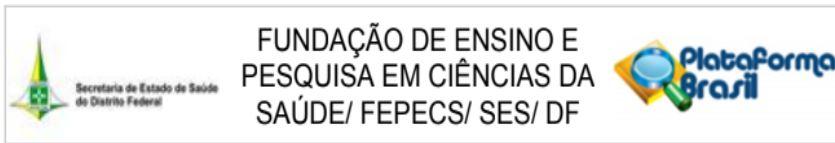
Sim! Então participe do projeto de pesquisa sobre **suplementação e exercício** para pessoas que realizaram a cirurgia há no mínimo 2 e no máximo 7 anos.

A pesquisa ocorrerá em **2018** em **Brasília**. Vamos **acompanhar pessoas** que fizeram a cirurgia e não conseguem manter o uso de suplementação proteica e não praticam exercício regularmente.

Serão fornecidos **gratuitamente** exames de sangue, bioimpedância, gasto energético, entre outros!

Saiba mais sobre o assunto e como participar:

 (61) 991 391 443



Continuação do Parecer: 3.755.442

Situação do Parecer:

Aprovado

Necessita Apreciação da CONEP:

Não

VOCÊ FEZ CIRURGIA BARIÁTRICA HÁ MAIS DE 5 ANOS NO DISTRITO FEDERAL?


PARA PARTICIPAR, FAÇA SUA PRÉ-INSCRIÇÃO NO LINK DISPONÍVEL NA NOSSA BIO.

MAIS INFORMAÇÕES:
cinto.unb@gmail.com
61 98234-6534

COMPARTILHE!
@PROJETOCINTO

Projeto CINTO
Cirurgia e Nutrição
no Tratamento da Obesidade

Anexo B - Ficha de avaliação NERO

PROTOCOLO DE COLETA DE DADOS		
 Projeto NERO Função e Exercício Restrito à Transição	ID nº: 6376 _____.	
Nome: _____ Data: ____/____/____		
DN: ____/____/____ Idade: _____ anos Sexo: () F () M Estado civil: _____		
Endereço: _____ E-mail: _____		
Complemento: _____ Tel residencial: _____ celular: _____		
Data cirurgia: ____/____/____ Hospital: _____ () SUS () Plano de saúde () Particular		
Trabalho ou atividade remunerada: () Não () Sim Especificar: _____		
Anos de estudo: _____ Obs: _____ Renda familiar: R\$ _____ Nº de membros: _____		
Comorbidades no PO: () HAS Outras: _____		
Medicações em uso: _____		
BD: () D () E PD: () D () E		
Avaliação 1 - Tempo 0		
Avaliação FS	Avaliação FEF	
Data avaliação: ____/____/____	Data avaliação: ____/____/____	
Antropometria	Último peso pré-op (kg)	
	Menor peso pós-op (kg)	
	Excesso de peso (kg)	
	%PEP (%)	
	Maior peso pós-op (kg)	
	Peso atual (kg)	
	Estatura (cm)	
	IMC atual (kg/m ²)	
	Circunferência cintura (cm)	
Circunferência abd (cm)		
Circunferência quadril (cm)		
BIA	MLG (kg)	
	MME (kg)	
	MG (kg)	
	%GC (%)	
	Água corporal total (L)	
Calorimetria	AIC (L)	
	AEC (L)	
	GER medido (kcal)	
	GER predito (kcal)	
	% GER medido/predito	
QR		
VO ₂ (L/min)		
VCO ₂ (L/min)		
DVA	Peso (kg)	
	MLG (kg)	
	MLG Apendicular (kg)	
	Massa muscular (kg)	
	MM apendicular (kg)	
	MG (kg)	
Isocinético	%GC (%)	
	DMO	
	PT (Nm) 60°/s	/
	PT relativo (Nm/kg) 60°/s	/
FPM	PT (Nm) 180°/s	/
	PT relativo (Nm/kg) 180°/s	/
	Posição (Alt. cad, Base, Br, Dire, Incl)	
Funcionais	MSD (kgf)	/ / /
	MSE (kgf)	/ / /
	Posição	(1) (2) (3) (4) (5)
Demais Avaliações	TUG (")	/ / /
	Rasquinho Caminhada de 6 min	
	Caminhada de 6 min (m)	
	Levantar/sentar (nº repetições)	
Obs:		
Sabin: ____/____/____	() OK	
R24: / / /	(1) (2) (3)	

Anexo C - Atestado de comparecimento – NERO

 <p>Projeto NERO Nutrição e Exercício Resistido na Obesidade</p>	<p>Universidade de Brasília Departamento de Nutrição PPGNH - Programa de Pós- Graduação em Nutrição Humana</p>	 <p>UnB</p>
<p>ATESTADO DE COMPARECIMENTO</p> <p>Declaro que o Sr(a):</p> <p>_____</p> <p>_____</p> <p>compareceu a esta unidade no dia __/__/__, no período de ____ horas às ____ horas.</p> <p style="text-align: right;">_____</p> <p style="text-align: right;">Assinatura do responsável</p>		