

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS**  
**CENTRO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS E DA SAÚDE**  
**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM FISIOTERAPIA**

**EFEITOS FUNCIONAIS E SISTÊMICOS DO PÓS-  
OPERATÓRIO RECENTE DE CIRURGIA BARIÁTRICA:  
TREINAMENTO FÍSICO COM ELETROESTIMULAÇÃO DE  
CORPO INTEIRO COMO ESTRATÉGIA DE REABILITAÇÃO  
PRECOCE**

**Estudo I:** Impacto da cirurgia bariátrica no teste de exercício submáximo em obesos mórbidos.

**Estudo II:** Estimulação elétrica de corpo inteiro como estratégia para melhorar a capacidade funcional e preservar força muscular após cirurgia bariátrica: ensaio clínico randomizado controlado e triplo-cego.

Larissa Delgado André

**São Carlos-SP**

**2020**

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS**  
**CENTRO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS E DA SAÚDE**  
**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM FISIOTERAPIA**

**EFEITOS FUNCIONAIS E SISTÊMICOS DO PÓS-  
OPERATÓRIO RECENTE DE CIRURGIA BARIÁTRICA:  
TREINAMENTO FÍSICO COM ELETROESTIMULAÇÃO  
DE CORPO INTEIRO COMO ESTRATÉGIA DE  
REABILITAÇÃO PRECOCE**

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Fisioterapia do Centro de Ciências Biológicas e da Saúde da Universidade Federal de São Carlos como parte dos requisitos para obtenção do título de Doutora em Fisioterapia. Área de concentração: Processo de Avaliação e Intervenção em Fisioterapia.

**Aluna:** Larissa Delgado André.

**Orientadora:** Profa. Dra. Audrey Borghi e Silva.

**Co-orientadora:** Profa. Dra. Renata P. Basso Vanelli

**São Carlos - SP**  
**2020**



**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS**

Centro de Ciências Biológicas e da Saúde  
Programa de Pós-Graduação em Fisioterapia

---

**Folha de Aprovação**

---

Defesa de Tese de Doutorado da candidata Larissa Delgado André, realizada em 31/08/2020.

**Comissão Julgadora:**

Profa. Dra. Audrey Borghi e Silva (UFSCar)

Prof. Dr. Bruno Gualano (USP)

Profa. Dra. Luciana Maria Malosá Sampaio Jorge (UNINOVE)

Prof. Dr. Richard Eloin Liebano (UFSCar)

Prof. Dr. Thiago Luiz de Russo (UFSCar)

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) - Código de Financiamento 001.

O Relatório de Defesa assinado pelos membros da Comissão Julgadora encontra-se arquivado junto ao Programa de Pós-Graduação em Fisioterapia.

## DEDICATÓRIA

---

---

*Dedico este trabalho aos meus pais que sempre lutaram pelos meus estudos e conquistas,  
as minhas irmãs e sobrinhas por todo amor, suporte e parceria e ao meu amor por todo  
incentivo, companheirismo, amor e compreensão.  
A todos os leitores.*

## AGRADECIMENTOS

---

---

*Agradeço à Deus, pela minha vida, por todas as bênçãos concedidas, por ter me amparado em todos os momentos me trazendo força e sabedoria para que eu não desistisse dos meus sonhos. Agradeço à Deus por sempre estar me guiando para que eu continue alcançando meus objetivos, superando as minhas dificuldades e obstáculos. Agradeço pela minha família maravilhosa, que sempre me norteia, me guia, me apoia, sendo a minha base. Agradeço à Deus por ter me proporcionado conhecer pessoas tão especiais ao longo da minha trajetória, que contribuíram enormemente com a minha formação pessoal e profissional, me apoiando em todos os momentos e me permitindo continuar a minha incessante busca pelo conhecimento.*

*Agradeço à minha orientadora Profa. Dra. Audrey Borghi e Silva, por quem tenho grande admiração e respeito. Agradeço por me permitir ser parte integrante do seu laboratório e ter confiado em mim para realização desse projeto. Agradeço a oportunidade de ter realizado meu Doutorado sob sua orientação e ter tido essa experiência em minha formação pessoal e profissional, como sempre sonhei. Agradeço por ter me proporcionado a oportunidade mais sonhada da minha vida, ir para o exterior. Associar um grande sonho ao conhecimento, a ciência e grandes aprendizados foi uma das melhores experiências da minha vida. Agradeço pela confiança, pelos ensinamentos, por todo suporte, pelos conselhos, pela paciência que teve em momentos tão difíceis para mim. Serei eternamente grata.*

*Agradeço à minha Co-orientadora, Profa. Dra. Renata Pedrolongo Basso Vanelli, minha chefe 2! Ter você foi certamente um grande presente, toda sua ajuda foi indispensável para que eu alcançasse a minha conquista e realizasse o meu sonho. Obrigada pelos seus conselhos e paciência, pelo acolhimento, pelas reuniões sérias, pelas risadas compartilhadas e pelo conhecimento passado, pela paz interior que me traz, pela amizade e, mesmo a distância que a vida nos obrigou, obrigada por ter permanecido sempre perto!*

*Agradeço a minha família, meus tios, aos meus primos, aos meus avós (in memoriam), e em especial minha avó Maria Isaura! Estiveram sempre por perto mesmo quando longe, sempre me apoiaram e me incentivaram. Obrigada vovó, Tio Renato, Tia Déia, minha prima Letícia, que me receberam de braços abertos em sua casa e acompanharam toda minha trajetória, sempre me estimularam e me*

## AGRADECIMENTOS

---

*deram forças! Agradeço a minha família por sempre me incentivar nessa jornada e me acompanhar em todo percurso.*

*Agradeço à família do meu amor, que também se tornou a minha família, obrigada por todo carinho e apoio.*

*Agradeço à minha parceira excepcional de pesquisa que se tornou uma grande amiga, Paula Angélica Ricci. Agradeço as convivências diárias de coletas, de treinamento, de viagens para Araraquara. Obrigada por todo companheirismo, diálogo, discussão construtiva, todo aprendizado que tivemos juntas, pela paciência, por toda leveza que juntas conseguimos trazer em meio a tanto trabalho, obrigada pela sua amizade. Sou grata por ter tido uma parceria como a sua para o laboratório e agora para a vida!*

*Agradeço aos meus amigos e companheiros do laboratório e da minha jornada: Adriana Mazzuco, Aline, Ana Claudia, Clara, Dani Bassi, Érika, Guilherme, Livia, Luciana, Luiz, Soraia, Luiz, Patrícia, Polly, Renan, Profa. Renata Mendes, Profa. Ramona Cabiddu e Prof. Rodrigo Polaquini, pela vivência diária, pelos dias maravilhosos, pelo conhecimento compartilhado, pelas contribuições, pelo apoio e pela amizade, foi um presente ter vocês na minha trajetória.*

*Agradeço a minha querida amiga Patrícia Faria Camargo, minha grande parceira da época de Residência. Fico muito feliz de vivenciar mais momentos contigo no LACAP. Obrigada por toda parceria, conversas, pela sua amizade, companheirismo e torcida!*

*Agradeço ao Guilherme Peixoto Tinoco Arêas. Apesar de ter sido meu colega de laboratório, tivemos maior contato somente quando tive a enriquecedora experiência do Doutorado Sanduíche no exterior (Chicago). Obrigada por ter me ajudado na minha adaptação antes de partir, por ter me auxiliado a me integrar no laboratório, por todo aprendizado em curto prazo que tive dos protocolos no experimental, o qual nunca havia tido contato e por ter estado sempre presente mesmo longe,*

## AGRADECIMENTOS

---

---

*obrigada por todas as conversas de caráter profissional e pessoal, obrigada pela paciência, pela sua amizade e suporte!*

*Agradeço também, ao Professor Shane A. Phillips e todos os membros de seu laboratório, pela maravilhosa e inesquecível experiência vivida com o Doutorado Sanduíche. Para quem me conhece sabe que sempre tive o sonho de ir para o exterior e, poder ter esse sonho realizado associado ao conhecimento, a ciência, a fisiologia, foi uma se não a melhor experiência da minha vida. Obrigada pela paciência, por todo cuidado, pela confiança de me incluir nos protocolos do projeto experimental, por ter me permitido vivenciar outras experiências com demais projetos, por ter me acolhido de braços abertos. Foi inesquecível!*

*Agradeço ao Prof. Dr. Rodolfo Vieira por todo auxílio e paciência na análise de biomarcadores na Universidade Federal de São Paulo em São José dos Campos.*

*Agradeço aos médicos gastroenterologistas: Dr. Fernando Pinheiro Ortega, Dr. Noé Carvalho Azambuja Jur, Dr. José Michel Haddad, Dr. Guilherme Focchi Haddad que colaboraram de forma grandiosa para que esse trabalho fosse realizado. Agradeço ao Dr. José Michel Haddad, Dr. Guilherme Focchi Haddad por ter disponibilizado a clínica para viabilizar o treinamento dos pacientes de Araraquara e por nos dar o suporte necessário!*

*Aos voluntários, pois sem eles a concretização desse trabalho não seria possível, agradeço a confiança, paciência, as horas despendidas no laboratório diariamente e toda dedicação em participar desta jornada. Que esse projeto tenha possibilitado agregar positivamente na mudança de vida de vocês!*

*Aos professores da banca examinadora, Prof. Dr. Bruno Gualano, Profa. Dra. Luciana Maria Malosá Sampaio Jorge, Prof. Dr. Richard Eloin Liebano e Prof. Dr. Thiago Luiz de Russo que aceitaram contribuir com esse trabalho, enriquecendo com suas sugestões e críticas.*

## AGRADECIMENTOS

---

---

*Agradeço também às profissionais que aceitaram como membro suplente, Profa Dra. Andréa Lúcia Gonçalves da Silva, Profa Dra Renata Trimer e Profa Dra Viviane Castello Simões, profissionais que tenho grande admiração, respeito e acompanharam toda minha trajetória.*

*Agradeço a FAPESP, pelo auxílio financeiro concedido para que pudesse realizar e concretizar esse trabalho.*

*E agradeço, de maneira mais que especial,*

*Aos meus amados pais! Todas os sonhos alcançados certamente são frutos do incansável apoio e oportunidades que vocês me deram. Abraçaram os meus desejos, me proporcionaram uma linda formação em lugares de excelência e são parte essencial do meu amadurecimento profissional e pessoal. Obrigada por me apoiarem sempre, por nunca me deixarem fraquejar e por me estimularem a nunca parar de correr atrás dos meus objetivos.*

*Agradeço a minha mãe, Maria Helena, a qual sempre lutou por mim, muitas vezes abrindo mão de seus sonhos para que eu pudesse realizar os meus. Obrigada por ser meu alicerce, minha melhor amiga, por ser sempre presente em minha vida, transbordando amor, por me apoiar e estar presente em todos os momentos da minha vida, por sempre querer me proporcionar o melhor, por ter me apoiado sem pensar quando tive que ir um pouco mais longe. Muito obrigada por sempre me estimular a acreditar em mim, por me dar forças e sempre cuidar de mim.*

*Agradeço às minhas irmãs, Nayara e Karina por sempre me apoiarem, estimularem, acreditarem em mim, pelo amor e dedicação, pela parceria e incentivo incondicional! Sempre torceram muito pelas minhas conquistas, como torço por elas. Eu amo vocês.*

*Agradeço ao meu amor e amigo, Diego. Obrigada por ter estado ao meu lado em todos os momentos, me apoiando nas circunstâncias mais difíceis, como Doutorado Sanduíche, agradeço por pela força, companheirismo, conselhos, pela confiança que depositou em mim, pela paciência, pela espera nos momentos que estive ausente para que eu pudesse me realizar profissionalmente, pela admiração,*



## AGRADECIMENTOS

---

---

*pelo seu amor e sua presença em minha vida. Obrigada por trazer à minha vida a sua família! A ti meu amor e gratidão.*

## EPÍGRAFE

---

---

*Lute com determinação,  
abraçe a vida com paixão,  
perca com classe e vença com ousadia,  
porque o mundo pertence a quem se atreve  
e a vida é muito para ser insignificante”*

*Charles Chaplin*

*Não estude porque você precisa,  
Estude porque conhecimento é poder.  
Estude porque não poderão tirar isso de você.  
Estude porque você quer conhecer mais,  
Estude porque te torna melhor,  
Estude porque assim você cresce,  
Estude porque conhecimento é liberdade!*

*Nilza Ciciliati*

## RESUMO

---

---

A obesidade é considerada uma doença inflamatória crônica de caráter multifatorial associada a comorbidades, com proporções epidêmicas alarmantes no mundo. A cirurgia bariátrica (CB) tem sido considerada o tratamento mais eficaz, sendo a técnica de *Roux-en-Y bypass* gástrico (RYGB) a abordagem mais prevalente. O procedimento associado a inatividade física e as dietas restritivas hipocalóricas no período pós-operatório (PO) potencializam a perda de peso, com redução de massa magra, afetando a qualidade muscular e consequentemente a capacidade funcional e aeróbia, e a qualidade muscular. Nesse contexto, para entender as repercussões mediatas dessa cirurgia, além de propor estratégias de reabilitação precoce, dois estudos foram elaborados. O estudo I, de caráter prospectivo e observacional, intitulado “Impacto da cirurgia bariátrica no teste de exercício submáximo em obesos mórbidos” objetivou avaliar as repercussões mediatas decorrentes da CB por meio da avaliação de composição corporal pela bioimpedância e da capacidade funcional por meio do teste de caminhada de seis minutos (TC6) anteriormente e logo após a alta hospitalar. Para tal finalidade, foram inclusos 39 sujeitos obesos mórbidos que foram submetidos à técnica de RYGB. Dentre os achados, após a cirurgia houve prejuízo de capacidade funcional pela redução da distância percorrida no TC6 bem como declínio significativo de variáveis cardiopulmonares e metabólicas e de todos os parâmetros de composição corporal, enfatizando a perda expressiva de massa muscular após uma semana da cirurgia. Posteriormente, verificando os efeitos negativos decorrentes da CB, foi desenvolvido o Estudo II, um ensaio clínico randomizado controlado e triplo cego, intitulado “Estimulação elétrica de corpo inteiro como estratégia para melhorar a capacidade funcional e preservar força muscular após cirurgia bariátrica: ensaio clínico randomizado controlado e triplo-cego”. Neste estudo trinta e cinco sujeitos obesos, com idade de 18 a 45 anos foram submetidos a técnica de RYGB. As avaliações pré-operatórias consistiram em teste cardiopulmonar máximo e o TC6, análise de composição corporal, coleta de sangue e teste de força muscular pela dinamometria. Dois dias a uma semana após a alta hospitalar, a avaliação do PO foi realizada com a mensuração da composição corporal e a aplicação do TC6 e ao final do protocolo de intervenção, as avaliações pré-operatórias foram repetidas. Para os protocolos de treinamento, os sujeitos foram randomizados em grupo eletroestimulação (GEENMC, n=17) e grupo controle (GSham, n=18). O treinamento foi

## RESUMO

---

---

composto por 10-14 tipos de exercícios dinâmicos, sem carga, 30 sessões, cinco vezes por semana. Ambos os grupos utilizaram as vestimentas do equipamento de EENMC, no qual o GEENMC praticava o treinamento com eletroestimulação (*Endurance*: 85Hz, 350ms, 6s *on*, 4s *off*; *Strength*: 30Hz, 350ms, 4s *on*, 10s *off*, por meio de uma corrente elétrica bipolar) e o GSham, com o mesmo protocolo, tinha a corrente desligada. Os principais achados deste estudo foram: (1) redução da capacidade funcional no PO recente de CB, com incremento significativo em ambos os grupos de intervenção, sendo que somente o GEENMC incrementou a capacidade de exercício e desempenho funcional após a intervenção comparado ao pré-operatório, (2) redução significativa de todas as variáveis de composição corporal no PO que persiste em ambos os grupos após a intervenção, (3) o GEENMC foi capaz de evitar maior perda de força muscular e *endurance*, da força relativa de membro inferior dominante bem como a fadiga enquanto que o GSham observou redução significativa da força muscular e aumento do índice de fadiga, (4) ambos os grupos apresentaram redução significativa do perfil lipídico, sem diferença entre eles, e aumento significativo de adiponectina ocorreu somente no grupo EENMC. Concluiu-se que o PO mediato está associado à redução da composição corporal, especialmente da massa magra e prejuízos na capacidade funcional, reforçando a importância da avaliação e de estratégias de intervenção de forma precoce. Além disso, a intervenção de seis semanas com aplicação da EENMC associado a exercícios dinâmicos no PO de CB melhorou a capacidade funcional, auxiliou a preservar a força muscular, com manutenção do índice de fadiga. Entretanto, a EENMC não foi capaz de melhorar as variáveis de composição corporal no PO recente de CB. Nossos resultados são importantes para mostrar a viabilidade de se aplicar protocolos de reabilitação precoce em obesos mórbidos após a CB e que a EENMC pode potencializar os efeitos positivos de um programa de treinamento físico, sendo bem tolerado e promovendo aderência entre os pacientes submetidos a cirurgia.

**Palavras-chave:** Cirurgia bariátrica. Teste de caminhada de seis minutos. Composição corporal. Força muscular. Biomarcadores. Estimulação elétrica

**APOIO FINANCEIRO:** Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP 2015/04101-1).

## ABSTRACT

---

---

Obesity is a chronic inflammation and multifactorial disease associated with comorbidities and has reached alarming epidemic proportions worldwide. Bariatric surgery (BS) has been considered the most effective treatment, being Roux-en-Y gastric bypass the most prevalent approach. The surgical procedure associated with physical inactivity and restrictive hypocaloric dietary in the postoperative (PO) period decrease weight loss, also followed by muscle mass loss and, consequently lower functional and aerobic capacity, affecting muscle quality. In this context, being important to understand the mediate consequences of surgery as well as to promote early rehabilitation strategies, we proposed the accomplishment of two studies. The first one, a prospective and observational study, entitled “Impact of bariatric surgery on submaximal exercise testing in morbid obese patients” aimed to evaluate the mediate effects of bariatric surgery by means of body composition with bioimpedance and functional capacity applying the 6-minute walking test (6MWT) before and early after hospital discharge. Thirty-nine morbid obese who underwent RYGB were included. In our findings, impairments on aerobic and functional capacity with significant reduction of distance walked in the 6MWT as well as cardiometabolic and pulmonary variables and significant decline in all body composition measures, emphasizing the crucial loss of muscle mass in one week post-BS. Thereafter, due to negative consequences of BS, the study II, a randomized triple blind controlled trial, entitled “Whole-body electrical stimulation as a strategy to improve functional capacity and preserve lean mass after bariatric surgery: a randomized triple-blind controlled trial was developed. Thirty-five obese, aged between 18 and 45 years old, were submitted to RYGB. The preoperative assessments consisted of maximal and submaximal exercise testing, body composition analysis, blood collection and quadriceps strength and endurance test. The PO evaluation, performed between two days to one week after discharge, was carried out with measurements of body composition and 6MWT and after completion of intervention protocol, all preoperative evaluations were repeated. In the intervention protocol, randomized subjects performed electromyostimulation group (WB-EMSG, n=17) or control group (ShamG, n=18). The protocol consisted of 10-14 dynamic exercises, with no load, 5 days per week, for a total of 30 sessions. Both groups wore WB-EMS vests, which only WB-EMSG underwent an electrical stimulation protocol (Endurance: 85Hz, 350ms, 6s of strain, 4f of rest; Strength: 30Hz, 350ms, 4s of strain, 10

## ABSTRACT

---

---

seconds of rest, with bipolar electrical pulse). After intervention, subjects were reevaluated and ShamG performed same protocol with switched off current. The main findings of the present study were: 1) both intervention protocols demonstrated favorable outcomes on functional capacity performance but only WB-EMSG reached important amelioration of the same measures when compared to preoperative baseline, followed by decreased blood pressure, leg fatigue and dyspnea during recovery; 2) both groups demonstrated similar improvements in body composition parameters; 3) WB-EMS avoided greater loss of muscle strength and endurance following the intervention; a significant decline in muscle performance and important increase in muscle fatigue was only apparent in the *ShamG*; and 4) *WB-EMSG* was not superior to exercise training alone in improving biochemical parameters but did lead to a significant increase in adiponectin. In conclusion, the mediate PO is associated with reduction of body composition, especially lean mass and impairments on functional capacity, highlighting the importance of early evaluation and intervention rehabilitation. Additionally, a 6-week *WB-EMS* program associated with dynamic exercises in post-BS patients improved functional capacity, preserved muscle strength and endurance, with maintenance of muscle fatigue. However, *WB-EMS* was not able to enhance the effects of body weight reductions acutely following BS. Our results are important to show the feasibility of applying early rehabilitation protocols in morbidly obese patients after BS, and that *WB-EMS* may potentiate the positive effects of an exercise training program, being well tolerated and promoting adherence among post-BS patients.

**Keywords:** Bariatric surgery. 6-minute walk test. Body composition. Muscle strength. Biomarkers. Electrical stimulation.

**Financial support:** Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP 2015/04101-1).

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

---

---

### CONTEXTUALIZAÇÃO

**Figura 1** - Ilustração da técnica de cirurgia bariátrica *Roux-em-Y bypass* gástrico 26

### ESTUDO I

**Figura 1** - Ilustração da avaliação de composição corporal pela balança de bioimpedância *InBody 720* 37

**Figura 2** - Ilustração do Teste cardiopulmonar máximo ou sintoma limitado em esteira com o uso do sistema de ergoespirometria portátil 39

**Figura 3** - Ilustrações de uma voluntária realizando o teste de caminhada de seis minutos (TC6) com o uso do sistema de ergoespirometria portátil 40

**Figura 4** - Fluxograma da triagem e recrutamento dos voluntários 42

### ESTUDO II

**Figura 1** - Fluxograma do estudo com as avaliações, recrutamento e perda amostral 64

**Figura 2** - Ilustração de uma amostra de sangue de uma voluntária armazenado em tubo EDTA após centrifugação 67

**Figura 3** - Ilustrações do equipamento utilizado para centrifugação de amostra de sangue, posteriormente armazenando o plasma em *ependorf* para análise de citocinas 68

**Figura 4** - Ilustração da avaliação da força muscular isocinética, isométrica e de *endurance* por meio da dinamometria 69

**Figura 5** - Ilustração de exercícios dinâmicos do protocolo GEENMC ou GSham 72

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

---

---

*Figura 6* - Correlações entre TC6, composição corporal e medidas da dinamometria do GEENMC. Resultados apresentados em valores de média **(a)**, pico de torque extensor e massa magra total **(b)**, pico de torque extensor e massa magra de membros inferiores **(c)**, pico de torque extensor e  $\dot{V}O_2$  absoluto no pico do TC6 83



## LISTA DE TABELAS

---

---

### ESTUDO I

- Tabela 1** - Características da amostra, dados de espirometria e do teste de exercício cardiopulmonar máximo na avaliação pré-operatória 43
- Tabela 2** - Dados de composição corporal antes e no PO recente de cirurgia bariátrica 45
- Tabela 3** - Capacidade funcional, variáveis metabólicas, cardíacas, pulmonares e percepção de esforço antes e logo após a cirurgia bariátrica 47
- Tabela 4** - Correlações entre composição corporal e variáveis metabólicas e pulmonares obtidas pelo TC6 48

### ESTUDO II

- Tabela 1** - Avaliação da capacidade funcional, variáveis metabólicas e cardiopulmonares no pico do TC6 em ambos os grupos 75
- Tabela 2** - Comparações de dados de composição corporal entre os grupos antes da cirurgia bariátrica, no PO e após protocolo de intervenção 77
- Tabela 3** - Medidas de massa muscular pela dinamometria: teste isocinético, isométrico e de *endurance* de membro inferior dominante 80
- Tabela 4** - Variáveis de colesterol total e frações, glicose, insulina e citocinas em ambos os grupos antes e após a intervenção 82

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

---

---

<b>6MWT</b>	<i>Six-minute walking test</i>
<b>BS</b>	<i>Bariatric surgery</i>
<b>CB</b>	Cirurgia bariátrica
<b>CEP</b>	Comitê de Ética em Pesquisa
<b>CONSORT</b>	<i>Consolidated Standards of Reporting Trials</i>
<b>HDL-c</b>	Lipoproteína de alta densidade de colesterol
<b>HOMA-IR</b>	<i>Insulin resistance Homeostasis Model Assessment Method</i>
<b>IF</b>	Índice de fadiga
<b>IL</b>	Interleucina
<b>IMC</b>	Índice de massa corporal
<b>LACAP</b>	Laboratório de Fisioterapia Cardiopulmonar
<b>LDL-c</b>	Lipoproteína de baixa densidade de colesterol
<b>MM<sub>apD</sub></b>	Massa magra apendicular de membro inferior dominante
<b>OMS</b>	Organização Mundial de Saúde
<b>PA</b>	Pressão arterial
<b>PAD</b>	Pressão arterial diastólica
<b>PAS</b>	Pressão arterial sistólica
<b>PO</b>	Pós-operatório
<b>PT</b>	Pico de torque
<b>QR</b>	Quociente respiratório
<b>QUICKI</b>	Índice de sensibilidade à insulina
<b>ReBEC</b>	Registro Brasileiro de Ensaio Clínicos
<b>RYGB</b>	<i>Roux-en-Y bypass gástrico</i>
<b>ShamG</b>	<i>Sham group</i>
<b>STROBE</b> <i>Epidemiology</i>	<i>STrengthening the Reporting of OBservational studies in</i>
<b>TC6</b>	Teste de caminhada de seis minutos
<b>TECP</b>	Teste de exercício cardiopulmonar máximo

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

---

---

<b>TCLE</b>	Termo de Consentimento Livre e Esclarecido
<b>TGL</b>	Triglicérides
<b>TNF- <math>\alpha</math></b>	<i>Tumor necrosis factor <math>\alpha</math></i>
<b>TT</b>	Trabalho total
<b>UFSCar</b>	Universidade Federal de São Carlos
<b>VC</b>	Volume corrente
<b><math>\dot{V}_E</math></b>	Ventilação minuto
<b>VEF<sub>1</sub></b>	Volume expiratório forçado no primeiro segundo
<b>VLDL</b>	Lipoproteína de muito baixa densidade de colesterol
<b><math>\dot{V}O_{2\text{máx}}</math></b>	Consumo de oxigênio máximo
<b><math>\dot{V}CO_2</math></b>	Produção de dióxido de carbono
<b>VT</b>	<i>Tidal volume</i>
<b>WBS-EMS</b>	<i>Whole-body electromyostimulation</i>
<b>WBS-EMSG</b>	<i>Whole-body electromyostimulation group</i>

# SUMÁRIO

---

---

<b>1. CONTEXTUALIZAÇÃO</b>	<b>22</b>
<b>ESTUDO I</b>	<b>31</b>
<i>Abstract</i>	30
Resumo	32
Introdução	33
Materiais e métodos	34
Análise estatística	41
Resultados	41
Discussão	49
Conclusão	52
Referências	52
<b>ESTUDO II</b>	<b>58</b>
<i>Abstract</i>	57
Resumo	59
Introdução	60
Materiais e Métodos	62
Análise estatística	72
Resultados	73
Discussão	84
Conclusão	88
Referências	88

## SUMÁRIO

---

---

<b>2. CONSIDERAÇÕES FINAIS E DESDOBRAMENTOS FUTUROS</b>	<b>95</b>
<b>REFERÊNCIAS</b>	<b>96</b>
<b>APÊNDICE A - Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE)</b>	<b>107</b>
<b>APÊNDICE B - Ficha de anamnese</b>	<b>110</b>
<b>APÊNDICE C - Ficha de Teste de Exercício Cardiopulmonar</b>	<b>114</b>
<b>APÊNDICE D - Ficha do Teste de caminhada de seis minutos</b>	<b>115</b>
<b>ANEXO A - Carta de submissão do Estudo I ao periódico <i>BJMBR</i></b>	<b>118</b>
<b>ANEXO B - Carta de submissão do Estudo II ao periódico <i>IJO</i></b>	<b>119</b>
<b>ANEXO C - Parecer do Comitê de Ética em Pesquisa (CEP)</b>	<b>120</b>
<b>ANEXO D - Questionário de atividade física habitual – <i>Baecke</i></b>	<b>122</b>

## 1. CONTEXTUALIZAÇÃO

---

---

A obesidade é considerada uma doença crônica complexa de caráter multifatorial (CHOOI, DING, MAGKOS. 2019) definida pela Organização Mundial da Saúde (OMS) como acúmulo anormal ou excessivo de tecido adiposo capaz de gerar riscos à saúde (WHO, 2016). Sendo assim, o índice de massa corporal (IMC) é utilizado como método diagnóstico e pode classificar os indivíduos em sobrepeso ( $IMC \geq 25 \text{ kg/m}^2$ ), obesidade grau I (IMC entre 30 -34,9  $\text{kg/m}^2$ ), grau II (IMC entre 35 -39,9  $\text{kg/m}^2$ ) e grau III (IMC acima de 40  $\text{kg/m}^2$ ), sendo este considerado obesidade mórbida associado a comorbidades (POZZA & ISIDORI, 2017).

Outros fatores que importantemente devem ser levados em consideração é o perfil de obesidade relacionado ao grau de adiposidade visceral (KANG et al., 2017), demonstrado como indicador de disfunção do tecido adiposo (AMATO & GIORDANO, 2014). Estudos têm reportado a obesidade conforme obesos metabolicamente saudáveis ou não (BEREZINA et al., 2015; LIU et al., 2019), envolvendo fatores como hipertensão, diabetes, dislipidemias, resistência insulínica ou fatores inflamatórios, influenciando no risco de morbimortalidade (ANGOORANI et al., 2018; CHOOI, DING, MAGKOS. 2019). Essa caracterização de obesos metabolicamente saudáveis compreende somente cerca de 28,5% do total da população obesa (LIU et al., 2019).

A prevalência de obesidade tem crescido mundialmente de forma alarmante, com altos custos em saúde, se tornando um grande problema de saúde pública (WU et al., 2017). Dados publicados pela OMS demonstraram estimativas a nível mundial de mais de 1,9 bilhões de pessoas com sobrepeso ou obesidade em 2015, sendo mais prevalente em mulheres em todas as faixas etárias (CHOOI, DING, MAGKOS. 2019). Além disso, a obesidade acarreta mundialmente em custos anuais adicionais de 54% quando comparado ao controle de saúde com pessoas saudáveis (KENT et al., 2017), sendo que nos Estados Unidos esse percentual corresponde a 21%, uma média de \$190 bilhões de dólares (SMITH & SMITH, 2016). No Brasil, a taxa de obesidade passou de 11,8% para 19,8% entre 2006 e 2018, representando aumento de 67% (VIGITEL BRAZIL, 2018). Dentre os gêneros, há uma média de 16,8% e 24,4% de homens e mulheres com obesidade, respectivamente (FERREIRA, SZWARCOWALD, DAMACENA. 2019). Projeções mundiais estimam cerca de 2,16 bilhões de pessoas acima do peso até 2030 (APOVIAN & RIFFENBURG, 2017).

## 1. CONTEXTUALIZAÇÃO

---

---

Com proporções epidêmicas alarmantes, essa doença aumenta o risco de desenvolvimento de comorbidades, tais como: Diabetes Mellitus tipo II, doenças cardiovasculares, hipertensão, infarto agudo do miocárdio, diversos tipos de cânceres, múltiplas afecções musculoesqueléticas, redução da qualidade de saúde mental, impactando negativamente na qualidade de vida (POZZA & ISIDORI, 2018). Além disso, a obesidade é considerada a quinta causa de mortalidade e com estimativa de 3,4 milhões de mortes no mundo decorrente da doença só em 2010, que segue com crescimento anual (SMITH & SMITH, 2016).

Pesquisas abordam que a causa para o acúmulo de tecido adiposo decorre do desequilíbrio entre a ingestão calórica e o gasto energético frente ao estilo de vida como alimentação e o perfil de sedentarismo (CAMACHO & RUPPEL, 2017). Entretanto, estudos recentes têm discutido sobre a importância do perfil metabólico, inflamatório e hormonal de cada indivíduo além de pequena influência de fatores genéticos (CAMACHO & RUPPEL, 2017; HALL & GUO, 2017). Desta maneira, se tornaria errôneo o conceito de que o tratamento de obesidade se traduz somente em aumento de atividade física e redução de calorias ingeridas, tornando o tratamento muitas vezes ineficaz devido as adaptações fisiológicas frente a obesidade que dificultam a perda de peso (HALL & GUO, 2017).

Todas essas alterações ocorrem porque o tecido adiposo, anteriormente considerado apenas como reserva energética, isolante térmico e proteção mecânica é atualmente definido como um importante tecido endócrino inervado pelo sistema nervoso central, sendo capaz de influenciar as funções imunológicas e a homeostasia (BOOTH et al., 2016). O tecido adiposo branco, apresenta dentre suas funções: o controle na manutenção da glicose, a regulação hormonal, a liberação de citocinas e adipocinas, o controle da sensibilidade a insulina, o crescimento celular, inflamação, angiogênese, reprodução além de atuar na sinalização e regulação de diversos processos biológicos como regulação de apetite e saciedade, do estoque e gasto energético (ADAMCZAK & WIECEK, 2013; BOOTH et al., 2016).

O excesso de tecido adiposo causa hiperplasia e hipertrofia dos adipócitos e promove um desequilíbrio da função endócrina com posterior inflamação local, aumento do estresse oxidativo, hipóxia, aumento dos níveis de leptina e redução de adiponectina, acarretando em infiltração e ativação de macrófagos e, finalmente, aumento significativo de outras citocinas

## 1. CONTEXTUALIZAÇÃO

---

como o fator de necrose tumoral *alpha* (TNF-  $\alpha$ ) (ADAMCZAK & WIECEK, 2013; FUNCKE & SCHERER, 2019).

Adicionalmente, o músculo esquelético também foi reconhecido por apresentar função endócrina, capaz de liberar miocinas que também exercem funções autócrina, parácrina e endócrina (PEDERSEN & FEBBRAIO, 2012; GIUDICE & TAYLOR, 2017). Entretanto, em indivíduos obesos, adaptações também ocorrem nível muscular, como maior concentração de fibras tipo II, caracterizadas por contração rápida, menor resistência à fadiga, menor sensibilidade à insulina e captação de glicose comparadas as fibras tipo I (SEEBACHER et al., 2017). Há também mudanças na função contrátil, nas isoformas de troponina e no aumento da adiposidade intramuscular (TALLIS, JAMES, SEEBACHER, 2018; SACHS et al., 2019). Indivíduos obesos apresentam maior quantidade de massa magra, apesar disso, também se observa uma redução da qualidade muscular pois a força gerada é na verdade reduzida para compensar o excesso de massa corpórea (BARBAT-ARTIGAS, 2014; TALLIS, JAMES, SEEBACHER, 2018). Todas essas alterações não se modificam somente com a perda de peso (SEEBACHER et al., 2017) e ocasionam em redução de mobilidade, alterações osteomioarticulares, dor, alteração de marcha, riscos de quedas, declínio da capacidade aeróbia e funcional (FORHAN & GILL, 2013; VARGAS et al., 2013; PATAKY et al., 2014).

Diante do exposto, o desequilíbrio de citocinas pró e anti-inflamatórias estão associadas ao desenvolvimento das disfunções metabólicas pela obesidade (WU et al., 2017). A miostatina, também conhecida como fator-8 de crescimento e diferenciação do músculo esquelético, em quantidades aumentadas em indivíduos obesos, limita o crescimento muscular, inibe a hipertrofia e mantém quiescente às células satélites, contribuindo potencialmente para o surgimento da obesidade sarcopênica (CONSITT & CLARK, 2018). Esta miocina também está relacionada com a sensibilidade à insulina, sendo o músculo esquelético o principal alvo para captação de glicose (AMOR et al., 2018). Estudos demonstraram que o estímulo do exercício físico, associado ou não com a restrição dietética bem como a cirurgia bariátrica (CB), mais especificamente o *Roux-en-Y bypass* gástrico (RYGB), demonstraram significativa redução dos níveis de miostatina, beneficiando na captação de glicose, no metabolismo lipídico e na inflamação (MILAN et al., 2004; RYAN et al., 2013).



## 1. CONTEXTUALIZAÇÃO

---

---

A leptina, hormônio produzido pelo tecido adiposo, tem papel central no controle do apetite e da homeostase (FRANCISCO et al., 2018). Essa adipocina também atua no metabolismo ósseo, nas respostas inflamatórias, na infecção, no processo imunológico e impacta na sinalização da insulina no músculo esquelético (NICHOLSON et al., 2018). Com altas concentrações no organismo em indivíduos obesos (FRANCISCO et al., 2018), atua juntamente com a adiponectina, controlando o balanço energético, a sensibilidade insulínica e a captação de glicose, diminuindo o risco de desenvolver Diabetes Mellitus tipo II (ACHARI & JAIN, 2017; FRÜHBECK et al., 2018).

De caráter anti-inflamatório, a adiponectina é uma proteína produzida exclusivamente pelo tecido adiposo que através de receptores pode ser expressa em outros tecidos como o muscular e no fígado (IWABU, 2010). Após a CB, os níveis de adiponectina se elevam, auxiliando na sensibilidade à insulina, na supressão de morte celular e inflamação, sendo antiaterosclerótico e anti-diabético. Além disso, apresenta ação cardioprotetora atuando nas células do endotélio vascular, do músculo liso, dos miócitos cardíacos e favorece o incremento do óxido nítrico (ACHARI & JAIN, 2017). No músculo esquelético auxilia a aumentar a oxidação dos ácidos graxos e tem efeito anti-lipotóxico nas células musculares cardíacas (MATSUDA & SHIMOMURA, 2014; WANG et al., 2016). Desta maneira, adiponectina e leptina são os fatores derivados de adipócitos mais estudados na literatura e também auxiliam na redução da expressão de TNF- $\alpha$  (FUNCKE & SCHERER, 2019).

O TNF- $\alpha$  acima mencionado, é considerado uma das mais importantes citocinas pró-inflamatórias secretadas pelos macrófagos (WANG et al., 2018). Estudos também demonstram associação do aumento do TNF- $\alpha$  e de macrófagos no tecido adiposo com a redução da sensibilidade a insulina e juntamente com IL-8 tem um papel proangiogênico contribuindo para expansão e remodelamento do tecido adiposo (ZUBKOVA et al., 2016; GIOLO DE CARVALHO & SPARKS, 2019). Também foi sugerido que o TNF- $\alpha$  pode contribuir na perda de massa muscular induzida pela obesidade em associação com o aumento de infiltrado de macrófagos devido a sua interação alterada com as células musculares satélites (WANG et al., 2018).

Diante de todo conteúdo exposto, a CB tornou-se uma técnica amplamente abordada, atualmente eficaz, duradoura e segura para indivíduos obesos, quando o tratamento conservador multicomponente não surte o efeito proposto (ENGLISH et al., 2018). A técnica

## 1. CONTEXTUALIZAÇÃO

---

de RYGB é considerada a abordagem mais prevalente e padrão-ouro pela eficácia e baixa mortalidade (KOTHARI et al., 2017), realizada por uma restrição gástrica por meio da gastrectomia e se torna também mal absorptiva devido a ressecção do duodeno e jejuno proximal, realizando uma reconstrução do trânsito intestinal por uma alça jejunal em formato de Y (PETERLI et al., 2017) (Figura 1). Por meio dessa abordagem, indivíduos apresentam remissão de comorbidades, perda sustentada de peso, redução de risco cardiovascular, além de demonstrar melhora da aptidão física e da força muscular a longo prazo, aumento da sensibilidade a insulina, do perfil lipídico (ANDERSSON et al., 2019) e inflamatório (ASKARPOUR et al., 2019), cujos benefícios se ampliam conforme a técnica cirúrgica e com a redução do IMC (ANGOORANI et al., 2018).

**Figura 1.** Ilustrações da técnica de cirurgia bariátrica *Roux-em-Y bypass* gástrico.



Fonte: Sociedade Brasileira de Cirurgia Bariátrica e Metabólica (<https://www.sbcm.org.br/tecnicas-cirurgicas-bariatrica/>)

Entretanto, alterações decorrentes da CB recente como dieta restritiva hipocalórica com baixa ingestão proteica e inatividade física associadas a condição de saúde prévia de

## 1. CONTEXTUALIZAÇÃO

---

indivíduos obesos podem gerar prejuízo da capacidade de exercício, da aptidão cardiorrespiratória mensurado pelo teste de exercício máximo ainda após 6 meses de RYGB (BELLICHA et al., 2019).

As funções do tecido muscular e do próprio tecido adiposo podem eficazmente ser potencializadas pelo exercício físico. Isso ocorre pelo alto potencial do exercício como efeito crônico anti-inflamatório, reduzindo a concentração sistêmica de diversas citocinas, especialmente observadas em pessoas com doenças crônicas, comumente associadas a uma inflamação crônica de baixo grau (HOFFMANN & WEIGERT, 2017; GIUDICE & TAYLOR, 2017). Além disso, o treino de *endurance* é mais frequentemente documentado por remodelar adipócitos (GIOLO DE CARVALHO & SPARKS, 2019), aumentar a mobilização de ácidos graxos, favorecer oxidação bem como modular a liberação de adipocinas, regular o metabolismo mitocondrial (MENDHAM, 2020) e reduzir o tecido adiposo visceral, o qual é metabolicamente prejudicial à saúde (WEDELL-NEERGAARD et al., 2019). O exercício físico influencia na plasticidade do tecido adiposo branco para o bege, conhecido como “*browning*”, o qual assim como o adipócito marrom (ALDISS et al., 2018) e tem como função principal a regulação da temperatura corporal e termogênese (IKEDA, MARETICH, KAJIMURA. 2018) com sua atividade inversamente correlacionada com o IMC (ADAMCZAK & WIECEK, 2013). Todas essas alterações importantemente se associam aos benefícios de saúde cardiometabólica (ALDISS et al., 2018).

Estudos demonstram que indivíduos obesos já apresentam baixa aptidão física com valores de  $\dot{V}O_2$  abaixo de  $20\text{ml}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{min}^{-1}$  e que a CB é capaz de influenciar nessa melhora, porém sem melhora do  $\dot{V}O_2$  absoluto (BELLICHA et al., 2018). Paralelamente, estudos prévios demonstraram efeitos positivos do exercício físico após a CB, em sua maioria realizados em períodos de 3-6 meses (HERRING et al., 2016; ADIL et al., 2018), e alguns pesquisadores obtiveram benefícios quando realizado 1 mês após o procedimento cirúrgico (STEGEN et al., 2011; CASTELLO et al., 2011), entretanto, estudos envolvendo exercício físico de forma recente como estratégia de reabilitação precoce são escassos. Além disso, a perda amostral ainda é considerável (CASTELLO et al., 2011; ZUBERI, MAGNUSON, SCHWEITZER. 2014) e apesar de diretrizes que implementam e norteiam o suporte proteico diário necessário bem como orientações referentes à prática de exercícios físicos é quase que desafiador atingir os objetivos propostos (EVANS, 2010; FERNHALL, BORGHI-SILVA,

## 1. CONTEXTUALIZAÇÃO

---

BABU, 2015; SHERF DAGAN et al., 2016). As orientações no PO recente enfatizam a realização de caminhadas, porém além de baixa aderência não evitam a perda da capacidade de exercício (TABESH et al., 2019) e outras diretrizes que norteiam a realização de exercícios de baixa-moderada intensidade se iniciam após 1 mês, enfatizando treino aeróbio e exercício de baixa resistência (WIKLUND, SUNDQVIST, OLSÉN, 2015; POIRIER et al., 2011).

Sendo assim, a aplicação da estimulação elétrica neuromuscular de corpo inteiro (EENMC) pode ser considerada uma técnica viável como estratégia de reabilitação precoce, podendo ser aplicada em atletas bem quando o exercício físico está contraindicado (WAHL et al., 2014). Foi previamente demonstrada por ser tão eficaz em promover hipertrofia, aumentar a força muscular de quadríceps, reduzir massa gorda quanto o treino de resistência de alta intensidade em idosos com obesidade (KEMMLER et al., 2016a) em homens sedentários e com adição de suplementação proteica (WITTMANN et al., 2016), atletas (FILIPOVIC et al., 2012), indivíduos saudáveis, FILIPOVIC et al., 2011) e pessoas com doenças crônicas (JONES et al., 2016).

Outros pesquisadores aplicando a EENMC também reportaram melhora da funcionalidade em mulheres (KEMMLER et al., 2014; VON STENGEL et al., 2015) e homens idosos com obesidade sarcopênica associando a suplementação proteica (KEMMLER et al., 2017), como velocidade de marcha e incremento de 6-11% nos resultados na força muscular de membros inferiores quando comparado ao grupo controle ativo (KEMMLER et al., 2010).

Efeitos positivos da EENMC também foram encontrados na capacidade aeróbia em pessoas com doenças crônicas como insuficiência cardíaca crônica com melhora do consumo de oxigênio (FRITZSCHE et al., 2010; VAN BUUREN et al., 2013) e aumento significativo ou efeitos consideráveis na massa muscular de sarcopênicos obesos (KEMMLER et al., 2010, 2014, 2016b, 2017). Adicionalmente, demonstraram também resultados promissores na pressão arterial, e influências positivas na gordura abdominal (KEMMLER et al., 2010, 2014, 2016a, 2017; WITTMANN et al., 2016) que está intimamente relacionada com a resistência insulínica (ZHANG et al., 2015), hipertensão e dislipidemias (LAKOSKI et al., 2017).

Os benefícios encontrados com o uso adicional desse recurso dependem de parâmetros específicos que podem ser explicados pelas adaptações neurológicas decorrentes

## 1. CONTEXTUALIZAÇÃO

---

---

de uma ativação extra de fibras musculares além de redução da adiposidade intramuscular (EVANGELISTA et al., 2019; PETERSON et al., 2011), maximizando o gasto energético e o estresse metabólico (EVANGELISTA et al., 2019). Adicionalmente, há uma possível alteração do tipo de fibra muscular de contração rápida para fibras de contração lenta, reduzindo a fadiga muscular bem como aumento da força dos tendões musculares, com melhor desempenho de exercício (EVANGELISTA et al., 2019)

Neste sentido, considerando a necessidade de avaliar e propor estratégias de reabilitação precoce para indivíduos obesos submetidos à CB, é relevante compreender as repercussões clínicas imediatas decorrente do procedimento pela técnica de RYGB na composição corporal e na capacidade funcional por meio do teste de exercício submáximo, o TC6, possibilitando posteriormente elaborar um programa de exercício físico que se torne viável e favoreça a aderência desses voluntários. Portanto, para tal finalidade foi desenvolvido o primeiro estudo intitulado “Impacto da cirurgia bariátrica no teste de exercício submáximo em obesos mórbidos”, submetido à avaliação do corpo editorial do periódico *Brazilian Journal of Medical and Biological Research* (ANEXO A).

Sequencialmente, após concluir que o PO recente já é capaz de causar declínio significativo da capacidade de exercício e funcional das variáveis cardiometabólicas e pulmonares, assim como perda significativa de massa magra, foi necessário propor estratégias de reabilitação precoce que possam reduzir os efeitos deletérios do PO recente da CB e proporcionar efeitos significativos e benéficos nas condições de saúde avaliados pelo perfil metabólico, pela força muscular e aptidão cardiorrespiratória e funcional, e favorecer melhora da qualidade de vida bem como a recuperação mais rápida para esses indivíduos. Baseado nos benefícios da aplicação da EENMC já reportados previamente em outras populações e inclusive em obesos e, também considerando essa técnica como alternativa atrativa em fases precoces de reabilitação pós cirurgia bariátrica, porém escassa, foi proposto um ensaio clínico inédito intitulado “Estimulação elétrica de corpo inteiro como estratégia para melhorar a capacidade funcional e preservar força muscular após cirurgia bariátrica: ensaio clínico randomizado controlado e triplo-cego” foi desenvolvido e submetido à avaliação do periódico *International Journal of Obesity* (ANEXO B).

---

---

*Impact of bariatric surgery on submaximal exercise testing in morbid obese patients*

*Abstract*

Bariatric surgery (BS) is the most effective procedure for obese when conservative approaches do not have expected effects. Despite its advantages, the postoperative period (PO), compromised by nutritional impairments and limited physical inactivity, often affecting muscle bioenergetics capacity, pulmonary and cardiac function, promoting reduction of functional capacity and lean mass loss. This prospective and observational study aimed to investigate the effects of BS on body composition, submaximal exercise capacity, cardiopulmonary responses in the six-minute walking test (6MWT) before and early PO of Roux-en-Y gastric bypass surgery (RYGB). Thirty-nine obese (aged between 18 and 45 years) submitted to laparoscopic RYGB. Before and early after BS, muscle mass (obtained by bioimpedance), oxygen uptake ( $\dot{V}O_2$ ), minute ventilation ( $\dot{V}_E$ ) and tidal volume (VT) during 6MWT were assessed. Early reevaluation occurred on average  $6.9 \pm 2.6$  days after BS. Significant reduction of total muscle mass ( $\Delta = -3.4 \pm 1.9$  kg) and distance walked of  $54 \pm 59$  m ( $499 \pm 68$  m vs.  $445 \pm 68$  m,  $p < 0.05$ ) were already observed early after BS. Furthermore, significant reduction of  $\dot{V}_E$  ( $\Delta = 8 \pm 8$  L/min), absolute  $\dot{V}O_2$  ( $\Delta = -206 \pm 198$  mL.min<sup>-1</sup>)  $\dot{V}O_2\%$  predicted ( $\Delta = -10 \pm 10$  ml.Kg.min<sup>-1</sup>) and VT ( $\Delta = 202 \pm 242$  ml,  $p < 0.05$ ) were observed with moderate correlations between body composition and  $\dot{V}O_2$  ( $p < 0.05$ ) in both pre and post BS. The mediate PO is associated with body composition reduction, especially lean mass, and submaximal functional capacity impairment. Body composition is more associated to cardiorespiratory and metabolic variables, indicating the importance of early rehabilitation programs to promote better health condition.

**Keywords:** Bariatric surgery, body composition, cardiorespiratory fitness, postoperative period, 6-minute walk test.

**IMPACTO DA CIRURGIA BARIÁTRICA NO TESTE DE  
EXERCÍCIO SUBMÁXIMO EM OBESOS MÓRBIDOS**

**(Versão em português com acréscimos e ilustrações)**

Artigo submetido ao periódico **Brazilian Journal of Medical and Biological Research**

---

---

**RESUMO**

A cirurgia bariátrica (CB) é considerada o tratamento mais eficaz para obesos quando abordagens conservadoras não atingem o objetivo esperado. Apesar de suas vantagens, o período pós-operatório (PO), comprometido devido à limitação de aporte nutricional e inatividade física, afeta a capacidade bioenergética muscular, a função cardíaca e respiratória, gerando redução da capacidade funcional e perda de massa magra. Esse estudo prospectivo e observacional objetivou investigar os efeitos da CB na composição corporal, capacidade de exercício submáxima, respostas cardiopulmonares do teste de caminhada de seis minutos (TC6) antes e no PO precoce da cirurgia de *bypass* gástrico de Roux-en-Y (RYGB) por videolaparoscopia. Trinta e nove participantes obesos, com idade entre 18 e 45 anos, foram submetidos ao RYGB. Antes e logo após a CB, a massa muscular obtida pela bioimpedância, consumo de oxigênio ( $\dot{V}O_2$ ), ventilação minuto ( $\dot{V}_E$ ) e volume corrente (VC) foram obtidos pelo TC6. A reavaliação ocorreu em média  $6,9 \pm 2,6$  dias após a cirurgia. Foram observadas reduções significativas da massa muscular total ( $\Delta = -3,4 \pm 1,9$  kg) e da distância percorrida  $-54 \pm 59$ m ( $499 \pm 68$ m vs.  $445 \pm 68$ m,  $p < 0,05$ ) no PO recente de CB. Também foram observadas redução significativa de  $\dot{V}_E$  ( $\Delta = -8 \pm 8$ L/min),  $\dot{V}O_2$  absoluto ( $\Delta = -206 \pm 198$ mL.min<sup>-1</sup>),  $\dot{V}O_2$  relativo ( $\Delta = -10 \pm 10$  ml.Kg.min<sup>-1</sup>) e VC ( $\Delta = -202 \pm 242$ ,  $p < 0,05$ ) com correlações moderadas entre a composição corporal e o  $\dot{V}O_2$  ( $p < 0,05$ ) no pré e pós CB. O PO mediato está associado à redução da composição corporal, especialmente da massa magra, e com prejuízo da capacidade funcional. A composição corporal está mais associada a variáveis cardiorrespiratórias e metabólicas, indicando a importância de programas de reabilitação precoce a fim de promover melhora de saúde e qualidade de vida.

**Palavras-chave:** Cirurgia bariátrica, composição corporal, aptidão física, período pós-operatório, teste de caminhada de 6 minutos.



---

---

## Introdução

A obesidade tem sido reconhecida como uma doença crônica resultante de múltiplas interações genéticas, socioeconômicas e culturais [1], caracterizada por um Índice de Massa Corporal (IMC) igual ou superior a 30kg/m<sup>2</sup> [2]. Comumente associada a comorbidades, a obesidade também está relacionada a consequentes danos na capacidade funcional e piora da qualidade de vida [3].

A cirurgia metabólica e bariátrica (CB) é o procedimento mais eficaz para obesos mórbidos quando as abordagens conservadoras não atingem os efeitos esperados [4], sendo o Roux-en-Y *bypass* gástrico (RYGB) o tratamento mais eficaz e prevalente, capaz de promover perda de peso rápida e sustentada e a remissão de comorbidades [5]. Apesar de suas vantagens, o período pós-operatório recente (PO) se torna comprometido por importantes deficiências nutricionais devido à restritiva ingestão energética e proteica, principalmente nas primeiras semanas pós CB, ocasionando não só redução de massa gorda como também importante redução de massa magra [6]. Por consequência, o limitado desempenho decorrente da inatividade física e perda de peso no PO precoce podem prejudicar a capacidade bioenergética muscular, a função pulmonar e cardíaca, promovendo uma diminuição da capacidade funcional e perda de massa magra [7].

Estudos prévios mostraram melhora da capacidade funcional entre três a 12 meses de *follow-up* após a CB, de forma isolada e associada a programas de exercícios físicos [8,9]. Para o nosso conhecimento, não há na literatura até o presente momento estudos que tenham avaliado a capacidade funcional e a função cardiorrespiratória no PO mediato de CB, reconhecido como o período de 24 horas a 7 dias PO [10]. O teste de caminhada de seis minutos (TC6) é amplamente utilizado para avaliar e identificar esta limitação funcional e pode ser aplicado a indivíduos em várias condições crônicas caracterizadas por severas limitações que geram intolerância a outros tipos de testes [11]. Além disso, este teste apresenta validade e reprodutibilidade para população obesa sendo também capaz de avaliar o processo de reabilitação, possibilitando planejar intensidade de exercício e monitorizar as mudanças ocorridas a curto e longo prazo [12].

---

Nesse contexto, o objetivo do presente estudo foi avaliar a composição corporal e a capacidade funcional antes e no PO mediato em pacientes submetidos ao procedimento de RYGB por meio da distância percorrida do TC6, no qual foram obtidas variáveis cardiorrespiratórias e metabólicas. Hipotetizamos que o período de PO mediato afetaria negativamente a capacidade funcional, as respostas cardiorrespiratórias e metabólicas além de um comprometimento de massa magra, sendo que esses efeitos negativos poderiam estar relacionados entre si.

### **Materiais e Métodos**

#### ***Desenho do estudo***

Este é um estudo prospectivo e observacional reportado de acordo com as normas *STrengthening the Reporting of OBservational studies in Epidemiology* (STROBE) [13], sendo desenvolvido no Departamento de Fisioterapia da Universidade Federal de São Carlos (UFSCar), no Laboratório de Fisioterapia Cardiopulmonar (LACAP). Este estudo foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa com Seres Humanos da UFSCar (número 966.613) (**ANEXO C**) e os pacientes recrutados participaram do estudo após concordância e assinatura do Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE) previamente ao início do estudo (**APÊNDICE A**).

#### ***Sujeitos***

Esse estudo envolveu pacientes acompanhados por gastroenterologistas da cidade de Araraquara e São Carlos (SP, Brasil), durante um período de 2 anos (2015-2017). Durante esse período de acompanhamento, eles foram orientados quanto ao procedimento cirúrgico e período de PO, à cessação de hábitos tabágicos e consumo de álcool. Foram considerados elegíveis os pacientes com diagnóstico de obesidade por pelo menos três anos sem resposta ao tratamento conservador (farmacológico ou não) [14] com idade entre 18 e 45 anos; e candidatos ao procedimento de RYGB. Os sujeitos recrutados para a pesquisa foram submetidos à CB de acordo com a nova classificação dos critérios de obesidade e conforme avaliação médica [14].

Os critérios de exclusão foram: sujeitos com comprometimentos ortopédicos (artrose e dor incapacitante) ou neurológicos que impeçam a participação em um programa de

---

exercício físico, infarto do miocárdio, marcapasso implantado ou quaisquer síntese metálica, angina instável, distúrbios crônicos no ritmo cardíaco, doença cardíaca valvular de grau moderado ou severo, história consistente com doença cardíaca, hipertensão arterial não controlada, *diabetes mellitus* não controlado e/ou insulino-dependente, uso de beta-bloqueador, mulheres na pós-menopausa, e com participação em um programa regular de exercício físico no início do estudo. Também foram excluídos sujeitos que apresentarem doença pulmonar obstrutiva crônica (DPOC) ou outras doenças respiratórias, ou que apresentarem qualquer contra indicação ao teste ergoespirométrico; condição que possa comprometer a realização dos testes funcionais, arteriopatas distais, quaisquer doenças inflamatórias, renais, hepáticas, com neuropatia diabética documentada; déficit cognitivo, dificuldade de compreensão e/ou de aderência aos procedimentos do estudo; usuários declarados de drogas ilícitas e gestação. Sujeitos tabagistas atuais cujos hábitos não foram interrompidos no acompanhamento multidisciplinar de 1 ano, com quaisquer alterações na função pulmonar (distúrbio restritivo e ou obstrutivo), usuários de medicamentos psicotrópicos, ansiolíticos, antidepressivos, medicamentos para controle do apetite e complicações cirúrgicas também foram excluídos da pesquisa [15].

### ***Procedimentos***

#### ***Familiarização***

Os sujeitos recrutados foram familiarizados com equipamentos como esteira, sistema de ergoespirometria portátil, equipamento de eletroestimulação e com todos os procedimentos previamente à realização das avaliações. Estas foram realizadas em ambiente climatizado e controlado, em salas com temperatura entre 22-24°C e umidade relativa do ar entre 40-60%, e no mesmo período do dia para suprimir influência nas respostas fisiológicas decorrentes do ciclo circadiano. Também foram instruídos a não realizar exercícios de moderada a alta intensidade, não ingerir cafeína, bebidas alcoólicas ou qualquer outro estimulante na noite anterior e no dia da coleta de dados.

#### ***Avaliações***

Todas as avaliações foram realizadas por fisioterapeutas previamente treinados. O período pré-operatório foi composto por três visitas com intervalos mínimos de 48 horas

---

---

entre elas. Os sujeitos recrutados e familiarizados com todas as avaliações, foram primeiramente submetidos a uma anamnese (**APÊNDICE B**), avaliação da função pulmonar, Questionário de *Baecke*, dados antropométricos e de composição corporal, TECP e TC6.

A avaliação do PO foi realizada sem dor ou desconforto referida pelo voluntário e sem complicação cirúrgica no período de 48 horas em média de 1 semana após a alta hospitalar, incluindo avaliação antropométrica, avaliação da composição corporal e TC6.

#### *Medidas antropométricas e de composição corporal*

Estatura e massa corporal foram mensuradas por meio de uma balança antropométrica (Welmy R-110, Santa Bárbara do Oeste, São Paulo, Brasil), com variação estabelecida de 1mm e 0,1 kg, respectivamente e, em seguida, realizado o cálculo do IMC ( $\text{kg.m}^{-2}$ ).

A análise da composição corporal foi realizada com uma balança de bioimpedância *InBody 720* (Seol, Coreia), uma balança digital com 8 eletrodos capaz de avaliar a composição corporal fornecendo análise total e segmentar [16]. É considerado um método seguro, eficiente e confiável quando comparado com a absorciometria por raios-X de dupla energia (DEXA) [17]. Para padronizar a coleta de dados, os voluntários foram avaliados no início da manhã, em jejum mínimo de 4 horas, e orientados a usar roupas leves e estar sem sapatos, não portar nenhum objetivo metálico no corpo, urinar previamente à realização do exame, não ingerir bebidas alcoólicas e não realizar exercícios extenuantes no dia anterior a realização do exame. Após a realização dos exames, pacientes recebiam um lanche leve. Foram registrados as variáveis de massa magra (kg), massa gorda (kg), percentual de massa gorda total e parcial de membros e tronco (Figura 1).



**Figura 1.** Ilustração da avaliação de composição corporal pela balança de bioimpedância *InBody 720*.

#### *Função Pulmonar*

Após a anamnese, a espirometria foi realizada em repouso utilizando um software Oxycon Mobile® (Mijnhardt/Jäger, Würzburg, Alemanha) de acordo com diretrizes específicas e valores preditivos para população brasileira [18,19]. O teste foi realizado fins de diagnóstico e critérios de exclusão, sendo considerado válido 3 manobras aceitáveis de capacidade vital forçada (CVF, em L), volume expiratório forçado em 1 segundo (VEF<sub>1</sub>- %pred) e a relação VEF<sub>1</sub>/CVF (%pred).

---

---

*Questionário de atividade física habitual de Baecke*

O questionário de atividade física de *Baecke* é um questionário validado para a língua portuguesa e foi aplicado para verificar a percepção de esforço considerando hábitos ocupacional, esportivo e de lazer do indivíduo [20]. As pontuações obtidas foram utilizadas com objetivo de caracterização e posterior homogeneização da amostra para protocolo de reabilitação precoce, onde cada pergunta tem uma pontuação de 1 a 5, sendo a pontuação 5 considerada o nível mais ativo (**ANEXO D**).

*Teste de exercício cardiopulmonar máximo ou sintoma limitado (TECP)*

O TECP foi realizado para estabelecer a capacidade máxima de exercício e identificar os determinantes da intolerância ao exercício previamente à cirurgia bariátrica. Este teste foi realizado em uma esteira (Super ATL, Porto Alegre, Rio Grande do Sul, Brasil) usando o protocolo incremental de Bruce [21] apresentando no total 8 estágios com incrementos de velocidade e inclinação a cada 3 minutos, que se iniciam com 2,7 km.h<sup>-1</sup> e 10% de inclinação (Figura 2). Os pacientes foram continuamente monitorados por equipe de fisioterapeutas treinados e por um médico através de registros de ECG de 12 derivações (Sistema WinCardio, Microme, Brasília, Brasil) e encorajados a atingir a exaustão.

Os gases expirados foram coletados continuamente respiração-a-respiração por meio de ergoespirometria portátil previamente calibrado *Oxycon Mobile*® (*Mijnhardt/Jäger, Würzburg, Alemanha*). Os dados metabólicos e ventilatórios foram processados e calculados em médias móveis a cada 15 segundos, com o maior valor encontrado nos últimos 15 segundos definido como valor de pico dentre eles: ventilação ( $\dot{V}_E$ , L.min<sup>-1</sup>), consumo de oxigênio relativo ( $\dot{V}O_2$ , ml.kg<sup>-1</sup>.min<sup>-1</sup>), consumo de oxigênio absoluto ( $\dot{V}O_2$ , ml.min<sup>-1</sup>), produção de dióxido de carbono ( $\dot{V}CO_2$ , ml.min<sup>-1</sup>), volume corrente (VC, ml), quociente respiratório (QR).

A pressão arterial sistólica e diastólica (PAS e PAD, mmHg) mensurada por um esfigmomanômetro (BD, São Paulo, São Paulo, Brasil) e um estetoscópio pelo método auscultatório, e a frequência cardíaca (FC, bpm) foi registrada por meio do cardiofrequencímetro (Polar® S810i, Kempele, Oulu, Finlândia) associado a uma cinta

---

---

elástica fixada no tórax e um relógio no punho do voluntário, com os dados transferidos por telemetria. Os sintomas de dispneia e fadiga de membros inferiores foram obtidos pela escala de Borg CR10 [22]. Todas as variáveis acima mencionadas foram controladas durante todo o teste, no período de repouso (ao final de 2 minutos sentado e 2 minutos em pé), nos 30 segundos finais de cada estágio bem como no pico do exercício e durante a recuperação ativa e passiva nos 30 segundos finais a cada 3 minutos (APÊNDICE C).



**Figura 2.** Ilustração do Teste cardiopulmonar máximo ou sintoma limitado em esteira com o uso do sistema de ergoespirometria portátil.

#### *Teste de Caminhada de Seis Minutos (TC6)*

Os comandos verbais e as instruções para a realização do TC6 foram padronizados e executados de acordo com as diretrizes do ATS [23]. Os sujeitos foram instruídos a percorrer continuamente, a maior distância e velocidade possível, sem correr por 6 minutos em um

corredor de 30 metros marcado com intervalos de 2 metros, sendo permitido ao participante diminuir o ritmo ou mesmo parar de caminhar caso necessário (Figura 3). Foram usadas para análise a distância percorrida (DPTC6) e a porcentagem relacionada à distância prevista para a caminhada, usando equações estabelecidas por Capodaglio et al. [24] para pessoas obesas e apresenta confiabilidade e reprodutibilidade para indivíduos obesos [12]

As respostas metabólicas e ventilatórias foram coletadas no pico de exercício por meio do mesmo sistema de ergoespirometria portátil utilizada no TECP. A percepção de esforço pela escala de *Borg* e a FC foram coletadas em repouso sentado e em pé por 3 minutos, durante o teste mensurado a cada minuto e na fase de recuperação a cada 3 minutos por 6 minutos. A aferição da pressão arterial foi realizada nas fases de repouso, pico de teste e recuperação, sendo utilizado para análise do estudo os valores de pico do teste antes e após a CB (APÊNDICE D).



**Figura 3.** Ilustrações de uma voluntária realizando o teste de caminhada de seis minutos (TC6) com o uso do sistema de ergoespirometria portátil.



---

---

*Procedimento Cirúrgico e avaliação PO: TC6 e dados de composição corporal*

Os sujeitos foram submetidos ao procedimento por videolaparoscopia por meio da técnica RYGB. Em caso de complicações pós-operatórias (fistulas, tromboembolismo venoso, embolia pulmonar, pneumonia), os sujeitos foram excluídos deste estudo.

A avaliação do PO ocorreu na ausência de dor, desconforto ou quaisquer complicações relativas ao RYGB que poderiam prejudicar o desempenho, sendo coletadas as variáveis de composição corporal e aplicado novamente o TC6 conforme previamente descrito.

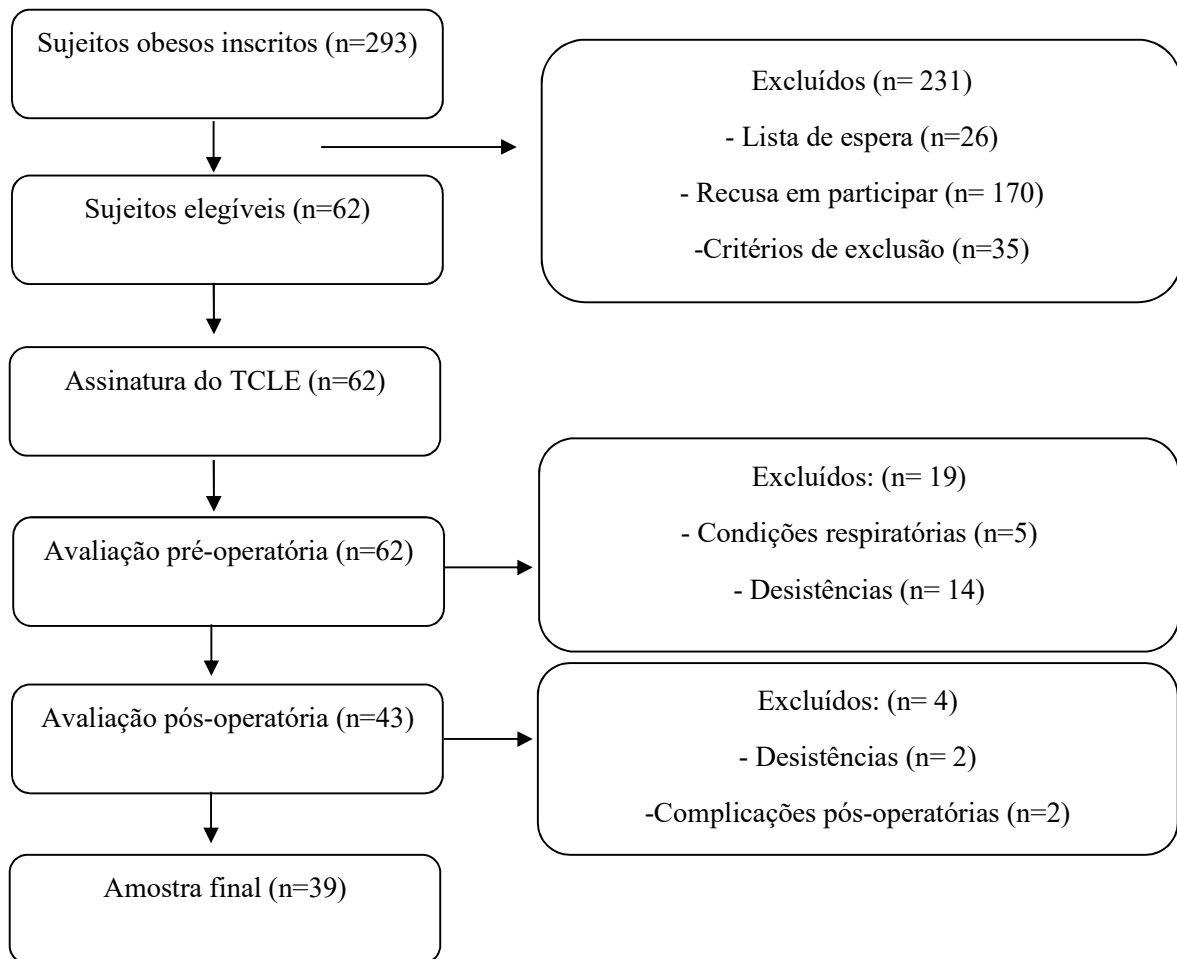
**Análise estatística**

O teste Shapiro-Wilk foi aplicado para testar a normalidade e distribuição dos dados. Os dados foram apresentados como média  $\pm$  desvio padrão ou mediana (mínimo e máximo), de acordo com os pressupostos de normalidade e análise paramétrica ou não paramétrica, respectivamente. Os deltas absolutos e relativos foram calculados para dados de composição corporal e deltas absolutos para variáveis de TC6 no período pré-operatório e PO, sendo definidos como variação delta Pré (Pico – linha de base), delta PO (pico – linha de base) e delta pico (diferença entre momentos de pico no Pré e PO).

As diferenças entre Pré e PO foram realizadas pelo teste t de *Student* ou *Wilcoxon*. Outras análises e correlações foram aplicadas usando o teste *Pearson* ou *Spearman*, conforme normalidade dos dados. As correlações foram estabelecidas como:  $r=0,0-0,19$ : sem correlação,  $r=0,20-0,39$ : fraco,  $r=0,4-0,69$  moderado,  $r=0,70-0,89$ : forte,  $r=0,9-1,00$ : muito forte [25]. A análise estatística foi realizada através do software *SPSS Statistics para Windows, Versão 17.0 (SPSS Inc., Chicago, Illinois, EUA)*, adotando um nível de significância de 5%.

**Resultados**

Inicialmente, o fluxograma mostra um total de 293 pessoas selecionadas. Devido à perda amostral em relação aos critérios de elegibilidade e a recusa pela participação, 39 pacientes que foram submetidos à CB concluíram todas as avaliações propostas [Figura 4].



**Figura 4.** Fluxograma da triagem e recrutamento dos voluntários.

De acordo com as características apresentadas na Tabela 1, este estudo foi composto por sujeitos obesos e severamente obesos, sendo a maioria do sexo feminino (82%) e tinham variáveis de espirometria dentro da normalidade. De acordo com a avaliação pelo Questionário de Atividade Física de *Baecke* foi observado um perfil amostral predominantemente sedentário. As variáveis cardiovasculares e metabólicas coletadas no pico de exercício máximo estão expostas na Tabela 1, demonstram que é possível identificar um esforço máximo, demonstrado pelo QR, FC máximo e  $\dot{V}O_2$  atingindo 80% dos valores preditos.

**Tabela 1.** Características da amostra, dados de espirometria e do teste de exercício cardiopulmonar máximo na avaliação pré-operatória.

	<b>Média (DP)</b>
Idade (anos)	38 (9)
Baecke ( <i>score</i> )	6,9 (1,4)
Gênero F/M (n)	(32/7)
Altura (m)	1,65 (0,07)
Massa corporal (Kg)	111,3 (16,6)
Relação cintura/quadril	1,13 (0,08)
<b><i>Função pulmonar</i></b>	
CVF (L)	3,28 (0,59)
CVF (% predito)	89,22 (11,02)
VEF <sub>1</sub> (L)	2,79 (0,51)
VEF <sub>1</sub> (%predito)	93 (12)
VEF <sub>1</sub> /CVF	87 (11)
<b><i>TECP – Variáveis metabólicas</i></b>	
$\dot{V}O_2$ (%predito)	82 (10)
$\dot{V}O_2$ (mL.min <sup>-1</sup> )	1787 (370)
$\dot{V}O_2$ (mL.kg <sup>-1</sup> .min <sup>-1</sup> )	16 (2,7)
$\dot{V}CO_2$ (mL.min <sup>-1</sup> )	2270 (456)
QR	1,27 (0,13)
<b><i>TECP – Variáveis pulmonares</i></b>	
$\dot{V}_E$ (L.min <sup>-1</sup> )	86 (19)
FR. (r.min <sup>-1</sup> )	45 (10)
VC insp. (mL)	1685,6 (804,6)
<b><i>TECP – Variáveis cardiovasculares</i></b>	
FC (bpm)	172 (15)
FC (%predito)	94 (8,4)

Dados apresentados em média (DP). DP: Desvio padrão; CVF: Capacidade vital forçada; VEF<sub>1</sub>: Volume expiratório forçado no primeiro segundo;  $\dot{V}O_2$ : consumo de oxigênio;  $\dot{V}CO_2$ : produção de dióxido de carbono; QR: quociente respiratório;  $\dot{V}_E$ : ventilação minuto; FR: frequência respiratória; VCinsp: volume corrente inspirado; FC: frequência cardíaca.

---

---

Os pacientes foram avaliados em  $6,9 \pm 2,6$  dias desde a cirurgia, e uma diminuição significativa e precoce do IMC e da massa corporal de cerca de 6 kg foi observada quando comparada a linha de base ( $p < 0,05$ ). Como esperado, os pacientes apresentaram uma redução importante da massa magra e gorda total e segmentar, com redução da porcentagem de gordura na composição corporal segmentar (tronco, membros inferiores e superiores),  $p < 0,05$  (Tabela 2).

**Tabela 2.** Dados de composição corporal antes e no PO recente de cirurgia bariátrica.

	<b>Pré</b>	<b>PO</b>	<b>Delta relativo (%)</b>	<b>Delta absoluto</b>
	<b>Média (DP)</b>	<b>Média (DP)</b>	<b>Média (DP)</b>	<b>Média (DP)</b>
Massa corporal (kg)	111,3 (16,6)	105,1 (15,7)*	-5,6 (1,9)	-6,3 (2,3)
IMC (Kg/m <sup>2</sup> )	40,6 (4,7)	38,3 (4,4)*	-5,7 (1,9)	-2,3 (0,8)
Massa magra total (kg)	54,7 (9,7)	51,7 (9,6)*	-6,4 (3,3)	-3,4 (1,9)
Massa gorda total (kg)	58,7 (9,9)	54,5 (10,1)*	-7,1 (2,4)	-4,2 (5,3)
Percentual de massa gorda (%)	47,9 (5,0)	48,4 (5,1)	0,6 (3,4)	0,3 (1,5)
<b><i>Membros superiores</i></b>				
Massa magra (kg)	7,3 (1,5)	6,8 (1,5)*	-8,1 (5,2)	-0,6 (0,4)
Massa gorda (kg)	12,5 (4,1)	11,2 (3,7)*	-9,7 (6,4)	-1,3 (0,8)
Percentual de massa gorda (%)	14,4 (6,0)	12,6 (5,0)*	-10,6 (10,0)	-1,7 (1,9)
<b><i>Tronco</i></b>				
Massa magra (kg)	28,7 (4,6)	27,1 (4,6)*	-5,6 (3,5)	-1,6 (1,0)
Massa gorda (kg)	26,9 (3,6)	25,9 (3,8)*	-3,8 (3,3)	-1,0 (0,8)
Percentual de massa gorda (%)	5,2 (0,9)	5,0 (-0,9)*	-3,3 (4,5)	-0,2 (0,2)
<b><i>Membros inferiores</i></b>				
Massa magra (kg)	16,7 (3,0)	15,8 (2,9)*	-5,4 (3,8)	-0,9 (0,7)
Massa gorda (kg)	12,6 (2,0)	12,1 (1,8)*	-3,4 (6,8)	-0,5 (0,9)
Percentual de massa gorda (%)	5,5 (1,2)	5,3 (1,1)*	-3,4 (7,3)	-0,2 (0,4)

Dados apresentados em média (DP). DP: Desvio padrão; IMC: Índice de Massa corpórea. Análise: \* Paired Student t-test. p<0.05

---

Como observado na Tabela 3, foram encontrados valores significativamente mais baixos para DPTC6, de cerca de 50 metros, e da velocidade média após o procedimento cirúrgico ( $p < 0,05$ ). Foi observada redução significativa das variáveis metabólicas na linha de base do PO relacionadas às mesmas variáveis no período pré-operatório, bem como em variáveis ventilatórias como  $\dot{V}_E$ , VC, exceto FR ( $p < 0,05$ ). Além disso, não houve diferenças nas variáveis cardiovasculares, apenas uma diminuição na PAD. Observando o período PO em relação ao Pré, os mesmos declínios foram significativos em relação ao pico de exercício, com exceção dos dados cardiovasculares, com uma redução da PAS, porém sem diferença na PAD ( $p < 0,05$ ).

As mudanças ocorridas especificamente no período do PO foram calculadas em deltas entre pico do PO e a linha de base do PO, o que permitiu observar uma redução significativa em relação às variáveis metabólicas e ventilatórias ( $\dot{V}_E$  e VC), bem como variáveis cardiovasculares, indicando uma menor capacidade funcional no PO ( $p < 0,05$ ). Além disso, não houve diferenças nas medidas cardiovasculares, apenas uma diminuição na PAD. Analisando o pico do exercício, foram demonstrados os mesmos declínios significativos no PO relacionados ao Pré, com exceção dos dados cardiovasculares, com uma redução da PAS e nenhuma diferença na PAD.

Deltas referentes ao Pré e PO foram calculados, nos quais também foi observado uma redução significativa no PO em relação às variáveis metabólicas e ventilatórias ( $V_E$  e VC), e FC ( $p < 0,05$ ), mas sem alterações na pressão arterial, indicando também uma menor capacidade funcional no PO (Tabela 3).

**Tabela 3.** Capacidade funcional, variáveis metabólicas, cardíacas, pulmonares e percepção de esforço antes e logo após a cirurgia bariátrica

Variáveis	Pico Pré (n =39)	Pico PO (n=39)	$\Delta$ PO-Pré (n=39)
DPTC6, (m)	499 (68)	445 (68)	-54 (59)
<b>Variáveis metabólicas</b>			
$\dot{V}O_2$ , (%pred)	55 (12)	45 (13)	-10 (10)*
$\dot{V}O_2$ , (mL.min <sup>-1</sup> )	1212 (292)	1016 (262)	-206 (198)*
$\dot{V}O_2$ , (mL.kg <sup>-1</sup> .min <sup>-1</sup> )	10,9 (2,4)	9,2 (2,6)	-2 (2)*
$\dot{V}CO_2$ , (mL.min <sup>-1</sup> )	1161 (323)	855 (262)	-315 (195)*
QR	0,95 (0,1)	0.85 (0.1)	-0,10 (0,1)
<b>Variáveis ventilatórias</b>			
$\dot{V}_E$ , (L.min <sup>-1</sup> )	41 (11)	33 (11)	-8 (8)*
FR, (rpm)	32 (7)	30 (8)	-2 (6)
VC insp, (mL)	1384 (437)	1198 (388)	-202 (242)*
<b>Variáveis cardiovasculares</b>			
FC, (bpm)	126 (11)	124 (16)	-1,4 (16)*
FC, (%pred)	69 (7)	68 (10)	-1,0 (9)*
PAS, (mmHg)	163 (23)	153 (22)	-9 (27)*
PAD, (mmHg)	97 (11)	94 (10)	-4 (12)
<b>Sintomas</b>			
Dispneia	1,0 (0,0-7,0)	1,0 (0,0-7,0)	0,0 (-5,0-2,5)
Fadiga de MMII	0,3 (0,0-3,0)	0,8 (0,0-5,0)	0,0 (-2,0-3,0)

Dados apresentados em média (DP). DP: Desvio-padrão; DPTC6: Distância percorrida no TC6; TC6: Teste de caminhada de seis minutos;  $\dot{V}O_2$ : Consumo de oxigênio;  $\dot{V}CO_2$ : produção de dióxido de carbono; QR: quociente respiratório;  $\dot{V}_E$ : ventilação minuto; FR: frequência respiratória; VC insp: Volume corrente inspirado; FC: Frequência cardíaca; PAS: Pressão arterial sistólica; PAD: Pressão arterial diastólica; Análise paramétrica:  $\Delta$ PO-Pré: diferença entre os picos de período PO e Pré; \* Teste t de Student, # Teste de Wilcoxon, p<0.05

Correlações positivas e moderadas foram encontradas entre as variáveis metabólicas e pulmonares no TC6 e massa magra total, assim como o  $V_E$  com massa corporal, ressaltando que uma maior massa muscular no período pré-operatório promove um melhor desempenho no teste. Houve também uma correlação positiva e moderada entre massa magra de membros inferiores e  $\dot{V}O_2$  absoluto na avaliação pré-operatória ( $r=0,65$ ,  $p=0,00$ ) e no PO ( $r=0,48$ ,  $p=0,00$ ) (Tabela 4). No entanto, não foram observadas correlações entre a redução da distância de caminhada com a massa corporal, massa magra ou perda de massa adiposa ( $p>0,05$ )

**Tabela 4.** Correlações entre composição corporal e variáveis metabólicas e pulmonares obtidos pelo TC6.

	Massa magra (kg) Pré	Massa magra (kg) PO	Massa corporal (kg) Pré	Massa corporal (kg) PO	Massa magra de MMII (kg) Pré	Massa magra de MMII (kg) PO
$\dot{V}O_2$ (mL.min <sup>-1</sup> ) Pré	$r=0,62$ $p=0,00$	$r=0,60$ $p=0,00$	$r=0,42$ $p=0,00$	$r=0,41$ $p=0,01$	$r=0,65$ $p=0,00$	$r=0,62$ $p=0,00$
$\dot{V}O_2$ (mL.min <sup>-1</sup> ) PO	$r=0,51$ $p=0,00$	$r=0,49$ $p=0,00$	$r=0,39$ $p=0,01$	$r=0,39$ $p=0,01$	$r=0,50$ $p=0,00$	$r=0,48$ $p=0,00$

$\dot{V}O_2$ : consume de oxigênio; PO: Pós-operatório; Análise paramétrica: Teste de *Pearson*,  $p<0.05$ .



---

---

## Discussão

Para nosso conhecimento, até o presente momento, este é o primeiro estudo a avaliar a capacidade funcional e variáveis de composição corporal no PO recente de CB. No período de uma semana após a cirurgia, foi demonstrado redução significativa da massa magra corporal, declínio da capacidade funcional, bem como a diminuição das variáveis metabólicas e pulmonares.

O TECP realizado no pré-operatório demonstrou um  $\dot{V}O_2$ máx inferior de 16 ml/kg/min relacionado a sujeitos eutróficos [26], corroborando também Gallagher et al. [27] em população morbidamente obesa, sendo semelhante com o condicionamento cardiorrespiratório de pacientes não-obesos com classe III-IV de insuficiência cardíaca demonstrando valores de  $\dot{V}O_2$ máx entre 15 e 17 ml/kg/min [28]. É importante destacar que, na mesma carga de trabalho, os pacientes obesos têm  $\dot{V}O_2$  mais alto em comparação com os eutróficos, o que pode estar relacionado a uma redução na tolerância ao exercício, causando acidose metabólica do lactato, menor desempenho e tempo no exercício [27].

O condicionamento cardiorrespiratório reduzido pode ser explicado pela menor capacidade oxidativa mitocondrial e uma maior concentração de fibras musculares tipo II, mais suscetíveis à resistência à insulina, dificultando assim a oxidação lipídica, além de mioesteatose (infiltração de gordura nas fibras musculares), consequentemente afetando sua eficácia [28]. Além disso, a disfunção do músculo esquelético, diminuição da força muscular, flexibilidade e resistência muscular podem contribuir para a dor e limitação funcional [3,12] e, desta maneira, diversas consequências negativas na mudança de marcha, como parâmetros espaço-temporais, postura e equilíbrio, aumentam os riscos de queda [11,12].

Nos primeiros dias após o procedimento cirúrgico, foi observada uma diminuição significativa de todas as medidas de composição corporal, com perda de massa gorda associado a perda de massa magra segmentar acentuada e uma diminuição da massa corporal total. Resultados semelhantes observados em um tempo de avaliação mais longo permitem sugerir uma influência importante do procedimento cirúrgico, onde o RYGB é considerado uma técnica combinada envolvendo operação restritiva e disabsortiva, limitando a quantidade de ingestão de alimentos, especialmente nos três primeiros meses após o

---

procedimento, [29] e o contato com enzimas digestivas, sendo suscetível a deficiências nutricionais [30].

Esta perda de peso e conseqüente perda de massa muscular pode promover mudanças na estrutura e/ou função do conteúdo mitocondrial [31] e declínio da capacidade muscular oxidativa com possível piora da capacidade funcional no PO, elucidada na presente pesquisa. Além do mais, não devemos ignorar o perfil metabólico alterado de pessoas obesas previamente à cirurgia, o que também pode ter um impacto negativo em todas as mudanças metabólicas no PO [32].

A capacidade funcional e de exercício já estavam reduzidas no período pré-operatório, com um DTC6 de cerca de 54 metros a menos que os valores previstos, de acordo com as equações de Capodaglio et al. para obesos [24], correspondendo a 89% do predito. A maioria da nossa amostra foi composta por obesos mórbidos, com IMC e percentual de massa gorda mais elevados, corroborando outros estudos, mostrando a correlação negativa entre IMC e capacidade funcional [12,24,33] e a velocidade média durante o TC6 foi reduzida no PO, mesmo com os pacientes sendo encorajados a realizar esforços submáximos. Isto também pode estar relacionado aos parâmetros de composição corporal afetando negativamente a capacidade oxidativa muscular [34,35], mostrado em nossas correlações.

Além disso, estudos têm mostrado o impacto do período PO mediato dos procedimentos abdominais superiores na função pulmonar, com redução do volume corrente, alterando o índice diafragmático com posterior transferência da respiração abdominal e diafragmática para a respiração torácica e apical, sendo responsável pela redução da capacidade vital e hipoxemia [36]. Adicionalmente, a anestesia relacionada à pressão intra-abdominal elevada pelos gases para inflar o campo de manipulação também pode afetar negativamente os músculos respiratórios e estes fatores associados às conseqüências da obesidade podem diminuir os volumes e capacidades pulmonares no PO recente [37], sendo que todas essas alterações decorrentes do procedimento podem ter influenciado na redução do  $\dot{V}_E$  pela redução de VC.

Como mencionado por Hansen et al. [38], o fisioterapeuta tem um papel importante no pré-operatório e no PO, promovendo apoio para que os pacientes se tornem fisicamente aptos para o procedimento com perspectivas positivas no PO. Estudos têm demonstrado a importância da mobilização precoce no PO imediato no hospital, evitando complicações

---

---

pulmonares e imobilização do leito devido a cirurgias abdominais e ao tempo de permanência no hospital [39]. Estes fatores associados à condição pré-operatória de obesidade podem ser prejudiciais a uma rápida recuperação. Os achados do presente estudo referente ao PO mediato são importantes para enfatizar a necessidade de pesquisas envolvendo protocolos de reabilitação estruturado de forma precoce, pois estes apresentam maiores benefícios quando comparado a mobilização conforme o paciente comumente realiza diariamente no período de PO [39].

Como demonstrado em nossos resultados, a avaliação da capacidade funcional torna-se importante para identificar as limitações subjacentes à obesidade e seu desempenho nas atividades diárias bem como no período de PO de CB, demonstrando efeito negativo do procedimento cirúrgico na limitação funcional encontrada e, assim, ajudando a fornecer e planejar um protocolo específico de programa de reabilitação precoce [39,40]. Estes protocolos podem ser capazes de melhorar ou manter a força e a resistência muscular, bem como a aptidão cardiorrespiratória e a capacidade funcional, promovendo melhor qualidade de vida e condições de saúde.

Algumas limitações devem ser mencionadas em nosso estudo. Em primeiro lugar, apesar de sabermos que esta técnica cirúrgica pode ter impactado negativamente a massa magra, promovendo sua redução e que estes sujeitos mantiveram o mesmo tipo de dieta, e que pertencem à mesma equipe médica, nosso estudo não mensurou a ingestão calórica destes sujeitos. Embora a diminuição da capacidade funcional tenha sido clínica e estatisticamente significativa, de cerca de 50 metros, o desempenho não indicou associação com a perda da massa muscular. Por conseguinte, acreditamos que outros fatores não avaliados podem ter contribuído para o prejuízo funcional, tais como fatores bioenergéticos musculares, motivação e outros. De acordo com nossas descobertas, estudos envolvendo biópsia muscular podem ser capazes de fornecer informações relacionadas ao conteúdo mitocondrial e adaptações das fibras musculares durante a perda de peso induzida pelo procedimento cirúrgico e avaliações dietéticas restritivas ou mesmo outras avaliações psicofisiológicas.

---

---

### Conclusão

O período PO mediato é capaz de promover precocemente a redução da composição corporal, especialmente relacionada com a perda de massa magra e deficiências na capacidade funcional submáxima. Os dados de composição corporal estão mais associados a parâmetros cardiorrespiratórios e metabólicos do que à capacidade funcional no período inicial de PO recente da CB. O estudo atual enfatiza a importância de protocolos para avaliar a capacidade funcional associada aos parâmetros cardiorrespiratórios e metabólicos no período pós-operatório precoce, podendo também fornecer avaliação à programas de reabilitação precoce mais adequados para melhorar ou manter a capacidade funcional e cardiorrespiratória a fim de proporcionar melhor qualidade de vida.

### Referências

1. Apovian CM, Aronne L, Rubino D, Still D, Wyatt H, Burns C, et al. A randomized, phase 3 trial of naltrexone SR/bupropion SR on weight and obesity-related risk factors (COR-II). *Obesity* 2013; 21: 935–943, doi.org/10.1002/oby.20309
2. Nabi T, Rafiq N, Qayoom O. Leptin Dysfunction: A Cause for Obesity. *Int J Health Sci* 2016; 6: 498–505.
3. Pataky Z, Armand S, Müller-Pinget S, Golay A, Allet L. Effects of obesity on functional capacity. *Obesity* 2014; 22: 56–62, doi: 10.1002/oby.20514
4. Mingrone G, Panunzi S, De Gaetano A, Guidone C, Iaiconelli A, Nanni G, et al. Bariatric–metabolic surgery versus conventional medical treatment in obese patients with type 2 diabetes: 5 year follow-up of an open-label, single-centre, randomised controlled trial. *The Lancet* 2015; 386: 964-973, doi: 10.1015/S0140-6736(15)00075-6
5. Tremaroli V, Karlsson F, Werling M, Ståhlman M, Kovatcheca-Datchary P, Olbers T, et al. Roux-en-Y gastric bypass and vertical banded gastroplasty induce long-term changes on the human gut microbiome contributing to fat mass regulation. *Cell Metab* 2015; 22: 228–238, doi: 10.1016/j.cmet.2015.07.009.
6. Ito MK, Gonçalves VSS, Faria SLCM, Miozé V, PorporattiAL, Guerra ENS, et al. Effect of Protein Intake on the Protein Status and Lean Mass of Post-Bariatric Surgery Patients: a Systematic Review. *Obesity surgery* 2012; 27: 502-512, doi: 10.1007/s11695-016-2453-0

- 
7. Wiklund M, Sundqvist E, Fagevik MO. Physical Activity in the Immediate Postoperative Phase in Patients Undergoing Roux-en-Y Gastric Bypass—a Randomized Controlled Trial. *Obesity surgery* 2015; 25: 2245-2250, doi:10.1007/s11695-015-1690-y.
  8. Herring LY, Stevinson C, Davies MJ, Biddle SJ, Sutton C, Bowrey D et al. Changes in physical activity behaviour and physical function after bariatric surgery: a systematic review and meta-analysis. *Obes Rev* 2016; 17: 250–261, doi: 10.1111/obr.12361.
  9. Adil MT, Jain V, Rashid F, Al-Taan O, Whitelaw D, Jambulingam, P. Meta-analysis of the effect of bariatric surgery on physical function. *British Journal of Surgery* 2018; 105: 1107-1118, doi: 10.1002/bjs.10880.
  10. Ribeiro CP, Silveira CDO, Benetti ERR, Gomes JS, Stumm EMF. Nursing diagnoses for patients in the postoperative period of cardiac surgery. *Rev Rene* 2015; 16: 159-167, doi: 10.15253/2175-6783.2015000200004.
  11. De Souza SAF, Faintuch J, Fabris SM, Nampo FK, Luz C, Fabio TL, et al. Six-minute walk test: functional capacity of severely obese before and after bariatric surgery. *Surg Obes Relat Dis* 2009; 5: 540-543, doi: 10.1016/j.soard.2009.05.003.
  12. Beriault K, Carpentier AC, Gagnon C, Ménard J, Baillargeon J-P, Ardilouze J-L, et al. Reproducibility of the 6-minute walk test in obese adults. *Int J Sports Med* 2009; 30: 725–727, doi: 10.1055/s-0029-1231043.
  13. Schulz KF, Altman DG, Moher D. CONSORT 2010 statement: updated guidelines for reporting parallel group randomised trials. *Trials* 2010; 11 :32, doi.org/10.1136/bmj.c332.
  14. De Lorenzo A, Soldati L, Sarlos F, Calvani M, Di Lorenzo N, Di Renzo L. New obesity classification criteria as a tool for bariatric surgery indication. *World J Gastroenterol* 2016; 22: 681-703, doi.org/10.3748/wjg.v22.i2.681.
  15. André LD, Basso-Vanelli RP, Di Thommazo-Luporini L, Ricci PA, Cabiddu R, Jürgensen SP, et al. Functional and systemic effects of whole-body electrical stimulation post bariatric surgery: study protocol for a randomized controlled trial. *Trials* 2018; 19:597, doi.org/10.1186/s13063-018-2844-8.
  16. Biospace BCL. InBody 720 the precision body composition analyser: user’s manual. *Seoul: Biospace Co., Ltda* 2004.
  17. Ling CH, de Craen AJM, Slagboom PE, Gunn DA, Stokkel MPM, Westendorp RGJ, et al. Accuracy of direct segmental multi-frequency bioimpedance analysis in the assessment

---

---

of total body and segmental body composition in middle-aged adult population. *Clin Nutr* 2011; 5: 610-615, doi: 10.1016/j.clnu.2011.04.001

18. Miller MR, Hankinson J, Brusasco V, Burgos F, Casaburi R, Coates A, et al. American Thoracic Society: Standardisation of spirometry. *Eur. Respir. J* 2005; 26: 1104-1109, doi: 10.1183/09031936.05.000334805.

19. Pereira CAC, Sato T, Rodrigues SC. New reference values for forced spirometry in white adults in Brazil. *J Bras Pneumol* 2007; 33: 397-406, doi: 10.1590/s1806-37132007000400008.

20. Baecke J, Burema J, Frijters JE. A short questionnaire for the measurement of habitual physical activity in epidemiological studies. *Am J Clin Nutr* 1982; 36: 936-942, doi: 10.1093/ajcn/36.5.936.

21. Bruce RA, Kusumi F, Hosmer D. Maximal oxygen intake and nomographic assessment of functional aerobic impairment in cardiovascular disease. *Am Heart J* 1973; 85: 546-562, doi: 10.1016/0002-8703(73)90502-4.

22. Borg GAV. Psychophysical bases of perceived exertion. *Med Sci Sports Exerc* 1982; 14: 377-381, doi: 10.1249/00005768-198205000-00012

23. ATS Committee on Proficiency Standards for Clinical Pulmonary Function Laboratories. ATS statement: guidelines for the six-minute walk test. *Am J Respir Crit Care Med* 2002; 166: 111-117, doi: 10.1164/ajrccm.166.1.at1102.

24. Capodaglio P, De Souza SA, Parisio C, Precilios H, Vismara L, Cimolin V, et al. Reference values for the 6-Min Walking Test in obese subjects. *Disabil Rehabil* 2012; 35: 1199-1203, doi: 10.3109/09638288.2012.726313.

25. Weber JC, Lamb DR. Statistics and research in physical education. St Louis: CV Mosby Co. 1970; 59-64:222.

26. Di Thommazo-Luporini L, Jürgensen SP, Castello-Simões V, Catai AM, Arena R, Borghi-Silva A. Metabolic and clinical comparative analysis of treadmill six-minute walking test and cardiopulmonary exercise testing in obese and eutrophic women. *Brazilian Journal of Physical Therapy* 2012; 16: 469-478, doi.org/10.1590/S1413-35552012005000036.

27. Gallagher MJ, Franklin BA, Ehrman JK, Keteyian SJ, Brawner CA, deJong A, et al. Comparative impact of morbid obesity vs heart failure on cardiorespiratory fitness. *Chest* 2005; 127: 197-203, doi.org/10.1378/chest.127.6.2197.

- 
28. Guillet C, Masgrau A, Walrand S, Boirie Y. Impaired protein metabolism: Interlinks between obesity, insulin resistance and inflammation. *Obesity Reviews* 2012; 13: 51–57, doi.org/10.1111/j.1467-789X.2012.01037.x.
  29. Raftopoulos I, Bernstein B, O'Hara K, Ruby JA, Chhtrala R, Carty J. Protein intake compliance in morbidly obese patients undergoing bariatric surgery and its effect on weight loss and biochemical parameters. *Surg Obes Relat Dis* 2011; 7: 733–42, doi.org/10.1016/j.soard.2011.07.008.
  30. Ito MK, Gonçalves VSS, Faria SLCM, Moizé V, Porporatti AL, Guerra ENS, et al. Effect of protein intake on the protein status and lean mass of post-bariatric surgery patients: a systematic review. *Obesity surgery* 2017; 27: 502-512, doi:10.1007/s11695-016-2453-0
  31. Coen PM, Menshikova EV, Distefano G, Zheng D, Tanner CJ, Standley RA, et al. Exercise and weight loss improve muscle mitochondrial respiration, lipid partitioning, and insulin sensitivity after gastric bypass surgery. *Diabetes* 2015; 64: 3737-3750, doi.org/10.2337/db15-0809
  32. Karelis AD, Tousignant B, Nantel J, Proteau-Labelle M, Malita FM, St-Pierre DH, et al. Association of insulin sensitivity and muscle strength in overweight and obese sedentary postmenopausal women. *Appl Physiol Nutr Metab* 2007; 32: 297–301, doi.org/10.1139/H07-002.
  33. Donini LM, Poggiogalle E, Mosca V, Pinto A, Brunani A, Capodaglio P. Disability Affects the 6-Minute Walking Distance in Obese Subjects (BMI>40 kg/m<sup>2</sup>). *PLoS ONE* 2013; 8: 1–7, doi.org/10.1371/journal.pone.0075491.
  34. Peterson MD, Liu D, Gordish-Dressman H, Hubal MJ, Pistilli E, Angelopoulos TJ, et al. Adiposity attenuates muscle quality and the adaptive response to resistance exercise in non-obese, healthy adults. *International Journal of Obesity*. 2011; 35:1095-1103, doi.org/10.1038/ijo.2010.257.
  35. Dantas WS, Roschel H, Murai IH, Gil S, Davuluri G, Axelrod CL, et al. Exercise-Induced Increases in Insulin Sensitivity After Bariatric surgery are Mediated by Muscle Extracellular Matrix Remodeling. *Diabetes*. 2020;102, doi.org/10.2337/db19-1180.
  36. Siafakas NM, Mitrouska I, Bouros D, Georgopoulos D. Surgery and the respiratory muscles. *Thorax*. 1999; 54: 458-465, doi.org/10.1136/thx.54.5.458.
  37. Pouwels S, Kools-Aarts M, Said M, Teijink JAW, Smeenk FWJM, Nienhuijs SW. Effects

---

of bariatric surgery on inspiratory muscle strength. *SpringerPlus*. 2015; 4: 322, doi.org/10.1186/s40064-015-1088-2.

38. Hansen N, Hardin E, Bates C, Bellatorre N, Eisenberg D. Preoperative change in 6-minute walk distance correlates with early weight loss after sleeve gastrectomy. *JLS*. 2014; 18: e2014.00383, doi.org/10.4293/JLS.2014.00383.

39. Castelino T, Fiore JFJ, Niculiseanu P, Landry T, Augustin B, Feldman LS. The effect of early mobilization protocols on postoperative outcomes following abdominal and thoracic surgery: a systematic review. *Surgery* 2016; 159: 991-1003, doi.org/10.1016/j.surg.2015.11.029.

40. Fore L, Perez Y, Neblett R, Asih S, Mayer TG, Gatchel RJ. Improved Functional Capacity Evaluation Performance Predicts Successful Return to Work One Year After Completing a Functional Restoration Rehabilitation Program. *PM R* 2015; 7: 365–375, doi.org/10.1016/j.pmrj.2014.09.013.



---

---

**Resumo do estudo II submetido ao periódico *International Journal of Obesity*.**

Whole-body electrical stimulation as a strategy to improve functional capacity and preserve lean mass after bariatric surgery: a randomized triple-blind controlled trial.

**Background/Objectives** Bariatric surgery (BS) is a successful, long-lasting treatment option for obese patients. The recent postoperative (PO) period is followed by dietary restriction and physical inactivity, leading to declines in muscle mass and functional capacity. Whole-body electromyostimulation (WB-EMS) may be a feasible and potential early rehabilitation strategy post-BS. The aim was to evaluate the effects of WB-EMS in conjunction with exercise training on functional capacity, body composition, blood biomarkers, muscle strength and endurance post-BS.

**Subjects/Methods** This is a randomized, triple-blind, sham-controlled trial. Thirty-five volunteers underwent a Roux-en-Y gastric bypass and were randomized into a WB-EMS (WB-EMSG) or control group (ShamG). Preoperative evaluations consisted of maximal and submaximal exercise testing, body composition, blood biomarkers, quadriceps strength and endurance. After discharge, functional capacity and body composition were obtained. Exercise training protocols in both groups consisted of 10-14 dynamic exercises, 5 days per week, for a total of 30 sessions. The WB-EMSG also underwent an electrical stimulation protocol (Endurance: 85Hz, 350ms, 6s of strain, 4f of rest; Strength: 30Hz, 350ms, 4s of strain, 10 seconds of rest, with bipolar electrical pulse). After intervention, subjects were reevaluated.

**Results** The protocol started on average  $6.7 \pm 3.7$  days after discharge. Both groups presented with a decline in functional capacity after BS ( $p < 0.05$ ) and a reduction in all body composition measurements ( $p < 0.05$ ). The exercise training program led to significant improvements in functional capacity (ShamG:  $\Delta 65.3 \pm 74.5$ ; WB-EMSG:  $\Delta 126.5 \pm 69.0$ ,  $p < 0.05$ ), however, only the WB-EMSG demonstrated significant changes of distance walked (interaction time vs group effect,  $p < 0.05$ ). Additionally, adiponectin significantly increased only in the WB-EMSG ( $p < 0.05$ ). The WB-EMSG was also able to preserve muscle strength, endurance and fatigue index, while the ShamG demonstrated significant decline ( $p < 0.05$ ).

**Conclusion:** WB-EMS+ dynamic exercises can be an attractive and feasible method following BS to enhance functional capacity and prevent muscle function in the early PO.

**Keywords:** Whole-body electromyostimulation; Bariatric surgery, 6-minute walk test, inflammatory markers, body composition, Muscle strength.

---

---

**ESTIMULAÇÃO ELÉTRICA DE CORPO INTEIRO COMO  
ESTRATÉGIA PARA MELHORAR A CAPACIDADE FUNCIONAL E  
PRESERVAR FORÇA MUSCULAR APÓS CIRURGIA BARIÁTRICA:  
ENSAIO CLÍNICO RANDOMIZADO CONTROLADO E TRIPLO-  
CEGO.**

**ESTUDO II**

**(Versão em português com acréscimos e ilustrações)**

Artigo submetido ao periódico **International Journal of Obesity**

---

---

## RESUMO

**Introdução/Objetivos:** A cirurgia bariátrica (CB) é considerada o tratamento mais eficaz a longo prazo para indivíduos obesos. O período pós-operatório (PO) recente é acompanhado por restrição dietética e inatividade física, acarretando em declínio de massa muscular e capacidade funcional. A eletroestimulação de corpo inteiro (EENMC) pode ser considerada como estratégia potencial e viável de reabilitação precoce no PO de CB. O objetivo foi avaliar os efeitos da EENMC associado a exercícios físicos na capacidade funcional, composição corporal, marcadores inflamatórios, sensibilidade à insulina, parâmetros de força e *endurance* muscular em obesos submetidos a CB. **Sujeitos/Métodos:** Ensaio clínico randomizado, triplo-cego e sham controlado. Trinta e cinco voluntários submetidos à cirurgia Roux-en-Y *bypass* gástrico (RYGB) foram randomizados em grupo EENMC (GEENMC) ou controle (GSham). Avaliações pré e pós-operatórias consistiram em teste de exercício máximo e submáximo, composição corporal, biomarcadores de sangue, avaliação de força e *endurance* muscular. Após a alta hospitalar, dados de capacidade funcional e composição corporal foram obtidos. O protocolo de exercício físico de ambos os grupos foi composto por 10-14 exercícios dinâmicos, 5 vezes por semana, totalizando 30 sessões. O GEENMC realizou o protocolo com eletroestimulação (*Endurance*: 85Hz, 350ms, 6s *on*, 4s *off*; Força: 30Hz, 350ms, 4s *on*, 10s *off*, com pulso bipolar). **Resultados:** O protocolo iniciou em 6,7±3,7 dias após a alta hospitalar. Ambos os grupos apresentaram declínio da capacidade funcional após a CB ( $p<0,05$ ) e redução de todos os parâmetros de composição corporal após a intervenção ( $p<0,05$ ). Os programas de exercício aumentaram significativamente a capacidade funcional (GSham:  $\Delta 65.3\pm 74.5$ ; GEENMC:  $\Delta 126.5\pm 69.0$ ,  $p<0.05$ ), entretanto, somente o GEENMC demonstrou mudanças significativas da distância percorrida (efeito da interação grupo vs tempo,  $p<0,05$ ). Além disso, adiponectina apresentou aumento significativo somente no GEENMC ( $p<0,05$ ). GEENMC foi também capaz de preservar força muscular, *endurance* e índice de fadiga em relação ao período pré-operatório, enquanto GSham apresentou redução significativa de força e aumento de fadiga muscular. ( $p<0,05$ ). **Conclusão:** A técnica de EENMC associado a exercícios dinâmicos pode ser um método atrativo e viável para aumentar a capacidade funcional e manter a função muscular no pós-operatório recente de RYGB.

**Palavras-chave:** Eletroestimulação de corpo inteiro, Cirurgia bariátrica, capacidade funcional, marcadores inflamatórios, composição corporal, força muscular.

---

---

## Introdução

O excesso de peso está associado ao surgimento de comorbidades devido a alterações nas funções metabólicas, inatividade física, levando a disfunção musculoesquelética, modificação de função e conteúdo mitocondrial e posterior declínio da capacidade muscular oxidativa e dislipidemia [1]; com prejuízo da capacidade funcional e qualidade de vida como consequências dessas alterações fisiopatológicas [2]. Dessa forma, a obesidade induz a alterações significativas na produção de citocinas como leptina, adiponectina, TNF- $\alpha$  e miostatina, participando ativamente no desenvolvimento de outras doenças inflamatórias [3]. Portanto, a obesidade é considerada uma doença inflamatória crônica de baixo grau [4], de caráter complexo e multifatorial, susceptível a aumentar o risco de disfunção cardiovascular [5], cânceres e a desenvolver Diabetes Mellitus do tipo 2 [4,6].

A cirurgia para perda de peso é recentemente considerada o tratamento mais eficaz para obesos e amplamente realizada devido ao seu crescimento alarmante, atingindo proporções epidêmicas, altos custos hospitalares e se tornando um grande problema de saúde pública [6]. No Brasil, a prevalência de obesidade em adultos se encontra em torno de 16,8% e 24,4% para homens e mulheres, respectivamente [7].

A demanda de cirurgia bariátrica (CB) fez com que Brasil ocupasse o segundo lugar no ranking mundial de maior número de procedimentos cirúrgicos, contabilizando 80.000 cirurgias em 2014 [8] e, atualmente, mais de 100.000 procedimentos anuais, superado apenas pelos Estados Unidos [9]. Além disso, a CB é considerada o tratamento mais eficaz quando comparado aos métodos conservadores, no qual a técnica de *Roux-en-Y bypass* gástrico (RYGB) tem sido capaz de promover perda sustentada de peso e remissão de comorbidades, com efeitos benéficos a longo-prazo e melhora metabólica substancial [10]. Após a CB, pacientes apresentam mudanças metabólicas pela redução da resistência insulínica do músculo esquelético, posterior melhora do metabolismo e captação de glicose assim como redução de marcadores pró-inflamatórios, aumento de citocinas anti-inflamatórias e melhora perfil lipídico [11].

Apesar das vantagens da CB já demonstradas na literatura, o PO recente é marcado por deficiências nutricionais importantes a curto e longo prazo após o procedimento restritivo e mal absorptivo da RYGB [12]. Essas alterações associadas com inatividade física

---

prolongada, rápida perda de peso e condição de saúde anteriormente à cirurgia podem alterar a distribuição de composição corporal, com perda de massa magra, alterando a capacidade bioenergética muscular [13].

Infelizmente, a aderência aos programas de exercício físico no tratamento conservador é baixa e apresenta falha em quase 90% dos casos [14]. Além disso, essa participação também é baixa após a CB, com estudos demonstrando perda amostral considerável [14,15]. Apesar dos programas de exercício físico demonstrarem efeitos positivos significativos, ainda há, para o nosso conhecimento, escassez de estudos relacionados a programas viáveis de exercício físico realizados precocemente em pacientes após a CB. Nesse contexto, a eletroestimulação de corpo inteiro (EENMC) pode ser uma técnica viável para programas de reabilitação precoce quando outras técnicas estão contraindicadas [16,17]. Estudos têm demonstrado maior perda de peso, melhora da capacidade de exercício e da força muscular periférica bem como aumento da ação insulínica, do metabolismo e captação da glicose, declínio de biomarcadores pró-inflamatórios e de massa adiposa abdominal com a ampla estimulação muscular por meio da EENMC [18].

Desta maneira, considerando benefícios previamente descritos da EENMC parece lícito propor essa técnica de forma inédita no PO de CB como estratégia de reabilitação precoce a fim de evitar ou reduzir os efeitos deletérios da dieta restritiva e inatividade desse período quando outras abordagens de treinamento físico são contraindicadas, investigando assim seus efeitos funcionais e sistêmicos além da possibilidade de promover maior aceitação e aderência dos pacientes.

Sendo assim, o objetivo desse estudo foi avaliar os efeitos da EENMC na capacidade funcional considerado o desfecho primário deste estudo, na força e *endurance* muscular. Adicionalmente, o objetivo secundário foi analisar o efeito da EENMC na distribuição de composição corporal, e variáveis de sangue como perfil lipídico, insulina, glicose, citocinas pró e anti-inflamatórias no PO recente de CB. A principal hipótese desse estudo seria de que a EENMC associada a um programa de exercícios físicos seria um tratamento potencial para melhora da capacidade funcional bem como da força e *endurance* muscular no PO de CB. A segunda hipótese do presente estudo seria de que a composição corporal (massa gorda e massa magra) bem como marcadores inflamatórios apresentariam melhora após a realização dos dois programas de exercício físico (com e sem EENMC). Finalmente, hipotetizamos que

---

---

ambas as intervenções seriam bem toleradas e aceitas e que poderiam apresentar boa aderência e aceitação como continuidade de cuidado à saúde após a CB.

## **Materiais e Métodos**

### **Desenho do estudo e população**

Esse estudo foi um ensaio clínico randomizado, triplo-cego, placebo controlado aprovado pelo Comitê de Ética e Pesquisa em Seres Humanos da Universidade Federal de São Carlos (UFSCar), São Paulo, Brasil (CEP: 966.613) (**ANEXO C**) e registrado no Registro Brasileiro de Ensaio Clínicos (ReBEC: RBR-99qw5h) em 20 de fevereiro de 2015, seguindo as normas do *Consolidated Standards of Reporting Trials (CONSORT)* [19]. Os voluntários foram informados sobre todas as avaliações e protocolos de intervenção que seriam desenvolvidos na nossa instituição e assinaram o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE) antes de iniciar sua participação (**APÊNDICE A**) [17].

O recrutamento ocorreu por meio de uma equipe médica em um período de 2 anos (2015-2017), incluindo obesos de ambos os gêneros entre 18 e 45 anos de idade sem resposta ao tratamento convencional e conservador, que seriam submetidos a RYGB de acordo com a nova classificação de obesidade e conforme avaliação da equipe médica [20]. Foram excluídos do estudo obesos com alterações ortopédicas ou neurológicas, cardiovasculares e pulmonares descompensadas que pudessem comprometer as avaliações e o protocolo, alterações metabólicas, cognitivas ou dificuldade de compreensão e adesão aos procedimentos, tabagistas que não cessaram os hábitos durante acompanhamento médico, usuários de drogas ilícitas, ansiolíticos, psicotrópicos e antidepressivos ou medicação para controle de apetite, gestantes, mulheres na menopausa, participação regular em programa de atividade física, escore de *Baecke* maior que 8 para homogeneização da amostra (perfil sedentário) [21] e complicações do PO conforme previamente descrito [17].

### **Procedimentos**

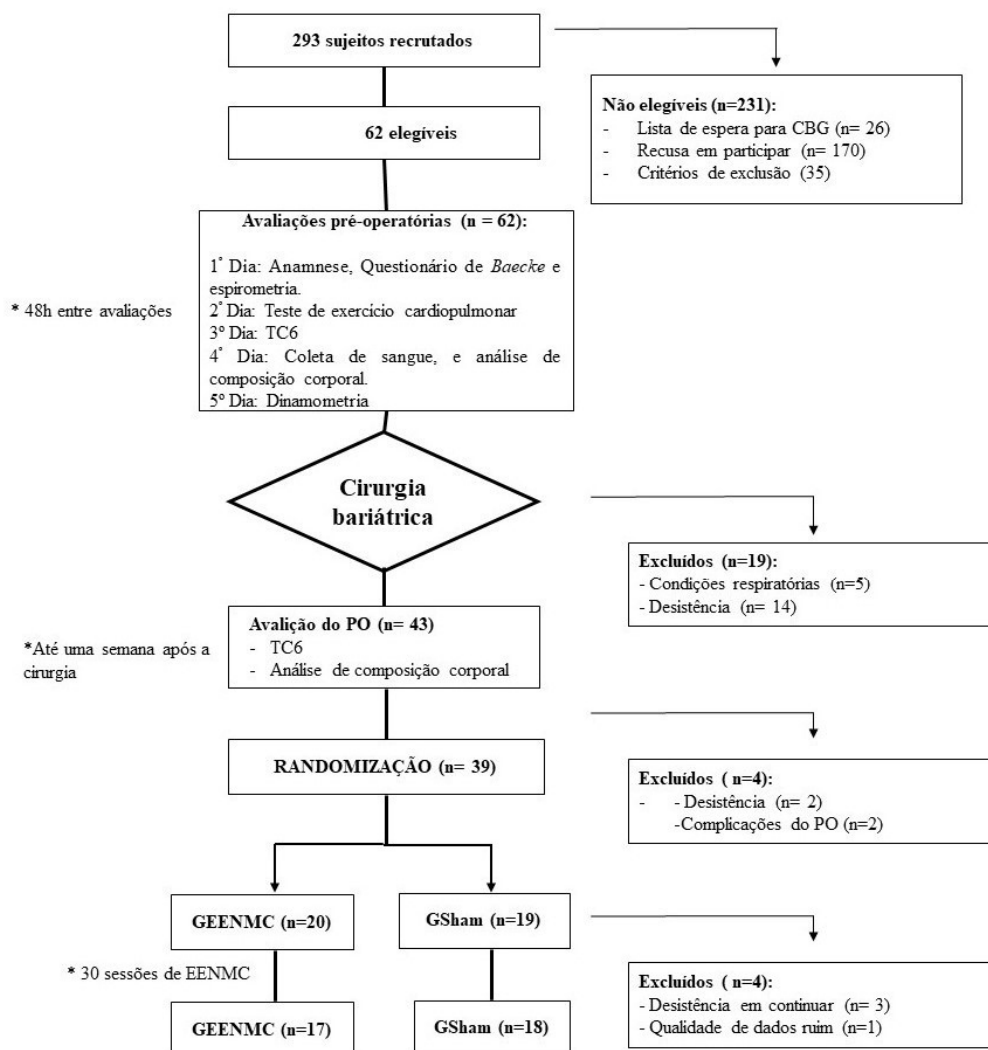
Anteriormente ao início do estudo, sujeitos foram familiarizados com todos os procedimentos de coleta de dados, equipamento de EENMC e foram instruídos a cessar hábitos de fumo e ingestão de bebidas alcoólicas pelos pesquisadores e pela equipe

---

---

multidisciplinar da equipe médica previamente à cirurgia. As avaliações foram realizadas no mesmo período do dia para evitar diferentes respostas relacionadas ao ciclo circadiano, com instruções específicas para cada teste conforme estudo prévio para assegurar que as avaliações fossem realizadas adequadamente.

Após a realização da triagem, os voluntários recrutados para o estudo retornaram em 4 dias diferentes respeitando intervalo mínimo de 48 horas entre os dias de teste, para realizar as avaliações pré-operatórias que foram repetidas após a conclusão do protocolo de intervenção. A avaliação do PO ocorreu no prazo de 1 semana após a alta hospitalar, em média de 2 dias caso os sujeitos não apresentassem nenhuma alteração decorrente da cirurgia. Todas as avaliações foram previamente descritas juntamente com o tamanho amostral [17] e estão demonstradas na Figura 1.



**Figura 1** Fluxograma do estudo com as avaliações propostas, recrutamento e perda amostral. TC6 Teste de caminhada de 6 minutos, GEENMC Grupo eletroestimulação de corpo inteiro, Gsham Grupo Sham, PO Período pós-operatório.

A randomização com taxa de alocação de 1:1 foi realizada posteriormente a avaliação do PO, por uma randomização permutada em blocos ([www.randomization.com](http://www.randomization.com)). Com a finalidade de adquirir um equilíbrio de gêneros para ambos os protocolos, foi também realizado uma estratificação por gêneros e dois planos de randomização para cada sexo em blocos de 4. A sequência de randomização foi elaborada por um pesquisador independente. Considerando que o estudo é um ensaio clínico triplo-cego, os voluntários, fisioterapeutas que realizaram as avaliações e o pesquisador responsável pela análise estatística foram



---

---

cegados da alocação dos indivíduos. Durante o programa de exercício, um fisioterapeuta treinado para realização do protocolo salvou os parâmetros de cada sessão em cartões específicos para garantir a confiabilidade e validade de cada sessão e não participou das avaliações antes e após o protocolo. Finalizadas as 30 sessões, todas as avaliações pré-operatórias foram realizadas novamente.

### **Avaliações.**

#### **1ª Visita: Triagem: avaliação e espirometria**

No primeiro momento, voluntários passaram pela triagem com aplicação de anamnese (**APÊNDICE B**) e questionário de *Baecke* (**ANEXO D**) no intuito de caracterização e obtenção de amostra mais homogênea, no qual sujeitos com score >8 seriam excluídos. Os voluntários também foram submetidos a espirometria por meio do *software* portátil Oxycon Mobile® (*Mijnhardt/Jäger, Würzburg, Alemanha*). A espirometria foi realizada de acordo com diretriz específica e valores preditivos para população brasileira, conforme descrito previamente [22,23].

#### **2ª Visita: Teste de exercício cardiopulmonar (TECP).**

O teste cardiopulmonar foi aplicado na esteira (*Super ATL, Porto Alegre, Rio Grande do Sul, Brasil*) com protocolo incremental *Bruce* [24] e supervisionado por equipe treinada e médico, sendo monitorizado continuamente com ECG de 12 derivações (*WinCardio System, Microme, Brasilia, Brasil*). As variáveis ventilatórias e metabólicas do pico de exercício obtidas foram: 1) consumo de oxigênio ( $\dot{V}O_2$  absoluto – ml.min<sup>-1</sup>;  $\dot{V}O_2$  relativo – ml.kg<sup>-1</sup>.min<sup>-1</sup>); 2) produção de dióxido de carbono ( $\dot{V}CO_2$  – ml.min<sup>-1</sup>); 3) quociente respiratório (QR); 4) ventilação minuto ( $\dot{V}_E$ ); 5) volume corrente (VC) as quais foram coletadas respiração-a-respiração por meio do ergoespirômetro portátil previamente calibrado *Oxycon Mobile®* (*Mijnhardt/Jäger, Würzburg, Alemanha*). Sujeitos foram encorajados por um pesquisador cego para atingir o máximo esforço até a exaustão e variáveis como frequência cardíaca (FC), pressão arterial (PA) e percepção subjetiva de dispneia e fadiga de membros inferiores mensurados pela escala de Borg [25] foram coletados durante repouso, em cada estágio do teste e na recuperação (**APÊNDICE C**). Todos os procedimentos e critérios para interrupção de teste estiveram de acordo com as recomendações da American Thoracic Society [26].

---

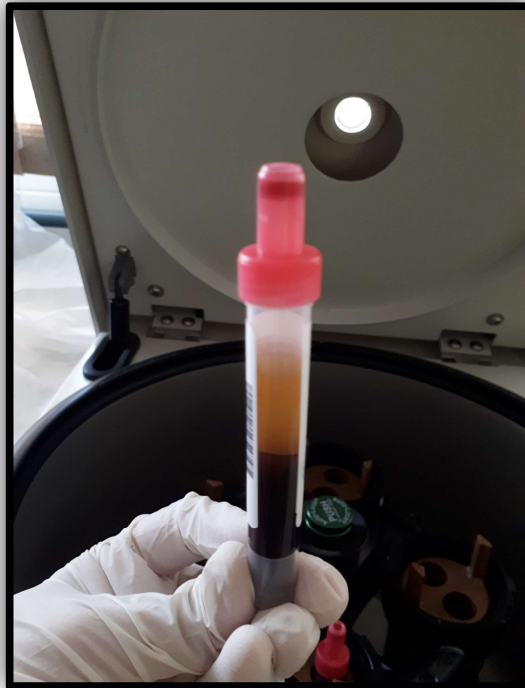
---

### **3ª Visita: Teste de caminhada de seis minutos (TC6).**

O teste funcional foi realizado conforme diretrizes padronizadas [27] e as respostas metabólicas e ventilatórias foram coletadas respiração-a-respiração por meio do mesmo sistema de ergoespirometria portátil *Oxycon Mobile*<sup>®</sup> (*Mijnhardt/Jäger, Würzburg, Alemanha*). Antes, durante e após o teste, a FC, PA e percepção de esforço pela escala de Borg foram coletadas bem como a distância percorrida (DPTC6) em metros (**APÊNDICE D**).

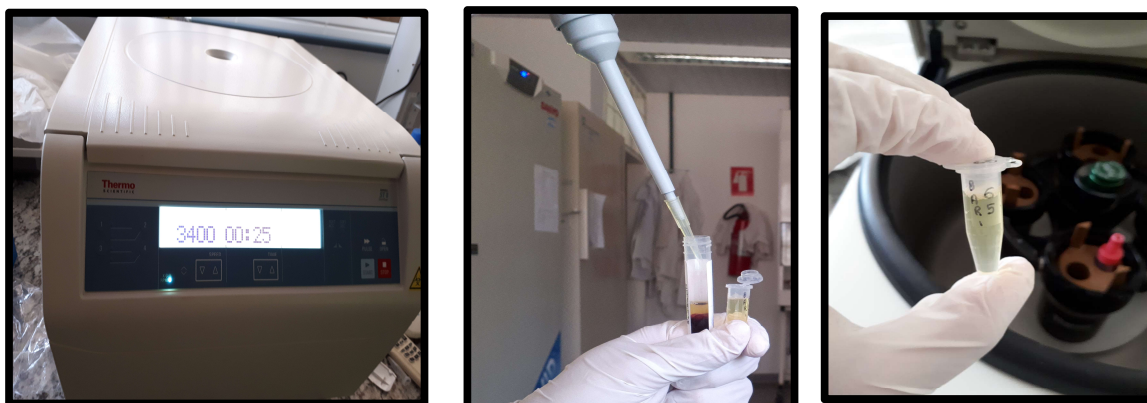
### **4ª Visita: Coleta de sangue e análise de composição corporal**

Para a análise sanguínea, voluntários foram instruídos a não realizar exercícios extenuantes 48 horas antes da coleta do exame e de manter rotina alimentar nos dias prévios e, realizar um jejum de 12 horas. A coleta de sangue da veia antecubital do membro superior foi feita no início da manhã por um profissional qualificado em laboratório especializado com certificação e controle de qualidade reconhecida pelo Ministério da Saúde do Brasil, por meio da Agência Nacional de Vigilância Sanitária. As amostras coletadas foram armazenadas em tubos secos a vácuo com EDTA estéreis (Figura 2). Desta análise foram quantificados os níveis de glicemia de jejum, insulina, índice de resistência insulínica pelo método *Insulin resistance Homeostasis Model Assessment Method (HOMA-IR)*, o Índice de sensibilidade à insulina (QUICKI) e o perfil lipídico: colesterol total, lipoproteína de alta densidade (HDL-c), lipoproteína de baixa densidade (LDL-c), lipoproteína de muito baixa densidade (VLDL-c) de colesterol e triglicérides (TGL) [28].



**Figura 2.** Ilustração de uma amostra de sangue de uma voluntária armazenado em tubo EDTA após centrifugação.

Além disso, concentrações séricas de TNF- $\alpha$ , adiponectina, leptina e miostatina foram também analisados em duplicatas pelo método ELISA (*Enzyme-Linked Immuno Sorbent Assay*), usando *kits* de alta sensibilidade (*Quantikine<sup>®</sup>HS*, *R & D Systems*, *Minneapolis, USA*) conforme recomendações do fabricante. As amostras de sangue foram centrifugadas a 1000x g por 15 minutos e, posteriormente as alíquotas de plasma foram armazenadas dentro de *ependorfs* em freezer -80°C (Serocito, Modelo 2400, FANEM, Brasil) (Figura 3) [29].



**Figura 3.** Ilustrações do equipamento utilizado para centrifugação das amostras de sangue, posteriormente armazenando o plasma em *ependorf* para análise de citocinas.

A mensuração de composição corporal foi obtida pelo método de bioimpedância por meio da balança *In Body 720* (*Biospace, Seoul, Coreia do Sul*) e instruções para padronização das coletas foram realizadas conforme previamente descrito. Foram registradas variáveis de massa magra (kg), massa gorda (kg), percentual de massa gorda total e segmentar (membros inferiores, membros superiores e tronco) [30].

#### **5ª Visita: Avaliação muscular periférica isocinética, isométrica e de *endurance*.**

A avaliação de torque concêntrico e isométrico extensor do joelho de membro inferior dominante foi efetuado por meio do dinamômetro isocinético (*Biodex Multi-Joint System 3; Biodex Medical System, Inc., Shirley, Nova Iorque, Estados Unidos*) considerando um protocolo descrito previamente [17,31,32] e usando comando verbal padronizado para estímulo à força máxima durante os testes, sendo a avaliação de força concêntrica mais estritamente associada com a capacidade funcional. O eixo mecânico foi alinhado e calibrado conforme as recomendações do fabricante no epicôndilo lateral do fêmur e a fixação com velcro aplicado três dedos acima do maléolo lateral como braço de alavanca, mantendo os voluntários em posição neutra, sentados, com ângulo de quadril e fêmur de 90°, sendo estabilizado no tronco, quadril e membro inferior para evitar atividade compensatória durante a realização de força máxima (Figura 4).

Após o alinhamento, o pico de torque concêntrico absoluto extensor e flexor bem como os picos de torque relativizados pelo membro inferior correspondente (N.m.kg<sup>-1</sup>), a relação flexor/extensor, o trabalho total (J), a potência (W) e o índice de fadiga de quadríceps femoral (%) foram obtidos usando uma velocidade angular de 60.s<sup>-1</sup>. Para o teste isométrico o membro inferior foi fixado em 60° de flexão do joelho, sendo solicitado 3 contrações máximas de 5 segundos com intervalo de 3 minutos entre elas. Para o teste de *endurance*, foi solicitado uma série de 1 minuto de repetições máximas. Todos os testes eram realizados após um teste de familiarização com força submáxima [17,31,32].



**Figura 4.** Ilustração da avaliação da força muscular isocinética, isométrica e de *endurance* por meio da dinamometria.

---

---

### Protocolo de intervenção (EENMC ou GSham)

Após a avaliação do PO e randomização, os protocolos de intervenção foram supervisionados por um fisioterapeuta treinado com um eletroestimulador de corpo inteiro (Miha Bodytec®, *Augsburg, Alemanha*) [33], como previamente descrito em outros estudos [34-36]. A intervenção ocorreu por 6 semanas consecutivas, totalizando 30 sessões, 5 dias por semana, sendo aplicado dois tipos de programas associados a exercícios dinâmicos (Figura 5). Os voluntários que se ausentaram em mais de 5 sessões durante o protocolo, concluíram as sessões na sétima semana, para totalizar 100% de participação.

O grupo experimental (GEENMC, n=17) realizou o protocolo de EENMC enquanto o grupo controle (GSham, n=18) executou o mesmo protocolo e exercícios propostos com a mesma vestimenta do grupo anterior, porém com a corrente desligada para evitar qualquer influência da eletroestimulação. As sessões duraram aproximadamente 20-30 segundos, aplicando-se uma corrente retangular e um pulso elétrico bipolar e simétrico [18]. O protocolo foi composto de 3 dias não consecutivos por um treinamento de *endurance* e 2 dias de treinamento de força a cada semana. O protocolo de *endurance* foi realizado utilizando-se uma frequência de 85 Hz, duração de pulso de 350µs, com pulso intermitente com 6s de eletroestimulação e 4s *off* de repouso, usando rampa de 0,4s. Durante o exercício de *endurance*, 3 séries de 4 diferentes exercícios dinâmicos foram aplicados atingindo maior número de repetições durante a passagem da eletroestimulação durante a estimulação elétrica e 5 minutos de repouso entre a realização das séries, sendo a intensidade ajustada com o incremento da corrente elétrica[17]. Os exercícios a seguir foram realizados de forma dinâmica: abdução e adução alternada de quadril associado a isometria de membros superiores com apoio na cintura, agachamento e flexão e extensão alternada de ombros, agachamento estático com exercícios dinâmicos de abdome, afundo lateral alternado, agachamento com exercício de peitoral, flexão e extensão de quadril em posição ortostática com isometria de membros superiores, agachamento e abdução e adução horizontal de ombros, agachamento com extensão de ombros (tríceps), afundo, agachamento com rotação de tronco, agachamento com adução de quadril e isometria de membros superiores e abdome.

Adicionalmente, o treinamento de força foi composto por uma frequência de 30Hz, com duração de pulso de 350µs, aplicando 4s de estimulação elétrica intervalado com 10s *off*

---

de repouso e rampa de 0,4s. Esse protocolo foi composto por 2 séries de 5 diferentes exercícios, nos quais os voluntários eram instruídos a usar a máxima contração isométrica durante a estimulação elétrica em posição ortostática, sendo a intensidade ajustada com incremento da carga elétrica [17] associada com os seguintes exercícios: afundo, agachamento com rotação de tronco, abdução e adução horizontal de ombro com cotovelos flexionados, abdução e adução de quadril com mini agachamento de membro inferior contralateral, afundo lateral alternado, mini agachamento com flexão isométrica e alternada de ombros, agachamento com contração isométrica de adutores de quadril, flexão de cotovelos com agachamento, extensão de ombro (tríceps) com agachamento

O equipamento inclui vestimentas e eletrodos capaz de ativar simultaneamente 14-18 regiões ou 10 grupos musculares (coxas, braços, glúteos, abdômen, peitoral, dorso incluindo latíssimo do dorso, parte superior e inferior das costas), permitindo uma área total de 2800cm<sup>2</sup> [18, 36-38]. Durante o protocolo de intervenção, a intensidade elétrica foi progressivamente aumentada durante cada sessão de forma individual e salva em cartões codificados para garantir confiabilidade e validade da aplicação [35,36-38]. Isso permitiu sempre garantir níveis submáximos ajustados para cada região de acordo com a sensibilidade, respeitando uma contração visual e efetiva, sem dor ou desconforto [35,36]. Além disso, foi solicitado aos voluntários reportarem a sensação de fadiga muscular de acordo com a escala de Borg para manter uma intensidade adequada, considerando variando de 2-3 (percepção moderada para *endurance*) e acima de 5 (intensa para treinamento de força).

O protocolo de EENMC foi desenvolvido com 10-14 exercícios dinâmicos sem carga, como mostrados na Figura 5 permitindo contração de membros superiores, inferiores e abdome [17]. Todos os movimentos foram realizados em posição ortostática permitindo contração voluntária máxima efetiva simultaneamente a passagem da corrente elétrica. No GSham, o tempo de cada sessão, as séries de exercícios foram exatamente iguais àquele aplicado no GEENMC, sem carga. Esses voluntários também utilizaram a vestimenta de EENMC, somente sendo diferenciado pela corrente elétrica desligada para evitar qualquer influência da corrente elétrica [17].



**Figura 5.** Ilustração dos exercícios dinâmicos aplicados no protocolo GEENMC e GSham.

#### **Análise estatística e cálculo amostral**

O cálculo amostral foi realizado utilizando o programa *GPower, Version 3.1.3* (Franz Faul Universität Kiel, Alemanha) baseado num estudo prévio realizado com pacientes submetidos a CB, demonstrando diferença significativa na DP após um programa de treinamento aeróbio ( $49,7 \pm 1,5$  metros) [23]. Com a hipótese de um melhor desempenho funcional após o protocolo de EENMC como primeiro desfecho e importante ferramenta para avaliar a eficácia e viabilidade de uma intervenção em condições crônicas, um tamanho amostral com 80% de poder amostral e nível de significância de 0,05, detectando uma variação de 30% como resultado favorável foi determinado. Os parâmetros indicaram uma amostra de 5 voluntários para investigar os ganhos funcionais após a intervenção.

Desfechos secundários do estudo foram investigar se a intervenção é capaz de prevenir a perda de massa muscular e se há associação com a DPTC6 [39] e por esse motivo, o tamanho amostral foi recalculado. Baseado em um modelo de correlação bivariada, considerando um nível de significância de 5%, poder de amostra de 95% e uma forte correlação ( $>0,70$ ) entre o percentual de massa magra e a DP como desfecho principal, o



---

tamanho amostral foi de 16 voluntários por grupo. Antecipando uma perda amostral de aproximadamente 15%, um total de 36 voluntários foram incluídos no presente estudo.

A análise estatística foi realizada com dados completos por um pesquisador cego por meio de voluntários codificados, sem análise por intenção de tratar. Os dados faltantes foram tratados como dados faltantes, não sendo substituídos por um valor médio, voluntário com todos os dados de ergoespirometria comprometidos por problemas de telemetria foi excluído das análises. Dados foram expressos em média±desvio padrão ou mediana (mínimo:máximo) e intervalo de confiança de 95%, com distribuição e normalidade dos dados verificadas pelo teste *Shapiro-Wilk*. A *Anova two-way* com ajuste de Bonferroni quando aplicável foi utilizado para comparar dados de composição corporal e DP, enfatizando a performance em 3 momentos (pré-operatório, PO e pós-intervenção). Em caso de distribuição não normal dos dados, análises não paramétricas foram realizadas. A *Anova one way* ou teste de *Kruskal-Wallis* com ajuste de Bonferroni foi realizado para comparações entre ambos os grupos utilizando deltas entre os períodos: pós-intervenção *versus* PO bem como o PO *versus* pré-operatório.

As correlações foram realizadas para avaliar o grau de associação entre os dados de composição corporal e melhoras do desempenho funcional, citocinas e teste de dinamometria. Após testes apropriados de acordo com a normalidade dos dados, as correlações foram definidas em: fraca (0,20-0,50), forte (0,50-0,70) e muito forte (>0,70) [40]. Para realização da análise estatística foram utilizados o programa *SPSS Statistics* para Windows, Versão 17.0. (*SPSS Inc., Chicago, Illinois, Estados Unidos da América*) e *MedCalc, versão 11.4.4.0* (*MedCalc Software, Mariakerke, Bélgica*), adotando nível de significância de 5%.

## Resultados

O recrutamento incluiu 293 sujeitos de ambos os gêneros com amostra final de 39 voluntários que seriam considerados elegíveis para realizar o protocolo de EENMC após a CB, entretanto 35 voluntários concluíram as avaliações propostas e o protocolo de intervenção, sendo 1 excluído devido a qualidade dos dados e sinais (Figura 1). Todos os voluntários foram considerados como estilo de vida previamente sedentário com um *score* de Baecke total de 6,9±1,3, sem diferença entre os grupos referente a idade (GSham:

---

37,4±2,6; GEENMC: 39,4±2,3 anos,  $p= 0,62$ ). Referente a avaliação pulmonar, a espirometria demonstrou não haver disfunção com  $VEF_{1\%pred}$  (92,6±2,8 vs 90,3±5,1,  $p=0,88$ ) e  $VEF_1/CVF$  (86,7±1,6 vs 88,0±6,0,  $p= 0,77$ ) em GSham e GEENMC, respectivamente. O TECP obteve baixo  $\dot{V}O_2$  relativo em ambos os grupos (GEENMC: 15,9±2,4 e GSham: 16,5±3,3 mL.kg<sup>-1</sup>.min<sup>-1</sup>), sem diferença entre os grupos. Além disso, o QR atingido foi maior que 1.1 em ambos os grupos, sem diferença entre eles (GEENMC:1,26±0,13 e GSham: 1,27±0,13,  $p>0,05$ ).

Os voluntários iniciaram o protocolo de intervenção em média de 6.7±3.7 dias após a alta hospitalar e obtiveram 87% e 91% de aderência ao protocolo para o GSham e GEENMC, respectivamente, sem apresentar efeitos adversos referente ao protocolo de EENMC. Somente dois voluntários apresentaram alterações pressóricas e possíveis efeitos (mal-estar, náusea e tontura) referentes a dieta restritiva hipocalórica. Todas as ausências foram relacionadas com conflitos de trabalho ou consultas médicas de acompanhamento, sem referir dor ou desconforto pela realização do protocolo.

Referente a avaliação da capacidade funcional (Tabela 1), análises intra-grupo demonstraram redução significativa da DP em ambos os grupos no PO recente bem como da velocidade média e aumento significativo após a intervenção comparado com o PO, mas somente o GEENMC apresentou importante melhora das mesmas medidas quando comparado com o período pré-operatório, com interação significativa entre os fatores tempo *versus* grupo ( $p<0,05$ ).

As variáveis metabólicas e ventilatórias do TC6 (Tabela 1) demonstraram efeito do tempo em ambos os grupos no PO quando comparado com o pré-operatório ( $p<0,05$ ), sem diferença nas medidas de lactato e glicose ( $p>0,05$ ). Após a intervenção, ambos os grupos apresentaram redução significativa do  $\dot{V}CO_2$  e do  $V_E$  comparado com o pré-operatório, mas somente o GSham demonstrou redução significativa de VC e de  $\dot{V}O_2$  absoluto no Pós vs Pré ( $p<0,05$ ). Além disso, um aumento relativo do  $\dot{V}O_2$  em ambos os grupos foi observado após a intervenção comparado com o Pré-operatório. Referente a outras medidas, a PA e fadiga de membros inferiores reduziram de maneira significativa somente no GEENMC comparado com o Pré ( $p<0,05$ ), com efeito do tempo sem interação significativa entre os fatores tempo *versus* grupo. A dispneia reduziu significativamente em ambos os grupos após a intervenção quando comparado com os períodos PO e pré-operatório ( $p<0,05$ ).

**Tabela 1.** Avaliação da capacidade funcional, variáveis metabólicas, cardiopulmonares no pico do TC6 em ambos os grupos

Variáveis	Pré	PO	GSham (n=18)		GEENMC (n=17)		Tempo	Grupo	Interação
			Pós	Pré	PO	Pós			
<b>Variáveis ventilatórias</b>									
$\dot{V}_E$ , L.min <sup>-1</sup> a,b,c,d	41,2±13,9	34,3±12,2	34,9±12,5	40,3±8,7	32,6±9,6	35,9±8,7	0,00	0,77	0,66
FR, rpm	32,5±8,4	30,9±7,8	30,9±5,5	31,8±6,6	29,7±8,7	31,1±6,4	0,20	0,86	0,75
VC, mL a,b,c	1411,7±568,7	1249,4±544,3	1193,4±378,7	1350,7±292,8	1184,8±192,3	1221,8±203,5	0,00	0,66	0,60
<b>Variáveis cardiovasculares</b>									
FC, bpm	123,2±12,7	126,4±17,9	119,6±18	125,8±9,4	121,5±15,6	116,8±14,4	0,08	0,64	0,31
FC, %pred	67,7±8,0	69,3±11,2	65,7±11,1	69,5±5,4	66,9±9,0	64,6±8,2	0,09	0,82	0,32
PAS, mmHg <sup>d</sup>	161,3±22,1	149,6±16,9	152,1±22,3	167,9±25,9	158,2±28,1	143,8±17,0	0,00	0,69	0,09
PAD, mmHg <sup>d</sup>	98,4±11,7	92,0±8,3	93,6±7,6	99,3±7,5	95,5±12,2	90,6±9,2	0,00	0,84	0,25
<b>Sintomas</b>									
Dispneia <sup>§</sup>	1,51 (0,0;7,0)	1,74 (0,0;7,0)	1,11(0,0;5,0)	1,47 (0,0;5,0)	1,14 (0,0;5,0)	0,85 (0,0;3,0)	-	-	-
Fadiga de MMII <sup>¶</sup>	0,71 (0,0;2,5)	1,01 (0,0;5,0)	0,66(0,0;2,0)	0,59 (0,0;3,0)	0,47 (0,0;3,0)	0,12 (0,0;5,0)	-	-	-

Dados estão apresentados como média±DP e mediana (min;max). DPTC6 Distância percorrida no teste de caminhada de seis minutos, GSham Grupo Sham, GEENMC grupo eletroestimulação de corpo inteiro,  $\dot{V}_E$  consumo de oxigênio,  $\dot{V}_{CO2}$  produção de dióxido de carbono, QR quociente respiratório,  $\dot{V}_E$  ventilação minuto, FR frequência respiratória, VC volume corrente, FC frequência cardíaca, PAS pressão arterial sistólica, PAD pressão arterial diastólica, MMII membros inferiores. Teste paramétrico: Diferenças entre os grupos e períodos foram avaliados pelo teste ANOVA two way considerando *post hoc* Bonferroni; teste não paramétrico: intragrupo \*pré vs PO, <sup>¶</sup>pré vs Pós, <sup>§</sup>PO vs Pós, intergrupo: \*\*Pós vs Pós p<0,05.

<sup>a</sup> Diferença significativa Pré vs PO GSham, p<0.05

<sup>b</sup> Diferença significativa Pré vs PO GEENMC, p<0.05

<sup>c</sup> Diferença significativa Pré vs Pós GSham, p<0.05

<sup>d</sup> Diferença significativa Pré vs Pós GEENMC, p<0.05

<sup>e</sup> Diferença significativa PO vs Pós GSham, p<0.05

<sup>f</sup> Diferença significativa PO vs Pós GEENMC, p<0.05

<sup>§</sup> Diferença significativa Pós Gsham vs Pós GEENMC, p<0.05

---

---

A análise de composição corporal entre os grupos está demonstrada na Tabela 2. O PO recente já é acompanhado por redução significativa do IMC, massa de gordura e também de massa magra de todos os grupos musculares quando comparado com o período pré-operatório ( $p < 0,05$ ), com significativo efeito do tempo observado em todas as medidas, sem interação significativa entre os fatores tempo *versus* grupo. Analisando o período pós-intervenção, ambos os grupos apresentaram redução significativa da massa muscular total e perdas em todos os segmentos corporais (massa magra, massa gorda e percentual de massa gorda) comparado com o PO e significativamente maior comparado ao período pré-operatório.

Na tabela 3, observa-se significativa redução do pico de torque absoluto extensor e flexor em ambos os grupos ( $p < 0,05$ ) após a intervenção, mas somente o GSham apresentou significativo declínio dos valores relativos desses torques, ( $p < 0,05$ ), com maior delta da média de torque flexor e pico de torque flexor relativo ( $p < 0,05$ ), demonstrando interação significativa entre os fatores tempo *versus* grupo ( $p < 0,05$ ). Além disso, ambos os grupos obtiveram significativo declínio do torque isométrico extensor, mas somente o GSham apresentou redução significativa do torque isométrico flexor ( $p < 0,05$ ). Referente a avaliação de *endurance*, somente o GSham demonstrou redução significativa da potência do torque extensor com aumento do índice de fadiga flexor e extensor ( $p < 0,05$ ). Outras variáveis como os torques absoluto e relativo apresentaram comportamento semelhante em ambos os grupos ( $p < 0,05$ ).

Tabela 2. Comparações de dados de composição corporal entre os grupos antes da cirurgia bariátrica, no PO e após protocolo de intervenção.

Variáveis	GSham (n=18)			GEENMC (n=17)			Tempo	Grupo	Interação
	Pré	PO	Pós	Pré	PO	Pós			
IMC (kg/m <sup>2</sup> ) <sup>a,b,c,d,e,f</sup>	40,9±1,2	38,2±1,2	34,2±1,4	40,1±1,0	38,0±0,9	33,5±0,8	0,00	0,71	0,26
Total de massa magra (kg) <sup>a,b,c,d,e,f</sup>	55,6±10,7	51,6±10,2	49,9±9,7	54,7±9,5	51,9±10,1	49,2±9,5	0,00	0,95	0,26
Total de massa gorda (kg) <sup>a,b,c,d,e,f</sup>	58,4±10,4	54,6±10,8	53,0±10,2	60,2±10,1	55,0±10,6	52,2±10,0	0,00	0,85	0,36
Percentual de massa gorda (%) <sup>c,d,e,f</sup>	46,9±6,3	47,4±6,3	42,5±6,7	48,2±3,6	48,7±3,5	44,1±3,8	0,00	0,35	0,63
<b>Membro superior direito</b>									
Massa magra (kg) <sup>a,b,c,d,e,f</sup>	3,4±0,9	3,3±0,8	3,3±0,8	3,6±0,8	3,4±0,8	3,1±0,8	0,00	0,80	0,30
Massa gorda (kg) <sup>a,b,c,d,e,f</sup>	5,9±2,2	5,3±1,9	3,8±1,5	6,3±1,7	5,7±1,4	3,9±1,0	0,00	0,50	0,52
Percentual de massa gorda (%) <sup>a,b,c,d,e,f</sup>	6,6±2,3	5,9±1,9	4,2±1,4	7,7±3,7	6,8±3,2	4,7±2,1	0,00	0,27	0,33
<b>Membro superior esquerdo</b>									
Massa magra (kg) <sup>a,b,c,d,e,f</sup>	3,7±0,8	3,4±0,8	3,2±0,7	3,6±0,8	3,4±0,8	3,1±0,7	0,00	0,90	0,22
Massa gorda (kg) <sup>a,b,c,d,e,f</sup>	5,9±2,2	5,3±2,0	3,8±1,5	6,4±1,7	5,7±1,4	3,9±1,0	0,00	0,51	0,57
Percentual de massa gorda (%) <sup>a,b,c,d,e,f</sup>	6,6±2,3	5,9±1,9	4,1±1,7	7,8±3,8	6,9±3,2	4,8±2,1	0,00	0,26	0,61
<b>Tronco</b>									
Massa magra (kg) <sup>a,b,c,d,e,f</sup>	29,0±5,0	27,1±4,9	25,5±4,6	28,6±4,5	27,3±4,8	25,1±4,6	0,00	0,96	0,28
Massa gorda (kg) <sup>a,b,c,d,e,f</sup>	26,3±4,2	25,4±4,4	21,3±5,4	27,2±2,9	26,2±2,9	21,2±3,2	0,00	0,61	0,45
Percentual de massa gorda (%) <sup>a,b,c,d,e,f</sup>	5,1±0,8	4,9±0,8	4,0±0,8	5,4±1,2	5,2±1,1	4,2±1,0	0,00	0,45	0,93
<b>Membro inferior direito</b>									
Massa magra (kg) <sup>a,b,c,d,f</sup>	8,3±1,7	7,8±1,6	7,6±1,7	8,6±1,4	8,2±1,5	7,9±1,6	0,00	0,50	0,29
Massa gorda (kg) <sup>b,c,d,e,f</sup>	6,0±1,2	5,8±1,0	4,8±1,1	6,6±0,8	6,3±0,7	5,3±0,8	0,00	0,11	0,88
Percentual de massa gorda (%) <sup>c,d,e,f</sup>	2,6±0,5	2,5±0,4	2,1±0,4	2,9±0,7	2,8±0,7	2,4±0,7	0,00	0,13	0,89
<b>Membro inferior esquerdo</b>									

Massa magra (kg) <sup>a,b,c,d,f</sup>	8,3±1,7	7,8±1,6	7,6±1,7	8,6±1,4	8,2±1,5	7,9±1,5	0,00	0,51	0,48
Massa gorda (kg) <sup>c,d,e,f</sup>	6,0±1,1	5,8±1,0	4,8±1,1	6,5±0,8	6,3±0,6	5,2±0,6	0,00	0,11	0,92
Percentual de massa gorda (%) <sup>c,d,e,f</sup>	2,6±0,5	2,5±0,4	2,1±0,4	2,9±0,7	2,8±0,7	2,3±0,6	0,00	0,14	0,94

Dados apresentados em média±DP. GSham Grupo Sham, GEENMC grupo eletroestimulação de corpo inteiro, HDL-c Lipoproteína de alta densidade de colesterol, LDL-c Lipoproteína de baixa densidade de colesterol, VLDL-c Lipoproteína de muito baixa densidade de colesterol, TGL triglicérides, QUICKI Índice de sensibilidade à insulina, HOMA-IR *Insulin Resistance Homeostasis Model Assessment*, TNF- $\alpha$  fator de necrose tumoral  $\alpha$ . Diferenças entre os grupos e períodos foram avaliados pelo teste de ANOVA *two-way* com ajuste de Bonferroni.

<sup>a</sup> Diferença significativa Pré vs PO GSham,  $p < 0,05$

<sup>b</sup> Diferença significativa Pré vs PO GEENMC,  $p < 0,05$

<sup>c</sup> Diferença significativa Pré vs Pós GSham,  $p < 0,05$

<sup>d</sup> Diferença significativa Pré vs Pós GEENMC,  $p < 0,05$

<sup>e</sup> Diferença significativa PO vs Pós GSham,  $p < 0,05$

<sup>f</sup> Diferença significativa PO vs Pós GEENMC,  $p < 0,05$

---

---

Os colesterolis totais e frações (HDL-c, LDL-c, VLDL-c), insulina e glicemia, QUICKI e HOMA-IR apresentaram significante redução pós intervenção em ambos os grupos ( $p < 0,05$ ), sem diferença entre eles, assim como os índices cardiovasculares (Índice Castelli I – Colesterol total/HDL e Castelli II – LDL/HDL) Tabela 4). Não houve interação significativa entre os fatores tempo *versus* grupo ( $p > 0,05$ ). Adicionalmente, os valores de TNF- $\alpha$  não apresentaram mudanças após intervenção, bem como entre os grupos. Ambos os grupos reduziram significativamente os valores de leptina e miostatina ( $p < 0,05$ ). Por outro lado, somente o GEENMC apresentou aumento significativo da adiponectina, uma citocina anti-inflamatória ( $p < 0,05$ ).

**Tabela 3.** Medidas de força muscular pela dinamometria: Teste isocinético, isométrico e de *endurance* de membro inferior dominante.

Variáveis	GSham (n=18)			GEENMC (n=17)			Tempo	valor de p	
	Pré	Pós	Pós-Pré	Pré	Pós	Pós-pré		Grupo	Interação
<b>Teste isocinético</b>									
PT extensor (N.m) <sup>a,b</sup>	129,1±48,7	104,1±38,0	-25,0±20,5	126,5±31,1	110,5±26,8	-16,0±12,9	0,00	0,87	0,13
PT/MM <sub>apD</sub> extensor (N.m.kg <sup>-1</sup> ) <sup>a</sup>	15,3±3,4	13,4±2,4	-1,9±2,1	14,8±3,2	14,1±2,7	-0,7±1,9	0,00	0,96	0,08
Média PT extensor (N.m) <sup>a</sup>	75,5±32,2	64,9±24,4	-10,7±14,9	77,1±21,0	71,6±16,7	-5,6±9,2	0,00	0,60	0,23
PT flexor (N.m) <sup>a,b</sup>	62,4±25,5	48,3±21,2	-14,09±10,4	60,6±13,4	52,9±9,7	-6,1±8,8	0,00	0,81	0,07
PT/MM <sub>apD</sub> flexor (N.m.kg <sup>-1</sup> ) <sup>a,c</sup>	7,4±1,8	6,3±1,9	-1,1±1,0	7,1±1,3	6,8±1,6	-0,3±1,0	0,00	0,82	0,02
Média PT flexor (N.m) <sup>a,b,c</sup>	57,5±24,7	44,07±19,5	-13,4±9,9	54,6±13,2	48,5±9,4	-6,1±8,8	0,00	0,89	0,02
PT flexor/PT extensor	48,6±9,6	46,4±10,9	-2,2±6,9	48,9±9,7	49,2±8,4	0,3±8,7	0,46	0,60	0,34
<b>Teste isométrico</b>									
PT extensor (N.m) <sup>a,b</sup>	132,9±53,0	114,0±37,0	-17,2±27,8	134,4±28,1	119,0±29,1	-15,2±17,8	0,00	0,75	0,81
PT/MM <sub>apD</sub> extensor (N.m.kg <sup>-1</sup> )	15,8±3,6	15,11±2,2	-0,8±2,8	15,9±2,4	15,3±2,4	-0,7±1,9	0,10	0,90	0,63
Flexor PT (N.m) <sup>a,b</sup>	69,3±21,4	54,5±17,8	-12,3±16,7	68,5±13,8	57,8±10,5	-10,5±6,9	0,00	0,84	0,78
PT/MM <sub>apD</sub> flexor (N.m.kg <sup>-1</sup> ) <sup>a</sup>	8,2±1,6	7,4±2,9	-0,6±2,5	8,0±1,2	7,5±1,4	-0,6±0,8	0,00	0,82	0,02
<b>Teste de <i>endurance</i></b>									
PT extensor (N.m) <sup>a,b</sup>	117,5±46,0	101,8±33,3	-15,8±29,4	118,7±36,2	101,8±26,8	-13,3±18,3	0,00	0,84	0,78
PT/MM <sub>apD</sub> extensor (N.m.kg <sup>-1</sup> )	14,0±3,3	13,2±2,4	-0,7±3,0	13,6±3,1	13,0±2,5	-0,7±2,2	0,17	0,77	0,84
TT extensor (J) <sup>a,b</sup>	1759,3±723,1	1551,4±596,1	-208,0±431,6	1948,1±6663,2	1554,5±574,2	-356,5±314,2	0,00	0,61	0,28
Potência extensora (W) <sup>a</sup>	61,7±23,0	52,9±19,5	-8,9±13,5	65,8±20,7	54,6±14,5	-9,9±9,1	0,00	0,84	0,78
IF extensor (%) <sup>a</sup>	21,8±16,4	32,0±11,7	10,2±17,3	26,2±8,4	32,8±9,5	6,2±9,3	0,00	0,50	0,45
PT flexor (N.m) <sup>a,b</sup>	59,6±25,6	47,0±18,9	-12,7±14,5	59,1±17,7	48,5±11,1	-10,9±11,8	0,00	0,85	0,75
PT/MM <sub>apD</sub> flexor (N,m,kg <sup>-1</sup> )	7,1±2,2	6,1±1,8	-1,0±1,4	6,8±1,4	6,2±1,4	-0,8±1,4	0,25	0,26	0,26



TT flexor (J) <sup>a,b</sup>	891,3±460,2	691,1±322,6	-200,2±272,7	936,2±344,6	753,6±205,4	-180,1±207,6	0,00	0,65	0,82
Potência flexora (W) <sup>a,b</sup>	29,9±14,5	22,9±10,7	-7,1±7,9	30,9±11,5	24,8±6,9	-6,0±6,6	0,00	0,69	0,69
IF flexor (%) <sup>a</sup>	29,9±25,9	44,7±11,6	14,8±28,6	40,8±16,2	41,7±13,1	-0,4±15,9	0,11	0,50	0,09

Dados foram apresentados em média±DP. GSham Grupo Sham, GEENMC Grupo eletroestimulação de corpo inteiro, PT pico de torque,  $MM_{apD}$  massa magra apendicular de membro inferior dominante, TT trabalho total, IF Índice de fadiga, N.m Newton metro, J Joules, W Watts. Diferenças entre os grupos e períodos foram avaliados pelo teste ANOVA *two way* e diferença entre os deltas foi utilizado ANOVA *one-way* com ajuste de Bonferroni.

<sup>a</sup> Diferença significativa Pré vs Pós GSham,  $p < 0,05$

<sup>b</sup> Diferença significativa Pré vs Pós GEENMC,  $p < 0,05$

<sup>c</sup> Diferença significativa entre os deltas,  $p < 0,05$

**Tabela 4:** Variáveis de colesterol total e frações, glicose, insulina e citocinas em ambos os grupos antes e após intervenção

Variáveis	GSham (n=18)		GEENMC (n=17)		Tempo	Grupo	Interação
	Pré	Pós	Pré	Pós			
Colesterol total (mg/dl) <sup>a,b</sup>	205,8±49,3	160,9±27,2	198,8±34,7	158,4±27,6	0,00	0,64	0,73
HDL-c (mg/dl) <sup>a,b</sup>	45,4±9,1	35,7±6,4	44,0±7,4	38,1±4,7	0,00	0,81	0,06
LDL-c (mg/dl) <sup>a,b</sup>	131,3±43,2	97,4±29,1	122,4±27,1	98,2±24,3	0,00	0,61	0,50
VLDL-c (mg/dl) <sup>a,b</sup>	29,1±15,5	19,6±5,9	32,5±13,5	22,1±6,5	0,00	0,35	0,84
TGL (mg/dl) <sup>a</sup>	145,7±77,3	97,4±29,7	162,8±67,6	110,3±31,9	0,00	0,34	0,84
Colesterol total/HDL-c	4,67±1,37	4,64±1,16	4,59±0,92	4,20±0,89	0,19	0,46	0,25
LDL-c/HDL-c	2,97±1,12	3,07±0,99	2,81±0,95	2,61±0,74	0,69	0,27	0,26
Insulina (uU/ml) <sup>a,b</sup>	15,2±7,7	8,0±4,3	15,1±9,0	8,4±3,6	0,00	0,93	0,84
Glicemia (mg/dl) <sup>a,b</sup>	95,2±9,0	86,1±7,3	97,5±8,2	89,0±7,6	0,00	0,28	0,82
QUICKI <sup>a,b</sup>	0,32±0,02	0,36±0,04	0,32±0,02	0,35±0,02	0,00	0,66	0,35
HOMA-IR <sup>a,b</sup>	3,59±1,91	1,72±0,94	3,70±2,46	1,87±0,84	0,00	0,78	0,95
Leptina <sup>a,b</sup>	560,5±133,0	466,7±113,3	528,4±144,1	456,3±116,6	0,00	0,59	0,50
Adiponectina <sup>b</sup>	150,5±26,0	160,1±17,0	143,0±13,7	155,9±21,7	0,02	0,24	0,72
Razão leptina/adiponectina <sup>a,b</sup>	3,85±1,13	2,94±0,75	3,71±1,04	3,00±0,91	0,00	0,59	0,85
TNF- $\alpha$	71,4±16,6	74,6±28,3	76,2±41,2	74,6±33,6	0,10	0,62	0,25
Miostatina <sup>a,b</sup>	370,9±265,6	157,2±149,0	370,7±220,2	197,9±172,5	0,00	0,74	0,56

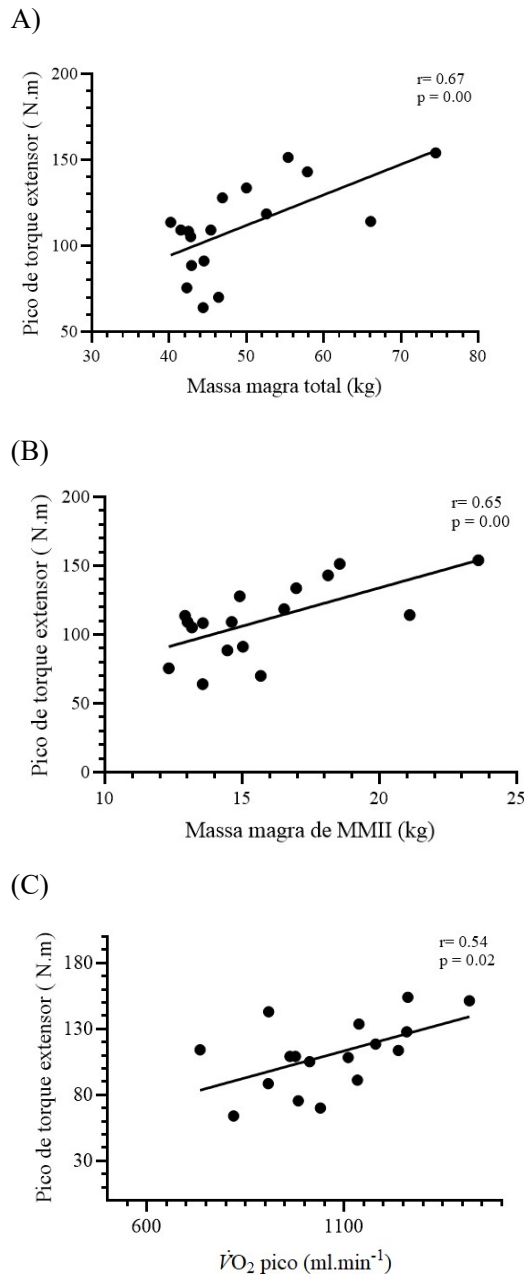
Dados apresentados em média±DP. GSham Grupo Sham, GEENMC grupo eletroestimulação de corpo inteiro, HDL-c Lipoproteína de alta densidade de colesterol, LDL-c Lipoproteína de baixa densidade de colesterol, VLDL-c Lipoproteína de muito baixa densidade de colesterol, TGL triglicérides, QUICKI Índice de sensibilidade à insulina, HOMA-IR *Insulin Resistance Homeostasis Model Assessment*, TNF- $\alpha$  fator de necrose tumoral  $\alpha$ . Diferenças entre os grupos e períodos foram avaliados pelo teste de ANOVA *two-way* com ajuste de Bonferri.

<sup>a</sup> Diferença significativa Pré vs Pós GSham,  $p < 0,05$

<sup>b</sup> Diferença significativa Pré vs Pós GEENMC,  $p < 0,05$

Não houve diferença entre os grupos

De maneira interessante, o pico de torque extensor apresentou associação positiva com a massa magra corporal ( $r=0,67$ ), massa magra de membros inferiores ( $r=0,65$ ) e  $\dot{V}O_2$  absoluto ( $r=0,54$ ) após o programa de EENMC ( $p<0,05$ ), (Figura 6).



**Figura. 6** Correlações entre TC6, composição corporal e medidas da dinamometria do GEENMC. Resultados apresentados em valores de média (a), pico de torque extensor e

---

---

massa magra total (b), pico de torque extensor e massa magra de membros inferiores (c), pico de torque extensor e  $\dot{V}O_2$  absoluto no pico do TC6. TC6 teste de caminhada de seis minutos, GEENMC Grupo eletroestimulação de corpo inteiro,  $\dot{V}O_2$  consumo de oxigênio.

### **Discussão**

#### *Principais achados do presente estudo*

Para o nosso conhecimento, somente um estudo, também desenvolvido pelo nosso grupo de pesquisa associado ao presente estudo abordou a viabilidade e eficácia da EENMC associada a exercícios dinâmicos como estratégia de reabilitação precoce uma semana após a CB, período desafiador para programas de treinamento físico [16]. Os principais achados desse estudo foram (1) ambos os protocolos de intervenção demonstraram resultados favoráveis do desempenho funcional com incremento da DPTC6, mas somente o GEENMC atingiu importante melhora das mesmas medidas quando comparado ao período pré-operatório, acompanhado de redução de PA, fadiga de membros inferiores e durante a recuperação, (2) ambos os grupos apresentaram comportamento similar na análise de composição corporal, (3) GEENMC pode ser benéfica para evitar maior perda de força muscular e *endurance* após a intervenção, demonstrando redução significativa das variáveis musculares ( e importante aumento da fadiga somente no grupo GSham e (4) a EENMC não foi superior em melhorar os parâmetros sanguíneos, mas apresentou significante aumento dos níveis de adiponectina.

No presente estudo, é relevante considerar que os nossos voluntários na avaliação pré-operatória já obtiveram uma capacidade funcional reduzida quando comparado com os valores preditivos. Além disso, uma redução significativa do desempenho funcional ocorreu logo após a CB, entretanto outros achados envolvendo o mesmo período são escassos. O excesso de peso é responsável por causar limitações profundas referentes à fatores cardiorrespiratórios [5] ou mecânicos induzindo a baixa tolerância ao exercício e baixa capacidade funcional [41]. É válido ressaltar que apesar do PO ter demonstrado redução significativa de massa gorda, os voluntários também apresentaram perda de massa magra em uma semana e, ainda permanecem obesos ou obesos severos, prejudicando o desempenho. Adicionalmente, a importante restrição dietética pode também ter contribuído para o prejuízo funcional.

---

---

Considerando pacientes que foram submetidos à CB, estudos tem demonstrado melhora da capacidade funcional entre 3-6 meses após o procedimento e desfechos ainda mais positivos seguem ao longo de 12 meses [2,41]. Além da perda de massa corporal, os autores correlacionaram o maior desempenho funcional com aumento da capacidade oxidativa muscular e da componente cardiovascular [42,43].

Entretanto, a literatura elucidou que os primeiros 6 meses após a CB estão acompanhados por considerável redução do nível de atividade física [42] e o declínio da massa magra afeta negativamente a taxa de metabolismo basal, no qual pacientes se tornam mais susceptíveis a não atingir o objetivo proposto após a CB ou ao reganho de peso [44], enfatizando o PO mais recente como período crucial para elaboração de estratégias seguras de reabilitação.

Outros estudos também reportaram previamente os benefícios bem estabelecidos dos programas de exercício físico na aptidão cardiorrespiratória e na capacidade funcional após a CB [41,44]. Esses programas são, em sua maioria, baseados em exercícios aeróbios, porém envolvendo protocolos que se iniciaram em períodos diferentes entre 1-3 meses bem como divergências na duração da intervenção proposta [15, 45,46].

Pesquisas têm demonstrado a estratégia de EENMC como técnica terapêutica adicional quando outras abordagens de exercício estão contraindicadas [37], proporcionando resultados efetivos para ganhos na capacidade de exercício e aeróbia ( $\dot{V}O_2\text{max}$ ) em corredores, voluntários saudáveis [47,48] bem como pessoas com doenças crônicas como Diabetes Mellitus tipo II, obesidade sarcopênica [38, 49-51] e diagnosticados com insuficiência cardíaca crônica [52]. Como já visto anteriormente, efeitos benéficos foram descritos durante intervenções de seis semanas [47,48] corroborando os achados do presente estudo e enfatizando a importância da inclusão de programas de reabilitação precoce podendo ser potencializada pela EENMC.

Outra relevante consideração observada no PO de CB é a perda expressiva de massa magra logo após o procedimento e contínua perda ao longo dos primeiros anos [53], de forma mais acentuada no primeiro ano [54]. A suplementação proteica deve ser combinada com a prática de atividade física, mais especificamente contemplando o exercício aeróbio ao treinamento de resistência muscular, com objetivo de evitar essa perda explicada pela dieta restritiva hipocalórica a qual é capaz de promover negativas consequências na capacidade

---

---

funcional, qualidade de vida e na manutenção da aptidão física [55]. Além disso, há ainda a preocupação com estratégias para diminuir essa perda por meio do acompanhando e instruções nutricionais porque ainda é desafiador atingir a quantidade diária recomendada. Referente ao treinamento físico, ambos os exercícios aeróbio e treino muscular resistido devem ser aplicados [45, 56, 57].

A técnica de EENMC é capaz de ativar ambas as fibras musculares de resistência e de força por meio de parâmetros específicos e permite a realização de um exercício combinado assim como o presente estudo [58]. Essa metodologia demonstra ser mais eficaz para ganho de força muscular e manutenção de massa magra do que o treinamento convencional [59] e na redução do tecido adiposo intermuscular [60] identificando maiores consequências clínicas como maior força muscular de membro inferior e melhor desempenho funcional.

Referente aos parâmetros sanguíneos e índices cardiovasculares (Castelli I – Colesterol total/HDL e Castelli II – LDL/HDL) diferenças não foram encontradas ao comparar os grupos, havendo redução significativa antes e após o procedimento cirúrgico. Imediatamente após a CB, um aumento da sensibilidade a insulina a nível hepático e conseqüente maior captação de glicose são observados decorrente da dieta restritiva e hipocalórica severa [46,61] e, recentemente, não somente o tecido adiposo como também os músculos foram definidos como tecido endócrino capaz de secretar miocinas responsáveis por influenciar o controle do metabolismo [62].

A prática de exercício físico também demonstrou ser eficaz na melhoria dos parâmetros sanguíneos gerando um aumento do metabolismo energético e da função mitocondrial reduzindo a deposição de gordura a qual está associada com maior resistência insulínica, com essas mudanças sendo mais visíveis a longo prazo [45].

Outros autores relataram as vantagens da EENMC nos parâmetros sanguíneos. Melhorias foram observadas em voluntários sedentários de meia idade acompanhado de redução significativa da glicemia basal após aplicação da técnica [37]. Além disso, pacientes com Diabetes Mellitus tipo II apresentaram significativa redução do nível de glicemia [50]. Entretanto, para o nosso conhecimento, não há pesquisas avaliando o efeito da EENMC nos parâmetros sanguíneos em pacientes submetidos a CB. No presente estudo, a CB *per se*

---

---

demonstrou ter influência precoce na redução dos valores de colesterol, glicemia de jejum e insulina, não havendo diferença entre os grupos de intervenção.

Em relação as citocinas anti e pró-inflamatórias, estudos envolvendo a EENMC não foram ainda realizados no PO de RYGB. Nosso estudo demonstrou efeito positivo da técnica no aumento dos níveis de adiponectina, um anti-inflamatório, promovendo também redução de miostatina e leptina também observado no GSham. O aumento significativo da adiponectina está relacionada com as vias de sinalização da insulina, com a regulação do metabolismo lipídico além do estresse oxidativo e a redução da miostatina influencia na capacidade de força muscular, aeróbia e na fatigabilidade [63].

A restrição dietética e a RYGB influenciam nas vias de sinalização da adiponectina com aumento significativo duas semanas após a RYGB [64] e segue incrementando ao longo dos seis meses, sem diferença nos níveis de TNF-  $\alpha$  assim como encontrado em nossos achados [65]. Curiosamente, outro estudo comparando a técnica de RYGB e a restrição dietética isolada descreveram que somente o grupo que realizou a cirurgia obteve maiores níveis de adiponectina, sugerindo impacto positivo da RYGB *per se*.

Em nossos achados, houve tendência ao aumento dos níveis de adiponectina no GSham mas não de forma significativa enquanto que o GEENMC foi precocemente capaz de favorecer o aumento significativo desses níveis. Além disso, a razão leptina/adiponectina, um marcador de disfunção tecidual, se direcionou a mudanças metabólicas benéficas e correlaciona-se com a resistência insulínica, reduzindo risco de aterosclerose e posterior declínio de risco cardiometabólico [66], observando significante redução dessa variável no presente estudo que também pode ser devido ao efeito do próprio procedimento cirúrgico e precocemente influenciado pelos exercícios dinâmicos realizados em ambos os grupos.

A miostatina em ambos os grupos apresentou declínio significativo. Um estudo desenvolvendo um programa de exercício combinado por seis meses após a RYGB influenciou significativamente nos níveis séricos dessa citocina [67]. Esse declínio de miostatina está associado ao incremento da capacidade aeróbia, com o tamanho muscular e essencialmente associado com redução da adiposidade intramuscular [67].

No presente estudo, algumas limitações e características desse estudo devem ser destacadas que possam ter influenciado em maiores achados serem observados em análise intragrupo. Primeiramente, o estudo não mensurou o aporte energético e não adicionou

---

---

suplementação proteica, os quais podem afetar o desempenho e a manutenção da massa magra. Segundo, o declínio da capacidade funcional no PO recente não apresentou associação com a perda de massa magra, sugerindo que outros fatores que podem estar envolvidos nesse desempenho não foram analisados, como a análise bioenergética muscular. Além disso, biópsias musculares podem ser consideradas para futuros estudos pois permitem analisar as adaptações a nível mitocondrial e das fibras musculares durante processo intenso de perda de peso, restrição dietética e intervenção com a EENMC. Outra consideração importante é a possibilidade de que os exercícios dinâmicos possam ter se tornado leves, e o incremento de intensidade semanal a fim de proporcionar maiores adaptações metabólicas potencializado pela EENMC deve ser explorado. Finalmente, não foi realizada avaliação de vendamento, não houve em nosso estudo um grupo controle sem intervenção e nossa amostra foi composta, em sua maioria por mulheres no qual, portanto, nossos resultados não podem ser generalizados para homens.

Concluindo, um programa de seis semanas de EENMC associado a exercícios dinâmicos no PO recente de CB aumentou a capacidade funcional e aeróbia, manteve a força muscular, *endurance* e índice de fadiga. Entretanto, a EENMC não foi capaz reduzir a influência da CB na composição corporal no PO recente de RYGB. Nossos achados são importantes para mostrar a viabilidade de se aplicar um protocolo de reabilitação precoce em obesos após a CB, considerando que a EENMC pode potencializar de maneira positiva o programa de exercício físico, sendo bem tolerado e promovendo aderência em pacientes submetidos à CB.

### Referências

1. Berggren JR, Boyle KE, Chapman WH, Houmard JA. Skeletal muscle lipid oxidation and obesity: influence of weight loss and exercise. *American Journal of Physiology-Endocrinology and Metabolism*. 2008;294:E726-E732.
2. Adil MT, Jain V, Rashid F, Al-Taani O, Whitelaw D, Jambulingam, P. Meta-analysis of the effect of bariatric surgery on physical function. *British Journal of Surgery*. 2018;105:1107-1118.
3. Lee CH, Lam KS. Obesity-induced insulin resistance and macrophage infiltration of the



- 
- 
- adipose tissue: A vicious cycle. *Journal of diabetes investigation*. 2019;10:29-31.
4. Frikke-Schmidt H, O'Rourke RW, Lumeng CN, Sandoval DA, Seeley RJ. Does bariatric surgery improve adipose tissue function?. *obesity reviews*. 2016;17:795-809.
  5. Hergenroeder AL, Brach JS, Otto AD, Sparto PJ, Jakicic JM. The influence of body mass index on self-report and performance-based measures of physical function in adult women. *Cardiopulmonary physical therapy journal*, 2011;22:11.
  6. English WJ, DeMaria EJ, Brethauer SA, Mattar SG, Rosenthal RJ, Morton JM. American Society for Metabolic and Bariatric Surgery estimation of metabolic and bariatric procedures performed in the United States in 2016. *Surgery for Obesity and Related Diseases*. 2018;14:259-263.
  7. Ferreira APDS, Szwarcwald CL, Damacena GN. Prevalence of obesity and associated factors in the Brazilian population: a study of data from the 2013 National Health Survey. *Revista Brasileira de Epidemiologia*. 2019;22:e190024.
  8. Ramos AC. Brazil looking for completing his space in bariatric surgery. *ABCD. Arquivos Brasileiros de Cirurgia Digestiva*. 2014;27:1-1.
  9. Cazzo E, Ramos AC, Chaim EA. Bariatric surgery offer in Brazil: a macroeconomic analysis of the health system's inequalities. *Obesity surgery*. 2019;29:1874-1880.
  10. Kothari S, Borgert A, Kallies K, Baker M, Grover B. Long-Term (> 10 year) Outcomes after Laparoscopic Roux-en-Y Gastric Bypass. *Surgery for Obesity and Related Diseases*. 2016;12: S6-S7.
  11. Palleja A, Kashani A, Allin KH, Nielsen T, Zhang C, Li Y, et al. Roux-en-Y gastric bypass surgery of morbidly obese patients induces swift and persistent changes of the individual gut microbiota. *Genome medicine*. 2016;8:67-80.
  12. Ledoux S, Flamant M, Calabrese D, Bogard C, Sami O, Coupaye M. What Are the Micronutrient Deficiencies Responsible for the Most Common Nutritional Symptoms After Bariatric Surgery?. *Obesity Surgery*. 2020;30:1891-1897.
  13. Wiklund M, Sundqvist E, Fagevik MO. Physical Activity in the Immediate Postoperative Phase in Patients Undergoing Roux-en-Y Gastric Bypass—a Randomized Controlled Trial. *Obesity surgery*. 2015;25:2245-2250.
  14. Zuberi KA, Magnuson T, Schweitzer MA. *Laparoscopic Surgery for Morbid Obesity*. Current Surgical Therapy. 11th ed. Philadelphia. Elsevier. 2014.

- 
15. Castello V, Simões RP, Bassi D, Catai AM, Arena R, Borghi-Silva A. Impact of aerobic exercise training on heart rate variability and functional capacity in obese women after gastric bypass surgery. *Obesity Surgery*. 2011;21:1739–1749.
  16. Ricci PA, Di Thommazo-Luporini L, Jürgensen SP, André LD, Haddad GF, Arena R, et al. Effects of Whole-Body Electromyostimulation Associated with Dynamic Exercise on Functional Capacity and Heart Rate Variability After Bariatric Surgery: a Randomized, Double-Blind, and Sham-Controlled Trial. *Obesity Surgery*. 2020;1:1-10.
  17. André LD, Basso-Vanelli RP, Di Thommazo-Luporini L, Ricci PA, Cabiddu R, Jürgensen SP, et al. Functional and systemic effects of whole body electrical stimulation post bariatric surgery: study protocol for a randomized controlled trial. *Trials*. 2018;19:597.
  18. Kemmler W, von Stengel S. Whole-body electromyostimulation as a means to impact muscle mass and abdominal body fat in lean, sedentary, older female adults: Subanalysis of the TEST- III trial. *Clinical Interventions in Aging*. 2013;8:1353–1364.
  19. Schulz KF, Altman DG, Moher D, Consort Group. CONSORT 2010 statement: updated guidelines for reporting parallel group randomised trials. *Trials*. 2010;11:32.
  20. De Lorenzo A, Soldati L, Sarlos F, Calvani M, Di Lorenzo N, Di Renzo L. New obesity classification criteria as a tool for bariatric surgery indication. *World J Gastroenterol* 2016; 22: 681-703, doi.org/10.3748/wjg.v22.i2.681.
  21. Baecke J, Burema J, Frijters JE. A short questionnaire for the measurement of habitual physical activity in epidemiological studies. *Am J Clin Nutr*. 1982;36:936–942.
  22. Pereira CAC, Sato T, Rodrigues SC. New reference values for forced spirometry in white adults in Brazil. *J Bras Pneumol*. 2007;33:397-406.
  23. Miller MR, Hankinson J, Brusasco V, Burgos F, Casaburi R, Coates A, et al. American Thoracic Society: Standardisation of spirometry. *Eur. Respir. J*. 2005;26:1104-1109.
  24. Bruce RA, Kusumi F, Hosmer D. Maximal oxygen intake and nomographic assessment of functional aerobic impairment in cardiovascular disease. *Am Heart J*. 1973; 85:546-562.
  25. Borg GAV. Psychophysical bases of perceived exertion. *Med Sci Sports Exerc*. 1982;14:377-381.
  26. American Thoracic Society. ATS/ACCP statement on cardiopulmonary exercise testing. *American journal of respiratory and critical care medicine*. 2003;167:211.

- 
- 
27. ATS Committee on Proficiency Standards for Clinical Pulmonary Function Laboratories. ATS statement: guidelines for the six-minute walk test. *Am J Respir Crit Care Med.* 2002;166: 111-117.
  28. Gutch M, Kumar S, Razi SM, Gupta KK, Gupta A. Assessment of insulin sensitivity/resistance. *Indian journal of endocrinology and metabolism.* 2015;19:160–164.
  29. Bouchard DR, Janssen I. Dynapenic-obesity and physical function in older adults. *The journals of gerontology. Series A, Biological sciences and medical sciences.* 2010;65:71–77.
  30. Biospace. InBody 720 the precision body composition analyser: user's manual. Seoul: Biospace Co., Ltda. 2004.
  31. Marcus RL, Addison O, Dibble LE, Foreman KB, Morrell G, LaStayo P. Intramuscular adipose tissue, sarcopenia, and mobility function in older individuals. *J Aging Res.* 2012: 629637-629637.
  32. Paolillo FR, Milan JC, de Godoy Bueno P, Paolillo AR, Borghi-Silva A, Parizotto NA, et al. Effects of excess body mass on strength and fatigability of quadriceps in postmenopausal women. *Menopause.* 2012;19:556-561.
  33. Miha Bodytec. <http://www.miha-bodytec.com/pt/pagina-inicial/> Accessed 21 Jan 2015.
  34. Kemmler W, Engelke K, Lauber D, Weineck J, Hensen J, Kalender WA. Impact of intense exercise on physical fitness, quality of life, and bone mineral density in early postmenopausal women. Year 2 results of the Erlangen Fitness Osteoporosis Prevention Study (EFOPS). *Arch Int Med.* 2004;164:1084–1091.
  35. Kemmler W, Engelke K, von Stengel S, Lauber D, Beeskow C, Pintag R, Weineck J, Kalender, WA. Long term exercise favorably affects menopausal risk factors: The EFOPS-study. *J Strength Cond Res.* 2007;21:232–239.
  36. Kemmler W, Lauber D, Von Stengel S, Engelke K. Developing maximum strength in older adults—A series of studies. In: *Current Results of Strength Training Research.* Gießing, J, Frohlich, M, and Preuss, P, eds. Göttingen, Germany: Cuvillier Verlag. 2005;114–133.
  37. Kemmler W, Weissenfels A, Willert S, Shojaa M, von Stengel S, Filipovic A, et al. Efficacy and safety of low frequency whole-body electromyostimulation (WB-EMS) to improve health-related outcomes in non-athletic adults. A systematic review. *Frontiers in physiology.* 2018;9:573.
  38. Kemmler W, Kohl M, von Stengel, S. Effects of high intensity resistance training versus

---

---

whole-body electromyostimulation on cardiometabolic risk factors in untrained middle aged males. A randomized controlled trial. *J. Sports Res.* 2016;3:44-55.

39. Ekman MJ, Klintonberg M, Björck U, Norström F, Ridderstrale M. Six-minute walk test before and after a weight reduction program in obese subjects. *Obesity.* 2013;21E236-E243.

40. Rowell B, Leary DSO. Reflex control of the circulation during exercise: chemoreflexes and mechanoreflexes. *J Appl Physiol.* 1990;69:407-418.

41. Pataky Z, Armand S, Müller-Pinget S, Golay A, Allet L. Effects of obesity on functional capacity. *Obesity.* 2014;22:56–62.

42. Herring LY, Stevinson C, Davies MJ, Biddle SJ, Sutton C, Bowrey D, et al. Changes in physical activity behaviour and physical function after bariatric surgery: a systematic review and meta-analysis. *Obes Rev.* 2016;17:250–261.

43. Dulac MC, Carvalho LP, Aubertin-Leheudre M. Functional capacity depends on lower limb muscle strength rather than on abdominal obesity in active postmenopausal women. *Menopause.* 2018;25:176-181.

44. Maïmoun L, Lefebvre P, Aouinti S, Picot MC, Mariano-Goulart D, Nocca D. Acute and longer-term body composition changes after bariatric surgery. *Surgery for Obesity and Related Diseases.* 2019;15:1965-1973.

45. Stegen S, Derave W, Calders P, Van Laethem C, Pattyn P. Physical fitness in morbidly obese patients: effect of gastric bypass surgery and exercise training. *Obesity surgery.* 2011;21:61-70.

46. Coen PM, Carnero EA, Goodpaster BH. Exercise and bariatric surgery: an effective therapeutic strategy. *Exercise and sport sciences reviews.* 2018;46:262-270.

47. Amaro-Gahete FJ, De-La AO, Sanchez-Delgado G, Robles-Gonzalez L, Jurado-Fasoli L, Ruiz JR, et al. Whole-body electromyostimulation improves performance-related parameters in runners. *Front Physiol.* 2018;9:1576.

48. Jee Y-S. The efficacy and safety of whole-body electromyostimulation in applying to human body: based from graded exercise test. *J Exerc Rehabil.* 2018;14:49–57.

49. Wittmann K, Sieber C, von Stengel S, Kohl M, Freiberger E, Jakob F, et al. Impact of whole body electromyostimulation on cardiometabolic risk factors in older women with sarcopenic obesity: the randomized controlled FORMOsA-sarcopenic obesity study. *Clinical Interventions in Aging.* 2016;11:1697-1706.

- 
- 
50. van Buuren F, Horstkotte D, Mellwig KP, Fründ A, Vlachoianis M, Bogunovic N, et al. Electrical Myostimulation (EMS) improves glucose metabolism and oxygen uptake in type 2 Diabetes Mellitus patients—Results from the EMS study. *Diabetes technology & therapeutics*. 2015;17:413-419.
51. Kemmler W, Weissenfels A, Teschler M, Willert S, Bebenek M, Shojaa M, et al. Whole-body electromyostimulation and protein supplementation favorably affect sarcopenic obesity in community-dwelling older men at risk: the randomized controlled FranSO study. *Clinical Interventions in Aging*. 2017;12:1503-1513.
52. Fritzsche D, Freund A, Schenk S, Mellwig KP, Kleinöder H, Gummert J, Horstkotte D. Elektromyostimulation (EMS) bei kardiologischen Patienten. *Herz*. 2010;35:34-40.
53. Davidson LE, Yu W, Goodpaster BH, DeLany JP, Widen E, Lemos T, et al. I. Fat-free mass and skeletal muscle mass five years after bariatric surgery. *Obesity*. 2018;26:1130-1136.
54. Vaurs C, Diméglio C, Charras L, Anduze Y, Du Rieu MC, Ritz P. Determinants of changes in muscle mass after bariatric surgery. *Diabetes & metabolism*. 2015;41:416-421.
55. Dagan SS, Goldenshluger A, Globus I, Schweiger C, Kessler Y, Kowen SG, et al. Nutritional recommendations for adult bariatric surgery patients: clinical practice. *Advances in Nutrition*. 2017;8:382-394.
56. Hassannejad A, Khalaj A, Mansournia MA, Tabesh MR, Alizadeh Z. The Effect of Aerobic or Aerobic-Strength Exercise on Body Composition and Functional Capacity in Patients with BMI  $\geq 35$  after Bariatric Surgery: a Randomized Control Trial. *Obes Surg*. 2017;27:2792-801.
57. Bellicha A, Ciangura C, Poitou C, Portero P, Oppert JM. Effectiveness of exercise training after bariatric surgery—a systematic literature review and meta-analysis. *Obesity Reviews*. 2018;19:1544-1556.
58. Paillard T. Training based on electrical stimulation superimposed onto voluntary contraction would be relevant only as part of submaximal contractions in healthy subjects. *Frontiers in Physiology*. 2018;9:1428.
59. Evangelista AL, Teixeira CVLS, Barros BM, de Azevedo JB, Paunksnis MRR, Souza CRD, et al. Does whole-body electrical muscle stimulation combined with strength training promote morphofunctional alterations?. *Clinics*. 2019;74:e1334-e1334.

- 
- 
60. Peterson MD, Liu D, Gordish-Dressman H, Hubal MJ, Pistilli E, Angelopoulos TJ, et al. Adiposity attenuates muscle quality and the adaptive response to resistance exercise in non-obese, healthy adults. *International Journal of Obesity*. 2011;35:1095-1103.
  61. Spivak H, Sakran N, Dicker D, Rubin M, Raz I, Shohat T, et al. Different effects of bariatric surgical procedures on dyslipidemia: a registry-based analysis. *Surgery for Obesity and Related Diseases*. 2017;13:1189-1194.
  62. Hoffmann C, Weigert C. Skeletal muscle as an endocrine organ: the role of myokines in exercise adaptations. *Cold Spring Harbor perspectives in medicine*. 2017;7:a029793.
  63. Mouisel E, Relizani K, Mille-Hamard L, Denis R, Hourdé C, Agbulut O, et al. Myostatin is a key mediator between energy metabolism and endurance capacity of skeletal muscle. *American Journal of Physiology-Regulatory, Integrative and Comparative Physiology*. 2014;307:R444-R454.
  64. Oberhauser F, Schulte DM, Faust M, Güdelhöfer H, Hahn M, Müller N, et al. Weight loss due to a very low calorie diet differentially affects insulin sensitivity and interleukin-6 serum levels in nondiabetic obese human subjects. *Hormone and Metabolic Research*. 2012;44:465-470.
  65. Sams VG, Blackledge C, Wijayatunga N, Barlow P, Mancini M, et al. Effect of bariatric surgery on systemic and adipose tissue inflammation. *Surgical endoscopy*. 2016;30:3499-3504.
  66. Frühbeck G, Catalán V, Rodríguez A, Gómez-Ambrosi J. Adiponectin-leptin ratio: a promising index to estimate adipose tissue dysfunction. Relation with obesity-associated cardiometabolic risk. *Adipocyte*. 2018;7:57-62.
  67. Dantas WS, Roschel H, Murai IH, Gil S, Davuluri G, Axelrod CL, et al. Exercise-Induced Increases in Insulin Sensitivity After Bariatric surgery are Mediated by Muscle Extracellular Matrix Remodeling. *Diabetes*. 2020;102.

Diante dos resultados expostos no presente estudo, foi possível evidenciar o declínio da capacidade funcional e de exercício bem como das variáveis de composição corporal, enfatizando a perda de massa magra de forma significativa já na primeira semana de PO e sem associação com o prejuízo funcional. Desta maneira, acreditamos que os achados desse estudo contribuem para demonstrar a necessidade de uma avaliação e acompanhamento precoce em indivíduos obesos submetidos a CB. Isso se deve ao fato de que o comprometimento da capacidade funcional e de exercício, da qualidade muscular e do perfil metabólico, lipídico e inflamatório, alterado previamente à cirurgia pelas alterações decorrente da obesidade podem se agravar no período de PO recente. Por meio desses achados, é importante enfatizar que propostas de reabilitação precoce devem ser estimuladas.

A estratégia utilizada no presente estudo com a reabilitação por meio da EENMC foi capaz de promover melhora da capacidade funcional e de exercício, quando comparado ao grupo Sham, onde observamos também a redução da fadiga muscular e também a melhora do perfil inflamatório demonstrando pelo incremento significativo da adiponectina no GEENMC, além do próprio efeito metabólico da CB.

Esperamos que esses estudos estimulem futuras pesquisas que abordem esse período crucial de declínios influenciado pela obesidade e pelas repercussões do procedimento cirúrgico, buscando novos resultados em reabilitação precoce associado a suplementação proteica, maior tempo de intervenção bem como a possibilidade de estimular exercícios com maior carga. Estimulamos também que novos estudos possam ser realizados para abordar as alterações fisiológicas que ocorrem no nível muscular, com aplicação de análise de biópsias musculares, a fim de compreender os mecanismos envolvidos nessas possíveis adaptações.

---

---

ACHARI, A. E.; JAIN, S. K. Adiponectin, a therapeutic target for obesity, diabetes, and endothelial dysfunction. **International journal of molecular sciences**, v. 18, n. 6, p. 1321, 2017.

ADAMCZAK, M.; WIECEK, A. The Adipose Tissue as an Endocrine Organ. **Seminars in Nephrology**, v.33, n. 1, p. 2–13, 2013.

ADIL, M. T. et al. Meta-analysis of the effect of bariatric surgery on physical function. **British Journal of Surgery**, v. 105, n. 9, p. 1107-1118, 2018.

ALDISS, P. et al. Exercise-induced ‘browning’ of adipose tissues. **Metabolism**, v. 81, p. 63-70, 2018.

AMATO, M. C.; GIORDANO, C. Visceral Adiposity Index: An Indicator of Adipose Tissue Dysfunction. **International Journal of Endocrinology**, v. 2014, p. 633-639, 2014.

AMOR, M. et al. Serum myostatin is upregulated in obesity and correlates with insulin resistance in humans. **Experimental and Clinical Endocrinology & Diabetes**, v. 127, n. 08, p. 550-556, 2019.

ANDERSSON, D. P. et al. Improved metabolism and body composition beyond normal levels following gastric bypass surgery: a longitudinal study. **Journal of internal medicine**, v. 285, n. 1, p. 92-101, 2019.

ANGOORANI, H. et al. The Effect of Roux-en-y Gastric Bypass Surgery on Fitness Parameters in Women with Morbid Obesity. **Journal of Minimally Invasive Surgical Sciences**, v. 7, n. 1, 2018.

APOVIAN, C. M.; RIFFENBURG, K. M. Perspectives on the global obesity epidemic. **Current Opinion in Endocrinology & Diabetes and Obesity**, v. 24, n. 5, p. 307–309, 2017.



---

---

ASKARPOUR, M. et al. Effect of bariatric surgery on serum inflammatory factors of obese patients: a systematic review and meta-analysis. **Obesity surgery**, v. 29, n. 8, p. 2631, 2019.

BARBAT-ARTIGAS, S. et al. Exploring the role of muscle mass, obesity, and age in the relationship between muscle quality and physical function. **Journal of the American Medical Directors Association**, v. 15, n. 4, p. 303. e13-303. e20, 2014.

BELLICHA, A. et al. Changes in cardiorespiratory fitness after gastric bypass: relations with accelerometry-assessed physical activity. **Obesity surgery**, v. 29, n. 9, p. 2936-2941, 2019.

BELLICHA, A. et al. Effectiveness of exercise training after bariatric surgery—a systematic literature review and meta-analysis. **Obesity Reviews**, v. 19, n. 11, p. 1544-1556, 2018.

BEREZINA, A. et al. Prevalence, risk factors, and genetic traits in metabolically healthy and unhealthy obese individuals. **Biomed Res Int**, v. 2015, 548734-548734, 2015.

BERIAULT, K. et al. Reproducibility of the 6-minute walk test in obese adults. **International journal of sports medicine**, v. 30, n. 10, p. 725-727, 2009.

BOOTH, A. et al. Adipose tissue: an endocrine organ playing a role in metabolic regulation. **Hormone molecular biology and clinical investigation**, v. 26, n. 1, p. 25-42, 2016.

CAMACHO, S. RUPPEL, A. Is the calorie concept a real solution to the obesity epidemic? **Global Health Action**, v. 10, n. 1, p. 1289650, 2017.

CAPODAGLIO, P. et al. Reference values for the 6-Min Walking Test in obese subjects. **Disability and rehabilitation**, v. 35, n. 14, p. 1199-1203, 2013.

---

CASTELLO, V. et al. Impact of aerobic exercise training on heart rate variability and functional capacity in obese women after gastric bypass surgery. **Obesity surgery**, v. 21, n. 11, p. 1739-1749, 2011.

CHOOI, Y. C.; DING, C.; MAGKOS, F. The epidemiology of obesity. **Metabolism**, v. 92, p. 6-10, 2019

CONSITT, L. A.; CLARK, B. C. The vicious cycle of myostatin signaling in sarcopenic obesity: myostatin role in skeletal muscle growth, insulin signaling and implications for clinical trials. **The Journal of frailty & aging**, v. 7, n. 1, p. 21-27, 2018.

ENGLISH, W. J. et al. American Society for Metabolic and Bariatric Surgery estimation of metabolic and bariatric procedures performed in the United States in 2016. **Surgery for Obesity and Related Diseases**, v. 14, n. 3, p. 259-263, 2018.

EVANGELISTA, A. L. et al. Does whole-body electrical muscle stimulation combined with strength training promote morphofunctional alterations?. **Clinics**, v. 74, p. e1334-e1334, 2019.

EVANS, R. K. The role of physical activity participation in weight loss outcomes following weight loss surgery. **American Journal of Lifestyle Medicine**, v. 4, n. 2, p. 124-129, 2010.

FERNHALL, B.; BORGHI-SILVA, A.; BABU, A. S. The future of physical activity research: funding, opportunities and challenges. **Progress in cardiovascular diseases**, v. 57, n. 4, p. 299-305, 2015.

FERREIRA, A. P. S.; SZWARCOWALD, C. L.; DAMACENA, G. N. Prevalence of obesity and associated factors in the Brazilian population: a study of data from the 2013 National Health Survey, **Revista Brasileira de Epidemiologia**, v. 22, p. e190024, 2019.

FILIPOVIC, A. et al. Electromyostimulation—a systematic review of the influence of training regimens and stimulation parameters on effectiveness in electromyostimulation

---

---

training of selected strength parameters. **The Journal of Strength & Conditioning Research**, v. 25, n. 11, p. 3218-3238, 2011.

FILIPOVIC, A. et al. Electromyostimulation—a systematic review of the effects of different electromyostimulation methods on selected strength parameters in trained and elite athletes. **The Journal of Strength & Conditioning Research**, v. 26, n. 9, p. 2600-2614, 2012.

FORHAN, M.; GILL, S. V. Obesity, functional mobility and quality of life. **Best Practice & Research Clinical Endocrinology & Metabolism**, v. 27, n. 2, p. 129-137, 2013.

FRANCISCO, V. et al. Obesity, fat mass and immune system: role for leptin. **Frontiers in physiology**, v. 9, p. 640, 2018.

FRITZSCHE, Dirk et al. Elektromyostimulation (EMS) bei kardiologischen Patienten: Wird das EMS-Training bedeutsam für die Sekundärprävention?(Originalarbeit). **Herz**, v. 35, n. 1, p. 34-40, 2010.

FRÜHBECK, G. et al. Adiponectin-leptin ratio: a promising index to estimate adipose tissue dysfunction. Relation with obesity-associated cardiometabolic risk. **Adipocyte**, v. 7, n. 1, p. 57-62, 2018.

FUNCKE, J. B.; SCHERER, P. E. Beyond adiponectin and leptin: adipose tissue-derived mediators of inter-organ communication. **Journal of Lipid Research**, v.60, n. 10, p. 1648-1684, 2019.

GIOLO DE CARVALHO, F.; SPARKS, L. M. Targeting white adipose tissue with exercise or bariatric surgery as therapeutic strategies in obesity. **Biology**, v. 8, n. 1, p. 16, 2019.

GIUDICE, J.; TAYLOR, J. M. Muscle as a paracrine and endocrine organ. **Current opinion in pharmacology**, v. 34, p. 49-55, 2017.

---

---

HALL, K.D.; GUO, J. Obesity Energetics: Body Weight Regulation and the Effects of Diet Composition. **Gastroenterology**, v.152, n.7, p. 1718–1727, 2017.

HERRING, L. Y. et al. Changes in physical activity behaviour and physical function after bariatric surgery: a systematic review and meta-analysis. **Obesity reviews**, v. 17, n. 3, p. 250-261, 2016.

HOFFMANN, C.; WEIGERT, C. Skeletal muscle as an endocrine organ: the role of myokines in exercise adaptations. **Cold Spring Harbor perspectives in medicine**, v. 7, n. 11, p. a029793, 2017.

IKEDA, K.; MARETICH, P.; KAJIMURA, S. The common and distinct features of brown and beige adipocytes. **Trends in Endocrinology & Metabolism**, v. 29, n. 3, p. 191-200, 2018.

IWABU, M. et al. Adiponectin and AdipoR1 regulate PGC-1 $\alpha$  and mitochondria by Ca<sup>2+</sup> and AMPK/SIRT1. **Nature**, v. 464, n. 7293, p. 1313-1319, 2010.

JONES, Sarah et al. Neuromuscular electrical stimulation for muscle weakness in adults with advanced disease. **Cochrane Database of Systematic Reviews**, n. 10, p. CD009419-CD009419, 2016.

KANG, Y. M. et al. Visceral adiposity index predicts the conversion of metabolically healthy obesity to an unhealthy phenotype. **PloS one**, v. 12, n. 6, p. e0179635, 2017.

KEMMLER, W. et al. Effects of high intensity resistance training versus whole-body electromyostimulation on cardiometabolic risk factors in untrained middle aged males. A randomized controlled trial. **J. Sports Res**, v. 3, p. 44-55, 2016a.

KEMMLER, W. et al. Effects of whole-body electromyostimulation on resting metabolic rate, body composition, and maximum strength in postmenopausal women: the training and

---

---

electrostimulation trial. **The Journal of Strength & Conditioning Research**, v. 24, n. 7, p. 1880-1887, 2010.

KEMMLER, W. et al. Effects of whole-body electromyostimulation versus high-intensity resistance exercise on body composition and strength: a randomized controlled study. **Evidence-Based Complementary and Alternative Medicine**, v. 2016, p. 9236809-9236809, 2016b.

KEMMLER, W. et al. Impact of whole-body electromyostimulation on body composition in elderly women at risk for sarcopenia: the Training and ElectroStimulation Trial (TEST-III). **Age**, v. 36, n. 1, p. 395-406, 2014.

KEMMLER, W. et al. Whole-body electromyostimulation and protein supplementation favorably affect sarcopenic obesity in community-dwelling older men at risk: the randomized controlled FranSO study. **Clinical Interventions in Aging**, v. 12, p. 1503-1513, 2017.

KENT, S. et al. Body mass index and healthcare costs: a systematic literature review of individual participant data studies. **Obes Rev**, v.18, n. 8, p. 869-879, 2017.

KOTHARI, S. N. et al. Long-term (> 10-year) outcomes after laparoscopic Roux-en-Y gastric bypass. **Surgery for Obesity and Related Diseases**, v. 13, n. 6, p. 972-978, 2017.

LAKOSKI, S. G. et al. The relationship between inflammation, obesity and risk for hypertension in the Multi-Ethnic Study of Atherosclerosis (MESA). **Journal of human hypertension**, v. 25, n. 2, p. 73-79, 2011.

LARSSON, U. E.; REYNISDOTTIR, S. The six-minute walk test in outpatients with obesity: reproducibility and known group validity. **Physiotherapy Research International**, v. 13, n. 2, p. 84-93, 2008.

LIU, C. et al. The Prevalence of Metabolically Healthy and Unhealthy Obesity according to Different Criteria. **Obesity Facts**, v.12, n. 1, p. 78–90, 2019.

---

---

MATSUDA, M.; SHIMOMURA, IB. Roles of adiponectin and oxidative stress in obesity-associated metabolic and cardiovascular diseases. **Reviews in endocrine and metabolic disorders**, v. 15, n. 1, p. 1-10, 2014.

MECHANICK, J. et al. American Association of Clinical Endocrinologists, The Obesity Society, and American Society for Metabolic & Bariatric Surgery Medical Guidelines for Clinical Practice for the perioperative nutritional, metabolic, and nonsurgical support of the bariatric surgery patient. **Endocrine Practice**, v. 14, n. Supplement 1, p. 1-83, 2008.

MENDHAM, A. E. et al. Exercise training results in depot-specific adaptations to adipose tissue mitochondrial function. **Scientific reports**, v. 10, n. 1, p. 1-14, 2020.

MILAN, G. et al. Changes in muscle myostatin expression in obese subjects after weight loss. **The Journal of Clinical Endocrinology & Metabolism**, v. 89, n. 6, p. 2724-2727, 2004.

NICHOLSON, T. et al. The role of adipokines in skeletal muscle inflammation and insulin sensitivity. **Journal of Inflammation**, v. 15, n. 1, p. 9, 2018.

PATAKY, Z. et al. Effects of obesity on functional capacity. **Obesity**, v. 22, n. 1, p. 56-62, 2014.

PEDERSEN, B. K.; FEBBRAIO, M. A. Muscles, exercise and obesity: skeletal muscle as a secretory organ. **Nature Reviews Endocrinology**, v. 8, n. 8, p. 457-465, 2012.

PETERLI, R. et al. Early results of the Swiss Multicentre Bypass or Sleeve Study (SM-BOSS): a prospective randomized trial comparing laparoscopic sleeve gastrectomy and Roux-en-Y gastric bypass. **Annals of surgery**, v. 258, n. 5, p. 690-695, 2013.

PETERSON, M. D. et al. Adiposity attenuates muscle quality and the adaptive response to resistance exercise in non-obese, healthy adults. **International Journal of Obesity**, v. 35, n. 8, p. 1095-1103, 2011.

---

---

POIRIER, P. et al. Bariatric surgery and cardiovascular risk factors: a scientific statement from the American Heart Association. **Circulation**, v. 123, n. 15, p. 1683-1701, 2011.

POZZA, C.; ISIDORI, A. M. What's Behind the Obesity Epidemic. Imaging in Bariatric Surgery. **Imaging in bariatric surgery**, p. 1-8, 2018.

RYAN, A. S. et al. Aerobic exercise+ weight loss decreases skeletal muscle myostatin expression and improves insulin sensitivity in older adults. **Obesity**, v. 21, n. 7, p. 1350-1356, 2013.

SACHS, S. et al. Intermuscular adipose tissue directly modulates skeletal muscle insulin sensitivity in humans. **American Journal of Physiology-Endocrinology and Metabolism**, v. 316, n. 5, p. E866-E879, 2019.

SCHIRMER, B. The American College of Surgeons (ACS) Bariatric Surgery Center Network. **The SAGES Manual**. Springer, New York, NY, p. 261-273, 2008.

SEEBACHER, F. et al. Obesity-induced decreases in muscle performance are not reversed by weight loss. **International Journal of Obesity**, v. 41, n. 8, p. 1271-1278, 2017.

SHERF DAGAN, S. et al. Nutritional recommendations for adult bariatric surgery patients: clinical practice. **Advances in Nutrition**, v. 8, n. 2, p. 382-394, 2017.

SMITH, K. B.; SMITH, M. S. Obesity statistics. **Primary care: clinics in office practice**, v. 43, n. 1, p. 121-135, 2016.

STEGEN, S. et al. Physical fitness in morbidly obese patients: effect of gastric bypass surgery and exercise training. **Obesity surgery**, v. 21, n. 1, p. 61-70, 2011.

TABESH, M. R. et al. Nutrition, Physical Activity, and Prescription of Supplements in Pre- and Post-bariatric Surgery Patients: a Practical Guideline. **Obesity Surgery**, p. 1-16, 2019.

---

---

TALLIS, J.; JAMES, R. S.; SEEBACHER, F. The effects of obesity on skeletal muscle contractile function. **Journal of Experimental Biology**, v. 221, n. 13, p. jeb163840, 2018.

VAN BUUREN, F. et al. Electrical myostimulation improves left ventricular function and peak oxygen consumption in patients with chronic heart failure: results from the exEMS study comparing different stimulation strategies. **Clinical Research in Cardiology**, v. 102, n. 7, p. 523-534, 2013.

VARGAS, C. B. et al. Functioning of obese individuals in pre-and postoperative periods of bariatric surgery. **Obesity surgery**, v. 23, n. 10, p. 1590-1595, 2013.

Vigitel Brazil 2018: surveillance of risk and protective factors for chronic diseases by telephone survey: estimates of frequency and sociodemographic distribution of risk and protective factors for chronic diseases in the capitals of the 26 Brazilian states and the Federal District in 2018

VON STENGEL, S. et al. Whole-body electromyostimulation to fight osteopenia in elderly females: the randomized controlled training and electrostimulation trial (TEST-III). **Journal of osteoporosis**, v. 2015, p. 643520-643520, 2015.

WAHL, P. et al. Acute metabolic, hormonal and psychological responses to cycling with superimposed electromyostimulation. **European journal of applied physiology**, v. 114, n. 11, p. 2331-2339, 2014.

WANG, Z. V.; SCHERER, P. E. Adiponectin, the past two decades. **Journal of molecular cell biology**, v. 8, n. 2, p. 93-100, 2016.

WANG, X. et al. Proinflammatory macrophages impair skeletal muscle differentiation in obesity through secretion of tumor necrosis factor- $\alpha$  via sustained activation of p38 mitogen-activated protein kinase. **Journal of cellular physiology**, v. 234, n. 3, p. 2566-2580, 2019.



---

WEDELL-NEERGAARD, A. et al. Exercise-induced changes in visceral adipose tissue mass are regulated by IL-6 signaling: a randomized controlled trial. **Cell metabolism**, v. 29, n. 4, p. 844-855, 2019.

WIKLUND, M.; SUNDQVIST, E.; OLSÉN, M. F. Physical activity in the immediate postoperative phase in patients undergoing roux-en-Y gastric bypass—a randomized controlled trial. **Obesity surgery**, v. 25, n. 12, p. 2245-2250, 2015.

WITTMANN, K. et al. Impact of whole body electromyostimulation on cardiometabolic risk factors in older women with sarcopenic obesity: the randomized controlled FORMOsA-sarcopenic obesity study. **Clinical Interventions in Aging**, v. 11, p. 1697, 2016.

WORLD HEALTH ORGANIZATION (WHO). Obesity and overweight. 2016. Disponível em: <http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs311/en/>.

WU, H. et al. Skeletal muscle inflammation and insulin resistance in obesity. **The Journal of Clinical Investigation**, v. 127, n. 1, p. 43–54, 2017.

ZHANG, M. et al. Associations of different adipose tissue depots with insulin resistance: a systematic review and meta-analysis of observational studies. **Scientific reports**, v. 5, p. 18495, 2015.

ZUBERI, K. A.; MAGNUSON, T.; SCHWEITZER, M. A. Laparoscopic Surgery for Morbid Obesity. **Current Surgical Therapy. 11th ed. Philadelphia: Elsevier**, 2014.

ZUBKOVA, E. S. et al. Regulation of adipose tissue stem cells angiogenic potential by tumor necrosis factor-alpha. **Journal of cellular biochemistry**, v. 117, n. 1, p. 180-196, 2016.



**APÊNDICES**

**TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO**

Consentimento de participação no trabalho: Efeitos funcionais, clínicos e sistêmicos da estimulação elétrica corpórea no pós-operatório de cirurgia bariátrica.

Responsáveis:

**Profa. Dra. Audrey Borghi e Silva – Departamento de Fisioterapia - UFSCar**

Pós-doutoranda: Luciana Di Thommazo Luporini– Programa de Pós-graduação em Fisioterapia – UFSCar

Eu, \_\_\_\_\_, RG N.º \_\_\_\_\_ e CPF \_\_\_\_\_, declaro estar ciente das condições sob as quais me submeterei ao trabalho acima citado, proposto pela Prof<sup>a</sup>. Dra. Audrey Borghi e Silva. O trabalho tem como objetivo principal verificar a existência de associação entre variáveis obtidas por testes de avaliação funcional e muscular de forma não invasiva e coleta sanguínea venosa de forma invasiva por profissional qualificado e delegado para tal função.

Inicialmente serei submetido a uma avaliação física, um teste cardiopulmonar máximo em esteira ergométrica, sob supervisão médica e fisioterapêutica e entrevista e, caso selecionado, realizarei uma avaliação de constituição física por bioimpedância elétrica, uma avaliação de força muscular em equipamento apropriado para este fim e testes funcionais em campo (testes de caminhada e subida e descida de degraus), sob supervisão dos profissionais responsáveis pelo estudo. Após a cirurgia, serei reavaliado e participarei de um programa de exercícios leves junto com a eletroestimulação, que é um tratamento para auxiliar no fortalecimento dos músculos e poderá auxiliar na perda de peso. O tratamento poderá causar desconforto, e este será reduzido com a dosagem corrigida, de acordo com a minha tolerância.

Estou ciente de que minha participação no presente estudo envolve mínimo risco, uma vez que os testes são de fácil execução e possuem alta aplicabilidade clínica, sendo amplamente utilizados, além de serem acompanhados pelos profissionais responsáveis integralmente. Adicionalmente, as devidas medidas de segurança serão tomadas. Os testes propostos consistem em modalidades de caminhada em terreno plano, subida de degrau único de 20 cm de altura e caminhada em esteira ergométrica com todos os aparatos de segurança necessários para a execução dos mesmos e avaliação de força muscular em equipamento bastante seguro (dinamômetro isocinético), sendo que o mesmo também possui dispositivo de segurança para interrupção do teste quando necessário e solicitado a qualquer instante. No início, durante e após os testes

serão monitorizadas variáveis fisiológicas, de modo que será medida minha pressão arterial pelo método auscultatório indireto, frequência cardíaca e questionada minha percepção subjetiva ao esforço e qualquer alteração serei avisado pelo fisioterapeuta e o teste será interrompido imediatamente. Além disso, durante o teste será analisado o comportamento do meu coração, pelo uso de um equipamento semelhante a um relógio, sem a utilização de drogas medicamentosas ou de procedimentos invasivos. Serei orientado (a) a comunicar os avaliadores sobre eventuais sintomas, tais como tontura, turvação visual, náuseas, dor, cansaço e fadiga, que eu possa vir a apresentar para que providências adequadas sejam tomadas.

No teste cardiopulmonar máximo, realizado previamente aos demais testes e acompanhado pelo profissional médico, serei monitorado por meio da derivação MC5, no qual será avaliado o comportamento eletrocardiográfico com relação a possíveis alterações isquêmicas e à existência bem como quantidade, se houver, dos seguintes tipos de arritmias: extra-sístole isolada, ventricular unifocal ou multifocal, bloqueio divisional, fibrilação atrial, bloqueio completo de ramo direito, pausa sinusal e taquicardia ventricular não sustentada antes, durante e após o teste.

Na ocasião de ocorrerem riscos de qualquer natureza, quais sejam, quedas e/ou demais acidentes, lesões osteomioarticulares, mal-estar e/ou instabilidade hemodinâmica, os próprios pesquisadores se responsabilizam pelas condutas de primeiros socorros, bem como encaminhamento médico quando necessário e/ou qualquer tipo de avaliação fisioterapêutica como resultado de dano físico.

Ressalta-se que somente farei parte do trabalho se estiver de acordo com critérios estabelecidos para um grupo de indivíduos cujas características serão determinadas por meio de uma avaliação detalhada, sendo selecionado(a) apenas se estiver em condição clinicamente estável.

Além disso, sei que minha participação nesse estudo é estritamente voluntária e, portanto, não receberei qualquer forma de remuneração pela minha participação no experimento, podendo desistir de participar da pesquisa a qualquer momento sem dano ou prejuízo. Por fim, sei que os dados obtidos desse trabalho serão mantidos em sigilo e não poderão ser consultados por outras pessoas sem minha autorização por escrito, ao menos para fins científicos, resguardando, portanto, minha privacidade.

Eu li e entendi todas as informações contidas neste documento, assim como as da Resolução 196/96 do Conselho Nacional de Saúde.

**APÊNDICE A – Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE) 109**

---

---

São Carlos, \_\_\_\_\_ de \_\_\_\_\_ de 2017.

\_\_\_\_\_  
Assinatura do Voluntário

Responsáveis

\_\_\_\_\_  
Profª. Dra. Audrey Borghi e Silva

\_\_\_\_\_  
Pós-doutoranda: Luciana Di Thommazo Luporini

---

---

FICHA DE AVALIAÇÃO

Data da avaliação inicial: \_\_\_\_ / \_\_\_\_ / \_\_\_\_

Avaliador: \_\_\_\_\_

**DADOS PESSOAIS**

Nome: \_\_\_\_\_

Endereço: \_\_\_\_\_

Cidade: \_\_\_\_\_ Telefone: ( ) \_\_\_\_\_ - \_\_\_\_\_ Celular: ( ) \_\_\_\_\_ - \_\_\_\_\_

Data de Nascimento: \_\_\_\_ / \_\_\_\_ / \_\_\_\_ Idade: \_\_\_\_\_ Sexo: \_\_\_\_ Raça: \_\_\_\_\_

Profissão: \_\_\_\_\_ Estado civil: \_\_\_\_\_

Escolaridade: \_\_\_\_\_ Nível socioeconômico: \_\_\_\_\_

Situação empregatícia: ( ) empregada(o) ( ) desempregada(o) ( ) aposentada(o)

**DIAGNÓSTICO:** \_\_\_\_\_ Médico: \_\_\_\_\_

**HMA e HP:** \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

Tempo de obesidade: \_\_\_\_\_

Encaminhado por: \_\_\_\_\_

Tem história de obesidade na família? (Grau de parentesco) \_\_\_\_\_

No que a obesidade interfere no seu dia-a-dia? \_\_\_\_\_

Você sente dor no peito quando realiza esforço físico? ( ) Sim ( ) Não

Você consegue caminhar uns 6 a 8 quarteirões sem ter que parar para descansar?

( ) Sim ( ) Não

Você consegue subir uma ladeira sem dificuldade?

( ) Sim ( ) Não

Alguns médicos alguma vez já lhe disseram que você não pode praticar atividade física?

( ) Sim ( ) Não

Realizou alguma cirurgia? Há quanto tempo? \_\_\_\_\_

Data programada para a cirurgia bariátrica \_\_\_\_\_

Tem filhos? Sim ( ) Não ( ) Há quanto tempo teve o último filho? \_\_\_\_\_

**CICLO MENSTRUAL:** Regular ( ) Irregular ( ) Duração do ciclo: \_\_\_\_ dias

Última menstruação: \_\_\_/\_\_\_/\_\_\_\_\_ Fase do ciclo: Pré-menstrual ( ) Menstrual ( ) Pós-menstrual ( )

Faz uso de ACo: Sim ( ) Não ( ) Qual? \_\_\_\_\_

Há quanto tempo? \_\_\_\_\_

**FATORES DE RISCO**

**HISTÓRIA FAMILIAR**

	SIM	NÃO		SIM	NÃO
Diabetes			Anemia		
HA			História de AVC		
Estresse			História de Infarto		
Tireóide			Apnéia do sono		
Dislipidemias			Insuficiência renal		
Obesidade			Asma		

	SIM	NÃO
História de AVC		
História de Infarto		

Obs: \_\_\_\_\_

Nome da medicação	Dosagem	Posologia	Tempo de uso	Finalidade da medicação utilizada

**Fumante:** Sim ( ) Não ( )

Se sim: Quanto tempo: \_\_\_\_\_ Quantos cigarro/dia: \_\_\_\_\_

Se não: Já fumou: \_\_\_\_\_ Quanto tempo parou \_\_\_\_\_ Período: \_\_\_\_\_ Qtos cig/dia: \_\_\_\_\_

**Ingere bebida alcoólica:** Sim ( ) Não ( ) Raramente ( )

*Se sim:* Destilado ( ) Fermentado ( ) *Quantidade:* Pouca ( ) Média ( ) Grande ( )

*Frequência* \_\_\_\_\_ x/semana

**Faz dieta alimentar:** Sim ( ) Não ( )

*Se sim:* Qual: \_\_\_\_\_ Quanto tempo: \_\_\_\_\_

**Massa corporal:**

Perdeu peso recentemente? Sim ( ) Não ( )

*Se sim:* Quantos Kg? \_\_\_\_\_ Obs: \_\_\_\_\_

**Pratica atividade física:** Sim ( ) Não ( )

*Se sim:* Qual: \_\_\_\_\_ Tem orientação médica: \_\_\_\_\_

Frequência \_\_\_\_\_ x/semana Quantas horas por dia: \_\_\_\_\_

Nível: Leve ( ) Moderada ( ) Intensa ( ) Há quanto tempo: \_\_\_\_\_

**1. EXAME FÍSICO**

Altura: \_\_\_\_\_ m Peso: \_\_\_\_\_ kg IMC: \_\_\_\_\_ kg/m<sup>2</sup>

FC repouso: \_\_\_\_\_ PA repouso: \_\_\_\_\_ Índice cintura-quadril: \_\_\_\_\_

CIRTOMETRIA	1.º	2.º	3.º (se necessário)
Braço			
Axilar			
Xifoideana			
Cintura			
Umbilical			
Quadril			
Coxa			
Pescoço			



---



---

Panturrilha			
-------------	--	--	--

Comprimento MID: (espinha ilíaca anterior até maléolo medial): \_\_\_\_\_ cm

<b>CIRTOMETRIA</b>	<b>1.º</b>	<b>2.º</b>	<b>3.º (se necessário)</b>
Braço			
Axilar			
Xifoideana			
Cintura			
Umbilical			
Quadril			
Coxa			
Pescoço			
Panturrilha			

Teste de Exercício Cardiopulmonar

Ficha de Registro de Dados

Nome:	RG:	Idade:	Sexo:
D.N.:	Estado Civil:	Etnia/Cor: <input type="checkbox"/> A <input type="checkbox"/> B <input type="checkbox"/> N <input type="checkbox"/> P	
Telefones:	Grupo de Pesquisa:		
Estatura (m):	Massa (kg):	IMC (kg/m <sup>2</sup> ):	Circunferência
Anamnese:			
Medicamentos:			

FC Máx	/ FC Sub 85%	Corrigida (β-Bloq)	FC Rep.	Sup	Em pé	PA Rep.	Sup	Em pé
POLAR: /								

Estágio	Tempo (min)	Velocidade (Km/h)	Inclinação (%)	FC (bpm)	PA (mmHg)	IPE		Peito
						Cansaço	Fadiga MMII	
1	3	2.7	10					
2	3	4.0	12					
3	3	5.5	14					
4	3	6.8	16					
5	3	8.0	18					
6	3	8.8	20					
7	3	9.7	22					
8	3	10.5	24					
Recuperação pós-teste	1º minuto	3.0	0 (REC ATIVA)					
	3º minuto	-	(REC PASSIVA)					
	6º minuto							

Interrompido por:

**Distância percorrida:**

**Tempo total:**

**Qual foi o fator mais limitante:**

<b>TESTE DE CAMINHADA 6' - CORREDOR</b>				
Nome:			Avaliador:	
Peso: kg	Estatura: m	Idade:	Sexo: M F	Data: / / 20
IMC: kg/m <sup>2</sup>	Grupo:			
Diagnóstico:			Medicações/ Obs:	
<b>Valores basais</b>				
FC				
PA				
FCmáx      FCsub85%				
Tempo	PA	FC	Borg	Dist. percorrida
1'				
Polar:	X	X	X/ X /X	
2'				
Polar:	X	X	X/ X /X	
3'				
Polar:	X		/ /	
4'				
Polar:	X	X	X/ X /X	
5'				
Polar:	X	X	X/ X /X	
6'				
			/ /	

<b>Polar:</b>				
<b>Rec 1' sentado</b>				
<b>Polar:</b>			/ /	
<b>Rec 3' sentado</b>				
<b>Polar:</b>			/ /	
<b>Rec 6' sentado</b>				
<b>Polar:</b>			/ /	

Orientações	
<b>1º minuto</b>	Está indo muito bem. Faltam 5'.
<b>2º minuto</b>	Continue assim. Faltam 4'.
<b>3º minuto</b>	Está indo muito bem. Faltam 3'.
<b>4º minuto</b>	Mantenha o ritmo. Faltam 2'.
<b>5º minuto</b>	Está indo muito bem. Falta 1'.
<b>15" antes do fim</b>	O(A) senhor(a) deverá para quando eu pedir.



**ANEXOS**

**Carta de submissão do Estudo I ao periódico *Brazilian Journal of Medical and Biological Research*.**

11-Jul-2020

Dear Dr. Borghi-Silva,

Your manuscript entitled "Impact of bariatric surgery on submaximal exercise testing in morbid obese patients" will be sent to the editor of the Brazilian Journal.

You may check on the status of this manuscript by selecting the "Author Center" link under the following URL:

<https://mc04.manuscriptcentral.com/bjmb-br-scielo>

(Press/Click on the above link to be automatically sent to the web page.)

Thank you for submitting your paper to the Brazilian Journal of Medical and Biological Research.

Sincerely,

Journal Office  
Brazilian Journal of Medical and Biological Research

---

---

**Carta de submissão do Estudo II ao periódico *International Journal of Obesity***

Dear Miss Delgado André,

On 29th Jul 2020, I received your manuscript entitled "Whole-body electrical stimulation as a strategy to improve functional capacity and preserve lean mass after bariatric surgery: a randomized triple-blind controlled trial" by Larissa Delgado André, Renata Basso-Vanelli, Paula Ricci, Luciana Di Thommazo-Luporini, Cláudio Oliveira, Guilherme Focchi Haddad, José Michel Haddad, Nivaldo Antonio Parizotto, Ross Arena, and Audrey Borghi-Silva.

Your manuscript has been assigned the Paper #: 2020IJO01132.

You may check on the status of this manuscript by selecting the "Check Manuscript Status" link under the following URL:

<https://mts-ijo.nature.com/cgi-bin/main.plex?el=A2BR5PCW3A4BFSq4F5A9ftdrm6QVcY7M2MlxdLmfA9sAZ>

(Press/Click on the above link to be automatically sent to the web page.)

In addition, Springer Nature encourages all authors and reviewers to associate an Open Researcher and Contributor Identifier (ORCID) to their account. ORCID is a community-based initiative that provides an open, non-proprietary and transparent registry of unique identifiers to help disambiguate research contributions.

Should you wish to publish your ORCID with this manuscript, please use the link below to access your account listed as co-author and attach your ORCID following <https://www.springernature.com/gp/researchers/orcid/orcid-for-nature-research>>these instructions. Please note that it must be linked prior to acceptance, it will not be possible to add/modify ORCIDs at proof, and you may not receive further notification before an accept decision is made. Please ensure the ORCID is linked to your account associated with this manuscript, and not to any other account you may have on our system.

Login = larissalJO

[Access your account](#)

If you have any issues attaching an ORCID to your Manuscript Tracking System account, please contact the [Platform Support Helpdesk](#).

Thank you for submitting your work to the International Journal of Obesity.

Sincerely,

Editor  
International Journal of Obesity  
<http://www.nature.com/ijo>

## PARECER DO COMITÊ DE ÉTICA EM PESQUISA (CEP)

UNIVERSIDADE FEDERAL DE  
SÃO CARLOS/UFSCAR

## PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP

## DADOS DO PROJETO DE PESQUISA

**Título da Pesquisa:** Efeitos funcionais, clínicos e sistêmicos da estimulação elétrica corpórea no pós-operatório de cirurgia bariátrica

**Pesquisador:** Audrey Borghi Silva

**Área Temática:**

**Versão:** 1

**CAAE:** 41736615.2.0000.5504

**Instituição Proponente:** Departamento de Fisioterapia

**Patrocinador Principal:** Financiamento Próprio

## DADOS DO PARECER

**Número do Parecer:** 966.613

**Data da Relatoria:** 10/03/2015

**Apresentação do Projeto:**

Projeto muito bem escrito e de acordo com a literatura que visa avaliar a capacidade funcional, os parâmetros de força e endurance muscular, os marcadores antiinflamatórios e próinflamatórios circulantes, e o controle autônomo da frequência cardíaca de candidatos à cirurgia bariátrica antes e após a intervenção cirúrgica, com aplicação de estimulação elétrica neuromuscular de corpo inteiro (EENMC) como estratégia na reabilitação precoce.

**Objetivo da Pesquisa:**

adequados

**Avaliação dos Riscos e Benefícios:**

bem definidos

**Comentários e Considerações sobre a Pesquisa:**

Proposta interessante que de acordo com os resultados poderá constituir um recurso efetivo a pacientes de cirurgia bariátrica, avaliando sob condições controladas, os efeitos dessa nova estratégia terapêutica (EENMC) nestes pacientes no período pós-operatório da cirurgia

**Considerações sobre os Termos de apresentação obrigatória:**

adequados

**Endereço:** WASHINGTON LUIZ KM 235

**Bairro:** JARDIM GUANABARA

**CEP:** 13.565-905

**UF:** SP

**Município:** SAO CARLOS

**Telefone:** (16)3351-9683

**E-mail:** cephumanos@ufscar.br



UNIVERSIDADE FEDERAL DE  
SÃO CARLOS/UFSCAR



Continuação do Parecer 966 613

**Recomendações:**

aprovar

**Conclusões ou Pendências e Lista de Inadequações:**

nada a declarar

**Situação do Parecer:**

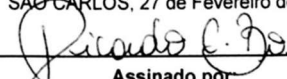
Aprovado

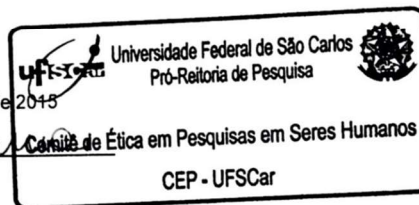
**Necessita Apreciação da CONEP:**

Não

**Considerações Finais a critério do CEP:**

SAO CARLOS, 27 de Fevereiro de 2013

  
Assinado por:  
Ricardo Carneiro Borra  
(Coordenador)



**Endereço:** WASHINGTON LUIZ KM 235

**Bairro:** JARDIM GUANABARA

**UF:** SP

**Município:** SAO CARLOS

**Telefone:** (16)3351-9683

**CEP:** 13.565-905

**E-mail:** cephumanos@ufscar.br

**QUESTIONÁRIO DE ATIVIDADE FÍSICA BASAL**

Baecke, JAH – 1982

Nome: \_\_\_\_\_ ID: \_\_\_\_\_

Sexo: \_\_\_\_\_ Idade: \_\_\_\_\_ anos

**A) OCUPAÇÃO****P1)** Qual sua principal ocupação (descrever):  
\_\_\_\_\_

1. Trabalho em escritório, motorista, vendas, lecionando, estudando, em casa, médico/paramédico, outra de nível universitário, segurança.

3. Trabalho fabril, encanador, carpinteiro, serralheiro, mecânica.

5. Construção civil, pedreiro, marceneiro, carregador.

**P2)** No trabalho, o sr(a) senta-se

1 nunca

2 raramente

3 algumas vezes

4 frequentemente

5 sempre

**P3)** No trabalho, o sr(a) fica de pé

1 nunca

2 raramente

3 algumas vezes

4 frequentemente

5 sempre

**P4)** No trabalho, o sr(a) anda

1 nunca

2 raramente

3 algumas vezes

4 frequentemente

---

---

5 sempre

**P5)** No trabalho, o sr(a) carrega objetos pesados

1 nunca

2 raramente

3 algumas vezes

4 frequentemente

5 sempre

**P6)** Depois do trabalho, o sr(a) fica fisicamente cansado

1 nunca

2 raramente

3 algumas vezes

4 frequentemente

5 sempre

**P7)** No trabalho, o sr(a) sua:

1 nunca

2 raramente

3 algumas vezes

4 frequentemente

5 sempre

**P8)** Em comparação com outras pessoas do seu convívio e com a mesma idade, o sr(a) acha que seu trabalho é fisicamente:

1 muito mais leve

2 mais leve

3 da mesma intensidade

4 mais intenso

5 muito mais intenso

**Índice Ocupacional** =  $[P1 + (6-P2) + P3 + P4 + P5 + P6 + P7 + P8] / 8 =$  \_\_\_\_\_

**B) ESPORTES**

**P9)** O sr(a) pratica algum esporte: ( ) Sim ( ) Não

**P9 a)** Caso sim:

**INTENSIDADE**

Qual esporte você pratica mais frequentemente:

0,76 bilhar, boliche, vela, outro esporte sem deslocamento corporal ativo

1,26 ciclismo, dança, natação, tênis, vôlei, caminhada

1,76 basquete, boxe, futebol, canoagem, ginástica, corrida, musculação

**TEMPO**

Quantas horas por semana:

0,5 <1

1,5 1-2

2,5 2-3

3,5 3-4

4,5 >4

**PROPORÇÃO**

Quantos meses por ano:

0,04 <1

0,17 1-3

0,42 4-6

0,67 7-9

0,92 >9

**P9a = INTENSIDADE X TEMPO X PROPORÇÃO = \_\_\_\_\_**

**P9 b)** O sr(a) pratica um segundo esporte: \_\_\_\_\_

0,76 bilhar, boliche, vela, outro esporte sem deslocamento corporal ativo

1,26 ciclismo, dança, natação, tênis, vôlei, caminhada

1,76 basquete, boxe, futebol, canoagem, ginástica, corrida, musculação

**TEMPO**

Quantas horas por semana:

0,5 <1

1,5 1-2

2,5 2-3

3,5 3-4

4,5 >4

Proporção

Quantos meses por ano:

0,04 < 1

0,17 1-3

0,42 4-6

0,67 7-9

0,92 >9

**P9 b = INTENSIDADE X TEMPO X PROPORÇÃO = \_\_\_\_\_**

**P9 = P9a + P9b = \_\_\_\_\_**

- 1 0
- 2 0,01-<4
- 3 4-<8
- 4 8-<12
- 5 = ou >12

**P10)** Em comparação com outras pessoas de seu convívio e de mesma idade, o sr(a) acha que sua atividade durante seu lazer é:

1 muito menor

2 menor

3 da mesma intensidade

4 maior

5 muito maior

**P11)** Durante seu lazer o sr(a) sua:

1 nunca

2 raramente

3 algumas vezes

---

---

4 frequentemente

5 sempre

**P12)** Durante seu lazer, o sr(a) pratica esportes:

1 nunca

2 raramente

3 algumas vezes

4 frequentemente

5 muito frequentemente

**Índice de atividade esportiva= [P9 + P10 + P11 + P12] / 4 = \_\_\_\_\_**

**C) LAZER**

**13)** Durante seu lazer, o sr(a) assiste TV:

1 nunca

2 raramente

3 algumas vezes

4 frequentemente

5 muito frequentemente

**P14)** Durante seu lazer, o sr(a) anda a pé:

1 nunca

2 raramente

3 algumas vezes

4 frequentemente

5 muito frequentemente

**P15)** Durante seu lazer, o sr(a) anda de bicicleta:

1 nunca

2 raramente

3 algumas vezes

4 frequentemente

5 muito frequentemente

---

---

**P16)** Quantos minutos habitualmente o sr(a) anda a pé ou de bicicleta por dia, indo e voltando do trabalho, escola ou compras:

- 1 <5
- 2 5-15
- 3 15-30
- 4 30-45
- 5 >45

**Índice de atividade no lazer= [(6-P13)+ P14 + P15 + P16] / 4 = \_\_\_\_\_**

INDICE	VALOR
a) OCUPACIONAL	
b) ATIVIDADE ESPORTIVA	
c) ATIVIDADE NO LAZER	
TOTAL ABSOLUTO (a+b+c)	
TOTAL MEDIO (a+b+c/ 3)	