

UNIVERSIDADE UNIEVANGÉLICA DE GOIÁS - UniEVANGÉLICA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM MOVIMENTO HUMANO E
REABILITAÇÃO - PPGMHR

EFEITO DO TREINAMENTO MUSCULAR INSPIRATÓRIO EM INDIVÍDUOS
COM OBESIDADE GRAU III EM PRÉ-OPERATÓRIO DE CIRURGIA
BARIÁTRICA E METABÓLICA

ISABEL FRANCO LOPES DE ARAÚJO

Anápolis – GO

2023

ISABEL FRANCO LOPES DE ARAÚJO

EFEITO DO TREINAMENTO MUSCULAR INSPIRATÓRIO EM INDIVÍDUOS
COM OBESIDADE GRAU III EM PRÉ-OPERATÓRIO DE CIRURGIA
BARIÁTRICA E METABÓLICA

Projeto de pesquisa apresentado ao Exame de
Defesa de Mestrado em Movimento Humano e
Reabilitação da Universidade Evangélica de Goiás –
UNIEVANGÉLICA.

Orientador: Prof. Dr. Wilson Rodrigues Freitas Junior

Co-orientador: Prof Dr Luis Vicente Franco Oliveira

Anápolis – GO

2023

A663

Araújo, Isabel Franco Lopes de.

Efeito do treinamento muscular inspiratório em indivíduos com obesidade grau III em pré-operatório de cirurgia bariátrica e metabólica / Isabel Franco Lopes de Araújo - Anápolis: Universidade Evangélica de Goiás - UniEvangélica, 2023.

34 p.; il.

Orientador: Prof. Dr. Wilson Rodrigues Freitas Júnior.

Coorientador: Prof. Dr. Luis Vicente Franco Oliveira.

Dissertação (mestrado) - Programa de Pós-Graduação em

Movimento Humano e Reabilitação - Universidade Evangélica de Goiás -

UniEvangélica, 2023.

1. Cirurgia bariátrica
2. Treinamento muscular inspiratório
3. Fisioterapia
4. Powerbreathe® I. Freitas Júnior, Wilson Rodrigues II. Oliveira, Luis Vicente Franco III. Título.

CDU 615.8

Catálogo na Fonte

Elaborado por Rosilene Monteiro da Silva CRB1/3038



FOLHA DE APROVAÇÃO

EFEITO DO TREINAMENTO MUSCULAR INSPIRATÓRIO EM INDIVÍDUOS COM OBESIDADE GRAU III EM PRÉ-OPERATÓRIO DE CIRURGIA BARIÁTRICA E METABÓLICA

ISABEL FRANCO LOPES DE ARAÚJO

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação em Movimento Humano e Reabilitação - PPGMHR da Universidade Evangélica de Goiás - UniEVANGÉLICA como requisito parcial à obtenção do grau de MESTRE.

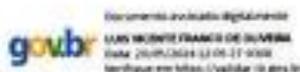
Linha de Pesquisa: Avaliação, Prevenção e Intervenção Terapêutica no Sistema Cardiorrespiratório (APIT)

Aprovado em 14 de dezembro de 2023.

Banca examinadora



Prof. Dr. Wilson Rodrigues Freitas Júnior



Prof. Dr. Luis Vicente Franco de Oliveira

Prof. Dr. Elias Ilias Jirjos

AGRADECIMENTOS

Ao meu marido, Vinícius Portilho Cabral, pela paciência companheirismo e apoio.

Ao meu orientador, Professor Doutor Wilson Rodrigues Freitas Junior e ao meu coorientador Professor Doutor Luís Vicente Franco Oliveira, por toda colaboração e orientação na elaboração deste trabalho.

À todos que colaboraram direta ou indiretamente para a realização deste trabalho.

RESUMO

Introdução: Entende-se por obesidade, o acúmulo anormal ou excessivo de gordura que apresenta risco à saúde. A obesidade é um grave problema de saúde pública no Brasil e no mundo, aumentando a incidência de mortalidade, devido às comorbidades. A obesidade grave induz alterações na função pulmonar, pois o excesso de tecido adiposo acumulado sobre o tórax e abdômen tem efeito direto na mecânica da caixa torácica, levando a um padrão respiratório restritivo. **Objetivos:** Avaliar o efeito do treinamento muscular inspiratório (TMI) nas pressões máximas inspiratória (PImax) e expiratória (PEmax) e no pico de fluxo expiratório (PFE) em pacientes obesos grau III em pré-operatório de cirurgia bariátrica e metabólica. **Metodologia:** Trata-se de um ensaio clínico conduzido de acordo com as recomendações do *Consolidated Standards of Reporting Trials* (CONSORT), envolvendo pacientes obesos classe III conforme especificado nos critérios de inclusão e exclusão. A coleta de dados foi realizada em um serviço privado de Fisioterapia e no Hospital do Rim – Instituto de Urologia e Nefrologia de Goiânia, na cidade de Goiânia (GO). Para a avaliação das PImax e PEmax e do PFE foram utilizados o manovacuômetro analógico WIKA (Wika do Brasil Ind. e Com. Ltda., Iperó, SP, Brasil) e o Peak Flow Meter Mini-Wright (Clement Clarke International Ltd, London, UK). Para a intervenção foi utilizado o dispositivo POWERbreathe® Classic Medium Resistance (POWERbreathe®, International Ltd, England, UK). **Resultados:** Foram envolvidos 1018 pacientes sedentários, com obesidade grau III, média de idade de $38,88 \pm 11,54$ anos e índice de massa corporal de $43,11 \pm 6,31$. Os valores médios de PImax pré TMI foram de $98,05 \pm 47,30$ e pós $184,17 \pm 65,84$ ($p > 0,05$), a PEmax foi de $91,50 \pm 29,53$ para $147,69 \pm 39,33$ ($p > 0,05$) e o PFE foi de $410,19 \pm 102,47$ para $516,87 \pm 114,11$ ($p > 0,05$). **Conclusão:** De acordo com os resultados apresentados, pode-se concluir que o TMI utilizando o POWERbreathe® Classic Medium Resistance melhorou as pressões ventilatórias máximas e o PFE no pré-operatório de CBM em pacientes obesos graves.

Palavras-Chave: Cirurgia Bariátrica; Treinamento Muscular Inspiratório; Fisioterapia; Powerbreathe®.

LISTA DE ABREVIATURAS

CBM	Cirurgia Bariátrica e Metabólica
CPAP	Pressão Positiva Contínua na Via Aérea
CPT	Capacidade Pulmonar Total
CRF	Capacidade Residual Funcional
DAC	Doença Arterial Coronariana
DM2	Diabetes Mellitus tipo 2
DPOC	Doença Pulmonar Obstrutiva Crônica
EPAP	Pressão Positiva Expiratória na Via Aérea
EUA	Estados Unidos da América
HAS	Hipertensão Arterial Sistêmica
IMC	Índice de Massa Corporal
OMS	Organização Mundial de Saúde
PEmax	Pressão Expiratória Máxima
PFE	Pico de Fluxo Expiratório
PImax	Pressão Inspiratória Máxima
SAOS	Síndrome da Apneia Obstrutiva do Sono
SHO	Síndrome da Hipoventilação da Obesidade
TCLE	Termo de Consentimento Livre e Esclarecido
TMI	Treinamento Muscular Inspiratório
VR	Volume Residual
VIGITEL	Sistema de Vigilância de Fatores de Risco e Proteção para Doenças Crônicas por Inquérito Telefônico
VVM	Ventilação Voluntária Máxima

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO		14
2. OBJETIVOS		18
2.1 Objetivo Geral		18
2.2 Objetivos Específicos.....		18
3. MATERIAIS E MÉTODOS		19
3.1 Desenho do estudo		19
3.2 Seleção dos participantes.....		19
3.3 Critérios de inclusão		19
3.4 Critérios de exclusão.....		20
3.5 Critérios para suspensão do estudo	Erro! Indicador não definido.	
3.6 Desfechos		21
3.6.1 Desfecho Principal.....		21
3.6.2 Desfecho Secundário		21
3.7 Protocolo do estudo		21
3.8 Intervenção		23
3.9 Análise estatística		23
3.10 Confidencialidade e privacidade		24
3.11 Riscos e benefícios esperados		25
4. RESULTADOS		25
5. DISCUSSÃO		29
6. CONCLUSÃO		34
REFERÊNCIAS.....		35

1. INTRODUÇÃO

A obesidade é uma enfermidade crônica caracterizada pelo acúmulo excessivo de tecido adiposo no organismo e corresponde a um dos maiores problemas de saúde pública do mundo ^(1,2). Segundo a Organização Mundial da Saúde (OMS), estima-se que um bilhão de pessoas apresenta excesso de peso, sendo 300 milhões destes obesos. Algumas projeções preveem que em 2025, 40% da população dos Estados Unidos da América (EUA), 30% do Reino Unido e 20% do Brasil apresentarão obesidade ⁽³⁾.

Os dados do Sistema de Vigilância de Fatores de Risco e Proteção para Doenças Crônicas por Inquérito Telefônico (VIGITEL), coletado no ano de 2021, mostrou que o sobrepeso atinge 54,7% dos homens e 47,4% das mulheres e a obesidade está presente em 17,5% em ambos os sexos, adultos com idade igual ou superior a 18 anos na cidade do Rio de Janeiro ⁽⁴⁾.

Segundo a OMS, o Índice de Massa Corpórea (IMC) é uma fórmula que expressa o grau de sobrepeso ou obesidade na população. O IMC é definido pelo cálculo do peso em quilogramas, dividido pela altura em metros ao quadrado. A OMS estabeleceu diferentes pontos de corte para permitir a classificação da obesidade, sendo grau 1 para os indivíduos com IMC entre 30 e 34,9 Kg/m², grau 2 para indivíduos com IMC entre 35 e 39,9 Kg/m² e grau 3, ou obesidade mórbida, para indivíduos com IMC acima de 40 Kg/m² ⁽⁵⁾.

Em pessoas com obesidade graus 2 e 3 poderão surgir ou agravar uma ou mais comorbidades, tais como hipertensão arterial sistêmica (HAS), doença arterial coronariana (DAC), diabetes Mellitus tipo 2 (DM2), dislipidemia, síndrome da apneia obstrutiva do sono (SAOS), síndrome da hipoventilação da obesidade (SHO), entre outras, elevando o risco para possíveis complicações ventilatórias nestes pacientes e aumento da mortalidade ^(6,7,8,9).

Os tratamentos para obesidade basicamente podem ser divididos em clínicos (dieta, exercício físico e fármacos) e cirúrgicos (cirurgia bariátrica). Os tratamentos clínicos são amplamente utilizados em um primeiro momento na

conduta terapêutica da obesidade, porém devido às altas taxas de insucesso nestes tratamentos, a cirurgia bariátrica tem sido considerada boa alternativa para o tratamento de obesos graves⁽¹⁰⁾.

Por se tratar de uma doença multifatorial e comumente associada a complicações metabólicas, faz-se necessário que o preparo para o procedimento cirúrgico seja realizado por uma equipe multidisciplinar, para que o resultado seja bem-sucedido, visto que ele está diretamente ligado às alterações no estilo de vida do paciente⁽¹¹⁾.

Dentre as especialidades que fazem parte da equipe multidisciplinar está a fisioterapia que participa de todo o processo na preparação para o procedimento cirúrgico da obesidade, desde o pré-operatório até o pós-operatório imediato e tardio. O fisioterapeuta tem como principal objetivo reduzir as chances de complicações nos sistemas cardiopulmonar, musculoesquelético e metabólico. Sua atuação requer avaliações e reavaliações de forma que esses objetivos adquiram valores hierárquicos diferenciados, de acordo com a fase do tratamento cirúrgico, cabendo ao profissional emitir pareceres junto à equipe multidisciplinar a respeito da situação físico-funcional em que se encontra o paciente⁽¹¹⁾.

A obesidade gera alterações na função pulmonar, pois o excesso de tecido adiposo acumulado sobre o tórax e abdômen tem efeito direto no músculo diafragma e nas propriedades mecânicas da caixa torácica, levando à restrição da expansão e consequente restrição da função pulmonar, traduzindo-se em insuficiência pulmonar restritiva⁽¹²⁾.

Os volumes e capacidades pulmonares declinam à medida que o paciente envelhece e o IMC progride. Isto reflete em aumento da pressão abdominal e diminuição da complacência da parede torácica, afetando a expansão e função pulmonar. Além disso, o movimento diafragmático alterado na obesidade, causada pelo acúmulo de tecido adiposo visceral, resulta no aumento do consumo de oxigênio devido à sobrecarga ventilatória e à redução da força e resistência muscular ventilatória, como evidenciado pela redução da ventilação voluntária máxima (VVM)^(13,14).

De acordo com a literatura científica, recomenda-se a fisioterapia respiratória em pacientes obesos graves indicados para cirurgia bariátrica, pois esta possui papel fundamental na recuperação da função pulmonar e prevenção

de complicações respiratórias, tais como infecções, atelectasias, pneumonias, derrame pleural, entre outras^(11,15,16).

A maioria das complicações respiratórias no pós-operatório de cirurgia bariátrica e metabólica (CBM) geralmente advém de causas pré-existentes. Entretanto, os fluxos, volumes e capacidades pulmonares alterados após o procedimento cirúrgico também estão relacionados aos efeitos da anestesia geral, devido à necessidade de intubação endotraqueal, que provoca relaxamento muscular e redução do reflexo da tosse. Há evidências científicas de que o principal fator na causa destas complicações tenha origem no manuseio dos órgãos durante o procedimento cirúrgico, causando a inibição do nervo frênico e conseqüentemente a paresia temporária do diafragma. Essas complicações que surgem no pós-operatório imediato elevam o período de internação, aumentando custos e morbidade, bem como a mortalidade^(7,16-18).

A intervenção fisioterapêutica proporciona a recuperação gradual da dinâmica toracoabdominal⁽¹⁹⁾. A utilização de protocolos que empregam o uso da pressão positiva expiratória nas vias aéreas (*expiratory positive airway pressure* – EPAP), espirometria de incentivo, pressão positiva contínua nas vias aéreas (*continuous positive airway pressure* – CPAP), cinesioterapia ativa e a deambulação precoce são essenciais na melhoria da ventilação alveolar, na restauração da capacidade residual funcional (CRF) e na qualidade de vida^(14,18,19).

Alguns estudos científicos têm mostrado que o fisioterapeuta, como membro da equipe multidisciplinar em cirurgia bariátrica, é fundamental na preparação e recuperação dos pacientes submetidos a este procedimento, uma vez que atua tanto na profilaxia como no tratamento das complicações cardiopulmonares, musculoesqueléticas e metabólicas decorrentes deste tipo de intervenção^(11,20,21).

Sabe-se que a atuação do fisioterapeuta neste tipo de cirurgia visa atenuar as alterações causadas pelo excesso de tecido adiposo corporal na mecânica respiratória, tais como redução da mobilidade torácica, redução dos volumes pulmonares, queda da saturação periférica de oxigênio e redução da força dos músculos ventilatórios, o que favorece o aparecimento de

complicações principalmente quando associadas a cirurgias, anestésias e repouso prolongado⁽²²⁾.

Sendo assim, é recomendada a atuação do fisioterapeuta com os objetivos de reduzir o risco de complicações, como pneumonias, atelectasias, derrame pleural, infecção das vias aéreas, trombose venosa profunda e embolia pulmonar, restabelecendo a função respiratória e a qualidade de vida o mais precocemente possível^(11,17).

Na fase pré-operatória o fisioterapeuta avalia e potencializa a capacidade ventilatória e a função pulmonar do paciente para o procedimento cirúrgico. Cabe ao fisioterapeuta esclarecer os pacientes sobre os efeitos e riscos da anestesia e a importância da fisioterapia respiratória como forma de prevenção das complicações, além de orientar sobre os exercícios respiratórios e motores, deambulação precoce, estímulo de tosse e alterações de decúbito no pós-operatório^(23,24).

A fisioterapia respiratória, através de diferentes técnicas (espirometria de incentivo, padrões ventilatórios, treinamento muscular, ventilação não-invasiva), realizada antes da cirurgia abdominal tem apresentado um efeito benéfico na redução significativa do risco de complicações pulmonares pós-operatórias⁽²³⁻²⁴⁾.

As técnicas e exercícios adotados pela Fisioterapia, descritos na literatura, visam restaurar o padrão ventilatório regular, controlar a respiração com o mínimo esforço, mobilizar a caixa torácica e as secreções brônquicas, auxiliar na eficiência da tosse, reexpandir o tecido pulmonar colapsado, melhorar força e a *endurance* dos músculos respiratórios e aumentar o volume corrente^(25,26).

As técnicas de fisioterapia respiratória promovem melhora das condições funcionais do aparelho respiratório atuando no tono neurovegetativo. Esta estimulação neurovegetativa promove a regulação dos hábitos de higiene respiratória, autodomínio, melhora da coordenação, da conscientização e da disciplina do ato respiratório. Tais técnicas favorecem ainda o relaxamento, o equilíbrio neuromuscular e psicológico auxiliando na retificação postural do tórax. Além disso, atua efetivamente na expectoração, drenagem, reabilitação

pulmonar e como medida preventiva, evitam que uma disfunção respiratória ou uma doença se instale^(27,28).

O treinamento muscular inspiratório (TMI) representa uma valiosa ferramenta para ganho de força muscular inspiratória e expiratória refletidas pela pressão inspiratória máxima (PIMáx) e pressão expiratória máxima (PEMáx)⁽²⁷⁾. O TMI em pré-operatório de cirurgias abdominais altas melhora a força muscular respiratória e a excursão diafragmática reduzindo a taxa de complicações pulmonares pós-operatórias⁽²⁸⁾. O TMI em pré-operatório de cirurgias cardiotorácicas ou abdominais altas, melhora significativamente a função muscular respiratória no pós-operatório imediato⁽²⁹⁾.

As alterações mecânicas respiratórias induzidas pela obesidade grave sobre a função pulmonar devido ao excesso de tecido adiposo acumulado sobre o tórax e abdômen, apresentam um efeito direto no músculo diafragma e na mecânica da caixa torácica, levando a um padrão ventilatório restritivo e consequente comprometimento da função pulmonar, traduzindo-se em insuficiência pulmonar restritiva e perda de força muscular⁽³⁰⁾. Diante deste quadro clínico, seria sugestivo investigar o efeito do TMI nas pressões máximas ventilatórias de pacientes obesos graves encaminhados a CBM.

2. OBJETIVOS

2.1 Objetivo Geral

Avaliar o efeito do TMI utilizando o POWERbreathe® Classic Medium Resistance nas pressões máximas ventilatórias e no pico de fluxo expiratório (PFE) no pré-operatório de cirurgia bariátrica e metabólica (CBM) em pacientes obesos grau III.

2.2 Objetivos Específicos

- Avaliar o efeito do TMI utilizando o POWERbreathe® Classic Medium Resistance na P_Imax em pacientes obesos grau III em pré-operatório de CBM;
- Avaliar o efeito do TMI utilizando o POWERbreathe® Classic Medium Resistance na P_Emax em pacientes obesos grau III em pré-operatório de CBM;
- Avaliar o efeito do TMI utilizando o POWERbreathe® Classic Medium Resistance no PFE em pacientes obesos grau III em pré-operatório de CBM.

3. MATERIAIS E MÉTODOS

3.1 Desenho do estudo

Trata-se de um ensaio clínico conduzido de acordo com as recomendações do *Consolidated Standards of Reporting Trials* (CONSORT), envolvendo pacientes obesos grau III encaminhados a CBM. A coleta de dados foi realizada em um serviço privado de Fisioterapia e no Hospital do Rim – Instituto de Urologia e Nefrologia de Goiânia, na cidade de Goiânia (GO), no período de janeiro de 2018 a janeiro de 2023. O fluxograma do estudo é apresentado na figura 1. O estudo foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa com Seres Humanos da Universidade Nove de Julho (Brasil) sob o número de protocolo 220506/2009 e se encontra registrado junto ao Registro Brasileiro de Ensaio Clínicos - REBEC (RBR-9k9hhv). Foi solicitado a todos os participantes a assinatura de um Termo de Consentimento Livre e Esclarecido.

3.2 Seleção dos participantes

Inicialmente, foram recrutados 1342 indivíduos com obesidade classe III. De acordo com os critérios de inclusão e exclusão, foram envolvidos neste estudo 1018 pacientes que realizaram o protocolo de TMI proposto pelo estudo.

3.3 Critérios de inclusão

Foram incluídos na pesquisa pacientes com obesidade grau III, com IMC $\geq 40 \text{ Kg/m}^2$, idade 18 a 60 anos, sedentários, que apresentavam a $P_{i\text{Max}} \leq 80 \text{ cmH}_2\text{O}$, $P_{e\text{Max}} \leq 80 \text{ cmH}_2\text{O}$ e $PFE \leq 380 \text{ L/min}$ para o sexo feminino e $PFE \leq 500 \text{ L/min}$ no sexo masculino.

3.4 Critérios de exclusão

Foram excluídos os indivíduos tabagistas, com diagnóstico de asma, doença pulmonar obstrutiva crônica (DPOC) e seqüela cardiorrespiratórias de COVID-19.

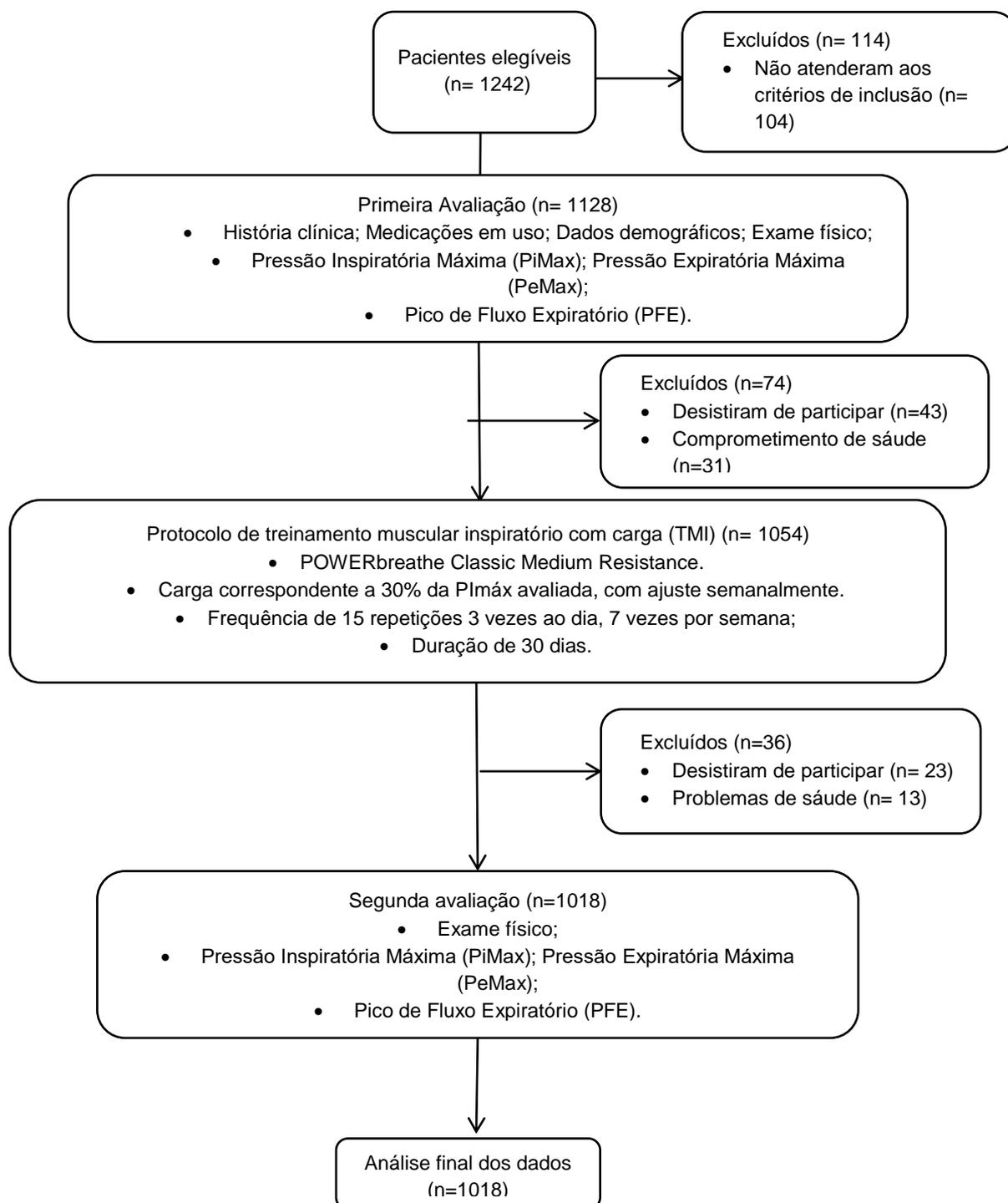


Figura 1. Fluxograma do estudo, conforme as recomendações do CONSORT.

3.5 Desfechos

3.5.1 Desfecho Principal

Alteração das pressões máximas inspiratória e expiratória verificadas através do manovacuômetro analógico

3.5.2 Desfecho Secundário

Alteração dos valores de pico de fluxo expiratório verificado através do Peak Flow meter

3.6 Protocolo do estudo

Para a avaliação das pressões máximas ventilatórias e do PFE dos pacientes com obesidade grau III envolvidos neste estudo foram utilizados os equipamentos manovacuômetro analógico WIKA (Wika do Brasil Ind. e Com. Ltda., Iperó, SP, Brasil) com uma variação de pressão de -300 a +300cmH₂O.), Peak Flow Meter Mini-Wright, com escala ATS 60-880 L/Min (Clement Clarke International Ltd, London, UK).

Inicialmente, todos os pacientes participaram de uma consulta com a fisioterapeuta responsável pela pesquisa, onde foram coletados dados clínicos, antropométricos, tais como sexo, idade, pressão arterial periférica, frequência respiratória e cardíaca, peso e altura dos participantes envolvidos neste estudo. A seguir, foram submetidos a avaliação do PFE, que é a velocidade máxima alcançada pelo ar na expiração forçada, curta e rápida, após atingir a capacidade inspiratória máxima^(31,32).

Foi explicado ao paciente o objetivo e execução geral da técnica. Para a execução do teste, acopla-se um bocal descartável ao aparelho de *Peak Flow*, com o paciente sentado em uma cadeira, com uma das mãos apoiada na parte anterior da coxa, segurando o equipamento com a outra mão e sua cabeça e pescoço em posição neutra. É necessário utilizar o clipe nasal para assegurar o fluxo expiratório de origem bucal, posteriormente, o paciente é instruído a inspirar lentamente e profundamente, colocando a boca firmemente ao redor do bocal (fazer uma vedação com os lábios), e em seguida, expirar soprando o

mais forte e rápido, fazendo com que o indicador numérico suba na escala, quantificando o máximo valor do fluxo^(31,32).

As mensurações do PFE foram realizadas três vezes seguidas e anotado o maior valor obtido. Trata-se de uma manobra simples, de fácil compreensão, onde o fluxo de ar expirado pelo paciente move um medidor, alcançando o pico de fluxo, ponto em que é feito a leitura do resultado na escala numérica^(31,32).

A seguir, os participantes foram submetidos à avaliação das pressões máximas geradas pelos músculos ventilatórios (PImax e PEmax) através da manovacuometria. Inicialmente, foi demonstrado aos pacientes o objetivo do teste e a técnica de execução. A seguir, foi conectado ao manovacuômetro a uma mangueira de silicone e a outra extremidade da conector a um bocal com orifício 2mm no manovacuômetro, verificando a posição do ponteiro no ponto zero e caso necessário, feito o ajuste do ponteiro. O paciente foi posicionado sentado em uma cadeira com os cotovelos fletidos e as mãos segurando firmemente o bocal próximo à boca⁽³³⁻³⁵⁾.

Em seguida, era dado um comando verbal para que respirasse normalmente, sendo que as duas primeiras manobras foram consideradas como aprendizado. Para verificação da Pimax, foi solicitado uma expiração total até o volume residual (VR) e na sequência uma inspiração vigorosa e máxima contra a via aérea superior ocluída. Para a avaliação da PEmax foi solicitado ao paciente que realizasse uma inspiração profunda máxima através do bocal até atingir a capacidade pulmonar total (CPT) e, em seguida efetuasse um esforço expiratório máximo contra a via aérea ocluída⁽³³⁻³⁵⁾.

As avaliações foram consideradas completas quando o paciente realizasse três manobras aceitáveis, com no mínimo duas reprodutíveis. Não foram considerados os valores quando a última manobra se mostrava superior à anterior em mais de 20%. Para serem consideradas aceitáveis, as manobras não deveriam apresentar escape de ar e terem uma sustentação da pressão gerada por pelo menos um segundo, com intervalo de um minuto entre as medidas (Tabela 1).

A mensuração da pressão máxima gerada pelos músculos ventilatórios é um exame não invasivo, simples, de baixo custo e de grande utilidade na prática clínica da Pneumologia e Fisioterapia Respiratória. A Plmáx reflete a pressão

máxima gerada pelos músculos inspiratórios, enquanto a PEmáx reflete a pressão máxima gerada pelos músculos abdominais e expiratórios.

Os valores baixos de Pimáx associado a PEmáx normal sugerem fadiga dos músculos inspiratórios isoladamente (usualmente o diafragma), enquanto valores reduzidos de PImáx e da PEmáx sugerem fadiga dos músculos esqueléticos. A fadiga muscular expiratória isolada é rara. Os valores da PImáx e PEmáx baixos ou no limite inferior da normalidade podem estar relacionados a outros fatores como a idade avançada, desnutrição, obesidade, baixo condicionamento físico, baixa força de preensão manual, baixa estatura e tabagismo⁽³³⁻³⁵⁾.

3.7 Intervenção

Inicialmente, foi aplicado um protocolo de TMI utilizando o POWERbreathe® Classic Medium Resistance (POWERbreathe®, International Ltd, England, UK), com uma carga correspondente a 30% da PImáx avaliada, realizando 15 repetições 3 vezes ao dia, 7 vezes por semana, durante 30 dias. Foram realizadas reavaliações semanalmente para ajuste de carga com a finalidade de manter os 30% da PImáx.

3.8 Análise estatística

Os valores numéricos estão apresentados em média e desvio padrão para variáveis com distribuição normal e mediana e variação interquartil para as variáveis com distribuição assimétrica. Os dados foram descritos em números absolutos e porcentagens do total. Inicialmente foi realizado o teste de normalidade de Kolmogorov-Smirnov para verificar a normalidade dos dados.

Para a comparação entre os grupos, foi utilizado o teste t para as variáveis paramétricas e para as não paramétricas empregado o teste de Mann-Whitney. Para a comparação intra-grupos, foi utilizado o teste t pareado para os dados paramétricos e o teste de Wilcoxon para os dados não paramétricos.

As correlações entre as variáveis contínuas foram feitas com o teste de correlação de Pearson ou o teste de correlação de Spearman. O nível de significância foi determinado em 5% para todos os testes ($p < 0,05$).

A análise estatística foi realizada através do *software Statistical Package for Social Sciences SPSS 21.0®* (Chicago, IL, USA). Não foi realizado cálculo amostral devido ao fato de não termos encontrados estudos semelhantes. Portanto, foi utilizada uma amostra de conveniência de acordo com o princípio *Intention-to-treat*.

3.9 Confidencialidade e privacidade

Para a realização deste estudo, foram garantidas a confidencialidade e a privacidade das informações obtidas em prontuários e junto aos participantes envolvidos neste estudo. Visando garantir a privacidade, as coletas de dados durante a realização das avaliações clínicas foram realizadas em salas reservadas, específicas para a estes procedimentos, na presença exclusiva da pesquisadora.

Os dados coletados em exames realizados pelos participantes da pesquisa são restritos, sem nenhum tipo de postagens e ou divulgações dos nomes dos participantes. O nome dos participantes não aparecerá em nenhum documento e sua identificação foi realizada por número (Ex: participante 1, participante 2....). Os únicos que tem conhecimento sobre as informações são os pesquisadores responsáveis pelo projeto.

Todos os resultados obtidos permanecerão guardados em um computador central, com acesso apenas por pessoas autorizadas. As informações ficarão guardadas durante cinco anos e, após isto, ocorrerá o seu descarte total com processo de deleção. A finalidade desta pesquisa é científica e os resultados serão publicados com o compromisso de não identificar os participantes envolvidos no estudo.

A qualquer momento, durante a pesquisa, ou posteriormente, os participantes envolvidos poderão solicitar do pesquisador informações sobre o seu envolvimento e/ou sobre a pesquisa, o que poderá ser feito através dos meios de contato explicitados no TCLE.

3.10 Riscos e benefícios esperados

Os riscos relacionados à pesquisa foram mínimos, destacando o comprometimento do tempo para se submeter a avaliação da dos músculos ventilatórios. Considera-se também o risco de constrangimento durante a observação dos procedimentos. Para minimizar este risco, tais condutas foram realizadas em ambiente reservado e específico com a presença do participante da pesquisa e da pesquisadora. Todos os procedimentos realizados são consagrados na literatura e fazem parte da rotina da Fisioterapia e Pneumologia, não representando riscos físicos para os participantes envolvidos no estudo.

O benefício (direto ou indireto) relacionado com a participação nesta pesquisa é o de que com a realização deste estudo será possível avaliar o efeito do TMI nas pressões máximas geradas pelos músculos inspiratórios e expiratórios, bem como verificar os valores de PFE, que geralmente se apresentam reduzidos devido restrição causada pelo acúmulo de tecido adiposo no tórax e abdômen, impactando diretamente na função e mecânica respiratória.

Devido às características restritivas ventilatórias da obesidade relatadas na literatura, observa-se um grande impacto do tecido adiposo nas funções da respiração, gerando um desequilíbrio na troca gasosa. Com a identificação destas alterações será possível propor novas abordagens terapêuticas direcionadas as funções ventilatórias de pacientes com obesidade grave.

4. RESULTADOS

Inicialmente foram convidados 1242 pacientes com obesidade grau III aguardando a cirurgia bariátrica para participar do estudo, entretanto, apenas 1018 indivíduos permaneceram na análise dos dados. As características antropométricas dos pacientes do estudo são apresentadas na tabela 1.

Tabela 1. Características gerais dos indivíduos envolvidos no estudo.

Variáveis	Total (n=1018)	Sexo feminino (n=392)	Sexo masculino (n=626)	p
Idade	38,88 ± 11,54	38,81 ± 11,89	38,99 ± 11,34	ns
Peso	133,70 ± 22,90	106,42 ± 16,07	133,70 ± 22,90	***
IMC	43,11 ± 6,31	40,39 ± 5,12	43,11 ± 6,31	***

Nota: IMC: Índice de Massa Corporal; ns: não significante; ***: p>0,0005.

A média e o desvio padrão apresentados pelos participantes de ambos os sexos na PImáx pré TMI foi de $98,05 \pm 47,30$ e pós $184,17 \pm 65,84$ ($p > 0,05$), a PEmáx foi de $91,50 \pm 29,53$ para $147,69 \pm 39,33$ ($p > 0,05$) e o PFE foi de $410,19 \pm 102,47$ para $516,87 \pm 114,11$ ($p > 0,05$). Os dados referentes a PImáx, PEmáx e PFE observados nos pacientes antes e após o TMI são apresentados entre o sexo feminino e masculino na tabela 2.

Os valores de referência preditos para a população brasileira na PImáx são $92,08 \pm 8,56$ para o sexo feminino e $123,63 \pm 11,24$ para o masculino. Para a PEmáx são de $93,24 \pm 10,25$ e $132,25 \pm 12,18$, respectivamente. Já o PFE foi de $432,33 \pm 33,95$ para o sexo feminino e de $581,96 \pm 49,59$ o masculino. Todas as variáveis preditas foram estatisticamente significativas ($p > 0,05$).

Tabela 2. Pressões ventilatórias máximas inspiratórias e expiratórias e pico de fluxo expiratório pré e pós treinamento muscular inspiratório nos pacientes envolvidos no estudo de acordo com o sexo

Variáveis	Sexo feminino (n=392)			Sexo masculino (n=626)			p
	Pré	Pós	p	Pré	Pós	p	
PImáx	$87,22 \pm 43,53$	$169,22 \pm 63,41$	***	$115,42 \pm 39,27$	$209,08 \pm 54,37$	***	***
PEmáx	$78,80 \pm 22,40$	$130,33 \pm 29,48$	***	$111,88 \pm 25,78$	$176,53 \pm 32,85$	***	***
PFE	$353,61 \pm 59,25$	$450,20 \pm 64,43$	***	$501,03 \pm 106,16$	$628,00 \pm 92,50$	***	***

Nota: PImáx: pressão inspiratória máxima; PEmáx: pressão expiratória máxima; PFE: pico de fluxo expiratório; ***: $p > 0,0005$.

Em relação aos valores das pressões ventilatórias máximas inspiratórias e expiratórias e pico de fluxo expiratório pré e pós treinamento muscular inspiratório nos pacientes envolvidos no estudo foi observado uma diferença significativa ($p < 0,05$) em todas as variáveis analisadas antes e após o TMI entre os pacientes envolvidos no estudo, como demonstra a Figura 2.

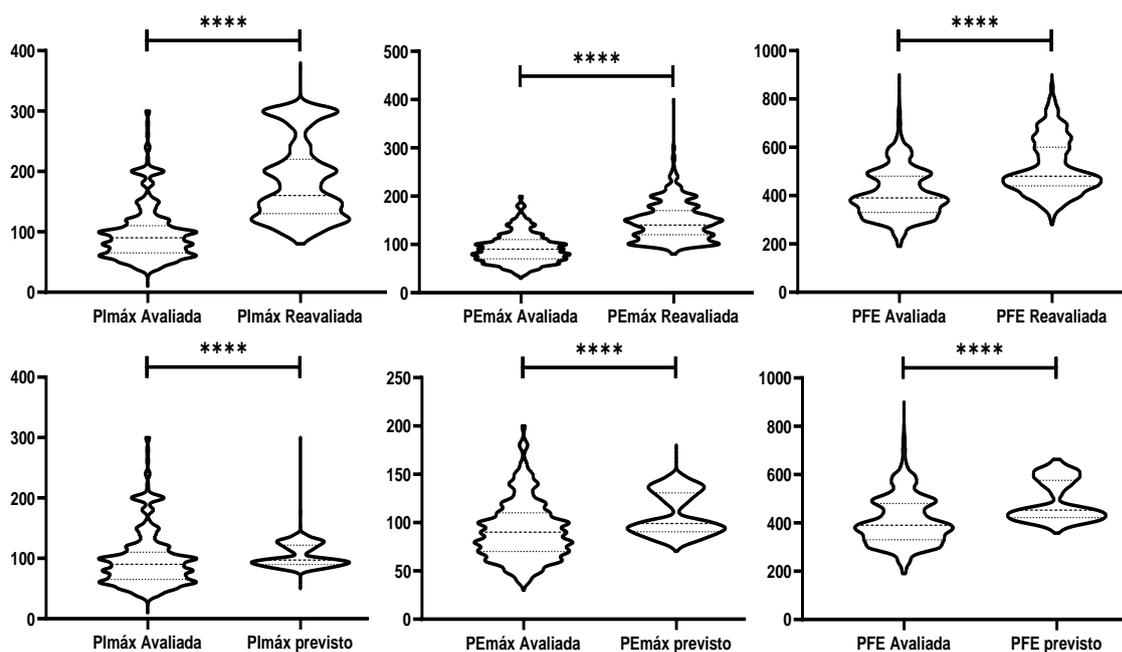


Figura 2. Valores de pressão inspiratória máxima, pressão expiratória máxima e pico de fluxo expiratório e seus valores preditos pré e pós treinamento muscular inspiratório em pacientes com obesidade grau III no pré-operatório de cirurgia bariátrica e metabólica. Nota: pressão inspiratória máxima: PImax; pressão expiratória máxima: PEmax; pico de fluxo expiratório: PFE

Em relação aos valores de pressão inspiratória máxima, pressão expiratória máxima e pico de fluxo expiratório e seus valores preditos pré e pós treinamento muscular inspiratório em pacientes com obesidade grau III no pré-operatório de cirurgia bariátrica e metabólica foi observado uma diferença significativa quando comparados os valores da Pimáx, PEmáx e PFE pré e pós TMI e em seus valores preditos entre homens e mulheres com obesidade grau III no pré-operatório de CBM como demonstra a figura 3.

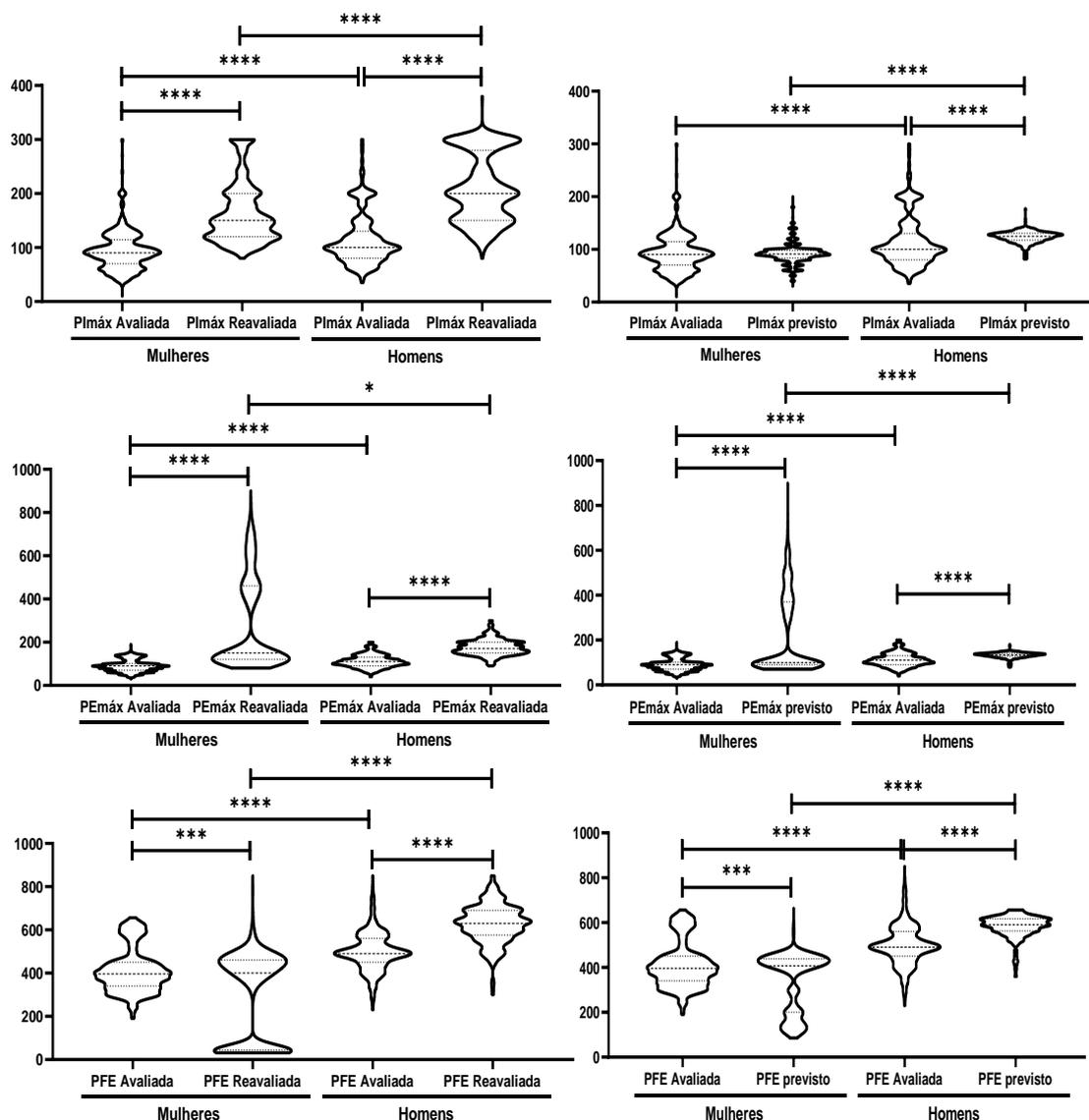


Figura 3. Valores de pressão inspiratória máxima, pressão expiratória máxima e pico de fluxo expiratório pré e pós TMI e seus valores preditos entre mulheres e homens com obesidade grau III no pré-operatório de cirurgia bariátrica e metabólica.

Nota: pressão inspiratória máxima: PImax; pressão expiratória máxima: PEmax; pico de fluxo expiratório: PFE

5. DISCUSSÃO

A literatura científica tem mostrado que a obesidade grave está associada a uma maior prevalência de hipoxemia crônica devido a compressão mecânica da parede torácica gerada pelo acúmulo de tecido adiposo e principalmente mamas, que comprometerá a função pulmonar levando a redução das reservas de oxigênio^(36,37) e a obstrução das vias aéreas superiores⁽³⁸⁻⁴⁰⁾. Alguns autores chamam a atenção para reconhecer que a hipoxemia contribui significativamente para várias complicações, incluindo danos cerebrais, isquemia coronária e taquicardia^(41,42).

Com o aumento do IMC o sistema respiratório é comprometido resultando em redução do VC, da CRF, da complacência pulmonar e aumento da FR. Conseqüentemente, há um incremento do trabalho muscular devido ao aumento da resistência ao fluxo aéreo exigindo maior consumo de oxigênio que levarão facilmente à fadiga muscular⁽⁴³⁻⁴⁶⁾.

Geralmente, os músculos ventilatórios de indivíduos obesos graves são ineficientes e apresentam reduzido desempenho, principalmente em situações de esforço. Este quadro clínico, provavelmente é devido às alterações nas fibras musculares causadas pelo aumento crônico da FR observada⁽⁴⁵⁻⁴⁷⁾.

As complicações respiratórias pós-operatórias apresentadas por pacientes geralmente estão relacionadas às alterações prévias do parênquima pulmonar e a condição muscular ventilatória, que se agravam devido a indução anestésica. Durante o período pós-operatório imediato e de curto prazo se observa uma redução do processo de insuflação pulmonar causada pela alteração do padrão ventilatório, levando a um comprometimento da depuração mucociliar operatório, contribuindo para o surgimento de atelectasias e pneumonia⁽⁴⁴⁾.

Alguns estudos têm mostrado excelentes resultados do TMI em relação ao aumento da expansão pulmonar e prevenção de complicações pós-operatórias em pacientes com obesidade grave submetidos à cirurgia bariátrica^(27,48,49).

A limitação ao exercício é comum em pacientes obesos e os mecanismos subjacentes são complexos e multifatoriais. No entanto, acredita-se que as alterações respiratórias e a dispneia elevada sejam fatores importantes, pois, a função pulmonar se correlaciona inversamente ao IMC⁽⁵⁰⁾.

Alguns estudos demonstraram, assim como este estudo, a relação positiva entre obesidade grau III e redução da força muscular respiratória^(51,52). Os resultados deste estudo corroboram com o estudo de Lloréns e colaboradores (2015) que observaram uma significativa redução dos volumes e capacidades pulmonares e da força muscular ventilatória no primeiro e terceiro dia de pós-operatório de gastroplastia em pacientes obesos graves⁽⁵³⁾.

Neste estudo, foram envolvidos 1018 pacientes obesos graves encaminhados para a CBM, sendo 392 do gênero feminino e 626 do gênero masculino, com média de idade de $38,88 \pm 11,54$ e IMC médio de $43,11 \pm 6,31$. Em relação aos valores das pressões ventilatórias inspiratórias e expiratórias máximas e o PFE pode se observar que quando comparados aos valores preditos para a população brasileira, as mulheres apresentaram valores médios de P_{Imax} de $87,22 \pm 43,53$, P_{E_{max}} de $78,80 \pm 22,40$ e PFE de $353,61 \pm 59,25$ para respectivamente valores de referência de $92,08 \pm 8,56$, P_{E_{máx}} são de $93,24 \pm 10,25$ e PFE de $432,33 \pm 33,95$.

Em relação aos homens, foram observados os valores de médios de P_{imax} de $115,42 \pm 39,27$, P_{E_{max}} de $111,88 \pm 25,78$ e o PFE de $501,03 \pm 106,16$ para respectivamente valores de referência de P_{imax} de $123,63 \pm 11,24$, P_{E_{máx}} são de $132,25 \pm 12,18$ e PFE de $581,96 \pm 49,59$.

Estes valores verificados junto a população envolvida neste estudo corroboram com a literatura e mostram uma redução significativa em relação as pressões máximas ventilatórias e o PFE em pacientes obesos graves quando comparados aos valores preditos para a população brasileira^(13,14,16,18,30,31,33,35).

Portanto, a análise dos parâmetros de pressões máximas geradas pelos músculos ventilatórios torna-se relevante em pacientes obesos graves candidatos à CBM, tendo em vista que através dela é possível determinar o grau de comprometimento da força muscular e, se necessário, indicar o treinamento muscular respiratório^(31-35,51,52).

A literatura científica tem demonstrado que, dentre as diversas técnicas que compõem a fisioterapia respiratória, o TMI é essencial na prevenção de complicações respiratórias e na recuperação da função pulmonar. O uso do TMI em pacientes submetidos à cirurgia bariátrica apresentou melhora da oxigenação periférica pós-operatória e o aumento da força muscular inspiratória⁽⁵³⁾.

Uma revisão sistemática e meta análise realizada em 2015 por Mans e colaboradores analisou resultados pós cirúrgicos em pacientes submetidos ao TMI pré-operatório cardiotorácico ou abdominal superior. Ao final do estudo, os autores concluíram que o TMI pré cirúrgico melhorou significativamente a função respiratória no pós-operatório imediato, reduzindo em 50% o risco de complicações pulmonares⁽²⁹⁾.

Os indivíduos adultos com obesidade grave geralmente apresentam dispneia em repouso e durante a atividade física quando comparados a sujeitos adultos com peso normal⁽⁵⁴⁻⁵⁸⁾. Este padrão ventilatório se instala devido ao excesso de tecido adiposo que se acumula na região do tronco e pescoço que modifica as ações dos músculos inspiratórios e compromete a capacidade de realizar atividades físicas de forma eficaz. A literatura científica já demonstra com clareza que, a falta da prática de atividade física agrava a inadequação respiratória devido ao destreinar os músculos inspiratórios e esqueléticos⁽⁵⁷⁻⁵⁹⁾.

Ensaio clínicos randomizados têm demonstrados os efeitos positivos do TMI na força e resistência muscular inspiratória em diversas patologias e demonstraram que esta técnica proporciona melhora no pico de consumo de oxigênio, na qualidade de vida e na dispneia⁽⁶⁰⁾, além de reduzir o surgimento de atelectasias pós-operatórias, pneumonia e também o tempo de internação hospitalar^(61,62).

Destaca-se também alguns estudos que demonstraram efeitos positivos significativos do TMI com Threshold⁽⁶³⁻⁶⁵⁾ e com espirometria de incentivo^(66,67) entre adultos obesos graves com melhora substancial na distância do teste de caminhada de 6 minutos (TC6) e na força muscular inspiratória e espirometria.

Com o objetivo de verificar o efeito do TMI na aptidão funcional (TC6) e nas pressões máximas geradas pelos músculos ventilatórios, Kaeotawee e colaboradores (2022), conduziram um estudo envolvendo 60 crianças/adolescentes obesos com idades entre 8 e 15 anos. Os indivíduos realizaram um protocolo de TMI composto por 30 respirações inspiratórias com intensidade definida em 40% da pressão inspiratória máxima (P_{Imáx}) basal duas vezes ao dia durante 8 semanas⁽⁶⁸⁾.

Ao final do estudo os autores observaram que a P_{Imáx} (121,2 ± 26,8 vs. 135,3 ± 32,1% do previsto, p = 0,03) e a aptidão física verificada pelo TC6 melhoraram significativamente após o TMI, entretanto os parâmetros de função pulmonar avaliado entre o início e 8 semanas não apresentaram diferença significativa. Com este estudo pode-se extrapolar os resultados para a população mais jovem com obesidade⁽⁶⁸⁾.

Em um interessante estudo conduzido por Edwards e colaboradores em 2016, os autores verificaram o efeito do TMI na melhora da aptidão funcional em adultos com obesidade grave. Os autores hipotetizaram que como o excesso de tecido adiposo acumulado no tórax e região cervical de indivíduos obesos graves comprometia a mecânica ventilatória, o TMI poderia reduzir a sensação de dispneia, melhorar o desempenho físico e gerar um maior comprometimento coma prática de atividades físicas.

Os autores envolveram 67 indivíduos adultos com um IMC = 36 ± 6,5, randomizados em um grupo experimental (n=35) e outro grupo placebo (n=32), com ambos os grupos realizando o TMI por 4 semanas, compreendendo o uso diário de um dispositivo ThreShold ajustado para 55% (experimental) e 10% (placebo) do esforço inspiratório máximo⁽⁶⁹⁾.

Como resultados, os autores observaram que a força muscular inspiratória melhorou significativamente no grupo experimental (ganho de 19,1 cmH₂O; P<0,01), mas não se alterou no grupo placebo. Também foi avaliada a distância percorrida pós-treinamento que mostrou diferença significativa apenas no grupo experimental (p<0,01).

A análise bivariada demonstrou uma associação positiva entre a alteração (%) do desempenho no teste de caminhada e o IMC ($r = 0,78$; $P < 0,01$) para EXP. Ao final do estudo, os autores concluíram que o TMI pode ser uma intervenção prática e autoadministrada para uso em ambiente doméstico. Esta poderia ser uma estratégia útil para melhorar a aptidão funcional de adultos obesos e talvez levar a uma melhor preparação para envolvimento em iniciativas mais amplas de atividade física⁽⁶⁹⁾.

Quando observamos os valores das pressões ventilatórias máximas inspiratórias e expiratórias e também do PFE pré e pós TMI dos pacientes envolvidos neste estudo, destaca-se que foram observadas diferenças significativas ($p > 0,0005$) em relação ao aumento dos valores nas três variáveis analisadas. Estes resultados corroboram com a literatura científica e reforçam a importância do TMI em pacientes obesos graves encaminhados a CBM^(61-65, 68,69).

No estudo de Lloréns⁽⁵³⁾ e colaboradores conduzido em 2015, foram envolvidos 44 pacientes com obesidade grave divididos em grupo controle (cuidados habituais pré-operatórios) e grupo intervenção (TMI pré-operatório) por 30 dias antes dos procedimentos cirúrgicos. Ao final do estudo, os autores observaram que a PaO_2/FiO_2 foi significativamente maior no grupo treinado quando comparado ao controle resultando em um maior número de pacientes apresentando hipoxemia relativa (PaO_2/FiO_2 inferior a 300 mmHg) no momento da alta pós-anestésica da unidade de terapia intensiva.

Também foi observado que a $PI_{máx}$ foi significativamente maior no grupo treinado em comparação ao controle no pré-operatório ($89,87 \pm 19,00$ vs. $77,00 \pm 21,20$ cm H₂O, $p = 0,04$). Ao final do estudo, pode-se concluir que o TMI pré-operatório melhorou a oxigenação pós-operatória e aumentou a força muscular inspiratória em pacientes com obesidade grave submetidos à CBM. Estes resultados, verificados por Lloréns⁽⁵³⁾ corroboram com os resultados deste estudo que mostrou significativos incrementos nas pressões inspiratórias máximas em pacientes obesos graves que realizaram o TMI no pré-operatório de CBM.

Outro estudo que corrobora com os resultados deste estudo foi conduzido por Kuo e colaboradores⁽⁶⁴⁾ conduzido em 2019 envolvendo 28 pacientes adultos obesos ($IMC > 27 \text{ kg/m}^2$, critérios de obesidade de Taiwan) aleatoriamente divididos em grupo controle e treinamento. O objetivo do estudo foi verificar os efeitos de um TMI de seis semanas sobre a função pulmonar e resistência em indivíduos obesos. Após o treinamento, a P_{Imax} e o desempenho no teste TC6 no grupo treinado foram maiores que os valores observados no controle (+49,6%, $p < 0,001$) (+12,9%, $p = 0,001$) respectivamente.

De acordo com os resultados, os autores verificaram que o TMI pré CBM foi eficaz na melhoria da capacidade de resistência física e na força muscular inspiratória em pacientes obesos encaminhados a CBM. Estes resultados também vão ao encontro dos resultados observados neste estudo.

De acordo com os resultados deste estudo e de vários outros estudos apresentados, pode-se afirmar que o TMI é minimamente invasivo, não requer supervisão especial e apresenta melhoras significativas em relação ao ganho das pressões máximas geradas pelos músculos ventilatórios e melhora na oxigenação pós-operatória em pacientes obesos graves encaminhados à CBM. Estes resultados justificam fortemente novos estudos para investigar os efeitos desta intervenção sobre resultados clínicos e sua relação custo-efetividade.

6. CONCLUSÃO

De acordo com os resultados apresentados, pode-se concluir que o TMI utilizando o POWERbreathe® Classic Medium Resistance melhorou significativamente as pressões ventilatórias máximas e o PFE no pré-operatório de CBM em pacientes obesos graves.

7. Limitações do Estudo

Como limitações deste estudo, observamos que os dados referentes às provas de função pulmonar poderiam dar mais robustez aos resultados. Por outro lado, destaca-se o elevado número de pacientes envolvidos no estudo.

REFERÊNCIAS

1. Zheng Y, Manson JE, Yuan C, Liang MH, Grodstein F, Stampfer MJ, et al. Associations of weight gain from early to middle adulthood with major health outcomes later in life. *JAMA*. 2017;318(3):255-69.
2. Kim MK, Heo Y. Metabolic surgery in korea: what to consider before surgery. *Endocrinol Metab (Seoul)*. 2017;32(3):307-15.
3. Conde WL, Borges C. O risco de incidência e persistência da obesidade entre adultos brasileiros segundo seu estado nutricional ao final da adolescência. *Rev Bras Epidemiol*. 2011;14(Supl 1):71-9.
4. Vigitel Brasil 2021: vigilância de fatores de risco e proteção para doenças crônicas por inquérito telefônico. Brasília: Ministério da Saúde; 2021.
5. World Health Organization (WHO). Obesity: preventing and managing the global epidemic. Report of a WHO Consultation. WHO Technical Report Series (894). Geneva; 2000.
6. Jung UJ, Choi M. Obesity and its metabolic complications: the role of adipokines and the relationship between obesity, inflammation, insulin resistance, dyslipidemia and nonalcoholic fatty liver disease. *Int J Mol Sci*. 2014;15:6184-223.
7. Chrostowska M, Zyndler A, Hoffmann M, Narkiewicz K. Impact of obesity on cardiovascular health. *Best Pract Res Clin Endocrinol Metab*. 2013;27:147-56.
8. Malhotra A, White DP. Obstructive sleep apnoea. *Lancet*. 2002;360:237-45.
9. The Global BMI Mortality Colaboration. Body-mass index and all-cause mortality: individual-participant-data meta-analysis of 239 prospective studies in. *Lancet*. 2016;388:776-86. DOI:10.1016/S0140-6736(16)30175-1
10. Colquitt J, Pickett K, Loveman E, Frampton G. Surgery for weight loss in adults (Review). *Cochrane Database Syst Rev*. 2014;(8):1-243. DOI: 10.1002/14651858.CD003641.pub4.
11. Pereira A, Freire CC, Godoy EP, Viegas F, Marchesini JCD, Zanella MT. *Cirurgia Bariátrica e Metabólica - Abordagem Multiprofissional*. Rio de Janeiro: Rubio, 2019.

12. Dixon AE, Peters U. The effect of obesity on lung function. *Expert Rev Respir Med.* 2018;12(9):755-67.
13. Aguiar IC, Reis IS, Freitas Jr WR, Malheiros CA, Laurino Neto RM, Oliveira LVF. Estudo do sono e função pulmonar em pacientes obesos mórbidos. *Fisioter Mov.* 2012;25(4):831-8
14. Scipioni G, Cieslak F, Rosário Filho NA, Leite N. Função pulmonar de obesos mórbidos submetidos à cirurgia bariátrica. *Fisioter Mov.* 2011;24(4):621-7.
15. Arcênio L. et al. Cuidados pré e pós-operatórios em cirurgia cardiotorácica: uma abordagem fisioterapêutica. *Rev Bras Cir Cardiovasc.* São José do Rio Preto. 2008. 23(3).
16. Costa D et al. Estudo dos volumes pulmonares e da mobilidade toracoabdominal de portadoras de obesidade mórbida, submetidas à cirurgia bariátrica, tratadas com duas diferentes técnicas de fisioterapia. *Rev Bras Fisioter.* São Carlos. 2009; 13 (4).
17. Filho, GMC et al. Provas de função pulmonar no pré e pós operatório de redução gástrica por celiotomia ou por videolaparoscopia. *Ver Col Bras Cir.* Rio de Janeiro. 2008; 35 (6).
18. Silva, AMO; et al. Análise da função respiratória em pacientes obesos submetidos à operação Fobi-Capella. *Rev Col Bras Cir.* Rio de Janeiro. 2007, 34 (5).
19. Trevisan ME, Soares JC, Rondine TZ. Efeitos de duas técnicas de incentivo respiratório na mobilidade toracoabdominal após cirurgia abdominal alta. *Fisioter e Pesq.* 2010; 17(4): 322-326.
20. Lawrence VA, Cornell JE, Smetana GW. Strategies to reduce postoperative pulmonary complications after noncardiothoracic surgery: systematic review for the American College of Physicians. *Ann Int Med.* 2006; 144:596 -608.
21. Pasquina P, Tramer MR, Granier J, Walder B. Respiratory physiotherapy to prevent pulmonary complications after abdominal surgery: a systematic review. *Chest.* 2006; 130:1887 -1899.
22. Qaseem A et al. Risk assessment for and strategies to reduce perioperative pulmonary complications for patients undergoing

- noncardiothoracic surgery: a guideline from the American College of Physicians. *Ann Intern Med.* Philadelphia. 2006; 144:575-580.
23. Tomich M et al. Effects of breathing exercises on breathing pattern and thoracoabdominal motion after gastropasty. *J Bras Pneumol.* São Paulo. 2010; 36(2): 197-204.
24. Peixoto-Souza FS et al. Fisioterapia respiratória associada à pressão positiva nas vias aéreas na evolução pós-operatória da cirurgia bariátrica. *Fisioter em Pesq.* 2012; 19(3): 204-209.
25. Renault J et al. Fisioterapia respiratória na disfunção pulmonar pós-cirurgia Cardíaca. *Rev Bras Cir Cardiovasc.* São José do Rio Preto. 2008; 23(4): 562-569.
26. do Nascimento Junior P, Módolo NSP, Andrade S, Guimarães MMF, Braz LG, El Dib R Incentive spirometry for prevention of postoperative pulmonary complications in upper abdominal surgery. *Anesth Analg.* San Francisco. 2009; 109(5):1700.
27. Kulkarni SR, Fletcher E, McConnell AK, Poskitt KR, Whyman MR. Pre-operative inspiratory muscle training preserves postoperative inspiratory muscle strength following major abdominal surgery - a randomised pilot study. *Ann R Coll Surg Engl.* 2010 Nov;92(8):700-7.
28. Huang YT, Lin YJ, Hung CH, Cheng HC, Yang HL, Kuo YL, Chu PM, Tsai YF, Tsai KL. The fully engaged inspiratory muscle training reduces postoperative pulmonary complications rate and increased respiratory muscle function in patients with upper abdominal surgery: a randomized controlled trial. *Ann Med.* 2022 Dec;54(1):2222-2232.
29. Mans CM, Reeve JC, Elkins MR. Postoperative outcomes following preoperative inspiratory muscle training in patients undergoing cardiothoracic or upper abdominal surgery: a systematic review and meta analysis. *Clin Rehabil.* 2015 May;29(5):426-38.
30. Moreira GMS et al. Relationship between peak expiratory flow and impaired functional capacity in obese individuals. *Fisioter. Mov.*, 2021, v. 34, e34105. Doi:10.1590/fm.2021.34105
31. Gregg I, Nunn AJ. Peak expiratory flow in normal subjects. *BMJ*1973;3:282-284.

32. American Thoracic Society/European Respiratory Society. ATS/ERS statement on respiratory muscle testing. *Am J Respir Crit Care Med* 2002; Aug 15;166(4):518-624.
33. Costa D, Gonçalves HA, Lima LP, Ike D, Cancelliero KM, Montebelo MIL. Novos valores de referência para pressões respiratórias máximas na população brasileira. *J Bras Pneumol*. 2010;36(3):306-312.
34. Pessoa IMBS, Hourí Neto M, Montemezzo D, Silva LAM, Andrade AD, Parreira VF. Predictive equations for respiratory muscle strength according to international and Brazilian guidelines. *Braz J Phys Ther*. 2014 Sept-Oct; 18(5):410-418.
35. Azevedo IS, Silva MCV, Martins NM, Guimarães SJM, Pessoa IMBS. Valores de referência brasileiros para as pressões respiratórias máximas: uma revisão de literatura. *ASSOBRAFIR Ciência*. 2017 Abr;8(1):43-55.
36. Tenório LH, Santos AC, Camara Neto JB, Amaral FJ, Passos VM, Lima AM, et al. The influence of inspiratory muscle training on diaphragmatic mobility, pulmonary function and maximum respiratory pressures in morbidly obese individuals: a pilot study. *Disabil Rehabil*. (2013) 35:1915–20.
37. Mafort TT, Rufino R, Costa CH, Lopes AJ. Obesity: systemic and pulmonary complications, biochemical abnormalities, and impairment of lung function. *Multidiscip Respir Med*. (2016) 11:28.
38. Wani S, Azar R, Hovis CE, Hovis RM, Cote GA, Hall M, et al. Obesity as a risk factor for sedation-related complications during propofol-mediated sedation for advanced endoscopic procedures. *Gastrointest Endosc*. (2011) 74:1238–47.
39. Murphy C, Wong DT. Airway management and oxygenation in obese patients. *Can J Anaesth*. (2013) 60:929–45.
40. Shao LJ, Liu SH, Liu FK, Zou Y, Hou HJ, Tian M, et al. Comparison of two supplement oxygen methods during gastroscopy with intravenous propofol

anesthesia in obese patients: study protocol for a randomized controlled trial. *Trials*. (2018) 19:602.

41. Zhang K, Bao Y, Han X, Zhai W, Yang Y, Luo M, et al. Effects of opioid-free propofol or remimazolam balanced anesthesia on hypoxemia incidence in patients with obesity during gastrointestinal endoscopy: a prospective, randomized clinical trial. *Front Med*. (2023) 10:1124743.
42. Agostoni M, Fanti L, Gemma M, Pasculli N, Beretta L, Testoni PA. Adverse events during monitored anesthesia care for GI endoscopy: an 8-year experience. *Gastrointest Endosc*. (2011) 74:266–75.
43. Chlif M, Keochkerian D, Choquet D, et al. Effects of obesity on breathing pattern, ventilatory neural drive and mechanics. *Respir Physiol Neurobiol* 2009;168:198–202.
44. Salome CM, King GG, Berend N. Physiology of obesity and effects on lung function. *J Appl Physiol* 2010;108:206–11.
45. Costa D, Barbalho MC, Miguel GPS, et al. The impact of obesity on pulmonary function in adult women. *Clinics* 2008;63:719–24.
46. Srinivas CH, Shekhar R, Madhavi LM. The impact of body mass index on the expiratory reserve volume. *JCDR* 2011;5:523–5.
47. Scano G, Stendardi L, Bruni GI. The respiratory muscles in eucapnic obesity: their role in dyspnea. *Resp Med* 2009;103:1276–85.
48. Dronkers J, Veldman A, Hoberg E, et al. Prevention of pulmonary complications after upper abdominal surgery by preoperative intensive

inspiratory muscle training: a randomized controlled pilot study. *Clin Rehabil* 2008;22:134–42.

49. Barbalho-Moulim MC, Miguel GPS, Forti EMP, et al. Silicone-Ring Roux-en-Y gastric bypass in the treatment of obesity: effects of laparoscopic versus laparotomic surgery on respiration. *Obes Surg* 2011;21:194–9
50. Collins SÉ, Phillips DB, Brotto AR, et al. Ventilatory efficiency in athletes, asthma and obesity. *Eur Respir Rev* 2021; 30: 200206 [DOI: 10.1183/16000617.0206-2020].
51. Castello V, Simões RP, Bassi D, Mendes RG, Borghi-silva A. Força muscular respiratória é marcadamente reduzida em mulheres obesas mórbidas. *Arq Médicos ABC*. 2007;32(2):74-7.
52. Junior et al. Força muscular respiratória de mulheres obesas mórbidas e eutróficas. *Fisioter Pesq*. 2011;18(2): 122-6
53. Lloréns, J., Rovira, L., Ballester, M. et al. Preoperative Inspiratory Muscular Training to Prevent Postoperative Hypoxemia in Morbidly Obese Patients Undergoing Laparoscopic Bariatric Surgery. A Randomized Clinical Trial. *OBES SURG* 25, 1003–1009 (2015).
54. Ladosky, W., and Botelho, M.A., Albuquerque, J.P. Jr. (2001). Chest mechanics in morbidly obese non-hypoventilated patients. *Respir Med*, 95, 281-6 18.
55. Luce, J. (1980). Respiratory complications of obesity. *Chest* 78, 626-631.
56. Mandal, S., and Hart, N. (2012). Respiratory complications of obesity. *Clin Med* 12, 75-78
57. Salome, C., Munoz, P., Berend, N., Thorpe, C.W., Schachter, L.M., and King, G.G. (2008). Effect of obesity on breathlessness and airway responsiveness to methacholine in non-asthmatic subjects. *Int J Obesity* 32, 502-509.
58. Villiot-Danger, J., Villiot-Danger, E., Borel, J., Pepin J.L., Wuyam, B., and Verges, S. (2011). Respiratory muscle endurance training in obese patients. *Int J Obes* 35, 692-699.

59. Edwards, A.M., Wells, C., and Butterly, R.J. (2008). Concurrent inspiratory muscle and cardiovascular training differentially improves both perceptions of effort and 5000 m running performance compared with cardiovascular training alone. *Br J Sports Med* 42, 523-527.
60. Paisani, DM, et al. Volumes, capacidades pulmonares e força muscular respiratória no pós-operatório de gastroplastia. *J Bras Pneumol* 2005; 31(2): 125-32.
61. Bosnak-Guclu M, Arikan H, Savci S, Inal-Ince D, Tulumen E, Aytemir K, Tokgözoğlu L. Effects of inspiratory muscle training in patients with heart failure. *Respir Med*. 2011 Nov;105(11):1671-81.
62. Casali CCC, Pereira AP, Martinez JA, de Souza HC, Gastaldi AC. Effects of inspiratory muscle training on muscular and pulmonary function after bariatric surgery in obese patients. *Obes Surg*. 2011 Sep;21(9):1389-94.
63. Edwards AM, Maguire GP, Graham D, Boland V, Richardson G. Four weeks of inspiratory muscle training improves self-paced walking performance in overweight and obese adults: a randomised controlled trial. *J Obes*. (2012) 2012:918202.
64. Kuo YC, Chang HL, Cheng CF, Mundel T, Liao YH. Six-week inspiratory resistance training ameliorates endurance performance but does not affect obesity-related metabolic biomarkers in obese adults: a randomized controlled trial. *Respir Physiol Neurobiol*. (2020) 273:103285.
65. Ponde K, Agrawal R, Chini SA, Amreliwala MM. Additional effect of inspiratory muscle training along with aerobic exercises in overweight and obese individuals. *Int J Cur Res Rev*. (2021) 13:54–9.
66. Villiot-Danger JC, Villiot-Danger E, Borel JC, Pepin JL, Wuyam B, Verges S. Respiratory muscle endurance training in obese patients. *Int J Obes (Lond)*. (2011) 35:692–9.
67. Rekha K, Anandh V, Alagesan J. Effects of inspiratory muscle training for obesity. *Int J Biol Pharm Allied Sci*. (2013) 2:1571–8.

68. Kaeotawee P, Udomittipong K, Nimmannit A, Tovichien P, Palamit A, Charoensitisup P, Mahoran K. Effect of Threshold Inspiratory Muscle Training on Functional Fitness and Respiratory Muscle Strength Compared to Incentive Spirometry in Children and Adolescents With Obesity: A Randomized Controlled Trial. *Front Pediatr.* 2022 Jul 7;10:942076.
69. Edwards AM, Graham D, Bloxham S, Maguire GP. Efficacy of inspiratory muscle training as a practical and minimally intrusive technique to aid functional fitness among adults with obesity. *Respir Physiol Neurobiol.* 2016 Dec;234:85-88.