

Comportamento da força muscular respiratória de obesas mórbidas por diferentes equações preditivas

Behavior of respiratory muscle strength in morbidly obese women by using different predictive equations

Eli M. Pazzianotto-Forti^{1,2}, Fabiana S. Peixoto-Souza¹, Camila Piconi-Mendes², Irineu Rasesa-Junior³, Marcela Barbalho-Moulim⁴

Resumo

Contextualização: Estudos sobre o comportamento da força muscular respiratória (FMR) em obesos mórbidos têm produzido resultados conflitantes. **Objetivos:** Avaliar a FMR de obesas mórbidas e comparar com os valores preditos por diferentes equações matemáticas encontradas na literatura. **Método:** Estudo transversal realizado com 30 obesas mórbidas e grupo controle constituído por 30 eutróficas. Foram avaliadas as características antropométricas e as pressões respiratórias máximas. Foi utilizada análise visual de Bland-Altman para avaliar o viés de concordância entre as equações estudadas, considerando significativo $p < 0,05$. **Resultados:** As obesas mórbidas apresentaram aumento significativo nos valores obtidos de pressão inspiratória máxima (Plmáx) ($-87,83 \pm 21,40$ cmH₂O) em comparação com as eutróficas ($-72 \pm 15,23$ cmH₂O) e redução significativa da Plmáx ($-87,83 \pm 21,40$ cmH₂O) segundo os valores previstos pela equação EHarik ($-130,71 \pm 11,98$ cmH₂O). Quanto à pressão expiratória máxima (PEmáx), não houve diferenças nos valores obtidos entre os grupos ($p > 0,05$), assim como não foram observadas concordâncias dos valores obtidos e previstos de PEmáx segundo as equações ENeder e ECosta. Na análise de Bland-Altman, foi observada maior validade na equação de Harik-Khan para prever a Plmáx nas obesas, já, para a predição da PEmáx, não foi possível visualizar qual das equações apresentou maior validade. **Conclusões:** Mulheres obesas mórbidas apresentaram maior força muscular inspiratória do que eutróficas. Das três equações utilizadas, a de Harik-Khan parece ser a mais apropriada para calcular os valores de referência das medidas de Plmáx para obesas mórbidas. Mulheres obesas mórbidas e eutróficas parecem apresentar semelhança no comportamento da força dos músculos expiratórios, entretanto esses achados são inconclusivos.

Palavras-chave: obesidade mórbida; pressões respiratórias máximas; músculos respiratórios; valores de referência; fisioterapia.

Abstract

Background: Studies on the behavior of respiratory muscle strength (RMS) in morbidly obese patients have found conflicting results. **Objectives:** To evaluate RMS in morbidly obese women and to compare the results by using different predictive equations. **Method:** This is a cross-sectional study that recruited 30 morbidly obese women and a control group of 30 normal-weight women. The subjects underwent anthropometric and maximal respiratory pressure measurement. Visual inspection of the Bland-Altman plots was performed to evaluate the correlation between the different equations, with a p value lower than 0.05 considered as statistically significant. **Results:** The obese women showed a significant increase in maximal inspiratory pressure (MIP) values (-87.83 ± 21.40 cmH₂O) compared with normal-weight women (-72 ± 15.23 cmH₂O) and a significant reduction of MIP (-87.83 ± 21.40 cmH₂O) according to the values predicted by the EHarik equation (-130.71 ± 11.98 cmH₂O). Regarding the obtained maximal expiratory pressure (MEP), there were no between-group differences ($p > 0.05$), and no agreement was observed between obtained and predicted values of MEP and the ENeder and ECosta equations. **Conclusions:** Inspiratory muscle strength was greater in the morbidly obese subjects. The most appropriate equation for calculating the predicted MIP values for the morbidly obese seems to be Harik-Khan equation. There seem to be similarities between the respiratory muscle strength behavior of morbidly obese and normal-weight women, however, these findings are still inconclusive.

Keywords: morbid obesity; maximal respiratory pressures; respiratory muscles; reference values; physical therapy.

Recebido: 10/01/2012 – **Revisado:** 15/03/2012 – **Aceito:** 26/06/2012

¹Programa de Pós-Graduação em Fisioterapia, Universidade Metodista de Piracicaba (UNIMEP), Piracicaba, SP, Brasil

²Curso de Graduação em Fisioterapia, Universidade Metodista de Piracicaba (UNIMEP), Piracicaba, SP, Brasil

³Centro de Gastroenterologia e Cirurgia da Obesidade de Piracicaba, Piracicaba, SP, Brasil

⁴Programa de Pós-Graduação em Fisioterapia, Universidade Federal de São Carlos (UFSCar), São Carlos, SP, Brasil

Correspondência para: Eli Maria Pazzianotto Forti, Rodovia do Açúcar, Km 156, Taquaral, Bloco 7, Sala 33, CEP 13400-911, Piracicaba, SP, Brasil, e-mail: empforti@unimep.br

Introdução

Obesidade é a doença metabólica mais comum no mundo, e sua prevalência tem aumentado em grandes proporções¹. É considerada um fator de risco significativo para doenças cardiovasculares, diabetes tipo 2, artrite reumatóide e neoplasias²⁻⁴, além do desenvolvimento das doenças respiratórias, como apneia do sono e síndrome da hipoventilação³.

Estudos sobre o comportamento da força muscular respiratória (FMR) em obesos mórbidos têm produzido resultados conflitantes. Segundo Magnani e Cataneo⁵, tanto o excesso de massa corporal quanto a distribuição da gordura na região superior não promovem disfunção muscular respiratória. Por outro lado, autores relatam uma disfunção muscular respiratória nessa população, que é justificada pelo aumento da resistência elástica causada pelo excesso de tecido adiposo na caixa torácica e abdome, a qual acarreta desvantagem mecânica aos músculos^{6,7}.

Entretanto, existem relatos sobre aumento da FMR nos obesos mórbidos justificado pelas adaptações presentes nas fibras musculares esqueléticas, o que é atribuído aos esforços físicos diários para mover o corpo e a uma maior tentativa das estruturas musculoesqueléticas para manter o corpo na posição ereta^{8,9}. Tanner et al.¹⁰ investigaram o tipo da fibra muscular em obesos, por meio de uma biópsia do músculo retoabdominal durante a cirurgia bariátrica, e encontraram um alto percentual de fibras do tipo II, que estão relacionadas com a resistência baixa e alto poder de contração.

A redução na resistência dos músculos respiratórios pode retardar ou comprometer a evolução pós-operatória de indivíduos obesos mórbidos, especialmente aqueles submetidos à cirurgia bariátrica¹¹. Sabe-se que a FMR apresenta relação com faixa etária, sexo, massa corporal, altura e área de superfície corpórea¹². Nesse contexto, vêm sendo formuladas equações para obtenção de valores previstos de normalidade da FMR para variadas populações¹³, porém não obesas.

Entretanto, até o momento, não se encontra na literatura um estudo que aponte valores de FMR que sejam específicos para a população de obesos mórbidos nem tampouco que aponte, dentre as fórmulas matemáticas disponíveis na literatura, aquela que melhor seja aplicada a essa população. Diante do exposto, os objetivos do presente estudo foram avaliar a FMR dessa população e comparar com os valores preditos por diferentes equações matemáticas encontradas na literatura.

Método

População estudada

Trata-se de um estudo transversal do qual participaram 60 mulheres adultas, divididas em 2 grupos: 30 mulheres com obesidade mórbida (IMC $44,7 \pm 4,11$ kg/m²) e um grupo controle, composto por 30 mulheres eutróficas (IMC $22,1 \pm 1,8$ kg/m²). As voluntárias foram informadas quanto aos objetivos do estudo e assinaram um termo de consentimento livre e esclarecido. O estudo foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade Metodista de Piracicaba (UNIMEP), Piracicaba, SP, Brasil, sob o parecer nº 19/10.

As mulheres obesas mórbidas foram triadas numa Clínica Bariátrica onde realizavam reuniões com equipe multidisciplinar para preparação para gastroplastia, e as mulheres eutróficas foram recrutadas na comunidade a partir do convite para a participação na pesquisa.

Foram adotados como critérios de inclusão: mulheres com obesidade mórbida (IMC ≥ 40 kg/m²) e mulheres eutróficas (IMC entre 18,5 e 24,9 kg/m²), idades entre 25 e 50 anos, estilo de vida sedentário, avaliado com o Questionário de Baecke, Burema e Frijters¹⁴, que foi validado no Brasil por Florindo e Latorre¹⁵, com pontuação até 8¹⁶, sem presença de comorbidades, como hipertensão arterial sistêmica, diabetes, doenças cardiovasculares ou pulmonares, ausência de alterações na região torácica e/ou abdominal que alterassem a dinâmica respiratória, ausência de tabagismo e capacidade de entendimento para realização das manobras.

A ausência de comorbidade nas obesas mórbidas foi constatada por meio do prontuário médico pré-operatório. As voluntárias eutróficas do presente estudo foram classificadas como saudáveis de acordo com o autorrelato, seguindo perguntas padronizadas baseadas nas diretrizes para testes de função pulmonar¹⁷.

Foi realizado exame espirométrico para verificar a ausência de algum tipo de distúrbio ventilatório nas voluntárias, ou seja, capacidade vital forçada (CVF), volume expiratório no primeiro segundo (VEF₁) e razão VEF₁/CVF acima de 80%. Foi utilizado um espirômetro computadorizado ultrassônico, com sensor de fluxo, (*Microquark; Cosmed, Roma, Itália*), seguindo as normas preconizadas pela *American Thoracic Society*¹⁸. Os valores foram expressos em porcentagem do predito, segundo valores estabelecidos para a população brasileira¹⁹.

Avaliação antropométrica

As voluntárias permaneceram em posição ortostática, sem sapatos ou roupas pesadas. O peso corporal foi obtido por uma balança digital (*Filizola*[®], Brasil) devidamente aferida, com capacidade máxima de 300 kg e resolução de 100 g. A estatura foi verificada por um estadiômetro de parede (*Wiso*), com resolução em milímetros.

O cálculo do IMC foi obtido por meio da equação peso/estatura² (kg/m²). A circunferência do pescoço (CP) foi medida ao nível da cartilagem cricoide²⁰; a mensuração da circunferência da cintura (CC), no ponto médio entre a margem da última costela e a margem superior da crista ilíaca; a circunferência do quadril, no nível do trocanter maior do fêmur²¹.

Avaliação das pressões respiratórias máximas

Para a medida das pressões respiratórias máximas (PRM), foi utilizado um manovacuômetro analógico (*Critical Med, USA, 2002*), com intervalo operacional de 0±300 cmH₂O, devidamente equipado com um adaptador de bocais de plástico rígido, contendo um pequeno orifício de 2 mm de diâmetro interno, servindo de válvula de alívio, com o objetivo de prevenir a elevação da pressão na cavidade oral, gerada exclusivamente por contração da musculatura facial com o fechamento da glote²². Foi utilizado bocal circular descartável de papelão (De Marchi).

Inicialmente, foi demonstrada às voluntárias a forma correta de realização das manobras, ou seja, manter os lábios selados firmemente em torno do bocal para que não houvesse escape de ar²³.

A pressão inspiratória máxima (PImáx) foi medida a partir do volume residual, e a pressão expiratória máxima (PEmáx) foi medida a partir da capacidade pulmonar total. Um intervalo de 1 minuto foi realizado entre os esforços²⁴. A bochecha foi comprimida pelo voluntário para evitar vazamento perioral. A posição alcançada ao final dos esforços máximos foi mantida por pelo menos um segundo para caracterização da pressão de platô²⁵. Para a realização dessas medidas, as voluntárias foram orientadas a permanecer sentadas com os pés apoiados e a usar clipe nasal.

Todas as voluntárias realizaram pelo menos três esforços e, no máximo, cinco esforços de inspiração e expiração máximos, tecnicamente aceitáveis e reprodutíveis, ou seja, sem vazamento de ar perioral, sustentados por pelo menos 1 segundo e com valores próximos entre si (≤10%). Caso o valor mais alto fosse obtido na última manobra, o teste tinha prosseguimento até que um valor próximo, com diferença de ≤10% fosse obtido. Com isso, o número de manobras

poderia passar de cinco. Para a análise dos dados, o valor mais alto foi registrado^{25,26}.

Os valores obtidos das medidas das pressões respiratórias máximas foram comparados aos valores previstos para PImáx e PEmáx por meio das equações propostas por Harik-Khan, Wise e Fozard¹², Neder et al.²⁵ e Costa et al.²⁷, conforme descrito abaixo:

Equação Harik-khan (EHarik): Harik-Khan, Wise e Fozard¹²

Mulheres: PImax=171-0,694 x idade +0,861 x massa corporal (kg) -0,743 x altura (cm)

Equação Neder (ENeder): Neder et al.²⁵

Mulheres: PImáx=-0,49 x idade+110,4
PEmáx=-0,61 x idade+115

Equação Costa (ECosta): Costa et al.²⁷

Mulheres: PImáx=-0,46 x idade +74,25
PEmáx=-0,68 x idade+119,35

Análise estatística

A distribuição dos dados foi verificada por meio do teste de Shapiro-Wilk, e, após constatada a normalidade, eles foram expressos em média e desvio-padrão.

Para a comparação das características antropométricas, atividade física habitual e valores obtidos de FMR entre os grupos, foram utilizados o teste *t* de Student para os dados paramétricos e o teste de Mann-Whitney para os dados não paramétricos.

Na comparação dos valores obtidos de PImáx e PEmáx com os previstos das eutróficas, utilizou-se o teste de Friedman para a PImáx e o teste ANOVA medidas repetidas com *post-hoc* de Bonferroni para a PEmáx. Já para as obesas mór-bidas, utilizou-se ANOVA medidas repetidas com *post-hoc* de Bonferroni para PImáx e PEmáx.

Foi utilizada análise visual de Bland-Altman para avaliar o viés de concordância entre as equações estudadas.

O nível de significância estatística adotado foi de p<0,05. Todos os procedimentos estatísticos foram realizados por meio do programa estatístico *BioStat*, versão 5.0 e *Medcalc*, versão 12.2.1 (*MedCal Software*, Mariakerke, Bélgica).

Resultados

A Tabela 1 mostra que não foram encontradas diferenças estatísticas na idade e estatura entre os grupos. Quanto à massa corporal, IMC, CC, RC/Q e CP, as obesas mórbidas apresentaram valores significativamente maiores do que as eutróficas. Não houve diferenças significativas nos valores de CVF e razão VEF_1/CVF entre os grupos; o VEF_1 apresentou-se significativamente menor nas obesas. Não foram encontradas diferenças significativas no nível de atividade física habitual das voluntárias (Tabela 1).

As obesas mórbidas apresentaram valores obtidos de P_{Imax} significativamente superiores em comparação às eutróficas.

No que se refere às diferenças entre os valores obtidos de P_{Imax} e os valores previstos pelas equações, as obesas mórbidas apresentaram valores previstos pela equação EHarik significativamente superiores aos obtidos. Não houve diferença entre os valores obtidos e previstos pela equação ENeder; os valores previstos da equação ECosta foram significativamente inferiores aos obtidos. Quando se comparou a diferença entre os valores previstos pelas três equações, observou-se que houve diferença significativa entre todas elas, conforme a Tabela 2.

Quanto às voluntárias eutróficas, pode-se observar que não houve diferença nos valores obtidos e previstos pela equação EHarik; os valores previstos pela equação ENeder foram significativamente superiores aos obtidos, e os valores previstos pela equação ECosta foram significativamente inferiores aos obtidos (Tabela 2).

Tabela 1. Idade, características antropométricas, espirométricas e valores atribuídos à atividade física habitual de obesas mórbidas e eutróficas.

	Obesas Mórbidas (n=30)	Eutróficas (n=30)	Valor p
Idade (anos)	33,06±5,4	30,6±5,4	0,1738
Estatura (m)	1,62±4,5	1,62±4,9	0,8303
Massa corporal (kg)	116,8±13,4	58,8±6,1	<0,0001
IMC (kg/m ²)	44,7±4,11	22,1±1,8	<0,0001
CC (cm)	124,1±10,4	78,7±7,4	<0,0001
RC/Q	0,92±0,07	0,80±0,11	<0,0001
CP (cm)	40,2±2,8	31,8±1,2	<0,0001
CVF (%P)	95,27±15,54	99,10±10,9	0,2749
VEF_1 (%P)	88,31±4,31	102,75±13,2	<0,0001
VEF_1/CVF (%P)	102,16±6,08	102,81±6,19	0,6834
Escore AFL	2,11±0,43	1,97±0,6	0,3377
Escore AFLL	1,23±1,05	1,36±0,72	0,3418
Escore total	3,35±1,28	3,33±1,09	0,9526

Valores expressos em média±desvio-padrão. IMC: índice de massa corporal; CC: circunferência da cintura; RC/Q: relação cintura quadril; CP: circunferência do pescoço; CVF (%P): capacidade vital forçada em porcentagem do predito; VEF_1 (%P): volume expiratório forçado no primeiro segundo em porcentagem do predito; VEF_1/CVF (%P): razão VEF_1/CVF em porcentagem do predito; AFL: atividade física do lazer; AFLL: atividade física do lazer e locomoção. (*) p<0,05, diferença entre os valores obtidos de obesas mórbidas e eutróficas.

Para as medidas de P_{Emax} , não houve diferenças nos valores obtidos entre os grupos. Quanto às diferenças entre os valores obtidos de P_{Emax} e os valores previstos pelas equações, pode-se constatar diferença estatística significativa entre os valores obtidos e os valores previstos pelas equações ENeder e ECosta. Quando comparados os valores previstos, não houve diferença entre as equações (Tabela 3).

Para a P_{Imax} , a análise estatística gráfica realizada pelo teste de Bland-Altman entre os valores obtidos e previstos pela equação EHarik mostrou uma média das diferenças de -7,7 cmH₂O e um intervalo de confiança de -38,9 cmH₂O a 23,6 cmH₂O. Os valores obtidos e os previstos pela ENeder apresentaram média das diferenças de -23,5 cmH₂O e um intervalo de confiança de -52,3 cmH₂O a 5,3 cmH₂O. Valores obtidos e previstos pela ECosta mostraram uma média das diferenças de 11,8 cmH₂O e um intervalo de confiança de -17,1 cmH₂O a 40,6 cmH₂O. No que se refere à P_{Emax} , a análise gráfica de Bland-Altman entre os valores obtidos e previstos pela ENeder mostrou uma média das diferenças de 14,4 cmH₂O e um intervalo de confiança de -53,2 cmH₂O a 24,1 cmH₂O. Os valores obtidos e previstos pela ECosta apresentaram média das diferenças de -16,1 cmH₂O e um intervalo de confiança de -54,9 cmH₂O a 22,6 cmH₂O (Figuras 1 e 2).

Discussão

A análise dos parâmetros de FMR se faz relevante especialmente quando o portador de obesidade mórbida é candidato à cirurgia de gastroplastia²⁸. Segundo Barbalho-Moulin et al.²⁹, a disfunção dos músculos respiratórios é a principal causa das complicações pulmonares após a cirurgia abdominal e, em função disso, recomendam o treinamento muscular respiratório.

Tabela 2. Valores de P_{Imax} obtidas e previstas pelas equações EHarik, ENeder e ECosta das obesas mórbidas e eutróficas em cmH₂O.

	P_{Imax} obtida	EHarik	ENeder	ECosta
Obesas	-87,83±21,40**	-130,71±11,98**	-94,55±3,05#	-50,37±2,86*#
Eutróficas	-72±15,23	-79,76±5,31#	-95,47±2,57*#	-60,23±2,41*#

Valores expressos em média±desvio-padrão. EHarik: equação proposta por Harik-Khan, Wise e Fozard¹²; ENeder: equação proposta por Neder et al.²⁵; ECosta: equação proposta por Costa et al.²⁷. *p<0,05 diferença estatística significativa entre os valores obtidos e os previstos; **p<0,05 diferença estatística significativa entre os valores obtidos de obesas e eutróficas; #p<0,05 diferença estatística significativa entre os valores previstos. P_{Imax} : pressões inspiratórias máximas.

Tabela 3. Valores das P_{Emax} obtidas e previstas pelas equações ENeder e ECosta das obesas mórbidas e eutróficas em cmH₂O.

	P_{Emax} obtida	ENeder	ECosta
Obesas	85,83±20,76	95,87±3,80*	97,36±4,23*
Eutróficas	82,5±19,85	97,04±3,14*	98,63±3,57*

Valores expressos em média±desvio-padrão. ENeder: equação proposta por Neder et al.²⁵; ECosta: equação proposta por Costa et al.²⁷. *p<0,05 diferença estatística significativa entre os valores obtidos e os previstos pelas equações. P_{Emax} : pressões expiratórias máximas.

O presente estudo orienta o fisioterapeuta e os profissionais da saúde em relação às dificuldades de se utilizarem fórmulas predictoras de FMR que não se utilizam da massa corporal.

A função dos músculos respiratórios pode ser severamente comprometida com o aumento da obesidade, e isso ocorre pela carga

imposta ao músculo diafragma. Devido à diminuição da capacidade residual funcional (CRF), ocorre aumento da ventilação, e altos fluxos são necessários para realizar ventilação voluntária máxima³⁰.

De acordo com os resultados referentes às comparações dos valores obtidos de P_lmáx com as diferentes equações,

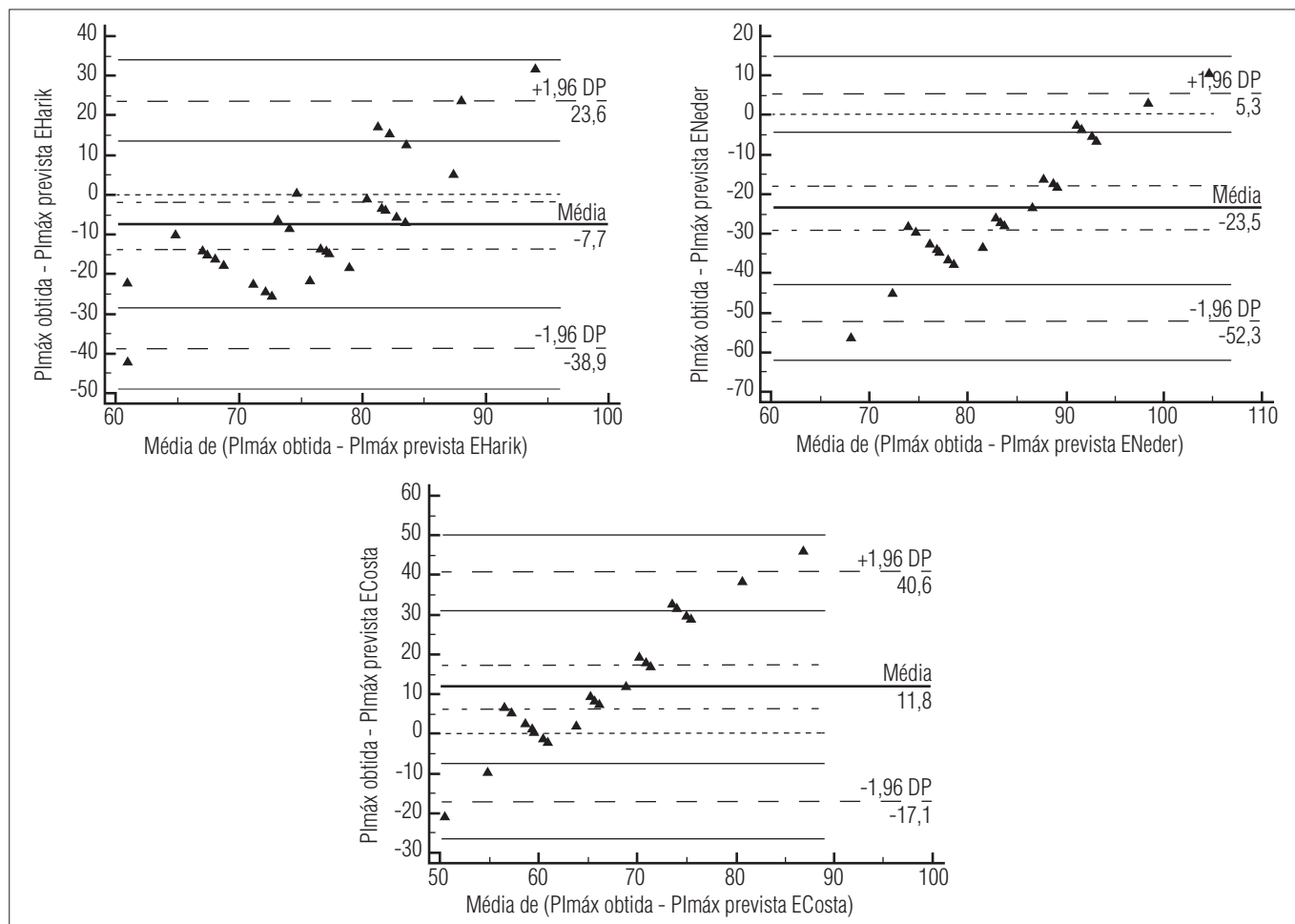


Figura 1. Concordância entre os valores médios de P_lmáx (medidos e previstos) para EHarik, ENeder e ECosta, usando a disposição gráfica de Bland-Altman. Média ±1,96 desvio padrão (DP) (em cmH₂O); IC95% vs. média das diferenças entre os valores médios (P_lmáx obtida – P_lmáx prevista).

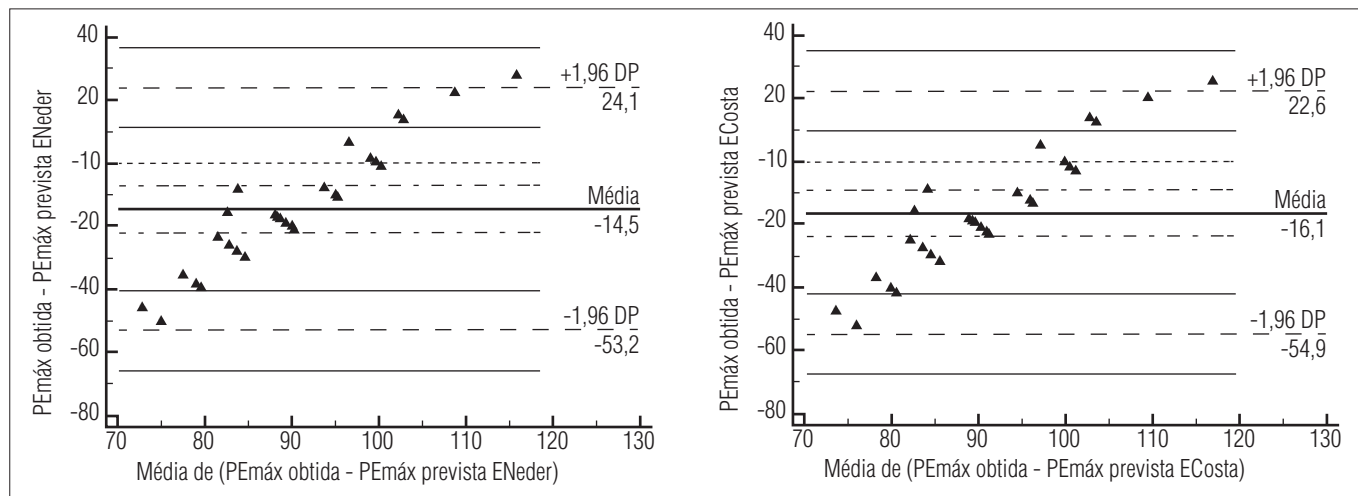


Figura 2. Concordância entre os valores médios de P_Emáx (medidos e previstos) para ENeder e ECosta, usando a disposição gráfica de Bland-Altman. Média ±1,96 desvio padrão (DP) (em cmH₂O); IC95% vs. média das diferenças entre os valores médios (P_Emáx obtida – P_Emáx prevista).

podemos observar que não houve diferença entre os valores obtidos e os previstos pela equação EHarik no grupo de eutróficas. Já, segundo a equação proposta por Neder et al.²⁵, observamos uma superestimação da FMR; enquanto, segundo Costa et al.²⁷, os valores previstos para a PImáx foram subestimados.

Sendo assim, em relação à avaliação da FMR das obesas mórbidas, pode-se constatar três resultados diferentes para um mesmo valor obtido, confirmando a hipótese do estudo de que as fórmulas matemáticas em questão não podem prever a FMR de obesas mórbidas de forma fidedigna. Esse fato talvez possa explicar também as diferenças encontradas nos resultados de estudos que procuram avaliar a força dos músculos respiratórios na obesidade mórbida^{28,31,32}.

Em função da nulidade estatística encontrada para as medidas da Pimáx obtidas e previstas pela equação EHarik para as voluntárias eutróficas, maior concordância entre os valores obtidos e previstos dada pela análise visual Bland-Altman, levando em consideração que as eutróficas do presente estudo não apresentaram qualquer motivo para ter redução ou aumento da FMR e considerando que essa fórmula é a única que leva em consideração a massa corporal e estatura das voluntárias, o presente estudo a elege como a mais confiável para as medidas das pressões respiratórias máximas nas obesas mórbidas estudadas. Constatou-se, dessa forma, que a força dos músculos inspiratórios das obesas encontra-se reduzida.

Esse resultado pode ser explicado pela restrição da caixa torácica ocasionada pelo depósito excessivo de gordura na região toracoabdominal, alterando a mobilidade da musculatura diafragmática³³. Além disso, nos obesos, o peso do abdome, na posição supina, leva o diafragma à posição cefálica, acarretando fechamento das pequenas vias aéreas da base do pulmão e assim pressão positiva expiratória final intrínseca, acarretando aumento do trabalho ventilatório e consequente desvantagem muscular³⁴.

Para o grupo controle do presente estudo, a equação EHarik para a PImáx mostrou-se a mais adequada. Esse resultado também foi encontrado por Leal et al.³⁵, que avaliaram as pressões respiratórias de 475 adultos saudáveis e sedentários, verificando-se que as equações mais adequadas para aquela população foi a de Harik-Kahn, Wise e Fozard¹² para PImáx, a qual relaciona massa corporal, idade e altura, e a de Neder et al.²⁵ para PEmáx, a qual relaciona idade. Entretanto, neste estudo, pela falta de nulidade estatística entre eutróficas e os valores previstos por Neder et al.²⁵, não se considerou a referida equação como adequada para predição da força muscular expiratória de obesas mórbidas.

Em outro estudo publicado por Parreira et al.³⁶, verificou-se que as equações propostas por Neder et al.²⁵ não foram capazes de prever os valores de PImáx e PEmáx na população estudada

de indivíduos saudáveis não obesos, e essas diferenças foram atribuídas a diferenças metodológicas entre os estudos.

Assim como neste estudo, pesquisadores que utilizaram as equações estabelecidas por Neder et al.²⁵ verificaram resultados contraditórios no que se refere ao comportamento da FMR em obesos mórbidos. Magnani e Cataneo⁵ realizaram um estudo somente com obesos que possuíam indicação para cirurgia bariátrica, com média de IMC de 44,42 kg/m², e verificaram que a PImáx e a PEmáx estavam dentro do limite de normalidade. Já Castello et al.²⁸ verificaram que mulheres com obesidade mórbida apresentaram menores valores para a PImáx (76% do predito) e para a PEmáx (67% do predito) em comparação a eutróficas com mesma faixa etária. Poder-se-ia dizer que os resultados referentes às obesas deste estudo foram semelhantes aos achados de Castello et al.²⁸, entretanto teria que se considerar os valores preditos de Harik-Kahn, Wise e Fozard¹² para a PImáx e os de Neder et al.²⁵ e/ou Costa et al.²⁷ para a PEmáx.

Levando em consideração apenas os resultados obtidos para PImáx, eles corroboram os obtidos por Costa et al.³², que avaliaram 57 obesas e 46 eutróficas sedentárias, verificando-se maior PImáx e PEmáx das pacientes obesas em comparação às eutróficas. Neste estudo, não foram calculados os valores preditos segundo equações estabelecidas. Os autores também ressaltam a importância de um grupo controle no caso de eutróficas para avaliação da FMR, tendo em vista o número de equações variadas para estimar os valores das pressões.

O aumento da força dos músculos respiratórios nos obesos pode ser explicado por uma adaptação à sobrecarga crônica que acompanha a obesidade, mostrado pela maior quantidade de fibras do tipo II e uma pequena quantidade de fibras do tipo I³⁷. Entretanto, em função da diferença entre os valores obtidos e previstos de PEmáx nas eutróficas e da demonstração de valores previstos superestimados pela análise de Bland-Altman é que a força muscular expiratória das obesas mórbidas deste estudo permanecem inconclusivas.

Costa et al.²⁷ realizaram um estudo que comparou a PImáx e a PEmáx medidas em indivíduos saudáveis com os valores previstos utilizando as equações propostas por Neder et al.²⁵ no intuito de prever equações de referência para população brasileira. Foi demonstrado que os valores previstos para a PI por meio das equações propostas por Neder et al.²⁵ foram significativamente maiores do que os obtidos, mas não houve diferença nos valores previstos de PEmáx em relação aos obtidos. Costa et al.²⁷ atribuiu isso ao fato de o estudo de Neder et al.²⁵ não ter especificado o tamanho do orifício presente no bocal para reduzir a pressão dos músculos bucinadores. Provavelmente essa informação também possa ajudar a explicar os achados sobre a força muscular inspiratória nas eutróficas no presente estudo, quando se leva em consideração a equação ENeder.

Enright et al.³⁸ relataram que os preditores positivos para a P1máx são gênero, CVF, força de prensão manual e quantidade de massa magra. Alguns estudos têm mostrado precisamente que indivíduos obesos têm maior força muscular periférica do que os indivíduos magros, e ela é provavelmente associada a uma maior massa livre de gordura^{39,40}. Por não ter sido avaliada a composição corporal das voluntárias do atual estudo, não se pode atribuir os achados de PRM à quantidade de gordura.

Bruschi et al.⁴¹ relatam uma grande variedade nos resultados dos estudos sobre as PRM. Esses autores relataram que a variabilidade pode ser atribuída a diferentes metodologias utilizadas, como tipo de bocal, número de manobras realizadas, posição corporal e diferenças nas populações estudadas.

Podem ser considerados fatores limitantes do estudo a ausência de um teste cardiopulmonar, a avaliação da composição corporal e a falta da análise de outros estudos sobre a FMR, especialmente envolvendo a população brasileira.

Conclusão

As mulheres obesas mórbidas estudadas apresentaram maior força muscular inspiratória do que mulheres eutróficas. Das três equações utilizadas no presente estudo, a de Harik-Khan et al.¹² parece ser a mais apropriada para calcular os valores de referência das medidas de P1máx de obesas mórbidas. Mulheres obesas mórbidas e eutróficas parecem apresentar semelhança no comportamento da força dos músculos expiratórios, entretanto esses achados são inconclusivos.

Agradecimentos

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES/PROSUP) e ao Programa Institucional de Bolsas de Iniciação Científica (PIBIC/CNPQ), pelo suporte financeiro, e à Maria Imaculada de Lima Montebello, pela contribuição na análise estatística.

Referências

- Sood A. Altered resting and exercise respiratory physiology in obesity. *Clin Chest Med*. 2009;30(3):445-54.
- McClellan KM, Kee F, Young IS, Elborn JS. Obesity and the lung: 1. *Epidemiology, Thorax*. 2008;63(7):649-54.
- Murugan AT, Sharma G. Obesity and respiratory diseases. *Chron Respir Dis*. 2008;5(4):233-42.
- Conway B, Rene A. Obesity as a disease: no lightweight matter. *Obes Rev*. 2004;5(3):145-51.
- Magnani KL, Cataneo AJM. Respiratory muscle strength in obese individuals and influence of upper-body fat distribution. *São Paulo Med J*. 2007;125(4):215-9.
- Weiner P, Waizman J, Weiner M, Rabner M, Magadle R, Zamir D. Influence of excessive weight loss after gastroplasty for morbid obesity on respiratory muscle performance. *Thorax*. 1998;53(1):39-42.
- O'Brien PE, Dixon JB. The extent of the problem of obesity. *Am J Surg*. 2002;184(6B):4-8.
- Simoneau JA, Veerkamp JH, Turcotte LP, Kelley DE. Markers of capacity to utilize fatty acids in human skeletal muscle: relation to insulin resistance and obesity and effects of weight loss. *FASEB J*. 1999;13(14):2051-60.
- Hulens M, Vansant G, Lysens R, Claessens AL, Muls E, Brumagne S. Study of differences in peripheral muscle strength of lean versus obese women: an allometric approach. *Int J Obes Metab Disord*. 2001;25(5):676-81.
- Tanner CJ, Barakat HA, Dohm GL, Pories WJ, MacDonald KG, Cunningham PR, et al. Muscle fiber type is associated with obesity and weight loss. *Am J Physiol Endocrinol Metab*. 2002;282(6):E1191-6.
- Eichenberger A, Proietti S, Wicky S, Frascarolo P, Suter M, Spahn DR, et al. Morbid obesity and postoperative pulmonary atelectasis: an underestimated problem. *Anesth Analg*. 2002;95(6):1788-92.
- Harik-Khan RI, Wise RA, Fozard JL. Determinants of maximal inspiratory pressure. The Baltimore Longitudinal Study of Aging. *Am J Respir Crit Care Med*. 1998;158(5 Pt 1):1459-64.
- Simões RP, Deus APL, Auad MA, Dionísio J, Mazzone M, Borghi-Silva A. Maximal respiratory pressure in healthy 20 to 89 year-old sedentary individuals of central São Paulo State. *Rev Bras Fisioter*. 2010;14(1):60-7.
- Baecke JA, Burema J, Frijters JE. A short questionnaire for the measurement of habitual physical activity in epidemiological studies. *Am J Clin Nutr*. 1982;36(5):936-42.
- Florindo AA, Latorre MRDO. Validação e reprodutibilidade do questionário de Baecke de avaliação da atividade física habitual em homens adultos. *Rev Bras Med Esporte*. 2003;9(3):121-8.
- Neder JA, Andreoni S, Castelo-Filho A, Nery LE. Reference values for lung function tests. I. Static volumes. *Braz J Med Biol Res*. 1999;32(6):703-17.
- Pereira CAC. Diretrizes para testes de função pulmonar. *J Pneumol*. 2002;28(3):1-82.
- Miller MR, Hankinson J, Brusasco V, Burgos F, Casaburi R, Coates A, et al. Standardisation of spirometry. *Eur Respir J*. 2005;26(2):319-38.
- Pereira CAC, Barreto SP, Simões JG, Pereira FWL, Gerstler JG, Nakatani J. Valores de referência para espirometria em uma amostra da população brasileira adulta. *J Pneumol*. 1992;18(1):10-22.
- Gonçalves MJ, do Lago STS, Godoy EP, Fregonezi GAF, Bruno SS. Influence of neck circumference on respiratory endurance and muscle strength in the morbidly obese. *Obes Surg*. 2010;21(8):1250-6.
- Sievenpiper JL, Jenkins DJ, Josse RG, Leiter LA, Vuksan V. Simple skinfold-thickness measurements complement conventional anthropometric assessments in predicting glucose tolerance. *Am J Clin Nutr*. 2001;73(3):567-73.
- Black LF, Hyatt RE. Maximal respiratory pressures: normal values and relationship to age and sex. *Am Rev Respir Dis*. 1969;99(5):696-702.
- Badr C, Elkins MR, Ellis ER. The effect of body position on maximal expiratory pressure and flow. *Aust J Physiother*. 2002;48(2):95-102.
- American Thoracic Society/ European Respiratory Society. ATS/ERS statement on respiratory muscle testing. *Am J Respir Crit Care Med*. 2002;166(4):518-624.
- Neder JA, Andreoni S, Lerario MC, Nery LE. Reference values for lung function tests. II. Maximal respiratory pressures and voluntary ventilation. *Braz J Med Biol Res*. 1999;32(6):719-27.
- Souza RB. Pressões respiratórias estáticas máximas. *J Pneumol*. 2002;28(Suppl. 3):S155-S65.
- Costa D, Gonçalves HA, Lima LP, Ike D, Cancellieri KM, Montebello MIL. Novos valores de referência para pressões respiratórias máximas na população brasileira. *J Bras Pneumol*. 2010;36(3):306-12.
- Castello V, Simões RP, Bassi D, Mendes RG, Borghi-silva. A força muscular respiratória é marcadamente reduzida em mulheres obesas mórbidas. *Arq Méd ABC*. 2007;32(2):74-7.

29. Barbalho-Moulin MC, Miguel GPS, Forti EMP, Campos FA, Costa D. Effects of preoperative inspiratory muscle training in obese women undergoing open bariatric surgery: respiratory muscle strength, lung volumes, and diaphragmatic excursion. *Clinics*. 2011;66(10):1721-7.
30. Sahebjami H. Dyspnea in obese healthy men. *Chest*. 1998;114(5):1373-7.
31. Teixeira CA, Santos JE, Silva GA, Souza EST, Martinez JAB. Prevalência de dispnéia e possíveis mecanismos fisiopatológicos envolvidos em indivíduos com obesidade graus 2 e 3. *J Bras Pneumol*. 2007;33(1):28-35.
32. Costa TR, Lima TP, Gontijo PL, Carvalho HA, Cardoso FPF, Faria OP, et al. Correlação da força muscular respiratória com variáveis antropométricas de mulheres eutróficas e obesas. *Rev Assoc Med Bras* (1992). 2010;56(4):403-8.
33. Parameswaran K, Todd DC, Soth M. Altered respiratory physiology in obesity. *Can Respir J*. 2006;13(4):203-10.
34. Lin CK, Lin CC. Work of breathing and respiratory drive in obesity. *Respirology*. 2011;17(3):402-11.
35. Leal AH, Hamasaki TA, Jamami M, Di Lorenzo VAP, Pessoa BV. Comparação entre valores de força muscular respiratória medidos e previstos por diferentes equações. *Fisioter Pesqui*. 2007;14(3):25-3.
36. Parreira VF, França DC, Zampa CC, Fonseca MM, Tomich GM, Britto RR. Pressões respiratórias máximas: valores encontrados e preditos em indivíduos saudáveis. *Rev Bras Fisioter*. 2007;11(5):361-8.
37. Santiago-Recuerda A, Gómez-Terreros FJ, Caballero P, Martín-Duce A, Soletto MJ, Vesperinas G, et al. Relationship between the upper airway and obstructive sleep apnea-hypopnea syndrome in morbidly obese women. *Obes Surg*. 2007;17(5):689-97.
38. Enright PL, Kronmal RA, Manolio TA, Schenker MB, Hyatt RE. Respiratory muscle strength in the elderly. Correlates and reference values. Cardiovascular Health Study Research Group. *Am J Respir Crit Care Med*. 1994;149(2 Pt 1):430-8.
39. Rolland Y, Lauwers-Cances V, Pahor M, Fillaux J, Grandjean H, Vellas B. Muscle strength in obese elderly women: effect of recreational physical activity in a cross-sectional study. *Am J Clin Nutr*. 2004;79(4):552-7.
40. Lafortuna CL, Maffioletti NA, Agosti F, Sartorio A. Gender variations of body composition, muscle strength and power output in morbid obesity. *Int J Obes (Lond)*. 2005;29(7):833-41.
41. Bruschi C, Cerveri I, Zoia MC, Fantulla F, Fiorentini M, Casali L, et al. Reference values of maximal respiratory mouth pressures: a population-based study. *Am Rev Respir Dis*. 1992;146(3):790-3.