

CORRELAÇÃO ENTRE A PRESSÃO EXPIRATÓRIA MÁXIMA (PE_{máx.}) E PICO DE FLUXO EXPIRATÓRIO MÁXIMO (PFE) EM INDIVÍDUOS SAUDÁVEIS

CORRELATION BETWEEN MAXIMAL EXPIRATORY PRESSURE (MPE) AND MAXIMAL EXPIRATORY FLOW PEAK (MEFP) IN HEALTHY INDIVIDUALS

Akinori Cardozo Nagato*, Lidiane Aparecida Santana Nunes**, Vitor Alves Dourado***, Mirla Fiuza Diniz****, Marco Aurélio Santos Silva#, Geovani Dornelas##, Frank Silva Bezerra###

RESUMO

Introdução: A prova de função pulmonar é um recurso que tem colaborado com a validação científica da fisioterapia respiratória. Ela é capaz de estimar, entre outras variáveis, as alterações dos volumes e capacidades pulmonares, e/ou as alterações da força dos músculos respiratórios. A mensuração da força é realizada através do manovacuômetro, no qual se obtém a pressão expiratória máxima (PE_{máx.}). Outra forma de avaliar a função pulmonar é a medida do pico de fluxo expiratório (PFE). **Objetivos:** Investigar a correlação entre a PE_{máx.} e PFE, em indivíduos saudáveis. **Métodos:** O estudo foi realizado na Universidade Severino Sombra. Oitenta e um voluntários de ambos os sexos, 55 do sexo feminino (22,69 ± 0,41 anos), e 26 do sexo masculino (23,11 ± 3,51 anos) participaram deste estudo. Um questionário respiratório foi aplicado para investigar parâmetros clínicos. Todos os indivíduos realizaram exame de manovacuometria e medidor de PFE, em posição ortostática. Os dados foram expressos como média ± erro padrão da média. **Resultados:** Uma correlação positiva foi encontrada entre a PE_{máx.} e PFE ($r = 0,43$; $r^2 = 0,18$, $p < 0,001$). Foi estimada a equação de regressão linear ($PFE = 2,93 + 148,07 \times PE_{máx.}$), e os valores normais estimados foram apresentados em uma tabela. **Conclusões:** Este estudo mostra a influência da força dos músculos expiratórios no PFE em vias aéreas, e sugeriu uma equação para estimar a função ventilatória normal, na prática clínica.

PALAVRAS-CHAVE

Pulmão. Pico de Fluxo Expiratório. Pressão Expiratória Máxima. Força Muscular. Tosse.

ABSTRACT

Introduction: The pulmonary function is a feature that has collaborated with the scientific validation of respiratory therapy. It is able to estimate, among other variables, changes in lung volumes and capacities, and/or changes in respiratory muscle strength. The measurement of force is obtained by the manometer, through which one can obtain the maximum expiratory pressure (MEP). Another way to assess lung function is by the measurement of expiratory flow peak (EFP). **Objectives:** To investigate the correlation between MEP and EFP in healthy individuals (patients). **Methods:** This study was developed at the Severino Sombra University. Eighty-one volunteers of both sexes, 55 females (22.69 ± 0.41 years) and 26 males (23.11 ± 3.51 years) participated in this study. A respiratory questionnaire was applied to investigate clinical parameters. All individuals underwent manometer examination and flow peak measurement, in the standing position. Data were expressed as mean ± standard error of mean. **Results:** A positive correlation was found between MEP and EFP ($r = 0.43$, $r^2 = 0.18$, $p < 0.001$). The linear regression equation was estimated ($PEF = 148.07 + 2.93 \times MEP$) and normal values were presented in a table. **Conclusions:** This study shows the influence of expiratory muscle strength in EFP in the airways, and suggested an equation to estimate the normal ventilating function in clinical practice.

KEYWORDS

Lung. Expiratory Flow Peak. Maximal Expiratory Pressure. Muscle Strength. Cough.

Correspondence author: Frank Silva Bezerra. Universidade Federal de Ouro Preto (UFOP) – Ouro Preto, MG – Brasil. Campus Universitário s/n – Morro do Cruzeiro – CEP: 35.400-000 – Tel. +55 (31) 3559-1672/1261. franksbezerra@hotmail.com ou frank@iceb.ufop.br.

* Fisioterapeuta. Pós-graduado em Fisioterapia Pneumofuncional e Cardiopulmonar em UTI. Mestre em Biologia Humana Experimental. Universidade Severino Sombra (USS) – Vassouras, RJ. akynory@hotmail.com.

** Fisioterapeuta. Universidade Severino Sombra (USS) – Vassouras, RJ. lidiane_654@hotmail.com.

*** Graduando. Universidade Federal de Ouro Preto – Ouro Preto/MG. vitordourado@live.com.

**** Graduanda. Universidade Federal de Ouro Preto – Ouro Preto/MG. mirladiniz_13@hotmail.com.

Fisioterapeuta. Pós-graduado em Fisioterapia em Terapia Intensiva. Mestre em Biologia Humana Experimental – Universidade do Estado do Rio de Janeiro. Universidade Severino Sombra (USS) – Vassouras, RJ. marcoaureliolonato@hotmail.com.

Graduado em Licenciatura plena em Ciências. Mestre em modelagem matemática e estatística aplicada. Centro Universitário Moacyr Sreder Bastos – Rio de Janeiro/RJ. gndornelas@gmail.com.

Fisioterapeuta. Doutor em Ciências Morfológicas. Departamento de Ciências Biológicas (DECBI). Universidade Federal de Ouro Preto (UFOP) – Ouro Preto, MG. franksbezerra@hotmail.com ou frank@iceb.ufop.br.

Apoio: Universidade Severino Sombra (USS).

Received: 09/2011

Accepted: 12/2011

1 INTRODUÇÃO

Nas últimas décadas, os fisioterapeutas têm buscado fundamentação científica para nortear a prática clínica e subsidiar a escolha das suas intervenções (JOHNSTON et al., 1992). Tais objetivos estendem-se desde as práticas relacionadas à avaliação clínica até os procedimentos e técnicas terapêuticas. Uma avaliação criteriosa permite ao profissional, por meio de testes e medidas específicas: identificar as alterações funcionais dos diferentes sistemas orgânicos, bem como, permite a adequação do planejamento de tratamento, registrar documentos que viabilizam a pesquisa científica (HRISTARA-PAPADOPOULOU et al., 2008).

A prova de função pulmonar é um recurso que tem colaborado com a validação científica da fisioterapia respiratória. Isto porque ela é capaz de estimar, entre outras variáveis, as alterações dos volumes e capacidades pulmonares, e/ou as alterações da força dos músculos respiratórios. Esta prática tem contribuído desde a avaliação da gravidade das doenças respiratórias até a caracterização do padrão de normalidade da função pulmonar. Isto torna estas investigações imprescindíveis na prática clínica durante o manejo de pacientes portadores de doenças respiratórias (Guidelines for the Management of Chronic Obstructive Pulmonary Disease; Working Group of the South African Pulmonology Society, 1998).

A função adequada da musculatura expiratória, que depende, sobretudo do disparo neural (OVECHKIN et al., 2010), é essencial para a remoção de secreções das vias aéreas (GAULD, 2009). Por isso há importância de se medir a força gerada pelos músculos respiratórios através da pressão nas vias aéreas por eles gerada. O estiramento muscular é estimado pela alteração do volume de ar expirado deslocado; enquanto a velocidade de contração e/ou estiramento é estimada através do fluxo gerado nas vias aéreas (FINUCANE et al., 2005).

A mensuração da força é realizada através do manovacuômetro (medidor de pressões positivas – manômetro; e pressões negativas – vacuômetro respectivamente), por meio de um bocal, sendo registrada em cmH_2O . A manovacumetria consiste em medir a pressão inspiratória estática máxima ($PI_{\text{máx}}$), sendo esta correspondente ao índice de força diafragmática e dos músculos inspiratórios, e a pressão expiratória estática máxima ($PE_{\text{máx}}$), refletindo, indiretamente a força da musculatura abdominal, músculos intercostais internos e músculo transverso do tórax (SIMÕES et al., 2009).

Outra forma de se avaliar a função pulmonar é através da medida do pico de fluxo expiratório (PFE). Trata-se de um método simples, de baixo custo, não invasivo, confiável, de fácil transporte, manejo e compreensão, serve para avaliar a velocidade do volume de ar expirado dos pulmões, medidas em litros por minuto. Pode ser definido como o maior fluxo obtido em uma expiração forçada a partir de

uma inspiração completa ao nível da capacidade pulmonar total (CPT). A geração de fluxo adequado nas vias aéreas está diretamente relacionada à integridade dos componentes aferentes e eferentes das vias nervosas, assim como à perfeita integração entre o fluxo aéreo e a capacidade de liberação de muco das vias aéreas (BACH, 1993). Para indivíduos normais PFE e o pico de fluxo de tosse (PFT) não são significativamente diferentes (BACH et al., 2006).

A tosse pauta-se na sua capacidade de prover um aumento do fluxo expiratório, possibilitando a eliminação de secreções pulmonares (DICPINIGAITIS, 2006). É o principal mecanismo fisiológico responsável pelo *clearance* de secreções das vias respiratórias e de defesa pulmonar (BADR et al., 2002).

A efetividade na remoção do muco é dependente da magnitude do pico do fluxo gerado durante a tosse (SANCHO et al., 2004). A pressão intrapulmonar elevada alcançada a partir de uma inspiração profunda, do fechamento da glote e da contração da musculatura expiratória proporciona altos fluxos na fase explosiva da tosse e este alto fluxo transfere energia cinética do ar para a secreção ou para o corpo estranho, removendo-os da parede brônquica e transportando-os até a faringe ou a boca, onde podem ser eliminados (SULEMAN et al., 2004). Para que esse mecanismo aconteça de forma satisfatória, é necessário haver atividade neuromuscular intacta e coordenação efetiva (SMINA et al., 2003).

Um método antigo, porém ainda utilizado nas mensurações pulmonares é a cirtometria, ou perimetria toracoabdominal, que consiste em um conjunto de medidas das circunferências do tórax e do abdome. Seu objetivo é avaliar a expansibilidade torácica de forma simples e acessível, na qual, apenas uma fita métrica é necessária. Mais recentemente, atribuiu-se grande aplicabilidade à cirtometria sendo esta referenciada como parâmetro de mensuração da expansibilidade torácica e biomecânica toracoabdominal (CALDEIRA et al., 2007).

Empiricamente, na prática clínica, atribui-se que o indivíduo que apresenta uma boa expansibilidade torácica e uma boa força muscular respiratória manifeste um pico de fluxo expiratório aumentado. Assim, como nenhum trabalho foi realizado nesse sentido, o objetivo do presente estudo foi comparar a força expiratória e o PFE buscando uma possível correlação linear entre estes mensuradores. Adicionalmente, realizamos a cirtometria a fim de investigar se as medidas encontradas correlacionariam com os parâmetros $PE_{\text{máx}}$ e PFE.

2 MATERIAIS E MÉTODOS

O estudo prospectivo foi realizado na Universidade Severino Sombra (USS) - Vassouras-RJ. Participaram do estudo 81 indivíduos adultos saudáveis com idade entre 18-30 anos, sendo 55

do gênero feminino (média de idade igual a 22.69 ± 0.41 anos), e 26 do gênero masculino (média de idade igual a 23.11 ± 3.51 anos). Os indivíduos receberam esclarecimento sobre os procedimentos realizados durante a pesquisa e assinaram o termo de consentimento livre e esclarecido de acordo com a Resolução 196/96 do Conselho Nacional de Saúde. O projeto de pesquisa foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa (CEP) da USS (sob nº: 0065.0.326.000-09).

Os indivíduos foram submetidos ao Questionário Respiratório sugerido pela American Thoracic Society-Division of Lung Diseases (FERRIS, 1978) para investigação dos parâmetros clínicos, seguido de avaliação da função pulmonar ventilatória. Foram excluídos os indivíduos com diagnóstico de doenças respiratórias, cardiovasculares; e aqueles que trabalharam em ambientes com altas concentrações de pó, ou declararam hábito tabagista (ativo ou passivo) e etilista.

Foram colhidos os seguintes sinais vitais e dados antropométricos: pressão arterial sistêmica (PAS) (esfigmomanômetro aneróide – Durashock DS44 – WelchAllyn – Tycos São Paulo-SP); frequência cardíaca (FC), através de palpação da artéria radial; frequência respiratória (FR), através da visualização das incursões respiratórias durante o intervalo de um minuto; peso (kg) e altura (m) (balança mecânica antropométrica para adultos - Welmy, São Paulo-SP); cirtometria torácica (Trena antropométrica - Sanny Medical, Brasil). Para as medidas cirtométricas, foram considerados quatro pontos anatômicos de referência: prega axilar, linha mamilar, apêndice xifóide e linha umbilical. Estas foram realizadas em três momentos distintos: em apnéia no repouso; após a capacidade pulmonar total e após uma expiração máxima, segundo o método descrito por CALDEIRA et al. (2007) (CALDEIRA et al., 2007). A seguir, foram calculadas as respectivas amplitudes cirtométricas, todas em posição ortostática.

Para a medida da PAS, os indivíduos foram posicionados sentados, com as plantas dos pés apoiadas ao solo, membro superior direito longo do corpo, membro superior esquerdo apoiado sobre a mesa.

A medida da pressão expiratória máxima ($PE_{máx.}$) foi realizada através do manovacuômetro (Marshall Town® - USA), com escala entre 0-120 cmH_2O ; mediante uma inspiração máxima, seguida de expiração a partir da CPT, contra o sistema aéreo fechado. Para a medida do pico de fluxo expiratório (PFE) foi utilizado o *peak flow meter* (Assess® - USA), graduado entre 0-880L/min. Para isto, os indivíduos acoplaram o bocal com os lábios e realizaram uma inspiração profunda seguida de expiração rápida e forçada. Ambas as técnicas foram realizadas mediante a adaptação de um clipe nasal e três mensurações consecutivas com intervalo de um minuto, onde a maior das respectivas mensurações foi utilizada nas análises estatísticas.

A prova da função pulmonar foi estimada após o posicionamento dos indivíduos: sentados, com as plantas dos pés apoiadas ao solo,

com os membros superiores ao longo do tronco, com as palmas das mãos sobre as coxas, voltadas para cima, e com a cabeça e o tórax em posição ortostática, segundo método descrito por FIZET et al. (1990) (FIZET et al., 1990).

Os dados foram apresentados em média \pm erro padrão da média. A homogeneidade da amostra com relação aos dados parâmetros clínicos foi verificada após o teste de normalidade de D'Agostino & Pearson. Após categorizar os indivíduos pela idade, foi investigada a diferença da amostra através da análise de variância (ANOVA; verificado pelo teste Kruskal Wallis), e a diferença intergrupo para as medidas do $PE_{máx.}$ e PFE foi investigada através do pós-teste de Dunn's. A relação entre as variáveis numéricas da $PE_{máx.}$ e o PFE foi analisada através da Correlação de Pearson, sendo considerado um valor significativo um $p < 0,05$. Adicionalmente, foi realizada uma regressão linear para a amostra estudada, para determinar a equação que melhor representa a relação entre as variáveis. A fim de corroborar a diferença entre as amostras estudadas, foi utilizado o Teste t ($\alpha = 1\%$). Para a análise estatística foi utilizado o Software GraphPadPrism 5.0 (GraphPad Software Inc., San Diego, CA, USA).

3 RESULTADOS

A homogeneidade das amostras, com relação aos parâmetros antropométricos e clínicos coletados dos indivíduos saudáveis que participaram do estudo, pode ser observada na Tabela 1. A amplitude de 12 anos de idade entre o grupo amostral resultou em uma amostra estatisticamente distinta neste quesito; enquanto é demonstrado que estes indivíduos encontram-se na faixa de normalidade para o índice de massa corporal, PAM, FC, FR, corroborando com a homogeneidade da amostra nesses quesitos.

Tabela 1: Parâmetros clínicos dos indivíduos saudáveis entre 18-30 anos

Variáveis	Média	EP	Teste de Normalidade
Idade (anos)	22,69	$\pm 0,41$	-
PAM (mmHg)	82,19	$\pm 1,14$	+
FC (bpm)	73,99	$\pm 0,90$	+
FR (irpm)	16,40	$\pm 0,25$	+
IMC (Kg/m^2)	21,79	$\pm 0,30$	+

Valores expressos em média \pm erro padrão (EP) da média; n=81 indivíduos saudáveis; Pressão arterial média (PAM); Frequência cardíaca (FC); Batimento por minuto (bpm); Frequência respiratória (FR); Incursões respiratórias por minuto (irpm); Índice de Massa Corporal; (IMC); Quilograma por metro ao quadrado (Kg/m^2); (+) indica que passou no teste de normalidade D'Agostino & Pearson; (-) indica que não passou no teste de normalidade D'Agostino & Pearson.

A média dos valores cirtométricos encontrados na região de linha mamilar foi $4,40 \pm 0,24$, média da região cirtométrica axilar $4,11 \pm 0,16$, média da região cirtométrica xifóidea $4,23 \pm 0,19$ e a média da região cirtométrica abdominal $1,88 \pm 0,15$ (Tabela 2).

Tabela 2: Parâmetros cirtométricos dos indivíduos saudáveis entre 18-30 anos

Variáveis	Média	EP
ACAx(cm)	4,11	± 0,16
ACM(cm)	4,40	± 0,23
ACX (cm)	4,23	± 0,19
ACAb(cm)	1,88	± 0,15

Valores expressos em média ± erro padrão (EP) da média; n=81 indivíduos saudáveis; Amplitude cirtométricaaxilar (ACAx); Amplitude cirtométrica mamilar (ACM); Amplitude cirtométricaxifóideia; (ACX); Amplitude cirtométrica abdominal (ACAb).

A partir dos valores médios das amplitudes cirtométricas dos indivíduos saudáveis foi demonstrado que o deslocamento torácico foi cerca de duas vezes maior comparada ao abdominal durante a inspiração e expiração máxima, num posicionamento ortostático (Figura 1b).

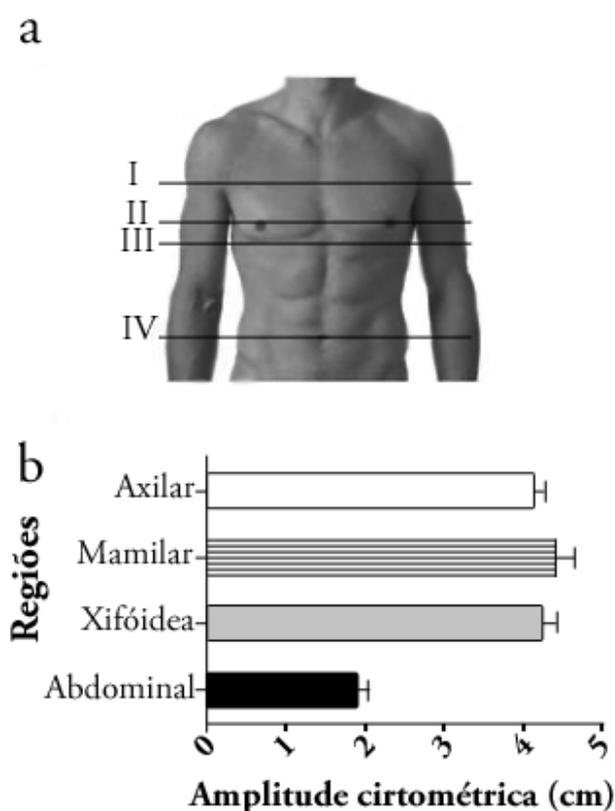


Figura 1a: Esquema demonstrando as regiões (I-IV) das medidas cirtométricas torácicas ou abdominal. Em (I) demonstra-se a região de prega axilar; (II) - linha mamilar; (III) - apêndice xifóide e (IV) - linha umbilical. (b) valores médios das amplitudes cirtométricas torácicas ou abdominais.

Figura 1b: Média da amplitude cirtométrica axilar, mamilar, xifóideia e abdominal, mensurada após inspiração máxima e expiração máxima; n = 81 indivíduos saudáveis.

Não foi observada diferença estatística entre os valores médios da $PE_{máx.}$ (Figura 2a) e PFE (Figura 2b) quando os indivíduos foram agrupados por faixa etária. A grande variação observada na Figura 2b, entre os indivíduos de 18-22 anos,

resultou de dois casos isolados onde estes indivíduos atingiram 880L/min.

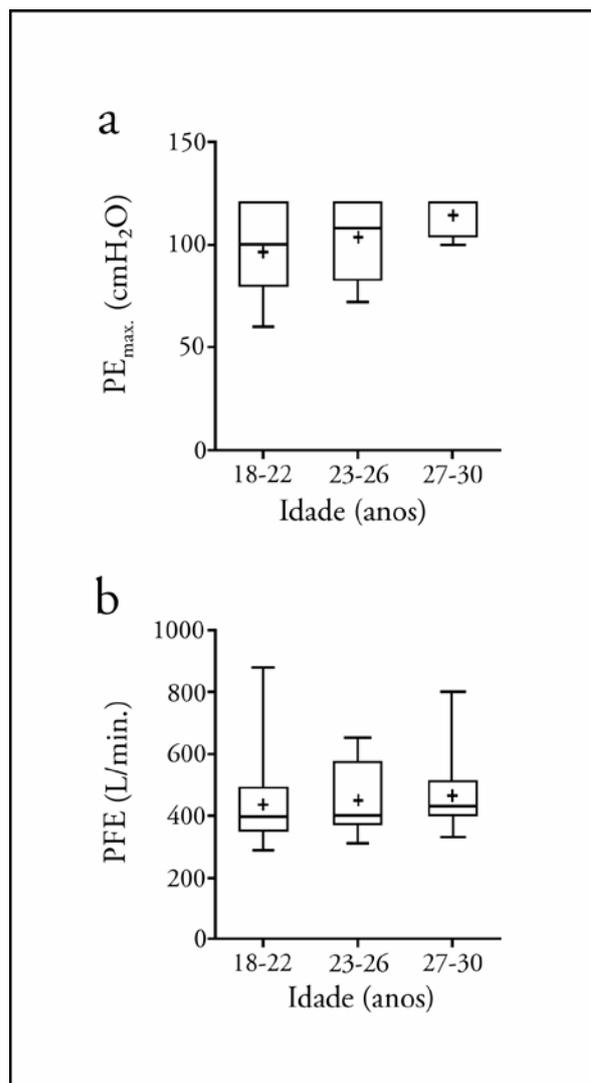


Figura 2a: $PE_{máx.}$ (cmH_2O) dos indivíduos agrupados por faixa etária; n = 81 indivíduos saudáveis.

Figura 2b: Pico de fluxo expiratório(L/min) dos indivíduos agrupados por faixa etária; n = 81 indivíduos saudáveis. $PE_{máx.}$ = Pressão Expiratória Máxima; PFE = Pico de Fluxo Expiratório.

A dispersão das medidas da $PE_{máx.}$ e PFE dos indivíduos saudáveis está apresentada na Figura 2a, onde foi observada uma forte correlação positiva ($r=0.43$; $r^2=0.18$; $p<0,001$) entre estas variáveis. Adicionalmente, as curvas de regressão linear entre as variáveis foram representadas pelas equações descritas na Figura 4. O Quadro I e II mostra, respectivamente, os valores de referência da PFE em função da $PE_{máx.}$ (Equação 1, Figura 3), e $PE_{máx.}$ em função do PFE (Equação 2, Figura 3), para a amostra estudada, estimados em função das equações descritas.

Quadro 1 - PFE em função da PE_{max}.

PE _{max}	PFE	PE _{max}	PFE
0	-	65	339
5	163	70	353
10	177	75	368
15	192	80	382
20	207	85	397
25	221	90	412
30	236	95	426
35	251	100	441
40	265	105	456
45	280	110	470
50	295	115	485
55	309	120	500
60	324	-	-

Parâmetros de normalidade estimados a partir de uma amostra de 81 indivíduos saudáveis. PFE = Pico de fluxo expiratório; PE_{max} = Pressão expiratória máxima.

Quadro 2 - PE_{max} em função da PFE

PFE	PE _{max}						
0	-	240	31	480	113	720	195
20	-	260	38	500	120	740	202
40	-	280	45	520	127	760	209
60	-	300	52	540	134	780	216
80	-	320	59	560	141	800	222
100	-	340	65	580	147	820	229
120	-	360	72	600	154	840	236
140	-	380	79	620	161	860	243
160	4	400	86	640	168	880	250
180	11	420	93	660	175	-	-
200	18	440	100	680	182	-	-
220	25	460	106	700	188	-	-

Parâmetros de normalidade estimados a partir de uma amostra de 81 indivíduos saudáveis. PFE = Pico de fluxo expiratório; PE_{max} = Pressão expiratória máxima.

Equação 1

$$PFE = 2,93PE_{m\acute{a}x.} + 148,07$$

Equação 2

$$PE_{m\acute{a}x.} = (PFE - 148,07) / 2,93$$

Figura 3: Equações de regressão entre as variáveis. PFE em função de PE_{max} (Equação 1), e PE_{max} em função do PFE (Equação 2), para a amostra estudada. PE_{max} = Pressão Expiratória Máxima; PFE = Pico de Fluxo Expiratório.

A PE_{max} variou de 60 a 120 cmH₂O, com média de 101,11 com erro padrão de ± 1,98 e os valores do PFE variaram de 290 a 880 L/min, com média de 443,95 com erro padrão de ± 13,34 L/min. Para o gênero feminino, a PE_{max} apresentou uma média de 97,85, com erro padrão de ± 2,26 e PFE com média de 392,91, erro padrão de ± 7,99 e para o gênero masculino, a PE_{max} apresentou uma média de 107,52 com erro padrão de ± 3,64 e PFE com média de 551,92, erro padrão de ± 28,21.

Houve uma correlação forte positiva entre os valores da PE_{max} e o PFE, ou seja, são diretamente proporcionais; apresentando um r = 0,43 e um r² = 0,18 com p < 0,001 (Figura 4a).

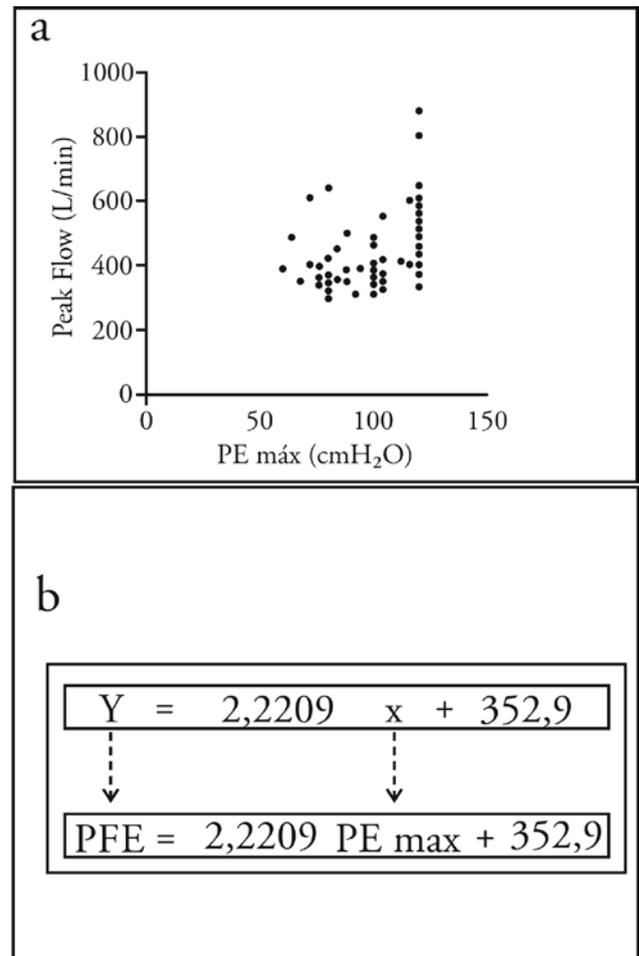


Figura 4a: Dispersão da PE_{max} e do PFE; n= 81 indivíduos saudáveis. p<0.001; r = 0,43; r²= 0,18; a= 1% (onde o valor do t calculado foi de 4,27 e o valor do t tabelado foi de 2,66).

Figura 4b: Equação de regressão entre PE_{max} e do PFE em indivíduos saudáveis. X – representa a incógnita da PE_{max}. e Y - representa a incógnita do pico de fluxo. PE_{max} = Pressão Expiratória Máxima; PFE = Pico de Fluxo Expiratório.

Foi realizada a regressão linear a qual estimava a condicional entre a PE_{max} e o PFE. Os valores estimados para a PE_{max} e o PFE estão demonstrados na Figura 4b.

4 DISCUSSÃO

A análise clínica nos permite avaliar os pacientes por meio de alguns parâmetros de normalidade que são essenciais para obter um acompanhamento eficaz de uma possível alteração fisiológica. Para indivíduos adultos, a frequência respiratória e os batimentos cardíacos variam entre 16-20 irpm e 60-100 bpm respectivamente. Os valores da PA (Pressão Arterial) são categorizados em quatro níveis: normal (PA sistólica < 120 e PA diastólica < 80); pré-hipertensão (PA sistólica entre 120-139 ou PA diastólica entre 80-89); hipertensão estágio 1 (PA sistólica entre 140-159 ou PA diastólica entre 90-99) e hipertensão estágio 2 (PA sistólica \geq 160 ou PA diastólica \geq 100). A classificação do IMC, de acordo com os parâmetros da Organização Mundial de Saúde, cujos indivíduos com IMC de 18,5 a 24,9 kg/m² são classificados como normais ou eutróficos; indivíduos com IMC entre 25 e 29,9 kg/m² são classificados como portadores de sobrepeso; indivíduos com IMC > 30 kg/m² são classificados como obesos (DE CASTRO et al., 2006).

Os valores previstos para indivíduos com uma dada combinação de idade e altura podem diferir consideravelmente podendo estar relacionado aos critérios de seleção das amostras populacionais, equipamentos utilizados, técnicas de medida e variabilidade biológica das populações. Além disso, os valores mudam com o tempo devido a mudanças nas condições ambientais, progresso tecnológico dos equipamentos utilizados e maior precisão nas condições de medida. Um passo importante no diagnóstico de anormalidades da função pulmonar é definir se os indivíduos testados estão dentro ou fora de um intervalo de referência. Para isso, portanto, os valores mensurados são, habitualmente, comparados com valores de referência obtidos em indivíduos saudáveis, índices antropométricos, bem como características étnicas semelhantes aos índices.

No presente estudo, participaram indivíduos saudáveis com idade de 18-30 anos, os quais apresentavam condições clínicas de FC, FR, PAS e IMC dentro dos parâmetros de normalidade de acordo com a literatura já descrita e os equipamentos utilizados foram adequados para o objetivo proposto.

A observação da expansibilidade torácica vem sendo citada como uma medida qualitativa, porém, ao mesmo tempo, subjetiva. O examinador é capaz de realizá-la espalmando suas mãos no tórax do paciente durante os movimentos respiratórios. Tal medida constitui parte integrante do exame físico do tórax e permite avaliar a mobilidade torácica, detectando, principalmente, assimetrias entre os dois hemitórax (MATTOS et al., 2009).

A cirtometria é uma técnica de avaliação que vem sendo reproduzida há décadas, visto sua grande aplicabilidade, a qual frequentemente vem sendo referenciada como parâmetro de mensuração da “expansibilidade pulmonar”. Além disso, ela é

utilizada com o objetivo de avaliar outros parâmetros, como: “amplitude torácica”, “mecânica toracoabdominal”, “função diafragmática” e “trabalho muscular” (CALDEIRA et al., 2007). É importante enfatizar a característica qualitativa da medida, não sendo, portanto, adequada para aferir volumes pulmonares (CALDEIRA et al., 2007). Neste estudo não houve correlação estatística entre as quatro amplitudes cirtométrica obtidas na prova de função pulmonar. Foi possível observar apenas que a maior amplitude cirtométrica encontrada se deu na região mamilar. Porém, não foi possível identificar evidências da que apontem cirtometria como uma medida precisa e acurada, capaz de sustentar inferências sobre a função pulmonar.

Com a evolução dos procedimentos diagnósticos e condutas terapêuticas a avaliação da função pulmonar tornou-se um importante aliado na busca de respostas mais efetivas. A medida das pressões respiratórias geradas a partir de esforços inspiratórios e expiratórios máximos representa um procedimento de grande utilidade para avaliação funcional dos músculos respiratórios, pois possibilitam quantificar a força destes músculos (CAMELO JR, 1985).

A mensuração desta força tem maior importância ao se considerar que tal medida permite avaliar a evolução do tratamento fisioterapêutico e a qualidade dos exercícios respiratórios que estes pacientes estão sendo submetidos. Os músculos respiratórios, assim como os músculos esqueléticos axiais, aumentam sua capacidade de contração em resposta ao treinamento (REID et al., 1995).

A mensuração da força dos músculos respiratórios realizados através da medida da pressão na boca através de um manovacuômetro aneróide, é um método aceito desde sua descrição feita por BLACK et al. (1969) (BLACK et al., 1969).

BADR et al. (2002) estudaram como o posicionamento corporal influenciaria na PE_{máx.} a PFE. Entre diversas posições de liderança a PE_{máx.} e PFE foi afetada significativamente, sendo que na posição ‘de pé’ os resultados foram significativamente maiores do que sentado (BADR et al., 2002). No nosso estudo padronizamos as medições na posição sentada.

NEDER et al. (1999) propôs fórmulas de valores de PE_{máx.} previstos para população brasileira sendo, $Y = -0,81 * (\text{idade}) + 165,3$ para homens e $Y = -0,61 * (\text{idade}) + 115,6$ para mulheres (NEDER et al., 1999).

A PE_{máx.} tem seu valor normal compreendido, em um adulto jovem, na faixa de +100 a +150 cmH₂O. Sabe-se, também que a partir dos 20 anos de idade ocorre um decréscimo anual de 0,5 cmH₂O nestes valores, principalmente a partir dos 40 anos. A fraqueza muscular, no entanto, é uma condição clínica importante que deve ser investigada com bastante cuidado. A fraqueza da musculatura respiratória acarreta a diminuição a capacidade vital (CV), complacência pulmonar e deficiência da tosse, causando hipercapnia, aumentando o risco de

micro atelectasias e dificultando a remoção de secreção das vias aéreas (DOHNA-SCHWAKE et al., 2006). Neste sentido, a fisioterapia tem papel importante na detecção precoce desse distúrbio, pois, ao avaliar a força desses músculos, pode-se permitir que o indivíduo seja submetido a tratamento adequado evitando complicações muitas vezes irreversíveis (SIMÕES et al., 2010).

O máximo fluxo gerado durante a expiração forçada é dependente da força dos músculos expiratórios, do volume pulmonar e da duração do tempo de pausa da CPT para iniciar a expiração forçada (HEGEWALD et al., 1995).

Assim, o PFE está diretamente relacionado com a força muscular, volume pulmonar e área transversal das vias aéreas. Deste modo, com a construção de uma curva fluxo/volume podemos visualizar o volume expiratório forçado no primeiro segundo e ter um índice espirométrico mais reprodutível e de maior aplicabilidade clínica (PIERCE, 2005).

LEINER et al. (1963) estimou duas equações predictoras de valores de PFE para a população dos Estados Unidos, sendo uma para o sexo masculino e outra para o sexo feminino, em função da idade e altura (LEINER et al., 1963). Para estabelecer essas equações, eles coletaram o PFE de 155 indivíduos saudáveis (105 homens e 50 mulheres), cujas idades variaram entre 15 e 69 anos, utilizando-se do medidor portátil de PFE da marca mini-Wright®. Foi demonstrado, entretanto uma imprecisão neste último medidor, devido ao tempo de utilização (SHAPIRO et al., 1991). O medidor de PFE da marca Assess®, neste caso, o mesmo utilizado no presente estudo, se mostrou mais eficaz. Há, sobretudo, evidências de que se o referido aparelho for utilizado pelo mesmo examinador com técnica padronizada, sua confiabilidade tende a se manter inalterada (GARDNER et al., 1992).

MIRANDA et al. (2009) investigou o comportamento das $PI_{máx.}$, $PE_{máx.}$, PFE e dor após colecistectomia e observou uma redução do PFE, além de apresentar correlação significativa com as medidas de $PE_{máx.}$ pós-operatórias, quando analisadas para o mesmo momento (MIRANDA et al., 2009).

No presente estudo, a partir da equação de regressão linear, os valores do PFE podem ser estimado obtendo-se a medida da $PE_{máx.}$, ou vice e versa.

Além de viabilizar uma estimativa rápida de uma medida ou outra, com apenas um dos mensuradores durante a prática clínica, a curva permite estimar um padrão de normalidade entre estas variáveis que possam servir de parâmetros para a aplicação futura destas técnicas com indivíduos portadores de pneumopatias.

A capacidade de produzir o PFT está diretamente relacionada com a geração de pressão expiratória e a capacidade de remover secreções do trato respiratório. Pacientes que apresentam valores significativamente menores de $PE_{máx.}$ não conseguem atingir um

PFT eficiente. Dessa forma, valores de $PE_{máx.}$ menores que 45 cmH_2O não produzem PFT eficaz, enquanto, valores acima de 60 cmH_2O está relacionados à melhor PFT e, conseqüentemente, um mecanismo de tosse eficiente. Estima-se que valores abaixo de 160L/min esteja associado à ineficiência da tosse do *clearance* mucociliar. Valores entre 160-270L/min estão relacionados à deterioração da musculatura respiratória durante períodos de infecção respiratória. Portanto, valores de pico de fluxo acima de 270L/min, são utilizados para identificar pacientes que são capazes de produzir PFT satisfatório na higienização adequada do trato respiratório (KRAVITZ, 2009).

A prática clínica ainda carece de aspectos científicos para contribuir na validação científica de técnicas terapêuticas, bem como a sua verificação e/ou aperfeiçoamento. A fisioterapia respiratória atua nas mais diversas áreas, desde a prevenção, tratamento de complicações pós-operatórias, educação de pacientes e seus familiares a reabilitação pulmonar. A correlação da $PE_{máx.}$ e do pico de fluxo expiratório poderá ser adotada posteriormente durante a aplicação de técnicas fisioterapêuticas podendo colaborar no método, assim como a escolha da técnica empregada.

5 CONCLUSÃO

Foi demonstrado que houve uma correlação forte e positiva entre os valores da $PE_{máx.}$ e o PFE e ao realizarmos a regressão linear foi possível estimar a equação da regressão que melhor representa a amostra pesquisada $PFE = 2,2209 PE_{máx.} + 352,9$ para estimar a variabilidade em futuros casos estudados.

6 REFERÊNCIAS

- ABDOOL-GAFFAR, M. S.; AMBARAM, A.; AINSLIE, G. M.; et al. GUIDELINES FOR THE MANAGEMENT OF CHRONIC OBSTRUCTIVE PULMONARY DISEASE. WORKING GROUP OF THE SOUTH AFRICAN PULMONOLOGY SOCIETY. **South African Medical Journal**, Cape Town, v. 88, n. 8, p. 999-1002/ 1004/1006-1010, 1998.
- BACH, J. R. Mechanical insufflation-exsufflation. Comparison of peak expiratory flows with manually assisted and unassisted coughing techniques. **Chest**, Chicago, v. 104, n. 5, p. 1553-1562, 1993.
- BACH, J. R.; GONÇALVES, M. R.; PÁEZ, S.; WINCK, J. C.; LEITÃO, S.; ABREU, P. Expiratory flow maneuvers in patients with neuromuscular diseases. **American Journal of Physical Medicine & Rehabilitation**, Baltimore, v. 85, n. 2, p. 105-111, 2006.
- BADR, C.; ELKINS, M. R.; ELLIS, E. R. The effect of body position on maximal expiratory pressure and flow. **The Australian Journal of Physiotherapy**, St. Kilda, v. 48, n. 2, p. 95-102, 2002.

- BLACK, L. F.; HYATT, R. E. Maximal respiratory pressures: normal values and relationship to age and sex. **The American Review of Respiratory Disease**, Baltimore, v. 99, n. 5, p. 696-702, 1969.
- CALDEIRA, V. A. S.; STARLING, C. C.; BRITTO, R. R.; MARTINS, J. A.; SAMPAIO, R. F.; PARREIRA, V. F. Reliability and accuracy of spirometry in healthy adults. **Jornal Brasileiro de Pneumologia**, Brasília, v. 33, n. 5, p. 519-526, 2007.
- CAMELO JÚNIOR, J. S.; TERRA FILHO, J.; MANÇO, J. C. Maximal respiratory pressures in normal adults: **Jornal de Pneumologia**, Brasília, v. 11, n. 4, p. 181-184, 1985.
- DE CASTRO, S. H.; DE MATO, H. J.; GOMES, M. B. [Anthropometric parameters and metabolic syndrome in type 2 diabetes]. **Arquivos Brasileiros de Endocrinologia & Metabologia**, São Paulo, v. 50, n. 3, p. 450-455, 2006.
- DICPINIGAITIS, P. V. Chronic cough due to asthma: ACCP evidence-based clinical practice guidelines. **Chest**, Chicago, v. 129, n. 1 Suppl, p. 75S-79S, 2006.
- DOHNA-SCHWAKE, C.; RAGETTE, R.; TESCHLER, H.; VOIT, T.; MEILLIES, U. Predictors of severe chest infections in pediatric neuromuscular disorders. **Neuromuscular Disorders**, Oxford, v. 16, n. 5, p. 325-328, 2006.
- FERRIS, B. G. Epidemiology Standardization Project (American Thoracic Society). **The American Review of Respiratory Disease**, Baltimore, v. 118, n. 6 Pt 2, p. 1-120, 1978.
- FINUCANE, K. E.; PANIZZA, J. A.; SINGH, B. Efficiency of the normal human diaphragm with hyperinflation. **Journal of Applied Physiology**, Bethesda, v. 99, n. 4, p. 1402-1411, 2005.
- FIZ, J. A.; TEXIDÓ, A.; IZQUIERDO, J.; RUIZ, J.; ROIG, J.; MORERA, J. Postural variation of the maximum inspiratory and expiratory pressures in normal subjects. **Chest**, Chicago, v. 97, n. 2, p. 313-314, 1990.
- GARDNER, R. M.; CRAPO, R. O.; JACKSON, B. R.; JENSEN, R. L. Evaluation of accuracy and reproducibility of peak flowmeters at 1,400 m. **Chest**, Chicago, v. 101, n. 4, p. 948-952, 1992.
- GAULD, L. M. Airway clearance in neuromuscular weakness. **Developmental Medicine and Child Neurology**, England, v. 51, n. 5, p. 350-355, 2009.
- HEGEWALD, M. J.; CRAPO, R. O.; JENSEN, R. L. Intraindividual peak flow variability. **Chest**, Chicago, v. 107, n. 1, p. 156-161, 1995.
- HRISTARA-PAPADOPOULOU, A.; TSANAKAS, J.; DIOMOU, G.; PAPADOPOULOU, O. Current devices of respiratory physiotherapy. **Hippokratia**, Thessalonikē, v. 12, n. 4, p. 211-220, 2008.
- JOHNSTON, M. V.; KEITH, R. A.; HINDERER, S. R. Measurement standards for interdisciplinary medical rehabilitation. **Archives of Physical Medicine and Rehabilitation**, Chicago, v. 73, n. 12-S, p. S3-S23, 1992.
- KRAVITZ, R. M. Airway clearance in Duchenne muscular dystrophy. **Pediatrics**, Springfield, v. 123, Suppl 4, p. S231-S235, 2009.
- LEINER, G. C.; ABRAMOWITZ, S.; SMALL, M. J.; STENBY, V. B.; LEWIS, W. A. EXPIRATORY PEAK FLOW RATE. STANDARD VALUES FOR NORMAL SUBJECTS. USE AS A CLINICAL TEST OF VENTILATORY FUNCTION. **The American Review of Respiratory Disease**, Baltimore, v. 88, p. 644-651, 1963.
- MATTOS, W. L.; SIGNORI, L. G.; BORGES, F. K.; BERGAMIN, J. A.; MACHADO, V. Accuracy of clinical examination findings in the diagnosis of COPD. **Jornal Brasileiro de Pneumologia**, Brasília, v. 35, n. 5, p. 404-408, 2009.
- MIRANDA, A. S.; NOVAES, R. D.; FERREIRA, A. E.; NEVES, M. P.; CORRÊA, C. L.; MENDONÇA, V. A. [Assessment of respiratory muscle strength, peak expiratory flow and pain after open cholecystectomy]. **Acta Gastroenterologica Latinoamericana**, Haedo, v. 39, n. 1, p. 38-46, 2009.
- NEDER, J. A.; ANDREONI, S.; LERARIO, M. C.; NERY, L. E. Reference values for lung function tests. II. Maximal respiratory pressures and voluntary ventilation. **Brazilian Journal of Medical and Biological Research**, São Paulo, v. 32, n. 6, p. 719-727, 1999.
- OVECHKIN, A.; VITAZ, T.; DE PALEVILLE, D. T.; ASLAN, S.; McKAY, W. Evaluation of respiratory muscle activation in individuals with chronic spinal cord injury. **Respiratory Physiology & Neurobiology**, Amsterdam, v. 173, n. 2, p. 171-178, 2010.
- PIERCE, R. Spirometry: an essential clinical measurement. **Australian Family Physician**, Sydney, v. 34, n. 7, p. 535-539, 2005.
- REID, W. D.; DECHMAN, G. Considerations when testing and training the respiratory muscles. **Physical Therapy**, Alexandria, v. 75, n. 11, p. 971-982, 1995.
- SANCHO, J.; SERVERA, E.; DÍAZ, J.; MARÍN, J. Efficacy of mechanical insufflation-exsufflation in medically stable patients with amyotrophic lateral sclerosis. **Chest**, Chicago, v. 125, n. 4, p. 1400-1405, 2004.
- SHAPIRO, S. M.; HENDLER, J. M.; OGIRALA, R. G.; ALDRICH, T. K.; SHAPIRO, M. B. An evaluation of the accuracy of Assess and MiniWright peak flowmeters. **Chest**, Chicago, v. 99, n. 2, p. 358-362, 1991.
- SIMÕES, R. P.; CASTELLO, V.; AUAD, M. A.; DIONÍSIO, J.; MAZZONETTO, M. Prevalence of reduced respiratory muscle strength in institutionalized elderly people. **Sao Paulo Medical Journal**, São Paulo, v. 127, n. 2, p. 78-83, 2009.

SIMÕES, R. P.; DEUS, A. P.; AUAD, M. A.; DIONÍSIO, J.; MAZZONETTO, M.; BORGHI-SILVA, A. Maximal respiratory pressure in healthy 20 to 89 year-old sedentary individuals of central São Paulo State. **Revista Brasileira de Fisioterapia**, v. 14, n. 1, p. 60-67, 2010.

SMINA, M.; SALAM, A.; KHAMIEES, M.; GADA, P.; AMOATENG-ADJEPONG, Y.; MANTHOUS, C. A. Cough peak flows and extubation outcomes. **Chest**, Chicago, v. 124, n. 1, p. 262-268, 2003.

SULEMAN, M.; ABAZA, K. T.; GORNALL, C.; KINNEAR, W. J.; WILLS, J. S.; MAHAJAN, R. P. The effect of a mechanical glottis on peak expiratory flow rate and time to peak flow during a peak expiratory flow manoeuvre: a study in normal subjects and patients with motor neurone disease. **Anaesthesia**, London, v. 59, n. 9, p. 872-875, 2004.