

Artigo original

Análise da resistência do incentivador respiratório em indivíduos jovens

Resistance analysis of incentive spirometry in young individuals

Maria do Socorro Luna Cruz, M.Sc.*, Shirley Gabrielle Galvao de Moraes Pinheiro**, Thaianna Luiza de Lima Rodrigues**, Melissa Pinto Gurgel, M.Sc.***, Paula Roquetti Fernandes, D.Sc.****, Jose Fernandes Filho, D.Sc.*****, Fernando Policarpo Barbosa, D.Sc.*****

.....
*Docente do Curso de Fisioterapia da Faculdade de Ciências Médicas - FCM/IPB, Mestre em Ciências da Motricidade Humana pela UCB/RJ e Doutoranda pela Universidad Pedro de Valdivia-UPV/Chile, **Graduada pela Universidade Potiguar/UnP e Fisioterapeuta da FISIOAR, **UFRN, ****Doutora do Centro de Excelência de Avaliação Física-CEAF/RJ, *****Professor da Universidade Federal do Rio de Janeiro/URFJ e Pesquisador do Centro de Excelência de Avaliação Física-CEAF/RJ, *****Professor Doutor da Faculdades Integradas de Patos-FIP/PB, Professor Coordenador do Facisa em Movimento da Faculdade de Ciências Médicas-FCM/IPB e Pesquisador do Centro de Excelência de Avaliação Física-CEAF/RJ

Resumo

A inspirometria de incentivo técnico na fisioterapia, que promove o aumento da resistência nas vias aéreas, é comumente utilizada na recuperação e reabilitação da função pulmonar. O estudo teve por objetivo investigar a resistência gerada através da pressão inspiratória máxima (PI_{máx}) no momento da execução da terapêutica do incentivador respiratório a fluxo, nos níveis do equipamento R0, R1, R2, R3 em 71 voluntários de ambos os sexos, idade entre 18 e 35 anos. Foram divididos em subgrupos, utilizando índice de massa corpórea (IMC) como variável determinante, obtendo-se subgrupos masculinos G1 (IMC = 22,48m/kg²; n = 10) e o G2 (IMC = 26,71 m/kg²; n = 20) e os subgrupos femininos G3 (IMC = 20,86 m/kg²; n = 26) e o G4 (IMC = 25,15 m/kg²; n = 15). Foram realizadas três mensurações de PI_{máx}, e após cada medida o voluntário identificava o nível de esforço pela escala de percepção subjetiva de esforço (PSE) de Borg. A estatística aplicada foi descritiva e inferencial, análise de Cluster, teste t, *Post Hoc de Bonferone* e Kolmogorov-Smirnov. Conclui-se que a intensidade gerada pelo inspirômetro de incentivo é de leve a moderada para os níveis 1, 2 e 3, podendo atingir intensidades superiores a 80% em indivíduos com sobrepeso.

Palavras-chave: inspirometria, manuvacuometria, adulto jovem.

Abstract

Incentive spirometry is a physical therapy technique that promotes resistance in the air track has been commonly used in the recovery and rehabilitation of pulmonary functions. The present study investigated the resistance generated through maximum inspiratory pressure during therapy sessions with flow-oriented incentive spirometry, the equipment operating on levels R0, R1, R2, R3 in 71 volunteers from both genders, aging between 18 and 35. They were divided into subgroups, utilizing body mass index (BMI) as the determinant variable, obtaining male subgroups G1 (BMI = 22.48m/kg²; n = 10) and G2 (BMI = 26.71 m/kg²; n = 20) and the female subgroups G3 (BMI = 20.86 m/kg²; n = 26) and G4 (BMI = 25.15 m/kg²; n = 15). Three MIP measurements were obtained, after which the volunteer identified the effort level by Borg's Rating of Perceived Exertion (RPE). Statistics applied were descriptive and inferential, Cluster analysis, T test, *Post Hoc Bonferone* and Kolmogorov-Smirnov. This study concluded that the intensity generated by incentive spirometry is light to moderate on levels 1, 2, and 3, possibly reaching intensity higher than 80% for over-weight individuals.

Key-words: spirometry, manometer, young adult.

Recebido em 22 de novembro de 2011; aceito em 12 de junho de 2012.

Endereço para correspondência: Maria do Socorro Luna Cruz, Rua Prof. Luiza Soares, 199/102B Alto Branco 58401-405 Campina Grande PB, E-mail: socorrolcruz@gmail.com

Introdução

Os procedimentos e equipamentos utilizados na reabilitação motora e/ou funcional aplicados na fisioterapia estão fundamentados na confiabilidade e fidedignidade dos mesmos [1]. Hoje, a expectativa de recuperação das capacidades do sistema respiratório em sua complexidade encontra-se relacionada ao fortalecimento da musculatura respiratória, com o objetivo de restabelecer as pressões estáticas, assim como os volumes e capacidades pulmonares [1-3].

Entre os métodos de intervenção aplicada na recuperação da expansibilidade torácica e fortalecimento muscular destaca-se a inspirometria de incentivo. O instrumento promove uma resistência nas vias aéreas, sendo comumente utilizado na recuperação pós-cirurgias torácicas ou no período pré-operatório de indivíduos obesos submetidos à cirurgia bariátrica [4-6]. A intervenção por meio desta terapêutica é considerada satisfatória e confiável [8]. No entanto, há um ponto a ser investigado quanto ao procedimento, enquanto método de fortalecimento muscular, dentro dos pressupostos do conceito volume/intensidade, a aplicação de cargas deve promover estímulos superiores aos habituais de maneira a promover adaptações positivas.

Fato esse que não é questionado no caso do inspirômetro de incentivo, já que os resultados obtidos têm demonstrado melhorias significativas para os volumes e capacidade pulmonares, assim como para as pressões estáticas máximas [8-9]. No entanto, o resultado esperado pode ser comprometido, uma vez que indivíduos com baixa aptidão respiratória são incapazes de exercer esforço inspiratório suficiente para vencer a resistência gerada pelo inspirômetro de incentivo, o que dificulta também, as manobras recomendadas no protocolo de alcançar e sustentar volumes inspiratórios máximos. A manobra da inspirometria de incentivo é comprometida pela falta de habilidade de realizar a técnica, fraqueza muscular e a dor. Pontos que poderiam ser atenuados pelo profissional ao se saber qual o esforço gerado em cada nível de resistência do inspirômetro de incentivo [10].

Sendo assim, passa a ser importante investigar qual seria a resistência gerada nas vias aéreas e a força promovida na aplicação da técnica. O conhecimento dessa resistência possibilitará ajustes na terapêutica dentro de parâmetros correspondentes à capacidade física avaliada [7-9]. Diante do exposto, surgiu a necessidade de investigar a resistência gerada na pressão inspiratória máxima no momento da execução da terapêutica do incentivador respiratório a fluxo, nos diferentes níveis de graduação do equipamento R0, R1, R2 e R3 e comparar os valores obtidos entre indivíduos jovens.

Material e métodos

O delineamento deste estudo foi do tipo analítico correlacional exploratório de corte transversal, no qual se buscou estabelecer a relação entre as variáveis de estudo sem que

houvesse uma identificação da causa efeito entre elas. Para tanto, foi constituída uma amostra intencional com 71 voluntários, alunos de um curso de fisioterapia, de ambos os sexos, com idades entre 18 e 35 anos. Todos receberam as informações e esclarecimentos sobre os possíveis riscos e desconfortos dos testes, com a subsequente assinatura do termo de consentimento livre esclarecido. O presente estudo foi submetido e aprovado pelo comitê de ética em pesquisa, (protocolo nº081/2009).

Procedimentos

Os indivíduos responderam a anamnese e em seguida foi mensurada a massa corporal e estatura por meio dos respectivos equipamentos: balança eletrônica digital Toledo [10] com capacidade de 150 kg e acuidade de 50 g com o estadiômetro acoplado com escala em centímetros.

As pressões inspiratórias e expiratórias máximas (PI_{máx} e PE_{máx}) foram determinadas por meio do manovacuômetro Gerar Ind. Brasil com limite operacional de -300 a +300 cmH₂O. Os indivíduos foram previamente esclarecidos quanto aos procedimentos da manovacumetria, recebendo o treinamento com o objetivo de familiarização do protocolo. Em seguida foram realizadas três mensurações de PI_{máx} e PE_{máx}, considerando-se a maior medida quando houvesse uma diferença menor que 10% entre elas, conforme as recomendações da Sociedade Brasileira de Pneumologia e Tisiologia (SBPT) [10].

Para determinação do nível de resistência gerada pelo incentivador respiratório a fluxo utilizou-se um manovacuômetro acoplado através de um tubo T e traquéia ao incentivador respiratório (Figura 1 e 2), onde os indivíduos efetuaram a manobra ventilatória necessária para elevar as respectivas esferas: R0, R1, R2 e R3 caracterizando os graus de resistência do aparelho. No momento da determinação da resistência do inspirômetro de incentivo, o voluntário encontrava-se sentado com os pés apoiados e joelhos a 90° graus, com as costas recostadas e o tronco ereto formando ângulo de 90° graus com a articulação coxofemoral. A cabeça posicionada seguindo o plano de Frankfurt; de forma que pudesse obter a visualização das esferas do incentivador respiratório a fluxo. Foi estabelecido um intervalo de recuperação entre as medidas das resistências compatível ao nível de aptidão física de cada indivíduo, porém com o mínimo de trinta segundos e o máximo de dois minutos entre cada medida, como recomendado pelas diretrizes para provas de função pulmonar [10]. Após cada tentativa o voluntário identificou na escala de percepção subjetiva de esforço (PSE) de Borg o nível de esforço gerado.

Análise estatística

Para estabelecer as relações entre as variáveis de estudo foi aplicada estatística descritiva e inferencial, seguida dos seguintes tratamentos: para formar os subgrupos aplicou-

-se a análise de Cluster tendo como variável determinante o índice de massa corpórea (IMC); seguida da análise da curva de normalidade das medidas antropométricas e das medidas de esforço por meio do teste Kolmogorov-Smirnov. A comparação das médias entre os subgrupos, masculino e feminino, para as variáveis foi por meio do teste t para medidas independentes. As diferentes resistências geradas pelo inspirômetro de incentivo (R_0 , R_1 , R_2 e R_3) foram analisadas pelo teste de medidas repetidas com Post Hoc de Bonferroni [11] quando observada diferenças significativas entre as médias. O nível de significância adotado foi de $p < 0,05$ para o aceite das diferenças. Os resultados serão descritos por meio da média e de dispersão desvio padrão (média \pm DP).

Figura 1 e 2 - Descrição da adaptação do manovacuumetro para a determinação dos diferentes níveis resistências no inspirômetro de incentivo.



Resultados

A partir do IMC como variável determinante obteve-se pela análise de Cluster os subgrupos, masculinos G1 (n = 10) e G2 (n = 20) e femininos G3 (n = 26) e G4 (n = 15) tabela I; a curva de normalidade dos dados para todas as variáveis apresentou distribuição normal $p < 0,05$. Os valores médios para o IMC do G2 e G4 caracterizou os subgrupos com sobrepeso sendo observada diferença significativa ($t = 6,118$; $p = 0,001$) para os seus respectivos pares G1 e G3 (Tabela I).

A comparação da massa corporal (MC) entre os subgrupos masculinos apontou diferença significativa para a massa corporal ($t = 4,793$; $p = 0,001$). Comportamento similar foi observado para os subgrupos femininos ($t = -4,584$; $p = 0,001$ e $t = -9,736$; $p = 0,001$) respectivamente. No entanto, a média de idade e a estatura tanto nos subgrupos masculinos como nos femininos não apresentaram diferenças significativas p

$> 0,05$ (Tabela I). O ponto de relevância para as diferenças observadas nas variáveis MC e IMC foi permitir e analisar a possível influência dessas variáveis sobre os valores e padrões das pressões inspiratórias máximas para os subgrupos.

Na Tabela II são apresentados os valores médios para as variáveis respiratórias. Tanto a PImáx como a PEmáx do G1 foram significativamente diferentes quando comparadas ao G2 ($t = 3,884$; $p = 0,001$ e $t = 2,854$; $p = 0,01$) respectivamente. Os valores para a PImáx do G3 e G4 não apresentaram diferença significativa quando comparados ($t = -1,337$; $p = 0,19$). Comportamento similar foi observada para a PEmáx quando comparados os G3 e G4 ($t = -1,285$; $p = 0,21$).

A comparação das médias para os níveis de resistência gerados R_0 , R_1 , R_2 e R_3 pelo incentivador respiratório indicou que o nível de esforço gerado pelas esferas do inspirômetro de incentivo apontou padrões significativamente diferentes (Wilks' Λ ; $F(3; 3,401) = 7,000$; $p = 0,04$) entre o nível R_1 com o R_3 no G1, para um poder observado de 51,2%. No G2 a diferença significativa ocorreu entre as mesmas resistências R_1 e R_3 (Wilks' Λ ; $F(3; 21,267) = 17,000$; $p = 0,001$), no entanto, o poder observado foi superior 98,1% (tabela II). No subgrupo G3 a análise comparativa apontou que houve diferenças significativas (Wilks' Λ ; $F(3; 26,600) = 23,000$; $p = 0,001$); para um poder de 98,8%; entre todos níveis de resistência, o que indica aumentos constantes no esforço para esse subgrupo. O G4 se observou diferenças significativas entre o nível R_2 e R_3 (Wilks' Λ ; $F(3; 12,227) = 12,000$; $p = 0,001$), para o poder de 99,5%.

Os resultados expostos confirmam que tanto no subgrupo masculino como no feminino o inspirômetro de incentivo proporciona estímulos diferenciados o que podem ser confirmados pelo nível da Percepção Subjetiva de Esforço (PSE) obtido em cada resistência. No G1 a média para a $R_0 = 10,60 \pm 1,26$ e $11,30 \pm 1,16$; $12,90 \pm 1,52$ e $13,90 \pm 2,38$ para R_1 , R_2 e R_3 respectivamente. Os valores para a PSE no G1 denotam diferença significativa (Wilks' Λ ; $F(3; 7,301) = 17,000$; $p = 0,015$) entre a PSE da R_1 com a PSE de R_2 e R_3 . A PSE no G2 apresentou diferença significativa (Wilks' Λ ; $F(3; 7,322) = 18,000$; $p = 0,001$) entre todas as resistências: $R_0 = 9,25 \pm 1,97$; $R_1 = 10,80 \pm 1,85$; $R_2 = 12,25 \pm 1,97$ e $R_3 = 13,90 \pm 2,29$. A percepção é compatível com o valor do delta percentual ($\Delta\%$) tanto no G1 como no G2. No G1 o R_0 correspondeu a 65,49% da PImáx enquanto no G2 essa correspondeu a 43,13%. O $\Delta\%$ $R_1 = 74,15\%$; $R_2 = 79,81\%$ e $R_3 = 89,84\%$. Os valores respectivos do $\Delta\%$ no G2 foram 53,15%; 61,20% e 68,14%.

Tabela I - Valores médios e o desvio padrão (DP) para as variáveis antropométricas de adultos jovens de ambos os sexos submetidos à análise das pressões estáticas máximas (PImáx e PEmáx).

	Masculino		Feminino	
	G1 (n = 10)	G2 (n = 20)	G3 (n = 26)	G4 (n = 15)
Idade (anos)	25,50 \pm 3,21	24,60 \pm 3,76	23,88 \pm 3,09	25,13 \pm 4,14
Estatura (m)	1,73 \pm 0,05	1,73 \pm 0,05	1,63 \pm 0,08	1,61 \pm 0,06
Massa corporal (kg)	67,16 \pm 5,73*	80,30 \pm 7,64	55,43 \pm 7,57*	65,58 \pm 5,26
IMC (kg/m ²)	22,48 \pm 1,88*	26,71 \pm 1,74	20,86 \pm 1,25*	25,15 \pm 1,52

* = $p < 0,05$ entre os grupos; IMC = índice de massa corporal.

Tabela II - Valores médios e desvio padrão para pressões estáticas máximas (PI_{máx}; PE_{máx}) e para as resistências observadas pelo incentivador respiratório em indivíduos jovens.

	Masculino		Feminino	
	G1 (n = 10)	G2 (n = 20)	G3 (n = 26)	G4 (n = 15)
PI _{máx}	-102,50 ± 22,88*	-150,00 ± 34,94	-94,81 ± 24,35	-108,00 ± 39,00
PE _{máx}	108,00 ± 30,48*	146,00 ± 36,08	84,04 ± 24,62	95,67 ± 33,00
R ₀	64,00 ± 24,59	64,00 ± 25,83	51,35 ± 15,85	50,33 ± 18,07
R ₁	74,00 ± 22,46*	78,50 ± 21,47*	57,69 ± 14,78*	54,33 ± 16,99
R ₂	80,00 ± 23,09	89,75 ± 17,51*	63,85 ± 13,44*	66,67 ± 13,58*
R ₃	90,00 ± 21,86	99,50 ± 14,59*	67,50 ± 14,02*	67,00 ± 16,88*

* = $p < 0,05$; PI_{máx} = Pressão Inspiratória Máxima ; PE_{máx} = Pressão Expiratória Máxima ; R₀ = PI_{máx} no grau 0 do IR ; R₁ = PI_{máx} no grau 1 do IR; R₂ = PI_{máx} no grau 2 do IR; R₃ = PI_{máx} no grau 3 do IR.

A PSE nos subgrupos G3 e G4 apresentaram comportamento similar aos observados para os subgrupos masculinos, sendo que no G3 houve diferença (Wilks' Λ ; $F(3; 25,208) = 23,000$; $p = 0,001$) para PSE em todos os momentos: R₀ = 9,92 ± 2,13; R₁ = 11,77 ± 1,86; R₂ = 13,46 ± 1,77 e R₃ = 15,00 ± 1,90 e para o G4 respectivamente PSE foram significativamente diferentes (Wilks' Λ ; $F(3; 25,569) = 12,000$; $p = 0,001$) R₀ = 10,87 ± 1,60 com R₂ = 13,53 ± 1,68 e R₃ = 14,60 ± 19,2; a R₁ = 11,93 ± 1,62 foi diferente de R₂ e R₃ e a R₃ apresentou diferença com todos os momentos. Os valores médios para a PSE corresponderam ao $\Delta\%$ no G3 de R₀ = 55,92%; R₁ = 63,32%; R₂ = 70,73% e R₃ = 74,33%. No G4 os valores foram 48,84%; 53,05%; 65,58% e 66,74% respectivamente. Os valores observados indicam uma progressão na resistência, caracterizando alteração no estímulo gerado. No entanto, nota-se que essa progressão não apresenta uma proporção lógica no incremento da resistência gerada pelo equipamento. O que poderá gerar uma falha dentro do procedimento terapêutico, já que não se pode estabelecer um ajuste do esforço de forma precisa.

Discussão

Os valores médios para o IMC dos subgrupos foram caracterizados a partir da amostra como: indivíduos jovens 18,5 a 24,9 kg/m² G1 e G3 e com sobrepeso 25 e 29,9 kg/m² G2 e G4 [12] (Tabela I). Os valores mensurados para as pressões estáticas máximas são divergentes para os indivíduos com sobrepeso G2 e G4, nesses subgrupos os valores tanto da PI_{máx} como da PE_{máx} foram superiores e significativamente diferente entre os homens quando comparados aos valores normativos descritos por Neder *et al.* [13], que descrevem valores para a PI_{máx} em homens de -116,78 ± 14,02 cmH₂O. Enquanto para as mulheres os valores foram superiores mais sem apresentar diferença significativa para os valores normativos -86,53 ± 8,76 cmH₂O [13].

A diferença observada para PE_{máx} entre o G1 e o G2 foram similares aos da PI_{máx}, porém o G1 encontra-se fora dos valores normativos para o sexo masculino 126,30 ± 14,19 cmH₂O. No grupo das mulheres os valores encontram-se dentro da normalidade 85,88 ± 10,90 cmH₂O para o sexo [13].

Embora não seja o objeto de estudo, os resultados observados passam a ter uma importância para a compreensão das resistências geradas ou a força necessária para utilização do incentivador respiratório. Os valores para a PI_{máx} e PE_{máx} comportaram-se de forma similar aos apontados por Teixeira *et al.* [14] porque obtiveram valores superiores para a PI_{máx} e PE_{máx} em indivíduos de ambos os sexos, classificados com grau II e III de obesidade com média de idade de 38,1 ± 9,6 anos, quando comparados, os valores em média foram superiores em 6,7% e 39,2% respectivamente aos padrões normativos para a idade.

O comportamento observado no presente estudo assim como os resultados apresentados por Teixeira *et al.* [14] são divergentes dos descritos no estudo de Rasslan *et al.* [15] que relata uma redução nos volumes respiratórios em indivíduos obesos de ambos os sexos. No entanto, cabe ressaltar que Rasslan *et al.* [15] não estudaram o comportamento da PI_{máx} e da PE_{máx} o que impossibilita uma comparação dessas variáveis de forma mais precisa. Embora não sejam apresentados de forma direta os valores para as pressões respiratórias estáticas máximas nos resultados de Rasslan *et al.* [15], os dados apresentados indicam uma redução na PI_{máx} e na PE_{máx} em decorrência do aumento do IMC. Convergindo para o comportamento descrito por Parameswaran, Todd e Soth [6] em estudo de revisão, no qual os dados indicam a redução da complacência e na força da musculatura respiratória, indicando assim, menores valores para as pressões estáticas máximas em indivíduos obesos.

Os resultados antropométricos do G2 caracterizam uma condição de sobrepeso, o que poderia ser interpretado com uma variável morfológica a ser estudada, já que o aumento da massa gorda pode ser um estímulo positivo sobre a musculatura respiratória [12], enquanto a obesidade grau I, II e III apresenta maiores restrições à força e complacência respiratória [6]. A hipótese levantada quanto ao sobrepeso ser um estímulo positivo sobre as pressões estáticas, ganha sustentação pelos valores observados para a força gerada pelo inspirômetro de incentivo no G2 (Tabela II).

O inspirômetro de incentivo utilizado na investigação foi do tipo a fluxo, que tem por objetivo melhorar as respostas ventilatórias do paciente em suas atividades diárias, pro-

movendo estímulos para o fortalecimento da musculatura respiratória. Para tanto, a musculatura respiratória deve ser submetida a estímulos que possibilitem alterar o limiar de força da musculatura, o que favorece o aumento na $PI_{máx}$ a partir da resistência gerada. Os resultados obtidos no presente estudo demonstram que há aumentos no estímulo (intensidade) gerado pelo inspirometro de incentivo. Observou-se diferentes níveis de resistência, do menor esforço (grau 0) para o maior esforço (grau 3), com diferenças significativas entre as intensidades geradas pelos respectivos níveis R_0 , R_1 , R_2 e R_3 , indicando aumento gradativo na resistência para os indivíduos dos subgrupos. Entretanto, a variação observada para a resistência não segue uma linearidade ou proporção entre as diferentes intensidades de esforço.

Pelos resultados pudemos observar com relação aos níveis R_1 , R_2 e R_3 , no grupo amostral dos homens, que eles necessitam aumentar a força absoluta e relativa em cada grau quando comparado às mulheres, o que condiz com as características fisiológicas entre os sexos, o que provavelmente é resultante das características das fibras musculares que apesar de apresentarem certa semelhança em homens e mulheres, o volume de cada fibra é maior nos homens, conferindo maior força muscular [16,17].

Pela a análise do Delta percentual ($\Delta\%$) correspondente ao esforço necessário para movimentar as esferas, nota-se que na R_0 o G1 foi superior ao do G2 quando analisados os valores relativos, seguindo a mesma tendência nas outras resistências. O G1 teve o $\Delta\%$ mais baixo que os demais grupos mostrando que este utilizou menor porcentagem da sua força inspiratória máxima na manobra com o inspirometro de incentivo, coincidindo com o fato de que este grupo apresentou a maior média de $PI_{máx}$ e, embora não tenham sido observadas alterações significativas no $\Delta\%$ entre os níveis de esforço nos subgrupos femininos, observou-se que com o aumento dos níveis de esforço houve um acréscimo gradativo no $\Delta\%$, assim como nos subgrupos masculinos. A redução observada para o $\Delta\%$ poderia explicar a capacidade de mobilização da musculatura acessória por parte do indivíduo no momento do uso do inspirometro de incentivo, o que explicaria a ineficácia da mobilização das esferas [18].

Villiot-Danger [19], em estudo comparativo da alteração das forças inspiratórias e expiratórias entre jovens saudáveis e idosos sedentários submetidos ao treinamento por 5 semanas como frequência semanal de 3 vezes, concluiu que houve aumento da força da musculatura respiratória dos idosos, no entanto, não ocorreu melhorias significativa para os jovens, considerando-se que para estes haveria a necessidade de uma carga adicional devido a integridade do sistema respiratório. O que parece ser intrigante, já que no presente estudo a resistência do nível de esforço R_0 pode ser considerada de leve a moderada, uma vez que, se encontra entre 40 e 60% da $PI_{máx}$ da amostra e nos níveis R_1 , R_2 e R_3 de moderada para vigorosa, nota-se que na R_3 do G2 = -89,84% da $PI_{máx}$.

Os valores correspondentes aos percentuais da $PI_{máx}$ ou intensidade de esforço no uso da inspirometria de incentivo

são superiores em media (57,42 cmH_2O) observados para o *Threshold IMT* descritos no estudo de Alves e Brunetto [20] 9,6 cmH_2O para as cargas iniciais. Os autores procuraram a resistência em cmH_2O gerada pelo *Threshold* conforme a massa das esferas e o diâmetro, indicando, assim, pressão inicial necessária para abertura da válvula do *Threshold*.

A massa das esferas do inspirometro de incentivo apresentou uma variação irregular, sendo a segunda esfera com a maior massa (1,1153 g) e a primeira e terceira com as respectivas massas (0,8785 g e 0,9178 g). A determinação da resistência gerada pelo diâmetro dos tubos do inspirometro de incentivo não foi determinada no presente estudo, o que caracteriza uma limitação nos resultados obtidos inviabilizando estabelecer de forma concreta as pressões geradas por cada esfera como descrito em estudo anterior [20]. O motivo para não ser levada em consideração a medida do diâmetro dos tubos do inspirometro de incentivo é pelo fato do sistema de regulagem do fluxo apresentar uma escala de graduação de 0 a 3, o que inviabilizaria a coleta dos dados.

O nível de esforço gerado pelo inspirometro de incentivo permite explicar os resultados apresentados por estudos com Cruz *et al.* [4] e de Villiot-Danger [19], os quais obtiveram melhorias significativas para pressões respiratórias estáticas máximas, corroborando as recomendações apresentadas no *American Thoracic Society, European Respiratory Society. ATS/ERS* [21] para o fortalecimento da musculatura respiratória de indivíduos acometidos de doenças obstrutivas crônicas. Os resultados obtidos no estudo de Cruz *et al.* [4] indicam ganhos significativos nas capacidades pulmonares e força muscular respiratória de indivíduos obesos, indicando que este método terapêutico contribui para a recuperação da mecânica respiratória.

Conclusão

Conclui-se que a intensidade gerada pelo inspirometro de incentivo é de leve a moderada para os níveis 1, 2 e 3 podendo atingir intensidades superiores a 80% no nível 3 em indivíduos com sobrepeso. As variações observadas para a massa das esferas explicam as diferenças significativas obtidas entre os diferentes níveis de esforço para indivíduos jovens de ambos os sexos. Recomenda-se investigações em outras faixas etárias e em grupos de características morfológicas diferentes. Ademais há necessidade de implementar estudos de adequação dos protocolos para cada grupo de população específico como, por exemplo, para obesos, visto que treinamento muscular respiratório específico pode contribuir para melhora funcional desses indivíduos.

Referências

1. Overend TJ, Anderson CM, Lucy SD, Bhatia C, Jonsson BI, Timmermans C. The effect of incentive spirometry on postoperative pulmonary complications: a systematic review. *Chest* 2001;120(3):971-8.

2. Domingos-Benicio NC, Gastaldi AC, Perecin JC, Avena KM, Guimaraes RC, Sologuren MJJ, et al. Body weight influence on respiratory pressures on sitting, supine and upright positions. *Rev Bras Fisioter* 2003;7(3):217-22.
3. Sharma S, Brown B. Spirometry and respiratory muscle function during ascent to higher altitudes. *Lung* 2007;185(2):113-21.
4. Cruz MSL, Fernandes PR, Sonehara E, Reis VM, Policarpo FB, Fernandes JF. Effects of respiratory therapeutics and physical activity in maximal respiratory pressures of obese women. *Revista Motricidade* 2010;6(2):15-21.
5. Giacomazzi CM, Lagni VB, Monteiro MB. Postoperative pain as a contributor to pulmonary function impairment in patients submitted to heart surgery. *Rev Bras Cir Cardiovasc* 2006;21(4):386-92.
6. Parameswaran K, Todd DC, Soth M. Altered respiratory physiology in obesity. *Can Respir J* 2006;13(4):203-10.
7. Romanini W, Muller AP, Carvalho KA, Olandoski M, Faria-Neto JR, Mendes FL et al. The effects of intermittent positive pressure and incentive spirometry in the postoperative of myocardial revascularization. *Arq Bras Cardiol* 2007;89(2):94-110.
8. Caruso P, Denari SD, Ruiz SA, Bernal KG, Manfrin GM, Friedrich C et al. Inspiratory muscle training is ineffective in mechanically ventilated critically ill patients. *Clinics (Sao Paulo)* 2005;60(6):479-84.
9. Vilaró J, Resqueti VR, Fregonezi GAF. Clinical assessment of exercise capacity in patients with chronic obstructive pulmonary disease. *Rev Bras Fisioter* 2008;12(4):249-59.
10. 1SBPT SBdPeT. Diretrizes para Testes de Função Pulmonar. *J Pneumol* 2002;28(Suppl 3):S2-S237.
11. Xavier L, Dias C. Acurácia do modelo univariado para análise de medidas repetidas por simulação multidimensional. *Scientia Agricola* 2001;58(2):241-50.
12. Rucker D, Padwal R, Li SK, Curioni C, Lau DC. Long term pharmacotherapy for obesity and overweight: updated meta-analysis. *BMJ* 2007;335(7631):1194-9.
13. 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.
14. Teixeira CA, Santos JE, Silva GA, Souza ES, Martinez JA. Prevalence of and the potential physiopathological mechanisms involved in dyspnea in individuals with class II or III obesity. *J Bras Pneumol* 2007;33(1):28-35.
15. Rasslan Z, Saad Junior R, Stirbulov R, Fabbri RMA, Lima CAC. Evaluation of pulmonary function in class I and II obesity *J Bras Pneumol* 2004;30(6):508-14.
16. Davis JS, Epstein ND. Mechanistic role of movement and strain sensitivity in muscle contraction. *Proc Natl Acad Sci USA* 2009;106(15):6140-5.
17. Chinali C, Busatto HG, Mortari DM, Rockenbach CWF, Leguizamó CP. Inspirometria de incentivo orientada a fluxo e padrões ventilatórios em pacientes submetidos a cirurgia abdominal alta. *Rev Cons Saúde* 2009;8(2):203-10.
18. Jacome GM, Lago ST, Paiva GE, Freitas FGA, Sousa BS. Influence of neck circumference on respiratory endurance and muscle strength in the morbidly obese. *Obes Surg* 2011;21(8):1250-6.
19. 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(5):692-9.
20. Alves LA, Brunetto AF. Adaptation of Threshold IMT for endurance test on inspiratory muscles. *Rev Bras Fisioter* 2006;10(1):105-12.
21. ATS/ERS Statement on respiratory muscle testing. *Am J Respir Crit Care Med* 2002;166(4):518-624.

Assine já!

Fisioterapia Brasil



Tel: (11) 3361-5595 | assinaturas@atlanticaeditora.com.br