

Artigo original

Análise comparativa da força muscular respiratória entre idosas institucionalizadas e não institucionalizadas

Comparative analysis of respiratory muscle strength between elderly institutionalized and non institutionalized

Rodrigo Polaquini Simões*, Marco Antonio Auad**, Jadiane Dionísio***, Marisa Mazzone****

.....
*Fisioterapeuta, Estagiário voluntário do Laboratório de Fisioterapia Cardiovascular da Universidade Federal de São Carlos – UFSCar, Aluno do curso de especialização em Fisiologia do Exercício da Universidade Federal de São Carlos, **Fisioterapeuta, Aluno do Curso Avançado em Ortopedia do Hospital das Clínicas – FMUSP, Fisioterapeuta da Clínica Lage, São Paulo – SP, ***Fisioterapeuta, Aluna do curso de especialização em Neuropediatria da UFSCar, ****Fisioterapeuta, docente na disciplina fisioterapia aplicada a cardiologia e pneumologia e coordenadora do curso de Fisioterapia da Universidade Camilo Castelo Branco, campus VIII, Descalvado SP

Resumo

Objetivos: Avaliar se há diferenças na força muscular respiratória (FMR), verificada através da pressão inspiratória máxima (PI_{máx}) e pressão expiratória máxima (PE_{máx}) com o avançar de cada década a partir dos 60 até 89 anos, tanto em idosas institucionalizadas como não institucionalizadas, e comparar os valores entre estes dois grupos. **Metodologia:** Foram estudadas 105 mulheres com idade entre 60 e 89 anos (50 não institucionalizadas e 55 institucionalizadas), sendo excluídas pneumopatas, praticantes de atividade física regularmente, fumantes e ex-fumantes. Todas realizaram o teste de manovacuometria em posição sentada, sendo previamente demonstrado as manobras a serem realizadas, sustentando-as em seu máximo por aproximadamente um segundo, e após três repetições o maior valor obtido foi o registrado. Utilizou-se o teste t Student com $p < 0,05$. **Resultados:** Redução na FMR foi encontrada com o avançar de cada década a partir dos 60 anos, sendo os valores tanto da PI_{máx} como da PE_{máx} significativamente menores nas idosas institucionalizadas quando comparado com as não institucionalizadas da mesma década. **Conclusão:** A menor FMR nas idosas institucionalizadas, pode estar relacionado com o menor nível de atividade destes indivíduos em suas rotinas diárias, acelerando o processo de perda de massa muscular respiratória.

Palavras-chave: força muscular respiratória, pressão inspiratória máxima, pressão expiratória máxima, idoso.

Abstract

Objectives: To evaluate differences in the respiratory muscle strength (RMS), verified through the maximal inspiratory pressure (MIP) and maximal expiratory pressure (MEP) with advancing of each decade from the 60 until 80 years old, in elderly women institutionalized and non institutionalized, and to compare the values between two groups. **Methods:** 105 women with age between 60 and 89 years had been studied (50 non institutionalized and 55 institutionalized), being excluded individuals with respiratory diseases, regularly practitioners of physical activity, smokers and former smokers. All had been submitted to the manovacuometry test in seated position, being previously demonstrated the correct maneuvers to be carried through, and had been sustained for at least one second, and after three repetitions the highest value was the registered one. Test t Student with $p < 0,05$ was used. **Results:** Reduction in the RMS was found with advancing of each decade after 60 years, being the values of the PI_{máx} and PE_{máx} significantly lesser in the elderly institutionalized when compared with non institutionalized of the same decade. **Conclusion:** The lesser RMS in the institutionalized elderly, can be related with the decrease in activity level of these individuals in their daily routines, speeding up the loss process of respiratory muscular mass.

Key-words: respiratory muscle strength, maximal inspiratory pressure, maximal expiratory pressure, elderly.

Recebido 1 de agosto de 2005; aceito 15 de maio de 2006.

Endereço para correspondência: Rodrigo Polaquini Simões, Av. Paulo VI, 474 Jardim Cruzeiro do Sul 13572-140 São Carlos SP, Tel: (16) 3375-2540, E-mail: rpsimoes@yahoo.com.br

Introdução

Técnicas para avaliar a força da musculatura respiratória (FMR) são amplamente utilizadas por poder identificar possíveis fraquezas, fadiga ou até falência dos músculos respiratórios [1].

A mensuração da FMR pode ser avaliada através da pressão subatmosférica que estes músculos são capazes de gerar. Sendo portanto, a pressão inspiratória máxima (PI_{máx}) a maior pressão que pode ser gerada durante a inspiração forçada, contra uma via aérea ocluída; e a pressão expiratória máxima (PE_{máx}) a maior pressão que pode ser desenvolvida durante um vigoroso esforço expiratório contra uma via aérea ocluída [2].

A PE_{máx} é uma medida que indica a força dos músculos abdominais e intercostais, já a PI_{máx} indica a força do principal músculo inspiratório, o diafragma [3].

A medida da FMR através da PI_{máx} e PE_{máx} tem sido considerada desde as décadas de 60 e 70, como um método simples, prático, rápido e não invasivo [3,4], avaliando não só a FMR de indivíduos saudáveis, como também de pneumopatas [5] e de pacientes com patologias neuromusculares [6].

Com o progressivo avanço da idade, mudanças nas propriedades físicas do pulmão e da caixa torácica são inevitáveis, tais como alterações na quantidade e na composição dos componentes dos tecidos conjuntivos do pulmão, como a elastina, colágeno e proteoglicanos [7]. Quanto a parede do tórax, esta sofre progressivo enrijecimento devido a calcificação das costelas e das articulações vertebrais [8,9].

As alterações nas propriedades físicas do pulmão do idoso, refletem em algumas mudanças nos volumes e capacidades pulmonares. O volume residual (VR) é aumentado devido às modificações nas propriedades elásticas do pulmão, levando a uma ligeira redução na capacidade vital (CV), e aumento na capacidade residual funcional (CRF). A CRF é determinada pelo equilíbrio entre a tendência natural do pulmão para retrair e a tendência contrária da parede do tórax para expandir [8,10].

Com o envelhecimento, aumento das curvaturas da coluna é verificado, acentuando portanto a cifose da porção

torácica, que juntamente com as mudanças nas propriedades do pulmão e da parede torácica, podem causar aumento do diâmetro ântero-posterior (AP), chamado de enfisema senil [6]. A alteração postural e da estrutura da caixa torácica, promove encurtamento da cadeia inspiratória, que segundo Souchard é compreendida pelos músculos peitoral menor, escalenos, intercostais externos e o diafragma, com isso o pulmão tem menor volume de ar corrente [11].

Todas estas alterações fisiológicas citadas anteriormente são próprias do processo de senescência, e promovem um declínio na função respiratória geral dos idosos [12].

Diante do exposto, o objetivo deste trabalho é avaliar se há diferenças na força muscular respiratória verificada através da PI_{máx} e PE_{máx} com o avançar de cada década à partir dos 60 até os 89 anos, tanto em idosas institucionalizadas como não institucionalizadas, e comparar os valores entre estes dois grupos.

Materiais e métodos

Foram estudadas 105 mulheres com idade entre 60 e 89 anos (média de 74,75 ± 2,37 anos), sendo estas divididas em dois grupos:

Grupo 1: Não institucionalizadas, constituído de 50 mulheres separadas em três subgrupos: 1A) Não institucionalizadas com idade de 60 a 69 anos (N = 17); 1B) Não institucionalizadas com idade entre 70 e 79 anos (N = 15); e 1C) Não institucionalizadas com idade entre 80 e 89 anos (N = 18).

Grupo 2: Institucionalizadas, constituído de 55 mulheres separadas em três subgrupos: 2A) Institucionalizadas com idade entre 60 e 69 anos (N = 17); 2B) Institucionalizadas com idade entre 70 e 79 anos (N = 18); e 2C) Institucionalizadas com idade entre 80 e 89 anos (N = 20).

A coleta de dados das idosas institucionalizadas, foi realizada em três asilos localizados na cidade de São Carlos-SP e três na cidade de Descalvado-SP.

A Tabela I mostra as características antropométricas individuais das participantes estudadas, com relação à idade, peso, altura e índice de massa corpórea (IMC), em médias e desvios padrão.

Tabela I - Características antropométricas das participantes.

	N	Idade (anos)	Peso (kg)	Altura (m)	IMC (Kg/m ²)
Grupo 1 (Não Institucionalizadas)					
1A (60 - 69 anos)	17	64,64 ± 2,28	73,25 ± 3,89	1,65 ± 0,10	26,90 ± 1,21
1B (70 - 79 anos)	15	74,53 ± 2,35	62,83 ± 2,90	1,58 ± 0,05	25,16 ± 2,32
1C (80 - 89 anos)	18	84,77 ± 2,34	64,15 ± 3,53	1,61 ± 0,04	24,74 ± 1,65
Grupo 2 (Institucionalizadas)					
2A (60 - 69 anos)	17	64,76 ± 2,53	65,53 ± 2,87	1,63 ± 0,09	24,66 ± 2,73
2B (70 - 79 anos)	18	74,55 ± 2,35	64,30 ± 3,62	1,60 ± 0,07	25,11 ± 3,15
2C (80 - 89 anos)	20	85,30 ± 2,38	60,45 ± 3,45	1,59 ± 0,05	23,91 ± 1,85

N: número de participantes; Kg: quilogramas; m: metros;

Foram selecionadas para participar deste estudo mulheres com faixa etária entre 60 e 89 anos, não praticantes de atividade física regularmente, sem qualquer problema respiratório agudo ou crônico, com peso entre a faixa de classificação de normal (IMC de 18,5 a 24,9 kg/m²) a sobrepeso (IMC de 25 a 29,9 kg/m²) segundo a Organização Mundial de Saúde (OMS), não fumantes nem ex-fumantes, sem qualquer alteração na região torácica e/ou abdominal como retrações cutâneas ou desvios estruturais acentuados na coluna, que possam alterar a dinâmica respiratória.

Para obtenção dos valores da pressão inspiratória e expiratória máxima, foi utilizado um manovacômetro (Critical Med, Indústria Brasileira) do tipo anaeróide, com intervalo operacional de 0 a +300 cmH₂O para pressões expiratórias e 0 a -300 cmH₂O para pressões inspiratórias.

Os sujeitos foram orientados a ficarem em posição sentada e com uma postura adequada. Foi realizado uma demonstração de como deveria ser efetuada a manobra anteriormente a realização pelo próprio sujeito, logo após foi colocado um clip nasal no participante, e este com o bocal entre os dentes e com os lábios bem fechados em torno do mesmo para não permitir escape de ar, realizava a manobra de inspiração forçada à partir do volume residual (VR), repetindo-a três vezes com intervalo de um minuto entre cada repetição. Posteriormente foi realizado a expiração forçada à partir da capacidade pulmonar total (CPT), utilizando a

mesma metodologia aplicada na manobra de inspiração. Para a obtenção dos valores da PImáx e da PEmáx, os indivíduos sustentavam a manobra de esforço respiratório em seu máximo durante aproximadamente um segundo [2], o maior valor obtido das três repetições em cada manobra, foi o valor registrado. Vale ressaltar que a manovacuometria foi realizada em todos indivíduos por um único avaliador, e sob comando verbal homogêneo.

Os dados foram organizados de tal forma a possibilitar a aplicação das análises estatísticas, a fim de verificar se houve diferenças significativas dos valores entre os dois grupos e intragrupos, para tal, foi utilizado o programa Data Analysis and Technical Graphics Origin 6.0, com análise através do Teste t de Student para duas amostras com nível de significância $p < 0,05$.

Resultados

Os resultados foram analisados de acordo com as variáveis estudadas, calculando a média dos valores obtidos em cada subgrupo dos dois grupos (não institucionalizadas e institucionalizadas), e posteriormente foi comparado os valores encontrados da PImáx e da PEmáx entre os subgrupos de cada grupo, ou seja, os valores de ambas variáveis entre o subgrupo com faixa etária de 60 a 69 anos com o de 70 a 79 anos, e este último com o de 80 a 89 anos, tanto entre os subgrupos de institucionalizadas como os de não institucionalizadas (Tabela II).

Tabela II - Pressão inspiratória e expiratória máxima das institucionalizadas e não institucionalizadas. **Significância ($p < 0,05$) entre institucionalizadas e não institucionalizadas do mesmo subgrupo. †Significância ($p < 0,05$) entre os subgrupos de 60 - 69 anos e 70 - 79 anos em cada grupo. *Significância ($p < 0,05$) entre os subgrupos de 70 - 79 anos e 80 - 89 anos em cada grupo.

Idade (anos)	Não institucionalizadas		Institucionalizadas	
	PImáx (cmH ₂ O)	PEmáx (cmH ₂ O)	PImáx (cmH ₂ O)	PEmáx (cmH ₂ O)
60 - 69	66,17 ± 15,73	63,82 ± 13,75	44,11 ± 14,23++	40,58 ± 15,73++
70 - 79	55,66 ± 8,83†	50,00 ± 6,26†	33,88 ± 8,40++†	33,33 ± 10,78++
80 - 89	49,72 ± 8,12+	44,16 ± 9,88	32,50 ± 10,39++	28,50 ± 15,34++

PImáx: dada em valores negativos; PEmáx: dada em valores positivos.

Foi verificado uma redução progressiva com o avançar de cada década em ambas variáveis (Figura 1 e 2), sendo que em relação aos valores de PImáx, diferença não significativa foi encontrada apenas quando comparado os valores do subgrupo de 70 a 79 anos com o de 80 a 89 anos do grupo de institucionalizadas (Figura 1); já em relação aos valores de PEmáx, diferença significativa foi encontrada apenas com o comparativo entre o subgrupo de 60 a 69 anos com o de 70 a 79 anos do grupo de não institucionalizadas (Figura 2).

Figura 1 - Redução progressiva da PImáx das não institucionalizadas e institucionalizadas. *Diferença significativa ($p < 0,05$) entre o subgrupo de 60-69 e 70-79 anos; **diferença significativa ($p < 0,05$) entre o subgrupo de 70-79 e 80-89 anos.

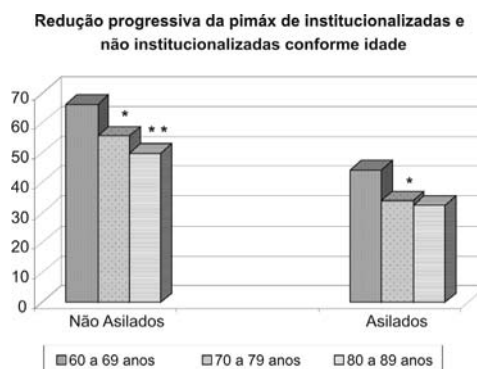
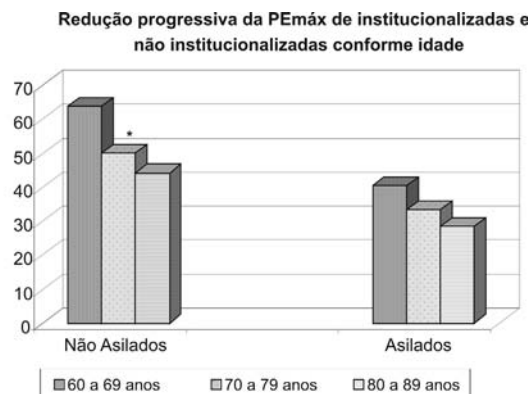


Figura 2 - Redução progressiva da $PE_{máx}$ das não institucionalizadas e institucionalizadas. * Diferença significativa ($p < 0,05$) entre o subgrupo de 60-69 e 70-79 anos.



Quando comparado os valores da $PI_{máx}$ e $PE_{máx}$ das não institucionalizadas de 60 a 69 anos, 70 a 79 anos, e 80 a 89 anos com as institucionalizadas da mesma faixa etária, foi verificada uma diminuição significativa ($p < 0,05$) no grupo de mulheres institucionalizadas, como demonstrado nas figuras 3, 4 e 5 respectivamente.

Figura 3 - Comparação dos valores de $PI_{máx}$ e $PE_{máx}$ em cmH_2O entre o grupo de mulheres institucionalizadas e não institucionalizadas, de faixa etária de 60 a 69 anos. * Diferença significativa ($p < 0,05$).

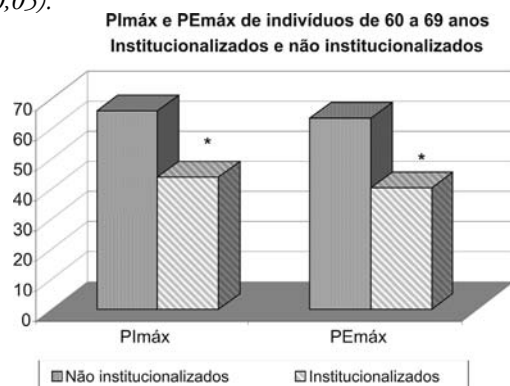


Figura 4 - Comparação dos valores de $PI_{máx}$ e $PE_{máx}$ em cmH_2O entre o grupo de mulheres institucionalizadas e não institucionalizadas, de faixa etária de 70 a 79 anos. * Diferença significativa ($p < 0,05$).

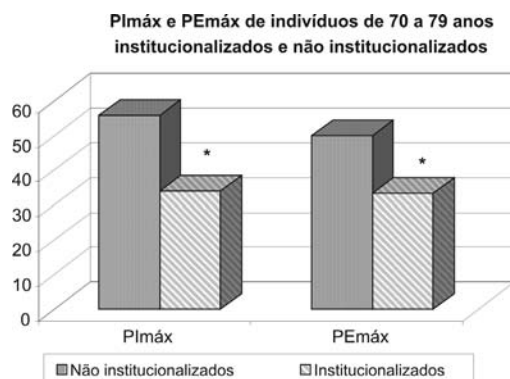
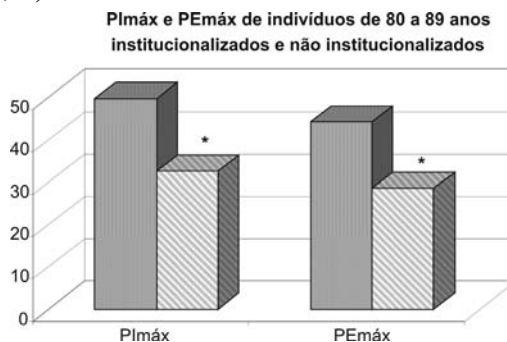


Figura 5 - Comparação dos valores de $PI_{máx}$ e $PE_{máx}$ em cmH_2O entre o grupo de mulheres institucionalizadas e não institucionalizadas, de faixa etária de 80 a 89 anos. * Diferença significativa ($p < 0,05$).



Discussão

Os resultados do nosso estudo sugerem que tanto a $PI_{máx}$ como a $PE_{máx}$ sofrem alterações com a idade, sendo a diminuição de ambas variáveis verificadas com o avançar de cada década à partir dos 60 anos até os 89 anos. Essa redução nos valores, são indícios que perda da força da musculatura respiratória ocorre devido ao processo de envelhecimento, evidenciando um declínio na função respiratória geral, que segundo Rea *et al.* [13] se inicia aproximadamente na terceira década de vida. Estes nossos resultados corroboram com os encontrados por Vincken *et al.* [14] e Enright *et al.* [15], que também encontraram correlação negativa entre os valores das pressão respiratórias máximas e a idade, porém são contrários aos resultados obtidos por Mcelvaney *et al.* [16] e Bruschi *et al.* [17], que não encontraram influência da idade sobre os valores pressóricos.

As reduções da $PI_{máx}$ e da $PE_{máx}$, podem ser explicadas pelas alterações fisiológicas próprias do processo de senescência, como as mudanças na composição do tecido pulmonar e da caixa torácica, que acarretam em diminuição da massa e da eficiência da musculatura respiratória, consequentemente diminuindo a complacência e aumentando o trabalho respiratório [8,9].

As alterações nos volumes e capacidades pulmonares que ocorrem nos idosos também tem influência em sua musculatura respiratória. O volume residual é aumentado, ocasionando redução na capacidade vital e elevação na capacidade residual funcional; essas mudanças acarretam em aumento no volume pulmonar, refletindo em importante encurtamento da musculatura inspiratória [10], e consequentemente diminuindo a força desta musculatura, já que segundo Grossman *et al.* [18], quando um músculo perde sua flexibilidade normal sua relação comprimento-tensão estará alterada, ocasionando incapacidade do mesmo de produzir um pico de tensão adequado, desenvolvendo fraqueza com retração.

As alterações do VR e da CPT, podem influenciar os valores da $PI_{máx}$ e $PE_{máx}$, já que estes são gerados em baixos volumes pulmonares (VR) e altos volumes pulmonares (CPT)

respectivamente, portanto, estas adaptações fisiológicas podem contribuir para a associação da idade com o declínio dos valores pressóricos inspiratórios e expiratórios [2].

Segundo Enright *et al.* [15] a idade tem uma forte correlação negativa com a FMR, ou seja, com o avançar da idade os indivíduos tem menor força dos músculos respiratórios, fato este segundo o autor, devido à regressão da massa muscular que ocorre no diafragma e musculatura respiratória acessória, tal como a diminuição da resposta desses músculos a um mesmo nível de estimulação neural.

Um outro fato relatado por Neder *et al.* [2], é que nos indivíduos idosos há um aumento na complacência do compartimento abdominal, podendo ocorrer dissipação da pressão gerada durante a expiração forçada, repercutindo em redução da PEmáx estática.

Alguns estudos verificando a PImáx, relatam que sua análise de forma comparativa entre ambos os sexos, apresentam diferenças significativas, na qual os homens tem valores cerca de 30% maior que as mulheres da mesma idade [17,19,20].

Arora *et al.* [21] relatam o fato de alterações no peso corporal afetar a massa muscular do diafragma. Segundo Schoenberg *et al.* [22], a melhora na função pulmonar pode ocorrer após pequeno aumento do peso corporal, sendo que o efeito respiratório é atribuído ao aumento na força da musculatura respiratória. Em um trabalho realizado por Kantarci *et al.* [23], os autores avaliaram quantitativamente o movimento do músculo diafragma em indivíduos saudáveis com diferentes IMC; eles encontraram em seus resultados menor movimento diafragmático nos sujeitos com peso abaixo do normal, quando comparado com indivíduos com peso normal, sobrepeso, e obesos.

Apesar da redução progressiva dos valores da PImáx e PEmáx com o avançar de cada década, diferença não significativa foi verificada entre os valores da PImáx das institucionalizadas de 70 a 79 com as de 80 a 89 anos, como também entre os valores da PEmáx das idosas não institucionalizadas desta mesma faixa etária. Este fato pode estar relacionado ao limitado número da amostra, pois talvez com uma maior população de estudo, significância estatística poderia ser encontrada.

O fato das reduções dos valores da PEmáx das idosas institucionalizadas não serem significativas entre os grupos etários, pode estar relacionado a já acentuada redução da força muscular respiratória presente nestas idosas, não havendo grandes modificações com o avançar das décadas.

Outro fato encontrado em nossos resultados foi uma diminuição significativa quando comparado os valores da PImáx e PEmáx entre as idosas institucionalizadas e não institucionalizadas da mesma década, sugerindo que há menor força tanto da musculatura inspiratória como da expiratória em idosas institucionalizadas. Este fato possivelmente é devido ao menor nível de atividade desses indivíduos em suas rotinas diárias, sendo que grande período do dia passam na posição deitada e sentada, e caminham e/ou realizam alguma atividade

em curtos períodos, acelerando o processo de perda de massa muscular, que possivelmente ocorre não só nos músculos respiratórios como também na musculatura periférica. Este processo de perda, é citado em alguns trabalhos na literatura [2, 15], os quais relatam que a inatividade física promove perda tanto da massa muscular periférica, como também da musculatura respiratória.

Essa correlação entre nível de atividade física e força muscular respiratória e periférica, foi estudada no trabalho de Powers & Criswell [24], no qual os autores relatam que há evidências que a atividade física dinâmica está associada a um aumento na força e na capacidade de resistência, tanto dos músculos periféricos como também dos músculos respiratórios, sendo atribuída aos exercícios.

Auad *et al.* [25] avaliando a força de preensão palmar de 107 idosos de 60 a 79 anos praticantes de atividade física, concluíram em seu trabalho que tanto os homens quanto as mulheres de 70 a 79 anos, tem força de preensão menor que os indivíduos do mesmo sexo com idade de 60 a 69 anos, sugerindo que perda da força de preensão ocorre com o avançar da idade mesmo em idosos praticantes de atividade física. Em um trabalho também realizado com idosos por Enright *et al.* [15], os autores verificaram correlação positiva quando comparado os valores de preensão palmar e força muscular respiratória desses indivíduos.

Neder *et al.* [2], também relataram uma positiva e significativa associação entre a força muscular periférica (medida através dos extensores do joelho) e a força da musculatura respiratória (medida através da PImáx e PEmáx), ou seja, os indivíduos com menor força na musculatura extensora do joelho, também apresentavam proporcionalmente efetiva diminuição nos valores das pressões respiratórias máximas.

Apesar dos resultados encontrados em nosso trabalho, maiores estudos se fazem necessários em relação a FMR em indivíduos institucionalizados, havendo necessidade de intervenções diretas e indiretas relacionadas a força muscular respiratória através de maior atividade músculo-esquelética geral em suas rotinas diárias, desacelerando o processo de perda da FMR, promovendo melhora na função respiratória e evitando complicações diretamente relacionadas a essa diminuição de força.

Conclusão

Com base nos resultados, podemos concluir que com o avançar da idade há diminuição nos valores das pressões respiratórias máximas, tanto nas idosas institucionalizadas como nas não institucionalizadas com faixa etária entre 60 e 89 anos. Entretanto há uma redução significativa nos valores das institucionalizadas quando comparado com as não institucionalizadas, sugerindo acentuada perda de força tanto da musculatura inspiratória como da expiratória neste grupo.

Referências

1. Chetta A, Harris ML, Lyall RA, Rafferty GF, Polkey MI, Olivieri D, *et al.* Whistle mouth pressure as test of expiratory muscle strength. *Eur Respir J* 2001;17:688-95.
2. 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;32:719-27.
3. Costa D, Sampaio LMM, Lorenzo VAP, Jamami M, Damaso AR. Avaliação da força muscular respiratória e amplitudes torácicas e abdominais após a RFR em indivíduos obesos. *Rev Latino-am Enfermagem* 2003;11(2):156-60.
4. Harik-Khan RI, Wise RA, Fozard JL. Determinants of maximal inspiratory pressure. *Am J Respir Crit Care Med* 1998;158:1459-64.
5. Nishimura Y, Tsutsumi M, Nakata H, Tsunenari T, Maeda H, Yikayama M. Relationship between respiratory muscle strength and lean body mass in men with COPD. *Chest* 1995;107:1232-6.
6. Folio K, Cline E, Facchetti D, Vitacca M, Marangoni S, Bonomelli M, *et al.* Respiratory muscle function and exercise capacity in multiple sclerosis. *Eur Respir J* 1994;7:23-8.
7. Filho WJ, Souza RR. Anatomia e fisiologia do envelhecimento. In: Filho ETC, Netto MP. *Geriatrics: fundamento, clínica e terapêutica*. 1 ed. São Paulo: Atheneu; 1998. p.35.
8. Lorenzo VAP, Velloso M. Fisioterapia aplicada aos idosos portadores de disfunções do sistema respiratório. In: Rebelatto JR, Morelli JGS. *Fisioterapia geriátrica: a prática da assistência ao idoso*. 1 ed. São Paulo: Manole; 2004. p. 363-418.
9. Chaunchaiyakul R, Groeller H, Clarke JR, Taylor NAS. The impact of aging and habitual physical activity on static respiratory work at rest and during exercise. *Am J Physiol Lung Cell Mol Physiol* 2004;287:1098-106.
10. Derenne JPH, Macklem PT, Roussos CH. The respiratory muscles: mechanics, control and pathophysiology. *Amer Rev Resp Dis* 1978;118:119-31.
11. Souchard PE. *Respiração*. São Paulo: Summus; 1989. p.117.
12. Kallman DA, Plato C, Tobin JD. The role of muscle loss in the age-related decline of grip strength: cross-sectional and longitudinal perspectives. *J Geriatr Med Sci* 1990;45:82-8.
13. Rea H, Becklake MR, Ghezzi H. Lung function changes as a reflection of tissue aging in young adults. *Bull Eur Physiopathol Respir* 1983;18:5-19.
14. Vincken W, Ghezzi H, Cosio MG. Maximal static respiratory pressures in adults: normal values and their relationship to determinants of respiratory function. *Bull Eur Physopathol Respir* 1987;23:435-9.
15. Enright PL, Kronmal RA, Manolio TA, Schenker MB, Hyatt RE. Respiratory muscle strength in the elderly. *Am J Respir Crit Care Med* 1994;149:430-8.
16. McElvaney G, Blackie S, Morrison NJ, Wilcox PG, Fairbairn MS, Pardy RI. Maximal static respiratory pressures in the normal elderly. *Am Rev Respir Dis* 1989;139:277-81.
17. Bruschi C, Cerveri I, Zoia MC, Fanfulla F, Fiorentini M, Casali L, *et al.* Reference values of maximal respiratory mouth pressures: a population-based study. *Am Rev Respir Dis* 1992;146:790-3.
18. Grossman M, Sahrman S, Rose S. Review of length-associated changes in muscle. *Phys Ther* 1982;62(12):1799-808.
19. Berry JK, Vitalo CA, Larson JL, Patel M, Kim MJ. Respiratory muscle strength in older adults. *Nurs Res* 1996;45:154-9.
20. Wilson SH, Cooke NT, Edwards RHT, Spiro SG. Predicted normal values for maximal respiratory pressures in Caucasian adults and children. *Thorax* 1984;39:535-8.
21. Arora NS, Rochester DF. Effect of body weight and muscularity on human diaphragm muscle mass, thickness, and area. *J Appl Physiol* 1982;52:64-70.
22. Schoenberg JB, Beck GJ, Bouhuys A. Growth and decay of pulmonary function in healthy blacks and whites. *Respir Physiol* 1978;33:367-93.
23. Kantarci F, Mihmanli I, Demirel MK, Harmanci K, Akman C, Aydogan F, *et al.* Normal diaphragmatic motion and the effects of body composition: determination with m-mode sonography. *J Ultrasound Med* 2004;23:255-60.
24. Powers SK, Criswell D. Adaptive strategies of respiratory muscles in response to endurance exercise. *Med Sci Sports Exerc* 1996;28:115-22.
25. Auad MA, Borges CF, Ferrantin AC, Perna AL, Tuicci CL, Souza KMR *et al.* Avaliação da força de preensão palmar de idosos praticantes de atividade física. *Fisioter Bras* 2004;6(Supl):17.