



Comparação da mobilidade diafragmática em pacientes com DPOC com e sem hipercifose torácica: um estudo transversal

Márcia Aparecida Gonçalves^{1,a}, Bruna Estima Leal^{1,b},
Liseane Gonçalves Lisboa^{2,c}, Michelle Gonçalves de Souza Tavares^{3,d},
Wellington Pereira Yamaguti^{4,e}, Elaine Paulin^{1,f}

1. Departamento de Fisioterapia e Programa de Pós-Graduação em Fisioterapia, Universidade do Estado de Santa Catarina – UDESC – Florianópolis (SC) Brasil.
2. Departamento de Radiologia. Clínica Lâmina Medicina Diagnóstica, Florianópolis (SC) Brasil.
3. Programa de Pós-Graduação em Ciências Médicas – PPGCM – Universidade Federal de Santa Catarina – UFSC – Florianópolis (SC) Brasil.
4. Departamento de Reabilitação, Hospital Sírio-Libanês, São Paulo (SP) Brasil.
- a. <http://orcid.org/0000-0002-6518-6227>
- b. <http://orcid.org/0000-0001-6064-4199>
- c. <http://orcid.org/0000-0001-8834-3339>
- d. <http://orcid.org/0000-0002-5390-8739>
- e. <http://orcid.org/0000-0003-4943-2085>
- f. <http://orcid.org/0000-0001-7306-2817>

Recebido: 5 novembro 2016.
Aprovado: 15 outubro 2017.

Trabalho realizado no Laboratório de Fisioterapia Respiratória – LAFIR – Universidade do Estado de Santa Catarina – UDESC – Florianópolis (SC) Brasil.

INTRODUÇÃO

A DPOC é uma doença respiratória prevenível e tratável, caracterizada pela obstrução crônica ao fluxo de ar, hiperinsuflação pulmonar e aprisionamento aéreo.⁽¹⁾ Esses fatores fisiopatológicos podem gerar, dentre outras alterações, o comprometimento da mobilidade diafragmática.^(2,3)

Em um estudo prévio, foi observado que pacientes com DPOC apresentam redução da mobilidade diafragmática quando comparados a indivíduos idosos saudáveis. Além disso, foi demonstrado que o aprisionamento aéreo é o principal fator limitante da mobilidade diafragmática nesses pacientes.⁽²⁾ Em outro estudo,⁽³⁾ verificou-se que pacientes com menor mobilidade do diafragma apresentam maior limitação na capacidade de exercício e maior sensação de dispneia pós-esforço submáximo.

Além da alteração funcional do músculo diafragma, os pacientes com DPOC também podem apresentar alterações posturais identificadas principalmente pelo desnivelamento pélvico posterior e bácia anterior da pelve e pelo aumento da curvatura da cifose torácica

quando comparados a indivíduos saudáveis.⁽⁴⁾ Outras alterações específicas da configuração da caixa torácica, como o aumento do diâmetro anteroposterior do tórax,⁽⁵⁾ horizontalização das costelas⁽⁶⁾ e aumento da curvatura torácica,⁽⁴⁾ também já foram descritas em pacientes com DPOC e parecem estar associadas com as alterações da mecânica pulmonar.

Apesar da escassez na literatura no que se refere à descrição quantitativa das alterações posturais em pacientes com DPOC, observa-se, na prática clínica, que esses pacientes adotam uma postura de anteriorização da cabeça, diminuição da lordose cervical fisiológica, anteriorização dos ombros e aumento do ângulo da curvatura torácica.⁽⁷⁾

Baseado no exposto, verifica-se que o comprometimento da mobilidade diafragmática e o aumento da curvatura da cifose torácica são frequentemente observados em pacientes com DPOC. Contudo, ainda não está claro se pacientes com aumento do ângulo da curvatura torácica (determinante da hipercifose torácica), apresentam menor mobilidade diafragmática.

RESUMO

Objetivo: Comparar a mobilidade diafragmática, a função pulmonar e a força muscular respiratória em pacientes que apresentam DPOC com e sem hipercifose torácica; verificar a relação do ângulo da curvatura torácica com a mobilidade diafragmática, variáveis da função pulmonar e de força muscular respiratória dos pacientes com DPOC; e comparar a mobilidade diafragmática e a cifose torácica entre os gêneros nesses pacientes. **Métodos:** Foram realizadas as seguintes avaliações: antropometria, espirometria, mensuração do ângulo da curvatura torácica e mobilidade diafragmática. **Resultados:** Participaram do estudo 34 pacientes com DPOC. No grupo de pacientes com DPOC e hipercifose torácica, a mobilidade diafragmática foi estatisticamente menor quando comparada à do grupo DPOC sem hipercifose torácica ($p = 0,002$). Não houve diferenças estatisticamente significantes entre esses grupos em relação a variáveis de função pulmonar e de força muscular respiratória. Houve uma correlação negativa significativa entre o ângulo da curvatura torácica e a mobilidade diafragmática ($r = -0,47$; $p = 0,005$). Quando comparados homens e mulheres da amostra geral, houve diferenças estatisticamente significantes em relação à massa corpórea ($p = 0,011$), estatura ($p < 0,001$) e ângulo da curvatura da cifose torácica ($p = 0,036$), mas não em relação à mobilidade diafragmática ($p = 0,210$). **Conclusões:** Os pacientes com DPOC e hipercifose torácica apresentaram menor mobilidade diafragmática quando comparados aos pacientes com DPOC sem hipercifose torácica. O ângulo da curvatura torácica se correlacionou negativamente com a mobilidade diafragmática. O grupo feminino apresentou um aumento significativo no ângulo da curvatura torácica quando comparado ao grupo masculino.

Descritores: Doença pulmonar obstrutiva crônica; Cifose; Diafragma.

Endereço para correspondência:

Elaine Paulin. Departamento de Fisioterapia, Universidade do Estado de Santa Catarina, Centro de Ciências da Saúde e do Esporte, Rua Pascoal Simone, 358, Coqueiros, CEP 88080-350, Florianópolis, SC, Brasil.
Tel.: 55 48 3664-8621. E-mail: elaine.paulin@udesc.br
Apoio financeiro: Nenhum.

Portanto, os objetivos do presente estudo foram: 1) comparar a mobilidade diafragmática entre os pacientes que apresentam DPOC com e sem hipercifose torácica; 2) verificar a relação do ângulo da curvatura torácica com a mobilidade diafragmática e as variáveis da função pulmonar dos pacientes com DPOC; e 3) comparar a mobilidade diafragmática e a cifose torácica entre os gêneros.

MÉTODOS

Pacientes e procedimentos

O presente estudo é uma pesquisa analítica do tipo transversal e de abordagem quantitativa. Foram recrutados 58 pacientes no ambulatório de Pneumologia do Hospital Universitário Professor Polydoro Ernani de São Thiago, em Florianópolis (SC). A aprovação do estudo foi realizada pelo Comitê de Ética em Pesquisa com Seres Humanos da Universidade do Estado de Santa Catarina (CAAE: 08857612.2.0000.0118). Todos os indivíduos foram informados sobre a pesquisa e assinaram o termo de consentimento livre e esclarecido, conforme determina a resolução 466/12 do Conselho Nacional de Saúde.

A amostra do estudo foi intencionalmente composta por pacientes de ambos os gêneros com diagnóstico prévio de DPOC segundo os critérios da *Global Initiative for Chronic Obstructive Lung Disease*⁽³⁾: relação VEF₁/CVF < 0,70 após o uso de broncodilatador. Além disso, os pacientes deveriam preencher os seguintes critérios de inclusão: 1) estabilidade clínica (ausência de internação e crise respiratória) no último mês e no início do protocolo de avaliação; 2) pacientes não dependentes de suplementação de oxigênio; 3) inexistência de outras doenças respiratórias, cardiovasculares ou musculoesqueléticas associadas; 4) pacientes sem envolvimento em programas de fisioterapia respiratória nos seis meses anteriores ao início do presente estudo; e 5) pacientes que não foram submetidos a cirurgias recentes na coluna vertebral ou em membros inferiores e/ou que não tiveram fraturas nos seis meses anteriores.

Como critérios de exclusão foram considerados: 1) presença de exacerbações da doença durante a pesquisa; 2) intercorrências clínicas de natureza cardiorrespiratória e/ou musculoesqueléticas durante as avaliações; 3) incapacidade de realizar qualquer uma das avaliações do estudo (falta de compreensão ou colaboração); e 4) desistência do paciente durante o período de avaliação.

Antropometria

Para aferição do peso corporal, foi utilizada uma balança previamente calibrada (Welmy® modelo W200/5; São Paulo, Brasil). O indivíduo da pesquisa foi instruído a usar roupas leves, retirar o calçado ao subir na balança e permanecer na posição ereta, mantendo o alinhamento da cabeça e seu olhar para frente. Para a mensuração da estatura, foi usado um

estadiômetro, sendo que o indivíduo deveria estar também sem calçados, com tornozelos unidos e o mais ereto possível. Obtidos os valores antropométricos (massa corpórea e estatura), calculou-se o índice de massa corpórea (IMC) pela equação: massa corpórea/estatura² (kg/m²). Os indivíduos foram classificados, conforme o IMC, em baixo peso ($\leq 18,5$ kg/m²), normal (18,5-24,9 kg/m²), sobrepeso (25 -29,9 kg/m²) e obeso (≥ 30 kg/m²).⁽⁸⁾

Função pulmonar

Para avaliar a função pulmonar foi utilizado um espirômetro digital portátil EasyOne® (nDD Medical Technologies, Zurique, Suíça), previamente calibrado de acordo com os métodos e critérios recomendados pela *American Thoracic Society* e *European Respiratory Society*.⁽⁹⁾ Foram obtidos os seguintes parâmetros: CVF, VEF₁ e relação VEF₁/CVF. Os pacientes com DPOC realizaram manobras antes e 15 min depois da inalação do broncodilatador (salbutamol, 400 µg). Durante a prova, foram realizadas no mínimo três manobras aceitáveis e duas reprodutíveis. As variáveis espirométricas foram expressas em valores absolutos e em valor percentual dos valores previstos de normalidade, segundo os determinados por Pereira et al.⁽¹⁰⁾

Força muscular respiratória

Para a mensuração da força muscular respiratória, foi utilizado um manovacuômetro digital MVD500® (Globalmed, Porto Alegre, Brasil) acoplado a um bocal próprio, com orifício de fuga de 1 mm de diâmetro. A PImáx e a PEmáx foram medidas como indicadores de força muscular inspiratória e expiratória, respectivamente, seguindo as diretrizes da Sociedade Brasileira de Pneumologia e Tisiologia.⁽¹¹⁾ A PImáx foi mensurada após uma expiração máxima esperando-se estar próximo ao VR até próximo da CPT, enquanto a PEmáx foi mensurada após uma inspiração máxima esperando-se estar próximo da CPT até próximo do VR. Os pacientes executaram de três a cinco manobras, visando obter três manobras aceitáveis (sem vazamentos e com duração de pelo menos dois segundos) e pelo menos, duas manobras reprodutíveis. O maior valor obtido de três repetições corretamente realizadas em cada manobra (com diferença de 10% ou menos entre os valores) foi o valor considerado da PImáx e da PEmáx.⁽¹²⁾

Ângulo da curvatura torácica

O ângulo da curvatura torácica foi avaliado pelo método da flexicurva, que consiste em utilizar uma régua flexível de 80 cm composta por uma haste de metal dobrável protegida com plástico flexível (TRIDENT® Indústria de Precisão, Itapuí, Brasil). Durante a mensuração da curvatura torácica, o paciente utilizou um avental descartável com abertura posterior e foi orientado a permanecer na posição ortostática estática e com os cotovelos e ombros em extensão ao longo do corpo. Em seguida, foi realizada a localização e a marcação dos processos espinhosos de C7 e T12 com lápis dermatográfico. A régua flexível foi posicionada inicialmente no processo espinhal de C7, sendo moldada

com o formato da curvatura da cifose até o processo espinhal T12. Em seguida, foi realizada a transcrição do formato da coluna dorsal para papel milimetrado, onde foi feito o contorno da régua. Primeiramente foi traçada uma linha reta ligando o ponto equivalente de C7 ao de T12, chamada de Xtotal. Outra reta foi traçada no ponto de maior angulação da curva torácica até a reta Xtotal, denominada linha H (medida em cm), e outra reta foi traçada do início da T12 até a linha H, denominada Xmeio (em cm; Figura 1). Finalmente, foi realizada a aplicação do cálculo angular por meio do polinômio de terceiro grau com a utilização de uma fórmula matemática.⁽¹³⁾

Considerou-se que a curvatura cifótica estava dentro da normalidade com valores do ângulo da curvatura torácica entre 20° e 50° nos adultos e de até 56° nos idosos.⁽¹⁴⁾

Mobilidade diafragmática (hemicúpula diafragmática direita)

A mobilidade diafragmática foi avaliada por meio de radiografias de tórax em incidência anteroposterior. Inicialmente, uma régua de graduação radiopaca foi colocada sob o hemitórax direito do paciente na direção longitudinal e no sentido craniocaudal, próximo à transição toracoabdominal. Em seguida, os pacientes foram posicionados na mesa de radioscopia em decúbito dorsal, tendo sido orientados previamente pelo fisioterapeuta a realizar duas séries de respirações

diafragmáticas com dez repetições em cada série e com intervalo de 1 min entre elas com o objetivo de desenvolver o aprendizado do movimento diafragmático e possibilitar a avaliação da amplitude máxima do diafragma durante o exame de radiografia.

Após a familiarização da respiração diafragmática, os pacientes realizaram duas manobras de capacidade vital lenta utilizando um respirômetro (Wright/Haloscalle Respirometer®; Ferraris Medical Ltd., Hertford, Inglaterra). A primeira manobra foi próxima da CPT até um volume próximo do VR, enquanto a segunda partindo do VR até um volume próximo da CPT. O maior valor foi registrado para posterior comparação com o valor aferido durante o exame da mobilidade diafragmática para verificar se os pacientes realizaram o mesmo esforço respiratório (inspiratório e expiratório) antes e durante a avaliação da mobilidade diafragmática.

As imagens em inspiração e expiração máximas foram registradas no mesmo filme. A medida da mobilidade diafragmática foi determinada por meio do método da mobilidade diafragmática pela distância⁽¹⁵⁾ (Figura 2).

Para a correção da ampliação das imagens causadas pela divergência dos raios X foi medida a distância entre dois pontos de graduação da imagem da régua radiográfica correspondentes a 10 mm. O valor corrigido da mobilidade do diafragma (em mm) foi obtido por meio da seguinte fórmula:

$$\text{Mobilidade corrigida} = \frac{\text{medida da mobilidade} \times 10}{\text{medida da graduação da régua}}$$

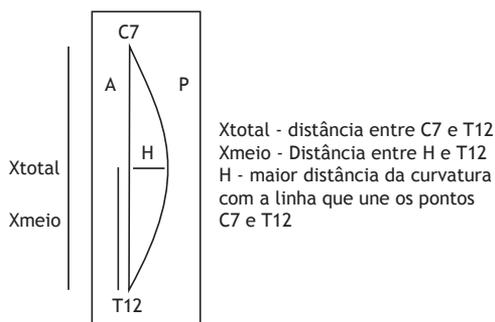


Figura 1. Desenho esquemático da mensuração da cifose torácica pelo método da flexicurva. A: região anterior; e P: região posterior. Fonte: Teixeira et al.⁽¹³⁾

Análise estatística

Para estimar o tamanho da amostra foi utilizado o método *sample size spreadsheet*. O cálculo foi realizado a partir de um estudo piloto com 10 pacientes com DPOC e hipercifose torácica e 10 pacientes com DPOC sem hipercifose torácica, tendo como pressuposto uma diferença do valor da mobilidade diafragmática de 20,29 mm entre os grupos com e sem hipercifose torácica. Foi considerado o maior desvio-padrão de 20,54 entre os grupos, um $\alpha = 0,05$ e um poder de estudo de 0,80, o que determinou uma amostra de 17 pacientes para cada grupo. A proporção de perda amostral estimada foi de 10%.

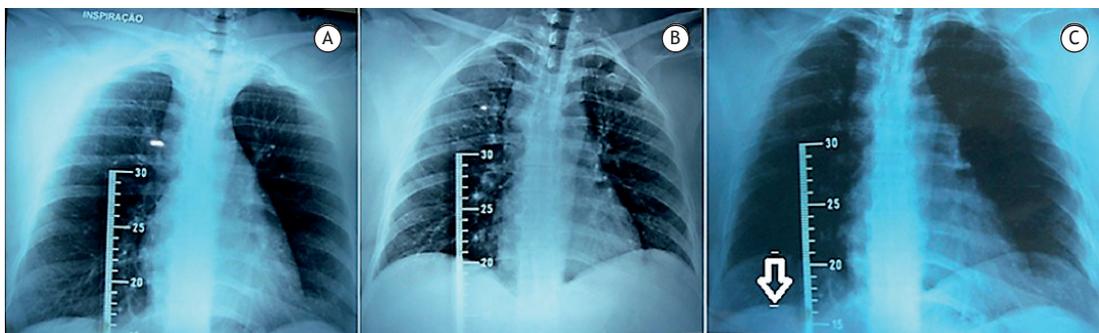


Figura 2. Radiografias de tórax da mobilidade do diafragma. Em A, radiografia na inspiração máxima. Em B, radiografia na expiração máxima. Em C, sobreposição de imagens (radiografia de expiração sobre a radiografia de inspiração), usando a imagem da régua radiopaca. Fonte: Saltiel et al.⁽¹⁵⁾

Os dados foram analisados por meio do programa IBM SPSS Statistics, versão 20.0 para Windows (IBM Corporation, Armonk, NY, EUA) e descritos como média e desvio-padrão para todas as variáveis. Para verificar a normalidade dos dados foi aplicado o teste de Shapiro-Wilk. De acordo com a distribuição dos dados, o teste t de Student (dados paramétricos) ou o teste de Mann-Whitney (dados não paramétricos) foi utilizado para a comparação dos parâmetros entre os grupos. Foi utilizado o coeficiente de correlação de Pearson (dados paramétricos) ou o coeficiente de correlação de Spearman (dados não paramétricos) para correlacionar as variáveis do estudo. Foi adotado nível de significância de 5% ($p < 0,05$).

RESULTADOS

Inicialmente foram avaliados 58 pacientes, sendo 24 excluídos da análise final: 17 porque seu diagnóstico primário não era DPOC e 7 porque não completaram todas as avaliações; desses, 3 pacientes por incapacidade de realizar alguma das avaliações do estudo (falta de compreensão ou colaboração) e 4 por desistência do paciente durante o período de avaliação. Portanto, 34 pacientes com DPOC fizeram parte da análise final, sendo 18 (53%) do gênero masculino e 16 (47%) do gênero feminino. Os pacientes foram alocados em dois grupos: grupo DPOC com hipercifose torácica ($n = 17$) e grupo DPOC sem hipercifose torácica ($n = 17$). Os grupos foram pareados de acordo com a idade, peso, estatura e IMC.

A Tabela 1 mostra as características dos grupos e a descrição dos valores referentes às comparações das variáveis estudadas entre os dois grupos. Os resultados mostraram que não houve diferenças estatisticamente significantes entre os grupos em relação às variáveis de função pulmonar e força muscular respiratória.

No grupo DPOC com hipercifose torácica, quando comparado com o grupo DPOC sem hipercifose torácica, a mobilidade diafragmática foi significativamente menor ($34,76 \pm 14,18$ mm vs. $53,37 \pm 18,27$ mm; $p = 0,002$; Figura 3).

Houve uma correlação negativa entre o ângulo da curvatura torácica e a mobilidade diafragmática ($r = -0,47$; $p = 0,005$), mas não houve correlações desse ângulo com as variáveis relacionadas a função pulmonar e força muscular respiratória na amostra geral (Tabela 2).

Comparando-se homens e mulheres da amostra geral, os resultados mostraram que houve diferenças estatisticamente significantes em relação a massa corporal, estatura e ângulo da curvatura da cifose torácica. Não houve uma diferença significativa na mobilidade diafragmática entre homens e mulheres (Tabela 3).

DISCUSSÃO

Os pacientes com DPOC e hipercifose torácica apresentaram menor mobilidade diafragmática quando comparados ao grupo de pacientes com DPOC sem hipercifose torácica. A redução da mobilidade diafragmática é um fator relevante para o paciente com DPOC, pois foi demonstrado em outros estudos que ela está associada com o aumento na sensação de dispneia e com o comprometimento da capacidade de exercício.⁽³⁾ Além disso, a redução da mobilidade diafragmática pode estar relacionada a alterações na postura corporal do paciente com DPOC. Martinez et al.⁽¹⁶⁾ observaram que a redução da eficiência do músculo diafragma desencadeia o padrão respiratório apical devido ao aumento compensatório da atividade dos músculos da caixa torácica e dos músculos acessórios

Tabela 1. Características demográficas, antropométricas e funcionais dos grupos estudados ($n = 34$).^a

Variáveis	Grupos		p
	DPOC com hipercifose ($n = 17$)	DPOC sem hipercifose ($n = 17$)	
Dados demográficos e antropométricos			
Sexo M/F, n/n	6/11	12/5	-
Idade, anos	$67,6 \pm 6,1$	$65,9 \pm 7,9$	0,489
Massa corpórea, kg	$71,6 \pm 14,1$	$75,2 \pm 15,9$	0,492
Estatura, cm	$164,00 \pm 8,30$	$167,65 \pm 6,17$	0,162
IMC, kg/m^2	$26,6 \pm 4,8$	$26,6 \pm 4,9$	0,974
Função pulmonar			
VEF ₁ /CVF, l	$0,54 \pm 0,12$	$0,59 \pm 0,10$	0,168
VEF ₁ , % previsto	$46,8 \pm 17,6$	$56,2 \pm 19,6$	0,109
CVF, % previsto	$66,2 \pm 12,7$	$72,5 \pm 20,3$	0,283
Força muscular respiratória			
PI _{máx} , % previsto	$77,8 \pm 26,0$	$67,6 \pm 20,7$	0,216
PE _{máx} , % previsto	$116,1 \pm 27,4$	$107,7 \pm 32,1$	0,417
MD, mm	$34,8 \pm 14,2$	$53,4 \pm 18,3$	0,002*
Ângulo da curvatura torácica	$65,3 \pm 6,9$	$46,3 \pm 5,2$	$< 0,001^*$

M: masculino; F: feminino; IMC: índice de massa corpórea; e MD: mobilidade diafragmática. ^aValores expressos em média \pm dp, exceto onde indicado.

da ventilação. Consequentemente, pode ocorrer uma potencialização na ação de músculos, como o esternocleidomastoideo, resultando em encurtamento, perda de flexibilidade, alterações no posicionamento da cabeça e compensações na cintura escapular e

pélvica, assim como na coluna torácica,⁽¹⁷⁾ podendo causar a hiper cifose torácica.

Em nosso estudo, foi encontrada uma correlação negativa entre a mobilidade diafragmática e a cifose torácica, mostrando que quanto maior é o ângulo da cifose torácica, menor é a mobilidade diafragmática. Esse resultado reforça a hipótese de interação entre essas variáveis. Contudo, devido ao tamanho da amostra, não foi possível esclarecer a influência que uma variável tem sobre a outra, necessitando-se, assim, de uma amostra maior para responder a esse objetivo.

Acreditamos que o comprometimento do diafragma pode ser um fator que potencializa o aumento na cifose torácica; porém, outros fatores relacionados à doença também podem interferir nesse processo, como, por exemplo, o aumento do diâmetro anteroposterior do tórax,⁽⁷⁾ a horizontalização das costelas⁽⁶⁾ e o uso excessivo da musculatura acessória.⁽¹⁶⁾

Investigar a relação entre esses fatores é de extrema importância, pois estágios mais graves da DPOC juntamente com o aumento na cifose torácica em graus mais acentuados podem prejudicar ainda mais a mobilidade diafragmática e afetar também a função pulmonar, que já está comprometida no paciente com DPOC.

Segundo Loubresse et al.,⁽¹⁸⁾ angulações mais graves podem afetar a função ventilatória. De acordo com Libby et al.,⁽¹⁹⁾ as curvaturas torácicas mais graves apresentam angulações maiores que 65°; no presente estudo, a média das angulações foi de 55,92°. Dessa forma, como os pacientes da amostra não apresentavam cifose grave, os resultados em relação à função pulmonar foram semelhantes entre os grupos com e sem hiper cifose torácica.

Em relação à força muscular respiratória, não houve diferença significativa entre os grupos DPOC com e sem hiper cifose. Os resultados também mostraram

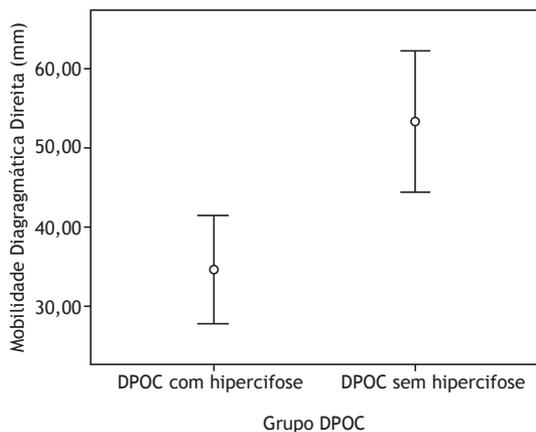


Figura 3. Comparação da mobilidade diafragmática entre os grupos DPOC com hiper cifose torácica e DPOC sem hiper cifose torácica (n = 34). *p = 0,002

Tabela 2. Relação do ângulo da curvatura torácica com a mobilidade diafragmática, a função pulmonar e a força muscular respiratória na amostra geral (n = 34).

Variáveis	Coefficiente de correlação*	p
MD	-0,470	0,005
VEF ₁ /CVF, l	-0,170	0,338
VEF ₁ , % previsto	-0,223	0,206
CVF, % previsto	-0,142	0,423
Plmáx, % previsto	0,204	0,247
PEmáx, % previsto	0,086	0,629

MD: mobilidade diafragmática. *Coefficiente de correlação de Pearson ou de Spearman.

Tabela 3. Comparação da função pulmonar, força muscular respiratória, mobilidade diafragmática e cifose torácica entre homens e mulheres na amostra geral (n = 34).^a

Variáveis	Grupos		p
	Homens (n = 18)	Mulheres (n = 16)	
Dados demográficos e antropométricos			
Idade, anos	67,8 ± 8,2	65,7 ± 5,5	0,386
Massa corpórea, kg	79,4 ± 12,5	66,7 ± 14,9	0,011
Estatuta, cm	170,3 ± 5,9	160,8 ± 5,5	< 0,001
IMC, kg/m ²	27,3 ± 4,1	25,8 ± 5,5	0,353
Função pulmonar			
VEF ₁ /CVF, l	0,56 ± 0,13	0,57 ± 0,10	0,822
VEF ₁ , % previsto	50,0 ± 20,9	53,0 ± 17,2	0,666
CVF, % previsto	66,5 ± 17,6	72,5 ± 16,3	0,317
Força muscular respiratória			
Plmáx, % previsto	70,6 ± 25,6	75,1 ± 22,0	0,596
PEmáx, % previsto	103,7 ± 26,8	121,1 ± 30,9	0,088
MD, mm	47,89 ± 18,62	39,77 ± 18,35	0,210
Ângulo da curvatura torácica	52,06 ± 8,91	60,22 ± 12,68*	0,036

IMC: índice de massa corpórea; e MD: mobilidade diafragmática. ^aValores expressos em média ± dp.

que não houve correlações significativas do ângulo da curvatura da cifose torácica com nenhuma das variáveis relacionadas às pressões respiratórias, possivelmente porque essas não sejam variáveis discriminatórias. Pode ser que a mobilidade esteja mais relacionada a outros parâmetros (força dinâmica e força transdiafragmática), mas não à máxima força ventilatória estática. Nossos resultados são condizentes com o estudo de Rennó et al.,⁽²⁰⁾ que avaliaram mulheres idosas com hipercifose torácica e tampouco encontraram correlações significativas do grau da cifose torácica com PÍmáx e PEmáx.

Quando comparados pelo gênero, os resultados mostraram que as mulheres apresentaram massa corpórea e estatura inferiores e valores superiores no ângulo da curvatura torácica em relação aos homens. Esses resultados podem ser justificados devido às modificações posturais que levam a uma diminuição acentuada da estatura devido à excessiva curvatura e o posicionamento da cabeça para frente.⁽²⁰⁾

Nossos resultados são semelhantes aos do estudo de Katzman et al.,⁽²¹⁾ mostrando que as mulheres apresentam cifose torácica mais acentuada quando comparadas aos homens. Esse mau alinhamento postural pode estar associado a fraqueza muscular dos extensores de coluna e deficiência de estrógeno.⁽²²⁾ Em um estudo com mulheres em pré e pós-menopausa, a prevalência de cifose foi de 35%, e uma associação com a idade foi verificada somente nas participantes pós-menopausa.⁽²³⁾ Após os 40 anos de idade, o ângulo da cifose torácica pode aumentar mais rapidamente em mulheres do que em homens (média de 43° em mulheres com idade entre 55 e 60 anos e de 52° em mulheres com idade entre 76 e 80 anos).⁽²⁴⁾

Em relação à mobilidade diafragmática, os homens e as mulheres de nossa amostra geral apresentaram valores semelhantes. Nossos resultados são condizentes com os encontrados por Salties et al.,⁽¹⁵⁾ Grams et al.,⁽²⁵⁾ Pedrini⁽²⁶⁾ e Leal et al.,⁽²⁷⁾ que também não encontraram essas diferenças. Entretanto, os estudos de Boussuges et al.⁽²⁸⁾ e Kantarci et al.⁽²⁹⁾ encontraram diferenças entre homens e mulheres quanto à mobilidade diafragmática. Talvez isso se justifique pelo tamanho amostral, pois os estudos de Boussuges et al.⁽²⁸⁾ e Kantarci et al.⁽²⁹⁾ tinham um grande número de participantes (210 e 164, respectivamente), enquanto os estudos de Salties et al.,⁽¹⁵⁾ Grams et al.,⁽²⁵⁾ Pedrini⁽²⁶⁾ e Leal et al.⁽²⁷⁾ foram compostos por números inferiores de indivíduos nas amostras (aproximadamente 40). É importante ressaltar que todos esses estudos foram realizados com indivíduos saudáveis; não foram encontrados

estudos comparando a mobilidade diafragmática entre homens e mulheres com DPOC.

O rigor metodológico para a realização das avaliações foram pontos fortes da presente pesquisa. Porém, o estudo apresenta algumas limitações. Não foram avaliados os sintomas e a capacidade de exercício; dessa forma, não foi possível extrapolar a interpretação dos dados obtidos da mobilidade diafragmática para esses desfechos. Também não foi possível avaliar o aprisionamento aéreo e correlacioná-lo com a mobilidade diafragmática devido à ausência de um pletismógrafo de corpo inteiro. Salienta-se a importância de novos estudos para avaliar as repercussões clínicas desses achados em relação a dispnéia, capacidade de exercício e aprisionamento aéreo.

Destaca-se que o tema do presente estudo é de extremamente relevância, uma vez que o aumento do ângulo da curvatura torácica está relacionado com o avanço da idade. Como resultado, a ocorrência de hipercifose torácica pode comprometer ainda mais a mobilidade diafragmática e a função ventilatória em pacientes com DPOC, que já apresentam esse prejuízo devido aos fatores fisiopatológicos relacionados à sua doença.

Em virtude da natureza transversal do estudo, não foi possível avaliar a relação causa-efeito entre o aumento do ângulo da cifose torácica e a redução da mobilidade diafragmática. Para isso, seria importante a realização de um estudo longitudinal prospectivo para demonstrar a real influência dessas variáveis em pacientes com DPOC. Apesar disso, os resultados encontrados no presente estudo fornecem subsídios importantes em relação à cifose torácica e a mobilidade diafragmática no paciente com DPOC.

Em suma, os pacientes portadores de DPOC com hipercifose torácica apresentaram menor mobilidade diafragmática quando comparados com os pacientes com DPOC sem hipercifose torácica; contudo, os valores referentes à função pulmonar e a força muscular respiratória são semelhantes entre os grupos. Existe uma relação negativa entre o ângulo da curvatura torácica com a mobilidade diafragmática, e os resultados sugerem que quanto maior é a cifose torácica, menor é a mobilidade diafragmática. As mulheres apresentaram um aumento significativo no ângulo da curvatura torácica quando comparadas aos homens.

AGRADECIMENTOS

Agradecemos a parceria com a Clínica Lâmina Medicina Diagnóstica.

REFERÊNCIAS

1. Global Initiative for Chronic Obstructive Lung Disease (GOLD) [homepage on the Internet]. Bethesda: GOLD [cited 2016 Oct 1]. GOLD 2017 Global Strategy for the Diagnosis, Management and Prevention of COPD. Available from: <http://goldcopd.org/gold-2017-global-strategy-diagnosis-management-prevention-copd/>
2. Dos Santos Yamaguti WP, Paulin E, Shiba S, Chammas MC, Salge JM, Ribeiro M, et al. Air trapping: The major factor limiting diaphragm mobility in chronic obstructive pulmonary disease patients. *Respirology*. 2008;13(1):138-44. <https://doi.org/10.1111/j.1440-1843.2007.01194.x>
3. Paulin E, Yamaguti WP, Chammas MC, Shiba S, Stelmach R, Cukier A, et al. Influence of diaphragmatic mobility on exercise tolerance and dyspnea in patients with COPD. *Respir Med*. 2007;101(10):2113-8. <https://doi.org/10.1016/j.rmed.2007.05.024>

4. Pachioni CA, Ferrante JA, Panissa TS, Ferreira DM, Ramos D, Moreira GL, et al. Postural assessment in patients with chronic obstructive pulmonary disease [Article in Portuguese]. *Fisioter Pesqui* (São Paulo). 2011;18(4):341-5. <http://dx.doi.org/10.1590/S1809-29502011000400008>
5. Nicklaus TM, Stowell DW, Christiansen WR, Renzetti AD Jr. The accuracy of the roentgenologic diagnosis of chronic pulmonary emphysema. *Am Rev Respir Dis*. 1966;93(6):889-99. <http://www.atsjournals.org/doi/abs/10.1164/arrd.1966.93.6.889?journalCode=arrd>
6. Soares SM, Carvalho CR. Intolerância ao exercício em pacientes com doença pulmonar obstrutiva crônica. *Rev Cienc Med (Campinas)*. 2009;18(3):143-51. <http://periodicos.puc-campinas.edu.br/seer/index.php/cienciasmedicas/article/view/641>
7. Dias CS, Kirkwood RN, Parreira VF, Sampaio RF. Orientation and position of the scapula, head and kyphosis thoracic in male patients with COPD. *Can J Resp Ther*. 2009;30-34.
8. WHO Consultation on Obesity; World Health Organization. Obesity: preventing and managing the global epidemic: report of a WHO consultation. Geneva: WHO; 2000. <http://www.who.int/iris/handle/10665/42330>
9. Miller MR, Hankinson J, Brusasco V, Burgos F, Casaburi R, Coates A Standardisation of spirometry. *Eur Respir J*. 2005;26(2):319-38. <https://doi.org/10.1183/09031936.05.00034805>
10. Pereira CA, Sato T, Rodrigues SC. New reference values for forced spirometry in white adults in Brazil. *J Bras Pneumol*, 2007;33(4):397-406. <http://dx.doi.org/10.1590/S1806-37132007000400008>
11. Sociedade Brasileira de Pneumologia e Tisiologia. Diretrizes para testes de função pulmonar. *J Pneumol*. 2002;28(Suppl 3):S1-S238. http://www.jornaldepneumologia.com.br/detalhe_suplemento.asp?id=45
12. Neder JA, Andreoni S, Lerário 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. <http://dx.doi.org/10.1590/S0100-879X1999000600007>
13. Teixeira FA, Carvalho GA. Reliability and validity of thoracic kyphosis measurements using flexicurve method. *Rev Bras Fisioter*. 2007;11(3):199-204. <http://dx.doi.org/10.1590/S1413-35552007000300005>
14. Bandeira FM, Delfino FC, Carvalho GA, Valduga R. Comparison of thoracic kyphosis between sedentary and physically active older adults by the flexicurve method [Article in Portuguese]. *Rev Bras Cineantropom Desempenho Hum*. 2010;12(5):381-386. <http://dx.doi.org/10.5007/1980-0037.2010V12N5P381>
15. Saltiel RV, Grams ST, Pedrini A, Paulin E. High reliability of measure of diaphragmatic mobility by radiographic method in healthy individuals. *Braz J Phys Ther*. 2013;17(2):128-36. <http://dx.doi.org/10.1590/S1413-35552012005000076>
16. Martinez FJ, Couser JL, Celli BR. Factors influencing ventilatory muscle recruitment in patients with chronic airflow obstruction. *Am Rev Respir Dis*. 1990;142(2):276-82. <https://doi.org/10.1164/ajrccm/142.2.276>
17. Corrêa EC, Bérzin F. Efficacy of physical therapy on cervical muscle activity and on body posture in school-age mouth breathing children. *J Pediatr Otorhinolaryngol*. 2007;71(10):1527-35. <https://doi.org/10.1016/j.jpjorl.2007.05.031>
18. Loubresse CG, Vialle R, Wolff S. Pathological kyphosis [Article in French]. *EMC Rhumatol Orthop*. 2005;2(3):294-334. <https://doi.org/10.1016/j.emcrho.2004.11.002>
19. Libby DM, Briscoe WA, Boyce B, Smith JP. Acute respiratory failure in scoliosis or kyphosis: prolonged survival and treatment. *Am J Med*. 1982;73(4):532-8. [https://doi.org/10.1016/0002-9343\(82\)90332-1](https://doi.org/10.1016/0002-9343(82)90332-1)
20. Rennó AC, Granito RN, Driusso P, Costa D, Oishi J. Correlações entre grau de cifose torácica, função pulmonar e qualidade de vida em mulheres com osteoporose. *Rev. Fisioter Univ São Paulo*. 2004;11(1):24-31. <http://dx.doi.org/10.1590/fpusp.v11i1.76775>
21. Katzman WB, Wanek L, Shepherd JA, Sellmeyer DE. Age-related hyperkyphosis: its causes, consequences, and management. *J Orthop Sports Phys Ther*. 2010;40(6):352-60. <https://doi.org/10.2519/jospt.2010.3099>
22. Hinman MR. Comparison of thoracic kyphosis and postural stiffness in younger and older women. *Spine J*. 2004;4(4):413-7. <https://doi.org/10.1016/j.spinee.2004.01.002>
23. Cutler WB, Friedmann E, Genovese-Stone E. Prevalence of kyphosis in a healthy sample of pre-and postmenopausal women. *Am J Phys Med Rehab*. 1993;72(4):219-25. <http://europepmc.org/abstract/med/8363818>
24. Ensrud KE, Black DM, Harris F, Ettinger B, Cummings SR. Correlates of kyphosis in older women. The Fracture Intervention Trial Research Group. *J Am Geriatr Soc*. 1997;45(6):682-7. <https://doi.org/10.1111/j.1532-5415.1997.tb01470.x>
25. Grams ST, von Saltiel RV, Mayer AF, Schivinski CI, de S Nobre LF, Nóbrega IS, et al. Assessment of the reproducibility of the indirect ultrasound method of measuring diaphragm mobility. *Clin Physiol Funct Imaging*. 2014;34(1):18-25. <https://doi.org/10.1111/cpf.12058>
26. Pedrini A. Validade e confiabilidade da medida da mobilidade diafragmática pela área radiográfica. [dissertation] Florianópolis: Universidade do Estado de Santa Catarina; 2013.
27. Leal BE, Gonçalves MA, Lisboa LG, Linné LMS, Tavares MGS, Yamaguti WP, et al. Validity and reliability of fluoroscopy for digital radiography: a new way to evaluate diaphragmatic mobility. *BMC Pulm Med*. 2017 Apr 17;17(1):62. <https://doi.org/10.1186/s12890-017-0402-x>
28. Boussuges A, Gole Y, Blanc P. Diaphragmatic motion studied by m-mode ultrasonography: methods, reproducibility, and normal values. *Chest*. 2009;135(2):391-400. <https://doi.org/10.1378/chest.08-1541>
29. 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(2):255-60. <https://doi.org/10.7863/jum.2004.23.2.255>