

Relação entre a mobilidade diafragmática e as curvaturas da coluna vertebral em pacientes com doença pulmonar obstrutiva crônica

The relation between diaphragmatic mobility and spinal curvatures in patients with chronic obstructive pulmonary disease

Relación entre la movilidad diafragmática y las curvaturas de la columna vertebral en los pacientes con la enfermedad pulmonar obstructiva crónica

Márcia Aparecida Gonçalves¹, Bruna Estima Leal¹, Gabriella Da Cunha Viegas², Mariana Nunes Lúcio², Giovana Zarpellon Mazo³, Elaine Paulin⁴

RESUMO | Na doença pulmonar obstrutiva crônica (DPOC), os pacientes podem apresentar redução da mobilidade diafragmática e uma série de compensações na coluna torácica, nas cinturas escapular e pélvica. No entanto, não está clara a relação da mobilidade diafragmática com alterações posturais na coluna vertebral e na pelve desses indivíduos. Objetivou-se verificar se existe relação entre a mobilidade diafragmática com as curvaturas da coluna vertebral de pacientes com DPOC e em indivíduos aparentemente saudáveis. Foram avaliados 22 pacientes com DPOC e 22 indivíduos aparentemente saudáveis. As avaliações foram: antropometria, espirometria, mobilidade diafragmática e avaliação postural. Foram analisadas quatro alterações posturais: lordose cervical, cifose torácica, lordose lombar, posição pélvica. Não houve diferença estatisticamente significativa entre os grupos, em relação às variáveis idade, massa corporal, estatura e IMC, confirmando que os grupos foram pareados. Não houve diferença estatisticamente significativa em nenhuma das variáveis referentes às curvaturas da coluna vertebral e à posição da pelve entre os grupos estudados. No grupo DPOC houve correlação da mobilidade diafragmática com a cifose torácica ($r=-0,543$; $p=0,009$). Já em relação ao grupo de indivíduos aparentemente

saudáveis, não houve correlação da mobilidade quanto os indivíduos aparentemente saudáveis apresentaram os mesmos ângulos de curvatura da coluna vertebral e a mesma posição da pelve. Contudo, os pacientes com DPOC apresentaram relação entre a mobilidade diafragmática e o ângulo da curvatura torácica.

Descritores | Doença Pulmonar Obstrutiva Crônica; Diafragma; Coluna Vertebral.

ABSTRACT | In the chronic obstructive pulmonary disease (COPD), patients may have reduced diaphragmatic mobility and a series of compensations in the thoracic spine, the scapular and pelvic girdles. However, the relation between diaphragmatic mobility and postural changes in these individuals' vertebral column and pelvis is not clear. The aim of this study was to verify if there is a relation between diaphragmatic mobility and spinal curvatures in patients with COPD and in apparently healthy individuals. Were evaluated 22 patients with COPD and 22 apparently healthy individuals. The evaluations consisted of: anthropometry, spirometry, diaphragmatic mobility and postural evaluation. Four postural alterations were analyzed: cervical lordosis, thoracic kyphosis, lumbar lordosis, pelvic position. There was no statistically significant difference between the groups, in relation to the variables age, body

¹Fisioterapeuta, Mestre em Fisioterapia pela Universidade do Estado de Santa Catarina (Udesc), Florianópolis (SC), Brasil.

²Acadêmica do Curso de Graduação em Fisioterapia, Universidade do Estado de Santa Catarina (Udesc), Florianópolis (SC), Brasil.

³Doutora em Ciências do Desporto pela Universidade do Porto, Portugal. Docente do Programa de Pós-Graduação em Ciências do Movimento Humano na Universidade do Estado de Santa Catarina (Udesc), Florianópolis (SC), Brasil.

⁴Doutora em Ciências pela Faculdade de Medicina da Universidade de São Paulo - FMUSP - São Paulo (SP) Brasil; Docente do Curso de Graduação e Pós-Graduação em Fisioterapia na Universidade do Estado de Santa Catarina (Udesc), Florianópolis (SC), Brasil.

Trabalho realizado no Laboratório de Fisioterapia Respiratória (Lafir), Universidade do Estado de Santa Catarina (Udesc).

mass, stature and BMI, confirming that the groups were paired. There was no statistically significant difference in any of the variables related to spinal curvatures and pelvic position between the studied groups. In the COPD group, there was a correlation between diaphragmatic mobility and thoracic kyphosis ($r=-0.543$; $p=0.009$). Regarding the group of apparently healthy individuals, there was no correlation of mobility as the apparently healthy individuals presented the same angles of curvature of the vertebral column and the same position of the pelvis. However, there was a relation between diaphragmatic mobility and the angle of the thoracic curvature in patients with COPD.

Keywords | Pulmonary Disease Chronic Obstructive; Diaphragm; Spine.

RESUMEN | En la enfermedad pulmonar obstructiva crónica (EPOC), los pacientes pueden presentar reducción de la movilidad diafragmática y muchas compensaciones en la columna torácica, en las cinturas escapular y pélvica. No obstante, no está clara la relación de la movilidad diafragmática con las alteraciones posturales en la columna vertebral y en la pelvis de esos individuos. Se tuvo el objetivo de ver si hay relación entre la movilidad diafragmática con las curvaturas de la columna vertebral de

los pacientes con la EPOC y en los individuos aparentemente saludables. Fueron evaluados 22 pacientes con la EPOC y 22 individuos aparentemente saludables. Las evaluaciones fueron: la antropometría, la espirometría, la movilidad diafragmática y la evaluación postural. Fueron analizadas cuatro alteraciones posturales: la lordosis cervical, la cifosis torácica, la lordosis lumbar, la posición pélvica. No hubo diferencia estadísticamente significativa entre los grupos, en relación a las variables edad, la masa corporal, la estatura y el IMC, confirmando que los grupos fueron pareados. No hubo diferencia estadísticamente significativa en ninguna de las variables referentes a las curvaturas de la columna vertebral y a la posición de la pelvis entre los grupos estudiados. En el grupo EPOC hubo correlación de la movilidad diafragmática con la cifosis torácica ($r = -0,543$; $p = 0,009$). Ya en relación al grupo de los individuos aparentemente saludables, no hubo correlación de la movilidad cuanto a los individuos aparentemente saludables que presentaron los mismos ángulos de curvatura de la columna vertebral y la misma posición de la pelvis. No obstante, los pacientes con la EPOC presentaron relación entre la movilidad diafragmática y el ángulo de la curvatura torácica.

Descritores | Enfermedad Pulmonar Obstructiva Crónica; Diafragma; Coluna Vertebral

INTRODUÇÃO

A doença pulmonar obstrutiva crônica (DPOC) é a quarta principal causa de morte no mundo. É uma doença comum, evitável e tratável, caracterizada por limitação persistente do fluxo aéreo, usualmente progressiva, associada a um aumento da resposta inflamatória crônica nas vias aéreas e nos pulmões à exposição de partículas ou gases nocivos¹. Existem evidências de que a DPOC acarreta prejuízos na mecânica respiratória e na postura^{2,3}.

Na DPOC a mecânica respiratória é prejudicada por diversos fatores, dentre eles, as alterações dos volumes e capacidades pulmonares que ocorrem devido aos processos fisiopatológicos da doença tais como, perda de recolhimento elástico, obstrução ao fluxo aéreo, aprisionamento de ar⁴ e a hiperinsuflação pulmonar⁵. Estudos tem demonstrado que esses mecanismos estão relacionados com a redução da mobilidade diafragmática que ocorre pela redução da relação tensão comprimento na zona de aposição e no raio de curvatura do músculo diafragma⁶.

Já está bem estabelecido na literatura que os pacientes com DPOC apresentam redução da mobilidade

diafragmática devido a sua doença⁷⁻¹². Contudo, poucos estudos tem investigado os comprometimentos no alinhamento postural^{2,3}. Apesar da escassez na literatura no que se refere à descrição quantitativa das alterações posturais em pacientes com DPOC, observa-se na prática clínica os comprometimentos posturais que parecem ficar mais evidentes principalmente nos pacientes em estágios mais avançados da doença³.

Algumas evidências sugerem que a atitude postural do tórax hiperinsuflado pode levar a uma série de alterações na coluna cervical, coluna torácica, cintura escapular e pélvica^{2,3,13}. Além disso, outra hipótese seria que a biomecânica da caixa torácica pode influenciar a mecânica corporal global e qualquer anormalidade da caixa torácica poderá resultar em alterações na postura e no balanço de todo o corpo¹⁴. Destaca-se que ainda não está claro o quanto uma variável pode influenciar a outra, desta forma, torna-se necessário a realização de pesquisas futuras.

Baseado no exposto verifica-se que a redução da mobilidade diafragmática e as alterações posturais são frequentemente observadas em pacientes com DPOC. Contudo, não existem estudos direcionados

a avaliar a alteração da mobilidade do diafragma e as curvaturas torácicas nessa população. Portanto, o objetivo do estudo foi verificar se existe relação entre a mobilidade diafragmática e as curvaturas da coluna vertebral no paciente com DPOC e nos indivíduos aparentemente saudáveis.

METODOLOGIA

O presente estudo é uma pesquisa analítica do tipo transversal e de abordagem quantitativa. O estudo foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa com seres humanos da Universidade do Estado de Santa Catarina, Florianópolis (CAAE: 08857612.2.0000.0118). Todos os indivíduos foram informados sobre a pesquisa e assinaram termo de consentimento livre e esclarecido, conforme determina a resolução 466/12 do Conselho Nacional de Saúde.

Participaram do estudo 44 indivíduos de ambos os sexos (21 homens e 23 mulheres), os quais foram divididos em dois grupos: grupo 1 composto por 22 pacientes com DPOC, com idade de 65,8 (\pm 8,0) anos e o grupo 2 composto por 22 indivíduos aparentemente saudáveis, com 63,7 (\pm 5,2) anos.

No grupo DPOC foram incluídos pacientes com diagnóstico de DPOC segundo a classificação do *Global Initiative for Chronic Obstructive Lung Disease* (GOLD)¹ e que preenchiam os seguintes critérios de inclusão: 1) estabilidade clínica no último mês e no início do protocolo de avaliação; 2) pacientes que não faziam uso de suplementação de oxigênio; 3) inexistência de outras doenças respiratórias ou cardiovasculares associadas; 4) pacientes sem envolvimento em programas de reabilitação pulmonar nos 6 meses anteriores ao início do presente estudo; 5) pacientes que não foram submetidos a cirurgias recentes na coluna vertebral ou em membros inferiores e/ou que não tiveram fraturas nos 6 meses anteriores.

Como critérios de exclusão foram considerados: 1) presença de exacerbações da doença durante a pesquisa; 2) intercorrências clínicas de natureza cardiorrespiratória 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.

Foram incluídos no grupo indivíduos aparentemente saudáveis, com espirometria normal ($VEF_1/CVF \geq 0,7$; $VEF_1 \geq 80\%$ do previsto, $CVF \geq 80\%$ do previsto), sem

comorbidades associadas e com idade, peso e IMC compatível com os pacientes com DPOC. Foram excluídos desse grupo os indivíduos que apresentassem incapacidade de realizar qualquer uma das avaliações do estudo (falta de compreensão ou colaboração) e/ou que desistissem durante o processo da avaliação.

Parâmetros avaliados

Antropometria

Para a realização das medidas antropométricas foi utilizada uma balança previamente calibrada para a aferição da massa corporal e um estadiômetro para a mensuração da estatura. Obtidos os valores antropométricos, calculou-se o índice de massa corporal (IMC) por meio da equação: massa corporal/estatura² e 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)¹⁵. Os pacientes foram orientados a utilizarem roupas leves, retirarem os calçados e permanecerem eretos até a estabilização dos valores aferidos.

Espirometria

A espirometria foi realizada para verificar a capacidade pulmonar dos indivíduos do estudo por meio do espirômetro digital portátil *Easy One ndd Medical Technologies*, previamente calibrado, de acordo com os métodos e critérios recomendados pela *American Thoracic Society e European Respiratory Society*¹⁶. Foram mensurados os seguintes parâmetros: capacidade vital forçada (CVF), volume expirado forçado no primeiro segundo (VEF_1) e a razão VEF_1/CVF antes e 15 minutos após a inalação do broncodilatador (BD) salbutamol (400 μ g) nos pacientes com DPOC. Foram realizadas no mínimo três manobras aceitáveis e duas reprodutíveis. As variáveis espirométricas estão expressas em valores absolutos e em valor percentual dos valores previstos de normalidade, segundo os determinados por Pereira et al.¹⁷. Os critérios de prova de função pulmonar normal consistem de CVF e $VEF_1 \geq 80\%$ do predito e $VEF_1/CVF \geq 0,7$.

Mobilidade diafragmática

Foi avaliada por meio de radiografias de tórax em incidência anteroposterior. Inicialmente foi colocada uma régua de graduação radiopaca sob o hemitórax direito do indivíduo, na direção longitudinal e no sentido craniocaudal, próximo à transição tóracoabdominal.

Em seguida os indivíduos foram posicionados na mesa de radioscopia em decúbito dorsal e foram orientados previamente a realizarem duas séries de dez repetições de respirações diafragmática com o objetivo de desenvolver propriocepção do movimento diafragmático e possibilitar a avaliação da amplitude máxima do diafragma durante o exame de radiografia.

Após o treinamento de respiração diafragmática, os indivíduos realizaram duas manobras de capacidade vital lenta (CVL) utilizando um ventilômetro *Wright Respirometer Brit.*® Pat. 765206 – UK. A primeira manobra foi próxima da capacidade pulmonar total (CPT) até próximo do volume residual (VR); e a segunda partindo do VR até 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 indivíduos 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 (MD_{dist})¹⁸.

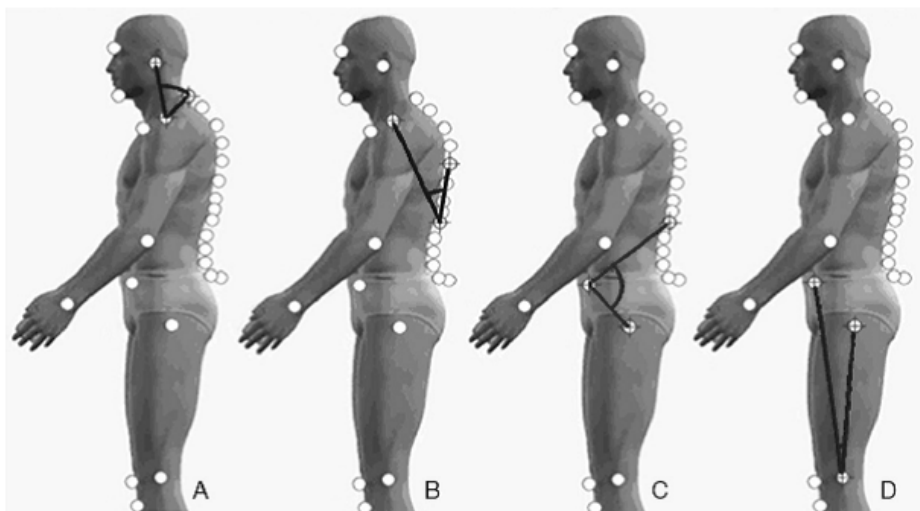
Avaliação postural

Foi utilizado o *Software* para Análise Postural (SAPO) disponível em meio eletrônico e validado por Ferreira et al.¹⁹. Os indivíduos do sexo masculino foram orientados a utilizar uma bermuda para fazer as fotografias e as do sexo feminino, bermuda e top. Inicialmente, por meio

da anatomia palpatória foram identificados os pontos anatômicos nas seguintes regiões do corpo: acrômio, sétima vértebra cervical (C7), trágus da orelha, sétima vértebra torácica (T7), primeira vértebra lombar (L1), espinha íliaca ântero-superior (EIAS), trocanter maior (Figura 1). Após a identificação dos pontos, os mesmos foram demarcados com bolas de isopor, com diâmetro de 20 mm, fixadas nas partes do corpo com fita adesiva dupla face.

Todos os sujeitos foram posicionados na posição ortostática estática, mantendo-se na vista lateral esquerda, a uma distância de 50 cm à frente de uma parede preta e ao lado de um fio de prumo demarcado com três bolas de isopor com distância de 50 cm entre elas, para possibilitar a calibração da fotografia. Seus pés foram posicionados livremente em cima de um tapete de EVA preto, para isso, foi informado ao indivíduo, por meio de um comando verbal, para se colocar em uma posição confortável, com o olhar fixo em um ponto na linha dos seus olhos, mantendo sua postura relaxada.

Para a realização das fotografias foi utilizada uma câmera fotográfica (Sanyo BD 200 14.1 mega pixels, DSC – W610) que foi posicionada em um tripé (altura de 97 cm) e a 2,30m de distância do participante. As fotografias foram transferidas para o computador e analisadas com o *software* de avaliação postural (SAPO). As análises de ângulos e medidas das fotografias foram feitas com o Programa Excel a partir das coordenadas dos pontos anatômicos obtidas com o SAPO.



Fonte: Yí et al., 2008

Figura 1. Medidas angulares das curvaturas da coluna vertebral: A) medida angular da lordose cervical; B) medida angular da cifose torácica; C) medida angular da lordose lombar; D) medida angular da posição da pelve

Para marcação dos pontos e definição das alterações posturais que seriam avaliadas foi utilizado o protocolo de Yi et al.²⁰:

- 1) Lordose cervical: ângulo formado a partir de três pontos anatômicos: trágus da orelha, C7 e acrômio, sendo o acrômio a vértice do ângulo. Caracterizou-se que, quanto maior a medida angular, mais anteriorizada a posição da cabeça e menor a lordose cervical;
- 2) Cifose torácica: ângulo formado a partir de três pontos anatômicos: acrômio, T7 e L1, sendo L1 a vértice do ângulo. Caracterizou-se que, quanto maior a medida angular, maior a cifose torácica;
- 3) Lordose lombar: ângulo formado a partir de três pontos anatômicos: L1, espinha ilíaca ântero-superior (EIAS) e trocanter maior, sendo a EIAS a vértice do ângulo. Caracterizou-se que, quanto menor a medida angular, maior a lordose lombar;
- 4) Posição pélvica: ângulo formado a partir de três pontos anatômicos: EIAS, trocanter maior e o ponto médio da interlinha articular do joelho na face lateral, sendo o ponto médio da interlinha articular a vértice do ângulo. Caracterizou-se que, quanto maior a medida angular, maior a anteversão da pelve.

Análise estatística

Os dados foram analisados por meio do programa *SPSS for Windows*, versão 20.0 e tratados com análise descritiva como média e desvio-padrão que foram aplicadas em todas as variáveis. Para verificar a normalidade dos dados foi aplicado o teste de *Shapiro-Wilk*. Para comparar as variáveis idade, peso, altura, VEF₁ (%prev), CVF (%prev), mobilidade diafragmática, lordose cervical, cifose torácica, lordose lombar, posição pélvica entre os grupos DPOC e indivíduos aparentemente saudáveis foi utilizado o teste de *t de Student* e para comparar as variáveis IMC e VEF₁/CVF (L) foi utilizado o teste de U Mann Whitney. Para correlacionar a mobilidade diafragmática com a lordose cervical, cifose torácica, lordose lombar e a posição pélvica foi utilizado o teste o coeficiente de correlação linear de Pearson (*r*). Foi adotado um nível de significância de 5%.

RESULTADOS

As características antropométricas, pulmonares e a mobilidade do diafragma dos grupos estudados

estão apresentadas na Tabela 1. Não houve diferença estatisticamente significativa entre a idade, massa corporal, estatura e o IMC, confirmando que os grupos foram pareados em relação às variáveis antropométricas.

Já em relação à função pulmonar houve diferença estatisticamente significativa em todas as variáveis da espirometria, principalmente no volume forçado no primeiro segundo (VEF₁) que caracteriza a presença da DPOC. O grupo DPOC mostrou grau de obstrução grave, enquanto os indivíduos aparentemente saudáveis apresentaram valores espirométricos dentro da normalidade (VEF₁% previsto 49,6±15,7 e 95,0±10,3 respectivamente, *p*<0,001).

Houve diferença significativa nos valores da mobilidade diafragmática entre os grupos estudados, sendo que os pacientes com DPOC mostraram valores inferiores quando comparados aos indivíduos saudáveis (41,7±18,3mm e 62,9±11,5mm, respectivamente, *p*<0,001)

Não houve diferença estatisticamente significativa em nenhuma das variáveis referentes às curvaturas da coluna vertebral e posição da pelve, mostrando semelhança da postura corporal do paciente com DPOC e dos indivíduos aparentemente saudáveis.

Tabela 1. Comparação da função pulmonar, mobilidade diafragmática e alterações posturais entre os grupos DPOC e indivíduos aparentemente saudáveis (n=44)

Variáveis	DPOC (n=22)	Saudáveis (n=22)	Valor de <i>p</i>
Dados demográficos e antropométricos			
Sexo (M/F)	11/11	10/12	-
Idade (anos)	65,8±8,0	63,7±5,2	0,312
Massa corporal (kg)	71,1±16,4	75,5±14,1	0,345
Estatura (cm)	164,5±8,0	164,9±11,3	0,915
IMC (kg/m ²)	26,2±5,8	27,6±3,6	0,110
Função Pulmonar			
VEF ₁ /CVF (L)	0,56±0,10	0,79±0,04	<0,001*
VEF ₁ (%prev)	49,6±15,7	95,0±10,3	<0,001*
CVF (%prev)	68,2±15,4	95,0±10,7	<0,001*
MD (mm)	41,7±18,3	62,9±11,5	<0,001*
Lordose Cervical (°)	85,3±18,0	81,1±13,1	0,380
Cifose Torácica (°)	29,5±3,2	29,5±4,2	0,975
Lordose Lombar (°)	96,3±8,7	98,5±8,6	0,413
Posição Pélvica (°)	4,7±2,4	4,6±1,9	0,884

Os valores estão expressos em média e ± desvio padrão; IMC (kg/m²): índice de massa corporal em quilogramas por metro²; VEF₁ (%prev): percentual do previsto do volume expiratório forçado no primeiro segundo; CVF (%prev): percentual do previsto da capacidade vital forçada; MD: mobilidade diafragmática. mm: milímetro; °: grau. **p*<0,05

A figura 2 mostra que houve correlação estatisticamente significativa no grupo DPOC entre a mobilidade diafragmática e o ângulo de curvatura da cifose torácica (*r*=-0,543; *p*=0,009). No entanto, não

houve correlação da mobilidade diafragmática com as demais variáveis estudadas (tabela 2).

Em relação ao grupo de indivíduos aparentemente saudáveis não houve correlação da mobilidade diafragmática com nenhuma das variáveis da coluna vertebral e posição da pelve.

Figura 2. Correlação do ângulo da cifose torácica (°) com a mobilidade diafragmática (mm) no grupo DPOC (n = 22) (r = -0,543; p = 0,009)

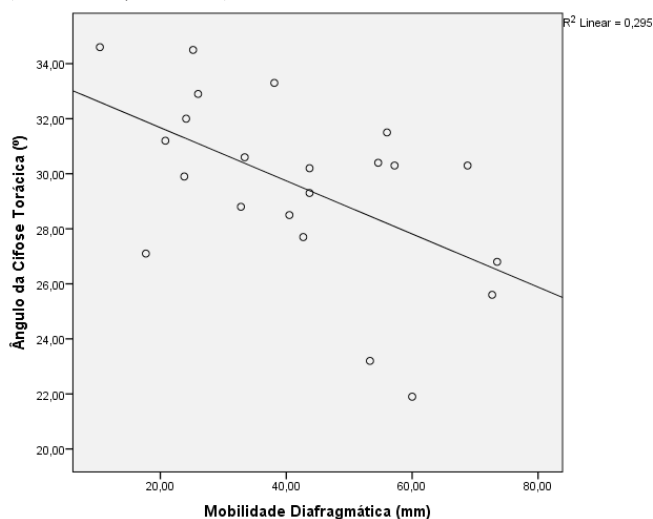


Tabela 2. Relação entre a mobilidade diafragmática e as curvaturas da coluna vertebral no grupo DPOC (n=22) e no grupo de indivíduos aparentemente saudáveis (n=22)

Grupos	Coefficiente de correlação *	P
Lordose Cervical		
DPOC	- 0,085	0,708
Saudáveis	0,122	0,589
Cifose Torácica		
DPOC	- 0,543	0,009*
Saudáveis	0,211	0,346
Lordose Lombar		
DPOC	0,031	0,892
Saudáveis	0,324	0,142
Posição da Pelve		
DPOC	0,132	0,559
Saudáveis	- 0,327	0,138

r: Coeficiente de Correlação de Pearson. *p<0,05

DISCUSSÃO

O presente estudo teve por objetivo verificar a relação entre a mobilidade diafragmática e as curvaturas da coluna vertebral nos pacientes com DPOC e nos indivíduos saudáveis. Os resultados mostraram que apenas no grupo DPOC houve correlação negativa entre a mobilidade diafragmática e o ângulo da

curvatura torácica, mostrando que quanto menor a mobilidade diafragmática, maior o grau da cifose torácica. No entanto, não houve correlação com as demais curvaturas vertebrais avaliadas. Já no grupo de indivíduos saudáveis não houve correlação com nenhuma das variáveis estudadas.

A hipótese para esse achado seria a presença da redução da mobilidade diafragmática nos pacientes com DPOC. Algumas evidências sugerem que a redução da mobilidade diafragmática devido a ineficiência do músculo diafragma pode acarretar num inevitável aumento compensatório da atividade dos músculos da caixa torácica e músculos acessórios da ventilação que assumem um importante papel em pacientes com DPOC^{21,22}. Com o recrutamento dos músculos acessórios e dos músculos da caixa torácica²³ ocorre o padrão respiratório apical. Esse padrão respiratório eleva os potenciais de ação dos músculos como o esternocleidomastoideo, resultando em alterações posturais^{24,25}.

Em relação ao ângulo da cifose torácica não houve diferença significativa entre os grupos DPOC e indivíduos saudáveis. Nossos resultados são condizentes com o estudo de Dias et al.³ que avaliaram a cinemática da coluna torácica, cervical e cintura escapular de 19 pacientes com DPOC e 19 indivíduos saudáveis e encontraram somente maior elevação da escápula. Em contrapartida, Pachioni et al.² comparam 15 pacientes com DPOC e 15 indivíduos saudáveis e observaram três importantes alterações posturais nos pacientes com DPOC: cifose torácica, desnivelamento pélvico posterior e bácia anterior da pelve. A discrepância entre as medidas podem estar relacionadas às diferenças de metodologias para avaliação postural e falta de padronização na técnica de avaliação das curvaturas torácicas.

A relação encontrada entre a mobilidade diafragmática e o ângulo da cifose torácica é preocupante, pois, estudos tem mostrado que o aumento na curvatura torácica pode prejudicar a função pulmonar²⁶⁻²⁸, aumentar a dispneia²⁷, afetar o desempenho das atividades de vida diária^{29,30}, reduzir a qualidade de vida³⁰ e prever a mortalidade independente da osteoporose vertebral subjacente³¹. Como o paciente já apresenta todos esses prejuízos em decorrência da sua doença, o seu quadro pode ser agravado na presença do aumento no ângulo da curvatura torácica.

O presente estudo comparou os ângulos das curvaturas da coluna vertebral e da posição da pelve entre os grupos DPOC e indivíduos saudáveis e observou-se

semelhança entre os grupos. Este fato provavelmente é decorrente da homogeneidade da idade dos grupos estudados, pois o envelhecimento é uma característica comum nas duas populações, e pode ser um fator determinante para surgimento de comprometimentos no sistema musculoesquelético e conseqüentemente alterações posturais. No processo natural de envelhecimento diversas alterações podem causar danos aos diferentes sistemas do organismo³². Com o avanço da idade, podem surgir alterações posturais tais como, anteriorização da cabeça, protrusão (anteropulsão) dos ombros, aumento da cifose torácica, redução da lordose lombar e flexão dos joelhos e do quadril³³.

Os pacientes com DPOC já sofrem esses processos naturais decorrentes do envelhecimento, no entanto, com a progressão da sua doença, essas alterações podem ser intensificadas devido aos fatores fisiopatológicos da sua doença. É evidente na literatura que o agravamento das alterações posturais na coluna vertebral pode interferir na função respiratória, contudo, deve-se levar em conta que o paciente com DPOC já apresenta comprometimentos respiratórios e seu quadro pode ser ainda mais agravado em virtude da alteração postural.

O rigor metodológico para a realização das avaliações foram pontos fortes desta pesquisa. Porém, existem limitações inerentes a esse estudo, pode-se citar o fato deste ser de corte transversal, o que dificulta verificar 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 entre essas variáveis. Aponta-se também como limitação, a falta de padronização na técnica para avaliação das curvaturas da coluna vertebral pelo método SAPO. Mas apesar disso, os resultados encontrados fornecem subsídios importantes em relação às curvaturas da coluna vertebral e a mobilidade diafragmática no paciente com DPOC e indivíduos saudáveis. Destaca-se ainda, a relevância clínica do presente estudo na detecção precoce das alterações posturais juntamente com a avaliação da mobilidade diafragmática em pacientes com DPOC podendo possibilitar o planejamento e execução do tratamento mais adequado.

CONCLUSÃO

Com o intuito de analisar a correlação entre a mobilidade diafragmática e os ângulos das curvaturas

vertebrais e da posição da pelve concluímos que apenas o grupo DPOC apresentou correlação negativa entre as variáveis. Foi observado que quanto menor a mobilidade diafragmática, maior o ângulo da curvatura da cifose torácica.

Em relação às alterações posturais foi verificado que tanto os pacientes com DPOC quanto os indivíduos aparentemente saudáveis apresentam os mesmos ângulos de curvatura da coluna vertebral e a mesma posição da pelve. Contudo, somente o grupo DPOC apresentou redução na mobilidade diafragmática.

REFERÊNCIAS

1. Global Initiative for Chronic Obstructive Lung Disease (GOLD). Global strategy for the diagnosis, management, and prevention of chronic obstructive pulmonary disease. 2015 [acesso em 10 ago. 2017]. Disponível em: <https://goo.gl/SwBHGa>
2. Pachioni CAS, Ferrante JA, Panissa TSD, Ferreira DMA, Ramos D, Moreira GL, et al. Avaliação postural em pacientes com doença pulmonar obstrutiva crônica. *Fisioter Pesqui*. 2011;18(4):341-5. doi: 10.1590/S1809-29502011000400008
3. 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 Respir Ther*. 2009;45(2):30-4.
4. Russi EW, Stammberger U, Weder W. Lung volume reduction surgery for emphysema. *Eur Respir J*. 1997;10(1):208-18.
5. Laghi F, Tobin MJ. Disorders of the respiratory muscles. *Am J Respir Crit Care Med*. 2003;168(1):10-48. doi: 10.1164/rccm.2206020
6. Cassart M, Pettiaux N, Gevenois PA, Paiva M, Estenne M. Effect of chronic hyperinflation on diaphragm length and surface area. *Am J Respir Crit Care Med*. 1997;156(2 Pt.1):504-8. doi: 10.1164/ajrccm.156.2.9612089
7. Suga K, Tsukuda T, Awaya H, Takano K, Koike S, Matsunaga N, et al. Impaired respiratory mechanics in pulmonary emphysema: evaluation with dynamic breathing MRI. *J Magn Reson Imaging*. 1999;10(4):510-20. doi: 10.1002/(sici)1522-2586(199910)10:4<510::aid-jmri3>3.0.co;2-g
8. Unal O, Arslan H, Uzun K, Ozbay B, Sakarya ME. Evaluation of diaphragmatic movement with MR fluoroscopy in chronic obstructive pulmonary disease. *Clin Imaging*. 2000;24(6):347-50. doi: 10.1016/S0899-7071(00)00245-X
9. Iwasawa T, Kagei S, Gotoh T, Yoshiike Y, Matsushita K, Kurihara H, et al. Magnetic resonance analysis of abnormal diaphragmatic motion in patients with emphysema. *Eur Respir J*. 2002;19(2):225-31. doi: 10.1183/09031936.02.00044602
10. Paulin E, Yamaguti WPS, Chammas MC, Shibao 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):2113-18. doi: 10.1016/j.rmed.2007.05.024
11. Yamaguti WPS, Paulin E, Shibao 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. doi: 10.1111/j.1440-1843.2007.01194.x
12. Yamaguti, WPS, Claudino RC, Neto AP, Chammas MC, Gomes AC, Salge JM et al. Diaphragmatic breathing training program improves abdominal motion during natural breathing in patients with chronic obstructive pulmonary disease: a randomized controlled trial. *Arch Phys Med Rehabil*. 2012;93(4):571-7. doi: 10.1016/j.apmr.2011.11.026
 13. Boulay C, Tardieu C, Hecquet J, Benaim C, Mouilleseaux B, Marty C, et al. Sagittal alignment of spine and pelvis regulated by pelvic incidence: standard values and prediction of lordosis. *Eur Spine J*. 2006;15(4):415-22. doi: 10.1007/s00586-005-0984-5
 14. Butcher SJ, Meshke JM, Sheppard MS. Reductions in functional balance, coordination, and mobility measures among patients with stable chronic obstructive pulmonary disease. *J Cardiopulm Rehabil*. 2004;24(4):274-80. doi: 10.1097/00008483-200407000-00013
 15. World Health Organization. Obesity: Preventing and Managing the Global Epidemic. Report of a WHO Consultation (WHO Technical Report Series 894). Geneva: World Health Organization. 2000[acesso em 10 ago. 2017];284:256. Disponível em: <https://goo.gl/GyeLBX>
 16. Miller MR, Hankinson J, Brusasco V, Burgos F, Casaburi R, Coates A, et al. Standardisations of spirometry. Series "ATS/ERS task force: standardisation of lung function testing". *Eur Respir J*. 2005;26:319-38. doi:10.1183/09031936.05.00034805
 17. 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. doi: 10.1590/S1806-37132007000400008
 18. 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):128-136. doi: 10.1590/S1413-35552012005000076
 19. Ferreira EAG, Duarte M, Maldonado EP, Burke TN, Marques AP. Postural assessment software (PAS/SAPO): validation and reliability. *Clinics*. 2010;65(7):675-81. doi: 10.1590/S1807-59322010000700005
 20. Yi LC, Jardim JR, Inoue DP, Pignatari SSN. The relationship between excursion of the diaphragm and curvatures of the spinal column in mouth breathing children. *J Pediatr*. 2008;84(2):171-7. doi: 10.1590/S0021-75572008000200014
 21. Martinez FJ, Couser JI, Celli BR. Factors influencing ventilatory muscle recruitment in patients with chronic airflow obstruction. *Am Rev Respir Dis*. 1990;142(2):276-82. doi: 10.1164/ajrccm/142.2.276
 22. Trevisan ME, Porto AS, Pinheiro TM. Influência do treinamento da musculatura respiratória e de membros inferiores no desempenho funcional de indivíduos com DPOC. *Fisioter Pesqui*. 2010;17(3):209-13. doi: 10.1590/S1809-29502010000300004
 23. Breslin EH, Garoutte BC, Kohlman-Carrieri V, Celli BR. Correlations between dyspnea, diaphragm, and sternomastoid recruitment during inspiratory resistance breathing in normal subjects. *Chest*. 1990;98(2):298-302. doi: 10.1378/chest.98.2.298
 24. Pasinato F, Corrêa ECR, Peroni ABF. Avaliação da mecânica ventilatória em indivíduos com disfunção têmporo-mandibular e assintomáticos. *Rev Bras Fisioter*. 2006;10(3):285-9. doi: 10.1590/S1413-35552006000300006
 25. Corrêa ECR, Bérzin F. Efficacy of physical therapy on cervical muscle activity and on body posture in school-age mouth breathing children. *Int J Pediatr Otorhinolaryngol*. 2007;71(10):1527-35. doi: 10.1016/j.ijporl.2007.05.031
 26. Teramoto S, Suzuki M, Matsuse T, Ohga E, Katayama H, Nagase T, et al. Influence of kyphosis on the age-related decline in pulmonary function. *Nihon Ronen Igakkai Zasshi*. 1998;35(1):23-7. Disponível em: <https://goo.gl/Vh5Ti5>
 27. Di Bari M, Chiarlone M, Matteuzzi D, Zacchei S, Pozzi C, Bellia V, et al. Thoracic kyphosis and ventilatory dysfunction in unselected older persons: an epidemiological study in Dicomano, Italy. *J Am Geriatr Soc*. 2004;52(6):909-15. doi: 10.1111/j.1532-5415.2004.52257.x
 28. Loubresse CG, Vialle R, Wolff S. Cyphoses pathologiques: pathological kyphosis. *EMC Rhumatol Orthop*. 2005;2(3):294-334. doi: 10.1016/j.emcrho.2004.11.002
 29. Ryan SD, Fried LP. The impact of kyphosis on daily functioning. *J Am Geriatr Soc*. 1997;45(12):1479-86. doi: 10.1111/j.1532-5415.1997.tb03199.x
 30. Takahashi T, Ishida K, Hirose D, Nagano Y, Okumiya K, Nishinaga M, et al. Trunk deformity is associated with a reduction in outdoor activities of daily living and life satisfaction in community-dwelling older people. *Osteoporos Int*. 2005;16(3):273-9. doi: 10.1007/s00198-004-1669-3
 31. Kado DM, Huang MH, Karlamangla AS, Barrett-Connor E, Greendale GA. Hyperkyphotic posture predicts mortality in older community-dwelling men and women: a prospective study. *J Am Geriatr Soc*. 2004;52(10):1662-7. doi: 10.1111/j.1532-5415.2004.52458.x
 32. Lacourt MX, Marini LL. Decréscimo da função muscular decorrente do envelhecimento e a influência na qualidade de vida do idoso: uma revisão de literatura. *RBCEH. Rev Bras Cienc Envelhec Hum*. 2006;3(1):114-21. doi: <http://dx.doi.org/10.5335/rbceh.2012.51>
 33. Hinman, MR. Comparison of thoracic kyphosis and postural stiffness in younger and older women. *Spine J*. 2004;4(4):413-7. doi: 10.1016/j.spinee.2004.01.002