

Artigo original

Método computacional de análise quantitativa da anatomia estático-torácica em imagens radiográficas para estudo da doença pulmonar obstrutiva crônica

Computational method of quantitative analysis of thoracic static anatomy in radiographic images for the study of chronic obstructive pulmonary disease

Viviane Rech, Ft., M.Sc.*, Gerson Linck Bichinho, D.Sc.**, Munir Antonio Gariba, D.Sc.***

.....
*Fisioterapeuta, **Engenheiro Eletricista, Prof. do Programa de Pós-Graduação em Tecnologia em Saúde – PUCPR,
***Físico, Prof. do Programa de Pós-Graduação em Tecnologia em Saúde – PUCPR

Resumo

Introdução: A doença pulmonar obstrutiva crônica (DPOC) está associada a inúmeros efeitos deletérios no processo ventilatório e os métodos de avaliação fisioterapêutica do tórax e de sua musculatura, para indivíduos portadores da DPOC, são escassos, sendo qualitativos em sua maioria. **Objetivo:** O objetivo do presente estudo é o desenvolvimento de uma ferramenta computacional para caracterização da anatomia estático-torácica de indivíduos portadores de DPOC e indivíduos hígidos através da análise de imagens radiográficas digitalizadas. **Metodologia:** Foi desenvolvida uma ferramenta de software para auxiliar na medição de variáveis importantes na caracterização da DPOC. Assim sendo, foram selecionadas 60 radiografias de indivíduos com diagnóstico comprovado de doença pulmonar obstrutiva moderada a grave e 71 radiografias de indivíduos que se encontravam dentro dos padrões de normalidade, não apresentando a doença. As variáveis consideradas foram: altura retroesternal, largura pulmonar, alturas das bases do diafragma do lado direito e esquerdo, ângulo costo-frênico, distâncias intercostais direita e esquerda, medida do cajado da aorta e obliquidade do gradil costal. **Resultados:** Os resultados obtidos mostraram diferença significativa entre os dois grupos para todas as variáveis estudadas, exceto para a variável obliquidade do gradil costal. **Conclusão:** Constatou-se que existe uma diferença estatisticamente significativa entre os grupos e que a ferramenta desenvolvida para avaliação quantitativa é viável para utilização em estudos clínicos futuros.

Palavras-chave: doença pulmonar obstrutiva crônica, fisioterapia, diagnóstico diferencial, radiografia torácica.

Introdução

A doença pulmonar obstrutiva crônica (DPOC) é caracterizada pela presença de obstrução crônica ao fluxo aéreo, geral-

Abstract

Introduction: The chronic obstructive pulmonary disease (COPD) is associated with innumerable deleterious effects on the pulmonary mechanisms and physical therapy evaluation methods of the thorax and its musculature in patients with the disease are scarce and usually qualitative. **Objective:** Therefore, the aim of this study was the development of a computational tool for the characterization of thoracic static anatomy of individuals with and without COPD through the analysis of digitalized radiographies. **Method:** A software tool has been developed to assist in the measurement of the important variables for the characterization of COPD. 60 thoracic radiographies of patients diagnosed with moderate to severe COPD were selected along with 71 thoracic radiographies of individuals with no pathology, the control group. The variables considered were: retrosternal height, pulmonary width, right and left diaphragm basis heights, right and left costophrenic angles, right and left intercostal distances, the aortic arch and costal grid obliquity. **Results:** The results show significant differences between the two groups for all studied variables but the costal grid obliquity. **Conclusion:** It has been noticed that there is a significant statistical difference between both groups, and that the tool developed for quantitative analysis can help in future clinical studies.

Key-words: chronic obstructive pulmonary disease, physical therapy, differential diagnosis, thoracic radiography.

mente progressiva e ocasionalmente reversível [1-3]. As alterações pulmonares decorrentes da moléstia prejudicam gradativamente a mecânica ventilatória, aumentando o trabalho respiratório e diminuindo a capacidade de exercício do paciente [4].

Recebido em 22 de dezembro de 2009; aceito em 16 de março de 2010.

Endereço para correspondência: Munir Antonio Gariba, PPGTS – CCBS Pontifícia Universidade Católica do Paraná (PUCPR), Rua Imaculada Conceição, 1155, 80215-901 Curitiba PR, Tel: (41) 3271-1785, E-mail: munir.gariba@pucpr.br, respvi@upf.br, gerson.bichinho@pucpr.br

A incidência da DPOC é maior em homens e aumenta acentuadamente com a idade. Num estudo realizado no Brasil [1], a prevalência total da DPOC foi de 15,8%, sendo 18% nos homens e 14% nas mulheres. Estima-se que o crescimento mundial desta doença, entre 1994 e 2015, será de 21 para 33 casos entre homens e de 10 para 23 casos entre mulheres [2], para cada mil habitantes. Além disto, é ainda uma das principais causas de morbidade e mortalidade no mundo, com um enorme impacto socioeconômico. Novas estratégias para a avaliação da DPOC são necessárias, não só para identificar a origem dos episódios de exacerbação, mas também para determinar o risco individual para cada paciente [5].

O tabagismo é o principal fator etiológico desta patologia, sendo que as alterações frequentes causadas pela fumaça do tabaco no trato respiratório compreendem a constrição brônquica, a paralisia e destruição dos cílios e a inflamação [6].

A inflamação sistêmica pode causar insuficiência cardíaca, síndrome metabólica e outras doenças crônicas, as quais podem contribuir para a manifestação clínica da DPOC e interferir na sua história natural [7,8].

Tendo em vista as alterações oriundas da DPOC, vários programas de reabilitação pulmonar foram desenvolvidos objetivando reverter ou amenizar os efeitos deletérios da mesma, melhorar a capacidade física e a qualidade de vida [9,10].

A reabilitação pulmonar tem sido definida como um programa individualizado e multidisciplinar que cuida de pacientes com doença respiratória crônica. É baseada na avaliação dos mesmos e busca, através de um suporte físico e emocional, devolver ao indivíduo a maior capacidade funcional permitida por sua limitação pulmonar e situação geral de vida [9]. Ferreira e Cukier [11] salientam a importância de instrumentos adequados para a avaliação destes pacientes, de modo a aperfeiçoar programas de reabilitação. Contudo, existem poucos métodos na prática fisioterapêutica direcionados à avaliação das condições da caixa torácica e da sua musculatura [12,13]. A avaliação qualitativa é a forma mais comum de se determinar o padrão estático torácico de pacientes com DPOC, porém este método pode gerar resultados com alto grau de subjetividade.

Com o intuito de contribuir para tornar este procedimento mais objetivo, o presente trabalho apresenta um método computacional para avaliar quantitativamente o padrão estático torácico de pacientes com DPOC, através da análise de imagens radiográficas digitalizadas.

Material e métodos

Trata-se de um estudo retrospectivo das imagens radiográficas por meio do qual foram estudadas radiografias de tórax existentes no Hospital São Vicente de Paulo, na cidade de Passo Fundo – RS. Foram selecionadas 60 radiografias de indivíduos comprovadamente diagnosticados com DPOC moderada a grave (grupo 1) e 71 radiografias de indivíduos

que se encontravam dentro dos padrões de normalidade, não apresentando a doença (grupo 2). A identificação de cada indivíduo foi totalmente removida das imagens.

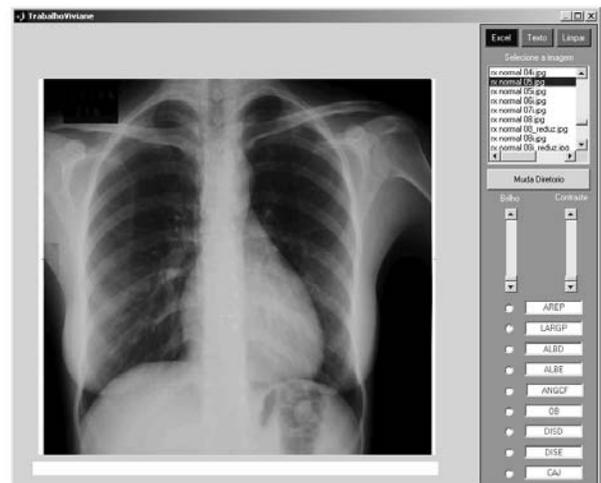
Este trabalho foi submetido e aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa da Pontifícia Universidade Católica do Paraná (Curitiba/PR), sob o registro nº 426 e também pelo Comitê de Ética em Pesquisa do Hospital São Vicente de Paulo (Passo Fundo/RS), sob o registro nº 754/2004.

Os critérios de seleção das imagens de portadores de DPOC para o estudo foram: 1) ter diagnóstico comprovado da patologia; 2) possuir imagens com incidência pósterio-anteriores (PA) captadas em posição ortostática; 3) ser do sexo masculino; 4) estar na faixa etária entre 50 e 80 anos; e 5) não apresentar patologias associadas.

As imagens em filme radiográfico foram digitalizadas utilizando-se um microcomputador e um scanner UMAX PowerLook de alta-resolução (9600 dpi) com os seguintes parâmetros de digitalização: digitalização transmissiva, com 256 níveis de cinza, resolução de 150 dpi (pontos por polegada) e sem filtragem.

Para a extração das informações quantitativas, foi desenvolvida uma ferramenta de *software*, cuja tela principal é mostrada na Figura 1, onde é efetuada a leitura e a visualização das imagens, possibilitando a medição das distâncias e ângulos através de pontos definidos manualmente pelo usuário. Após as medidas terem sido efetuadas, o *software* gera um arquivo com os resultados da análise.

Figura 1 - Interface do software desenvolvido para efetuar as medições.

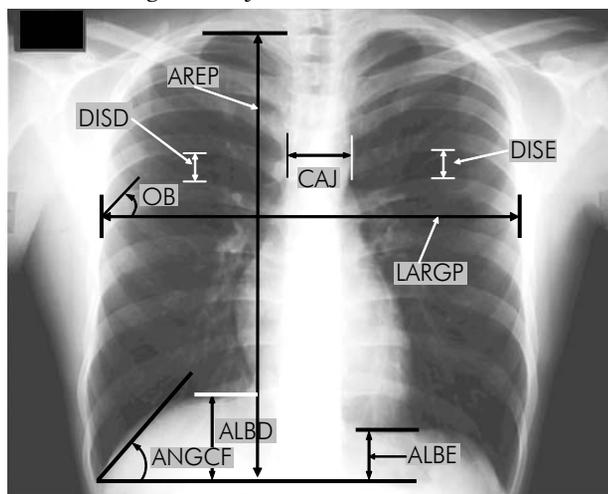


Todas as imagens utilizadas foram realizadas no mesmo equipamento de captação de imagens radiológicas, de modo a proporcionar maior fidedignidade às análises.

As variáveis selecionadas para análise foram as de uso mais frequente na avaliação qualitativa [7], ou seja:

Altura retroesternal pulmonar (AREP). Do início ao fim do pulmão direito, uma vez que o pulmão esquerdo sofre a influência da área cardíaca. Essa variável foi escolhida como base de comparação com as outras variáveis do estudo;

Figura 2 - Ilustração das medidas efetuadas nas radiografias, ou seja, altura retroesternal pulmonar (AREP), largura pulmonar (LARGP), altura da base do diafragma do lado direito (ALBD), altura da base do diafragma do lado esquerdo (ALBE), distância intercostal direita (DISD), distância intercostal esquerda (DISE), medida do cajado da aorta (CAJ), grau de obliquidade do gradil costal (OB) e ângulo costo-frênico (ANGCF).



Largura pulmonar (LARGP). Localizada entre o sexto e sétimo espaço intercostal posterior, dado que é um ponto mediano do gradil costal. Essa variável foi escolhida para comparar, quantitativamente, a variação da largura do pulmão no grupo 1 [7];

Nível de rebaixamento diafragmático. Subdividido em: 1) altura da base do diafragma do lado direito (ALBD) – da linha de base do diafragma até o ângulo costocárdico direito e, 2) altura da base do diafragma do lado esquerdo (ALBE) – da linha de base do diafragma até o ângulo costocárdico esquerdo [7];

Ângulo costo-frênico ou costo-diafragmático (ANGCF). Localizado entre a linha do ângulo costofrênico e a linha de base do diafragma. A diferença da angulação é diretamente proporcional a retificação diafragmática, confirmando, assim, a diminuição da funcionalidade do diafragma observada no exame físico de indivíduos com DPOC;

Distância intercostal. Utilizada em decorrência da presença rotineira do aumento dos espaços intercostais em laudos de radiografias de indivíduos com DPOC, o qual denota rigidez torácica. É subdividida em: 1) distância intercostal direita (DISD), a qual segue como base a linha retroesternal direita e, 2) a distância intercostal esquerda (DISE), que por sua vez segue como base a linha retroesternal esquerda;

Medida do cajado da aorta (CAJ). Localizado entre o quarto e o quinto espaço intercostal posterior. Para todos os portadores de DPOC, as imagens pesquisadas evidenciaram aumento do cajado da aorta e presença de placas ateromatosas calcificadas, o que levou à inclusão da mensuração do cajado da aorta neste estudo;

Grau de obliquidade do gradil costal (OB). Linha cruzando a sexta e sétima costelas, até o encontro das mesmas no hemitórax direito. É comumente chamada de horizontalização do gradil costal.

A Figura 2 ilustra as várias medidas efetuadas na imagem radiográfica. Sabendo-se que a anatomia particular de cada indivíduo (biótipo) produz variações nos parâmetros de estudo, que indivíduos doentes e normais têm sua estrutura anatômica do tórax com padrões distintos e que as condições de aquisição das imagens podem variar, foi utilizada a altura retro-esternal para normalização dos dados. Para cada imagem, os valores foram normalizados considerando-se a razão entre cada medida efetuada e a altura retro-esternal correspondente. Assim sendo, para a comparação dos grupos 1 e 2, foram utilizadas estas medidas adimensionais.

Quanto à análise estatística, para a comparação dos grupos em relação às diversas variáveis do estudo, foi utilizado o teste *t* de Student para amostras independentes, levando-se em consideração a homogeneidade das variâncias.

A condição de normalidade foi verificada pelo teste de Shapiro Wilks e os valores de $p < 0,05$ indicaram valores estatisticamente significantes.

Resultados e discussão

Os resultados das medidas normalizadas são apresentados na Tabela I. O intuito principal deste trabalho é o desenvolvimento e a validação de uma ferramenta de *software* para análise quantitativa de variáveis importantes na avaliação da DPOC. Esta ferramenta possibilita a visualização das radiografias de tórax, permitindo a realização de medidas de distância entre pontos selecionados, bem como de ângulos relativos entre regiões.

Em relação às medidas efetuadas, observou-se uma diferença significativa entre os dois grupos quanto à largura pulmonar, evidenciando que os indivíduos com DPOC possuem uma menor largura pulmonar. Pode-se sugerir que em decorrência do aumento da capacidade residual funcional e da menor complacência pulmonar, presentes nos indivíduos portadores de DPOC, a expansão pulmonar ocorre predominantemente na direção vertical, visto que acima existem as primeiras costelas e abaixo o músculo diafragma e as vísceras abdominais, os quais podem ser mais facilmente moldados a uma nova conformação [13,14].

Quanto à altura da base do diafragma do lado direito (ALBD), comparando-se o grupo 1 com o grupo 2, observou-se que essa medida foi maior para o segundo grupo. Esse resultado sugere uma maior concavidade da hem cúpula em questão nos indivíduos do grupo 2. Nos indivíduos com DPOC, a menor ALBD indica um rebaixamento diafragmático, dependendo do estágio da patologia. O mesmo foi constatado em relação à Altura da Base do Diafragma do Lado Esquerdo (ALBE), que apesar de não ser significativo apresentou valor menor que o valor da ALBD.

Tabela I - Valores normalizados de cada parâmetro para os grupos de indivíduos doentes e normais (LARGP - largura pulmonar, ALBD - altura da base do diafragma do lado direito, ALBE - altura da base do diafragma do lado esquerdo, ANGCF - ângulo costo-frênico, OB - grau de obliquidade do gradil costal, DISD - distância intercostal direita, DISE - distância intercostal esquerda e CAJ - medida do cajado da aorta).

Variável	Grupo	N	Média	Mediana	Mínimo	Máximo	Desvio padrão	Valor de p
LARGP	Doentes	60	1,081	1,055	0,845	1,445	0,121	0,0001
	Normais	71	1,161	1,175	0,934	1,487	0,112	
ALBD	Doentes	60	0,189	0,187	0,054	0,358	0,075	0,0001
	Normais	71	0,237	0,230	0,089	0,418	0,059	
ALBE	Doentes	60	0,137	0,134	0,054	0,229	0,044	0,0464
	Normais	71	0,154	0,144	0,075	0,296	0,049	
ANGCF	Doentes	60	17,45	18	9	25	4,81	<0,001
	Normais	71	26,46	26	18	40	4,55	
OB	Doentes	60	20,13	20	6	35	6,38	0,705
	Normais	71	19,70	19	8	39	6,52	
DISD	Doentes	60	0,106	0,088	0,044	0,212	0,042	<0,0001
	Normais	71	0,076	0,076	0,040	0,134	0,018	
DISE	Doentes	60	0,084	0,082	0,061	0,119	0,013	0,0029
	Normais	71	0,075	0,070	0,045	0,135	0,020	
CAJ	Doentes	60	0,259	0,252	0,166	0,415	0,049	0,0046
	Normais	71	0,234	0,227	0,147	0,393	0,051	

Relativamente ao ângulo costo-frênico (ANGCF), em termos comparativos, foi observada uma diferença muito significativa entre os grupos avaliados. As imagens relativas aos indivíduos com DPOC apresentaram uma diminuição do ângulo costo-frênico quando comparadas às imagens do grupo 2. Sabe-se que a doença pulmonar obstrutiva crônica acarreta prejuízos na mecânica ventilatória e na musculatura pulmonar periférica [1-5]. Pode-se sugerir que quanto maior o ANGCF, menor o prejuízo à funcionalidade diafragmática [10].

A medida da Obliquidade do Gradil Costal (OB) não revelou diferença estatisticamente significativa entre os dois grupos avaliados, o que contradiz o comumente evidenciado na prática clínica. Infere-se que a articulação esterno-costal, por ser de mínima mobilidade, limitando a movimentação das costelas, impossibilita uma maior ou menor angulação das mesmas em função da DPOC. Deste modo, sugere-se que um novo meio de medição para essa variável seja estudado, a fim de confirmar esse achado ou a descoberta de novos valores através de outro método de avaliação. Sugere-se um estudo para determinação de pontos de referência que aumentem a precisão da medida. É importante salientar que só foi feita a mensuração da obliquidade do gradil costal do lado direito, uma vez que autores como Novelline [15] sugerem que a estrutura cardíaca pode influenciar na assimetria costal por vezes evidenciada em exames radiológicos de tórax.

Com relação à Distância Intercostal de ambos os lados, comparando-se os grupos, evidenciou-se um aumento significativo destas medidas no grupo 1. Supõe-se que, devido ao aumento da capacidade residual funcional decorrente da

cronicidade da doença pulmonar obstrutiva, ocorra “acomodação muscular” [16,17].

No que concerne ao Cajado da Aorta (CAJ), analisando-se os grupos, observou-se um aumento significativo desta medida nos indivíduos portadores de DPOC. Com essa informação, sugere-se que exista uma correlação entre aumento do tamanho do cajado da aorta e a doença pulmonar obstrutiva crônica, predispondo os indivíduos portadores desta moléstia a enfermidades cardíacas, ou seja, à doença cardiopulmonar [18,19].

O peso e a altura dos pacientes não foram levados em consideração no presente estudo de forma direta. Contudo, foram empregados os dados resultantes da razão entre cada medida e a altura retro-esternal para normalização dos valores e que se relaciona com o biótipo de cada indivíduo.

Em todos os dados analisados ainda não existem valores numéricos que possam ser considerados limites para a normalidade ou que caracterizem o grupo DPOC. Através das medidas realizadas com a ferramenta desenvolvida neste trabalho, conseguiu-se observar características quantitativas distintas entre os dois grupos, possibilitando o seu uso num estudo clínico de maior porte para se tentar classificar segundo os níveis (estádios) de DPOC e avaliar-se a eficácia de terapias.

Para aplicação clínica da ferramenta, há necessidade de se estabelecer um protocolo de medições das variáveis que seja independente do usuário. Neste sentido, uma nova versão desta ferramenta está sendo desenvolvida com o intuito de tornar os procedimentos semi-automáticos. Para tanto, haverá a necessidade de um estudo de reprodutibilidade e repetitividade dos procedimentos de medição.

Conclusão

Desenvolveu-se uma ferramenta de software que permite mensurar parâmetros anatômicos importantes na avaliação de portadores de DPOC, podendo se tornar uma ferramenta de auxílio ao diagnóstico. O fato de que existe diferença nas medidas torácicas dos indivíduos pertencentes aos dois grupos estudados foi observado.

Trabalhos futuros poderão contribuir para uma avaliação ainda melhor da DPOC, verificando-se a possibilidade de quantificar sua evolução frente a tratamentos.

Referências

1. III Consenso brasileiro de doença pulmonar obstrutiva crônica (DPOC). Sociedade Brasileira de Pneumologia e Tisiologia – SBPT; 2006.
2. Global Initiative for Chronic Obstructive Lung Disease - GOLD [online]; 2008; [citado 2010 Mar 12]. Disponível em URL: <http://goldcopd.com>
3. Pauwels RA, Buist AS, Calverley PMA. Global strategy for the diagnosis, management and prevention of chronic obstructive pulmonary disease. NHLBI/Who. Global initiative of chronic obstructive lung disease (GOSD). Workshop summary. *Am J Respir Crit Care Med* 2001;163:1256-76.
4. Rous RG. Entrenamiento de los músculos periféricos en pacientes con EPOC. *Arch Bronconeumol* 2000;36:519-24.
5. Lacoma A, Prat C, Andreo F, Domínguez J. Biomarkers in the management of COPD. *Eur Respir Rev* 2009;18(112):96-104.
6. Feenstra TI, VanGenugten LLM, Hoogenveen RT, Wouters EF, Rutten-VanMölken MPMH. The impact of aging and smoking on the future burden of chronic obstructive pulmonary disease: a model analysis in the Netherlands. *Am J Respir Crit Care Med* 2001;164 (4):590-6.
7. American Thoracic Society, ATS Statement. Pulmonary rehabilitation - 1999. *Am J Respir Crit Care Med* 1999;159:1666-82.
8. Fabbri LM, Luppi F, Beghé B, Rabe KF. Complex chronic comorbidities of COPD. *Eur Respir J* 2008;31(1):204-12.
9. Kim V, Rogers TJ, Criner GJ. New concepts in the pathobiology of chronic obstructive pulmonary disease. *Proc Am Thorac Soc* 2008;5:478-85.
10. Kuzma AM, Meli Y, Meldrum C, Jellen P, Butler-Lebair M, Koczen-Doyle D. Multidisciplinary care of the patient with chronic obstructive pulmonary disease. *Proc Am Thorac Soc* 2008;5:567-71.
11. Ferreira CAS, Cukier A. Avaliando a DPOC pela perspectiva do paciente. *J Bras Pneumol* 2006;32(2):7-8.
12. Qaseem A, Snow P, Shekelle K, Sherif K, Wilt TJ, Weiberger S, et al. Diagnosis and management of stable chronic obstructive pulmonary disease: a clinical practice guideline from the American College of Physicians. *American College of Physicians* 2007;147:91-41.
13. Ferreira IM. Chronic obstructive pulmonary disease and malnutrition: why are we not winning this battle? *J Pneumol* 2003;29(2):107-14.
14. Paulin E, Brunetto AF, Carvalho CRF. Effects of a physical exercises program designed to increase thoracic mobility in patients with chronic obstructive pulmonary disease. *J Pneumol* 2003;29(5):287-94.
15. Novelline RA. Fundamentos de radiologia de Squire. 5ª ed. Porto Alegre: Artmed; 2003.
16. Montaldo BC, Gleeson K, Zwillich CW. The control of breathing. *Chest* 2000;177:205-25.
17. Kakizaki F, Shibuya M, Yamasaki T, Yamada M, Suzuki H, Homma I. Preliminary report on the effects of respiratory muscle stretch gymnastics on chest wall mobility in patients with chronic obstructive pulmonary disease. *Respir Care* 1999;44:409-14.
18. Mahler DA, Brent BR, Loke BL, Zaret BL, Matthay RA. Right ventricular performance and central hemodynamics during upright exercise in patients with chronic obstructive pulmonary disease. *Am J Respir Crit Care Med* 1984;130:722-9.
19. Sietsema K. Cardiovascular limitations in chronic pulmonary disease. *Med Sci Sports Exerc* 2001;33(7)(suppl):656-61.