

Artigo original

## Comparação da função pulmonar com a radiografia de tórax em trabalhadores expostos à sílica.

Comparison of the respiratory function with the chest radiography in silica-exposed workers.

Agnaldo José Lopes<sup>1</sup>, Arnaldo José Noronha<sup>2</sup>, Teresinha Yoshiko Maeda<sup>3</sup>,  
Alberto José de Araújo<sup>4</sup>, Pedro Lopes de Melo<sup>5</sup>, Domenico Capone<sup>6</sup>, José Manoel Jansen<sup>7</sup>.

### RESUMO

**Introdução:** a radiografia de tórax ainda é, nos dias atuais, o principal método de diagnóstico da silicose. A determinação das conseqüências funcionais também é aspecto central da avaliação desses trabalhadores. O objetivo deste trabalho é descrever os achados funcionais e compará-los com os da radiografia de tórax, em indivíduos com história de exposição à sílica. **Metodologia:** foi realizado um estudo de corte transversal, em que foram avaliados 44 indivíduos não-tabagistas e sem história pregressa de tuberculose. As radiografias foram classificadas de acordo com a proposta da Organização Internacional do Trabalho (OIT). As variáveis funcionais foram mensuradas através de espirometria, oscilações forçadas, diluição com hélio e difusão com monóxido de carbono ( $D_{CO}$ ). **Resultados:** dos 44 trabalhadores estudados, 41 eram homens, com média de idade de 48,4 anos. Com relação ao padrão de dano funcional, 26 trabalhadores apresentaram distúrbio obstrutivo, 10 tinham distúrbio misto, três tinham distúrbio restritivo e 18 mostraram redução da  $D_{CO}$ . Diagnosticaram-se radiologicamente 40 casos de silicose, constatando-se que, quanto mais avançada a categoria radiológica, como as grandes opacidades, piores foram os resultados das medidas de fluxo,  $D_{CO}$  e complacência dinâmica do sistema respiratório. **Conclusão:** a obstrução ao fluxo aéreo é o dano funcional mais freqüente em indivíduos não-fumantes com exposição à poeira de sílica. A deterioração da função pulmonar associa-se à classificação das grandes opacidades na radiografia de tórax, o que reforça o valor dos testes de função pulmonar no acompanhamento da silicose.

**Descritores:** silicose/radiografia; doenças ocupacionais; testes de função respiratória.

### ABSTRACT

**Introduction:** chest radiography is the main instrument used in the diagnosis of silicosis at present, following the International Labor Organization (ILO) recommendations. The determination of functional consequences is also central in the evaluation of these workers. The aim of this study was to describe the functional findings and compare it with the chest radiography in silica-exposed workers. **Methodology:** a cross-sectional study was conducted, where 44 non-smoking and no history of tuberculosis subjects were evaluated. Chest radiography results were classified according to the International Labor Organization (ILO) recommendations. The functional changes were measured by spirometry, forced oscillation, helium dilution, and diffusion by carbon monoxide ( $DL_{CO}$ ). **Results:** From 44 studied subjects, 41 were male. The mean age was 48.4 years. Regarding the pattern of pulmonary function impairment, 26 workers had an obstructive defect, 10 a mixed pattern, 3 a restriction of lung volumes, and 18 showed a reduced  $DL_{CO}$ . Forty were radiologically classified as cases of silicosis. Increasing grades of large opacities were associated with lower measurements of volume,  $DL_{CO}$  and respiratory system dynamic compliance. **Conclusion:** in non-smoking and silica-exposed workers, the most common ventilation disorder is the obstructive one. The deterioration of pulmonary function correlates with the classification of large opacities in chest radiography. These results shows the value of the pulmonary function tests in silicosis.

**Keywords:** silicosis/radiography; occupational diseases; respiratory function tests.

1. Mestre em Pneumologia pela Universidade Federal Fluminense (UFF). Doutorando em Medicina pelo Programa de Pós-Graduação da Faculdade de Ciências Médicas, da Universidade do Estado do Rio de Janeiro (UERJ). Professor Substituto de Pneumologia e Tisiologia, da Universidade do Estado do Rio de Janeiro (UERJ).

2. Professor Auxiliar de Pneumologia e Tisiologia, da Universidade do Estado do Rio de Janeiro (UERJ).

3. Mestre em Pneumologia pela Universidade Federal Fluminense (UFF). Professora Assistente de Pneumologia e Tisiologia, da Universidade do Estado do Rio de Janeiro (UERJ).

4. Professor Substituto de Pneumologia e Tisiologia, da Universidade do Estado do Rio de Janeiro (UERJ).

5. Engenheiro. Doutor em Engenharia Biomédica pela Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ). Professor Adjunto do Instituto de Biologia, da Universidade do Estado do Rio de Janeiro (UERJ).

6. Doutor em Radiologia pela Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ). Professor Adjunto de Pneumologia e Tisiologia, da Universidade do Estado do Rio de Janeiro (UERJ). Professor da Universidade Gama Filho.

7. Doutor em Pneumologia pela Universidade Federal de São Paulo (UNIFESP). Professor Titular de Pneumologia e Tisiologia, da Universidade do Estado do Rio de Janeiro (UERJ). Membro Titular da Academia Nacional de Medicina.

Trabalho realizado no Hospital Universitário Pedro Ernesto, da Universidade do Estado do Rio de Janeiro (UERJ).

**Endereço para correspondência:** Agnaldo José Lopes. Rua José do Patrocínio, 290/405, Grajaú, CEP 20560-160, Rio de Janeiro, RJ, Brasil. Tel: 55 (21) 2576 2030, e-mail: phel.lop@uol.com.br

Recebido em 17/11/2006 e aceito em 15/12/2006, após revisão.

## INTRODUÇÃO

Silicose é uma doença fibronodular crônica, desencadeada pela inalação de sílica na forma livre e cristalizada.<sup>1</sup> A doença acomete trabalhadores de diversas atividades, incluindo indústria extrativa mineral (mineração), beneficiamento de minerais (corte de pedras, britagem, moagem e lapidação), indústria de transformação (cerâmicas, fundições, marmorarias) e atividades mistas (perfuração de túneis, jateamento de areia, cavadores de poços, protéticos, borracheiros, artistas plásticos).<sup>2</sup> De acordo com a intensidade e duração da exposição à poeira, são descritas três formas clínicas de silicose: crônica, acelerada e aguda. Silicose crônica é a forma mais comum e ocorre após tempo de exposição de, pelo menos, 10 anos a níveis relativamente baixos de poeira. Pode ser dividida em silicose simples e fibrose maciça progressiva (também referida como silicose complicada), dependendo dos achados radiológicos.<sup>3,4</sup>

A radiografia simples de tórax continua sendo o instrumento de maior versatilidade e eficácia no monitoramento regular de trabalhadores expostos à poeira de sílica, não apenas por sua ampla disponibilidade, mas também em razão de outros atributos, como baixo custo e baixa dose de radiação.<sup>5</sup> Por convenção, o tipo, a profusão e a extensão das lesões silicóticas são avaliados, radiologicamente, de acordo com a classificação internacional das pneumoconioses, da Organização Internacional do Trabalho (OIT).<sup>6</sup> Este sistema foi criado para codificar as anormalidades radiológicas de maneira simples e reproduzível.

Quanto aos testes de função pulmonar, apesar de não serem usados como ferramentas para o diagnóstico da doença, são amplamente utilizados para analisar a limitação funcional ou a incapacidade laborativa e para acompanhar, longitudinalmente, estes indivíduos. Na silicose complicada, tanto a fibrose maciça progressiva quanto as seqüelas de tuberculose são responsáveis pela síndrome restritiva; a obstrução, nesta fase, deve-se ao tabagismo associado ou à conglomeração das massas de fibrose que, pela retração, determina distorção dos brônquios e bronquíolos. Na silicose simples, entretanto, discute-se qual seria o verdadeiro papel da sílica no desenvolvimento das alterações funcionais, já que parcela significativa desses pacientes tem história de tabagismo.<sup>7,8</sup>

Na silicose, a verificação da correlação entre radiografia simples de tórax e provas de função respiratória é fundamental, uma vez que, na prática clínica do dia-a-dia, são os exames mais freqüentemente utilizados nesses pacientes. Entretanto, a quantificação da gravidade da doença por meio dos testes de função pulmonar é prejudicada pela presença de tabagismo e enfisema pulmonar associado, fato este ressaltado pela maioria dos investigadores.<sup>7,9-11</sup>

Portanto, o objetivo do presente estudo é descrever os achados funcionais e compará-los com os da radiografia de tórax, em indivíduos não-fumantes e com história de exposição à sílica.

## MÉTODOS

De março de 2005 a novembro de 2006, foi realizado um estudo de corte transversal, em que foram avaliados 44 trabalhadores não-tabagistas, com relato de exposição à sílica, selecionados aleatoriamente. A participação desses indivíduos ocorreu após a ciência quanto ao objetivo do estudo e com o consentimento prévio, de acordo com as normas éticas vigentes. O protocolo foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa, do Hospital Universitário Pedro Ernesto, da Universidade do Estado do Rio de Janeiro (HUPE/UERJ).

Considerando os objetivos do estudo, foi adotado como critério de inclusão a história ocupacional de exposição à poeira de sílica, com tempo de exposição de, pelo menos, 10 anos (silicose crônica). Foram excluídos os indivíduos tabagistas e ex-tabagistas, os que apresentavam a associação de silicose com doenças do colágeno e os que tinham achados radiológicos sugestivos de tuberculose pulmonar.

Utilizaram-se os seguintes instrumentos para avaliação radiológica e funcional:

a) Radiografia simples de tórax, com leitura independente, feita por três leitores experientes em pneumoconioses. Por motivo de simplificação, a classificação de profusão das pequenas opacidades foi feita de forma resumida (0/-, 0/0, 0/1 = 0; 1/0, 1/1, 1/2 = 1; 2/1, 2/2, 2/3 = 2; 3/2, 3/3, 3/+ = 3). As grandes opacidades foram classificadas em tipos A, B e C, de acordo com as radiografias-padrão. Os resultados foram sumarizados pela mediana das leituras. Considerou-se como diagnóstico de silicose a obtenção de classificação maior ou igual a 1/0, por dois leitores, de acordo com classificação padronizada pela OIT (Quadro 1).<sup>6</sup>

b) Testes de função pulmonar constituído por espirometria, técnica de oscilações forçadas (TOF), método de diluição com hélio e método de respiração única para a difusão do CO. As equações de referência utilizadas para espirometria, medida dos volumes pulmonares estáticos e capacidade de difusão foram as de Knudson, Goldman & Becklake e Gaensler & Smith, respectivamente.<sup>12-14</sup>

Os testes abaixo seguiram a padronização e interpretação da Sociedade Brasileira de Pneumologia e Tisiologia, analisando-se:<sup>15</sup>

- espirometria: capacidade vital forçada (CVF), volume expiratório forçado no primeiro segundo ( $VEF_1$ ), relação  $VEF_1/CVF$ , fluxo expiratório forçado entre 25-75% da CVF ( $FEF_{25-75\%}$ ) e relação  $FEF_{25-75\%}/CVF$ ;
- método de diluição com hélio: volume residual (VR), capacidade pulmonar total (CPT) e relação VR/CPT;
- método da respiração única para difusão do CO: capacidade de difusão do CO ( $D_{CO}$ ).

Através da TOF, foram obtidos os seguintes parâmetros: resistência total do sistema respiratório (R0), inclinação do componente resistivo da impedância (S), resistência relacionada a vias aéreas (Rm) e complacência dinâmica do sistema respiratório (Crs,dyn).<sup>16</sup>

Quadro 1 - Lista de abreviaturas da classificação radiológica da OIT

Profusão das Pequenas Opacidades	
0	Ausência de pequenas opacidades.
1	A profusão é baixa e geralmente localizada.
2	Todos os campos estão comprometidos e há um borramento do desenho vascular.
3	A vasculatura pulmonar está borrada.
Tamanho das Pequenas Opacidades	
p	Opacidades com diâmetros de até cerca de 1,5mm.
q	Opacidades com diâmetros acima de 1,5mm e de até cerca de 3mm.
r	Opacidades com diâmetros acima de 3mm e de até cerca de 10mm.
s	Opacidades com largura de até cerca de 1,5mm.
t	Opacidades com largura acima de 1,5mm e de até cerca de 3mm.
u	Opacidades com largura acima de 3mm e de até cerca de 10mm.
Tipo de grandes opacidades	
A	Uma grande opacidade cujo diâmetro mais longo seja de até 50mm ou várias grandes opacidades cuja soma de seus diâmetros mais longos não ultrapasse 50mm.
B	Uma ou mais grandes opacidades cujo diâmetro mais longo ou cuja soma de diâmetros ultrapasse 50mm, mas não excedam a área equivalente à zona superior direita.
C	Grande opacidade que exceda a área equivalente à zona superior direita, ou várias grandes opacidades cujas áreas somadas excedam a área equivalente à zona superior direita.
Símbolos	
ax	Coalescência de pequenas opacidades.
cn	Calcificação em pequenas opacidades.
co	Anormalidades de forma e/ou tamanho do coração.
di	Distorção de estrutura intratorácica.
em	Enfisema.
ih	Contorno cardíaco mal definido.

Na análise estatística, utilizaram-se os programas estatísticos Epi-Info 6.04 e Statistica 5.01. Para descrição dos dados foram utilizadas, para as variáveis quantitativas, médias e desvios-padrão e, para as variáveis categóricas, freqüências relativas e absolutas. Na comparação das leituras radiológicas, aplicou-se o cálculo dos coeficientes de concordância. Para comparação das médias dos parâmetros funcionais entre as diversas categorias radiológicas utilizou-se análise de variância (ANOVA). Neste trabalho, os resultados considerados significantes foram aqueles com  $p \leq 0,05$ .

## RESULTADOS

Dos 44 indivíduos avaliados, 41 eram homens (93,2%) e 3 eram mulheres (6,8%). As médias de idade e de tempo de exposição à sílica foram de 48,4 e 16,1 anos, respectivamente. Dentre as atividades profissionais, as mais citadas foram as de jateamento de areia (45,5%) e a de lapidação (34,1%). Outras ocupações foram: marmoraria (6,8%), pedreira (4,5%), fundição (4,5%), confecção de próteses dentárias (2,3%) e esmerilador (2,3%).

De acordo com a classificação radiológica da OIT para profusão das pequenas opacidades, a distribuição

dos indivíduos ocorreu da seguinte forma: categoria 0 – 4 (9,1%); categoria 1 – 22 (50%); categoria 2 – 14 (31,8%); categoria 3 – 4 (9,1%), levando ao diagnóstico de 40 casos de silicose. Quanto a forma e tamanho das pequenas opacidades, as radiografias foram classificadas como: “qq” = 14; “rq” = 7; “pq” = 4; “qr” = 4; “pp” = 3; “qp” = 3; “rr” = 3; “qt” = 1; “st” = 1 (Figura 1). O único paciente classificado como “st”, para pequenas opacidades, tinha, também, grande opacidade, o que permitiu o diagnóstico da enfermidade. Para a classificação das grandes opacidades, verificou-se que: quatro pacientes apresentaram grande opacidade do tipo A (9,1%), 12 do tipo B (27,3%), sete do tipo C (15,9%) e 21 não tinham esse tipo de lesão na radiografia de tórax (47,7%) (Figura 2). Os símbolos mais frequentemente observados foram: “ax” (22 casos); “cn” (14 casos); “co” (14 casos); e “di” (12 casos). A análise da concordância interobservador para profusão das pequenas opacidades (categorias 0, 1, 2 e 3) e o tipo de grandes opacidades (tipos 0, A, B e C) mostrou coeficientes Kappa de 0,31 ( $p < 0,001$ ) e 0,75 ( $p < 0,001$ ), respectivamente.

Quanto à função pulmonar, a média e o desvio-padrão dos índices avaliados, assim como a distribuição desses valores de acordo com a classificação radiológica, são apresentados nas Tabelas 1, 2 e 3. Para a classificação das grandes opacidades, observamos diferença estatisticamente significativa para as médias de fluxo,  $D_{CO}$  e  $Cr_{s,dyn}$ ; entretanto, para as pequenas opacidades, não encontramos diferenças significativas entre as médias dos índices funcionais. Com relação ao padrão de dano funcional, 26 trabalhadores apresentaram distúrbio obstrutivo, 10 tinham distúrbio misto, três tinham distúrbio restritivo e cinco tinham exame espirométrico normal. Através do método de respiração única para a medida da difusão pulmonar, 18 indivíduos mostraram redução da  $D_{CO}$ .



Figura 1 – Homem de 39 anos, lapidador, portador de silicose simples. Sua radiografia de tórax em PA demonstra infiltrado micronodular difuso. Classificação OIT: pequenas opacidades – profusão 3/+ e tipo “qq”; grandes opacidades – tipo 0; símbolos – “cn” e “co”. Testes de função pulmonar:  $CVF(\%T) = 83$ ;  $VEF_1(\%T) = 67$ ;  $VEF_1/CVF(\%) = 67$ ;  $FEF_{25-75}(\%T) = 31$ ;  $FEF_{25-75}/CVF(\%T) = 33$ ;  $R0(\text{cmH}_2\text{O/L/s}) = 2,9$ ;  $S(\text{cmH}_2\text{O/L/s}^2) = -15,2$ ;  $Rm(\text{cmH}_2\text{O/L/s}) = 2,8$ ;  $Cr_{s,dyn}(\text{L/cmH}_2\text{O}) = 0,014$ ;  $CPT(\%T) = 94$ ;  $VR(\%T) = 114$ ;  $VR/CPT(\%) = 35$ ;  $D_{CO}(\%T) = 93$ ;  $D/VA(\%) = 99$ .

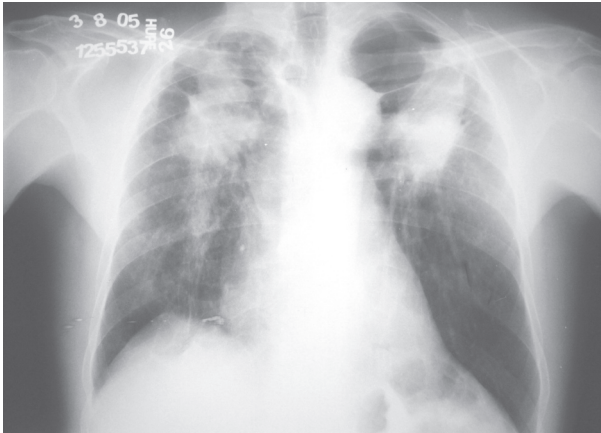


Figura 2 – Homem de 58 anos, jatinista de areia, portador de silicose complicada. Sua radiografia de tórax em PA evidencia grandes opacidades nos lobos superiores. Classificação OIT: pequenas opacidades – profusão 1/0 e tipo “qp”; grandes opacidades – tipo C; símbolos – “co”, “di”, “em” e “ih”. Testes de função pulmonar: CVF(%T) = 41; VEF<sub>1</sub>(%T) = 35; VEF<sub>1</sub>/CVF(%) = 73; FEF<sub>25-75%</sub>(%T) = 23; FEF<sub>25-75%</sub>/CVF(%T) = 51; R0 (cmH<sub>2</sub>O/L/s) = 3,8; S (cmH<sub>2</sub>O/L/s<sup>2</sup>) = -23,1; Rm (cmH<sub>2</sub>O/L/s) = 3,6; Crs,dyn (L/cm/H<sub>2</sub>O) = 0,009; CPT(%T) = 44; VR(%T) = 59; VR/CPT(%) = 31; D<sub>CO</sub>(%T) = 50; D/VA(%) = 120.

Tabela 1 - Resultados dos testes de função pulmonar em trabalhadores expostos à sílica

Índices funcionais	Média	Desvio-padrão
CVF (%T)	90,5	22,6
VEF <sub>1</sub> (%T)	75	22,8
VEF <sub>1</sub> /CVF (%)	69	12,1
FEF <sub>25-75%</sub> (%T)	54,2	27,7
FEF <sub>25-75%</sub> /CVF (%T)	53,9	27,8
R0 (cmH <sub>2</sub> O/L/s)	3,3	1,4
S (cmH <sub>2</sub> O/L/s <sup>2</sup> )	-15,8	59,3
Rm (cmH <sub>2</sub> O/L/s)	3	1,1
Crs,dyn (L/cm/H <sub>2</sub> O)	0,014	0,006
CPT (%T)	88	19,1
VR (%T)	92,6	31,6
VR/CPT (%)	34,8	8,9
D <sub>CO</sub> (%T)	83,9	24,1

%T = Porcentagem do valor teórico

Tabela 2 - Resultados dos testes de função pulmonar de acordo com a classificação radiológica de profusão das pequenas opacidades

Índices funcionais	Categoria 0	Categoria 1	Categoria 2	Categoria 3	p valor
	(N=4)	(N=22)	(N=14)	(N=4)	
CVF (%T)	87,8	90,7	94,8	76,8	0,578
VEF <sub>1</sub> (%T)	71,3	76,5	79,1	66,8	0,787
VEF <sub>1</sub> /CVF (%)	68,5	69	68,3	72,5	0,947
FEF <sub>25-75%</sub> (%T)	52,5	57	53,1	44,3	0,866
FEF <sub>25-75%</sub> /CVF (%T)	54	56,4	50,7	50,8	0,942
R0 (cmH <sub>2</sub> O/L/s)	3,9	3,4	3	2,9	0,687
S (cmH <sub>2</sub> O/L/s <sup>2</sup> )	-54,9	-11,2	-12,3	-14,6	0,604
Rm (cmH <sub>2</sub> O/L/s)	3,3	3,1	2,8	2,8	0,685
Crs,dyn (L/cm/H <sub>2</sub> O)	0,013	0,014	0,015	0,015	0,945
CPT (%T)	83,3	90	89,1	77	0,612
VR (%T)	85,5	95,9	92,2	83,5	0,865
VR/CPT (%)	32	35,8	35,6	29,8	0,572
D <sub>CO</sub> (%T)	94,3	87,2	74,4	89	0,323

%T = Porcentagem do valor teórico (valores expressos como médias)

Tabela 3 - Resultados dos testes de função pulmonar de acordo com a classificação radiológica das grandes opacidades

Índices funcionais	Tipo 0	Tipo A	Tipo B	Tipo C	p valor
	(N=21)	(N=4)	(N=12)	(N=7)	
CVF (%T)	98,1	87,8	85,5	77,7	0,152
VEF <sub>1</sub> (%T)	88,9	69,8	66,9	56,3	<b>0,002</b>
VEF <sub>1</sub> /CVF (%)	75,7	64,7	64,9	58,4	<b>0,002</b>
FEF <sub>25-75%</sub> (%T)	71,7	37,5	43,3	29,9	<b>0,001</b>
FEF <sub>25-75%</sub> /CVF (%T)	68	36,3	47,4	32,6	<b>0,001</b>
R0 (cmH <sub>2</sub> O/L/s)	3	4,8	3,3	3,3	0,158
S (cmH <sub>2</sub> O/L/s <sup>2</sup> )	-17,1	-16,5	-36,3	-23,5	0,213
Rm (cmH <sub>2</sub> O/L/s)	2,9	4,1	2,9	2,9	0,21
Crs,dyn (L/cm/H <sub>2</sub> O)	0,02	0,008	0,014	0,011	<b>0,012</b>
CPT (%T)	91	84,3	87,1	82,6	0,754
VR (%T)	88,6	78,8	103,5	94,1	0,478
VR/CPT (%)	30,4	32,5	39,1	42	<b>0,002</b>
D <sub>CO</sub> (%T)	94,4	91	74,9	64	<b>0,001</b>

%T = Porcentagem do valor teórico (valores expressos como médias e diferenças significativas entre as médias em negrito)

## DISCUSSÃO

Na silicose, a quase totalidade dos trabalhos que analisaram a função pulmonar incluíram indivíduos fumantes, ex-fumantes e/ou com história de tuberculose pulmonar, fato este que pode ser justificado pela forte associação desses achados na população de indivíduos silicóticos.<sup>7,9-11,17-20</sup> Entretanto, em nosso estudo, muito cuidado foi tomado, no sentido de retirar os efeitos do tabaco e das seqüelas de tuberculose nos testes de função pulmonar. Para este fim, até se chegar à amostra ideal, foi necessário o recrutamento de pacientes de diversos centros de referência em silicose do Estado do Rio de Janeiro.

A classificação internacional das pneumoconioses, da OIT, é usada em pesquisas epidemiológicas, para triagem e vigilância de trabalhadores que se encontrem em ocupações que os exponham a poeira e para fins clínicos, sendo composta por um conjunto de radiografias-padrão; entretanto, é sabido que há considerável variação interobservador nas leituras de algumas radiografias.<sup>6</sup> Utilizando esta classificação, observamos maior discordância entre os leitores para as categorias das pequenas opacidades; já para as grandes opacidades, a variabilidade interindividual nas leituras foi baixa. Esses dados estão de acordo com outros trabalhos, que também mostraram maiores valores Kappa para as grandes opacidades.<sup>10,17,19,21</sup> Apesar dessa limitação, a radiografia simples de tórax continua sendo o método mais empregado na avaliação inicial desses indivíduos, tendo em vista a sua ampla disponibilidade.<sup>22</sup>

Com relação à função pulmonar, observamos que o distúrbio obstrutivo foi o mais freqüente, tendo sido diagnosticado em 81,8% dos casos (59,1% com obstrução

“pura” e 22,7% com distúrbio misto). Este dado está de acordo com outros estudos, que também mostraram maior predominância do fenômeno obstrutivo, em relação à síndrome restritiva. Em nosso país, Carneiro e colaboradores, em 2001, estudando 126 indivíduos tabagistas e não-tabagistas com história de exposição à sílica, observaram limitação crônica ao fluxo aéreo em 49,2% deles.<sup>21</sup> Já Leung e colaboradores, em 2005, avaliando 1.576 silicóticos (89,1% deles com história de tabagismo), observaram redução isolada da relação  $VEF_1/CVF$  em 28,5%, redução isolada da CVF em 7,6% e diminuição tanto da relação  $VEF_1/CVF$  quanto da CVF em 8,4% dos casos.<sup>20</sup> As diferenças percentuais entre estes trabalhos pode ser explicada pela inclusão de pacientes com história de tuberculose nos estudos de Carneiro e colaboradores e Leung e colaboradores, uma vez que as seqüelas da doença podem reduzir os volumes pulmonares e, conseqüentemente, “apagar” os achados de obstrução.

Considerando o fato de a amostra do presente trabalho ter sido constituída exclusivamente de indivíduos não-fumantes, a gênese do fenômeno obstrutivo não deve ser atribuída ao tabaco. Dessa forma, é possível que a limitação ao fluxo aéreo tenha sido desencadeada por outros fatores, como: 1) irritação brônquica pela poeira; 2) broncoestenoses secundárias à fibrose peribronquiolar e linfonodomegalias intrapulmonares; 3) existência de enfisema como componente da própria pneumoconiose, conforme evidências mostradas em trabalhos experimentais e em estudos de correlação da função pulmonar com a tomografia computadorizada de alta resolução.<sup>11,23,24</sup>

Na comparação da classificação radiológica das pequenas opacidades com a função pulmonar, não observamos alteração significativa dos parâmetros funcionais com a progressão das categorias avaliadas. Entretanto, para as grandes opacidades, notamos queda progressiva da função pulmonar, à medida que se avançava a classificação radiológica. Estes achados estão de acordo com outros trabalhos, que também mostraram maior correlação do dano funcional com o grau das grandes opacidades.<sup>9-11,19-20</sup> De fato, a presença de grandes opacidades causa distorção significativa da arquitetura pulmonar, o que reduz a função pulmonar.<sup>18</sup>

Na amostra estudada, a presença de grandes opacidades determinou queda expressiva das medidas de flu-

xo aéreo, especialmente  $FEF_{25-75\%}$  e relação  $FEF_{25-75\%}/CVF$ . Uma explicação para este achado é que as massas conglomeradas acabam por determinar, em última análise, a distorção e compressão das vias aéreas.<sup>23</sup> A redução da  $D_{CO}$  na silicose complicada também já tinha sido verificada por outros investigadores, que atribuíram essa associação à presença de fibrose maciça progressiva; essas grandes massas de fibrose, com o avançar da doença, tendem a se contrair, levando ao aparecimento de espaços císticos e enfisema paracatricial e a diminuição da área de superfície disponível para troca gasosa.<sup>7,11,18,25</sup>

A associação obtida entre grandes opacidades e diminuição de  $Crs_{dyn}$  é interessante, uma vez que, pelo nosso conhecimento, não há estudo na literatura analisando as medidas de complacência com a classificação radiológica da OIT. A  $Crs_{dyn}$  tem como expressão física a relação da variação de volume pela variação de pressão total no sistema respiratório (pressão alveolar subtraída da pressão atmosférica). Representa, na prática, a facilidade com que o sistema respiratório, incluindo os pulmões e a parede torácica, alcança a CPT.<sup>16</sup> Ademais, uma vez que sua medida é feita por meio não-invasivo, a  $Crs_{dyn}$  representa elevado potencial na avaliação de pacientes portadores de silicose complicada.<sup>26</sup>

Em conclusão, nosso estudo mostra que a obstrução ao fluxo aéreo é o dano funcional mais freqüente em indivíduos não-fumantes com exposição à poeira de sílica. Ademais, nossos resultados indicam que a deterioração da função pulmonar associa-se à presença de grandes opacidades na radiografia simples de tórax, o que reforça o valor dos testes de função pulmonar no acompanhamento da silicose.

## AGRADECIMENTOS

Agradecemos aos médicos que encaminharam os pacientes dos mais diversos centros hospitalares do Estado do Rio de Janeiro (capital e interior), o que permitiu dar um caráter multicêntrico ao trabalho: Alberto José da Araújo; André da Costa Furtado; Angela Santos Ferreira; Arnaldo José Noronha; Hermano Albuquerque de Castro; Isabela Cristina Torres de Mendonça; Jacyr Antônio Abbud Filho; Jaime da Cunha Barros; Lillian Pinto de Azevedo Oliveira; Luiz Augusto Alves Carneiro Vianna; Mara Negreiros Carvalho; Pedro Cezar Fagundes; Roger Abramino Levy; Rogério de Mattos Bártholo; Thaís Emanuele Leite Ribeiro; Thiago Bártholo.

## REFERÊNCIAS

1. Kitamura S, Bagatin E, Capitani EM. Toxicologia da sílica. *J Pneumol* 1996; 22(4):185-94.
2. Jansen JM, Maeda TY, Noronha Filho AJ, Lopes AJ, Capone D, Siqueira HR, et al. Prática pneumológica – 101 casos selecionados do dia-a-dia. São Paulo – Rio de Janeiro – Belo Horizonte. Atheneu; 1998. 608 p.
3. Cohen R, Velho V. Update on respiratory disease from coal mine and silica dust. *Clin Chest Med* 2002; 23:811-26.
4. Ferreira A, Antão VS, Pinheiro GA, Mogami R, Miyagui T, Capone D. Pneumopatias ocupacionais. In: Capone D, Mogami R, Miyagui T (eds.). Tomografia computadorizada de alta resolução nas

doenças difusas pulmonares – correlação anatomopatológica. São Paulo – Rio de Janeiro – Belo Horizonte. Atheneu, 2003; 249-96.

5. De Capitani EM. A silicose (ainda) entre nós. Editorial. *J Bras Pneumol*. 2006; 32(6):xxxiii-xxxv.
6. Occupational Safety and Health. Guidelines for the use of the ILO International classification of radiographs of pneumoconiosis. 2000 ed. rev. Geneva: International Labour Organization; 2002.
7. Kinsella M, Müller N, Vedral S, Staples C, Abboud RT, Chan-Yeung M. Emphysema in silicosis – a comparison of smokers with nonsmokers using pulmonary function testing and computed

- tomography. *Am Rev Respir Dis* 1990; 141(6):1497-500.
8. Hnizdo E, Sluis-Cremer GK, Baskind E, Murray J. Emphysema and airway obstruction in non-smoking South African gold miners with long exposure to silica dust. *Occup Environ Med* 1994; 51(8):557-63.
  9. Bergin CJ, Müller NL, Vedal S, Chan-Yeung M. CT in silicosis: correlation with plain films and pulmonary function tests. *AJR* 1986; 146(3):477-83.
  10. Talini D, Paggiaro PL, Falaschi F, Battolla L, Carrara M, Petrozzino M, et al. Chest radiography and high resolution computed tomography in the evaluation of workers exposed to silica dust: relation with functional findings. *Occup Environ Med* 1995; 52(4):262-7.
  11. Ooi GC, Tsang KWT, Cheung F, Khong PL, Ho IWT, Ip MSM, et al. Silicosis in 76 men: qualitative and quantitative CT evaluation-clinical-radiologic correlation study. *Radiology* 2003; 228(3):816-25.
  12. Knudson RJ, Lebowitz MD, Holberg CJ, Burrows B. Changes in the normal maximal expiratory flow-volume curve with growth and aging. *Am Rev Respir Dis* 1983; 127(6):725-34.
  13. Goldman HI, Becklake MR. Respiratory function tests: normal values at medium altitudes and the prediction of normal results. *Am Rev Tuberc* 1959; 79(4):457-67.
  14. Gaensler EA, Smith AA. Attachment for automated for single breath diffusing capacity measurement. *Chest* 1973; 63(2):136-45.
  15. Sociedade Brasileira de Pneumologia e Tisiologia. Diretrizes para testes de função pulmonar. *J Bras Pneumol* 2002; 28(3): S1-S238.
  16. Melo PL, Werneck MM, Giannella-Neto A. Avaliação de mecânica ventilatória por oscilações forçadas: *J Pneumol* 2000; 26(4):194-206.
  17. Antão VCS, Pinheiro GA, Terra-Filho M, Kavakama J, Müller NL. High-resolution CT in silicosis: correlation with radiographic findings and functional impairment. *J Comput Assist Tomogr* 2005; 29(3):350-6.
  18. Arakawa H, Genevois PA, Saito Y, Shida H, De Maertelaer V, Morikubo H, et al. Silicosis: expiratory thin-section CT assessment of airway obstruction. *Radiology* 2005; 236(3):1059-66.
  19. Bégin R, Ostiguy G, Fillion R, Colman N. Computed tomography scan in the early detection of silicosis. *Am Rev Respir Dis* 1991; 144: 697-705.
  20. Leung CC, Chang KC, Law WS, Yew WW, Tam CM, Chan CK, et al. Determinants of spirometric abnormalities among silicotic patients in Hong Kong. *Occup Environ Med* 2005; 55(4):490-3.
  21. Carneiro APS, Siqueira AL, Algranti E, Ferreira CS, Kavakama JI, Bernardes ML, Castro TA, Mendes R. Estudo comparativo entre tomografia computadorizada de alta resolução e radiografia de tórax no diagnóstico da silicose em casos incipientes. *J Pneumol* 2001; 27(4):199-205.
  22. Meirelles GSP, Kavakama JI, Rodrigues RT. Imagem nas doenças ocupacionais pulmonares. *J Bras Pneumol* 2006; 32(Supl 2): S103-S111.
  23. Terra-Filho M, Santos UP. Silicose. *J Bras Pneumol* 2006; 32(Supl 2):S59-S65.
  24. Hnizdo E, Vallyathan V. Chronic obstructive pulmonary disease due to occupational exposure to silica dust: a review of epidemiological and pathological evidence. *Occup Environ Med* 2003; 60(4):237-43.
  25. Ferreira AS, Moreira VB, Ricardo HMV, Coutinho R, Gabetto JM, Marchiori E. Fibrose maciça progressiva em trabalhadores expostos à sílica. Achados na tomografia computadorizada de alta resolução. *J Bras Pneumol* 2006; 32(6):523-8.
  26. Mesquita-Júnior JA, Lopes AJ, Jansen JM, Melo PL. Avaliação das características resistivas do sistema respiratório de indivíduos portadores de silicose pela técnica de oscilações forçadas. *J Bras Pneumol* 2006; 32(3):213-20.