



ARTIGO ORIGINAL

## Silicose em jateadores de areia de estaleiro *versus* silicose em escultores de pedra no Brasil: uma comparação dos achados de imagem, função pulmonar e teste de exercício cardiopulmonar

A.J. Lopes<sup>a,\*</sup>, W. Costa<sup>b</sup>, T. Thomaz Mafort<sup>b</sup>, A. de Sá Ferreira<sup>c</sup>,  
S.L. Silveira de Menezes<sup>d</sup> e F. Silva Guimarães<sup>d</sup>

<sup>a</sup> Laboratório de Fisiologia Respiratória, Universidade do Estado do Rio de Janeiro e Programa de Pós-graduação em Ciências da Reabilitação, Universidade Augusto Motta, Rio de Janeiro, Brasil

<sup>b</sup> Departamento de Pneumologia, Universidade do Estado do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, Brasil

<sup>c</sup> Programa de Pós-graduação em Ciências da Reabilitação, Universidade Augusto Motta, Rio de Janeiro, Brasil

<sup>d</sup> Programa de Pós-graduação em Ciências da Reabilitação, Universidade Augusto Motta e Escola de Fisioterapia, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, Brasil

Recebido a 9 de fevereiro de 2012; aceite a 13 de abril de 2012

Disponível na Internet a 19 de junho de 2012

### PALAVRAS-CHAVE

Exercício;  
Exposição  
ocupacional;  
Testes de função  
respiratória

### Resumo

**Objetivos:** Comparação dos achados de imagem, função pulmonar e teste de exercício cardiopulmonar (TECP) entre jateadores de areia de estaleiro e escultores de pedra com silicose no Brasil.

**Métodos:** Dos 41 pacientes, 25 eram jateadores de areia e 16 eram escultores de pedra, com medianas da idade de 52 e 46,4 anos, respectivamente. Todos os pacientes se submeteram aos testes de função pulmonar e ao TECP. As radiografias de tórax foram classificadas de acordo com as recomendações da Organização Internacional do Trabalho. Os seguintes parâmetros foram avaliados na tomografia computadorizada de alta resolução (TCAR): nódulos, fibrose maciça progressiva (FMP), enfisema e aumento dos linfonodos intratorácicos.

**Resultados:** Grandes opacidades na radiografia de tórax foram observadas em 76% dos jateadores e em somente 18,7% dos escultores. Por utilizar a TCAR, FMP foi identificada em 92% dos jateadores e em somente 43,7% dos escultores. Embora os resultados da capacidade de difusão do monóxido de carbono tenham sido significativamente diferentes entre os 2 grupos, essas diferenças foram mais acentuadas nos resultados do TECP. Enquanto 92% dos jateadores não conseguiu atingir pelo menos 80% de seu pico de consumo de oxigênio (VO<sub>2</sub>) predito, isto foi observado em somente 43,7% dos escultores. Foi observada uma reserva ventilatória de menos de 25% em 40,5% dos jateadores e em nenhum dos escultores.

\* Autor para correspondência.

Correio eletrônico: [phel.lop@uol.com.br](mailto:phel.lop@uol.com.br) (A.J. Lopes).

**KEYWORDS**

Exercise;  
Occupational  
exposure;  
Respiratory function  
tests

**Conclusão:** Na silicose, os achados de imagem, função pulmonar e TECP são fortemente influenciados pelo tipo de exposição à poeira de sílica. Adicionalmente, as anormalidades do TECP são mais acentuadas quando comparadas com aquelas medidas tomadas em repouso.

© 2012 Sociedade Portuguesa de Pneumologia. Publicado por Elsevier España, S.L. Todos os direitos reservados.

**Silicosis in sandblasters of shipyard versus silicosis in stone carvers in Brazil: A comparison of imaging findings, lung function variables and cardiopulmonary exercise testing parameters****Abstract**

**Objectives:** To compare imaging findings, lung function variables and cardiopulmonary exercise testing (CPET) results between Brazilian sandblasters of shipyard and stone carvers with silicosis.

**Methods:** Of the 41 patients, 25 subjects were sandblasters and 16 were stone carvers, with median ages of 52 and 46.4 years, respectively. All of the patients underwent pulmonary function tests and CPET. Chest radiographs were classified according to the International Labour Organization recommendations. The following parameters were examined through the use of high-resolution computerized tomography (HRCT): nodules, progressive massive fibrosis (PMF), emphysema, and intrathoracic lymph node enlargement.

**Results:** Large opacities on chest radiography were observed in 76% of sandblasters and only 18.7% of stone carvers. Using HRCT, PMF was identified in 92% of sandblasters and only 43.7% of stone carvers. Although carbon monoxide diffusing capacity results were significantly different between the sandblasters and stone carvers, these differences were more pronounced in the CPET results. While 92% of sandblasters failed to reach at least 80% of their predicted peak oxygen uptake ( $VO_2$ ), this was observed for only 43.7% of stone carvers. A breathing reserve of less than 25% was observed in 40.5% of sandblasters but not in any of the stone carvers.

**Conclusion:** In silicosis, imaging findings, lung function and CPET results are strongly influenced by the type of exposure to silica dust. Additionally, CPET abnormalities are more pronounced compared to measurements taken at rest.

© 2012 Sociedade Portuguesa de Pneumologia. Published by Elsevier España, S.L. All rights reserved.

**Introdução**

A silicose é a mais prevalente forma de pneumoconiose. É uma patologia prevenível, porém incurável, e que pode ser fatal por comprometimento significativo da saúde<sup>1</sup>. A doença ocorre quando os trabalhadores são expostos a poeiras que contenham quartzo. As profissões comuns em situação de risco para silicose englobam aquelas que incluem as atividades em perfuração de túneis, pedreiras, mineração e trabalho em fundição<sup>2,3</sup>.

Embora o jateamento tenha sido proibido pelo Ministério do Emprego e Trabalho desde 2005<sup>4</sup>, ainda se encontram casos de silicose por esta atividade ocupacional no Brasil. Entretanto, muitos ex-trabalhadores de estaleiros na cidade de São Gonçalo, Estado do Rio de Janeiro, ainda vivem as consequências da doença<sup>5,6</sup>. A exposição ao jateamento parece ser mais perigosa do que muitas outras fontes conhecidas de poeira de sílica por causa da exposição intensa que ocorre durante longas horas de trabalho, em condições de higiene precárias e sem o uso de qualquer equipamento respiratório de proteção<sup>1,7</sup>.

No Brasil, a silicose também é observada entre os escultores de pedra<sup>8</sup>. Na região da Baixada Fluminense do Estado do Rio de Janeiro, vários trabalhadores produzem pequenas peças de pedra, muitas vezes para exportação. Todos estes

trabalhadores pertencem à economia informal e trabalham em oficinas pequenas e rudimentares<sup>9</sup>.

O uso do teste de exercício cardiopulmonar (TECP) na prática clínica tem-se tornado primariamente uma ferramenta para entender os mecanismos de tolerância ao exercício e fadiga. Em pacientes com silicose, a dispneia de esforço é frequentemente relatada mesmo quando as medidas cardiopulmonares obtidas em repouso (incluindo as provas de função pulmonar [PFP] e a gasometria arterial) estão dentro dos limites de normalidade. Assim, o TECP pode constituir uma forma mais sensível de avaliar o comprometimento pulmonar do que a avaliação funcional em repouso<sup>10</sup>.

Considerando as diferentes atividades que causam silicose, o objetivo do presente estudo foi comparar os achados de imagem, função pulmonar e TECP entre os jateadores de areia de estaleiro e os escultores de pedra com silicose.

**Métodos****Pacientes**

Foi realizado um estudo transversal para avaliar 52 pacientes não fumantes com silicose. A patologia foi definida pela presença de uma radiografia de tórax com uma classificação

$\geq 1/0$  segundo a Organização Internacional do Trabalho (OIT) num trabalhador com história de exposição à poeira de sílica<sup>11</sup>. Foram excluídos os fumantes e os ex-fumantes, assim como os indivíduos que apresentavam achados radiológicos sugestivos de tuberculose pulmonar. Os pacientes cujos achados laboratoriais indicavam doença cardíaca ou neuromuscular e aqueles que não conseguiram realizar o TECP também foram excluídos. Com base nestes critérios, 11 pacientes foram excluídos por: história de tabagismo (5); achados de imagem compatíveis com tuberculose pulmonar (4); doença cardíaca (1); doença neuromuscular (1). Antes de iniciar o estudo, os pacientes foram informados sobre o objetivo do mesmo e assinaram o termo de consentimento informado. O protocolo do estudo foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade do Estado do Rio de Janeiro (Número 1117-CEP/HUPE).

No total, 41 pacientes com diagnóstico de silicose foram incluídos no estudo. Destes, 25 eram jateadores de areia e 16 eram escultores de pedra. Todos os jateadores eram ex-trabalhadores de estaleiros. Esses trabalhadores haviam usado o jateamento como um método abrasivo para remover ferrugem e resíduos de revestimento contidos em casco de navio. Os pacientes não tinham previamente trabalhado em outras atividades que pudessem causar silicose. Além disso, nenhum indivíduo relatou envolvimento em passatempo associado ao risco de silicose. Não foram realizadas avaliações dos níveis de exposição à poeira de sílica nos locais de trabalho.

## Medidas

A gravidade da dispneia foi estimada usando a escala de 5 pontos da *Medical Research Council*<sup>11</sup>.

As radiografias de tórax foram realizadas na posição ântero-posterior utilizando um aparelho de raio-X Siemens modelo LX30 (Siemens AG, Erlangen, Alemanha). As leituras radiológicas foram feitas de forma independente por 3 leitores «B». A profusão das pequenas opacidades foi classificada conforme se segue: 0/–, 0/0, 0/1, 1/0, 1/1, 1/2, 2/1, 2/2, 2/3, 3/2, 3/3 ou 3/+. As grandes opacidades foram classificadas em tipos A, B ou C, de acordo com as normas da OIT<sup>12</sup>. Os resultados foram sumarizados pela mediana das leituras.

Todos os exames de tomografia computadorizada de alta resolução (TCAR) foram realizados usando um *scanner* de alta resolução (GE HiSpeed Advantage, General Electric Medical Systems, Milwaukee, WI, USA). Todas as imagens foram analisadas por 4 radiologistas experientes que, de forma consensual, relataram os resultados. Neste estudo, fibrose maciça progressiva (FMP) foi definida pela presença de pelo menos uma opacidade ou coalescência maior que 1 cm seguindo a classificação da OIT para coalescência ou grandes opacidades<sup>5,13,14</sup>. As provas de função pulmonar (PFP) foram realizadas utilizando o *Collins Plus Pulmonary Function Testing System* (Warren E. Collins, Inc., Braintree, MA, USA); tanto os procedimentos quanto a interpretação dos dados seguiram as normas da *American Thoracic Society*<sup>15,16</sup>. Os resultados foram expressos como percentagem dos valores preditos para a população brasileira<sup>17–19</sup>.

Cada paciente realizou um teste de exercício limitado por sintomas usando um cicloergômetro eletronicamente controlado e conectado ao *Collins Plus Pulmonary Function*

*Testing System* (Warren E. Collins, Inc., Braintree, MA, USA). A reserva ventilatória foi calculada como a diferença entre a ventilação voluntária máxima (VVM) medida em repouso e a ventilação minute (VM) medida no pico de exercício, tendo sido relatada como a percentagem da VVM [ $1 - (VM/VVM) \times 100$ ]<sup>20,21</sup>. A reserva da frequência cardíaca (RFC) foi calculada como a diferença entre as frequências cardíacas obtidas em repouso e no pico de exercício [ $(220 - \text{idade}) - \text{FC no pico de exercício}$ ]<sup>22</sup>. Estes valores foram então comparados com os valores preditos de Neder et al.<sup>23</sup> para a população adulta brasileira.

## Análise estatística

Para verificar a homogeneidade da amostra, foi usado o teste de Kolmogorov-Smirnov. Os resultados são expressos como os valores de mediana e intervalos interquartis ou como frequências (percentagens). O grupo de jateadores de areia foi comparado ao grupo de escultores de pedra usando o teste de Mann-Whitney para variáveis numéricas e o teste exato de Fisher para variáveis categóricas. A análise dos dados foi realizada utilizando o *software* SAS 6.11 (SAS Institute, Inc., Cary, NC, USA). As diferenças foram consideradas significativas quando  $P < 0,05$ .

## Resultados

A mediana da idade dos 41 pacientes foi de 48 anos (variação: 23-74 anos); todos os pacientes eram homens, com exceção de 2 artesãs. A mediana da duração da exposição à poeira de sílica e a mediana do período de latência foi de 96 meses (variação: 9-244 meses) e 132 meses (variação: 12-257 meses), respetivamente. A mediana do período de acompanhamento foi de 72 meses (variação: 12-122). A maioria dos pacientes relata ter trabalhado sem máscara de proteção da respiração. Nenhum jateador de areia ainda estava a trabalhar na atividade de exposição à poeira de sílica na época do estudo. Entretanto, metade dos artesãos ainda exercia a atividade de exposição à poeira de sílica na época do estudo. As características da amostra separada de acordo com a ocupação (jateadores de areia vs. escultores de pedra) são apresentadas na *tabela 1*.

Entre os jateadores de areia, 21 (84%) tinham distúrbio ventilatório, tendo sido identificado distúrbio restritivo em 8 (32%), obstrutivo em 6 (24%) e misto em 7 (28%). Entre os escultores de pedra, 11 (68,7%) tinham distúrbio ventilatório, sendo restritivo em 3 (18,8%), obstrutivo em 5 (31,2%) e misto em 3 (18,8%). A capacidade de difusão do monóxido de carbono ( $DL_{CO}$ ) estava abaixo do limite inferior da normalidade em 22 (88%) jateadores de areia e em 7 (43,7%) escultores de pedra.

Das 41 radiografias de tórax, a concordância inter-observador para a profusão das pequenas opacidades e para o tipo de grandes opacidades mostrou coeficientes kappa de 0,38 ( $P < 0,001$ ) e 0,72 ( $P < 0,001$ ), respetivamente. A distribuição dos jateadores de areia e dos escultores de pedra nas categorias radiológicas da OIT e os achados da TCAR é apresentada na *tabela 2*.

Os resultados do TECP para os 2 grupos de pacientes (jateadores de areia vs. escultores de pedra) são sumarizados na *tabela 3* e *figura 1*. Enquanto 92% dos jateadores de areia não conseguiu atingir pelo menos 80% do consumo

**Tabela 1** Comparação entre jateadores de areia e escultores de pedra de acordo com os dados demográficos, a gravidade da dispneia e os parâmetros de função pulmonar

Variáveis	Jateadores de areia (n = 25) Mediana (intervalos interquartis)	Escultores de pedra (n = 16) Mediana (intervalos interquartis)	P-valor
<i>Características demográficas</i>			
Idade (anos)	52 (31-58)	46,4 (38-51)	0,14
Duração da exposição (meses)	42 (9-80)	193 (132-244)	0,005
Período de latência (meses)	84 (12-144)	206 (141-257)	0,007
<i>Gravidade da dispneia</i>			
Presença de dispneia <sup>a</sup>	23 (92)	10 (62,5)	0,03
Dispneia grau 0 ou 1 <sup>a</sup>	18 (72)	14 (87,5)	0,22
Dispneia grau 2 ou 3 <sup>a</sup>	7 (28)	2 (12,5)	0,22
<i>Parâmetros de função pulmonar</i>			
CVF (% predito)	75 (63-87)	89 (81,5-97)	0,11
VEMS (% predito)	72 (58-78)	79 (72-86,5)	0,09
VEMS/ CVF (%)	84 (79-93)	87,5 (81-93)	0,19
CPT (% predito)	77 (65-89)	83 (72,5-87,5)	0,18
VR (% predito)	85 (69-97)	89 (76,5-108)	0,54
VR/CPT (%)	113 (101-128)	111 (96-131,5)	0,74
DL <sub>CO</sub> (% predito)	63 (57-72)	81 (70-83,5)	0,02

CPT: capacidade pulmonar total; CVF: capacidade vital forçada; DL<sub>CO</sub>: capacidade de difusão do monóxido de carbono; VEMS: volume expiratório máximo no primeiro segundo; VR: volume residual.

<sup>a</sup> Os resultados são expressos em número de pacientes (%).

de oxigênio (VO<sub>2</sub>) predito para o pico de exercício, este facto foi observado em somente 43,7% dos escultores de pedra. Uma reserva ventilatória menor que 25% foi observada em 40,5% dos jateadores de areia e em nenhum escultor de pedra. Além disso, 48% dos jateadores de areia tinha valores de P(A-a)O<sub>2</sub> maior que 35 mmHg, o que não foi notado para qualquer escultor de pedra.

## Discussão

Este estudo mostra que o jateamento de areia causa um pior desfecho clínico, embora os jateadores de areia apresentem uma menor duração da exposição e também um menor período de latência quando comparados aos escultores de pedra. As diferenças nos resultados podem ser

**Tabela 2** Achados na radiografia de tórax e na tomografia computadorizada de tórax de alta resolução em jateadores de areia e escultores de pedra

Achado na radiografia e na TCAR	Jateadores de areia (n = 25) Número de pacientes (%)	Escultores de pedra (n = 16) Número de pacientes (%)
<i>Pequenas opacidades na radiografia</i>		
1/0	6 (24)	4 (25)
1/1	9 (36)	2 (12,5)
1/2	2 (8)	2 (12,5)
2/1	1 (4)	1 (6,2)
2/2	3 (12)	3 (18,8)
2/3	3 (12)	1 (6,2)
3/2	-	2 (12,5)
3/3	-	1 (6,2)
3/+	1 (4)	-
<i>Grandes opacidades na radiografia</i>		
Tipo A	3 (12)	1 (6,2)
Tipo B	9 (36)	2 (12,5)
Tipo C	7 (28)	-
<i>Achados na TCAR</i>		
Micronódulos	25 (100)	16 (100)
FMP	23 (92)	7 (43,7)
Enfisema cicatricial	18 (72)	4 (25)
Aumento dos linfonodos	19 (76)	8 (50)

FMP: fibrose maciça progressiva; TCAR: tomografia computadorizada de alta resolução.

**Tabela 3** Comparação entre jateadores de areia e escultores de pedra de acordo com os resultados do teste de exercício cardiopulmonar

Variáveis	Jateadores de areia (n = 25) Mediana (intervalos interquartis)	Escultores de pedra (n = 16) Mediana (intervalos interquartis)	P-valor
VO <sub>2</sub> de pico (% predito)	35 (32–50)	65 (69–69)	< 0,0001
VO <sub>2</sub> θL (%)	45 (31–55)	44 (39,5–54,5)	0,52
TTR max	1,24 (1,11–1,32)	1,21 (1,11–1,30)	0,62
Pulso de O <sub>2</sub> max (% predito)	61,6 (46,3–83,9)	66,7 (59,3–76,3)	0,31
RFC (batimentos/min)	47 (37–54)	43 (24,5–55)	0,40
FR max (respirações/min)	50 (40–63)	34,5 (31–40,5)	0,0003
Reserva ventilatória	16,7 (11,8–41,5)	62,1 (56,2–77,6)	< 0,0001
P(A-a)O <sub>2</sub> (mm Hg)	34,5 (22,2–40,7)	18,9 (16,1–21,3)	0,0005
Δ SpO <sub>2</sub> (%)	6 (2–10)	1 (1–2)	0,0003
Δ lactato sérico (mMol/L)	1,36 (1,01–2,53)	2,31 (1,30–3,66)	0,08

FR máx: frequência respiratória máxima no pico de exercício; P(A-a)O<sub>2</sub>: diferença alvéolo-arterial de oxigênio no pico de exercício; Pulso de O<sub>2</sub> máx: pulso de oxigênio máximo (VO<sub>2</sub>/frequência cardíaca) no pico de exercício; RFC: reserva da frequência cardíaca; TTR máx: taxa de troca respiratória máxima (VCO<sub>2</sub>/VO<sub>2</sub>) no pico de exercício; VO<sub>2</sub> de pico: consumo de oxigênio no pico de exercício; VO<sub>2</sub>θL: VO<sub>2</sub> de pico no limiar anaeróbio estimado; Δ SpO<sub>2</sub>: diferença entre a saturação de oxigênio em repouso e no pico de exercício; Δ lactato sérico: diferença entre o lactato sérico em repouso e no pico de exercício.

observadas nos achados de imagem, função pulmonar e TECP.

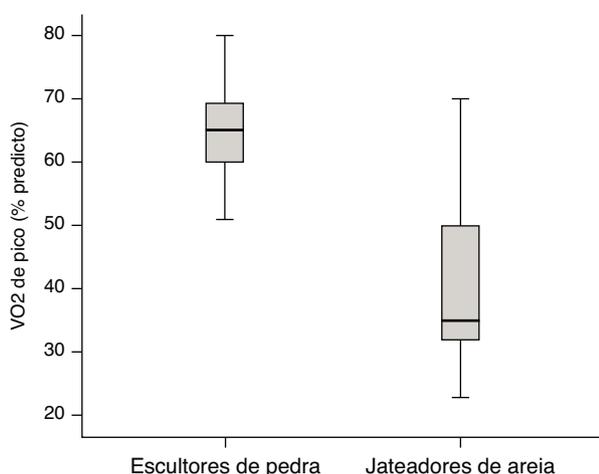
Num estudo com 49 pacientes com silicose, Moreira et al.<sup>26</sup> demonstraram que a TCAR é mais sensível do que a radiografia de tórax na detecção das anormalidades intratorácicas<sup>26</sup>. A superioridade da TCAR em relação à radiografia de tórax para detecção das grandes opacidades e do enfisema já é bem estabelecida na literatura<sup>2,24–26</sup>. Conforme relatado por outros autores<sup>25,27–29</sup>, nós demonstramos que a TCAR identifica mais FMP quando comparada com a radiografia de tórax. Em alguns pacientes com silicose, é possível que uma confluência de nódulos na TCAR seja visualizada apenas como pequenos nódulos pulmonares difusos na radiografia de tórax.

De forma interessante, o presente estudo identificou FMP em 25 jateadores de areia (92%) e em somente 7 escultores

de pedra (43,7%). Similarmente, Antao et al.<sup>29</sup> encontraram FMP em 39,1% dos escultores de pedra. Ao contrário dos nossos resultados, Alper et al.<sup>1</sup> observaram FMP em metade dos casos de silicose diagnosticados em jateadores da indústria de brim. Embora ambos os estudos mostrem períodos de latência semelhantes (mediana de 84 vs. média de 82 meses), as durações do tempo de exposição, as idades dos trabalhadores e os critérios para o diagnóstico de FMP na TCAR foram diferentes; estes fatores tornam difícil fazer uma conclusão sobre as diferentes frequências de FMP entre os 2 estudos. Apesar destas considerações, a identificação de FMP é importante porque constitui a substituição de tecido pulmonar normalmente aerado por massa de tecido fibroso sem função; além disso, a FMP é geralmente associada a função pulmonar deficiente, incapacidade funcional e morte prematura<sup>30</sup>. Um risco relativo significativamente alto de FMP está associado com maiores níveis de exposição à poeira de sílica<sup>30</sup>, podendo esta ser no nosso estudo uma possível explicação para a maior frequência de FMP observada nos jateadores de areia.

No presente estudo, não houve diferenças significantes nos resultados dos PFP quando os jateadores de areia foram comparados com os escultores de pedra. Entretanto, enquanto que os valores de DL<sub>CO</sub> foram apenas ligeiramente alterados nos artesãos, foram observadas alterações acentuadas nos jateadores de areia (P = 0,02). De forma interessante, a DL<sub>CO</sub> tem sido descrita por apresentar forte correlação com as anormalidades nas trocas gasosas, e também por ser o melhor índice preditivo e sensível para uma queda na PaO<sub>2</sub><sup>31</sup>.

O TECP permite a determinação objetiva da capacidade funcional e a avaliação dos mecanismos subjacentes que limitam o exercício<sup>32</sup>. No presente estudo, quando comparados os jateadores de areia com os escultores de pedra, as variáveis de resposta do TECP exibiram maiores diferenças significantes em relação às medidas avaliadas em repouso. Isto não é necessariamente surpreendente porque a capacidade de exercício é o resultado da resposta de múltiplos fatores, incluindo a troca gasosa alvéolo-capilar,



**Figura 1** Diagramas de caixa (mediana, 1.º e 3.º quartil, mínimo e máximo) do consumo de oxigênio no pico de exercício (VO<sub>2</sub> de pico) de acordo com o tipo de trabalhadores expostos à poeira de sílica. Foi encontrada uma diferença significativa (P < 0,0001) entre os jateadores de areia e os escultores de pedra.

o teor de oxigênio no sangue e a captação de oxigênio pelos tecidos<sup>33</sup>.

A medida da VO<sub>2</sub> de pico permanece o melhor índice disponível para a avaliação da capacidade de exercício<sup>32</sup>. No estudo atual, enquanto que quase todos os jateadores de areia não conseguiram atingir pelo menos 80% da VO<sub>2</sub> de pico (% predito), este facto ocorreu em menos da metade dos escultores de pedra. Violante et al.<sup>10</sup>, que avaliaram 45 pacientes com silicose causada por ocupações distintas incluindo fundição, mineração e moagem de carvão e metal e jateamento de areia, observaram valores de VO<sub>2</sub> de pico (% predito) abaixo de 80% em 35 pacientes.

No presente estudo, os jateadores de areia tiveram uma menor reserva ventilatória comparada com a observada nos escultores de pedra ( $P < 0,0001$ ). Da mesma forma, Wang et al.<sup>33</sup> encontraram valores baixos de reserva ventilatória em pacientes com silicose que tinham sido empregados na fabricação de tijolos à prova de fogo na China. Segundo esses autores, o aumento da demanda ventilatória foi provavelmente devido ao aumento da ventilação de espaço morto secundário ao desequilíbrio ventilação-perfusão; além disso, a diminuição da saturação de oxigênio no sangue estimula os receptores periféricos da respiração a impulsionarem o aumento da ventilação. A nossa hipótese é que a maior frequência de FMP observada na silicose induzida por jateamento de areia pode explicar essas alterações funcionais.

Algumas limitações deste estudo devem ser abordadas. Primeiro, os grupos de pacientes por nós avaliados podem não ser representativos de toda a população de jateadores de areia e de escultores de pedra das regiões envolvidas. Segundo, nós não temos as informações sobre o tipo exato de sílica e as concentrações de sílica às quais os pacientes foram expostos. Finalmente, o esforço submáximo de alguns pacientes poderia explicar a reduzida mediana da VO<sub>2</sub> de pico observada neste estudo. Entretanto, todos os pacientes foram ativamente incentivados, durante o exercício, a atingirem o máximo, e mostraram altos níveis sanguíneos de lactato e elevadas taxas de troca gasosa ao final do exercício<sup>32</sup>.

Em conclusão, os dados indicam que os achados de imagem, função pulmonar e TECP são fortemente influenciados pelo tipo de exposição à poeira de sílica em pacientes com silicose. Além disso, quando os jateadores de areia foram comparados com os escultores de pedra, as anormalidades no TECP foram mais acentuadas quando comparadas com as alterações observadas nas medidas obtidas em repouso. Pelo nosso conhecimento, este é o primeiro estudo a comparar 2 grupos diferentes de trabalhadores expostos à poeira de sílica através da análise do TECP.

## Conflito de interesses

Os autores declaram não haver conflito de interesses.

## Bibliografia

- Alper F, Akgun M, Onbas O, Araz O. CT findings in silicosis due to denim sandblasting. *Eur Radiol.* 2008;18:2739–44.
- Ozmen CA, Nazaroglu H, Yildiz T, Bayrak AH, Senturk S, Ates G, et al. MDCT findings of denim-sandblasting-induced silicosis: A cross-sectional study. *Environmental Health.* 2010;17 [Online; consultado 21 Jan 2012] Disponível em: <http://www.ehjournal.net/content/9/1/17>
- Akgun M, Araz O, Akkurt I, Eroglu A, Alper F, Saglam L, et al. An epidemic of silicosis among former denim sandblasters. *Eur Respir J.* 2008;32:1295–303.
- Capitani EM. Silicosis (still) among us [Editorial]. *J Bras Pneumol.* 2006;32:xxxiii–v.
- Marchiori E, Ferreira A, Saez F, Gabetto JM, Souza Jr AS, Escuissato DL, et al. Conglomerated masses of silicosis in sandblasters: High-resolution CT findings. *Eur J Radiol.* 2006;59:56–9.
- Ferreira AS, Moreira VB, Ricardo HMV, Coutinho R, Gabetto JM, Marchiori E. Progressive massive fibrosis in sílica-exposed workers, High-resolution computed tomography findings. *J Bras Pneumol.* 2006;32:523–8.
- Bakan NND, Özhan G, Çamsari G, Gür A, Bayram M, Açikmese B, et al. Silicosis in denim sandblasters. *Chest.* 2011;140:1300–4.
- Ferreira LR, Pinheiro TMM, Siqueira AK, Carneiro APS. Silicosis among semiprecious gem cutters in Joaquim Felício, Minas Gerais State, Brazil. *Cad Saúde Pública.* 2008;24:1517–26.
- Antão VCS, Pinheiro GA, Kavakama J, Terra-Filho M. High prevalence of silicosis among Stone carvers in Brazil. *Am J Ind Med.* 2004;45:194–201.
- Violante B, Brusasco V, Buccheri G. Exercise testing in radiologically-limited, simple pulmonary silicosis. *Chest.* 1986;90:411–5.
- Xaubet A, Rodriguez-Roisin R, Bombí JA, Marín A, Roca J, Agustí-Vidal A. Correlation of bronchoalveolar lavage and clinical and functional findings in asbestosis. *Am Rev Respir Dis.* 1986;133:848–54.
- Occupational Safety and Health. Guidelines for the use of the ILO International classification of radiographs of pneumoconiosis. 2<sup>nd</sup> ed. Geneva: International Labour Organization; 2002.
- Gevenois PA, Sergent G, De Maertelaer V, Gouat F, Yernault JC, De Vuyst P. Micronodules and emphysema in coal mine dust or silica exposure: relation with lung function. *Eur Respir J.* 1998;12:1020–4.
- 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.
- Miller MR, Hankinson J, Brusasco V, ATS/ERS Task Force. Standardization of spirometry. *Eur Respir J.* 2005;26:319–38.
- Medinger AE, Khouri S, Rohatgi PK. Sarcoidosis. The value of exercise testing. *Chest.* 2001;120:93–101.
- Pereira CAC, Sato T, Rodrigues SC. New reference values for forced spirometry in white adults in Brazil. *J Bras Pneumol.* 2007;33:397–406.
- Neder JA, Andreoni S, Castelo-Filho A, Nery LE. Reference values for lung function tests, I. Static volumes. *Braz J Med Biol Res.* 1999;32:703–17.
- Neder JA, Andreoni S, Peres C, Nery LE. Reference values for lung function tests, III. Carbon monoxide diffusing capacity (transfer factor). *Braz J Med Biol Res.* 1999;32:729–37.
- Sietsema KE, Kraft M, Ginzton L, Sharma OP. Abnormal oxygen uptake responses to exercise in patients with mild pulmonary sarcoidosis. *Chest.* 1992;102:838–45.
- Lopes AJ, Menezes SLS, Dias CM, Oliveira JF, Mainenti MRM, Guimarães FS. Comparison between cardiopulmonary exercise testing parameters and computed tomography findings in patients with thoracic sarcoidosis. *Lung.* 2011;189:425–31.
- Wasserman K, Hansen JE, Sue DY, Stringer WW, Whipp BJ. Principles of exercise testing and interpretation. 4<sup>th</sup> ed. Philadelphia: Lippincott Williams and Wilkins; 2005.
- Neder JA, Nery LE, Castelo A, Andreoni S, Lerario MC, Sachs A, et al. Prediction of metabolic and cardio-pulmonary responses

- to maximum cycle ergometry: A randomized study. *Eur Respir J*. 1999;14:1304–13.
24. Lopes AJ, Mogami R, Capone D, Tessarollo B, Melo PL, Jansen JM. High-resolution computed tomography in silicosis: Correlation with chest radiography and pulmonary function tests. *J Bras Pneumol*. 2008;34:264–72.
  25. Bégin R, Bergeron D, Samson L, Boctor M, Cantin A. CT assessment of silicosis in exposed workers. *Am J Roentgenol*. 1987;148:509–14.
  26. Moreira VB, Ferreira A, Gabetto JM, Marchiori E, Lourenço PM. Comparative study of high resolution computer-assisted tomography with chest radiograph in silicosis. *Rev Port Pneumol*. 2003;9:33–40.
  27. Talini D, Paggiaro PL, Falaschi F, Battolla L, Carrara M, Petrozino 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;52:262–7.
  28. Ooi GC, Tsang KWT, Cheung TF, Khong PL, Ho IWT, Ip MSM, et al. Silicosis in 76 men: Qualitative and quantitative CT evaluation – clinical-radiologic correlation study. *Radiology*. 2003;228:816–25.
  29. Antao 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;29:350–6.
  30. Ng TP, Chan SL. Factors associated with massive fibrosis in silicosis. *Thorax*. 1991;46:229–32.
  31. Ruppel GL. *Manual of pulmonary function testing*. 7<sup>th</sup> ed. St. Louis: Mosby; 1998.
  32. Weisman IM, Zeballos RJ. *Clinical exercise testing*. *Clin Chest Med*. 2001;22:679–701.
  33. Wang W, Araki S, Yano E, Wang M, Wang Z. Dyspnea and exercise testing in workers exposed to silica. *Industrial Health*. 1995;33:163–71.