

EXISTEM MÉTODOS ALTERNATIVOS PARA AVALIAÇÃO DA REPERCUSSÃO FUNCIONAL DA PNEUMOCONIOSE EM MINEIROS? UMA REVISÃO NARRATIVA

ARE THERE ALTERNATIVE METHODS TO THE EVALUATION OF THE FUNCTIONAL REPERCUSSION OF THE PNEUMOCONIOSIS IN MINERS? AN INTEGRATIVE REVIEW

Luan Nascimento Silva^a, Marcelo Coertjens^b, Tannara Patrícia Silva Costa^c

^aluan.nascimento2222@gmail.com, ^bcoertjens@ufpi.edu.br, ^ctannara.p3@gmail.com
Universidade Federal do Piauí – Parnaíba (PI), Brasil

Data de recebimento do artigo: 07/03/2016

Data de aceite do artigo: 25/08/2016

■ RESUMO

Introdução: Embora não seja utilizado comumente em trabalhadores com silicose e nem ser previsto como exame complementar pela legislação, o teste de caminhada de 6 minutos (TC6) tem baixo custo, aplicabilidade clínica e avalia sinais e sintomas dos sistemas cardiorrespiratório e muscular. **Objetivo:** Nesse sentido, o objetivo deste trabalho foi analisar métodos alternativos com os tradicionalmente utilizados para avaliar as repercussões funcionais da pneumoconiose em mineiros. **Materiais e métodos:** Trata-se de uma revisão narrativa realizada nos bancos de dados online MedLine, SciELO e LILACS. Os termos utilizados foram: occupational disease, pneumoconiosis, lung function, miners e exercise capacity. **Resultados:** Foi verificado que existem limitações para detectar anormalidades na fase inicial da pneumoconiose por meio da radiografia de tórax e espirometria. As tomografias computadorizadas (TC) têm se mostrado sensíveis para mensurar a progressão dos acometimentos, entretanto apresentam alto custo financeiro. O TC6 combina baixo custo e sensibilidade na avaliação de repercussões funcionais e da capacidade de exercício durante a pneumoconiose.

Palavras-chave: Pneumoconiose; exposição ocupacional; testes de função respiratória; aptidão física.

■ ABSTRACT

Introduction: Although it is not used in a common way in workers with silicone and nor provided as a complementary test by the legislation, the 6-minute walk test (6MWT) has a low cost, clinical applicability and it evaluates signals and symptoms of cardiorespiratory and muscular systems. **Objective:** In this sense, the objective of this work was to analyze alternative methods to the traditional ones used to evaluate the functional repercussion of pneumoconiosis in miners. **Materials and methods:** It is a narrative review, done through research of the online databases of MedLine, SciELO and LILACS. The terms used were: occupational disease, pneumoconiosis, lung function, miners and exercise capacity. **Results:** We checked that there are limitations to detect abnormalities in the initial phase of the pneumoconiosis through the use of X-ray of the chest and spirometry. The CT scans are sensitive to measure the involvement progression, however they present a large financial cost. The 6MWT combines the low cost and sensibility in the evaluation of functional repercussions and exercise capacity during the pneumoconiosis.

Keywords: Pneumoconiosis; occupational exposure; respiratory function test; physical fitness.

Introdução

Pneumoconioses são pneumopatias relacionadas etiologicamente à inalação de fibras devido à exposição ocupacional, excluindo-se as alterações neoplásicas e as reações obstrutivas como asma, bronquite e enfisema¹. As pneumoconioses são divididas em fibrogênicas e não fibrogênicas, levando-se em consideração o potencial da fibra gerar esse tipo de reação tecidual nos pulmões. Dentre as pneumoconioses, a mais prevalente é a silicose, que é irreversível, podendo gerar grandes transtornos para a saúde do trabalhador, inclusive levar à morte².

A respiração em ambientes onde existe sílica em suspensão na forma livre e cristalizada constitui o mecanismo inicial da silicose³. Segundo a American Thoracic Society e a European Respiratory Society, estima-se que até 20% das doenças intersticiais das vias aéreas são decorrentes de exposições ocupacionais e ambientais^{4,5}. No Brasil, a quantidade estimada de trabalhadores em condições laborais com esse risco é superior a seis milhões⁶. Essas considerações são relevantes, visto que servem de alerta para adoção de medidas preventivas que minimizem a exposição dos trabalhadores à sílica nas práticas de mineração e beneficiamento⁷.

As partículas suspensas, inaladas, depositam-se, principalmente, nos bronquíolos respiratórios e alvéolos. Estas, em grande quantidade, tornam ineficazes as ações de limpeza mucociliar e do sistema linfático e acabam induzindo um processo inflamatório, podendo evoluir para fibrose do parênquima pulmonar⁸. Apesar da fisiopatologia da silicose indicar características restritivas, o distúrbio respiratório mais frequente nesse tipo de trabalhador é o obstrutivo⁹.

A etiologia das pneumoconioses e suas repercussões funcionais abrangem diversos fatores, incluindo raça, hábito tabágico, quantidade de exposição e tempo de trabalho em condições laborais de risco⁹⁻¹³. Desse modo, diversos estudos têm observado alterações no sistema respiratório em trabalhadores da mineração de carvão, cobre e ouro, seja por características clínicas ou por haver um déficit importante na função pulmonar¹¹⁻¹⁶. Todas essas atividades laborais mostraram-se como grandes fatores de risco para as pneumoconioses, pois ocorrem em ambientes que condicionam os indivíduos à exposição de material sólido em suspensão, como, por exemplo, a sílica e, conseqüentemente, o desenvolvimento de silicose¹⁷. Assim, o trabalhador exposto à poeira mineral tem necessidade de acompanhamento periódico por meio de avaliação clínica e exames complementares (radiológicos e espirometria), segundo as normas do Ministério do Trabalho, dispostas na NR-7 da portaria n.º 3.214

e consideradas na portaria n.º 24, de 29 de dezembro de 1994¹⁸. Além disso, a utilização de questionários específicos de sintomas respiratórios e qualidade de vida é, também, um instrumento alternativo, complementar à avaliação clínica¹.

A radiografia de tórax é um dos principais métodos de diagnóstico da silicose, segundo a Organização Internacional do Trabalho¹⁹. As vantagens de utilizá-la incluem a possibilidade de monitoramento regular dos trabalhadores expostos à poeira de sílica, a ampla disponibilidade no cenário clínico, custos reduzidos e a capacidade de classificar o tipo, a profusão e a extensão das lesões silicóticas. Vários estudos têm demonstrado que mineiros com silicose apresentam maior deterioração da função pulmonar, sendo esta proporcional ao grau de comprometimento analisado por meio das radiografias^{12,20,21}. Entretanto, o exame radiográfico não avalia os comprometimentos funcionais do sistema respiratório^{9,15,22}.

Na espirometria, as provas funcionais podem detectar deterioração importante nos volumes pulmonares em mineiros, pela inalação de poeira mineral^{12,23}. No entanto, ela tem se mostrado limitada na detecção precoce, das fases iniciais da doença, na identificação de fibrose do parênquima pulmonar e de alterações nas vias aéreas mais distais^{9,24}. Neste sentido, os comprometimentos pulmonares podem ser comprovados por distintos instrumentos de avaliação, tais como; tomografia computadorizada (TC), tomografia computadorizada de alta resolução (TCAR), técnica de oscilações forçadas, pletismógrafo corporal e analisador de gases^{9,14-16,22,25}. A utilização desses métodos avaliativos é financeiramente muito onerosa, limitando o acesso a esses instrumentos.

Um procedimento simples e eficiente que tem sido mais utilizado nos últimos anos para detectar alterações no sistema cardiopulmonar, bem como no metabolismo periférico é a avaliação da capacidade de exercício físico por meio da realização do teste de caminhada de 6 min (TC6). Embora não seja utilizado comumente em trabalhadores com silicose e nem ser previsto como exame complementar pela legislação, esse teste exige recursos mínimos, baixo custo, tem ampla aplicabilidade clínica e avalia sinais e sintomas dos sistemas cardiorrespiratório e muscular²⁶⁻²⁹. Tendo em vista o exposto, o objetivo deste trabalho foi analisar por meio de revisão narrativa métodos alternativos aos tradicionalmente utilizados para avaliar as repercussões funcionais da pneumoconiose em mineiros.

Metodologia

Este estudo se trata de uma revisão narrativa cuja pesquisa bibliográfica foi realizada nos bancos de

dados online MedLine (Medical Literature, Analysis and Retrieval System Online), SciELO (Scientific Electronic Library Online) e LILACS (Literatura Latino-americana e do Caribe de Informação em Ciências da Saúde). Os termos utilizados foram: occupational disease, pneumoconiosis, lung function, miners e exercise capacity, individualmente e em cruzamento. Foram encontrados 260 artigos que abordavam itens da temática desta revisão. Como critério de inclusão, cada artigo deveria tratar de pneumoconiose, seja em aspectos etiológicos ou de avaliação. Foram excluídos os artigos que apesar de abordarem a avaliação da função pulmonar e da capacidade física não tinham como população amostral trabalhadores com histórico laboral de risco. O período de realização da pesquisa bibliográfica foi de novembro de 2011 a março de 2013. Os artigos foram analisados individualmente tanto no seu conteúdo quanto no seu referencial teórico, com a

finalidade de abranger o universo da temática abordada e facilitar o acesso a artigos potencialmente utilizáveis. Nesta pesquisa não houve restrição quanto a uma só língua, sendo incluídos artigos na língua portuguesa, inglesa e francesa.

Resultados

Foram selecionados 39 artigos para integrar este trabalho. Os artigos selecionados eram datados de 1980 a 2011. A partir desses trabalhos foram produzidas duas tabelas. Na Tabela 1, pode-se verificar os métodos e resultados das pesquisas que realizaram avaliação do sistema respiratório de mineiros. Na Tabela 2, pode-se verificar os métodos e resultados das pesquisas que realizaram avaliação da capacidade de exercício físico em mineiros.

Tabela 1: Métodos e resultados da avaliação do sistema respiratório em trabalhadores de minas

Autor	Objetivo	Método de avaliação	Resultados
Arakawa et al. ²⁴	Correlacionar os achados da TC com os valores da FP de 34 homens com silicose.	Radiografia, TC, espirometria, citologia do escarro, D_{LCO} .	Foram identificadas controvérsias com relação à classificação da radiografia e da TC. Aprisionamento de ar foi identificado na maioria dos participantes. A TC mostrou ser mais eficaz que a espirometria.
Bauer et al. ²²	Avaliar a correlação entre a classificação radiográfica e o grau de enfisema na TCAR com dispnéia autorreferida e testes de FP incluindo a D_{LCO} em 87 mineiros de carvão.	Radiografia; questionário; TCAR; pletismógrafo; espirometria; D_{LCO} .	TCAR mostrou uma boa correlação com a limitação do fluxo expiratório. A classificação da radiografia de tórax transmitiu poucas informações sobre o grau de comprometimento respiratório.
Cowie ³⁰	Reavaliar, após quatro anos, os sintomas respiratórios, FP e radiografia de tórax de 267 mineiros de ouro com tempo de exposição à sílica em média de 29 anos.	Radiografia; espirometria.	Os indivíduos que já apresentavam silicose na avaliação anterior sofreram uma perda substancial da FP, diretamente proporcional à profusão dos nódulos nas radiografias. Portanto, o nível de deterioração da FP foi atribuída à presença e ao grau de silicose.
Kuempel et al. ³¹	Avaliar a relação entre exposição cumulativa à poeira de carvão, tabagismo e outros fatores de gravidade do enfisema em 722 indivíduos autopsiados.	Prontuários; questionário; estimativa diante das informações colhidas sobre o trabalho.	Enfisema foi mais encontrado em mineiros comparado a não mineiros e não fumantes. Exposição à poeira de carvão, tabagismo, idade e raça são preditores de gravidade do enfisema.
Lopes et al. ¹⁵	Descrever os achados funcionais e compará-los com os da radiografia em 44 indivíduos não fumantes e com história de exposição à sílica.	Radiografia; espirometria; método de diluição em He; D_{LCO} .	A obstrução ao fluxo aéreo é o dano funcional mais frequente. A deterioração da FP associa-se à presença de grandes opacidades na radiografia.
Lopes et al. ¹⁶	Correlacionar parâmetros tomográficos com os da FP em portadores de silicose e comparar os resultados da TCAR com a radiografia de tórax.	Radiografia; TCAR; TOF; espirometria; técnica de diluição em He; D_{LCO} .	Para o escore de opacidades, as maiores correlações foram observadas com as medidas de fluxo, D_{LCO} e complacência. Já o enfisema correlacionou-se negativamente com as medidas de volume, D_{LCO} e fluxo.

continua...

Tabela 1: Continuação.

Autor	Objetivo	Método de avaliação	Resultados
Mesquita Júnior et al. ²⁵	Avaliar o comportamento dos parâmetros resistivos em pacientes portadores de diferentes graus de obstrução respiratória em decorrência da silicose.	TOF; espirometria.	A redução dos parâmetros espirométricos correspondeu a um significativo aumento na resistência total do sistema respiratório.
Wang et al. ³²	Analisar a mudança longitudinal do VEF ₁ e a relação entre exposição à poeira e o declínio da FP de 317 mineiros de carvão.	Espirometria.	As perdas ao longo do TE não apresentaram relação linear com a exposição cumulativa. Houve um declínio acentuado no VEF ₁ durante o primeiro ano de mineração, seguido por platô no segundo ano e recuperação parcial no terceiro ano.
Yang e Lin ⁹	Avaliar a FP e resistência respiratória em 71 trabalhadores de carvão com pneumoconiose e em 36 indivíduos saudáveis.	TOF; Radiografia; Plestimografia; Espirometria.	A TOF mostrou ser um parâmetro sensível para a detecção de obstrução nas VAS em pacientes com pneumoconiose simples associado ou não a um reduzido VEF ₁ .

Tabela 2: Métodos e resultados da avaliação da capacidade de exercício físico em trabalhadores de minas

Autor	Objetivo	Método de avaliação	Resultados
Cooper e Johnson ³³	Investigar a relação entre tolerância ao exercício, idade, massa corporal, achados radiológicos e exposição à mineração e ao fumo em 690 mineiros de carvão com média de 23 anos de trabalho.	Protocolo de Bruce; espirometria; radiografia.	A mineração e o fumo contribuíram para diminuição da CVF e VEF ₁ . Os valores da CVF e VEF ₁ influenciam a tolerância ao exercício.
Favre et al. ²⁶	Avaliar a sensibilidade do TC6 e o impacto da dispneia na qualidade de vida de 38 ex-mineiros de carvão (70 anos) e tempo médio de exposição ocupacional de 27 anos.	TC6; TEF; espirometria; pletismografia; gasometria arterial.	Sugere-se alta sensibilidade do TC6 na detecção de limitação da capacidade aeróbica, mesmo quando os testes de FP são normais.
Noh et al. ²⁸	Investigar se o TC6 é um teste confiável, válido e sensível para avaliar o estado funcional de 86 ex-mineiros de carvão de ambos os sexos (54-82 anos).	Espirometria; radiografia; TC6; questionário MRC.	Quanto maior comprometimento funcional pulmonar e presença de dispneia, maior o déficit no desempenho físico, ou seja, menor distância percorrida. O TC6 foi sensível no diagnóstico complementar da pneumoconiose.

CVF: Capacidade Vital Forçada; FP: Função Pulmonar; MRC: Medical Research Council; TC6: Teste de Caminhada de 6 min; TEF: Teste de Esforço Físico; VEF₁: Volume Expiratório Forçado no primeiro segundo.

Discussão

Avaliação clínica

A história clínica é de grande valia e deve ser considerada nos exames laboratoriais. Na avaliação desses trabalhadores é importante ter conhecimento da história ocupacional (o modo operatório, tempo de exposição, concentração e granulometria do agente), da moléstia pregressa e atual, do tipo de ambiente (aberto ou fechado) e da presença de hábito tabágico. Nos indivíduos

com histórico ocupacional de exposição às poeiras minerais deve-se levar em consideração a possibilidade de associação da pneumoconiose com a tuberculose, visto que a exposição à sílica também é um fator de risco para o aparecimento da tuberculose^{1,30}.

A dispneia ao realizar esforços, a tosse, a expectoração e os sibilos são os principais sintomas respiratórios que deverão ser analisados de acordo com a relação entre o tempo e o tipo de exposição ocupacional. No exame físico é observado o padrão respiratório, a utilização da musculatura acessória durante a respiração e

a presença de expirações com freio labial. Na ausculta pulmonar pode-se observar a presença de ruídos adventícios. Além disso, deve-se observar sinais não torácicos ou sistêmicos, como a cianose ou pletora, baqueteamento digital, dilatação venosa jugular e edema de membros inferiores, os quais podem indicar patologia pulmonar avançada^{22,28,34,35}.

Questionários de sintomas respiratórios e qualidade de vida, doença-específico

Uma alternativa de instrumentos complementares da anamnese são os questionários de sintomas respiratórios, cuja principal vantagem é a possibilidade de padronização das informações e de graduação dos sintomas. Segundo o Ministério da Saúde, na prática têm sido utilizados especialmente dois questionários que avaliam a tosse, a expectoração, a dispneia, a sibilância e o tabagismo¹. O primeiro é o questionário de bronquite crônica do Medical Research Council, que avalia de forma simples o impacto da dispneia nas atividades de vida diárias, sendo um instrumento tradicionalmente utilizado na literatura internacional, inclusive em estudos com mineiros, e, o segundo, o questionário de sintomas respiratórios da American Thoracic Society/European Respiratory Society, podendo o próprio entrevistado completá-lo, por ser de fácil aplicabilidade e compreensão^{1,4,22}.

Além desses, existem questionários doença-específicos como o questionário do hospital Saint George na Doença Respiratória, que avalia qualidade de vida em pacientes portadores de doenças pulmonares obstrutivas crônicas (DPOC). Esse questionário aborda os aspectos relacionados a três domínios: sintomas, atividade e impactos psicossociais da doença. Tem a vantagem de poder ser aplicado pelo próprio paciente e poder ser lido aos indivíduos não alfabetizados, pois são de fácil interpretação; contudo, sua grande vantagem é obter resultados que detectam pequenas mudanças no curso da DPOC^{26,36}.

Um exemplo de questionário que aborda de forma mais detalhada questões sobre a mineração foi o utilizado por Wang et al.³⁷ em seu estudo com mineiros de carvão. Esse questionário avalia os fatores de riscos ocupacional, ambiental e pessoal, a idade do primeiro emprego, do início e do término da atividade de mineração, incluindo o motivo do abandono, a idade do início e término do hábito tabágico, o índice tabágico, os dados demográficos (incluindo, idade, grau de escolaridade e história profissional), bem como os sintomas respiratórios, tosse produtiva, dispneia, sibilância e tabagismo, além da presença de asma, enfisema, pneumonia ou bronquite crônica, tendo por base o questionário do Medical Research Council (MRC)³⁴.

Quantidade de partículas em suspensão e tempo de exposição

Fatores como a quantidade de partículas em suspensão e o tempo de exposição influenciam a deterioração da função pulmonar em mineiros de carvão e geram uma maior propensão ao desenvolvimento de silicose¹². Existem relatos de que após cinco anos de trabalho em minas de carvão ocorra uma redução de 116 ml na capacidade vital forçada (CVF), 128 ml no volume expiratório forçado cronometrado de primeiro segundo (VEF₁) e 5,1% na relação VEF₁/CVF em comparação com os valores previstos^{12,30}. Beeckman et al.³⁴ verificaram em mineiros de carvão um declínio de 104 ml na CVF e 92 ml no VEF₁ anualmente. Em ambientes em que a concentração das partículas em suspensão é 0,3 mg/m³, existe risco cerca de 25% a mais para ocorrência de silicose. Caso esse valor diminua para 0,1 mg/m³, a probabilidade de ocorrência de silicose cai para 20%. Nesse sentido, trabalhadores com exposição acentuada às partículas em um curto período de tempo têm maior risco de silicose quando comparado àqueles com menor exposição por longos períodos²¹.

Esses achados mostram que um longo período de exposição cumulativa não necessariamente determinará maior grau de comprometimento funcional, visto que este é dependente da quantidade de partículas em suspensão no ambiente laboral. Dentro desse contexto, Wang et al.³² realizaram um estudo longitudinal em trabalhadores com histórico recente de atividade laboral em mina de carvão visando a avaliar as mudanças iniciais na função pulmonar de acordo com o tempo e a quantidade de exposição. As perdas ao longo do tempo não apresentaram uma relação linear com a exposição cumulativa. Os mineiros do referido estudo com idade maior ou igual a 20 anos obtiveram um declínio relativamente acentuado no VEF₁ durante o primeiro ano de mineração (média aproximada de 120 ml), seguido por um platô no segundo ano (perdendo em média 30 ml) e uma recuperação parcial no terceiro ano (no qual aumenta cerca de 60 ml).

Achados radiológicos e as variáveis espirométricas

A associação entre os achados radiológicos e as variáveis espirométricas permite boa avaliação do sistema pulmonar. A radiografia de tórax e a espirometria têm sido os métodos mais utilizados na literatura e na prática clínica para avaliação da gravidade dos comprometimentos pulmonares em função de condições laborais^{9,22,15}. No entanto, apesar de ser um dos instrumentos de avaliação mais utilizados, o exame radiográfico não avalia os comprometimentos funcionais do sistema

respiratório com tanta sensibilidade, como verificaram Bauer et al.²². Esses autores verificaram que a classificação radiológica, segundo a Organização Internacional do Trabalho, é insuficiente para avaliar alterações respiratórias para as pequenas e grandes opacidades, visto que ela pode classificar os indivíduos como normais e, no entanto, eles ainda apresentarem parâmetros da função pulmonar que indiquem limitação do fluxo expiratório, como a redução do VEF₁, diminuição na capacidade de difusão do CO (DLCO) ou ainda elevado grau de dispneia.

Yang e Lin⁹ encontraram uma diminuição no VEF₁ mediante o aumento da severidade da pneumoconiose segundo a classificação radiológica em trabalhadores de mina de carvão. Apesar de não terem sido encontradas diferenças significativas nos valores entre os mineiros com a categoria leve e indivíduos saudáveis, nas categorias mais graves foi verificado um declínio significativo na relação VEF₁/CVF abaixo de 70%. A DLCO, a complacência dinâmica do sistema respiratório e o fluxo aéreo diminuem proporcionalmente ao aumento das opacidades¹⁶. Lopes et al.¹⁵ também encontraram uma queda expressiva das medidas de fluxo aéreo na presença de grandes opacidades, especialmente no FEF_{25-75%} e na relação FEF_{25-75%}/CVF.

Tipos de distúrbios respiratórios

A silicose pode gerar distúrbio obstrutivo, restritivo ou misto. A limitação do fluxo aéreo pode estar relacionada à presença de linfonodomegalia, broncoestenose e enfisema^{9,14-16}. Ooi et al.¹⁴ sugerem que uma alteração do parênquima pulmonar causada por formação de fibrose maciça progressiva (FMP) leva a um aumento nos espaços aéreos adjacentes e, conseqüentemente, características funcionais obstrutivas. O desenvolvimento de FMP e o espessamento pleural geram diminuição da complacência pulmonar compatível com distúrbio restritivo¹⁶. Comumente, os fatores etiológicos obstrutivos e restritivos se manifestam simultaneamente. Entretanto, as repercussões funcionais mais predominantes são obstrutivas. Tosse crônica, produção de escarro e episódios de sibilância são sintomas respiratórios muito encontrados em trabalhadores de minas, e indicam anormalidades das vias aéreas^{9,15,16} (Tabela 1).

A relevância de se conhecer o tipo de distúrbio ventilatório predominante se refere às diferentes peculiaridades entre elas com relação à etiologia e as repercussões funcionais. Ooi et al.¹⁴ utilizaram TC para avaliar se a FMP associada ao desenvolvimento de enfisema tem implicações na função pulmonar em indivíduos com silicose. Os autores verificaram que ambas as condições influenciaram os valores do VEF₁ e do VEF₁/CVF,

implicando em declínio progressivo da função pulmonar de acordo com o aumento da profusão nodular e da fibrose do parênquima pulmonar.

Mineiros e capacidade de exercício físico

O TC6 avalia as respostas globais e integradas dos sistemas cardiorrespiratório e metabólico envolvidas durante o exercício físico, refletindo no desempenho físico do avaliado por meio da realização de esforço submáximo^{4,29}. Esse teste tem maior eficácia para refletir a capacidade de exercício do trabalhador, visto que este será sujeito a circunstâncias que exigem esforço submáximo semelhante ao nível funcional das atividades físicas laborais diárias^{28,29}. Essa é uma vantagem do TC6 em relação à espirometria, pois o VEF₁ não condiz com o padrão respiratório adotado no cotidiano dos mineiros^{28,29}.

Mineiros de carvão podem ter alteração na capacidade de exercício físico por influência da idade, do hábito tabágico e das condições laborais de exposição adotadas cronicamente na vida profissional. Como visto anteriormente, estas também causam modificações nos parâmetros de normalidade da função pulmonar determinada pela espirometria^{11,33}.

Cooper e Johnson³³ investigaram a relação entre capacidade de exercício físico, função pulmonar e características dos mineiros de carvão, tais como, idade, tempo de trabalho e o hábito de fumar. Os indivíduos realizaram o protocolo de Bruce em esteira com aumento da velocidade e de inclinação em intervalos de três minutos e monitoramento contínuo com o eletrocardiograma. Em seus resultados, a capacidade do exercício teve relação negativa com idades mais elevadas, maior tempo de trabalho e menores valores da CVF.

Esses pesquisadores verificaram que o declínio do VEF₁ foi determinado, principalmente, pelas repercussões funcionais do cigarro, e o declínio da CVF pela exposição cumulativa à poeira de carvão. Apesar de não terem utilizado o TC6, os resultados encontrados fornecem informações importantes sobre os fatores que interferem cronicamente na aptidão física de mineiros de carvão.

Noh²⁷ analisou a relação entre sintomas respiratórios, alterações na radiografia de tórax, testes de função pulmonar e desempenho físico no TC6 em mineiros de carvão com pneumoconiose. Esse autor verificou que quanto maiores eram a ventilação voluntária máxima (VVM) e a CVF, maior a distância percorrida no teste; em contrapartida, aumento no índice de reserva respiratório (IRR) e um quadro sintomático de tosse e dispneia por um período maior ou igual a três meses corresponderam a um pior desempenho físico. A classificação da gravidade da doença, segundo a avaliação radiográfica,

não influenciou na capacidade de execução do teste, exibindo a deficiência deste método de avaliação em mensurar alterações que envolvam integração do sistema respiratório e da capacidade de exercício (Tabela 2).

Em vários estudos com ex-mineiros o tempo de exposição à sílica tem sido abordado como um dos fatores de risco para as pneumoconioses. Nesse sentido, Noh et al.²⁸, ao avaliarem o TC6 como complemento no diagnóstico da pneumoconiose em ex-mineiros de carvão (n=86, 54 - 82 anos) demonstraram que a média de distância percorrida em seis minutos foi de 469m. Verificou-se uma diferença significativa (p=0,03) na distância percorrida entre os indivíduos que apresentaram limitações funcionais avaliadas pela espirometria, sendo que 491m determinou um desempenho físico considerado normal e 467m demonstrou um baixo desempenho físico. Portanto, quanto maior a presença de comprometimento funcional pulmonar, menor foi a distância percorrida no TC6. Pode-se constatar esse fato observando-se as variáveis espirométricas por meio da CVF (477m para CVF≥80% e 424m para CVF<80%, p=0,03) e da VVM (477m para VVM normal e 396m para VVM abaixo dos padrões de normalidade, p=0,003). Esses autores constataram, também, que quanto maior a pontuação no questionário do MRC, menor a distância percorrida pelos indivíduos (p=0,04), ou seja, quanto maior o grau subjetivo de dispnéia, maior o déficit no desempenho físico. Desse modo, uma pontuação no MRC igual a 0, obteve-se uma distância percorrida de 534m; para um MRC igual a 1, 2 e 3, as médias das distâncias foram 498, 468 e 416m, respectivamente.

Favre et al.²⁶ avaliaram a dispnéia de esforço, também em ex-mineiros de carvão (n=38), com idades médias de 69,7 ± 6,7 anos e tempo médio de exposição ocupacional igual a 27 anos. Esses foram classificados de acordo com os resultados do teste de função pulmonar, por meio da pletismografia (GN: grupo normal; GO: grupo obstrutivo; GR: grupo restritivo; GCIT: grupo com comprometimento isolado da troca gasosa). Os autores obtiveram em geral, como resultados no TC6, uma distância média percorrida de 403m, ou seja, 84% do valor previsto (m), considerando as equações de referência de Enright e Sherril³⁸.

No entanto, o desempenho físico durante esse teste apresentou maior déficit quando as limitações ao fluxo aéreo eram maiores (GO=349±47m e GR=343±92m). O VO₂ de pico, avaliado com o teste de esforço máximo em ciclo ergômetro, apresentou-se, também, reduzido em todos os grupos. Enquanto a média encontrada no GN foi 73,4 ± 20,7% do valor de referência de Jones³⁹, nos demais grupos a média foi de 70,4 ± 15,9%. Essa diminuição na capacidade máxima de exercício pode ser explicada pela limitação ventilatória verificada em 37%

dos indivíduos e avaliada por meio da pletismografia, pela limitação cardíaca verificada em 24% dos indivíduos e avaliada com o eletrocardiograma, e por limitações em ambos os parâmetros fisiológicos, verificadas em 8% desses trabalhadores.

Obteve-se uma pequena correlação, ainda significativa, entre o TC6 e o VO₂ de pico (r=0,37; p=0,03) e entre o questionário SGRQ e o TC6 (r=-0,41; p=0,01). Não foram encontradas correlações significativas entre parâmetros pulmonares e o VO₂ de pico, da mesma forma que não foram encontradas diferenças significativas entre os valores de VO₂ de pico nos quatro grupos avaliados (GN: VO₂=1208±290L/min; GO: VO₂=1252±333L/min; GR: VO₂=1066±140L/min; GCIT: VO₂=1072±221L/min²⁶). O VO₂ de pico é uma variável que fornece informações a respeito do condicionamento aeróbico dos indivíduos, sendo que neste trabalho os indivíduos não apresentaram diferenças significativas.

Baseado nestes estudos pode-se verificar que o TC6 sugere alta sensibilidade na detecção de limitação na capacidade aeróbica, mesmo quando os testes de função pulmonar realizados em mineiros e ex-mineiros apresentam-se normais. Devido a esse fato e à simplicidade de sua execução, esse teste pode ser proposto como complementar ao teste de avaliação da função pulmonar. Dessa forma, é possível detectar limitação durante o exercício mesmo quando existe uma grande diferença entre a queixa clínica do indivíduo (presença de dispnéia) e os valores normais da função pulmonar.

Conclusão

As alterações estruturais e funcionais verificadas no sistema respiratório em trabalhadores com exposição laboral à poeira são bem evidenciadas na literatura. Eles estão sujeitos à pneumoconiose e conseqüentemente à dispnéia, ao realizarem esforços, terem tosse, expectoração, sibilos, dor torácica, astenia, e em casos mais severos, podem apresentar comprometimento cardíaco, como *cor pulmonale* e insuficiência respiratória, que podem levar a óbito. A idade, a quantidade de partículas em suspensão e o tempo de exposição são fatores que influenciam a deterioração da função pulmonar. Os instrumentos de avaliação mais utilizados nesses estudos são a radiografia de tórax, espirometria, TC e TCAR. No entanto, verificou-se que existem limitações para detectar anormalidades na fase inicial da doença por meio da radiografia de tórax e espirometria, ainda que as provas de função pulmonar sejam indispensáveis na avaliação da disfunção ou incapacidade de trabalhadores com silicose. A TC e a TCAR tem se mostrado mais sensíveis para mensurar precocemente a progressão dos

acometimentos, mas são instrumentos de alto custo financeiro, o que dificulta sua disponibilidade na prática clínica. Apesar dos poucos trabalhos científicos abordando essa temática, o TC6 tem sido clinicamente sensível na obtenção de variáveis que indiquem as repercussões funcionais e a capacidade de exercício durante a pneumoconiose. O TC6, mesmo não estando previsto na legislação trabalhista, poderia ser uma alternativa complementar de baixo custo, fácil aplicabilidade e validade clínica capaz de avaliar sinais e sintomas característicos de alterações do sistema cardiorrespiratório.

Referências

1. Brasil. Ministério da Saúde. Secretaria de Atenção à Saúde. Departamento de Ações Programáticas Estratégicas. Pneumoconioses. Brasília: Ministério da Saúde, 2006. (Série A. Normas e Manuais Técnicos) (Saúde do Trabalhador; 6. Protocolos de Complexidade Diferenciada).
2. Capitani EMD, Algranti E. Outras pneumoconioses. *J Bras Pneumol.* 2006;32(Supl 1):S54-S59.
3. Kitamura S, Bagatin E, Capitani EM. Toxicologia da sílica. *J Bras Pneumol.* 1996;22(4):185-94.
4. American Thoracic Society. European Respiratory Society. ATS/ERS statement on respiratory muscle testing. *Am J Respir Crit Care Med.* 2002;166(4):518-624.
5. Bagatin E, Kitamura S. História Ocupacional. *J Bras Pneumol.* 2006;32(Supl 1):S12-S16.
6. Algranti E. Métodos de investigação em doenças ocupacionais pulmonares. *J Bras Pneumol.* 1994;20:165-73.
7. Brasil. Ministério do Trabalho. Secretaria de Segurança e Saúde do Trabalho. Instrução Normativa SSS/MTb nº 1, de 11 de abril de 1994. Estabelece o Regulamento Técnico sobre o uso de equipamentos para proteção respiratória [Internet]. 1994. [citado em 2015 mar 2]. Disponível em: <http://www.ipef.br/legislacao/bdlegislacao/arquivos/5203.rtf>.
8. Terra Filho M, Santos UP. Silicose. *J Bras Pneumol.* 2006;32(Supl 2):S59-S65.
9. Yang SC, Lin YF. Airway function and respiratory resistance in Taiwanese coal workers with simple pneumoconiosis. *Chang Gung Med J.* 2009;32(4):438-46.
10. Hnizdo E. Loss of lung function associated with exposure to silica dust and with smoking and its relation to disability and mortality in South African gold miners. *Br J Ind Med.* 1992;49(7):472-9.
11. Hnizdo E, Churchyard G, Dowdeswel R. Lung function prediction equations derived from healthy South African gold miners. *Occup Environ Med.* 2000;57(10):698-705.
12. Soutar C, Hurley J, Miller B, Cowie H, Buchanan D. Dust concentrations and respiratory risks in coalminers: key risk estimates from the British pneumoconiosis field research. *Occup Environ Med.* 2004;61(6):477-81.
13. Harber P, Tashkin DP, Simmons M, Crawford L, Hnizdo E, Connett J et al. Effect of occupational exposures on decline of lung function in early chronic obstructive pulmonary disease. *Am J Respir Crit Care Med.* 2007;176(10):994-1000.
14. Ooi GC, Tsang KW, Cheung TF, Khong PL, Ho IW, Ip MS et al. Silicosis in 76 men: qualitative and quantitative CT: evaluation-clinical-radiologic correlation study. *Radiology.* 2003;228(3):816-25.
15. Lopes AJ, Noronha AJ, Maeda TY, Araújo AJ, Melo PL, Capone D et al. Comparação da função pulmonar com a radiografia de tórax em trabalhadores expostos à sílica. *Pulmão RJ.* 2007;16(1):6-11.
16. Lopes AJ, Mogami R, Capone D, Tessarollo B, Melo PL, Jansen JM. Tomografia computadorizada de alta resolução na silicose: correlação com radiografia e testes de função pulmonar. *J Bras Pneumol.* 2008;34(5):264-72.
17. International Agency for Research on Cancer. Silica, some silicates, coal dust and para-aramid fibrils. Lyon: IARC; 1997. (IARC Monographs on the Evaluation of Carcinogenic Risks to Humans, 68).
18. Brasil. Ministério do Trabalho. Portaria GM/SSSTb nº 24, de 29 de dezembro de 1994. Normas Regulamentadoras da Consolidação das Leis do Trabalho, relativas à Segurança e Medicina do Trabalho. *Diário Oficial União* 30 dez 1994; Seção 1: 21278-80.
19. International Labour Office. Guidelines for use of ILO International Classification of Radiographs of Pneumoconioses. Geneva: ILO, 1980. (Occupational Safety and Health Series, 22).
20. 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.
21. Sun Y, Bochmann F, Morfeld P, Ulm K, Liu Y, Wang H et al. Change of exposure response over time and long-term risk of silicosis among a cohort of Chinese pottery workers. *Int J Environ Res Public Health.* 2011;8(7):2923-36.
22. Bauer TT, Heyer CM, Duchna HW, Andreas K, Weber A, Schmidt EW et al. Radiological findings, pulmonary function and dyspnea in underground coal miners. *Respiration.* 2007;74(1):80-7.
23. 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(6):703-17.
24. Arakawa H, Gevenois PA, Saito Y, Shida H, Maertelaer V, Morikubo H et al. Silicosis: expiratory thin-section CT assessment of airway obstruction. *Radiology.* 2005;236(3):1059-66.
25. Mesquita Júnior JA, Lopes AJ, Jansen JM, Melo PL. Using the forced oscillation technique to evaluate respiratory resistance in silicosis. *J Bras Pneumol.* 2006;32(3):213-20.
26. Favre MN, Roche F, Januel B, Rigaudière Ph, Seydoux D, Fournel P et al. Exercise test and evaluation of exertional dyspnoea in former coal miners. *Rev Mal Respir.* 2002;19(3):315-22.

27. Noh SR. Availability of the 6-min walk test in coal workers' pneumoconiosis evaluations. *Chest*. 2010;137(6):1492-3.
28. Noh SR, Kwon MH, Pak YS, Paek DM. Validity of 6-minute walk test in coal workers' pneumoconiosis evaluations. *Epidemiology*. 2009;20(6):S221.
29. Morales-Blanhir JE, Vidal CDP, Romero MJR, Castro MMG, Villegas AL, Zamboni M. Teste de caminhada de seis minutos: uma ferramenta valiosa na avaliação do comprometimento pulmonar. *J Bras Pneumol*. 2011;37(1):110-17.
30. Cowie RL. The influence of silicosis on deteriorating lung function in gold miners. *Chest*. 1998;113(2):340-3.
31. Kuempel ED, Wheeler MW, Smith RJ, Vallyathan V, Green FH. Contributions of dust exposure and cigarette smoking to emphysema severity in coal miners in the United States. *Am J Respir Crit Care Med*. 2009;180(3):257-64.
32. Wang ML, Wu ZE, Du QG, Petsonk EL, Peng KL, Li YD et al. A prospective cohort study among new Chinese coal miners: the early pattern of lung function change. *Occup Environ Med*. 2005;62(11):800-5.
33. Cooper JK, Johnson TP. Exercise capacity in coal workers' pneumoconiosis: an analysis using causal modelling. *Br J Ind Med*. 1990;47(1):52-7.
34. Beekman LF, Wang M, Petsonk EL, Wagner GR. Rapid declines in FEV₁ and subsequent respiratory symptoms, illnesses, and mortality in coal miners in the United States. *Am J Respir Crit Care Med*. 2001;163(3 Pt 1):633-9.
35. Neder JA, Bagatin E, Nery LE. Avaliação da disfunção e da incapacidade nas pneumoconioses. *J Bras Pneumol*. 2006;32(Supl 2):S112-7.
36. Sousa TC, Jardim JR, Jones P. Validação do Questionário do Hospital Saint George na Doença Respiratória (SGRQ) em pacientes portadores de doença pulmonar obstrutiva crônica no Brasil. *J Pneumologia*. 2000;26(3):119-28.
37. Wang ML, Petsonk EL, Beekman L, Wagner GR. Clinically important FEV₁ declines among coal miners: an exploration of previously unrecognized determinants. *Occup Environ Med*. 1999;56(12):837-44.
38. Enright PL, Sherrill DL. Reference equations for the six-minute walk in healthy adults. *Am J Respir Crit Care Med*. 1998;158(5 Pt 1):1384-7.
39. Jones NL. *Clinical exercise testing*. 3. ed. Philadelphia: WB Saunders Co; 1988.

Como citar este artigo:

Silva LN, Coertjens M, Costa TPS. Existem métodos alternativos para avaliação da repercussão funcional da pneumoconiose em mineiros? Uma revisão narrativa. *Rev. Aten. Saúde*. 2016;14(50):96-104.