

Como citar este artigo: Santos M, Almeida A, Lopes C. Qual a Validade ou Utilidade das Espirometrias efetuadas na Saúde Ocupacional? Revista Portuguesa de Saúde Ocupacional online. 2021, 11, 183-199. DOI:10.31252/RPSO.09.01.2021

QUAL A VALIDADE OU UTILIDADE DAS ESPIROMETRIAS EFETUADAS NA SAÚDE OCUPACIONAL?

WHAT IS THE VALIDITY OR UTILITY OF THE SPIROMETRIES PERFORMED AT OCCUPATIONAL HEALTH?

TIPO DE ARTIGO: Revisão Bibliográfica

AUTORES: Santos M¹, Almeida A², Lopes C³

RESUMO

Introdução/enquadramento/objetivos

A realização e interpretação da espirometria está dependente de múltiplas condições que fazem com que este exame seja de grande complexidade, quer na fase de execução, quer na interpretação, o que exige formação específica por parte dos profissionais envolvidos. Por vezes o técnico que a executa não é capaz de integrar os dados obtidos com a situação clínica e proporcionar uma leitura correta do exame; para além disso, alguns médicos (não Pneumologistas) pouco treino têm relativo à interpretação, sendo que o relatório automático proporcionado pelo espirómetro pode ter pouca qualidade. A adicionar, a espirometria nem sempre se faz nos trabalhadores com fatores de risco capazes de alterar a capacidade respiratória ou com tarefas capazes de serem modulados negativamente por alterações nesta última.

Pretende-se com esta revisão bibliográfica explicar sumariamente o exame em si e tentar analisar qual a validade ou utilidade que este possa ter para a Saúde Ocupacional, em função das condições em que é geralmente realizado.

Metodologia

Trata-se de uma Revisão Bibliográfica, iniciada através de uma pesquisa realizada em novembro de 2020 nas bases de dados "CINALH plus with full text, Medline with full text, Database of Abstracts of Reviews of Effects, Cochrane Central Register of Controlled Trials, Cochrane Database of Systematic Reviews, Cochrane Methodology Register, Nursing and Allied Health Collection: comprehensive, MedicLatina e RCAAP".

Conteúdo

A espirometria é o teste mais frequentemente executado para avaliar a função pulmonar. Mede o ar que entra e sai dos pulmões, permitindo o diagnóstico e a quantificação das anormalidades ventilatórias, sendo que os valores de referência dependem de fatores como a etnia, peso, altura, sexo, idade, altitude e temperatura.

A quantificação da função pulmonar é relevante para a classificação da aptidão e outras decisões. A sua eficácia depende da qualidade de execução; se esta for precária, pode originar falsos positivos e negativos, atribuindo estatutos de saúde incorretos aos trabalhadores.

¹ Mónica Santos

Licenciada em Medicina; Especialista em Medicina Geral e Familiar; Mestre em Ciências do Desporto; Especialista em Medicina do Trabalho e Doutoranda em Segurança e Saúde Ocupacionais, na Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto. Presentemente a exercer nas empresas Securilabor, Medimarco, Higiformed e Medilavor; Diretora Clínica da empresa Quercia; Diretora da Revista Portuguesa de Saúde Ocupacional online. Endereços para correspondência: Rua Agostinho Fernando Oliveira Guedes, 42, 4420-009 Gondomar. E-mail: s_monica_santos@hotmail.com

² Armando Almeida

Enfermeiro Especialista em Enfermagem Comunitária, com Competência Acrescida em Enfermagem do Trabalho. Doutorado em Enfermagem; Mestre em Enfermagem Avançada; Pós-graduado em Supervisão Clínica e em Sistemas de Informação em Enfermagem; Professor Auxiliar Convidado na Universidade Católica Portuguesa, Instituto da Ciências da Saúde - Escola de Enfermagem (Porto) onde Coordena a Pós-Graduação em Enfermagem do Trabalho; Diretor Adjunto da Revista Portuguesa de Saúde Ocupacional online. 4420-009 Gondomar. E-mail: aalmeida@porto.ucp.pt

³ Catarina Lopes

Licenciada em Enfermagem, desde 2010, pela Escola Superior de Saúde Vale do Ave. A exercer funções na área da Saúde Ocupacional desde 2011 como Enfermeira do trabalho autorizada pela Direção Geral de Saúde, tendo sido a responsável pela gestão do departamento de Saúde Ocupacional de uma empresa prestadora de serviços externos durante sete anos. Atualmente acumula funções como Enfermeira de Saúde Ocupacional e exerce como Enfermeira Generalista na SNS24. Encontra-se a frequentar o curso Técnico Superior de Segurança do Trabalho. 4715-028. Braga. E-mail: catarinafflopes@gmail.com

Discussão e Conclusões

Assimilando o que genericamente está descrito sobre a espirometria no seu global, poder-se-á inferir que, em função das condições em que o exame geralmente é executado na Saúde Ocupacional e das habilitações/treino dos profissionais que as tentam executar, será muito provável que não sejam uma mais-valia para a classificação de aptidão laboral ou tomada de outras decisões.

Seria desejável que o exame fosse executado apenas por técnicos habilitados, capazes de cumprir com os critérios mínimos de qualidade e de elaborar relatórios completos e exatos; bem como proporcionar treino de leitura aos Médicos do Trabalho menos familiarizados com o exame.

Seria muito interessante que existisse uma ou mais equipas de Saúde Ocupacional com capacidade logística e ousadia para se autoavaliarem em relação à capacidade de execução e leitura de espirometrias, divulgando os dados e conclusões obtidas, bem como sugestões de melhoria, uteis a qualquer profissional/empresa a exercer neste setor, publicados em artigo científico.

Palavras-chave: espirometria, saúde ocupacional e medicina do trabalho.

ABSTRACT

Introduction/framework/objectives

Spirometry performance and interpretation is dependent on multiple conditions that make this exam extremely complex, both in the execution phase and in extrapolation from its reading, which requires specific training by health professionals involved. In addition, spirometry is not always executed in workers with risk factors capable of altering respiratory capacity or with tasks capable of being negatively modulated by alterations in the latter. The technician who generally executes has no training and is not able to integrate the data obtained with the clinical situation and provide an accurate result. In addition, some physicians (not Pneumologists) little training have relative to interpretation of the exam, being that the automatic report provided by the spirometer can have little quality.

The aim of this bibliographic review is to summarily explain the exam and to attempt to analyze the validity or usefulness of it for Occupational Health, based on the conditions in which it was generally carried out.

Methodology

This is a Bibliographic Review, initiated through a research carried out in November 2020, in the databases "CINALH plus with full text, Medline with full text, Database of Abstracts of Reviews of Effects, Cochrane Central Register of Controlled Trials, Cochrane Database of Systematic Reviews, Cochrane Methodology Register, Nursing and Allied Health Collection: comprehensive, MedicLatina and RCAAP".

Content

Spirometry is the most frequently performed test to assess lung function. It measures the air entering and leaving the lungs, allowing the diagnosis and quantification of ventilatory abnormalities, and the reference values depend on factors such as ethnicity, weight, height, sex, age, altitude and temperature.

Few studies have mentioned direct data related to the validity and usefulness of spirometry performed in an occupational context, however, some articles have compared its performance in hospital settings and in primary health care, allowing extrapolation.

For occupational health, the quantification of lung function is relevant to the classification of fitness and other decisions. Its effectiveness, when performed periodically, depends on the quality of execution; if it is precarious, it can give rise to false positives and false negatives, attributing incorrect health status to workers.

Discussion and Conclusions

By assimilating what is generally described about spirometry as a whole, it can be inferred that, depending on the conditions under which the exam is usually performed in Occupational Health and the qualifications/training of the professionals who try to perform and read it, it will be most likely they are not an asset for the classification of job aptitude or other decisions

It would be desirable that this exam will be carried out only by qualified technicians, to produce reliable results, capable of meeting minimum quality criteria and producing complete and accurate reports; as well as providing reading training to Occupational Physicians, less familiar with the exam.

It would be very interesting if there were one or more Occupational Health teams with capacity and boldness to evaluate themselves in relation to the ability to perform and read spirometries, disseminating the data and conclusions obtained, as well as suggestions for improvement, useful to any professional/company that works in this sector, published in a scientific article.

Keywords: spirometry, occupational health, work medicine.

INTRODUÇÃO

Ainda que nesta fase COVID as espirometrias não estejam a ser executadas devido ao risco biológico, estas costumam ser efetuadas em diversos trabalhadores, durante alguns exames de Saúde Ocupacional. Contudo, na generalidade das situações, o técnico que as executa não tem treino/formação para as realizar e muito menos é capaz de integrar os dados obtidos com a situação clínica e proporcionar uma leitura da mesma; para além disso, parte dos médicos (não Pneumologistas) pouco treino tem relativo à interpretação do exame, sendo que o relatório automático proporcionado pelo espirómetro pode ter pouca qualidade. A adicionar, a espirometria nem sempre se faz nos trabalhadores com fatores de risco capazes de alterar a capacidade respiratória ou com tarefas capazes de serem modulados negativamente por alterações nesta última.

Pretende-se com esta revisão bibliográfica explicar sumariamente o exame em si e tentar analisar qual a validade ou utilidade que este possa ter para a Saúde Ocupacional, em função das condições em que é geralmente realizado.

METODOLOGIA

Em função da metodologia **PICo**, foram considerados:

-**P** (*population*): Trabalhadores sujeitos a espirometria nos exames da Saúde Ocupacional.

-**I** (*interest*): reunir conhecimentos relevantes sobre o exame em si e relativamente à validade e utilidade do mesmo na Saúde Laboral

-**C** (*context*): qualidade dos serviços de Saúde Ocupacional.

Assim, a pergunta protocolar será: Qual a validade e utilidade das espirometrias executadas em contexto laboral?

Foi realizada uma pesquisa em novembro de 2020 nas bases de dados “*CINALH plus with full text, Medline with full text, Database of Abstracts of Reviews of Effects, Cochrane Central Register of Controlled Trials, Cochrane Database of Systematic Reviews, Cochrane Methodology Register, Nursing and Allied Health Collection: comprehensive, MedicLatina e RCAAP*”.

No quadro 1 podem ser consultadas as expressões/ palavras-chave utilizadas nas bases de dados.

Quadro 1- Pesquisa efetuada

Motor de busca	Password 1	Password 2 e seguintes, caso existam	Crítérios	Nº de documentos obtidos	Nº da pesquisa	Pesquisa efetuada ou não	Nº do documento na pesquisa	Codificação inicial	Codificação final
RCAAP	espirometria		titulo	93	1	Sim	Sem número	R1 R2	- 2
EBSCO (CINALH, Medline, Database of Abstracts and Reviews, Central Register of Controlled Trials, Cochrane Database of Systematic Reviews, Nursing & Allied Health Collection e MedicLatina)	spirometry		-humano -acesso a resumo	34.080	2	Não	-	-	-
		+ occupational health		420	3		-	-	-
		+ data igual ou superior a 2010		217	4		59 174 175 176 178	OE1 OE2 OE3 OE4 OE5	11 6 7 24 19
		+ healthy workers		19	5		2 14	OE6 OE7	- -
	2ª fase da pesquisa	+ validity	-humano -acesso a resumo e texto completo -2010 a 2020	101	6	Sim	38 48 41	EV1 EV2 EV3	17 8 30
		+ sensitivity		290	7		26 29=26	ES1 -	4 -
		+ efficiency		48	8		-	-	-
		+ reliability		95	9		2 3 4 22 34	ER1 ER2 ER3 ER4 ER5	- 14 3 15 16
		+ quality		634	10		6= ER4 20 104 176 230 247 260 273 286 331 361 410 423 432 439 481 487 527	- EQ1 EQ2 EQ3 EQ4 EQ5 EQ6 EQ7 EQ8 EQ9 EQ10 EQ11 EQ12 EQ13 EQ14 EQ15 EQ16 EQ17	- 25 9 18 23 - 1 20 22 28 10 13 12 21 26 29 27 5
		+efficacy		206	11		-	-	-

CONTEÚDO

Utilidade genérica da Espirometria

A espirometria é o teste mais frequentemente executado para avaliar a função pulmonar (1). Mede o ar que entra e sai dos pulmões, permitindo o diagnóstico e a quantificação das anormalidades ventilatórias (2) (3)-contudo, raramente providencia um diagnóstico específico, ou seja, geralmente indica alterações no padrão ventilatório. Proporciona informações relativas às propriedades mecânicas do pulmão e caixa torácica, bem como vias respiratórias, parênquima e pleura; auxiliando em algumas decisões (1). Poderá ser útil para, por exemplo, asmáticos ou outros doentes pulmonares, para os quais se pretende avaliar a eficácia de terapêuticas instituídas (2) (3) (4).

O valor da espirometria fica potenciado quando a qualidade da execução é boa e quando é aplicada em populações de alto risco, para identificar casos positivos e não propriamente como rastreio (5).

Utilidade específica do exame na Saúde Ocupacional

A eficácia da espirometria periódica a nível ocupacional depende da qualidade de execução (6); se esta for precária, as conclusões podem ser enganadoras, atribuindo estatutos de saúde incorretos aos trabalhadores (7) (8). A quantificação da função pulmonar é relevante para a classificação da aptidão e outras decisões; logo, é necessário melhorar a qualidade de execução deste exame, neste contexto (9) (10). Falsos positivos e falsos negativos podem originar situações não aceitáveis em contexto de saúde ocupacional (8).

Está recomendada para os trabalhadores com tarefas que possam potenciar o surgimento de doenças pulmonares, bem como para estimar a capacidade pulmonar para usar equipamentos laborais específicos e/ou para avaliar a saúde global do funcionário (8). Ela consegue detetar alterações precoces na função pulmonar de trabalhadores expostos, por exemplo, a agentes químicos poluentes (11).

Contudo, em alguns contextos, verificou-se que alguns trabalhadores com espirometria normal apresentavam sintomas. Logo, a utilização de um questionário sintomático poderá ser mais relevante que a espirometria (2).

Tipos de Espirometrias e Espirómetros

A espirometria quantifica volumes pulmonares que dependem das propriedades físicas das vias respiratórias, parênquima pulmonar, pleura, parede torácica e músculos respiratórios (12).

John Hutchinson constituiu o primeiro espirómetro em 1844. Existem dois grandes tipos de espirómetros: de volume e de fluxo (4).

Os primeiros também se designam por circuito fechado e registam a quantidade de ar mobilizada numa inspiração e expiração, num tempo determinado, criando uma curva de volume/tempo. A limpeza deve ser realizada com rigor, devido ao risco de colonização microbiológica. A sua calibração é mais exata. Devido ao seu peso e dimensão, a sua utilização fora do ambiente hospitalar fica dificultada. Podem ainda dividir-se em húmidos (água que se desloca em função das variações em volume) e secos (estrutura em fole, que se distende com a exalação forçada) (4).

Por sua vez, os espirómetros de fluxo são os mais utilizados presentemente e também são designados por circuito aberto; registam fluxos inspiratórios e expiratórios. São leves e fáceis de transportar. O risco biológico diminui uma vez que têm dispositivos orais (e às vezes até filtros) descartáveis. Existem vários subtipos; os mais utilizados são os fluxómetros de turbina (mais frágeis e com menos qualidade) e os pneumatócógrafos (4).

Contudo, segundo alguns investigadores, os espirómetros portáteis não deviam ser usados para diagnóstico concreto, mas sim rastreio de identificação dos indivíduos que necessitam de realizar o exame completo (10). Espirómetros mais simples e económicos apenas quantificam o volume de ar exalado após uma inalação máxima; contudo, esta versão exige mais coordenação do indivíduo e dificulta a perceção da qualidade do exame- logo, estes modelos podem ser problemáticos (13). No entanto, alguns estudos consideraram que espirómetros portáteis obtiveram um desempenho equivalente aos modelos convencionais, realçando-se o facto de serem mais práticos de manusear e mais económicos (14), mesmo em indivíduos com asma e DPCO (doença pulmonar crónica obstrutiva) (15) e até fora do ambiente hospitalar (16).

A visualização dos dados criados durante o exame pode ocorrer num computador, mas o *software* e o *hardware* têm de ser compatíveis. A empresa produtora de espirómetros deverá proporcionar um treino inicial, bem como apoio técnico para questões que surjam posteriormente. Seria desejável que também notificassem a existência de *upgrades* (13).

Alguns aparelhos enviam alertas que ajudam a potenciar a qualidade, como início falso, hesitação ou outros critérios não cumpridos (13).

Existem modelos que exigem a introdução de dados relativos à temperatura ambiente, pressão e/ou altitude, valores estes que devem ser medidos, se possível, e não estimados (13).

A adequação do exame depende das competências de quem o executa, do estado do espirômetro, do controle da qualidade efetuado e da colaboração do indivíduo testado (12).

Parâmetros obtidos no exame

A CVF (Capacidade Vital Forçada) é o volume máximo de ar que pode ser expirado numa expiração forçada e completa, após uma inspiração forçada (4) (10) (12) (13).

O VEF1 (Volume Expiratório Forçado) é o volume máximo de ar que pode ser expelido no primeiro segundo de uma expiração forçada, após uma inspiração forçada (4) (10) (12) (13). O VEFx aplica-se aos primeiros “x” segundos (12)- por exemplo, pode usar-se o VEF6 e/ou o quociente VEF1/VEF6 (4); o VEFx% poderá corresponder aos 25, 50 ou 75% e tem como unidades litros/segundo- l/s) (12). Por exemplo, o VEF25-75% (fluxo máximo a meio de uma manobra para obter o CVF, igualmente em l/s) (12) (13). Outros autores publicaram que os fluxos 25-50, 50-75 geralmente não acrescentam informação válida, podendo ter interesse em situação de obstrução extratorácica (1).

Para contornar a dificuldade de obter o CVF correto, poderá haver a alternativa de usar o VEF6 (volume expiratório forçado em seis segundos) (16).

O VEF1/CVF é a quantidade de ar exalado no primeiro segundo de uma expiração forçada, após uma inspiração máxima, expressa em percentagem e em função da quantidade expirada, independentemente do tempo, durante uma manobra forçada (4) (10) (12) (13).

O CVF, VEF1 e VEF6; VEF1/ CVF ou VEF1/ VEF6 podem avaliar a obstrução, com elevadas sensibilidade e especificidades (4).

Deve registar-se a capacidade vital relaxada (CVR), ou seja, volume máximo de ar que pode ser expirado durante uma expiração completa e relaxada. Este parâmetro pode ser mais importante que a capacidade vital forçada, sobretudo em indivíduos com doença obstrutiva (10).

Significado dos valores obtidos

Como exemplos de alterações obstrutivas podem ser citados a asma, DPCO, fibrose quística, bronquiectasias, sequelas pós tuberculose pulmonar, bronquiolite, doença pulmonar eosinofílica, sarcoidose, cancro e estenose (1). Outros autores também acrescentam a deficiência da alfa 1 antitripsina e silicose (precoce) (3).

A nível restritivo pode considerar-se a escoliose e outras alterações equivalentes, obesidade, gravidez, doenças neuromusculares, ressecção pulmonar, fibrose quística, bronquiectasias, doenças intersticiais pulmonares, sequelas pós-tuberculose pulmonar, fibrose, pós-cirurgia torácica, cancro do pulmão e infeções (1). Outros investigadores também acrescentam a espondilite anquilosante, cifose, obesidade (mórbida), fármacos (amiodarona, metotrexato, nitrofurantoína), doença intersticial pulmonar (asbestose, beriliose, pneumonia eosinofílica, fibrose pulmonar idiopática, sarcoidose, silicose tardia), doenças neuromusculares (esclerose lateral amiotrófica, síndrome de Guillain-Barré, distrofia muscular e miastenia gravis) (3).

O diagnóstico de asma implica VEF1 menor que 80% do previsto e relação VEF1/CVF menor que 75% em adultos, obstrução essa que desaparece ou melhora substancialmente com um broncodilatador (VEF com aumento de 7% em relação ao valor previsto e 200 ml em números absolutos) (2).

No entanto, a interpretação também deve basear-se na restante informação clínica. Para além disso, uma espirometria normal não excluiu a existência de uma patologia significativa (1).

Parâmetros que interferem com a função pulmonar

Existem parâmetros que têm a capacidade de modular a função pulmonar, nomeadamente:

-etnia (2) (10) (17), ou seja, os valores obtidos em caucasianos são geralmente maiores do que os afro-americanos (11); alguns quantificaram especificamente que na raça negra possam existir valores 10 a 15% inferiores e que indivíduos mestiços obtenham valores intermédios (2). Outros artigos descrevem que os caucasianos geralmente apresentam volumes pulmonares 10 a 15% superiores aos africanos e asiáticos, para alturas equivalentes. Pensa-se que tal poderá justificar-se com detalhes antropométricos, ou seja, maior volume de caixa torácica e membros inferiores mais pequenos nos caucasianos (o que implica um quociente tronco/perna superior). Estas diferenças étnicas também se verificam na infância, mesmo ajustando fatores como diferenças culturais e socioeconómicas, bem como crescimento intrauterino (1). Outras publicações estimaram que os afroamericanos apresentam valores 10% inferiores aos caucasianos e os asiáticos 2 a 8% menos que os caucasianos (13).

-excesso de peso/obesidade (1) (2)/IMC (1) superior a 30 kg/m² (por limitações na expiração) (11); outros realçam que tal se altera apenas para situações de obesidade grave (2); ainda que alguns considerem que a obesidade é a principal justificação para um resultado restritivo (18). Mesmo assim, a contribuição do peso costuma ser menos relevante que a idade e a altura (1). Alguns autores salientam que não se deve registar o peso mencionado pelo indivíduo, mas sim medi-lo diretamente (10).

-altura (5) (10) (17) (indivíduos com alturas extremas poderão ter a sua função pulmonar classificada como anormal (2)). Também se encontra publicado que se verifica uma correlação positiva desta com a altura (1) (13). Alguns investigadores consideram até que o parâmetro que mais influencia o volume pulmonar é a altura (13). Chama-se a atenção de que não se deve registar a altura dita pelo indivíduo, mas sim medi-la efetivamente e sem calçado (10).

-sexo (2) (5) (10) (17) (o género masculino apresenta geralmente valores pulmonares mais elevados (2)). Entre adultos, considera-se que este costuma apresentar maior capacidade vital, bem como CVF e VEF1 10 a 15% superiores (1), mesmo considerando idade e altura equivalentes (1) (13); daí que, dentro de cada população, existam curvas para cada sexo.

-idade (2) (5) (10) (17) (a capacidade cardiorrespiratória demonstrou-se superior nos mais jovens (1) (19)); os valores mais elevados ocorrem geralmente por volta dos 25 e 20 anos, nos sexos masculino e feminino, respetivamente (2) ou aumenta até os 18 a 20 anos no sexo feminino e 20 a 24 no masculino (13). Também se encontraram dados relativos ao facto de que a CVF e o VEF1 geralmente aumentam até os 18- 20 anos, mantêm-se constantes até cerca dos 40 anos e, posteriormente, surge um declínio (ainda que este esteja dependente do sexo e da etnia) (1).

-altitude, ou seja, Indivíduos que habitem em zonas elevadas têm geralmente pulmões maiores (2).

A função pulmonar depende ainda do ambiente, genética e fatores socioeconómicos. Compara-se o resultado obtido com o que seria esperável para um indivíduo do mesmo sexo, idade e características físicas (17). Aliás considera-se que a CVF = constante + coeficiente x idade + coeficiente x altura (1).

Outros parâmetros que modulam o resultado da Espirometria

Para além dos parâmetros mencionados na secção anterior, o resultado é ainda influenciado por:

- modelo do espirómetro (1) (2)
- temperatura (2)
- procedimentos técnicos em geral e seleção e análise das curvas referência, em específico
- profissional que executa o teste (1) (2) (20)
- colaboração do indivíduo testado (1) (20).

Para além disso, existem situações particulares, como o facto de alguns asmáticos puderem apresentar broncoespasmo após uma inspiração profunda; por sua vez, com fibrose pulmonar grave a expiração pode terminar antes dos seis segundos, interferindo com os critérios de qualidade do exame (1).

Também se verificou que, em algumas populações, ocorreu alteração das condições de vida, o que implicou melhorias na função pulmonar, sobretudo em adultos de meia idade e idosos (1).

Instituições de referência

A última standardização das normas saiu em 2005 (1) (17), orientada pela ATS (*American Thoracic Society*) e a ERS (*European Respiratory Society*) (1) (5) (8) (17) (21). Contudo, nem todos os modelos, mesmo aqueles que assim o publicitam, cumprem estas normas, mesmo que certificados (22). A *Canadian Thoracic Society* (CTS) também desenvolveu normas para orientar/acreditar e aferir a qualidade das espirometrias efetuadas fora do ambiente hospitalar, nomeadamente nos cuidados de saúde primários; baseando-se, ainda assim, nos índices da ATS e ERS, de 2005 (13). O não cumprimento das normas de boas práticas para a execução deste exame subestima a função pulmonar de forma significativa (9).

Em 2008 a US Preventive Task Force recomendou que este exame não fosse realizado devido aos falsos positivos e respetivas consequências. Em 2014, a *Global Initiative for Chronic Obstructive Lung Disease* recomendou que a espirometria fosse realizada apenas em indivíduos com mais de quarenta anos e sintomas (dispneia, tosse crónica, expetoração crónica) ou antecedentes familiares de DPOC (23).

Curvas e valores de referência

Os indivíduos selecionados para obter os valores de referência são saudáveis e assintomáticos; considera-se os 95% com valores centrais, ou seja, excluindo os 2,5% inferiores e superiores; dos 8 aos 80 anos. Os valores de referência devem ser adequados à população em causa. A amostra-referência também se deverá emparelhar por questões socioeconómicas e ambientais contudo, tratam-se de parâmetros mais complexos de aferir (1).

A seleção da equação é por isso fundamental na correta interpretação do exame. Todas estas questões deveriam ser levadas em conta antes de comprar determinado espirómetro e respetivo *software*. Se as equações não forem adequadas, erros substanciais na interpretação poderão surgir e respetivas decisões associadas. Mesmo dentro de um mesmo país, poderá haver a necessidade de usar referências diferentes.

O executante pode realizar vários procedimentos e considerar para análise a melhor CVF e o melhor VEF1, mesmo que estejam em curvas diferentes. A troca de equações pode ocorrer após a execução do teste (1).

Os valores de referência mais usados são os provenientes da *European Coal and Steel Community*; outras populações foram, entretanto, estudadas, mas nem todos os espirómetros as têm incluídas (10).

Em alguns países são usados valores de referência antigos, por vezes desadequados, devido às melhorias na saúde global e pulmonar, sobretudo em indivíduos de meia-idade e idosos (17), como já se referiu.

As curvas de referência são obtidas a partir de indivíduos voluntários considerados representativos da população, ainda que, por vezes, os fumadores sejam excluídos. Para se realizarem as equações de regressão julga-se ser necessário um mínimo de 150 indivíduos de cada sexo. Alguns grupos de investigação elaboraram curvas para caucasianos, afro-americanos e asiáticos, inseridas no *software* dos equipamentos, para seleção do executante. Outras equipas, por sua vez, tentaram criar valores de referência que se apliquem a qualquer indivíduo (1).

A generalidade dos espirómetros possui algoritmos para interpretar os dados, classificando em normal, obstrução, restrição ou padrão misto (1).

Trabalhadores muito jovens (até os vinte anos) poderão não ser adequadamente avaliados por valores de referência das crianças ou dos adultos (24).

Boas práticas na interpretação do exame- avaliação da qualidade

Espirometrias de má qualidade poderão levar a decisões erradas (23). A indicação para fazer o exame deve ser clara e ficar registada (12).

Como boas práticas na interpretação está recomendado desligar/desconsiderar a leitura do resultado automático; rever os parâmetros que definem a qualidade e repetibilidade do exame; confirmar se a equação adequada foi selecionada; examinar o formato da curva, bem como parâmetros como FVC, FEV1 e FVC/FEV1; comentar as alterações encontradas no padrão ventilatório e respetiva gravidade; bem como comentar a resposta ao broncodilatador, se usado; responder à questão clínica que suscitou a execução do exame; comparar com espirometrias anteriores, se disponíveis e/ou recomendar outros exames, se necessário (1).

A avaliação da qualidade poderá ser feita numa escala de A e F, na qual o A representa que se superaram os critérios exigidos pela ATS/ERS; B que esses critérios foram atingidos; para C e D, ainda que esse patamar não tenha sido atingido, os dados são clinicamente usáveis e F quando tal não acontece (13) (23).

A qualidade deverá ser avaliada em função de:

- clarificação do início e término do teste (12)
- aceitabilidade da curva gerada (12)
- existência de, pelo menos, três manobras, para calcular a CVF (12)
- tosse (12)
- manobra de valsalva (12)
- hesitação (12)
- fugas (12)
- obstrução pela peça intra-oral (12)
- expiração por, pelo menos, seis segundos (12).

Outros autores consideram que o indivíduo deve fazer no máximo cinco (21) ou oito manobras intervaladas por um ou dois minutos e o exame será aceitável se:

- a curva fluxo-volume tiver um início abrupto e vertical, seguido do fluxo expiratório (4)
- a curva volume-tempo apresentar início vertical, volume expiratório superior a 150 ml ou 5% CVF ou VEF6 (4)

- não apresentar tosse, encerramento da glote ou fugas (1) (4) (10)
- critérios de término: curva fluxo-volume com seis segundos e de volume-tempo com variação superior a 25 ml no final da expiração por pelo menos um segundo (4)
- início do teste sem hesitação (1) (10)
- expirar seis segundos de forma contínua e/ou com *plateau* (alteração menor que 25 ml) por, pelo menos, um segundo (1)
- maior FVC e FEV1 com 150 ml do segundo FVC e FEV1, respetivamente (1) (23); as antigas normas da ATS consideram 200 ml para a segunda situação (23).

Um estudo concluiu que apenas 2,1% dos indivíduos sujeitos a espirometria consegue fazer três manobras que gerem uma CVF aceitável (8).

Por sua vez, um estudo italiano concluiu que a generalidade das espirometrias executadas neste contexto não cumpria as normas da ATS (7).

A nível gráfico a curva deverá atingir um *plateau* de pelo menos um segundo (10). Sugere-se a obtenção de pelo menos três curvas aceitáveis e com pelo menos duas a cumprir os critérios de repetibilidade (12). No final deve-se verificar se os dados do indivíduo estão gravados, se as manobras efetuadas foram tecnicamente aceitáveis e se algum parâmetro sugere erro técnico (10). O gráfico deve mostrar a inspiração e expiração da manobra, bem como o último segundo antes da expiração forçada (13).

A pinça nasal não é obrigatória, mas potencia a qualidade (10).

Autorização/Acreditação para executar Espirometrias

Existem vários países (como a Austrália) onde não existe qualquer entidade oficial que tenha as funções de regular/controlar a técnica de execução das espirometrias (25).

Em Inglaterra, por sua vez, os médicos e enfermeiros dos cuidados de saúde primários precisam de renovar o comprovativo de competências para executar a espirometria, de três em três anos, no sentido de provarem que a conseguem executar e/ou interpretar, após uma prova inicial de competências (18).

No Canadá apenas podem executar espirometrias profissionais de saúde treinados e registados como terapeutas respiratórios ou como técnicos de cardiopneumologia e outros profissionais de saúde com bons conhecimentos de anatomia e fisiologia dos sistemas respiratório e após curso de espirometria. Em qualquer destas situações deverá sempre existir um mês de treino supervisionado. Neste país é legalmente aceite que a interpretação do exame seja efetuada por médicos ou até enfermeiros com preparação específica, ainda que existam formações presenciais e *online* para colmatar tal (13).

De forma sucinta, as principais questões associadas à acreditação são: médico ou enfermeiro treinado em espirometria (interpretação e/ou execução), monitorização de competências, relatório focar os aspetos necessários, resultados serem enviados em tempo adequado, comentários do executante estarem disponíveis para quem interpreta, existir um manual de procedimentos atualizado anualmente relativo a como se efetua o controlo de qualidade, existirem *guidelines* relativas ao risco biológico e procedimentos pré-determinados para emergências médicas (13).

O equipamento deve estar aprovado/homologado para este efeito, bem como calibrado e sujeito a procedimentos de controlo de qualidade (12). As reparações devem ficar devidamente documentadas, bem como alterações de *software* e *hardware* (13).

Calibração

Esta é relevante para obter um exame com qualidade (8). Os aparelhos devem ser regularmente calibrados e anualmente certificados, mesmo quando a marca publicita algo diferente. O processo deve ser diário (10) (12) (13) ou de dez em dez indivíduos, consoante o que ocorrer primeiro (10) ou então duas vezes por dia ou sempre que a temperatura oscilar razoavelmente durante o turno. A validação certifica que a calibração foi feita corretamente. Devem ficar registadas a temperatura, pressão e fase do dia (12). A seringa de calibração vem como acessório de alguns modelos (13).

Risco biológico

Por questão de risco biológico, o aparelho deve ser limpo/desinfetado adequadamente (10).

A nível de material descartável, devem ser usadas luvas de plástico para manusear o dispositivo oral e o clip/pinça nasal. A lavagem das mãos deve ocorrer antes de manusear o espirómetro e entre cada indivíduo. Elementos com suspeita de patologia infecciosa não deverão realizar o teste, não só pelo risco de contaminar o espirómetro, mas também pela eventual não validade dos resultados. Para além disso, indivíduos imunocomprometidos deverão ser os primeiros a serem testados em cada turno (10). O risco de infeção é pequeno mas real, sobretudo através de aerossóis. Este atenua-se com a já mencionada lavagem das mãos, uso de luvas, esterilização ou descarte de componentes após uma utilização (12).

Instruções a fornecer antes de executar o exame

É recomendado fornecer previamente instruções ao elemento testado (que também podem juntar-se ao consentimento pelo procedimento), nomeadamente:

- evitar o consumo de álcool nas últimas quatro horas (12) (13)
- não consumir tabaco na última hora (3) (10) (12)
- não fazer uma refeição volumosa nas últimas quatro horas (10) (12) (13)
- não fazer exercício intenso nos últimos trinta minutos (10) (12) (13)
- não usar roupa justa no momento (10) (12)
- se medicados com broncodilatadores, estes deverão ser trazidos (10)
- chegar antecipadamente, para sentar, relaxar e/ou ir à casa de banho, atempadamente (10).

Qualquer incumprimento deverá ficar registado (12).

Acredita-se que o café não alterará nada (3).

Instruções a fornecer durante o exame

Uma vez que o exame exige cooperação, devem ser dadas indicações, por vezes, com recurso a vídeos (12) (13); as instruções devem ser simples (12) (10). Para além disso, se o técnico exemplificar antes, poderá passar mais informação do que a mera descrição em palavras do que se pretende.

Para executar o exame:

- o indivíduo testado deve sentar-se com as costas direitas e com ambos os pés no chão, uma vez que as expirações forçadas podem causar tonturas e, secundariamente, mais problemas caso o indivíduo esteja de pé e caia (10) (12); será desejável que a cadeira tenha braços, de forma a diminuir o risco de cair ao chão (em caso de síncope) (12) (13) e alguns também mencionam que a cadeira não deve ter rodas. Por sua vez, com obesidade central, a postura sentada mantida pode prejudicar a inspiração profunda, pelo que se pode recomendar que fique de pé (12).
- não usar tacões (13).
- próteses dentárias deverão ser removidas, sobretudo se pouco ajustadas (10) (12)
- colocar uma pinça nasal (ou pedir que o indivíduo coloque os seus dedos para obter o mesmo efeito) (10)
- inserir o bocal, firmemente selado pelos lábios, tentando afastar o mesmo da língua e dentes e solicitar uma grande inspiração (10) e
- exalar, suave e homoganeamente, encorajando até o final (10).

Execução do exame

Deve-se registar a altura (quantificada (12) diretamente com estadiómetro) (13) e o peso (também avaliado presencialmente) (12), bem como etnia, idade e sexo (12) (13) (18). É necessário ainda recolher-se informação relativa ao consumo de tabaco (12) (13), doenças recentes relevantes (13) e fármacos que possam influenciar o exame (incluindo dose e data de administração (12), sobretudo os que possam alterar a função respiratória). Se o teste pretender obter um diagnóstico, não devem ser usados broncodilatadores (nomeadamente 12 horas para o salbutamol e formoterol ou 24h para o brometo de tiotrópio, indacaterol e montelucaste); se a espirometria pretender avaliar a eficácia da terapêutica, o seu consumo é necessário (13).

O FEV1 e FVC não devem variar mais que 150 ml e este deverá observar o formato da curva referência (18). O indivíduo deve inalar até à sua capacidade pulmonar máxima e depois exalar também intensamente (5). Na execução do exame o técnico deverá solicitar a inspiração máxima, expiração rápida forçada, até o final, para a obtenção do CVF (12). De seguida, proporciona-se que o indivíduo recupere num prazo de um a dois minutos e repete-se (10). O uso de mola nasal está muito recomendado (12).

Durante e antes do exame o indivíduo deverá estar relaxado e confortável. Não deverão existir distrações (12).

Elaboração do Relatório do exame

No relatório deverão ser mencionados nome (12) (13), género, idade, altura e peso (12), data de nascimento, número identificativo ao procedimento ou instituição, se existir (13), etnia (12) (13), motivo de se ter requisitado o exame (13), forma como o indivíduo conseguiu ou não seguir as instruções (10); bem como referências usadas, última calibração e interpretação do exame em si (12). Os comentários do técnico deverão potenciar a leitura; deve ainda referir quantas vezes fez cada manobra e justificar uma interrupção precoce do exame, caso esta exista (13).

Erros mais frequentes

Os erros mais comuns são a existência de um esforço submáximo (menos de 100 ml), ocorrência de tosse, não esvaziar totalmente os pulmões, manobras lentificadas e ocorrer fuga de ar (mais frequente em situações de paralisia facial e dentes falsos) (10).

Contraindicações absolutas

Quem solicita o exame deverá colocar informação relativa a contraindicações que conheça. O técnico, antes de iniciar o exame deve sempre conferir se existe alguma contraindicação (10).

As absolutas para este exame são a infecção respiratória aguda e enfarte do miocárdio (há menos que um mês) (12). Outros autores consideram estas duas questões (ainda que no caso do enfarte reduzam para sete dias) e acrescentam a instabilidade hemodinâmica, tromboembolismo pulmonar, hemoptise, angina instável, aneurisma da aorta torácica superior a seis centímetros, hipertensão intracraniana, descolamento de retina, pré-eclampsia, hipertensão arterial sistólica superior a 200 e diastólica superior a 120 mmHg (4).

Contraindicações relativas

As contraindicações relativas para a espirometria são:

- traumatismo recente; aneurisma cerebral, cirurgia cerebral recente; cirurgia oftalmológica recente ou glaucoma grave (devido às alterações nas pressões intracraniana e/ou intraocular); sendo que para as cirurgias atrás mencionadas recomenda-se aguardar pelo menos três a seis semanas (13)
- cirurgia ou infecção recente sinusal ou do ouvido médio (também devido ao aumento da pressão) (13)
- pneumotórax, aneurisma aórtico relevante, cirurgia torácica ou abdominal recentes e/ou gravidez (devido ao aumento das pressões intratorácica ou abdominal) (13)
- hipotensão sistêmica ou hipertensão arterial grave (superior a 200/120 mmHg), disritmias relevantes, insuficiência cardíaca descompensada, enfarte agudo do miocárdio recente (curiosamente) ou embolia pulmonar e síncope associada a tosse e/ou expiração forçada (13)
- tuberculose ativa, hepatite b, hemoptise ou hemorragia oral (devido ao risco biológico) (13)
- estado confusional (12) (13), demência (4) (12) (13), criança pequena e/ ou indivíduo que fale outro idioma (devido à maior incapacidade em cumprir as indicações) (13).

Outros autores, a este nível, citam apenas a toracalgia, dor abdominal (4) (12), dor facial, incontinência de *stress* e enfizema grave (12) ou então idade inferior a cinco anos, incontinência de esforço, traqueostomia, infecções óticas, cirurgia aos tecidos moles de três a doze meses, cirurgia torácica ou abdominal, contraindicações para usar beta-agonistas, tireotoxicose, disritmias, insuficiência cardíaca, hipertensão arterial, cirurgia cerebral (de três a seis semanas), cirurgia aos ouvidos, cirurgia ocular (de uma semana a seis meses), diarreia/ vômitos, alterações na cavidade oral que dificultem o uso do dispositivo oral, derrame pleural (24 horas após toracocentese), pneumotórax (até duas semanas) e enfarte agudo do miocárdio (até um mês depois) (4).

Espirometria com teste de broncodilatador

A lógica num teste de reversibilidade consiste em determinar se a obstrução das vias aéreas reverte com a inalação de um broncodilatador; este, se previamente prescrito (sobretudo os de ação prolongada) deve ser

interrompido, pelo menos, por doze horas (12). Outros investigadores especificaram para vários tipos de broncodilatadores: no caso dos beta agonistas interromper 4 a 6 horas antes, para antagonistas muscarínicos 12 horas, beta agonistas de ação longa 24 horas e antagonistas muscarínicos de ação prolongada 36 a 48 horas. Os corticoides inalados, por sua vez, podem ser mantidos (3).

A espirometria deve ser repetida dez a quinze (12) ou vinte (1) minutos depois da inalação de brometo de ipatrópio (12) ou 400 microgramas de salbutamol (1). Considera-se o teste positivo quando o CVF melhora 200 ml e 12% (1) (12).

Interpretação dos resultados

Os resultados devem ser comparados com a população referência e expressos percentualmente; caso contrário, obter-se-ão alterações (12). O VEF1 e VEF1/ CVF será normal se maior ou igual a 0,7 (4). Uma alteração obstrutiva caracteriza-se por apresentar uma diminuição do fluxo máximo pulmonar, ou seja, VEF1/CVF menor (3) que 70% (4) (5) (12) (15) ou VEF1/VEF6 menor que 0.7 ou ainda CVF menor que 80% (4) (12); O PEF está diminuído, tal como o FEF25-75%. Numa alteração restritiva há diminuição da CPT (menor que o percentil 5); o VEF1/CVF é normal ou elevado e a CVF está diminuída. Pode ser causado por fibrose, doença pleural e neuromuscular (12). Um padrão misto pode ocorrer nas bronquiectasias e DPCO com fibrose. O VEF1/CVF e a CPT são menores que o percentil 5 (12). Ou seja, no padrão restritivo o VEF1/CVF está normal e a CPT diminuída. No obstrutivo tal está diminuído e normal, respetivamente e no misto estão ambos diminuídos (3).

A obtenção de um resultado restritivo é razoavelmente frequente na espirometria (cerca de 7 a 13%). Este resultado conjugado com a ausência de sintomas adquire uma validade dúbia; pode ocorrer em indivíduos com excesso de peso e obesos, pós-tuberculose pulmonar e com alterações na espinal medula; ainda que alguns estudos defendam a existência de uma morbilidade acrescida em indivíduos com espirometrias restritivas, tal pode ficar enviesado pela idade mais avançada, excesso de peso e/ou tabagismo (26). É necessário identificar espirometrias alteradas devido a um esforço expiratório desadequado (27)- um esforço muscular insuficiente mimetizará uma obstrução ou restrição; por sua vez, um esforço excessivo poderá resultar num exame teoricamente normal ou quase (5).

As curvas podem ser de fluxo-volume (l/seg) ou de volume/tempo (l) (4).

Espirometrias executadas fora do ambiente hospitalar

Alguns artigos consideram que geralmente a qualidade da espirometria realizada fora do hospital é baixa (20) (25); no entanto, cada vez mais frequentemente ela é executada nesse contexto, pelo que a monitorização da qualidade da mesma torna-se mais necessária e, ainda por cima, o custo do equipamento torna-a muito acessível (20).

Os erros mais frequentes num estudo polaco relativos às espirometrias efetuadas em cuidados de saúde primários foram o número deficiente de manobras de expiração forçada (em 33% dos exames esse procedimento havia sido feito apenas uma vez) e em 30% dos casos o tempo de expiração foi muito breve (20).

Formação/ treino para executar o exame

Obtêm-se espirometrias com qualidade nas instituições de maior dimensão e com indivíduos treinados, independentemente da experiência prévia com este exame, devido à orientação de colegas com mais

conhecimentos, protocolos de acreditação e controlo de qualidade, previamente implementados (28). O treino/formação originou inspirações mais profundas (8).

A participação num curso de aperfeiçoamento de conhecimentos técnicos relativos à espirometria aumenta de forma estatisticamente significativa a qualidade do exame; quer a nível hospitalar, quer nos cuidados de saúde primários; a partir das vinte semanas de curso, mantendo-se os resultados por todo o período de seguimento do estudo em causa (doze meses) (25). Outro estudo, por sua vez, divulgou que um programa de apoio de *e-learning*, conjugado com dois momentos mensais de *feedback* em relação aos exames previamente realizados por enfermeiros dos cuidados de saúde primários. Ainda que no final do mesmo (dozes meses) se tenham observado algumas melhorias discretas, os investigadores não consideraram que tal fosse muito relevante, sobretudo quando comparado com cursos/treinos mais intensivos (29). Outras publicações concluíram que Workshops presenciais e *on line* melhoram a situação, sobretudo quando se proporciona comentários aos exames previamente realizados (25).

Uma revisão norte-americana publicou que os farmacêuticos podem executar espirometrias com qualidade a variar entre os 70 e 88%, seguindo normas internacionais (ATS e ERS), desde que tenham treino adequado. Posteriormente à fase formativa, é também necessário a credenciação de quem está ou não habilitado a continuar a executar o exame (23).

Presentemente é possível executar este exame a nível dos cuidados de saúde primários, mas é necessário que haja treino adequado para que exista qualidade (10). A formação relativa à espirometria potenciou a qualidade dos exames em contexto de cuidados de saúde primários (27), segundo um dos estudos selecionados. Contudo, em alguns contextos, estes apresentam treino limitado para a espirometria (21). Um estudo australiano publicou que profissionais inseridos nos cuidados de saúde primários não tiveram mais que algumas horas de treino prático (40% teve menos que duas horas), o que se demonstrou insuficiente: são necessárias mais horas e informação de retorno dos exames realizados (30).

No Reino Unido, quantificou-se que apenas 20% dos enfermeiros a realizar regularmente espirometrias tinham tido formação específica (10).

DISCUSSÃO/CONCLUSÃO

Foram muito poucos os artigos que mencionaram dados diretos relativos à validade e utilidade das espirometrias realizadas em contexto ocupacional, pelo que os autores extrapolaram os dados obtidos relativos, por exemplo, à comparação da qualidade dos exames efetuados em contexto de cuidados de saúde primários versus hospitais e formação dos profissionais que aí as executam, situação esta onde se encontraram vários documentos publicados.

Assimilando o que genericamente está descrito sobre a espirometria no seu global, poder-se-á inferir que, em função das condições em que o exame geralmente é executado na Saúde Ocupacional e das habilitações/treino dos profissionais que as tentam executar e ler, será muito provável que não sejam uma mais valia para a classificação de aptidão laboral ou tomada de outras decisões, devido a falsos positivos e negativos.

Seria desejável que o exame fosse executado apenas por funcionários habilitados e motivados para elaborarem resultados fiáveis, capazes de cumprir com os critérios mínimos de qualidade e de elaborar

relatórios completos e exatos, com marcações intervaladas com prazos exequíveis; bem como proporcionar treino de leitura aos Médicos do Trabalho menos familiarizados com o exame.

Seria muito interessante que existisse uma ou mais equipes de Saúde Ocupacional com capacidade logística e ousadia para se autoavaliarem em relação à capacidade de execução e leitura de espirometrias, divulgando os dados e conclusões obtidas, bem como sugestões de melhoria, úteis a qualquer profissional a exercer neste setor, publicados em artigo científico.

CONFLITOS DE INTERESSE, QUESTÕES ÉTICAS E/OU LEGAIS

Nada a declarar.

AGRADECIMENTOS

Nada a declarar.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- 1-Chhabra S. Interpretation of Spirometry: selection of predicted values and defining abnormality. The Indian Journal of Chest Diseases & Allied Sciences. 2015, 57, 91-105.
- 2-Paulino A. Detecção de sintomas respiratórios em trabalhadores expostos a aerodispersóides com espirometria normal. Mestrado em Ciências Médicas. Programa de Pós-Graduação em Medicina Social. Universidade de S. Paulo. Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto. 2017, 1-75.
- 3-Langan R, Goodbred A. Office Spirometry indications and interpretation. American Family Physician. 2020, 101(6), 362- 368.
- 4-Rivero- Yeverino D. Spirometry: basic concepts. Revista Alergia Mexico. 2019, 66(1), 76-84. DOI: 10.29262/ram.v66i1.536
- 5-McIntyre N, Selecky P. Is there a role for screening spirometry? Respiratory Care. 2010, 55(1), 35-42.
- 6-Hnizo E, Hakobyan A, Fleming J, Beeckman- Wagner L. Periodic Spirometry in Occupational setting. Improving quality, accuracy and precision. Journal of Occupational and Environmental Medicine. 2011, 5(10), 1205- 1209- DOI:10.1097/JOM.0b013e31823078b8
- 7-Quercia A, Diodati R, DeRose V, Ragone A, Napoli G, Roscelli F et al. Il controllo di qualità della spirometria nella sorveglianza sanitaria dei lavoratori. Giornale Italiano di Medicina del Lavoro ed Ergonomia. 2011, 33(3), 283-285.
- 8-Seyedmehdi S, Attarchi M, Yazdanparast T, Laked M. Quality of spirometry tests and pulmonary function changes among industrial company workers in Iran: a two-year before-and-after study following and intensive training intervention. Primary Care Respiratory Journal. 2013, 22(1), 86-91. DOI: 10.4104/pcrj.2013.00018
- 9-Sumner J, Robinson E, Bradshaw L, Lewis L, Warner N, Young C et al. Underestimation of Spirometry in recommended testing guidance is not followed. Occupational Medicine. 2018, 68, 126- 128. DOI: 10.1093/occmed/kqy007
10. EQ10. Booker R. Spirometry: getting the test right. Practice Nurse. 2013, 10, 10-17.
- 11-Álvarez- Porbén S, González- Marrero A, Valdivieso- Valdivieso J, Santana- Porbén S. Reference values for spirometric variables for allegedly healthy workers. Revista de la Facultad de Medicina. 2018, 66(2), 179-185. DOI:10. 15446/revfacmed.v66n2.63571
- 12-Koegelenberg C, Swart F, Irusen E. Guideline for office spirometry in adults. 2012. South African Medical Journal. 2013, 103(1), 52-61. DOI:10.7196/SAMJ.6197
- 13- Coates A, Graham B, McFadden R, McParland C, Moosa D, Provencher S et al. Spirometry in primary care. Canadian Respiratory Journal. 2013, 20(1), 13-22.

- 14-Zhang H, Li L, Jiao D, Yang Y, Pan C, Ye L et al. An interrater reliability study of pulmonary function assessment with a portable spirometer. *Respiratory Care*. 2020, 65(5), 665-672.
- 15-Bambra G, Jalota L, Kapoor C, Mills P, Vempilly J. Office spirometry correlates with laboratory spirometry in patients with symptomatic asthma and COPD. *The Clinical Respiratory Journal*. 2017, 11, 805-811. DOI: 10.1111/crj.12419
- 16-Represas-Represas C, Fernández-Villar A, Ruano-Ravina A, Prigue-Carrera A, Botana-Rial M. Screening for Chronic Obstructive Pulmonary Disease: Validity and Reability of a Portable Device in non-specialized healthcare settings. *PLOS ONE*. 2016, 11(1): e0145571. DOI:10.1371/journal.pone.0145671
- 17-Chhabra S, Kumar R, Gupta U, Rahman M, Dash D. Prediction Equations for Spirometry in adults from northern India. *The Indian Journal of Chest Diseases & Allied Sciences*. 2014, 56, 221-229.
- 18-Claxton J. Five minutes on... high-quality spirometry. *Pulse*. 2016, 16.
- 19-Padula R, Valente L, Pereira A, Oliveira C, Sperling M, Chiavegato L. Avaliação da capacidade para o trabalho e da aptidão cardiorrespiratória de trabalhadores saudáveis. *ConScientiae Saúde*. 2011, 10(2), 285-291. DOI:10.5585/consSaude.v.10i2.2502
- 20-Nowinski A, Romanski E, Biélen P, Bednarek M, Puscinska E, Goljan- Geremet A et al. Pilot program on distance training in spirometry testing- the technology feasibility study. *Pneumonologia i Alergologia Polska*. 2015, 83, 431-435. DOI: 10.5603/PiAP.2015.0071
- 21-Licskai C, Sands T, Paolatto L, Nicoletti I, Ferrone M. Spirometry in primary care: an analysis of spirometry test quality in a regional primary care asthma program. *Canadian Respiratory Journal*. 2012, 19(4), 249-254.
- 22-Lefebvre Q, Vandergoten T, Derom E, Marchandise E, Liistro G. Testing Spirometers: are the standard curves of the American Thoracic Society sufficient? *Respiratory Care*. 2014, 59(12), 1895-1904. DOI:10.4187/respcare.02918
- 23-Cawley M, Warning W. Pharmacists performing quality spirometry testing: an evidence-based review. *International Journal of Clinical Pharmacy*. 2015, 37, 726-733.
- 24-Montinaro L, Bugiani M, Vannini R, Inocenti A. I criteri di accettabilità delle spirometria nei giovani lavoratori. *Giornale Italiano di Medicina del Lavoro ed Ergonomia*. 2011, 33(3), 286-288.
- 25-Parsons R, Schembri D, Hancock K, Lonergan A, Barton C, Schermer T et al. Effects of the Spirometry learning module on the knowledge, confidence and experience of spirometry operators. *Primary Care Respiratory Medicine*. 2019, 29(30), 1-8. DOI:10.1038/s41533-019-0143-9
- 26-Soriano J, Miratvilles M, Gárcia-Rio F, Munoz L, Sánchez G, Sobradilho V et al. Spirometrical- defined restrictive respiratory defect, population variability and individual determinants. *Primary Care Respiratory Journal*. 2012, 21(2), 187-193. DOI: 10.4104/pcrj.2012.00027
- 27-Carr R, Telford V, Waters G. Impact of an educational intervention on the quality of spirometry performance in a general practice: an audit. *Primary Care Respiratory Journal*. 2011, 20(2), 210-213.
- 28-Tan W, Bourbeau J, O'Donnell D, Aaron S, Maltais F, Marciniuk D et al. Quality Assurance of Spirometry in a population-based study- Predictors of Good Outcome in spirometric testing. *Journal of Chronic Obstructive Pulmonary Disease*. 2014, 11, 143-151. DOI:10.3109/15412555.2013.822857
- 29-Schermer T, Akkermans R, Crockett A, Montford M, Grootens- Stekelenburg, Stout J et al. Effect of e-learning and repeated performance feedback on spirometry test quality in family practice: a cluster trial. *Annals of Family Medicine*. 2011, 9 (4), 330-336. DOI:10.1370/afm.1258
- 30-Borg B, Hartley M, Fisher M, Thompson B. Spirometry Training does not guarantee valid results. *Respiratory Care*. 2010, 55(6), 689-694.

Data de receção: 2020/12/16

Data de publicação: 2021/01/09