

# Artigo Original

## Validação de novos valores previstos brasileiros para a espirometria forçada na raça branca e comparação com os valores previstos obtidos por outras equações de referência\*

Validation of new Brazilian predicted values for forced spirometry in Caucasians and comparison with predicted values obtained using other reference equations

Andrezza Araújo de Oliveira Duarte<sup>1</sup>, Carlos Alberto de Castro Pereira<sup>2</sup>, Sílvia Carla Sousa Rodrigues<sup>3</sup>

### Resumo

**Objetivo:** Comparar os novos valores previstos brasileiros de capacidade vital forçada e volume expiratório forçado no primeiro segundo para a espirometria obtidos em 2006 com os obtidos por outras equações de referência e validar os achados por meio da comparação com uma nova amostra de brasileiros normais. **Métodos:** Realizou-se espirometria forçada, de acordo com as normas da Sociedade Brasileira de Pneumologia e Tisiologia, em 643 adultos brancos não-fumantes. Os valores previstos obtidos por pesquisadores brasileiros em 1992 e os obtidos por quatro grupos de pesquisadores estrangeiros foram comparados com os novos valores previstos brasileiros obtidos em 2006. Em uma segunda fase, os valores médios obtidos em 65 mulheres e 79 homens adultos foram comparados aos valores previstos obtidos pelas diversas equações de referência. **Resultados:** O teste t para amostras pareadas revelou diferenças significativas entre os valores previstos obtidos pelas seis equações e os obtidos pela equação brasileira de 2006. Na segunda fase, observou-se que os valores previstos obtidos por Crapo et al. e os obtidos por Hankinson et al. para os México-americanos mostraram valores médios semelhantes aos observados na nova amostra. Porém, quando os valores previstos obtidos na nova amostra foram comparados com os obtidos por esses autores, discrepâncias foram observadas, com valores previstos altos e baixos. Os valores obtidos pela equação brasileira de 2006 mostraram as menores diferenças em comparação com os valores médios obtidos na nova amostra. **Conclusões:** Estes resultados sublinham a importância de se usar equações de predição para espirometria que sejam apropriadas para nossa população.

**Descritores:** Espirometria; Valores de referência; Testes de função respiratória.

### Abstract

**Objective:** To compare the most recent (2006) predicted values of forced vital capacity and forced expiratory volume in one second for spirometry in Brazilians with those obtained using other reference equations and to validate the findings through comparisons with a new sample of normal Brazilians. **Methods:** Forced spirometry was performed, in accordance with the Brazilian Thoracic Society guidelines, in 643 nonsmoking adult Caucasians. The predicted values obtained by Brazilian researchers in 1992 and those obtained by four groups of foreign researchers were compared with the new Brazilian predicted values obtained in 2006. In the second phase, the mean values obtained in 65 adult females and 79 adult males were compared with the predicted values obtained using the various reference equations. **Results:** A t-test for paired samples revealed significant differences between the predicted values obtained using the six equations and those obtained using the 2006 Brazilian equation. In the second phase, the mean predicted values obtained by Crapo et al., as well as those obtained by Hankinson et al. for Mexican-Americans, were similar to those found in the new sample. However, when the predicted values obtained in the new sample were compared with those obtained by those authors, discrepancies were found, with high and low predicted values. The mean values obtained using the 2006 Brazilian equation presented the smallest differences in comparison with the mean values obtained in the new sample. **Conclusions:** These results underscore the importance of using prediction equations for spirometry that are appropriate for our population.

**Keywords:** Spirometry; Reference values; Respiratory function tests.

\* Trabalho realizado no Hospital do Servidor Público Estadual, São Paulo (SP) Brasil.

1. Pós-graduanda do Hospital do Servidor Público Estadual de São Paulo – HSPE/SP – São Paulo (SP) Brasil.

2. Doutor em Pneumologia pela Universidade Federal de São Paulo – UNIFESP – São Paulo (SP) Brasil.

3. Responsável pelo Setor de Função Pulmonar do Hospital do Servidor Público Estadual de São Paulo – HSPE/SP – São Paulo (SP) Brasil.

Endereço para correspondência: Andrezza Araújo de Oliveira Duarte. Rua Belmiro Pinto Brandão, 55, apto. 402, Mirante, CEP 58104-293, Campina Grande, PB, Brasil. Tel 55 83 3337-4511. E-mail: amduartecg@uol.com.br

Recebido para publicação em 18/9/2006. Aprovado, após revisão, em 29/1/2007.

## Introdução

O passo mais importante no diagnóstico de anormalidades da função pulmonar é definir se os indivíduos testados estão dentro ou fora de um intervalo de referência. Para isso, os valores encontrados em um paciente são, habitualmente, comparados com valores de referência obtidos em indivíduos saudáveis e com índices antropométricos e características étnicas semelhantes aos índices e características dos indivíduos testados.<sup>(1,2)</sup>

Diversas equações de valores previstos estão disponíveis nos espirômetros comercializados no Brasil, porém nem todos possuem as equações sugeridas para a população brasileira. Valores previstos para a espirometria na população brasileira foram publicados em 1992.<sup>(3)</sup> Recentemente, novos valores previstos foram obtidos os quais diferem dos anteriormente descritos.<sup>(4)</sup>

Antes da disponibilidade de equações nacionais para a espirometria, um estudo comparou os valores obtidos em uma pequena amostra de indivíduos considerados 'normais' com os valores previstos por equações estrangeiras,<sup>(5)</sup> tendo concluído pela melhor aproximação com os valores previstos sugeridos por Knudson et al.<sup>(6)</sup> A equação de Knudson et al. incluiu uma amostra pequena de homens normais (apenas 86), sendo inusitada a inclinação da estatura em relação à idade para o sexo masculino, o que resulta em valores acentuadamente subestimados em indivíduos de baixa estatura. Os valores teóricos obtidos para a população brasileira em 1992<sup>(3)</sup> e os valores obtidos por Knudson et al.<sup>(6)</sup> foram comparadas em um estudo que mostrou que as discordâncias resultam em mudanças frequentes nos diagnósticos espirométricos.<sup>(7)</sup> Porém, diversos laboratórios continuam a usar os valores obtidos por Knudson et al. como referência.

O presente estudo teve como objetivo comparar os valores previstos de capacidade vital forçada (CVF) e volume expiratório forçado no primeiro segundo (VEF<sub>1</sub>) obtidos pelas equações sugeridas para a população brasileira em 2006<sup>(4)</sup> e em 1992<sup>(3)</sup> com os valores previstos estrangeiros mais utilizados<sup>(6,8-10)</sup> e validar os achados encontrados na primeira fase por meio da comparação entre os valores encontrados em um grupo de indivíduos normais, de ambos os sexos, e os obtidos pelas diversas equações de referência.

## Métodos

O trabalho foi dividido em duas fases:

- Na primeira fase, os novos valores brasileiros foram comparados aos obtidos por diversas equações de referência; e
- Na segunda fase, foi selecionada uma segunda amostra cujos dados foram utilizados para a validação dos achados anteriores.

Na primeira fase, os dados foram obtidos paralelamente ao programa *Respire e Viva*, entre abril e agosto de 2004. Os indivíduos selecionados eram voluntários que se apresentavam para os exames, acompanhantes convidados ou transeuntes. Os indivíduos que constituíram a amostra de referência foram selecionados após a aplicação de um questionário baseado no questionário da American Thoracic Society (ATS) Division of Lung Diseases,<sup>(11)</sup> sendo excluídos os fumantes ou ex-fumantes, os portadores de quaisquer doenças cardiopulmonares e os atuais portadores de quaisquer sintomas respiratórios. Os valores de CVF e VEF<sub>1</sub> foram obtidos por equações lineares em 643 indivíduos da raça branca, sendo 373 do sexo feminino e 270 do sexo masculino. Foram incluídos no estudo indivíduos do sexo masculino acima de 25 anos e indivíduos do sexo feminino acima de 20 anos, idades em que a inclinação das curvas sofre modificações significativas.<sup>(12)</sup>

Os indivíduos foram submetidos a espirometria, a qual foi realizada de acordo com os critérios sugeridos pela Sociedade Brasileira de Pneumologia e Tisiologia (SBPT).<sup>(13)</sup> Os testes foram realizados por três técnicas fixas, certificadas pela SBPT, usando espirômetros Multispiro (Creative Biomedics, San Clemente, CA, EUA).

**Tabela 1** - Características antropométricas e funcionais da amostra de indivíduos considerados normais.

	Homens	Mulheres
n	79	65
Idade(anos)	43 ± 12,5	45 ± 13,9
Altura(cm)	173 ± 7,5	160 ± 7,0
Peso(kg)	80 ± 12,3	66 ± 11,1
CVF(L)	4,86 ± 0,84	3,39 ± 0,62
VEF <sub>1</sub> (L)	3,94 ± 0,73	2,78 ± 0,52
VEF <sub>1</sub> /CVF(%)	81 ± 4,7	82 ± 4,3

CVF: capacidade vital forçada; e VEF<sub>1</sub>: volume expiratório forçado no primeiro segundo. Os resultados são expressos como média ± desvio padrão.

Nesta primeira fase, os valores previstos de VEF<sub>1</sub> e CVF sugeridos para a população em 2006 foram comparados com os valores previstos brasileiros publicados em 1992<sup>(3)</sup> e os valores previstos mais utilizados no exterior.<sup>(6,8-10)</sup> Os diversos valores previstos foram calculados levando-se em conta os valores individuais de idade e estatura encontrados no estudo brasileiro de 2006.

As médias das diferenças entre os valores previstos brasileiros obtidos em 2006 e os sugeridos pelos diversos autores foram comparadas. Gráficos foram gerados para a verificação de diferenças maiores ou menores à medida que os valores previstos brasileiros se elevam ou se reduzem.

Na segunda fase, realizada entre dezembro de 2005 e julho de 2006, os dados foram obtidos em outra amostra de indivíduos de raça branca consi-

derados saudáveis. Esta amostra era constituída por indivíduos encaminhados para exame periódico de saúde, por acompanhantes de pacientes em consulta e por funcionários do Hospital do Servidor Público Estadual e do Centro de Diagnóstico Brasil. Os valores de idade e estatura individuais encontrados nesta nova amostra foram utilizados para obtenção de valores individuais previstos pelas diversas equações, incluindo as equações brasileiras obtidas em 1992 e 2006.

Os critérios de inclusão e exclusão foram semelhantes aos da primeira fase. Os indivíduos foram submetidos à espirometria, a qual foi realizada de acordo com os critérios sugeridos pela SBPT.<sup>(13)</sup> Os testes foram realizados usando diversos espirômetros de fluxo disponíveis nos dois centros, onde provas de função pulmonar são realizadas por

**Tabela 2** - Principais características dos estudos dos valores de referências para espirometria.

	ECCS <sup>(10)</sup>	Knudson et al. <sup>(6)</sup>	Hankinson et al. <sup>(9)</sup>	Crapo et al. <sup>(8)</sup>	Pereira et al., 1992 <sup>(3)</sup>	Pereira et al., 2006 <sup>(4)</sup>
	As equações foram obtidas de diferentes estudos como descritos (10)	Amostra selecionada randomicamente da população geral da área	Amostra selecionada randomicamente de 81 condados dos EUA	Seleção de voluntários <sup>a</sup>	Seleção de voluntários	Seleção de voluntários
País	-	EUA	EUA	EUA	Brasil	Brasil
Idade (anos)	-	20-80 (homens) 20-88 (mulheres)	8-80 anos	15-84	25-78 (homens) 20-76 (mulheres)	26-86 (homens) 20-85 (mulheres)
Fumantes	-	não	não	não	não	não
Nº homens	-	86	896 caucasianos 1116 mexicanos	126	334	270
Nº mulheres	-	204	1383 caucasianos 1523 mexicanos	125	141	373
Equipamento	-	Pneumotacógrafo	Espirômetro em selo d'água	Espirômetro em selo d'água	Espirômetro de fole Vitalograph	Pneumotacógrafo fleisch
EPE × 1,645 VEF <sub>1</sub>	0,84M 0,62F	0,86M 0,638F	-	0,84M 0,56F	0,79M 0,433F	0,89M 0,53F
EPE × 1,645 CVF	1,00M 0,71F	1,05M 0,81F	-	1,115M 0,676F	0,864M 0,556F	0,91M 0,64F

ECCS: Comunidade Européia de Carvão e Aço; CVF: capacidade vital forçada; VEF<sub>1</sub>: volume expiratório forçado no primeiro segundo; M: masculino; F: feminino; e EPE: erro padrão de estimativa. <sup>a</sup>Membros da Igreja de Jesus Cristo dos Santos dos Últimos Dias.

técnicos certificados pela SBPT. Testes de qualidade A (diferenças entre os dois melhores valores de CVF e  $VEF_1 \leq 0,15$  L e de pico de fluxo expiratório  $< 10\%$ ) foram obtidos em 97% dos indivíduos; os demais foram de qualidade B (diferenças entre os dois melhores valores de CVF e  $VEF_1 \leq 0,20$  L e de pico de fluxo expiratório  $< 15\%$ ).

Foram incluídos, na segunda fase do estudo, 65 mulheres (idade entre 20 e 77 anos) e 79 homens (idade entre 25 e 80) com estaturas situadas na faixa de referência das equações comparativas. As características antropométricas e funcionais são mostradas na Tabela 1.

O presente trabalho foi aprovado pelo Comitê de Ética e Pesquisa em Seres Humanos do Hospital do Servidor Público Estadual.

Todos os procedimentos estatísticos e matemáticos foram realizados usando o software SPSS-10 (SPSS Inc., Chicago, IL, EUA). Os valores de  $VEF_1$  e CVF foram comparados, por meio do teste t para amostras pareadas, aos valores previstos estrangeiros mais usados<sup>(6,8-10)</sup> e aos valores previstos brasileiros.<sup>(3,4)</sup> As características gerais destes diversos estudos são comparadas na Tabela 2. As médias das diferenças e o intervalo de confiança de 95% entre os valores obtidos na amostra e os valores previstos obtidos pelos diferentes autores foram avaliados. Devido às múltiplas comparações, o nível de significância foi calculado pela correção de Bonferroni.

## Resultados

Na primeira fase do estudo, os resultados para as médias das diferenças de CVF e  $VEF_1$  foram calculados subtraindo-se os valores previstos obtidos pela equação brasileira de 2006 dos valores previstos obtidos pelos diversos autores estrangeiros e pela equação brasileira de 1992 (Tabela 3). Em comparação com a equação de Knudson et al. e com a da *European Community for Steel and Coal* (ECCS, Comunidade Européia de Carvão e Aço),<sup>(6,10)</sup> os valores previstos obtidos pela equação brasileira de 2006 são, em média, maiores. Embora as diferenças médias com relação às equações de Crapo et al. e às de Hankinson et al.<sup>(8,9)</sup> para os mexicanos pareçam pequenas, os resultados diferiram de maneira significativa (exceto para a equação de Hankinson et al. para o sexo feminino). Além disso, uma diferença média pequena ou nula não significa que, em determinadas faixas de idade e estatura, grandes diferenças não serão encontradas. Isto pode ser verificado desenhando-se as médias das diferenças entre as diversas equações e a equação brasileira de 2006 contra os valores previstos obtidos na amostra de 2006. Na Figura 1 são desenhados os valores previstos de  $VEF_1$  obtidos na população brasileira em 2006 contra as médias das diferenças de  $VEF_1$  entre os valores previstos obtidos pela equação brasileira de 2006 e os valores

**Tabela 3** - Médias das diferenças de CVF e  $VEF_1$  para os sexos masculino (n = 270) e feminino (n = 373) calculadas subtraindo-se os valores previstos obtidos pela equação brasileira de 2006 dos valores previstos obtidos pelas equações estrangeiras mais utilizadas e pela equação brasileira de 1992.

Autor, ano	Sexo masculino					Sexo feminino				
	(Pereira et al., 2006-autores)					(Pereira et al., 2006-autores)				
	n	DCVF (x ± dp)	p	DVEF1 (x ± dp)	p	n	DCVF (x ± dp)	p	DVEF1 (x ± dp)	p
Knudson et al., 1983	86	0,47 ± 0,32	<0,001	0,35 ± 0,26	<0,001	264	0,20 ± 0,031	<0,001	0,12 ± 0,019	<0,001
Crapo et al., 1981	125	0,098 ± 0,11	<0,001	0,078 ± 0,082	<0,001	126	0,09 ± 0,068	<0,001	0,046 ± 0,095	<0,001
ECCS, 1983	-	0,43 ± 0,13	<0,001	0,33 ± 0,12	<0,001	-	0,37 ± 0,12	<0,001	0,21 ± 0,11	<0,001
Pereira et al., 1992	334	0,26 ± 0,11	<0,001	0,21 ± 0,17	<0,001	141	0,12 ± 0,04	<0,001	0,086 ± 0,024	<0,001
Hankinson et al., 1999 (caucasianos)	476	0,059 ± 0,18	<0,001	0,17 ± 0,17	<0,001	927	-0,053 ± 0,10	<0,001	0,004 ± 0,086	0,31
Hankinson et al., 1999 (mexicanos)	1116	0,11 ± 0,17	<0,001	0,15 ± 0,17	<0,001	1523	-0,007 ± 0,07	0,041	0,006 ± 0,09	0,16

DCVF: diferenças de capacidade vital forçada; DVEF<sub>1</sub>: diferenças de volume expiratório forçado no primeiro segundo; e p significativo  $\leq 0,008$ .

previstos obtidos por Hankinson et al. para México-americanos e os obtidos por Crapo et al.<sup>(8,9)</sup> Nota-se que com o aumento ou a diminuição dos valores previstos as diferenças se tornam significativas.

Na segunda fase, a análise das diferenças entre os valores médios encontrados na nova amostra de brasileiros normais e os valores previstos de CVF e VEF<sub>1</sub> obtidos pelas sete equações não revelou diferença significativa, independentemente do sexo, para três dessas equações: Pereira et al. (2006),<sup>(4)</sup> Crapo et al.<sup>(8)</sup> e Hankinson et al.<sup>(9)</sup> para México-americanos (Tabela 4). Nas demais equações, houve diferença estatística significativa.

A equação proposta por Pereira et al. em 1992<sup>(3)</sup> subestimou os valores de CVF tanto para o sexo masculino como para o feminino. A equação de Knudson et al. subestimou os valores de CVF para o sexo masculino (diferença média de 280 mL).<sup>(6)</sup> A equação de Hankinson et al. para caucasianos subestimou os valores de VEF<sub>1</sub> tanto para o sexo masculino como para o feminino – sendo a maior diferença de VEF<sub>1</sub> obtida para o sexo feminino (140 mL) entre todos os comparados – bem como subestimou os valores de CVF para o sexo feminino.<sup>(9)</sup> A equação proposta pela ECCS subestimou todos os valores, sendo as maiores diferenças observadas nos valores de VEF<sub>1</sub> para o sexo masculino (220 mL) e nos valores de CVF para o sexo feminino (360 mL).<sup>(10)</sup>

## Discussão

Diversas equações para valores de referência foram publicadas nas últimas décadas.<sup>(14-16)</sup> Os valores esperados para indivíduos com uma dada combinação de idade e estatura podem diferir

consideravelmente.<sup>(15,16)</sup> Tais variações podem ser explicadas pelos critérios de seleção das populações 'normais', pelos equipamentos usados, pelas técnicas de medida, pela variabilidade biológica das populações e pelos modelos estatísticos utilizados na análise dos dados. Além disso, os valores mudam com o tempo devido a efeitos de coorte. Esses efeitos podem ser explicados por mudanças nas condições ambientais e nutricionais e pelo progresso tecnológico dos equipamentos utilizados e maior precisão nas condições de medida. Dado o uso de valores de referência em decisões médicas, os efeitos de coorte devem ser considerados um argumento maior para a atualização dos valores de referência em base regular, do contrário os valores previstos irão perder, gradualmente, sua sensibilidade na detecção de condições anormais entre as coortes mais jovens.

Os efeitos de coorte,<sup>(17)</sup> entretanto, não explicam completamente os maiores valores observados no presente estudo em comparação com o estudo realizado em outra amostra brasileira em 1992.<sup>(8)</sup> Por esse efeito, a CVF e o VEF<sub>1</sub> podem aumentar até 5 mL/ano, mas a diferença entre a CVF para o sexo masculino observada no estudo prévio e a observada no presente estudo foi 3 vezes maior.

Na primeira fase do estudo, as diferenças encontradas entre os valores previstos obtidos para a população brasileira em 2006 e os valores previstos obtidos pelos autores selecionados foram estatisticamente significantes. As equações de Knudson et al. e da ECCS, compiladas por Quanjer et al. a partir de dados de diversos autores,<sup>(6,10)</sup> exibiram as maiores diferenças, sendo os valores obtidos para a população brasileira maiores.

**Tabela 4** – Análise das diferenças entre os valores encontrados na amostra de indivíduos considerados normais e os valores previstos obtidos por diferentes autores.

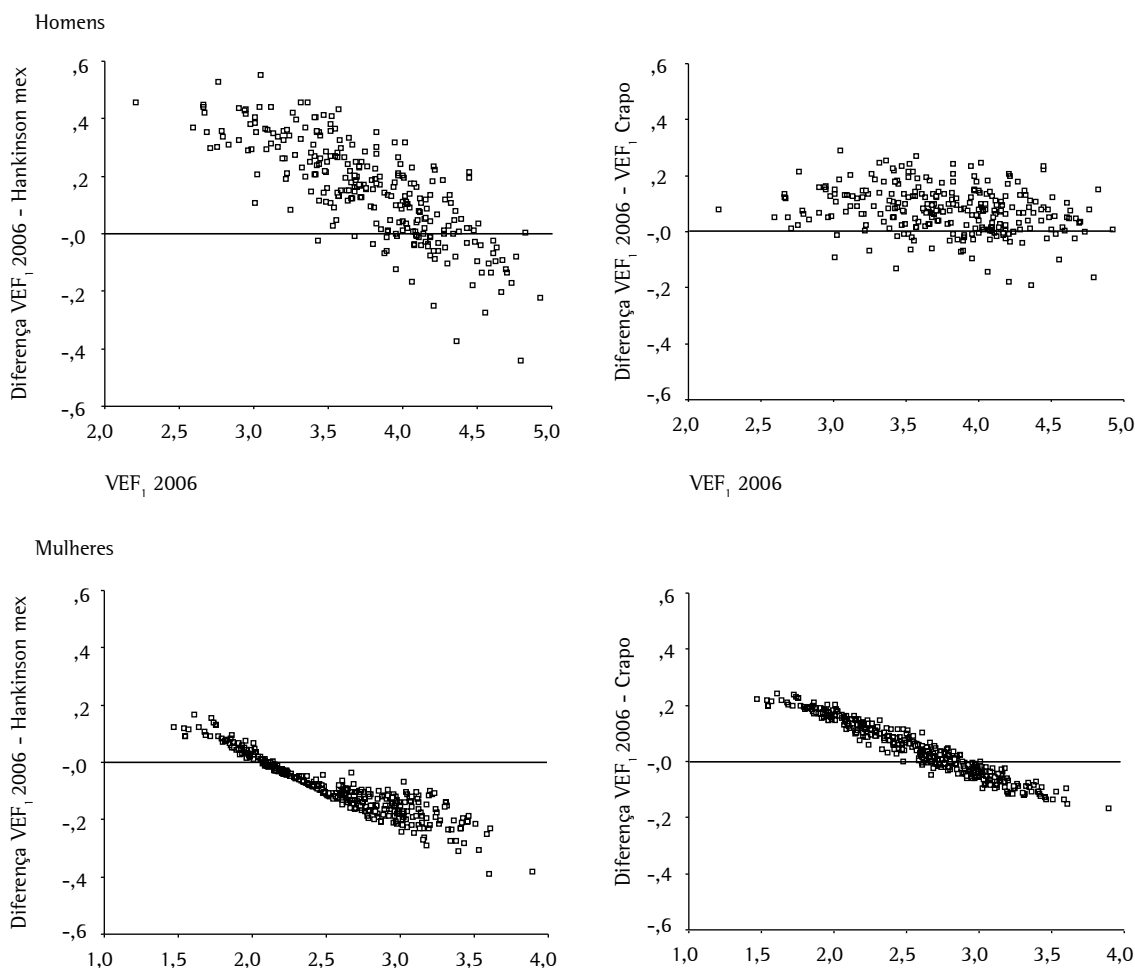
Autor, ano	Sexo masculino		Sexo feminino	
	$\Delta$ CVF(L) Média e IC95%	$\Delta$ VEF <sub>1</sub> (L) Média e IC95%	$\Delta$ CVF(L) Média e IC95%	$\Delta$ VEF <sub>1</sub> (L) Média e IC95%
Pereira et al., 92	0,18 (0,05 a 0,30) <sup>a</sup>	0,09 (0,00 a 0,18)	0,16 (0,04 a 0,28) <sup>a</sup>	0,01 (0,00 a 0,18) <sup>a</sup>
Knudson et al., 83	0,28 (0,16 a 0,40) <sup>a</sup>	0,09 (-0,01 a 0,19)	0,06 (-0,17 a 0,06)	-0,02 (-0,10 a 0,07)
Crapo et al., 81	0,02 (-0,10 a 0,14)	0,00 (-0,10 a 0,10)	0,09 (-0,03 a 0,21)	0,03 (-0,06 a 0,12)
Hankinson et al. C, 99	-0,06 (-0,7 a 0,06)	0,13 (0,03 a 0,23) <sup>a</sup>	0,24 (0,12 a 0,35) <sup>a</sup>	0,14 (0,05 a 0,23) <sup>a</sup>
Hankinson et al. M, 99	0,00 (-0,12 a 0,11)	0,01 (-0,08 a 0,11)	0,09 (-0,03 a 0,21)	0,01 (-0,08 a 0,11)
Pereira et al., 06	-0,02 (-0,14 a 0,10)	0,04 (-0,14 a 0,06)	0,03 (-0,09 a 0,14)	0,02 (-0,07 a 0,10)
ECCS, 83	0,26 (0,14 a 0,38) <sup>a</sup>	0,22 (0,12 a 0,31)	0,36 (0,24 a 0,48) <sup>a</sup>	0,10 (0,00 a 0,20) <sup>a</sup>

CVF: capacidade vital forçada; VEF<sub>1</sub>: volume expiratório forçado no primeiro segundo; ECCS: Comunidade Européia de Carvão e Aço; IC95%: intervalo de confiança de 95%; C: caucasianos; M: México-americanos; e <sup>a</sup>p ≤ 0,007.

A equação da ECCS,<sup>(10)</sup> sugerida para a comunidade europeia, reconhecidamente subestima os valores obtidos em estudos europeus recentes feitos em diversos países,<sup>(14,18,19)</sup> o que levou à recomendação de seu abandono. No estudo de Knudson et al.,<sup>(6)</sup> foram estudados apenas 86 homens na faixa etária entre 25 e 85 anos e, diferentemente de outros autores, os dados apresentam acentuada assimetria. O limite inferior dos resíduos foi marcadamente diferente quando comparado pelo erro-padrão de estimativa e pelo 5º percentil, significando ajuste pobre dos dados. A inclinação da CVF em relação à estatura é inusitada e a CVF aumentou 84 mL/cm

de estatura para o sexo masculino, situando-se os valores encontrados por diversos autores entre 55-60 mL.<sup>(20)</sup>

Foi sugerido pela ATS que os valores obtidos em uma amostra de indivíduos normais sejam comparados com os valores previstos obtidos por diversos autores quando estudos locais não estiverem disponíveis.<sup>(16)</sup> Crapo et al. verificaram, em um estudo não publicado, que, para a espirometria, uma amostra de pelo menos 100 indivíduos é necessária para a detecção de diferenças significativas.<sup>(21)</sup> No Brasil, um pesquisador<sup>(5)</sup> sugeriu a adoção da equação de Knudson et al. após a comparação dos valores



**Figura 1** – Desenho dos valores previstos de VEF<sub>1</sub> obtidos pela equação brasileira de 2006 contra a médias das diferenças de VEF<sub>1</sub> entre os valores previstos obtidos pela equação brasileira de 2006 e os valores previstos obtidos por Hankinson et al. para México-americanos e os obtidos por Crapo et al..

previstos com aqueles obtidos em 50 indivíduos normais. Os dados não diferiram dos obtidos por Knudson et al. para o sexo masculino porque foram incluídos na comparação indivíduos jovens de estatura elevada. Para valores altos de CVF e VEF<sub>1</sub>, os valores obtidos por Knudson et al. se aproximam dos obtidos por outros autores, o que não ocorre para valores baixos, e provavelmente isso se deveu à inclusão de poucos indivíduos de baixa estatura, o que distorceu a reta de regressão, mudando acentuadamente sua inclinação.

Na segunda fase do estudo, a média dos valores de CVF e o VEF<sub>1</sub> obtidos para ambos os sexos na amostra de indivíduos considerados normais foi semelhante à dos valores previstos sugeridos por Pereira et al. em 2006.<sup>(4)</sup> A equação proposta em 2006 teve as menores diferenças e os menores valores para o IC95% em comparação com os valores previstos obtidos por outros autores. Em seguida, os valores obtidos por Crapo et al.<sup>(8)</sup> e os obtidos por Hankinson et al.<sup>(9)</sup> para os México-americanos foram os que mais se aproximaram dos valores observados.

Crapo et al.,<sup>(8)</sup> em 1981, obteve valores espirométricos em 251 indivíduos em uma população residente a 1.400 metros de altitude, o que poderia inflar os resultados. Mulheres com idade entre 17 e 84 anos e homens entre 15 e 91 anos foram incluídos, sendo as equações obtidas por regressão linear. Comparações com equações disponíveis neste período revelaram que os valores de Crapo et al. eram em geral maiores,<sup>(3)</sup> o que não se verificou quando equações mais recentes foram incluídas nas comparações.<sup>(15)</sup>

Hankinson et al. obteve valores espirométricos em uma amostra constituída por residentes em 81 municípios norte-americanos por meio de visitas domiciliares.<sup>(9)</sup> Foram incluídos indivíduos brancos, negros e México-americanos. Houve predomínio do sexo feminino (viés de disponibilidade). Os valores de referência e os limites inferiores foram obtidos por uma equação polinomial, onde o coeficiente da idade entrou ao quadrado por se considerar que haveria uma queda progressivamente maior com o avanço da idade, resultando em melhor ajuste dos dados. A entrada da idade<sup>2</sup> na equação brasileira de 2006 resultou em valores previstos muito baixos em idades avançadas, com distribuição não uniforme dos resíduos ao redor da curva de regressão, sendo escolhido o clássico modelo linear.<sup>(4)</sup>

Quando os valores previstos pela equação de 2006 foram comparados aos obtidos por diversos autores, as diferenças com relação às equações de Crapo et al.<sup>(8)</sup> e de Hankinson et al.<sup>(9)</sup> não parecem grandes, embora sejam estatisticamente significativas. Entretanto, a amplitude das diferenças deve ser avaliada, o que pode ser verificado pela análise dos desvios padrão das diferenças. Considerando-se as diferenças extremas como a média das diferenças  $\pm 2$  dp, verifica-se, pela análise da Tabela 3, que as diferenças entre os valores previstos de CVF e VEF<sub>1</sub> para a população brasileira em 2006<sup>(4)</sup> e os valores previstos obtidos por Crapo et al. e os obtidos por Hankinson et al. para os México-americanos podem variar de, aproximadamente, 150 a 500 mL. Além disso, as diferenças entre os valores previstos encontrados e os sugeridos por outros autores devem ser inspecionadas graficamente, como exemplificado na Figura 1. Observa-se que ocorrem desvios sistemáticos à medida que os valores previstos brasileiros se elevam ou se reduzem, mesmo sendo a diferença média próxima de zero, indicando que em determinadas combinações de idade e estatura os valores previstos poderão ser bastante diferentes. Quanto à equação de Hankinson et al. para os México-americanos, a qual, dentre as diversas equações deste autor, teve a menor diferença em comparação com a amostra de indivíduos normais na segunda fase de nosso estudo, observa-se que, embora a média das diferenças situe-se em torno de zero quando os valores são comparados aos valores previstos obtidos em 2006, as diferenças mudam com a variação dos valores previstos: para valores previstos mais elevados (observados nos mais jovens e com maior estatura), as diferenças se tornam negativas, significando que os valores previstos brasileiros são menores, e para valores previstos menores (observados nos mais idosos e de menor estatura), as diferenças são positivas, significando que os valores previstos brasileiros são maiores. Este achado foi mais evidente nas mulheres. Isto é explicado pelos modelos de regressão adotados. Nas equações de Hankinson et al., os valores declinam mais acentuadamente com a idade, enquanto isto não ocorre com os valores previstos brasileiros.

A comparação com as equações de Crapo et al.<sup>(8)</sup> mostrou achado semelhante, especialmente para o sexo feminino, havendo correlação inversa significativa entre os valores previstos brasileiros obtidos em 2006<sup>(4)</sup> e as diferenças com os valores esperados

de CVF e  $VEF_1$  para ambos os sexos (dados não mostrados).

Outra maneira de comparar as diferentes equações é analisando-se os erros padrão de estimativa, os quais revelam a dispersão dos resíduos e são usados para o estabelecimento dos limites de referência. Como mostrado na Tabela 2, estes valores diferem muito pouco entre as diferentes equações de valores previstos, significando que o que se observou para as comparações entre as médias se aplica aos limites inferiores.

No presente estudo, os valores obtidos de CVF e  $VEF_1$  foram significativamente maiores que os observados há 14 anos.<sup>(3)</sup> No estudo publicado em 1992, foi utilizado um espirômetro de fole vertical (Vitalograph, Ennis, Irlanda) e no presente estudo, um espirômetro de fluxo Multispiro (Creative Biomedics, San Clemente, CA, EUA), o que pode explicar a maior parte das diferenças observadas.<sup>(4,22-24)</sup>

Em conclusão, a equação proposta por Pereira et al. em 2006<sup>(4)</sup> tem as menores diferenças quando aplicada a uma amostra independente de indivíduos normais da população brasileira, estabelecendo sua validade para aplicação em nosso meio. Os valores encontrados mostraram-se superiores aos valores publicados em 1992.<sup>(3)</sup> Os valores obtidos por meio de equações estrangeiras diferem significativamente dos valores brasileiros previstos obtidos em 2006. Embora as equações propostas por Crapo et al.<sup>(8)</sup> e as equações propostas por Hankinson et al.<sup>(9)</sup> para os México-americanos tenham médias de diferenças pequenas quando aplicadas a uma amostra de brasileiros tidos como normais, em determinadas faixas de idade e estatura, os valores podem diferir significativamente, o que invalida seu uso entre nós.

## Agradecimentos

Agradecemos às técnicas em espirometria Eliana Pereira, Elaine Pereira de Macedo, Iolanda Fernandes Mackeldel, Maria Izabel de Castro Pereira, Rosângela de Lourdes Modesto, Rosângela de F. de Oliveira e Taeko Sato a realização das espirometrias.

## Referências

1. Pellegrino R, Viegi G, Brusasco V, Crapo RO, Burgos F, Casaburi R, et al. Interpretative strategies for lung function tests. *Eur Respir J*. 2005;26(5):948-68.
2. Aggarwal AN, Gupta D, Behera D, Jindal SK. Applicability of commonly used Caucasian prediction equations for spirometry interpretation in India. *Indian J Med Res*. 2005;122(2):153-64.
3. Pereira CAC, Barreto SP, Simões JG, Pereira FWL, Gerstler JG, Nakatani J. Valores de referência para espirometria em uma amostra da população brasileira adulta. *J Pneumol*. 1992;18(1):10-22.
4. Pereira CAC, Rodrigues SC, Sato T. Novos valores de referência para espirometria forçada em brasileiros adultos de raça branca. *J Bras Pneumol*. 2007;33(4):397-406.
5. Dias RM. Análise das equações para previsão de valores espirográficos normais. *J Pneumol*. 1990;16(4):206-11
6. Knudson RJ, Lebowitz MD, Holberg CJ, Burrows B. Changes in the normal maximal expiratory flow-volume curve with growth and aging. *Am Rev Respir Dis*. 1983;127(6):725-34.
7. Ladosky W, Andrade RT, Loureiro NG, Gandar JMB, Botelho MM. Comparação entre valores espirométricos de referência obtidos a partir de equações de Knudson e de Pereira - Adultos. *J Pneumol*. 2001;27(6):315-20.
8. Crapo RO, Morris AH, Gardner RM. Reference spirometric values using techniques and equipment that meet ATS recommendations. *Am Rev Respir Dis*. 1981;123(6):659-64.
9. Hankinson JL, Odencrantz JR, Fedan KB. Spirometric reference values from a sample of the general U.S. population. *Am J Respir Crit Care Med*. 1999;159(1):179-87.
10. Quanjer PH, Tammeling GJ, Cotes JE, Pedersen OF, Peslin R, Yernault JC. Lung volumes and forced ventilatory flows. Report Working Party Standardization of Lung Function Tests, European Community for Steel and Coal. Official Statement of the European Respiratory Society. *Eur Respir J Suppl*. 1993;16:5-40.
11. Ferris BG. Epidemiology standardization project: III. Recommended standardized procedures for pulmonary function testing. *Am Rev Respir Dis*. 1978;118 (6 Pt 2):55-88.
12. Burrows B, Cline MG, Knudson RJ, Taussig LM, Lebowitz MD. A descriptive analysis of the growth and decline of the FVC and FEV1. *Chest*. 1983;83(5):717-24.
13. Pereira CAC, Jansen JM, Menna Barreto SS, Marinho J, Sulmonett N, Dias RM, et al. Espirometria. *J Pneumol*. 2002;28(supl 3):1-82.
14. Roca J, Burgos F, Sunyer J, Saez M, Chinn S, Antó JM, et al. Reference values for forced spirometry. Group of the European Community Respiratory Health Survey. *Eur Respir J*. 1998;11(6):1354-62.
15. Baur X, Isringhausen-Bley S, Degens P. Comparison of lung-function reference values. *Int Arch Occup Environ Health*. 1999;72(2):69-83.
16. Lung function testing: selection of reference values and interpretative strategies. American Thoracic Society. *Am Rev Respir Dis*. 1991;144(5):1202-18.
17. Xu X, Laird N, Dockery DW, Schouten JP, Rijcken B, Weiss ST. Age, period, and cohort effects on pulmonary function in a 24-year longitudinal study. *Am J Epidemiol*. 1995;141(6):554-66.
18. Brändli O, Schindler C, Künzli N, Keller R, Perruchoud AP. Lung function in healthy never smoking adults: reference values and lower limits of normal of a Swiss population. *Thorax*. 1996;51(3):277-83.
19. Falaschetti E, Laiho J, Primates P, Purdon S. Prediction equations for normal and low lung function from the Health Survey for England. *Eur Respir J*. 2004;23(3):456-63.



20. Mathur N, Rastogi SK, Gupta BN, Husain T. A global comparison of predicting equations on spirometry in the male population. *Int J Epidemiol.* 1990;19(2):331-8.
21. Crapo RO. The role of reference values in interpreting lung function tests. *Eur Respir J.* 2004;24(3):341-2.
22. Branson R. Flow and Volume Measuring Devices. In: Branson RD, Hess D, Chatburn RL, editors. *Respiratory Care Equipment.* Philadelphia: JB Lippincott Co; 1995. p. 283-303.
23. Johns DP, Ingram CM, Khov S, Rochford PD, Walters EH. Effect of breathing circuit resistance on the measurement of ventilatory function. *Thorax.* 1998;53(11):944-8.
24. Louw SJ, Goldin JG, Joubert G. Spirometry of healthy adult South African men. Part I. Normative values. *S Afr Med J.* 1996;86(7):814-9.