



## Distúrbio ventilatório restritivo sugerido por espirometria: associação com risco cardiovascular e nível de atividade física em adultos assintomáticos

Evandro Fornias Sperandio<sup>1</sup>, Rodolfo Leite Arantes<sup>2</sup>, Agatha Cavada Matheus<sup>1</sup>, Rodrigo Pereira da Silva<sup>1</sup>, Vinícius Tonon Lauria<sup>1</sup>, Marcello Romiti<sup>2</sup>, Antônio Ricardo de Toledo Gagliardi<sup>2</sup>, Victor Zuniga Dourado<sup>2</sup>

1. Laboratório de Epidemiologia e Movimento Humano – EPIMOV – Departamento de Ciências do Movimento Humano, Universidade Federal de São Paulo – UNIFESP – Santos (SP) Brasil.
2. AngioCorpore – Instituto de Medicina Cardiovascular, Santos (SP) Brasil.

**Recebido:** 14 fevereiro 2015.  
**Aprovado:** 11 outubro 2015.

Trabalho realizado no Laboratório de Epidemiologia e Movimento Humano – EPIMOV – Departamento de Ciências do Movimento Humano, Universidade Federal de São Paulo – UNIFESP – e no AngioCorpore – Instituto de Medicina Cardiovascular, Santos (SP) Brasil.

### RESUMO

**Objetivo:** Determinar se o distúrbio ventilatório restritivo (DVR) sugerido por espirometria está associado ao nível de atividade física na vida diária (AFVD), assim como a fatores de risco para doença cardiovascular (DCV), em adultos assintomáticos. **Métodos:** Um total de 374 participantes (média de idade,  $41 \pm 14$  anos) realizou espirometria, que incluiu a determinação de CVF e VEF<sub>1</sub>. O DVR foi definido como a relação  $VEF_1/CVF > 0,7$  e  $CVF < 80\%$  do valor previsto. Após a coleta de dados demográficos, dados antropométricos e dados relacionados aos fatores de risco para DCV, foram avaliados composição corporal, função muscular e equilíbrio postural, assim como realizados teste cardiopulmonar e teste de caminhada de seis minutos. O nível de AFVD foi medido por um acelerômetro triaxial. **Resultados:** O DVR sugerido por espirometria foi encontrado em 10% dos indivíduos. Após a regressão logística multivariada, ajustada para os fatores de confusão (AFVD e aptidão cardiorrespiratória), as seguintes variáveis permaneceram significativas (OR; IC95%) como preditoras de DVR: hipertensão arterial sistêmica (17,5; 1,65-184,8), tabagismo (11,6; 1,56-87,5), inatividade física (8,1; 1,43-46,4), maior área do centro de pressão durante apoio bipodal em plataforma de força (1,34; 1,05-1,71) e dislipidemia (1,89; 1,12-1,98). **Conclusões:** O DVR sugerido por espirometria parece ser um achado comum em adultos assintomáticos. Fatores de risco para DCV, principalmente hipertensão arterial sistêmica, tabagismo e sedentarismo, foram diretamente associados ao DVR, mesmo quando a análise foi ajustada para AFVD e aptidão cardiorrespiratória. Estudos longitudinais são necessários para melhorar a compreensão da etiologia do DVR, bem como para auxiliar na concepção de estratégias preventivas.

**Descritores:** Espirometria; Hipertensão; Atividade motora; Estilo de vida sedentário; Hábito de fumar.

### INTRODUÇÃO

A restrição pulmonar é uma doença clínica multifatorial que é caracterizada por redução dos volumes pulmonares e que piora com a idade. A espirometria sugere a presença de distúrbio ventilatório restritivo (DVR) em cerca de 12% da população geral.<sup>(1)</sup> Para que se faça o diagnóstico de restrição pulmonar, é necessário que se meçam os volumes pulmonares estáticos. No entanto, a redução da CVF sem obstrução brônquica é comumente usada como medida substituta da restrição pulmonar. Embora ainda não esteja claro se a presença de DVR tem relevância clínica na ausência de sintomas respiratórios, sinais de fibrose pulmonar ou outras alterações clínicas, pode-se empregar uma estratégia ventilatória diferente durante o exercício.<sup>(2)</sup> Além disso, já se relacionou o DVR com diversos fatores de risco de doença cardiovascular (DCV), tais como obesidade,<sup>(3)</sup> diabetes mellitus,<sup>(4)</sup> dislipidemia<sup>(5)</sup> e hipertensão arterial sistêmica (HAS),<sup>(6)</sup> bem como com elevada mortalidade.<sup>(7)</sup>

Estudos mostram que a inatividade física está relacionada com aptidão cardiorrespiratória e função respiratória piores.<sup>(8)</sup> Embora estudos anteriores tenham mostrado que o DVR sugerido por espirometria está relacionado com risco cardiovascular e DCV,<sup>(9)</sup> há poucas informações sobre o possível efeito de confusão do nível de atividade física medida por meio de um acelerômetro e da aptidão cardiorrespiratória, embora a inatividade física esteja relacionada com todas as comorbidades supracitadas.<sup>(9)</sup> Uma compreensão melhor dos fatores que se relacionam com o DVR permitiria que os provedores de cuidados primários intervissem logo e evitassem problemas relacionados com essa anormalidade. Nossa hipótese é a de que o DVR está também relacionado com o nível de atividade física na vida diária (AFVD) e de que os níveis de AFVD e aptidão cardiorrespiratória podem confundir as associações entre o DVR e fatores de risco de DCV. Portanto, nosso objetivo foi determinar se o DVR relaciona-se com AFVD e fatores de risco de DCV em adultos assintomáticos mesmo quando se ajusta a

### Endereço para correspondência:

Evandro Fornias Sperandio. Avenida Ana Costa, 95, CEP 11060-001, Santos, SP, Brasil.  
Tel./Fax: 55 13 3261-3324. E-mail: evandrosperandio@yahoo.com

Apoio financeiro: Este estudo recebeu apoio financeiro da Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP; Processo n. 2011/07282-6).

análise dos fatores de risco de DCV para AFVD e aptidão cardiorrespiratória. Um objetivo secundário foi avaliar a prevalência dessa alteração espirométrica em uma amostra da população brasileira.

## MÉTODOS

### Participantes e desenho do estudo

Trata-se de um estudo transversal com 374 participantes, com média de idade de  $41 \pm 14$  anos (91 homens e 283 mulheres), selecionados dentre os inscritos em um estudo em progresso, o Estudo Epidemiológico sobre Movimento Humano e Doenças Hipocinéticas. Todos os participantes foram submetidos a espirometria. A definição clássica de DVR na espirometria é CVF baixa na presença de relação  $VEF_1/CVF$  normal. No entanto, o DVR é caracterizado por uma diminuição da capacidade pulmonar total (CPT).<sup>(10)</sup> Há dois métodos considerados padrão ouro para a determinação da CPT: diluição de hélio e pletismografia. Ambos os métodos são caros e demorados em comparação com a espirometria simples. Vários estudos epidemiológicos empregaram os critérios espirométricos da *Global Initiative for Chronic Obstructive Lung Disease* para identificar o DVR, incluindo CVF  $< 80\%$  do valor previsto e uma relação fixa entre  $VEF_1$  e CVF (em valores absolutos)  $\geq 70\%$ .<sup>(7,11-13)</sup> Para que nossos resultados fossem comparáveis aos que se encontram na literatura, decidimos empregar esta última definição. Para calcular as variáveis espirométricas previstas, usamos valores de referência para a população brasileira.<sup>(14)</sup> Coletamos dados demográficos e antropométricos, além de dados relacionados com fatores de risco de DCV. Avaliamos também a AFVD (por meio de acelerometria), a composição corporal, a função muscular e o equilíbrio postural, além de termos realizado o teste de exercício cardiopulmonar (TECP) e o teste de caminhada de seis minutos. Os critérios de inclusão foram idade entre 18 e 90 anos e ausência de doenças cardíacas e pulmonares. Os critérios de exclusão foram problemas ortopédicos, história recente de infecções respiratórias, angina (instável ou estável) nas últimas quatro semanas, história recente de infarto do miocárdio e angioplastia ou cirurgia cardíaca nos últimos três meses. Os participantes foram informados dos potenciais riscos e desconfortos dos procedimentos propostos no presente estudo, e todos assinaram um termo de consentimento livre e esclarecido. O estudo foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa com Seres Humanos da Universidade Federal de São Paulo (Protocolo n. 186.796).

Durante a avaliação clínica inicial, pedimos a todos os participantes que completassem o *Physical Activity Readiness Questionnaire*,<sup>(15)</sup> a fim de identificar quaisquer contraindicações do TECP. Para investigar a história de asma e exposição a poluentes, bem como para determinar a presença ou ausência de tabagismo, usamos um questionário respiratório baseado no questionário elaborado pelo *Epidemiology Standardization Project* da *American Thoracic Society*.

<sup>(16)</sup> O risco de DCV foi estratificado de acordo com as diretrizes do *American College of Sports Medicine*.<sup>(17)</sup> A partir dos dados verificáveis e autodeclarados coletados, investigamos os principais fatores de risco de DCV: idade (homens  $\geq 45$  anos; mulheres  $\geq 55$  anos); história familiar de doença arterial coronariana prematura (infarto do miocárdio confirmado antes dos 55 anos de idade no pai ou antes dos 65 anos de idade na mãe ou em outro parente de primeiro grau); HAS; diabetes; dislipidemia e tabagismo atual.

### Procedimentos

A espirometria foi realizada com um espirômetro portátil (Quark PFT; Cosmed, Pavona di Albano, Itália), em conformidade com os critérios estabelecidos pela *American Thoracic Society*.<sup>(18)</sup> Determinamos o  $VEF_1$ , a CVF e a relação  $VEF_1/CVF$ . Após a determinação do peso corporal e da estatura, calculamos o IMC. A composição corporal foi determinada por bioimpedância temporal (310e; Biodynamics, Seattle, WA, EUA), conforme o procedimento descrito por Kyle et al.<sup>(19)</sup> A massa magra e a massa gorda foram calculadas por meio das equações de regressão para indivíduos saudáveis.<sup>(20)</sup>

A capacidade de exercício máxima limitada por sintomas foi avaliada durante o TECP com um protocolo de rampa em uma esteira (ATL; Inbrasport, Porto Alegre, Brasil). Após 3 min de repouso, a velocidade e a inclinação foram automaticamente aumentadas de acordo com a estimativa de consumo máximo de oxigênio, com o objetivo de completar o teste em cerca de 10 min. Variáveis cardiovasculares, respiratórias e metabólicas foram analisadas a cada respiração com um analisador de gases (Quark PFT; Cosmed). A captação pulmonar de oxigênio ( $VO_2$ ), a liberação pulmonar de dióxido de carbono ( $VCO_2$ ), a taxa de troca respiratória ( $VCO_2/VO_2$ ), a ventilação minuto e a frequência cardíaca foram monitorados durante todo o teste. Os dados foram filtrados a cada 15 s para análise posterior. Os valores médios nos últimos 15 s do exercício incremental foram considerados o pico de  $VO_2$  (em ml/min, ml/min/kg e % do previsto).

A capacidade funcional de exercício foi avaliada por meio de um teste de caminhada de seis minutos realizado rigorosamente de acordo com as diretrizes da *American Thoracic Society*.<sup>(21)</sup> A distância percorrida no teste de caminhada de seis minutos foi registrada em metros e em porcentagem do valor previsto.<sup>(22)</sup>

O equilíbrio postural foi avaliado por meio da coleta de dados cinéticos relativos à dinâmica do centro de pressão (CDP) durante a avaliação do equilíbrio postural em uma plataforma de força (400 BIOMECH; EMG System do Brasil, São José dos Campos, Brasil). A frequência de aquisição de dados da plataforma foi de 100 Hz. Os participantes foram instruídos a permanecerem tão imóveis quanto possível, e a área do CDP (em  $cm^2$ ) foi registrada enquanto cada participante permanecia em pé com os olhos abertos ou fechados. Cada condição foi mantida por 30 s.

A função muscular foi avaliada por meio da determinação do pico de torque (PT) do quadríceps e bíceps em um dinamômetro isocinético (Biodex; Lumex Inc., Ronkonkoma, NY, EUA). O PT (em N m) foi avaliado em dois testes de 5 movimentos cada a 60°/s. Depois de um período de repouso de pelo menos 3 min, os participantes realizaram dois testes de força isométrica (também em N m) contra resistência fixa na faixa de 60° de flexão dos joelhos. Após outro período de repouso semelhante, os participantes executaram 30 movimentos a 300°/s para que se registrasse o trabalho total (em kJ). Em todos os testes, o maior valor foi selecionado para análise.

O nível de AFVD foi avaliado com um acelerômetro triaxial ActiGraph (MTI, Pensacola, FL, EUA), cujo uso foi validado anteriormente.<sup>(23)</sup> Os participantes foram instruídos a usar o dispositivo em um cinto elástico sobre o quadril dominante durante 7 dias. Foi considerado um dia válido aquele em que o participante usou o dispositivo durante pelo menos 12 h. Os participantes foram instruídos a removê-lo antes de realizar atividades relacionadas com a água, tais como tomar banho e nadar, e na hora de dormir. O acelerômetro triaxial mede a duração e a intensidade da atividade física. O dispositivo inclui um inclinômetro, que registra o tempo gasto deitado, sentado e em pé. Foram analisados apenas os dados de acelerometria dos participantes que usaram o dispositivo durante pelo menos 4 dias (válidos). As definições de sedentarismo, atividade física de baixa intensidade, atividade física de intensidade moderada, atividade física vigorosa e atividade física muito vigorosa foram as descritas por Freedson et al.<sup>(24)</sup> A definição de AFVD mínima, no tocante à quantidade e à intensidade, foi a de 150 min/semana de atividade física moderada a vigorosa.<sup>(25)</sup> Os indivíduos que não atingiram esse nível de AFVD foram considerados fisicamente inativos.

### Análise estatística

Primeiramente, fizemos uma análise descritiva dos dados, incluindo frequências, histogramas, medidas de tendência central e variabilidade. Para avaliar a associação entre DVR na espirometria e as variáveis estudadas, calculamos as *odds ratios* brutas e ajustadas, com os respectivos intervalos de confiança de 95%. Em seguida, selecionamos as variáveis mais significativas e fizemos uma análise de regressão logística multivariada usando o DVR como variável de desfecho. O modelo foi ajustado para idade, gênero, raça, escolaridade (ensino superior ou não), fatores autodeclarados de risco de DCV (HAS, diabetes, dislipidemia, tabagismo, obesidade e inatividade física), composição corporal (massa gorda), função muscular periférica (PT do quadríceps e bíceps), equilíbrio postural (área do CDP em pé com os olhos abertos) e aptidão cardiorrespiratória (pico de VO<sub>2</sub>). Um IMC > 29,9 kg/m<sup>2</sup> caracterizou obesidade. A probabilidade de erro tipo I estabelecida foi de 5%. A análise estatística foi realizada com o programa *Statistical Package for the Social Sciences*, versão 15.0 (SPSS Inc., Chicago, IL, EUA).

## RESULTADOS

Dos 374 indivíduos avaliados, 37 (9,9%) apresentaram DVR e 6 apresentaram distúrbio ventilatório obstrutivo (VEF<sub>1</sub>/CVF < 0,7). Em comparação com o resto da amostra, os 37 participantes com DVR eram mais velhos. Além disso, as proporções de mulheres e indivíduos obesos foram maiores entre os participantes com DVR, que apresentavam também mais fatores de risco de DCV e usavam mais medicamentos. Na amostra estudada, a prevalência de HAS foi de 11%, a de dislipidemia autodeclarada foi de 21%, a de diabetes autodeclarado foi de 0,07%, a de tabagismo atual foi de 11% e a de inatividade física medida por acelerômetro foi de 19%. As características da amostra estão descritas na Tabela 1. Depois de ser ajustada para fatores de confusão, a regressão logística multivariada indicou que as variáveis HAS, tabagismo, inatividade física, dislipidemia e CDP mantiveram sua significância como preditores de DVR (Tabela 2).

## DISCUSSÃO

No presente estudo, a prevalência global de DVR na espirometria foi de 10%. Até onde sabemos, este é o primeiro estudo a mostrar uma relação entre DVR e AFVD por meio de acelerometria. O DVR relacionou-se também com HAS, tabagismo e dislipidemia, mesmo após a análise ter sido ajustada para AFVD e aptidão cardiorrespiratória. Em um estudo multicêntrico de base populacional realizado na Espanha,<sup>(26)</sup> a prevalência de DVR foi de 12,7%, semelhante à encontrada no presente estudo. Em outro estudo de base populacional, realizado na região metropolitana de São Paulo (SP), a prevalência de DPOC foi de 15,8%.<sup>(27)</sup> Pode-se supor que as principais iniciativas cujos alvos foram o distúrbio ventilatório obstrutivo na espirometria, independentemente da definição de DPOC empregada, erraram um importante alvo de saúde pública ao não explorar a frequência de DVR.

Estudos anteriores relataram que indivíduos com DVR na espirometria correm maior risco de mortalidade por qualquer causa e de mortalidade cardiovascular.<sup>(28)</sup> No presente estudo, o maior preditor de DVR foi a HAS. Na verdade, já se descreveu a relação entre HAS e alterações da função pulmonar.<sup>(6)</sup> No entanto, o mecanismo dessa relação permanece desconhecido.

Sabe-se que a HAS está relacionada com aumento da resistência vascular sistêmica e pulmonar, bem como com aumento da rigidez dos vasos. Em virtude da natureza altamente vascular do pulmão e do acoplamento anatômico íntimo de elementos parenquimatosos vasculares, é bem possível que, independentemente de qualquer alteração do parênquima pulmonar, a perda da elasticidade da árvore vascular pulmonar viesse a afetar adversamente a capacidade vital e o VEF<sub>1</sub>. No *Normative Aging Study*, Sparrow et al.<sup>(29)</sup> concluíram que a redução da CVF precede o aparecimento de HAS. A inflamação, por outro lado, parece desempenhar um papel crítico no aparecimento de HAS, pois indivíduos com níveis elevados de proteína C reativa

**Tabela 1.** Características dos 374 participantes.<sup>a</sup>

Característica	Padrão espirométrico	
	Normal (n = 337)	Restritivo (n = 37)
Idade, anos	42 ± 15	47 ± 16*
Gênero (%)		
Feminino	53,3	73,0**
Masculino	43,8	27,0
CVF, l	3,92 ± 1,00	2,75 ± 0,85**
CVF, % do previsto	98 ± 12	74 ± 9**
VEF <sub>1</sub> , l	3,21 ± 0,80	2,13 ± 0,64**
VEF <sub>1</sub> , % do previsto	98 ± 11	71 ± 6**
VEF <sub>1</sub> /CVF, %	82 ± 5	80 ± 5*
Raça (%)		
Branca	59,7	57,1
Negra	7,6	5,7
Parda	30,0	31,4
Oriental	2,1	0,0
Indígena	0,6	5,7*
Peso, kg	75 ± 18	77 ± 20
Estatura, cm	165 ± 97	161 ± 98
IMC, kg/m <sup>2</sup>	27 ± 6	29 ± 7**
Massa gorda, %	28 ± 8	33 ± 10*
Massa magra, kg	53 ± 12	50 ± 11
Pico de VO <sub>2</sub> , ml/min	2,383 ± 863	1,928 ± 814**
Pico de VO <sub>2</sub> , ml/min/kg	32 ± 10	25 ± 10**
Pico de VO <sub>2</sub> , % do previsto	100 ± 20	91 ± 19**
DTC6, m	605 ± 90	519 ± 118**
DTC6, % do previsto	105 ± 13	93 ± 17**
Fatores de risco de DCV (%)		
História familiar	24,6	16,2
Obesidade	26,1	40,5**
Hipertensão	9,5	21,6*
Dislipidemia	21,1	27,0
Diabetes	5,9	16,2*
Tabagismo atual	10,4	21,6*
Inatividade física	16,8	36,4*
Uso de medicações (%)	26,7	43,2*
Ocorrência de quedas (%)	5,3	18,9*
Ensino superior completo (%)		
Sim	40,2	27,0
Não	59,7	72,9**

VO<sub>2</sub>: captação pulmonar de oxigênio; DTC6: distância percorrida no teste de caminhada de seis minutos; e DCV: doença cardiovascular. <sup>a</sup>Valores expressos em forma de média ± dp, exceto onde indicado.

de alta sensibilidade parecem ser mais propensos a apresentar HAS durante os 5 primeiros anos de acompanhamento.<sup>(30)</sup>

Outro fator de risco de DCV diretamente relacionado com o DVR na espirometria foi, como esperado, o tabagismo atual. Classicamente, a história de tabagismo e a intensidade do tabagismo relacionam-se com padrões respiratórios obstrutivos e DPOC. O tabagismo pode também desencadear a via inflamatória e causar alterações histológicas profundas. Há perda de tecido elástico e material resistivo, pois o processo inflamatório tem uma fase de reparação tecidual, na

qual o parênquima pulmonar é substituído por tecido fibrótico. Resultados semelhantes foram obtidos por Twisk et al.,<sup>(31)</sup> que também relataram que o tabagismo estava relacionado com redução da CVF e do VEF<sub>1</sub>.

Estudos anteriores mostraram que indivíduos com níveis mais elevados de AFVD também apresentam níveis mais elevados de VEF<sub>1</sub> e CVF.<sup>(8)</sup> No entanto, essa relação não tem sido bem investigada na população geral. No presente estudo, a inatividade física medida por acelerômetro foi selecionada como preditor independente de DVR na espirometria. A plausibilidade biológica da influência da inatividade física sobre o declínio da

**Tabela 2.** Análise de regressão logística múltipla de fatores de risco de distúrbio ventilatório restritivo na espirometria.

Fator	OR	Modelo ajustado	
		Limite inferior	Limite superior
Idade	1,016	0,917	1,126
Gênero	0,115	0,006	2,093
Relacionado com DCV			
Obesidade	1,756	0,194	15,930
HAS	17,513*	1,659	184,819
Dislipidemia	1,896*	1,127	1,988
Diabetes	3,549	0,382	33,011
Tabagismo atual	11,699*	1,564	87,504
Inatividade física	8,176*	1,439	46,461
Massa gorda	1,012	0,913	1,121
PTQ	1,015	0,991	1,039
PTB	1,012	0,929	1,101
CDP-OA	1,347*	1,056	1,718
Pico de VO <sub>2</sub>	0,982	0,838	1,150
DTC6	0,997	0,985	1,009
Uso de medicações	0,242	0,039	1,495

DCV: doença cardiovascular; HAS: hipertensão arterial sistêmica; PTQ: pico de torque do quadríceps; PTB: pico de torque do bíceps; CDP-OA: centro de pressão-olhos abertos; VO<sub>2</sub>: captação pulmonar de oxigênio; e DTC6: distância percorrida no teste de caminhada de seis minutos. \*Significante, após o ajuste para fatores de confusão, como preditor de distúrbio ventilatório restritivo na espirometria.

função pulmonar baseia-se nos níveis elevados de mediadores inflamatórios observados em indivíduos fisicamente inativos. Verificou-se uma relação entre baixo nível de AFVD e níveis plasmáticos elevados de interleucina-6 e proteína C reativa, independentemente da obesidade.<sup>(32)</sup> Em uma revisão de 40 estudos observacionais, Hamer<sup>(33)</sup> constatou que 27 deles mostraram que a AFVD relacionava-se inversamente com um ou mais marcadores inflamatórios, e que essas associações permaneceram significativas mesmo depois de terem sido ajustadas para medidas de obesidade.

Em nosso modelo de regressão múltipla, ajustado para fatores de confusão, a dislipidemia também foi selecionada como preditor independente de DVR na espirometria, uma associação que ainda não foi amplamente investigada. Yeh et al.<sup>(3)</sup> relataram que indivíduos com síndrome metabólica apresentam elevados níveis séricos de marcadores inflamatórios, e que esses aumentos parecem estar relacionados com a redução da CVF. Conformemente, os autores constataram que a redução da função pulmonar ocorre antes do aparecimento da síndrome metabólica. Verificou-se que o DVR relaciona-se com níveis elevados de mediadores inflamatórios, tais como proteína C reativa e fibrinogênio.<sup>(12)</sup> Muitos mecanismos patológicos (que vão da obesidade à doença pulmonar intersticial) podem causar DVR. Os mecanismos subjacentes à relação entre esse tipo de distúrbio metabólico e função pulmonar prejudicada ainda não estão claros.

Um achado interessante do presente estudo é que a falta de equilíbrio postural estático relacionou-se com o DVR na espirometria, independentemente da idade, do gênero ou de comorbidades. Resultados semelhantes foram obtidos em pacientes com asma

ou DPOC.<sup>(34)</sup> Kayacan et al.<sup>(35)</sup> concluíram que, em indivíduos com DPOC, a obstrução ao fluxo aéreo e a duração da doença podem reduzir a velocidade de condução dos nervos periféricos e provocar alterações neurofisiológicas, tais como déficits de equilíbrio. Esse mecanismo pode estar relacionado com a inflamação sistêmica presente em tais indivíduos, bem como naqueles com DVR. Até onde sabemos, este é o primeiro estudo a avaliar as correlações entre medidas obtidas em uma plataforma de força e índices espirométricos em indivíduos assintomáticos. Clinicamente, pode ser importante saber que o risco de quedas é maior em indivíduos com DVR, e isso deve ser levado em consideração durante o tratamento dessa doença. Acreditamos que a cascata inflamatória também pode afetar o equilíbrio postural, assim como o pode a inatividade física, o tabagismo e a hipertensão. No entanto, como não avaliamos a inflamação, trata-se apenas de uma suposição. Portanto, tais interações devem ser investigadas mais a fundo.

Embora se tenha demonstrado que o diabetes relaciona-se com CVF menor<sup>(4)</sup> e vice-versa,<sup>(36)</sup> esse não foi o caso no presente estudo. O fato de os dados sobre diabetes terem sido autodeclarados pode ter influenciado nossos resultados, já que a prevalência do diagnóstico autodeclarado foi inferior à relatada anteriormente para a região.<sup>(37)</sup> Não obstante, esses relatos ou não consideraram os efeitos de confusão da AFVD e da aptidão cardiorrespiratória ou avaliaram a AFVD apenas por meio de questionário.

No presente estudo, a obesidade foi mais prevalente nos indivíduos com DVR na espirometria do que nos demais participantes. No entanto, no modelo ajustado, a obesidade não foi selecionada como preditor significativo

de DVR. Embora vários estudos tenham mostrado que há relação entre obesidade e função pulmonar ruim, nem comorbidades nem baixo nível de AFVD foram considerados possíveis fatores de confusão nesses estudos. Além disso, o IMC não é a melhor variável para se avaliar na investigação dessa relação. Sabemos que o excesso de tecido adiposo exerce um efeito mecânico nos pulmões, por meio do qual o tecido adiposo no interior da região abdominal reduz a capacidade do diafragma de se deslocar para baixo, limitando assim a insuflação pulmonar. Acharmos surpreendente que Scott et al.<sup>(38)</sup> não tenham encontrado associações significativas entre massa gorda e função pulmonar em homens, e que a massa gorda não tenha sido um preditor significativo da função pulmonar em nenhum dos dois modelos de regressão empregados em seu estudo. Além disso, a inflamação sistêmica parece ter um impacto maior na função pulmonar dinâmica do que os efeitos mecânicos da obesidade.<sup>(38)</sup>

Nosso estudo tem algumas limitações, uma das quais está relacionada com a seleção de participantes. Como avaliamos uma amostra de conveniência, é possível que os participantes obesos tenham apresentado aptidão cardiorrespiratória acima do normal, o que pode ter influenciado os resultados, já que a aptidão relaciona-se positivamente com a função pulmonar. Além disso, trata-se de um estudo transversal, e, portanto, não conseguimos determinar as causas do DVR na espirometria. Ademais, como os diagnósticos de HAS, diabetes e dislipidemia basearam-se em dados relatados pelos próprios pacientes, é possível que essas doenças tenham sido subdiagnosticadas em nossa amostra. Também não medimos a CPT nem obtivemos radiografias de tórax ou imagens de TC de tórax a fim de diagnosticar a real restrição pulmonar. Não obstante, os participantes eram assintomáticos

e não apresentavam história de exposição a fatores predisponentes conhecidos de DVR. Acreditamos que o DVR possa estar relacionado com doenças não pulmonares, haja vista a relação encontrada com outros fatores, tais como mecanismos inflamatórios sistêmicos (tais como HAS), inatividade física e dislipidemia. Nem radiografia de tórax alterada nem história de doença pleural revelaram-se preditores de DVR na espirometria. Embora as doenças pulmonares intersticiais claramente resultem em restrição pulmonar, não parecem ser o principal fator relacionado com o DVR na espirometria em uma população.<sup>(7)</sup> A maioria dos outros grandes estudos epidemiológicos de coorte identificou o DVR com base em valores obtidos antes do uso de broncodilatador; nós não empregamos essa metodologia, o que constitui mais uma limitação de nosso estudo. No entanto, nossos pacientes com DVR não apresentaram qualquer sinal ou sintoma de obstrução ao fluxo aéreo ou hiper-responsividade das vias aéreas. Outro estudo, no qual se usou espirometria pré-broncodilatador, mostrou que o risco de mortalidade é maior em indivíduos com DVR.<sup>(4)</sup> Como não quantificamos a CPT, não podemos afirmar que os participantes com CVF reduzida tinham também CPT menor. Portanto, a redução da CVF poderia ser um distúrbio respiratório não específico.

Podemos concluir que o DVR na espirometria é comum em adultos assintomáticos. Até onde sabemos, este é o primeiro estudo em que se relatou uma associação entre DVR e AFVD medida objetivamente. Constatamos também que o DVR na espirometria relacionou-se com fatores de risco de DCV, mesmo após o ajuste para AFVD e aptidão cardiorrespiratória. São necessários estudos longitudinais para que se compreenda melhor a etiologia do DVR na espirometria e para ajudar a elaborar estratégias preventivas.

## REFERÊNCIAS

- Guerra S, Sherrill DL, Venker C, Ceccato CM, Halonen M, Martinez FD. Morbidity and mortality associated with the restrictive spirometric pattern: a longitudinal study. *Thorax*. 2010;65(6):499-504. <http://dx.doi.org/10.1136/thx.2009.126052>
- Sperandio EF, Alexandre AS, Yi LC, Poletto PR, Gotfryd AO, Vidotto MC, et al. Functional aerobic exercise capacity limitation in adolescent idiopathic scoliosis. *Spine J*. 2014;14(10):2366-72. <http://dx.doi.org/10.1016/j.spinee.2014.01.041>
- Yeh F, Dixon AE, Marion S, Schaefer C, Zhang Y, Best LG, et al. Obesity in adults is associated with reduced lung function in metabolic syndrome and diabetes: the Strong Heart Study. *Diabetes Care*. 2011;34(10):2306-13. <http://dx.doi.org/10.2337/dc11-0682>
- Walter RE, Beiser A, Givelber RJ, O'Connor GT, Gottlieb DJ. Association between glycemic state and lung function: the Framingham Heart Study. *Am J Respir Crit Care Med*. 2003;167(6):911-6. <http://dx.doi.org/10.1164/rccm.2203022>
- Leone N, Courbon D, Thomas F, Bean K, Jegou B, Leynaert B, et al. Lung function impairment and metabolic syndrome: the critical role of abdominal obesity. *Am J Respir Crit Care Med*. 2009;179(6):509-16. <http://dx.doi.org/10.1164/rccm.200807-1195OC>
- Koo HK, Kim DK, Chung HS, Lee CH. Association between metabolic syndrome and rate of lung function decline: a longitudinal analysis. *Int J Tuberc Lung Dis*. 2013;17(11):1507-14. <http://dx.doi.org/10.5588/ijtld.12.0906>
- Mannino DM, Holguin F, Pavlin BI, Ferdinands JM. Risk factors for prevalence of and mortality related to restriction on spirometry: findings from the First National Health and Nutrition Examination Survey and follow-up. *Int J Tuberc Lung Dis*. 2005;9(6):613-21.
- Cheng YJ, Macera CA, Addy CL, Sy FS, Wieland D, Blair SN. Effects of physical activity on exercise tests and respiratory function. *Br J Sports Med*. 2003;37(6):521-8. <http://dx.doi.org/10.1136/bjism.37.6.521>
- Guazzi M, Brambilla R, Pontone G, Agostoni P, Guazzi MD. Effect of non-insulin-dependent diabetes mellitus on pulmonary function and exercise tolerance in chronic congestive heart failure. *Am J Cardiol*. 2002;89(2):191-7. [http://dx.doi.org/10.1016/S0002-9149\(01\)02199-3](http://dx.doi.org/10.1016/S0002-9149(01)02199-3)
- 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. <http://dx.doi.org/10.1183/09031936.05.00035205>
- Eriksson B, Lindberg A, Müllerova H, Rönmark E, Lundbäck B. Association of heart diseases with COPD and restrictive lung function—results from a population survey. *Respir Med*. 2013;107(1):98-106. <http://dx.doi.org/10.1016/j.rmed.2012.09.011>
- Mannino DM, Ford ES, Redd SC. Obstructive and restrictive lung disease and markers of inflammation: data from the Third National Health and Nutrition Examination. *Am J Med*. 2003;114(9):758-62. [http://dx.doi.org/10.1016/S0002-9343\(03\)00185-2](http://dx.doi.org/10.1016/S0002-9343(03)00185-2)
- Global Initiative for Chronic Obstructive Lung Disease [homepage on the Internet]. Bethesda: Global Initiative for Chronic Obstructive Lung Disease; [cited 2015 Feb 14]. GOLD Spirometry Guide; 2010. Available from: <http://www.goldcopd.org/other-resources-gold-spirometry-guide.html>
- Pereira CA, Sato T, Rodrigues SC. New reference values for forced

- spirometry in white adults in Brazil. *J Bras Pneumol*. 2007;33(4):397-406. <http://dx.doi.org/10.1590/S1806-37132007000400008>
15. Thomas S, Reading J, Shephard RJ. Revision of the Physical Activity Readiness Questionnaire (PAR-Q). *Can J Sport Sci*. 1992;17(4):338-45.
  16. Ferris BG. Epidemiology Standardization Project (American Thoracic Society). *Am Rev Respir Dis*. 1978;118(6 Pt 2):1-120.
  17. Thompson PD, Arena R, Riebe D, Pescatello LS; American College of Sports Medicine. ACSM's new preparticipation health screening recommendations from ACSM's guidelines for exercise testing and prescription, ninth edition. *Curr Sports Med Rep*. 2013;12(4):215-7. <http://dx.doi.org/10.1249/JSR.0b013e31829a68cf>
  18. Miller MR, Hankinson J, Brusasco V, Burgos F, Casaburi R, Coates A, et al. Standardisation of spirometry. *Eur Respir J*. 2005;26(2):319-38. <http://dx.doi.org/10.1183/09031936.05.00034805>
  19. Kyle UG, Bosaeus I, De Lorenzo AD, Deurenberg P, Elia M, Manuel Gómez J, et al. Bioelectrical impedance analysis-part II: utilization in clinical practice. *Clin Nutr*. 2004;23(6):1430-53. <http://dx.doi.org/10.1016/j.clnu.2004.09.012>
  20. Kyle UG, Genton L, Karsegard L, Slosman DO, Pichard C. Single prediction equation for bioelectrical impedance analysis in adults aged 20-94 years. *Nutrition*. 2001;17(3):248-53. [http://dx.doi.org/10.1016/S0899-9007\(00\)00553-0](http://dx.doi.org/10.1016/S0899-9007(00)00553-0)
  21. ATS Committee on Proficiency Standards for Clinical Pulmonary Function Laboratories. ATS statement: guidelines for the six-minute walk test. *Am J Respir Crit Care Med*. 2002;166(1):111-7. <http://dx.doi.org/10.1164/ajrccm.166.1.at1102>
  22. Dourado VZ, Vidotto MC, Guerra RL. Reference equations for the performance of healthy adults on field walking tests. *J Bras Pneumol*. 2011;37(5):607-14. <http://dx.doi.org/10.1590/S1806-37132011000500007>
  23. Trost SG, Way R, Okely AD. Predictive validity of three ActiGraph energy expenditure equations for children. *Med Sci Sports Exerc*. 2006;38(2):380-7. <http://dx.doi.org/10.1249/01.mss.0000183848.25845.e0>
  24. Freedson PS, Melanson E, Sirard J. Calibration of the Computer Science and Applications, Inc. accelerometer. *Med Sci Sports Exerc*. 1998;30(5):777-81. <http://dx.doi.org/10.1097/00005768-199805000-00021>
  25. American College of Sports Medicine. ACSM's guidelines of exercise testing and prescription. 8th ed. Philadelphia: Lippincott Williams & Wilkins; 2009.
  26. Soriano JB, Miravittles M, García-Río F, Mu-oz L, Sánchez G, Sobradillo V, et al. Spirometrically-defined restrictive ventilatory defect: population variability and individual determinants. *Prim Care Respir J*. 2012;21(2):187-93. <http://dx.doi.org/10.4104/pcrj.2012.00027>
  27. Menezes AM, Jardim JR, Pérez-Padilla R, Camelier A, Rosa F, Nascimento O, et al. Prevalence of chronic obstructive pulmonary disease and associated factors: the PLATINO Study in São Paulo, Brazil. *Cad Saude Publica*. 2005;21(5):1565-73. <http://dx.doi.org/10.1590/S0102-311X2005000500030>
  28. Mannino DM, Doherty DE, Sonia Buist A. Global Initiative on Obstructive Lung Disease (GOLD) classification of lung disease and mortality: findings from the Atherosclerosis Risk in Communities (ARIC) study. *Respir Med*. 2006;100(1):115-22. <http://dx.doi.org/10.1016/j.rmed.2005.03.035>
  29. Sparrow D, Weiss ST, Vokonas PS, Cupples LA, Ekerdt DJ, Colton T. Forced vital capacity and the risk of hypertension. The Normative Aging Study. *Am J Epidemiol*. 1988;127(4):734-41.
  30. Pitsavos C, Chrysohoou C, Panagiotakos DB, Lentzas Y, Stefanadis C. Abdominal obesity and inflammation predicts hypertension among prehypertensive men and women: the ATTICA Study. *Heart Vessels*. 2008;23(2):96-103. <http://dx.doi.org/10.1007/s00380-007-1018-5>
  31. Twisk JW, Staal BJ, Brinkman MN, Kemper HC, van Mechelen W. Tracking of lung function parameters and the longitudinal relationship with lifestyle. *Eur Respir J*. 1998;12(3):627-34. <http://dx.doi.org/10.1183/09031936.98.12030627>
  32. Fischer CP, Berntsen A, Perstrup LB, Eskildsen P, Pedersen BK. Plasma levels of interleukin-6 and C-reactive protein are associated with physical inactivity independent of obesity. *Scand J Med Sci Sports*. 2007;17(5):580-7.
  33. Hamer M. The relative influences of fitness and fatness on inflammatory factors. *Prev Med*. 2007;44(1):3-11. <http://dx.doi.org/10.1016/j.ypmed.2006.09.005>
  34. Lopes AJ, Pinto Almeida V, Silveira Menezes SL, Guimarães FS. Balance Deficits are Correlated with Bronchial Obstruction Markers in Subjects with Asthma. *J Phys Ther Sci*. 2014;26(3):393-9. <http://dx.doi.org/10.1589/jpts.26.393>
  35. Kayacan O, Beder S, Deda G, Karnak D. Neurophysiological changes in COPD patients with chronic respiratory insufficiency. *Acta Neurol Belg*. 2001;101(3):160-5.
  36. Engström G, Janzon L. Risk of developing diabetes is inversely related to lung function: a population-based cohort study. *Diabet Med*. 2002;19(2):167-70. <http://dx.doi.org/10.1046/j.1464-5491.2002.00652.x>
  37. Bersusa AA, Pascalicchio AE, Pessoto UC, Escuder MM. Access of hypertension and/or diabetes patients to healthcare services in Baixada Santista. *Rev Bras Epidemiol*. 2010;13(3):513-22. <http://dx.doi.org/10.1590/S1415-790X2010000300014>
  38. Scott HA, Gibson PG, Garg ML, Pretto JJ, Morgan PJ, Callister R, et al. Relationship between body composition, inflammation and lung function in overweight and obese asthma. *Respir Res*. 2012;13:10. <http://dx.doi.org/10.1186/1465-9921-13-10>