

# EFEITOS DA DESSATURAÇÃO DE OXIGÊNIO NO EQUILÍBRIO ESTÁTICO DE PORTADORES DE OBSTRUÇÃO CRÔNICA AO FLUXO AÉREO

*Oxygen desaturation effects on the static balance of patients with chronic obstruction airflow*

*Marília Tadayeski Peyres<sup>1</sup>, Fabiana Sera Kim<sup>3</sup>, Andressa Mayra Lima<sup>1</sup>, Valdirene Tenorio da Costa Alegria<sup>2,3</sup>; Roberta Munhoz Manzano<sup>4</sup>; Alexandre Ricardo Pepe Ambrozini<sup>1,3</sup>*

## RESUMO

A doença pulmonar obstrutiva crônica (DPOC) é caracterizada por limitação ao fluxo aéreo, que pode levar a alterações musculoesqueléticas e por esta última alteração no equilíbrio. Pacientes com DPOC podem apresentar dessaturação ao exercício. Assim o objetivo desta pesquisa foi avaliar os efeitos da dessaturação de oxigênio no equilíbrio de pacientes com DPOC. Foram avaliados 6 sujeitos (3 homens e 3 mulheres) com 64,83±7,73 anos de idade e diagnóstico clínico e funcional de DPOC. Todos os sujeitos foram submetidos a anamnese, espirometria, Teste de Caminhada de 6 Minutos (TC6), Incremental Shuttle Walking Test e Teste de Escada (TEsc) a fim de detectar possíveis dessaturações. Aqueles que dessaturaram foram então submetidos ao Teste Ergométrico em esteira e Avaliação do Equilíbrio Estático em plataforma de força. A saturação de oxigênio antes e após os testes de esforço foi comparada utilizando o Teste t pareado e as medidas de equilíbrios antes e depois da dessaturação pelo Teste de Friedman para medidas repetidas ( $p < 0,05$ ). Os sujeitos avaliados apresentaram função pulmonar compatível com obstrução ao fluxo aéreo (Volume Expiratório Forçado no primeiro segundo - VEF1 75,16±32,91% e relação VEF1/CVF 64,67±6,42%) e dessaturação em todos os testes de campo exceto no Teste de Caminhada de 6 minutos. As variáveis obtidas na plataforma de força não apresentaram diferença significativa nos momentos do estudo. Assim, conclui-se que não houve alteração do equilíbrio em pacientes com dessaturação após teste de esforço.

**Palavras chave:** Saturação de Oxigênio, Equilíbrio Postural; Teste de Esforço; Doença Pulmonar Obstrutiva Crônica.

## ABSTRACT

The Chronic Obstructive Pulmonary Disease (COPD) is characterized by an airflow limitation, which can cause musculoskeletal and exercise desaturation, this factors can contribute for the alterations in the balance. So the aim of this research was to evaluate the oxygen desaturation effects on balance in patients with COPD. Was evaluated 6 subjects (3 men and 3 women) with 64,83±7,73 years old and clinical and functional diagnosis of COPD. All the subjects were submitted to anamnesis, spirometry, 6 minutes walk test (6MWT), Incremental Shuttle Walking Test (ISWT) and Stairs Climbing Test (SCT) with the purpose to detect possible desaturations. The patients that desaturated were submitted to an Ergometric Test on the treadmill and Static Balance Evaluation on a strength platform. The oxygen saturation before and after the exercise test was compared using the paired t Test and the measures of balance before and after the desaturation were analyzed by Friedman's Test to repeated measures ( $p > 0,05$ ). The evaluated subject presented pulmonary function compatible with airflow obstruction (Forced Expiratory Volume on the first minute - FEV1 75,16±32,91% and the relation FEV1/FVC 64,67±6,42%) and desaturation in all field tests, except the 6MWT. The variables obtained on the strength platform do not show significant difference in the moments of this study. Thus, we concluded that there was no balance alteration in patients with desaturation after stress test.

**Keywords:** Oxygen saturation; Postural Balance; Exercise Test; Pulmonary Disease Chronic Obstructive.

1 - Curso de Fisioterapia - Universidade Estadual Paulista "Julio de Mesquita Filho" - Unesp - Campus Marília - São Paulo - Brasil.

2 - Fisioterapeuta do Hospital das Clínicas e Santa Casa - Marília - São Paulo Brasil.

3 - Programa de Pós-graduação em Desenvolvimento Humano e Novas tecnologias - Universidade Estadual Paulista "Julio de Mesquita Filho" - Unesp - Campus Rio Claro - São Paulo - Brasil.

4 - Curso de Fisioterapia - Faculdades Integradas de Bauru - FIB - Bauru - São Paulo - Brasil.

Autor Correspondente

Alexandre Ricardo Pepe Ambrozini

Av. Hygino Muzzi Filho, 737; Bairro: Mirante

CEP 17.525-000 - Marília, SP

aleambrozini@marilia.unesp.br

## INTRODUÇÃO

De acordo com a Global Initiative for Chronic Obstructive Lung Disease de 2013<sup>(1)</sup> a Doença Pulmonar Obstrutiva Crônica (DPOC) é caracterizada por obstrução progressiva e crônica ao fluxo aéreo associada a resposta inflamatória pulmonar e na via aérea, cuja as exacerbações contribuem para severidade da doença. É uma doença mais prevalente em homens e que aumenta também com aumento da idade. Em 2010 há registros de 384 milhões de portadores de DPOC, 3 milhões de mortes por ano, sendo a quarta causa de morte no mundo.

Pacientes com DPOC podem apresentar alterações hormonais, metabólicas e musculoesqueléticas em consequência do stress oxidativo, da liberação de mediadores inflamatórios sistêmicos, da imobilidade e da disfunção da musculatura esquelética. A disfunção da musculatura esquelética se resume em alterações estruturais, como perda da massa muscular o que causa perda de força e de resistência muscular<sup>(2)</sup>.

As manifestações osteomusculares associadas a hipóxia podem contribuir com o desequilíbrio e as quedas nos pacientes com DPOC, já que o controle postural depende, dentre outros fatores, da condição muscular<sup>(3-6)</sup>. Diversos estudos comprovam que há diminuição do equilíbrio em pacientes com DPOC<sup>(7-11)</sup>, e que isso está associada ao alto risco de quedas, resultando no aumento na mortalidade<sup>(12)</sup>.

Apesar dos custos para o tratamento de quedas ser onerosos<sup>(13)</sup> as instituições que estudam a DPOC não trazem em suas diretrizes e revisões propostas de inclusão do treino de equilíbrio na reabilitação pulmonar. Butcher et al.<sup>(8)</sup> sugerem que o controle postural em pacientes com DPOC severa, tanto em repouso como durante episódios de dispneia esta alterado.

Acredita-se que o desequilíbrio e perda postural na DPOC é consequência da fraqueza muscular<sup>(14,15)</sup> e que as informações sensoriais e a atividade muscular se relacionam de forma contínua durante a manutenção da postura ereta, assim qualquer alteração muscular pode resultar em instabilidade corporal<sup>(16)</sup>. Sabe-se que quedas maiores que 4% na saturação de oxigênio durante o exercício em portadores DPOC tem valor prognóstico e pode ser usado para indicação de oxigênio terapia<sup>(17-19)</sup>. Considerando que a dessaturação de pacientes portadores de DPOC pode interferir na contração muscular, acreditamos que esta pode interferir também no controle postural e no equilíbrio. Assim o objetivo desta pesquisa foi avaliar os efeitos da dessaturação de oxigênio no equilíbrio de pacientes com Doença Pulmonar Obstrutiva Crônica.

## MATERIAIS E MÉTODOS

Foram incluídos neste estudo indivíduos maiores de 50 anos, de ambos os sexos, com diagnóstico clínico e funcional de DPOC<sup>(1)</sup>, sem história de angina instável ou infarto do miocárdio a menos de três meses e sem alterações musculoesqueléticas, neurológicas ou vasculares que impedissem a realização dos testes. Todos foram informados dos objetivos da pesquisa e assinaram o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido e a pesquisa foi aprovada pelo Comitê de Ética em Pesquisa local (CEP-2014-968).

Todos os indivíduos foram submetidos a anamnese, espirometria e três diferentes testes de esforço de campo, realizados com o objetivo de detectar possíveis dessaturações durante os testes. Aqueles que dessaturaram mais que 4% nestes testes

foram então submetidos a avaliação do equilíbrio estático antes e depois de um teste ergométrico realizado a fim de induzir a nova dessaturação (Figura 1). Paciente que não dessaturaram foram excluídos da amostra.

Os testes de equilíbrio, a espirometria e o teste ergométrico foram realizados em sala devidamente climatizada. Os testes de esforço de campo foram realizados em corredor e escada à sombra, sem fluxo de pessoas que pudessem atrapalhar os testes, no mesmo período do dia e pelo mesmo avaliador.

Na anamnese, os indivíduos foram questionados quanto à presença de comorbidades e de tabagismo (tempo, número de maços por dia e a carga tabágica em anos maço). Aqueles que negaram tabagismo no momento atual foram questionados quanto a atos pregressos e o tempo de abstinência. Passaram por avaliação da massa corporal (kg) em balança digital (FILIZOLA®), da estatura (m) por meio do estadiômetro graduado em centímetros e o índice de Massa Corporal (IMC) calculado.

A espirometria foi realizada em espirômetro Digital One Flow FVC Kit Function System 1070. Após repouso foram realizadas três provas de capacidade vital forçada (CVF), reprodutivas e aceitáveis. Os valores de CVF e volume expiratório no primeiro segundo (VEF1) foram obtidos em litros e porcentagem do predito<sup>(20)</sup> e a relação VEF1/CVF foi calculada em porcentagem<sup>(21)</sup>.

Os testes de esforço de campo foram realizados a fim de detectar quais pacientes apresentavam dessaturação e foram utilizados por serem simples e de fácil execução. Antes e após os testes de esforço foram avaliados a frequência respiratória (f) pela contagem dos movimentos torácicos durante um minuto; a saturação de pulso de oxigênio (SpO<sub>2</sub>) por meio do oxímetro de pulso portátil (MORIYA®- Modelo 1005), posicionado no segundo dedo da mão dominante do indivíduo; a frequência cardíaca avaliada utilizando Monitor Cardíaco Polar RS800SD; a pressão arterial (PA) com auxílio de estetoscópio cardiológico Rappaport Premium e esfigmomanômetro calibrado (Aneróide Premium – G-Tech) no braço dominante.

O primeiro teste de campo utilizado foi o Teste de Caminhada de Seis Minutos (TC<sub>6</sub>), onde os indivíduos foram orientados a caminhar num corredor aberto de 30 metros, a maior distância possível em 6 minutos, os estímulos verbais padronizados foram dados a cada minuto e a distância total registrada<sup>(22)</sup>.

Após repouso de 30 minutos foi realizado o Incremental Shuttle Walking Test (ISWT), sendo que os indivíduos foram instruídos a caminhar num corredor de 10 metros em velocidade determinada por um sinal sonoro, que aumentava a em 0,17m/s a cada minuto<sup>(23)</sup>. O final do teste foi determinado quando a distância que o paciente estivesse do cone fosse maior que 0,5 metros.

E finalmente, o Teste de escada (TEsc) foi realizado em escada à sombra composta por 4 lances (46 degraus), cada degrau medindo 0,16m, num total de 7,36 metros de altura e com inclinação de 30°. Os indivíduos foram orientados a subir o mais rápido que conseguirem e o tempo de subida cronometrado (tTE). Os sujeitos subiram acompanhados pelo pesquisador, que os estimulou com frases padronizadas<sup>(24)</sup>, a cada lance da escada.

Em outro dia, os indivíduos que dessaturaram foram submetidos a um teste de esforço em esteira ergométrica (Esteira Evolution Evo 4000) por meio do Protocolo de Modificado de Bruce<sup>(25)</sup>, até que ocorresse queda de 4% na SpO<sub>2</sub>.

Antes e após o Teste de Esforço em esteira foi realizada a avaliação do equilíbrio em plataforma de força (AMTI® Dual

Top). Foram usadas duas plataformas separadas sobre uma única base, possibilitando a avaliação do equilíbrio com os dois membros inferiores apoiados concomitantemente. Para tanto, os indivíduos permaneceram imóveis em posição ortostática sobre a plataforma, configurada com frequência de 100Hz e normalização realizada através do valor correspondente à massa corporal do mesmo. Foi solicitado que cada indivíduo se posicionasse sobre a plataforma em pé com os pés dispostos um em cada plataforma, de modo que estes ficassem centralizados. Os indivíduos foram orientados a olhar para um ponto fixo na parede a sua frente. Foram realizadas três mensurações de equilíbrio de

30 segundos cada, com intervalos de 30 segundos entre elas para descanso. Os dados foram visualizados e exportados utilizando o Software NetForce da AMTI e posteriormente analisados por rotinas específicas em ambiente MatLab®.

A avaliação foi realizada em duas condições sensoriais, definidas de acordo com o estímulo visual: Condição I (olhos abertos – AO); Condição II (olhos fechados – OF). Foi utilizado um suporte de proteção com alças e cinto de segurança para evitar possíveis quedas<sup>(26)</sup>. As variáveis obtidas foram: área, deslocamento, perímetro anteroposterior e perímetro médio-lateral.

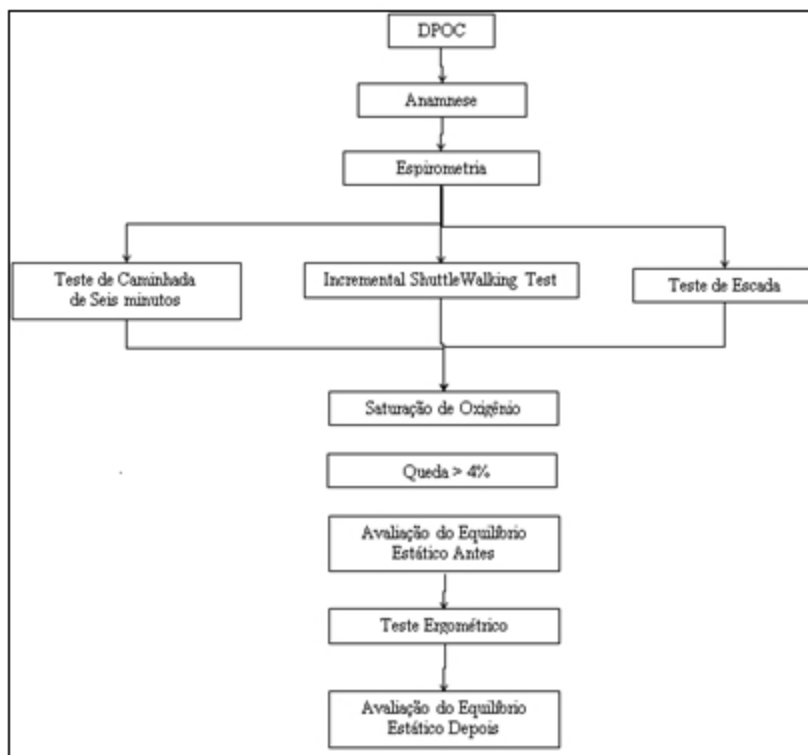


Figura 1: Desenho experimental

## ANALISE ESTATÍSTICA

Os dados são apresentados em média±desvio padrão ou em mediana±desvio interquartilico de acordo com a distribuição dos dados. A SpO<sub>2</sub> antes e após os testes de esforço foram comparados por meio do Teste t pareado. As medidas de equilíbrios antes e depois da dessaturação foram comparadas por meios do Teste de Friedman para medidas repetidas (p<0,05).

## RESULTADOS

Foram triados 34 pacientes com DPOC, destes 25 foram incluídos, 12 dessaturaram e seis indivíduos (3 homens e 3 mulheres) aceitaram continuar o estudo. Os outros seis indivíduos não compareceram no segundo dia de avaliação (teste ergométrico e avaliação do equilíbrio). Dos seis pacientes avaliados dois não relataram tabagismo progressivo e quatro tinha história de tabagismo com carga tabágica média de 45,0±23,8 anos.maço/dia. Também quatro pacientes apresentaram doenças cardiovasculares (hipertensão arterial sistêmica e insuficiência cardíaca). As características gerais

dos seis indivíduos são apresentadas na Tabela 1.

Tabela1. Caracterização da amostra estudada

	Média±DP
Idade (anos)	64,83±7,73
Massa Corporal (kg)	69,18±12,03
Estatura (m)	1,65±0,09
IMC (kg/m <sup>2</sup> )	25,66±4,71
CVF (L)	3,00±1,22
CVF (%)	89,83±31,63
VEF <sub>1</sub> (L)	1,97±0,90
VEF <sub>1</sub> (%)	75,16±32,91
VEF <sub>1</sub> /CVF (%)	64,67±6,42

Kg: quilograma; m: metro; CVF: Capacidade Vital Forçada; L: litro; %: porcentagem; VEF1: Volume Expirado Forçado no 1º segundo.

Os pacientes avaliados apresentaram dessaturação significativa em todos os testes de esforço exceto o TC<sub>6</sub> (Tabela 2).

**Tabela 2.** Saturação de oxigênio antes e após os testes em média±desvio padrão

	Antes	Após	p
ISWT	95,17±3,55	87,33±8,21	0,03
TEsc	97,17±1,33	91,83±4,07	0,03
TC6	95,67±2,50	91,50±7,34	0,18
TE	97,33±1,51	91,83±2,23	<0,01

ISWT: Incremental Shuttle Walk Test; TEsc: Teste de Escada; TC6: Teste de Caminhada de 6 minutos; TE: Teste Ergométrico.

Nas condições que foram avaliadas o equilíbrio estático, AO e OF, não houve alteração significativa em nenhuma as variáveis de interesse (Tabela 3).

**Tabela 3.** Dados do equilíbrio nas diferentes condições antes e após dessaturação

	Olhos Abertos		Olhos Fechados		P
	Antes	Depois	Antes	Depois	
Área* (mm <sup>2</sup> )	0,10±0,05	0,13±0,09	0,15±0,07	0,15±0,09	0,12
Desloc* (cm)	29,55±15,28	38,24±12,44	39,12±14,49	40,50±12,56	0,07
Perim AP** (cm)	1,95±1,20	1,88±0,09	2,49±0,96	2,12±0,33	0,38
Perim ML** (cm)	0,99±0,33	0,98±0,18	1,05±0,18	0,96±0,16	0,92

\*Mediana± desvio interquartilico; \*\*Média± desvio padrão; mm2: milímetros quadrados; cm2: centímetros quadrados.

## DISCUSSÃO

O objetivo desta pesquisa foi avaliar os efeitos da dessaturação de oxigênio no equilíbrio estático de pacientes com DPOC, já que há relatos do comprometimento do controle postural e risco de queda nessa população, decorrentes da diminuição na força muscular<sup>(27)</sup>. Neste estudo, os pacientes apresentaram dessaturação após os TEsc, ISWT e também no TE, no entanto não houve alteração significativa em nenhuma das variáveis de equilíbrio após a dessaturação obtida no TE.

O mecanismo que leva a redução na força e resistência muscular em pacientes com DPOC é multifatorial. Dentre os fatores que explicam por que o DPOC tem diminuição da tolerância ao exercício a hipoxemia é um deles. A proporção de fibras musculares do tipo I em músculos do quadríceps, por exemplo, são significativamente menores em pacientes com DPOC hipoxêmicos em comparação com pacientes com DPOC não hipoxêmicos<sup>(16)</sup>, permitindo concluir que estes pacientes apresentam menor desempenho muscular e conseqüentemente maior dificuldade em manter o equilíbrio.

Alem da força muscular, pacientes obstrutivos, hipercapnicos e hipoxêmicos podem apresentar mudanças na velocidade de condução dos nervos periféricos e alterações neurofisiológicas. Isso pode acarretar distúrbios na contração muscular decorrentes, alterando o equilíbrio e o controle postural<sup>(28)</sup>. Os pacientes aqui avaliados não apresentaram oscilações significativas nas variáveis obtidas por meio da plataforma de força.

Apesar disso, não é possível afirmar que não há alteração de equilíbrio e controle postural nestes paciente, já que o método utilizado somente submeteu o individuo a duas condições estáticas (AO e OF) para avaliação do equilíbrio.

O uso de oxigênio pode diferenciar indivíduos caidores e não caidores, ou seja, predizer quedas em pacientes DPOC<sup>(7)</sup>, o que sustenta nossa hipótese de que pacientes hipoxêmicos podem apresentar alteração de equilíbrio. Apesar disso, nesta pesquisa não foi observada diferença significativa nas variáveis de equilíbrios nos pacientes que dessaturaram. Um possível explicação é que os pacientes estudados eram DPOC de grau leve<sup>(1,3)</sup> não dependentes de oxigênio e que não apresentam ainda alterações sistêmicas relevantes. Outra explicação seria que apesar da SpO<sub>2</sub> ter diminuído 4% permaneceu acima de 91% em média após o TE, não sendo considerado hipoxemia<sup>(29,30)</sup>.

Confirmando que o grau de severidade da DPOC é relevante na alteração de equilíbrio, alguns autores encontraram diferença no equilíbrio de DPOCs com pior relação VEF1/CVF, portanto pior grau de obstrução. Assim, conclui-se que o grau de severidade da doença pode interferir na dessaturação e, também, no equilíbrio do indivíduo<sup>(8)</sup>. O grupo aqui estudado, apesar de dessaturarem tinha obstrução leve ao fluxo aéreo o que não levou a prejuízo no equilíbrio.

Nosso estudo apresenta limitações em relação ao número de indivíduos que foram analisados, por isso sugerimos que novos estudos sejam realizados com maior número de sujeitos e principalmente com diferentes graus de severidade. Também sugerimos realização de estudos com novos métodos de avaliação do equilíbrio, que permitam avaliar os sujeitos de fato em hipoxia, já que o tempo de coleta pode ter permitido que o sujeito retornasse a valores normais de SpO<sub>2</sub>.

Os resultados aqui mostrados permitem concluir que paciente com DPOC leve ainda não apresentam alteração de equilíbrio pelo método utilizado (plataforma de força). Avaliar e propor métodos de tratamento que mantenham o equilíbrio destes pacientes é fundamental ao montar programa de reabilitação pulmonar, pois sabe-se que com o agravamento da doença, o equilíbrio poderá ser prejudicado. Um número maior de indivíduos com graus de severidade da DPOC diferentes, e também indivíduos que apresentem uma maior queda de saturação, abaixo de 88% para uma melhor conclusão dos achados.

Assim, nesta amostra não houve alteração do equilíbrio em pacientes que apresentaram dessaturação após testes de esforço. Estudos adicionais ainda são necessários para uma melhor definição do treino de equilíbrio em indivíduos portadores de DPOC.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Vestbo J, Hurd SS, Agustí AG, Jones PW, Vogelmeier C, Anzueto A, et al. Global strategy for the diagnosis, management, and prevention of chronic obstructive pulmonary disease: GOLD executive summary. *Am J Respir Crit Care Med.* 2013;187(4):347–65.
2. Rodrigues SL, Silva CAM e, Amorim CF, Lima4 T, Ribeiro FA, Viegas CA de A. Correlação entre hipoxemia moderada e função muscular esquelética periférica na doença pulmonar obstrutiva crônica – Estudo-piloto. *Rev Port Pneumol.* Elsevier; 2008;14(6):769–85.
3. Pauwels RA, Buist AS, Calverley PMA, Jenkins CR, Hurd SS.

- Global Strategy for the Diagnosis, Management, and Prevention of Chronic Obstructive Pulmonary Disease. *Am J Respir Crit Care Med.* 2001;163(5):1256–76.
4. Celli BR, Cote CG, Marin JM, Casanova C, Montes de Oca M, Mendez RA, et al. The body-mass index, airflow obstruction, dyspnea, and exercise capacity index in chronic obstructive pulmonary disease. *N Engl J Med.* 2004;350(10):1005–12.
  5. Pamplona P, Morais L. Treino de exercício na doença pulmonar crônica. *Rev Port Pneumol.* 2007;13(1):101–28.
  6. Meek PM, Schwartzstein RM, Adams L, Altose MD, Breslin EH, Carrieri-Kohlman V, et al. Dyspnea: Mechanisms, assessment, and management: A consensus statement. *Am J Respir Crit Care Med.* 1999;159(1):321–40.
  7. Beauchamp MK, Hill K, Goldstein RS, Janaudis-Ferreira T, Brooks D. Impairments in balance discriminate fallers from non-fallers in COPD. *Respir Med.* 2009;103(12):1885–91.
  8. Butcher SJ, Meshke JM, Sheppard MS. Reductions in Functional Balance, Coordination, and Mobility Measures Among Patients With Stable Chronic Obstructive Pulmonary Disease. *J Cardiopulm Rehabil.* 2004;24(4):274–80.
  9. Chang AT, Seale H, Walsh J, Brauer SG. Static balance is affected following an exercise task in chronic obstructive pulmonary disease. *J Cardiopulm Rehabil Prev.* 2008;28(2):142–5.
  10. Eisner MD, Blanc PD, Yelin EH, Sidney S, Katz PP, Ackerson L, et al. COPD as a systemic disease: impact on physical functional limitations. *Am J Med.* 2008;121(9):789–96.
  11. Smith MD, Chang AT, Seale HE, Walsh JR, Hodges PW. Balance is impaired in people with chronic obstructive pulmonary disease. *Gait Posture.* 2010;31(4):456–60.
  12. Society AG, Society G, Of AA, On Falls Prevention OSP. Guideline for the Prevention of Falls in Older Persons. *J Am Geriatr Soc.* 2001;49(5):664–72.
  13. Morello RT, Barker AL, Haines T, Zavarsek S, Watts JJ, Hill K, et al. In-hospital falls and fall-related injuries: a protocol for a cost of fall study. *Inj Prev.* 2013;19(5):363–363.
  14. Roig M, Eng JJ, MacIntyre DL, Road JD, Reid WD. Postural control is impaired in people with COPD: An observational study. *Physiother Canada.* 2011;63(4):423–31.
  15. Smith MD, Chang AT, Seale HE, Walsh JR, Hodges PW. Balance is impaired in people with chronic obstructive pulmonary disease. *Gait Posture.* 2010;31(4):456–60.
  16. Barela JA. Estratégias de controle em movimentos complexos: ciclo percepção-ação no controle postural. *Rev Paul Educ Física.* 2000;supl.3(1996):79-88.
  17. Moreira MÁF, Medeiros GA de, Boeno FP, Sanches PRS, Silva Júnior DP da, Müller AF. Oxygen desaturation during the six-minute walk test in COPD patients. *J Bras Pneumol.* 2014;40(3):222–8.
  18. Puente Maestú L, García de Pedro J. Lung function tests in clinical decision-making. *Arch Bronconeumol.* 2012;48(5):161–9.
  19. Hagarty EM, Skorodin MS, Langbein WE, Hultman CI, Jessen JA, Maki KC. Comparison of three oxygen delivery systems during exercise in hypoxemic patients with chronic obstructive pulmonary disease. *Am J Respir Crit Care Med.* 1997;155(3):893–8.
  20. 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.
  21. ATS. Standardization of Spirometry, 1994 Update. American Thoracic Society. *Am J Respir Crit Care Med.* 1995;152(3):1107–36.
  22. Crapo RO, Casaburi R, Coates AL, Enright PL, MacIntyre NR, McKay RT, et al. ATS statement: Guidelines for the six-minute walk test. *American Journal of Respiratory and Critical Care Medicine.* 2002. 111–7.
  23. Singh SJ, Morgan MD, Scott S, Walters D, Hardman AE. Development of a shuttle walking test of disability in patients with chronic airways obstruction. *Thorax.* 1992;47(12):1019–24.
  24. Borges H, Raquel DF da S, Batista PM, Quitério RJ, Ambrozini ARP. Efeitos do estímulo verbal sobre o desempenho no teste de escada e ajustes cardiorrespiratórios em sujeitos saudáveis. *Fisioter e Pesqui.* 2012;19(4):369–74.
  25. Sociedade Brasileira de Cardiologia. III Guidelines of Sociedade Brasileira de Cardiologia on the exercise test. *Arq Bras Cardiol.* 2010;95(5 Suppl 1):1–26.
  26. Duarte M, Freitas SMSF. Revisão sobre posturografia a baseada em plataforma de força para avaliação do equilíbrio. *Revision of posturography based on force plate for balance evaluation.* 2010;14(3):183–92.
  27. Porto E, Castro A, Schmidt V, Rabelo H, Kümpel C, Nascimento O, et al. Postural control in chronic obstructive pulmonary disease: a systematic review. *Int J COPD.* 2015;10:1233–9.
  28. 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.
  29. Casanova C, Cote C, Marin JM, Pinto-Plata V, De Torres JP, Aguirre-Jaime A, et al. Distance and oxygen desaturation during the 6-min walk test as predictors of long-term mortality in patients with COPD. *Chest.* 2008;134(4):746–52.
  30. Jenkins S, Čičins N. Six-minute walk test: observed adverse events and oxygen desaturation in a large cohort of patients with chronic lung disease. *Intern Med J.* 2011 May;41(5):416–22.