



Lactato sanguíneo, antes e após o teste de caminhada de seis minutos, em portadores de doença pulmonar obstrutiva crônica com diferentes graus de obstrução das vias aéreas

Blood lactate before and after the six-minute walk test in chronic obstructive pulmonary disease patients with different degrees of airway obstruction

Mário Augusto PASCHOAL¹
Náira Bueno SEIXAS²
Livea GIANFRANCESCO³
Luisa Torres de CAMARGO⁴

RESUMO

Objetivo

Avaliar se pacientes com doença pulmonar obstrutiva crônica com maior obstrução das vias aéreas apresentam maiores elevações no valor de lactato sanguíneo durante o teste de caminhada de seis minutos.

Métodos

Estudo transversal aplicado em 29 indivíduos, divididos em três grupos: controle (n=10), doença pulmonar obstrutiva crônica leve (n=9) e doença pulmonar obstrutiva crônica moderada (n=10). O grau da doença foi quantificado por meio dos valores do volume expiratório forçado do primeiro segundo e índice de *Tiffeneau*, obtidos em espirometria recente. Todos foram submetidos à avaliação antropométrica e clínica,

¹ Pontifícia Universidade Católica de Campinas, Centro de Ciências da Vida, Faculdade de Fisioterapia. Av. John Boyd Dunlop, s/n., Jardim Ipaussurama, 13059-900, Campinas, SP, Brasil. Correspondência para/Correspondence to: MA PASCHOAL. E-mails: <fisioni@puc-campinas.edu.br>; <mapascka@gmail.com>.

além de ter a lactacidemia medida antes e após três minutos do teste de caminhada de seis minutos. Foi aplicado o teste de Kruskal-Wallis para comparação dos dados obtidos antes e após o teste de caminhada de seis minutos, e correlação de Spearman para avaliar a influência de variáveis sobre o lactato sanguíneo. O nível de significância foi $p < 0,05$.

Resultados

Apesar de os pacientes com doença pulmonar obstrutiva crônica moderada terem apresentado o menor desempenho no teste de caminhada de seis minutos, representado pela menor distância percorrida (403,3m) em relação aos demais grupos (doença pulmonar obstrutiva crônica leve com 424,8m e controle com 541,8m), mostraram maiores valores médios de lactato no sangue (2,57mmol/L), quando comparados aos pacientes com doença pulmonar obstrutiva crônica leve (1,46mmol/L) e ao grupo controle (0,9mmol/L).

Conclusão

A maior obstrução das vias aéreas e sua repercussão sistêmica, resultaram na significativa limitação metabólica por parte dos pacientes com doença pulmonar obstrutiva crônica moderada, expressa pelos maiores valores de lactato sanguíneo e menor distância percorrida no teste de caminhada de seis minutos.

Palavras-chave: Doença pulmonar obstrutiva crônica. Exercício. Fisioterapia.

ABSTRACT

Objective

To assess whether the blood lactate of patients with chronic obstructive pulmonary disease elevates more during the six-minute walk test.

Methods

This cross-sectional study included 29 individuals divided into three groups: control (n=10), mild chronic obstructive pulmonary disease (n=9), and moderate chronic obstructive pulmonary disease (n=10). Disease degree was classified according to the forced expiratory volume of the first second and Tiffeneau index obtained by recent spirometry. All patients underwent anthropometric and clinical assessment. Blood lactate was measured before and after three minutes of the six-minute walk test. The Kruskal-Wallis test compared the data obtained before and after the six-minute walk test, and Spearman's correlation assessed the influence of some variables on blood lactate. The significance level was $p < 0.05$.

Results

Although the patients with moderate chronic obstructive pulmonary disease had the worst performance in the six-minute walk test as they walked a smaller distance (403.3m) than the patients with mild chronic obstructive pulmonary disease (424.8m) and the controls (541.8m), they had higher mean blood lactate level (2.57mmol/L) than the patients with mild chronic obstructive pulmonary disease (1.46mmol/L) and the controls (0.9mmol/L).

Conclusion

Higher obstruction of the airways and its systemic repercussions resulted in significant metabolic limitation in patients with moderate chronic obstructive pulmonary disease, expressed by higher blood lactate level and smaller distance walked in the six-minute walk test.

Keywords: *Pulmonary disease chronic obstructive. Exercise. Physical therapy specialty.*

INTRODUÇÃO

A Doença Pulmonar Obstrutiva Crônica (DPOC) é definida como enfermidade respiratória, geralmente progressiva, caracterizada por provocar obstrução crônica ao fluxo aéreo não totalmente reversível^{1,2}. Além disso, a DPOC apresenta consequências sistêmicas que podem convergir para a disfunção muscular periférica com perda de massa e força musculares e redução da atividade das enzimas mitocondriais, causando maior fadiga muscular, menor tolerância ao exercício e menor sobrevida³⁻⁷.

Dentre as formas utilizadas para se avaliar as respostas metabólicas ao exercício físico, se destaca a análise dos níveis de lactato sanguíneo⁸⁻¹¹, por fornecer informações sobre a capacidade dos sistemas tampões manterem ou não o equilíbrio do pH do meio interno durante o esforço^{10,11}. Na presente investigação, procurou-se observar se, durante o exercício físico, portadores de DPOC com maior obstrução das vias aéreas apresentariam maiores valores de lactato sanguíneo do que aqueles com DPOC com menor obstrução e, para essa finalidade, utilizou-se o Teste de Caminhada de Seis Minutos (TC6min).

Apesar de não ser um protocolo voltado para indicação de capacidade máxima de trabalho⁷, o TC6min pode ser considerado uma ótima opção para avaliar o desempenho físico. Isso porque, além de ser o mais utilizado na avaliação e tratamento de pacientes com DPOC, a intensidade nele empregada é similar à de algumas atividades diárias⁸⁻¹⁴.

O estudo justifica-se pelo fato de que, ao se conhecer o valor do lactato sanguíneo, são estabelecidos novos parâmetros sobre a capacidade funcional cardiorrespiratória e metabólica dos pacientes com DPOC. Dessa maneira, a prescrição do exercício e o controle da intensidade do esforço podem ser feitos com maior critério e precisão durante os procedimentos de fisioterapia respiratória.

MÉTODOS

O estudo foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisas Envolvendo Seres Humanos, do Centro

de Ciências da Vida da Pontifícia Universidade Católica de Campinas, com o Parecer nº 393.938. Também seguiu as normas da Resolução nº 466/2012 do Conselho Nacional de Saúde.

Foi realizado segundo as seguintes etapas:

- Seleção dos voluntários: os indivíduos do Grupo Controle (GC; n=10, 8 mulheres e 2 homens) foram selecionados entre pessoas supostamente saudáveis que trabalhavam na Universidade, bem como entre pais e parentes de acadêmicos que atenderam aos critérios de inclusão. Já os pacientes com DPOC foram selecionados por conveniência, sendo divididos em dois grupos: (a) DPOC leve (n=9; 6 mulheres e 3 homens) e (b) DPOC moderada (n=10; 7 mulheres e 3 homens). Para participar do grupo DPOC leve, a relação entre o Volume Expiratório Forçado do Primeiro Segundo e a Capacidade Vital Forçada (VEF_1/CVF) deveria ser $<0,7$ e o índice de *Tiffeneau* $\geq 80\%$ do predito. Para participar do grupo DPOC moderada, a relação VEF_1/CVF foi $<0,7$ e o índice de *Tiffeneau* deveria estar entre 50% e 79% do predito. Os participantes do GC tinham que apresentar a relação $VEF_1/CVF >0,7$ e o índice de *Tiffeneau* maior ou igual a 80% do previsto.

Os outros critérios de inclusão para os participantes com DPOC foram: ser ex-tabagista (há pelo menos seis meses), não etilista, não estar praticando exercícios físicos há seis meses e ter sua doença em um estágio considerado estável. Indivíduos do GC também deveriam estar sem realizar atividade física regular durante seis meses.

Com relação à medicação, não houve restrições, sendo que os participantes foram apenas orientados a não modificar a posologia e o tipo de medicamento usado durante o período de participação no estudo. Esse aspecto também envolveu a participação do Comitê de Ética, que aprovou a realização do estudo desde que essas condições fossem respeitadas.

- Avaliação antropométrica e clínica: foram realizadas medições de peso e estatura visando o cálculo do Índice de Massa Corporal (IMC). Já a avaliação clínica constou de uma breve anamnese seguida da aferição da Frequência Cardíaca (FC) de repouso e da Pressão Arterial (PA). Depois disso,

foram realizadas ausculta cardíaca e pulmonar. Demais parâmetros, como Frequência Respiratória (FR), Medidas de Pressão Inspiratória Máxima (PI_{max}), Pressão Expiratória Máxima (PE_{max}) e Saturação Periférica de Oxigênio (SpO₂ - Oxímetro de Pulso, Onyx 9550II Nonin®, Estados Unidos da América), foram registrados para caracterizar a amostra utilizada no estudo¹⁵.

- Avaliação dos níveis de lactato no sangue: esses valores foram obtidos em dois momentos: antes e após o voluntário se submeter ao TC6min. Para isso, um dos dedos da mão do participante foi limpo com álcool antes de ser perfurado para a retirada de uma gota de sangue. Para tanto, empregaram-se lancetas estéreis e descartáveis Roche® (Roche®, Mannheim, Alemanha). Estas foram impulsionadas em direção ao dedo por um dispositivo de disparo (Accu Check Softclix Pro-Roche® (Mannheim, Alemanha) manipulado pelo pesquisador.

A gota de sangue colhida foi imediatamente depositada sobre uma fita BM-Lactate Roche®, a qual foi inserida no aparelho Accutrend Lactate - Roche® (Mannheim, Alemanha) que fez a leitura do valor da concentração de ácido láctico. Esse procedimento foi repetido no terceiro minuto após o TC6min.

- Teste de caminhada de seis minutos (TC6min): antes do início do TC6min, este foi

explicado detalhadamente a cada participante. Também foram dadas todas as informações sobre a tabela subjetiva de esforço proposta por Borg¹⁶ - Índice de Percepção de Esforço - Borg (IPE-Borg) (escala 6 a 20) para que, ao término do TC6min, o voluntário apontasse como havia sentido a magnitude do esforço que acabara de realizar.

A fim de que os batimentos cardíacos fossem registrados durante e após o TC6min, foi preso um cardiofrequencímetro (RS800CX® Polar, Kempele, Finlândia) ao tórax do voluntário. O teste foi realizado em um ambiente fechado, em pista plana e antiderrapante, com extensão de 15 metros. O participante percorreu o máximo de vezes que pôde em idas e vindas pela pista. Durante o teste, a cada minuto, ele recebeu incentivos com frases de efeito motivacional a fim de que realmente se esforçasse e que atingisse a maior distância possível¹⁷.

- Análise dos dados e abordagem estatística: aplicou-se, inicialmente, o teste Shapiro-Wilk, que mostrou distribuição não normal dos dados. Sendo assim, o teste estatístico utilizado foi o *Kruskal-Wallis*, com nível de significância $p < 0,05$.

A partir dos dados extraídos dos exames antropométricos e clínicos, foram calculadas as médias, conforme estão apresentadas na Tabela 1. Para comparar os valores de lactato no sangue antes

Tabela 1. Valores médios dos dados antropométricos e clínicos.

Variáveis	Controle saudável (n=10)			DPOC leve (n=9)			DPOC moderada (n=10)			p
	M	±	DP	M	±	DP	M	±	DP	
Idade (anos)	51,2	±	19,3	59,8	±	6,4	63,3	±	12,2	ns
Peso (kg)	63,2	±	9,7	72,2	±	15,5	71,9	±	17,0	ns
Altura (cm)	159,1	±	7,9	157,5	±	10,0	157,6	±	8,9	ns
IMC (kg/m ²)	24,8	±	4,1	29,2	±	6,6	28,9	±	5,9	ns
PAS (mmHg)	112,0	±	12,2	130,0	±	19,3	133,0	±	20,6	*0,0160
PAD (mmHg)	69,0	±	7,4	81,1	±	11,7	81,0	±	5,7	*0,0041
FC (bpm)	74,2	±	13,0	70,0	±	14,7	72,5	±	9,7	ns
FR (rpm)	15,7	±	3,3	17,3	±	1,9	18,3	±	3,6	ns
SpO ₂ (%)	96,8	±	1,9	94,8	±	2,4	93,7	±	1,8	*0,0087
PI _{max} (cmH ₂ O)	- 95,0	±	26,8	- 73,3	±	39,0	- 64,0	±	25,5	ns
PE _{max} (cmH ₂ O)	81,0	±	17,3	71,1	±	37,2	69,5	±	32,2	ns

Nota: * $p < 0,05$ entre Doença Pulmonar Obstrutiva Crônica (DPOC) moderada e grupo-controle.

IMC: Índice de Massa Corporal; PAS: Pressão Arterial Sistólica; PAD: Pressão Arterial Diastólica; FC: Frequência Cardíaca; FR: Frequência Respiratória; SpO₂: Saturação Periférica de Oxigênio; PI_{max}: Pressão Inspiratória Máxima; PE_{max}: Pressão Expiratória Máxima; M: Média; DP: Desvio-
-Padrão. ns: não significante.

e após o TC6min entre os grupos, foi aplicado o teste de Kruskal-Wallis e, quando existia diferença significativa entre eles, aplicou-se o teste de comparação múltipla de *Dunn*. A significância foi estabelecida em $p < 0,05$.

Os dados mais relevantes do TC6min e dos valores de lactato sanguíneo foram apresentados em *boxplots*, nos quais se destacam os valores de medianas, 1º e 3º quartis e valores extremos. Também foram empregados testes de correlação de Spearman para avaliar a magnitude de interferência das variáveis mais importantes sobre o lactato sanguíneo durante o TC6min. O *software* utilizado foi o *Graph Pad Prism 6* (*Graph Pad Prism 6*®, San Diego, Califórnia, Estados Unidos da América).

RESULTADOS

Os valores referentes às variáveis antropométricas e clínicas encontram-se na Tabela 1. Já na Tabela 2, encontram-se os valores obtidos antes e após o TC6min. A informação mais relevante foi a distância percorrida pelos pacientes com DPOC

moderada durante o TC6min (403,3m), significativamente menor que a percorrida por aqueles com DPOC leve (424,8m) e pelo GC (541,8m). Igualmente, o grupo DPOC leve apresentou valores significativamente menores de distância percorrida com relação ao GC.

A Tabela 2 também mostra que o GC atingiu 98,4% da distância predita, enquanto que os indivíduos com DPOC leve e moderada atingiram, respectivamente, 86,9% e 84,5%, segundo a equação de Enright & Sherril⁸. Também é mostrado na Tabela 2 o resultado do cálculo do Índice de Trabalho (IT) durante o TC6min¹⁸. Esse cálculo permite conhecer a dimensão do esforço feito durante o teste e é entendido como: $IT = (\text{distância total percorrida} \times \text{peso corporal}) / 1000$. O IT do grupo controle foi de 34,2, enquanto que o do DPOC leve foi de 30,6 e o do DPOC moderada de 28,9, sendo significativamente ($p < 0,05$) menor do que o do grupo-controle.

Outro cálculo realizado foi o do duplo produto cardíaco, que mede o esforço desenvolvido pelo ventrículo esquerdo. Considera-se que, quanto maior o resultado, maior o esforço. O duplo produto é igual

Tabela 2. Valores médios obtidos antes e após o Teste de Caminhada de Seis Minutos.

Variáveis	Controle			Controle			Controle			<i>p</i>
	M	±	DP	M	±	DP	M	±	DP	
FC pré (bpm)	68,2	±	12,2	70,0	±	14,7	72,5	±	9,6	ns
FC pós (bpm)	98,0	±	18,5	83,6	±	22,9	91,3	±	11,4	ns
FR pré (rpm)	15,6	±	4,0	17,3	±	1,8	18,3	±	3,5	ns
FR pós (rpm)	18,2	±	4,2	20,3	±	2,5	21,9	±	3,2	ns
PAS pré (mmHg)	112,0	±	12,2	130,0	±	19,3	**133,0	±	20,5	0,0160
PAS pós (mmHg)	122,0	±	12,2	136,1	±	22,3	138,5	±	19,1	ns
PAD pré (mmHg)	67,0	±	8,2	*81,1	±	11,6	**81,0	±	5,6	0,0041
PAD pós (mmHg)	72,0	±	12,2	85,5	±	13,3	81,0	±	8,7	ns
SpO ₂ pré (%)	96,9	±	1,9	94,7	±	2,4	**93,7	±	1,8	0,0087
SpO ₂ pós (%)	96,4	±	2,3	95,2	±	2,1	95,0	±	2,1	ns
DPr (pré)	76,1	±	9,8	91,0	±	7,7	**96,4	±	6,4	0,0063
DPr (pós)	119,5	±	11,9	113,7	±	10,8	**126,4	±	9,7	0,0057
Distância Percorrida (m)	541,8	±	80,3	*424,8	±	84,5	**403,3	±	65,3	0,0018
% do predito (%)	98,4	±	15,9	86,9	±	16,6	84,5	±	11,5	ns
IT	34,2	±	2,2	30,6	±	3,0	**28,9	±	2,1	0,0075

Nota: * $p < 0,05$ entre controle e Doença Pulmonar Obstrutiva Crônica (DPOC) leve; ** $p < 0,05$ entre controle e DPOC moderada. Predito segundo a equação de Enright & Sherril⁸.

FC: Frequência Cardíaca; FR: Frequência Respiratória; PAS: Pressão Arterial Sistólica; PAD: Pressão Arterial Diastólica; SpO₂: Saturação Periférica de Oxigênio; DPr: Duplo Produto (PAS x FC) /100; IT: Índice de Trabalho (distância percorrida x peso corporal) /1000; ns: não significante; M: Média; DP: Desvio-Padrão.

(FCxPA sistólica)/100. O GC teve um duplo produto de 119,5; o duplo produto do DPOC leve foi de 113,7; e o do DPOC moderada de 126,4.

Os valores de lactato sanguíneo obtidos após o TC6min estão expostos na Figura 1A. Como a comparação intragrupos dos valores de lactato sanguíneo somente se diferenciou significativamente antes e após o TC6min no grupo DPOC moderada, este é destacado na Figura 1B. Já as figuras 2A e 2B mostram, respectivamente, a correlação entre os

valores das variáveis FC e lactato sanguíneo pós TC6min para os grupos DPOC moderada e DPOC leve.

DISCUSSÃO

O maior achado do presente estudo foi o fato de o lactato sanguíneo ter se elevado significativamente no grupo DPOC moderada na comparação pré e pós esforço, mesmo sendo este o grupo com a

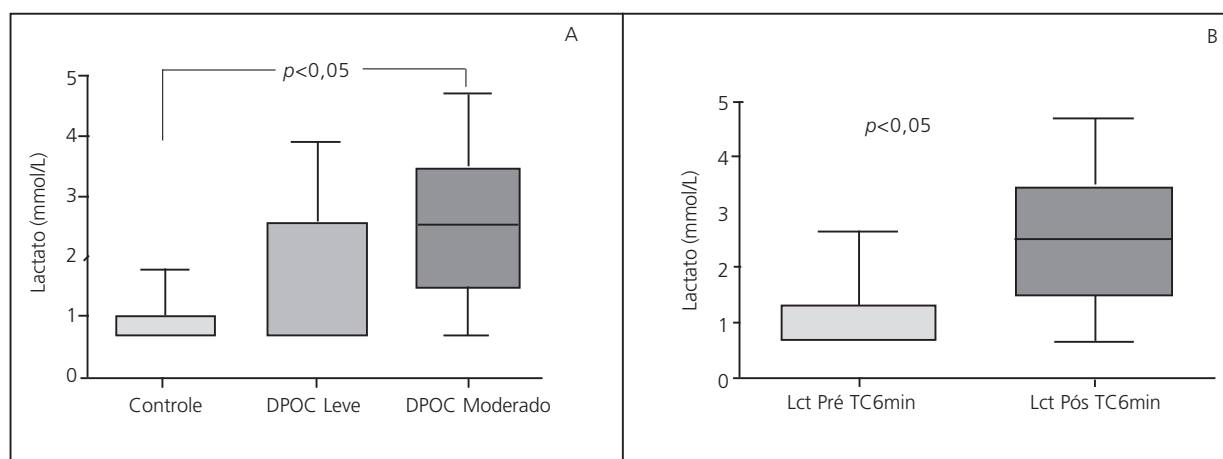


Figura 1. (A) Valores da Lactacemia Pós-Teste de Caminhada de Seis Minutos (LCT Pré-TC6min), nos grupos controle, Doença Pulmonar Obstrutiva Crônica (DPOC) leve e DPOC moderada. *Boxplots* com valores de medianas, 1º e 3º quartis e valores extremos. (B) Comparação intragrupo (DPOC moderada) dos valores de lactacemia antes e após o Teste de Caminhada de Seis Minutos (TC6min).

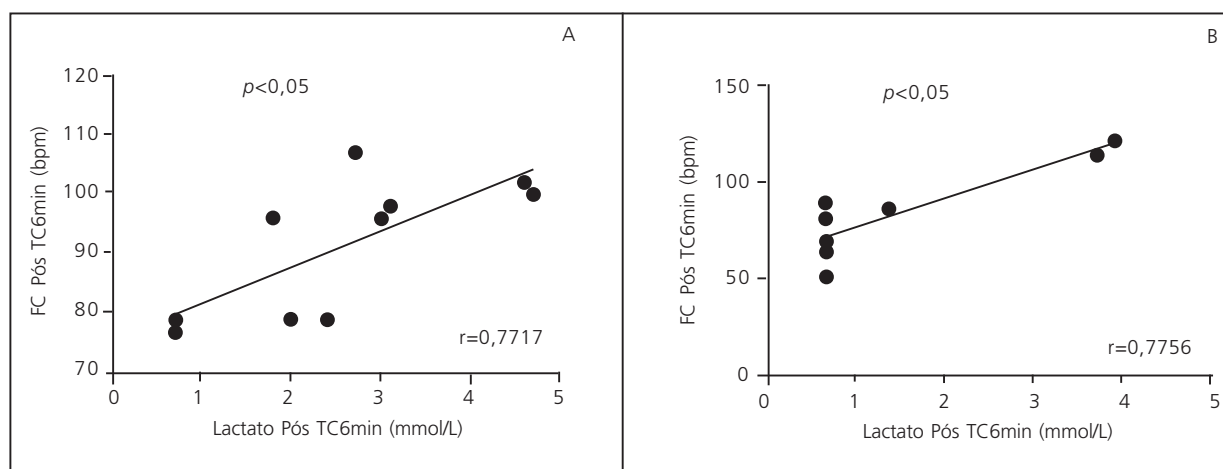


Figura 2. (A) Correlação entre os valores de lactato e da Frequência Cardíaca (FC) pós Teste de Caminhada de Seis Minutos (TC6min) no grupo DPOC moderada; (B) Correlação entre os valores de lactato e de FC pós TC6min no grupo DPOC leve.

menor distância percorrida no TC6min. A relevância desse achado reside no fato de que, apesar de algumas vezes os pacientes com DPOC não relatarem dispnéia nem mostrarem redução da SpO₂ durante o TC6min, os valores de lactato sanguíneo podem estar elevados. Em decorrência disso, problemas como dores musculares e câimbras podem ocorrer e o profissional que lida com esses pacientes deve estar atento a essas situações.

Com relação aos dados antropométricos e de idade (Tabela 1), não houve diferenças. É importante, em estudos comparativos que envolvam exercício físico, que essas variáveis não interfiram nos resultados. Nesse sentido, algumas pesquisas, como a de Vestbo *et al.*¹⁹, consideram o valor do IMC um parâmetro relevante independente para prognóstico na DPOC. Segundo esses autores, a redução da massa corpórea habitualmente observada nos casos mais graves de DPOC, tem relação com os índices de mortalidade.

Ressalta-se que, no presente estudo, os pacientes com DPOC não tinham valores menores de IMC, sugerindo que essa variável não contribuiu para o agravamento de morbidade ou não interferiu no TC6min. É importante destacar que alguns autores sugerem que a medida da circunferência da coxa seja um preditor mais importante do que a medida do IMC, para mortalidade na DPOC^{20,21}.

Os dados clínicos da Tabela 1 foram similares entre os três grupos, a não ser para a Pressão Arterial Sistólica (PAS) e Pressão Arterial Diastólica (PAD), cujos valores dos pacientes com DPOC moderada foram maiores do que os dos demais grupos. Entretanto, foram inferiores a 140mmHg para a PAS e menores que 90mmHg para a PAD, estando dentro dos níveis pressóricos normais, segundo as Diretrizes Brasileiras de Hipertensão²².

Da mesma forma, a força dos músculos inspiratórios e expiratórios, apesar de ser menor no grupo com DPOC moderada, não se mostrou estatisticamente diferenciada apresentada pelos demais grupos. No entanto, os resultados aqui encontrados corroboram estudos os quais mostram que quanto maior for o grau de severidade da DPOC, menor será a força da musculatura respiratória^{23,24}.

Com relação à FC de repouso, sabe-se que maiores valores dessa variável, presentes em pacientes com DPOC, estão relacionados à maior mortalidade. Jensen *et al.*²⁵, em um estudo que envolveu 16 696 sujeitos, mostraram que há relação positiva entre os casos de DPOC mais severa e maiores valores de FC de repouso. Os seus voluntários com DPOC *Gold* III (n=457) e *Gold* IV (n=108), foram os que apresentaram valores significativamente mais elevados de FC de repouso, sendo que essa característica esteve significativamente relacionada aos maiores índices de mortalidade.

Na presente investigação (Tabela 1), os valores médios de FC de repouso do grupo controle, DPOC leve (*Gold* I) e DPOC moderada (*Gold* II) não diferiram, sendo muito similares aos do estudo de Jensen *et al.*²⁵. O valor médio de FC de repouso encontrado por esses autores foi de 73,4±13bpm, para o GC, 72,6±12bpm, para *Gold* I, e 74,6±13bpm, para *Gold* II.

Os valores de SpO₂ obtidos durante a avaliação clínica feita durante o repouso foram significativamente menores para o grupo DPOC moderada, quando comparado ao grupo de controle. No entanto, usando como referência a Diretriz da Sociedade Brasileira de Pneumologia e Tisiologia²⁶, ambos estão dentro da faixa de normalidade. Vale ressaltar, entretanto, que pacientes com DPOC podem apresentar dessaturação em repouso e decréscimos mais significativos quando submetidos a exercícios físicos²⁷.

Com relação ao principal objetivo deste estudo, isto é, analisar se o grau de obstrução das vias aéreas poderia interferir nos níveis de lactato sanguíneo após o TC6min, alguns aspectos devem ser preliminarmente comentados. Segundo o cálculo da IT, que leva em consideração a distância percorrida no TC6min, o grupo DPOC moderada foi o que fez o menor esforço. No entanto, ao se avaliar o duplo produto, a conclusão é de que os pacientes com DPOC moderada foram os que tiveram o maior trabalho desenvolvido pelo coração. Essa discordância se dá pelo fato de que, apesar de não terem mostrado bom desempenho quando a referência é a distância percorrida, os pacientes com DPOC moderada se

esforçaram, o que explica terem obtido os maiores valores de duplo produto.

A existência de maiores valores de lactato presente no grupo DPOC moderada (Figura 1A) e, também, de valores mais elevados de lactato documentados na comparação pré e pós TC6min neste mesmo grupo (Figura 1B), podem ser explicados pela maior produção do resíduo metabólico em decorrência da perda da capacidade oxidativa de suas fibras musculares^{28,29}, bem como pela maior dificuldade de eliminação do Dióxido de Carbono (CO₂) produzido durante o esforço. Portanto, prejuízos à troca gasosa limitam a capacidade de eliminação do CO₂ metabólico, além de diminuírem a capacidade contrátil dos músculos em ação, promovendo a formação de CO₂ não metabólico mesmo em atividades consideradas leves ou moderadas³⁰.

Em suma, os resíduos metabólicos, dentre eles o CO₂, são mais difíceis de serem eliminados pelo organismo do portador de DPOC mais grave. Como o CO₂ é veiculado no sangue para ser eliminado pelos pulmões e, como os pulmões dos portadores de DPOC têm dificuldade em permitir uma troca gasosa eficiente, há maior concentração de CO₂ que resulta em um aumento da produção de lactato sanguíneo nesses pacientes.

Constatou-se que quanto maior foi a FC ao término do TC6min, maior foi o valor de lactato sanguíneo (Figuras 2A e 2B). Esses resultados são importantes, porque apesar de o controle da FC não ser uma condição obrigatória ou necessária durante a realização do TC6min, o profissional que for aplicar o TC6min deve estar ciente de que a FC se relaciona com os valores de lactato sanguíneo em portadores de DPOC. Essa relação também ocorre com pessoas saudáveis, porém não nos valores de FC geralmente observados em protocolos submáximos de esforço³⁰, tanto que não houve aumento do lactato sanguíneo no grupo-controle.

O protocolo de esforço escolhido para esta investigação poderia ser considerado como limitação do estudo pelo fato de os indivíduos estarem sendo comparados sem realizarem as mesmas intensidades de esforço. Porém, a justificativa da escolha do

TC6min já foi comentada anteriormente. Em contrapartida, se o protocolo aplicado fosse um protocolo igual para todos os grupos, seria óbvio que os portadores de DPOC mais grave apresentariam maior desgaste, o qual poderia ser traduzido pela maior produção de ácido láctico.

No entanto, documentou-se que o TC6min foi eficiente em mostrar a real capacidade funcional dos voluntários. Isso porque os portadores de DPOC moderada realmente andaram uma distância menor do que os demais participantes pelo fato de terem maior limitação cardiorrespiratória e metabólica em decorrência da severidade da patologia.

CONCLUSÃO

O estudo evidenciou que o grau de DPOC está associado à maior produção de lactato sanguíneo após o exercício físico. Isso demonstrou que a disfunção ventilatória e sua repercussão multissistêmica foram responsáveis pela limitação metabólica, a qual pôde ser observada através da dificuldade que esses pacientes tiveram em eliminar o CO₂ produzido durante o esforço, causando, como consequência, maior acúmulo de lactato sanguíneo.

COLABORADORES

MA PASCHOAL participou da concepção do estudo, na elaboração de estratégia experimental, tabulação e discussão dos resultados, elaboração do artigo e de sua revisão. NB SEIXAS participou da seleção dos voluntários, na coleta de dados, tabulação e discussão dos resultados e elaboração do artigo. L GIANFRANCESCO e LT CAMARGO participaram da seleção dos voluntários, da coleta de dados e tabulação dos dados.

REFERÊNCIAS

1. Jardim JR, Oliveira J, Nascimento O. Consenso brasileiro sobre doença pulmonar obstrutiva crônica. *J Bras Pneumol.* 2004;30(5):1-42.
2. Rabahi MF. Epidemiologia da DPOC: enfrentando desafios. *Pulmão.* 2013;22(2):4-8.

3. Barreiro E, Bustamante V, Cejudo P, Gáldiz JB, Gea J, Lucas P, *et al.* Guidelines for the evaluation and treatment of muscle dysfunction in patients with chronic obstructive pulmonary disease. *Arch Bronconeumol.* 2015;51(8):384-95.
4. Palange P, Ward SA, Carlsen KH, Casaburi R, Gallagher CG, Gosselink R, *et al.* Recommendations on the use of exercise testing in clinical practice. *Eur Respir J.* 2007;29(1):185-209.
5. Rondelli RR, Corso SD, Simões A, Malagutti C. Métodos de avaliação da fadigabilidade muscular periférica e seus determinantes energéico-metabólicos na DPOC. *J Bras Pneumol.* 2009;35(11):1125-35.
6. Messonnier LA, Emhoj CA, Fattor JA, Homing MA, Carlson TJ, Brooks GA. Lactate kinetics at the lactate threshold in trained and untrained men. *J Appl Physiol.* 2013;114:1593-602.
7. Ferreira EVM. Teste cardiopulmonar de exercício na DPOC: indo além do consumo máximo de oxigênio. *J Bras Pneumol.* 2012;38(5):539-40.
8. Enright PL, Sherrill DI. Reference equations for the six-minute walk in healthy adults. *Am J Resp Care Med.* 1998;158:1384-97.
9. Demers C, McKelvie RS, Negassa A, Yusuf S. Reliability, validity, and responsiveness of the six-minute walk test in patients with heart failure. *Am Heart J.* 2001;142(4):698-703.
10. Enright PL. The six-minute walk test. *Respir Care.* 2003;48(8):783-5.
11. Paschoal MA, Florindo LMP, Moraes SPB. Respostas cardiovasculares de pacientes com doença pulmonar obstrutiva crônica durante os testes de Paschoal e da caminhada de seis minutos. *Rev Ciênc Med.* 2006;15(5):415-25.
12. Gloeckl R, Marinov B, Pitta F. Practical recommendations for exercise training in patients with COPD. *Eur Respir Rev.* 2013;22(128):178-86.
13. Sparks AS, Hilton NP. A quantification of the treadmill 6-min walk test using the MyWellness Key accelerometer. *J Sport Health Sci.* 2015;4(2):188-94.
14. Soares SMPT, Jannuzzi HPC, Kassab MFO, Nucci LB, Paschoal MA. Investigation of the immediate pre-operative physical capacity of patients scheduled for elective abdominal surgery using the 6-minute walk test. *Physiotherapy.* 2015;101(3):292-7.
15. Souza RB. Pressões respiratórias estáticas máximas. *J Pneumol.* 2002;28(Supl.3):S155-65.
16. Borg GA. Psychophysical bases of perceived exertion. *Med Sci Sports Exerc.* 1982;14(5):377-81.
17. American Thoracic Society. Committee on Proficiency Standards for Clinical Pulmonary Function Laboratories. ATS Statement: Guidelines for the six-minute walk test. *Am J Resp Crit Care Med.* 2002;166(1):111-7.
18. Spruit MA, Watkins ML, Edwards LD, Vestbo J, Calverley PM, Pinto-Plata V, *et al.* Determinants of poor 6-min walking distance in patients with COPD: The ECLIPSE cohort. *Respir Med.* 2010;104(6):849-57.
19. Vestbo J, Prescott E, Almdal T, Dahl M, Nordestgaard BG, Andersen T, *et al.* Body mass, fat-free body mass, and prognosis in patients with chronic obstructive pulmonary disease from a random population sample: Findings from the Copenhagen city heart study. *Am J Respir Crit Care Med.* 2006;173(1):79-83.
20. Marquis K, Debigare R, Lacasse Y, LeBlanc P, Jobin J, Carrier G, *et al.* Midthigh muscle cross-sectional area is a better predictor of mortality than body mass index in patients with chronic obstructive pulmonary disease. *Am J Respir Crit Care Med.* 2002;166(6):809-13.
21. Swallow EB, Reyes D, Hopkinson NS, Man DCM, Porcher R, Cettet EJ, *et al.* Quadriceps strength predicts mortality in patients with moderate to severe chronic obstructive pulmonary disease. *Thorax.* 2007;62:115-20.
22. Sociedade Brasileira de Cardiologia. Sociedade Brasileira de Hipertensão. Sociedade Brasileira de Nefrologia. Anais do 6º Diretrizes Brasileiras de Hipertensão. *Arq Bras Cardiol.* 2010;95(1Supl.1):1-51.
23. Bessa EJC, Lopes AJ, Rufino R. A importância da medida da força muscular respiratória na prática da pneumologia. *Pulmão.* 2015;24(1):37-41.
24. Gosselink R, Vos J, van den Heuvel SP, Segers J, Decramer M, Kwakkel G. Impact of inspiratory muscle training in patients with COPD: What is the evidence? *Eur Respir J.* 2011;37(2):416-25.
25. Jensen TM, Marott JL, Lange P, Vestbo J, Schnohr P, Nielsen OW, *et al.* Resting heart rate is a predictor of mortality in COPD. *Eur J Respir J.* 2013;42:341-9.
26. Sociedade Brasileira de Pneumologia e Tisiologia. Projeto diretrizes: doença pulmonar obstrutiva crônica. Brasília: SBPT; 2001.
27. Moreira MAF, Medeiros GA, Boeno FP, Sanches PRS, Silva Júnior DP, Müller AF. Análise da dessaturação de oxigênio durante o teste de caminhada de seis minutos em pacientes com DPOC. *J Bras Pneumol.* 2014;40(3):222-8.
28. Mathur S, Brooks D, Carvalho CRF. Structural alterations of skeletal muscle in COPD. *Front Physiol.* 2014;5:104-8.
29. Wasserman K, Hansen JE, Sue DY, Stringer WW, Whipp BJ, Sietsema KE, *et al.* Principles of exercise testing and interpretation. 5th ed. Philadelphia: Lippincott; 2012.
30. Goodwin ML, Harris JE, Hernández A, Gladden LB. Blood lactate measurements and analysis during Exercise: A guide for clinicians. *J Diabetes Sci Technol.* 2007;1(4):558-69.

Recebido: novembro 27, 2015

Versão Final: maio 9, 2016

Aprovado: agosto 16, 2016

