

# Alterações cardiovasculares durante o teste de caminhada de seis minutos em pacientes com DPOC

*Cardiovascular changes  
during the six-minute walk  
test in COPD patients*

Márcia Nicoletti <sup>1\*</sup>  
Cássia Cinara da Costa <sup>2</sup>  
Luciano Dondé da Silva <sup>1</sup>

<sup>1</sup> Universidade Luterana do Brasil (ULBRA), Canoas, RS, Brasil

<sup>2</sup> Universidade Feevale, Novo Hamburgo, RS, Brasil

Data da primeira submissão: Julho 29, 2023

Última revisão: Fevereiro 27, 2024

Aceito: Abril 11, 2024

Editora associada: Ana Paula Cunha Loureiro

\*Correspondência: marcianicolettifisioterapeuta@gmail.com

## Resumo

**Introdução:** A literatura evidencia que a doença pulmonar obstrutiva crônica (DPOC) possui características fisiopatológicas que prejudicam a função autonômica cardíaca e a capacidade do sistema cardiovascular em responder aos estímulos. **Objetivo:** Analisar a correlação entre a frequência cardíaca (FC), saturação periférica de oxigênio (SpO<sub>2</sub>) e capacidade funcional e pulmonar em pacientes com DPOC durante o teste de caminhada seis minutos (TC6), antes e após programa de reabilitação pulmonar (PRP). **Métodos:** Trata-se de um estudo descritivo e retrospectivo, com coleta realizada no banco de dados do PRP de uma universidade do Vale dos Sinos. **Resultados:** A amostra foi composta por 216 pacientes com DPOC grave, com média de idade de 65,4 ± 7,9 anos e predominância do sexo masculino (57,4%). Os resultados evidenciaram que no momento pré-PRP, a FC ao final do teste apresentou correlação negativa forte (p < 0,01) com a SpO<sub>2</sub> obtida ao final do teste e volume expiratório forçado no primeiro segundo (VEF<sub>1</sub>). No momento pós-PRP, a FC ao final do teste se correlacionou negativamente de maneira forte com a SpO<sub>2</sub> e VEF<sub>1</sub>, positivamente de forma fraca (p < 0,05) com a sensação de dispneia pós-teste e forte com a distância percorrida no TC6 (DTC6). **Conclusão:** As correlações entre FC, VEF<sub>1</sub>, DTC6, dispneia e SpO<sub>2</sub> foram confirmadas, ficando evidente que à medida que ocorrem alterações das variáveis, acontecem modificações na FC para suprir a demanda metabólica, ventilatória e de oxigenação.

**Palavras-chave:** Sistema cardiovascular. Doença pulmonar obstrutiva crônica. Frequência cardíaca. Teste de caminhada de 6 minutos.

## Abstract

**Introduction:** Specialised literature demonstrates that chronic obstructive pulmonary disease (COPD) has pathophysiological changes that impair cardiac autonomic function and the ability of the cardiovascular system to respond to stimuli. **Objective:** To analyze the correlation between heart rate (HR), peripheral oxygen saturation ( $SpO_2$ ), functional and pulmonary capacity in patients with COPD during the six-minute walk test (6MWT) before and after the pulmonary rehabilitation program (PRP). **Methods:** This is a descriptive and retrospective study, with collection carried out in the PRP database of a university in Vale dos Sinos, Brazil. **Results:** The sample consisted of 216 patients, classified as having severe COPD, with a predominance of males (57.4%), with a mean age of  $65.4 \pm 7.9$  years. The results showed that at the pre-PRP moment, the HR at the end of the test showed a strong negative correlation ( $p < 0.01$ ) with  $SpO_2$  obtained at the end of the test, and forced expiratory volume in the first second ( $FEV_1$ ). At the post-PRP moment, the HR at the end of the test was strongly negatively correlated with  $SpO_2$  and  $FEV_1$  positively, weakly ( $p < 0.05$ ) with the sensation of dyspnea at the end of the test, and strongly with the distance covered in the 6MWT (6MWD). **Conclusion:** The correlations between HR,  $FEV_1$ , 6MWD, dyspnea and  $SpO_2$  were confirmed, making it evident that as the variables change, HR changes occur to meet the metabolic, oxygenation and ventilatory demands.

**Keywords:** Cardiovascular system. Chronic obstructive pulmonary disease. Heart rate. 6-minute walk test.

## Introdução

A doença pulmonar obstrutiva crônica (DPOC) é uma doença heterogênea, que tem como característica sintomas respiratórios resultantes de anormalidades das vias aéreas e/ou alvéolos, que causam a obstrução persistente e muitas vezes progressiva do fluxo aéreo.<sup>1</sup>

Dados revelam que as manifestações clínicas da DPOC, incluindo os baixos valores de volume expiratório forçado no primeiro segundo ( $VEF_1$ ), processo inflamatório sistêmico e hipoxemia, afetam negativamente a função autonômica cardíaca. Em revisão sistemática recente, Alqahtani et al.<sup>2</sup> evidenciaram que a DPOC está associada à disfunção nervosa autonômica e alterações na variabilidade da frequência cardíaca (FC).

As flutuações dos batimentos cardíacos em corações saudáveis partem de um mecanismo complexo de adaptações às mudanças repentinas físicas e psicológicas que alteram a homeostase.<sup>3</sup> Apesar de sistemas saudáveis apresentarem complexidades temporais fisiológicas, mecanismos relacionados às doenças podem influenciar uma perda ou aumento de complexidade, reduzindo a capacidade de manter um estado estável.<sup>2,3</sup>

Na DPOC, a FC pode apresentar resposta inadequada ao exercício devido à disfunção autonômica.<sup>4</sup> Dessa forma, a FC obtida durante testes padronizados, realizados em ambientes clínicos ou em laboratório, tornou-se um biomarcador fisiológico bem estabelecido, que reflete a capacidade do sistema cardiovascular em responder de forma adequada a uma transição abrupta na carga física, refletindo como um importante indicador do funcionamento cardiovascular e físico em pacientes com DPOC.<sup>5</sup>

O teste de caminhada de seis minutos (TC6') é um teste padronizado, que reflete de maneira significativa as alterações cardiovasculares induzidas pelo esforço submáximo,<sup>6</sup> refletindo através da distância percorrida no TC6 (DTC6) a capacidade funcional.<sup>7</sup> Além disso, o TC6 fornece dados relevantes no curso clínico da DPOC, como hipoxemia induzida pelo esforço e necessidade de oxigênio suplementar, sintomas que afetam o desempenho físico e induzem à baixa tolerância ao exercício e a alterações na capacidade de deambulação, fornecendo bases importantes para intervenções clínicas adequadas.<sup>8</sup>

Dessa forma, o presente estudo teve como objetivo analisar a correlação entre FC, saturação periférica de oxigênio ( $SpO_2$ ),  $VEF_1$ , DTC6 e sensação de dispneia em pacientes portadores de DPOC durante o TC6, antes e após programa de reabilitação pulmonar (PRP).

## Métodos

Trata-se de um estudo de abordagem quantitativa, do tipo coorte, descritivo e retrospectivo, com coleta no banco de dados do PRP da Universidade Feevale, em Novo Hamburgo, Rio Grande do Sul. O estudo foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa da mesma instituição, sob parecer número 4.08.01.10.1630, e os pesquisadores assinaram um termo de consentimento de utilização de dados.

Foram incluídos no estudo todos os pacientes que participaram do PRP da Universidade Feevale no período de maio de 2003 a 2018, com conclusão até dezembro de 2018, sendo esses de ambos os sexos, adultos, com diagnóstico de DPOC confirmado por espirometria conforme os critérios da *Global Initiative for Chronic Obstructive Lung Disease (GOLD)*<sup>1</sup> [VEF<sub>1</sub>/capacidade vital forçada (CVF) < 0,7], que realizaram no pré e pós-PRP o TC6, que em seus prontuários constavam as variáveis FC, SpO<sub>2</sub>, DTC6 e sensação de dispneia pela Escala de Borg Modificada (EBM), coletadas durante o TC6 no pré e pós-PRP, e cujo perfil clínico estava completo. Na adesão do PRP, todos os participantes assinaram o termo de consentimento livre e esclarecido, sendo em seguida submetidos à entrevista inicial na qual o perfil clínico foi descrito.

A gravidade da DPOC foi realizada conforme recomendações da GOLD,<sup>1</sup> sendo estimada segundo o grau de obstrução ao fluxo aéreo, com base nos valores do VEF<sub>1</sub> após o uso de broncodilatador, e classificada como GOLD 1 (leve: VEF<sub>1</sub> ≥ 80% do previsto), GOLD 2 (moderada: 50% ≤ VEF<sub>1</sub> < 80% do previsto), GOLD 3 (grave: 30% ≤ VEF<sub>1</sub> < 50% do previsto) ou GOLD 4 (muito grave: VEF<sub>1</sub> < 30% do previsto).

O TC6' foi realizado seguindo diretrizes internacionais.<sup>6</sup> Os pacientes foram instruídos a percorrer um corredor de 30 metros de comprimento, durante seis minutos, com incentivo verbal padronizado. O trajeto foi realizado com o paciente caminhando sozinho (o instrutor apenas observava), sendo orientado que poderia interromper o teste a qualquer momento. Ao término dos seis minutos, solicitava-se a parada no local onde se encontrava e a distância remanescente era medida com uma trena (WESTERN 20 m - China). Para prever a DTC6, utilizou-se o valor de referência para adultos saudáveis, de ambos os sexos, baseado na fórmula descrita por Britto et al.,<sup>9</sup> sendo: distância predita (DPTC6) = 890,46 - (6,11 × idade) + (0,0345 × idade<sup>2</sup>) + (48,87 × sexo) - (4,87 × índice de massa corporal).

A pressão arterial (PA) foi aferida apenas em um momento, 15 minutos antes do início da atividade, com esfigmomanômetro e estetoscópio da marca P.A. MED, modelo 3222009, com o paciente sentado e com o membro superior apoiado sobre uma mesa. A FC foi mensurada pelo uso do monitor cardíaco Polar FT1 (monitor cardíaco e cinta de transmissão) e a SpO<sub>2</sub>, por oximetria não invasiva (oxímetros SENSE 10 - ALFAMED, CMS50C - Contec, Palpus 1 - Rossmax), sendo verificadas

antes do início da caminhada e após o sexto minuto. A frequência cardíaca máxima prevista (FCMP) foi calculada pela equação de Karvonen (FCMP = 220 - idade anos) para cada participante, e a FC submáxima foi considerada como sendo 85% da FC máxima.<sup>10</sup> A dessaturação foi considerada quando a variação da SpO<sub>2</sub> (ΔSpO<sub>2</sub>), ou seja, a diferença entre a SpO<sub>2</sub> final e SpO<sub>2</sub> inicial, obteve queda (≥ 4%).<sup>11</sup> A sensação de dispneia e de fadiga foram averiguadas no início e no término do teste pelo uso da EBM (0-10).

A reabilitação pulmonar é uma intervenção abrangente, que busca melhorar as condições físicas e psicológicas de pessoas com doenças respiratórias crônicas através de exercícios físicos, educação e mudanças de comportamento, sendo o PRP composto por equipe multidisciplinar.<sup>12</sup> O programa foi realizado três vezes na semana, tendo duração mínima de 12 semanas. Os pacientes foram submetidos a treinamento físico, no qual foram realizadas as seguintes técnicas: aquecimento (composto por diagonais funcionais de membros superiores e inferiores), aeróbico (na esteira ergométrica plana, com aumento progressivo da velocidade e distância baseado no TC6 e percepção de dispneia pela escala de Borg) e treinamento resistido (realizado em equipamentos de musculação, com exercícios livre com carga e sem carga, sendo realizadas duas séries de 8-10 repetições e aumento de carga gradual, estimada através do teste de 1 repetição máxima, iniciando com 50% da carga estimada no teste e chegando a 85% da carga máxima obtida no teste). Durante a execução dos exercícios foram monitorados os sinais vitais dos participantes, sendo ofertado oxigênio suplementar caso a SpO<sub>2</sub> caísse para menos de 90%.

Os resultados foram apresentados através de frequências absolutas (n) e relativas (%) ou por meio de valores mínimos, máximos, média aritmética e respectivo desvio-padrão. O desempenho entre os momentos antes e depois do TC6 e pré e pós-PRP foi analisado através do teste estatístico não paramétrico de Wilcoxon nas variáveis: FC, SpO<sub>2</sub>, pressão arterial sistólica (PAS) e diastólica (PAD), DTC6 e percepção de dispneia. As análises de relações causa-efeito, tendo como base a FC e correlacionando com as variáveis DTC6, dispneia e VEF<sub>1</sub>, foram realizadas pelo coeficiente de correlação rho de Spearman (ρ). Todos os procedimentos estatísticos foram executados no software Statistical Package for Social Sciences (SPSS, versão 26.0), adotando nível de significância de p > 0,05.

## Resultados

Foram selecionados para esse estudo 216 pacientes, sendo 124 do sexo masculino (57,4%) e 92 do sexo feminino (42,6%), com média de idade de  $65,4 \pm 7,9$  anos. Em relação ao grau de obstrução do fluxo aéreo, o  $VEF_1/CVF$  médio apresentado foi de  $52,4 \pm 17,3$ , confirmando o diagnóstico de DPOC, e o  $VEF_1\%$  médio foi de  $43,5 \pm 18,7\%$ , classificando os colaboradores do estudo como GOLD 3 (DPOC grave). Observa-se que 39,4% ( $n = 85$ ) dos pacientes apresentava hipertensão arterial sistêmica (HAS), sendo que 74% ( $n = 63$ ) destes referiram o uso de medicamento anti-hipertensivo. Demais características amostrais encontram-se descritas na Tabela 1.

**Tabela 1** - Perfil clínico dos participantes do estudo ( $n = 216$ )

Variável	Resultados
Masculino*	124 (57,4)
Feminino*	92 (42,6)
Idade (anos)	$65,4 \pm 7,9$
Índice de massa corporal ( $kg/m^2$ )	$25,9 \pm 4,7$
Hábito tabágico*	199 (92,0)
Comorbidades *	127 (58,8)
Hipertensão arterial sistêmica*	85 (39,4)
Diabetes mellitus*	27 (12,5)
Doença cardiovascular*	25 (11,6)
Uso de medicamento anti-hipertensivo*	63 (74,0)
<b>Função pulmonar</b>	
CVF (l/min)	$2,4 \pm 0,9$
CVF (% do previsto)	$68,3 \pm 22,7$
$VEF_1$ (l)	$1,7 \pm 6,6$
$VEF_1$ (% do previsto)	$43,5 \pm 18,7$
$VEF_1/CVF$	$52,4 \pm 17,3$

Nota: CVF = capacidade vital forçada;  $VEF_1$  = volume expiratório forçado no primeiro segundo. \*n (%); demais dados expressos em média  $\pm$  desvio padrão.

As variáveis iniciais e finais encontradas no TC6 antes e após o PRP estão descritas na Tabela 2. O tempo médio de participação no PRP foi de  $18,9 \pm 6,4$  semanas. Quando comparadas as variáveis antes e após o

TC6, houve aumento estatisticamente significativo na FC, percepção de dispneia e fadiga, tanto antes como após o PRP ( $p < 0,05$ ). Ademais, os valores médios encontrados apontam uma queda significativa na  $SpO_2$  quando comparados os valores basais ao sexto minuto, tanto no pré quanto no pós-PRP ( $p < 0,05$ ), podendo ainda ser observada a presença de dessaturação periférica de oxigênio. Referente à FC máxima prevista para a idade, a média foi de  $154,6 \pm 7,9$  batimentos por minuto (bpm). As médias percentuais da FC máxima prevista, no primeiro e segundo teste, foram de  $66,9 \pm 10,9\%$  e  $67,5 \pm 12,9\%$ , respectivamente, caracterizando esforço submáximo. A média da DTC6' predita foi de  $542,5 \pm 37,1$  metros. Nos testes pré e pós-PRP, as médias da DTC6' foram, respectivamente,  $400,3 \pm 106,6$  metros e  $460,4 \pm 103,2$  metros, ocorrendo um aumento médio de  $60,5 \pm 70,0$  metros na distância percorrida e diferença estatística significativa ( $p = 0,000$ ).

Ao correlacionar a FC ao final do TC6' com as demais variáveis antes do PRP, o coeficiente de correlação de Spearman apresentou forte correlação negativa entre FC e  $VEF_1\%$  ( $p = -0,261$ ;  $p = 0,000$ ) e FC e  $SpO_2$  ao final do teste ( $p = -0,280$ ;  $p = 0,000$ ); ou seja, a medida em que as variáveis diminuem, a FC aumenta. As variáveis dispneia ao final do teste e DTC6 não apresentaram correlação com a FC ao final do teste no momento pré-PRP.

Após o PRP, o coeficiente de correlação de Spearman apresentou forte correlação negativa da FC ao final do TC6 com a  $SpO_2$  ao final do TC6' ( $p = -0,285$ ;  $p = 0,000$ ) e com o  $VEF_1$  ( $p = -0,273$ ;  $p = 0,000$ ), além de forte correlação positiva com a DTC6' ( $p = -0,255$ ;  $p = 0,000$ ). Além disso, a FC ao final do teste apresentou fraca correlação positiva com a percepção de dispneia ao final do teste ( $p = 0,140$ ;  $p = 0,041$ ) (Figura 1).

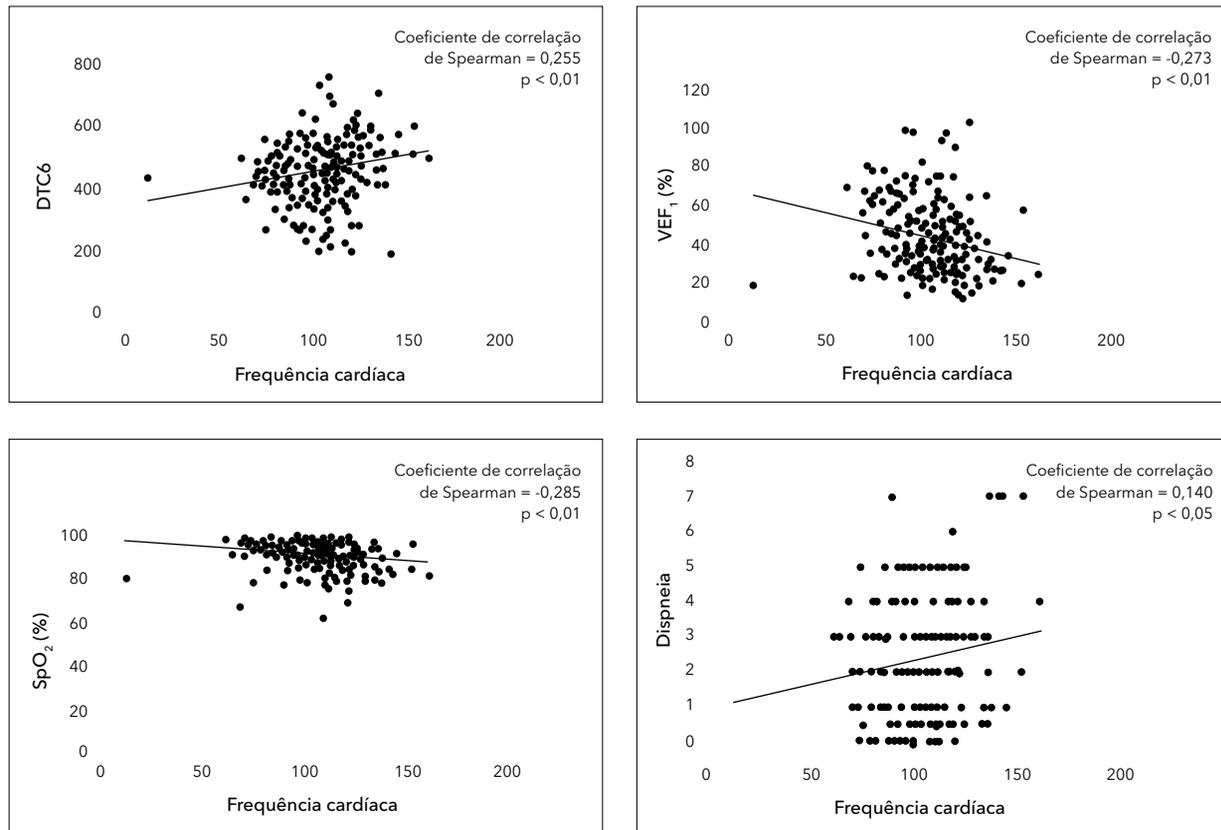
## Discussão

No presente estudo observou-se que o esforço desenvolvido durante o TC6 foi capaz de promover o aumento da FC e a redução nos níveis circulantes de oxigênio e precipitar a percepção de dispneia e fadiga, que confirma na prática clínica que o TC6 é um instrumento ideal para avaliar a capacidade funcional e as respostas cardiovasculares de pessoas com DPOC.<sup>6</sup>

**Tabela 2** - Descrição das variáveis obtidas no teste de caminhada de seis minutos (TC6) pré e pós-PRP (n = 216)

Variáveis	TC6 pré-PRP		TC6 pós-PRP		p**
	Média ± DP	p*	Média ± DP	p*	
Distância percorrida no TC6 (DTC6) (m)	400,3 ± 106,6	-	460,4 ± 103,2	-	0,000
Percentual da DTC6 predita (%)	73,8 ± 19,6	-	84,9 ± 19,4	-	0,000
Frequência cardíaca pré-teste (bpm)	87,3 ± 15,7	-	88,5 ± 16,1	-	0,169
Frequência cardíaca pós-teste (bpm)	103,4 ± 16,9	0,000	104,6 ± 18,7	0,000	0,072
Frequência cardíaca máxima prevista (%)	66,9 ± 10,9	-	67,5 ± 12,9	-	0,095
Pressão arterial sistólica (mmHg)	129,3 ± 17,2	-	127,0 ± 14,0	-	0,043
Pressão arterial diastólica (mmHg)	77,7 ± 10,1	-	76,7 ± 9,1	-	0,177
Borg dispnea pré-teste	1,1 ± 1,7	-	0,9 ± 1,3	-	0,018
Borg dispnea pós-teste	3,0 ± 2,7	0,000	2,8 ± 5,1	0,000	0,007
Borg MMII pré-teste	0,8 ± 1,0	-	0,78 ± 1,0	-	0,857
Borg MMII pós-teste	1,9 ± 1,7	0,000	1,6 ± 1,6	0,000	0,460
Saturação periférica de oxigênio pré-PRP (%)	94,0 ± 4,5	-	94,3 ± 4,0	-	0,117
Saturação periférica de oxigênio pós-PRP (%)	92,0 ± 5,6	0,000	91,6 ± 6,2	0,000	0,267
Dessaturação periférica de oxigênio (> 4%) - n (%)	59 (27)	-	74 (34)	-	-

Nota: PRP = programa de reabilitação pulmonar; DP = desvio padrão. Teste não-paramétrico de Wilcoxon. \*Associação entre o pré e pós-teste. \*\*Associação entre os testes pré e pós-PRP. Valores em negrito indicam significância estatística.



**Figura 1** - Correlação entre a frequência cardíaca (bpm) ao final do teste de caminhada de seis minutos com a distância percorrida no teste (DTC6), volume expiratório forçado no primeiro segundo (VEF<sub>1</sub>), percepção de dispnéia e saturação periférica de oxigênio (SpO<sub>2</sub>) ao final do teste (n = 216).

Os fenômenos fisiológicos apresentados no TC6 resultam da ação simultânea entre os sistemas cardiovascular, respiratório, musculoesquelético e nervoso. Esses sistemas ocasionam os estímulos necessários para a manutenção do débito cardíaco e da ventilação durante a execução do teste e sustentação do metabolismo aeróbico. Esses estímulos partem por meio de respostas reflexas e adaptativas da atividade pulmonar e cardíaca aos níveis de consumo de oxigênio exigido em resposta ao grau de esforço empreendido.<sup>7</sup>

Dessa forma, observa-se a FC como uma variável com alta sensibilidade aos mecanismos adaptativos aos esforços, sendo comumente utilizada para mensurar a intensidade de um exercício.<sup>13</sup> Tais respostas adaptativas ficaram evidenciadas no presente estudo através do aumento significativo da FC quando comparado o valor basal com o sexto minuto do TC6 antes e após o PRP.

No teste pós-PRP, a FC apresentou forte correlação positiva com a DTC6, indicando que à medida que a DTC6' aumenta, ocorre maior exigência da FC, ocasionando cardioaceleração. O exercício físico direciona o organismo às disfunções transitórias, gerando mecanismos adaptativos responsáveis por melhor desempenho funcional futuro,<sup>14</sup> entre eles o incremento da massa magra corporal.<sup>15</sup> Dessa forma, sugere-se que essa relação causa-efeito possa ser justificada pelo aumento da área transversal da fibra muscular e aumento de fibras do tipo I,<sup>16</sup> havendo maior consumo de oxigênio após o PRP e, logo, maior resposta cronotrópica para a manutenção de níveis adequados de oxigênio. Houve, também, incremento significativo na DTC6, sendo esse outro fator que pode influenciar a FC, sugerindo que o esforço empreendido no segundo teste foi maior do que no primeiro, aumentando a demanda metabólica e, conseqüentemente, exigindo maior resposta da FC.<sup>4</sup>

Múltiplos fatores, contudo, podem ocasionar oscilações na FC, podendo essa aumentar ou diminuir diante de estímulos indiretos, não somente devido à intensidade do exercício.<sup>13</sup> Há evidências de que pessoas com DPOC apresentam perda na modulação autonômica; como consequência, estão suscetíveis a piores condições de saúde, maior risco de eventos cardiovasculares<sup>17</sup> e resposta inadequada da FC ao exercício.<sup>18</sup> Dessa forma, o aumento significativo da FC durante esforços submáximos pode ser atribuído à influência dos estímulos fisiopatológicos envolvidos na DPOC sobre o controle autonômico.

A insuficiência cronotrópica é comum na DPOC,<sup>18</sup> aumentando à medida que a função pulmonar diminui.<sup>4</sup>

Estudos trazem que os sistemas pulmonar e cardiovascular partilham fatores de risco, processos fisiológicos e fisiopatológicos,<sup>19,20</sup> sendo a função pulmonar o mais poderoso preditor de mortalidade cardíaca,<sup>21,22</sup> pois o declínio da função pulmonar resulta em sobrecarga do sistema cardiovascular e em possíveis lesões.<sup>21</sup> Na presente pesquisa, ficou evidente a associação entre a função pulmonar e a maior demanda cardíaca, através da forte correlação negativa entre o VEF<sub>1</sub> e a FC.

Ademais, outro fator presente durante o teste foi a queda da SpO<sub>2</sub> em níveis significativos, havendo precipitação para valores  $\geq 4\%$  em ambos os testes, caracterizando dessaturação da oxihemoglobina.<sup>11</sup> O estudo realizado por Waatevik et al.<sup>11</sup> evidenciou que pacientes que apresentam dessaturação de oxigênio no TC6 apresentam maior FC tanto no primeiro quanto no sexto minuto do TC6 quando comparados a pacientes que não dessaturam.<sup>11</sup> Tal relação foi evidenciada na presente pesquisa através da forte correlação negativa entre FC e SpO<sub>2</sub>, indicando que a medida em que os níveis de oxigênio diminuem, a FC aumenta.

A dessaturação de oxigênio em pessoas com DPOC pode acontecer durante atividades físicas<sup>23</sup> ou mesmo em repouso. Tanto em eventos agudos como em situações crônicas, a hipoxemia pode gerar alterações cardiovasculares e refletir em disfunções do controle autonômico. Em eventos agudos, aumenta a atividade nervosa simpática, levando à taquicardia e ao risco de eventos coronarianos isquêmicos.<sup>24</sup> A hipoxemia crônica causa a constrição e hiperplasia no leito vascular pulmonar. O aumento da pós-carga reflete em hipertrofia do ventrículo direito, podendo levar ao deslocamento do septo ventricular para a esquerda, comprometendo o enchimento ventricular esquerdo, o volume sistólico e o DC.<sup>19,25</sup>

Além disso, pessoas que apresentam dessaturação precoce durante o TC6 correm maior risco de hospitalização e óbito.<sup>26,27</sup> Ademais, a hipoxemia induzida pelo exercício pode repercutir em maior índice de sintomas e dispneia mais grave.<sup>23</sup> A dispneia e a fadiga muscular são os sintomas que levam o pneumopata à limitação funcional e descondicionamento físico,<sup>28</sup> podendo ser observada a precipitação de tais sintomas durante a execução de ambos os testes e a redução significativa da dispneia após o PRP. Tal fato está bem documentado na literatura, sendo apresentado como principal benefício do exercício físico a redução da sintomatologia, repercutindo em maior independência nas atividades de vida diária e qualidade de vida,<sup>29,30</sup> ocasionando ainda

o aumento da tolerância ao exercício e redução dos riscos cardiovasculares.

Além da redução dos sintomas, na presente pesquisa ficou evidenciado que o PRP foi capaz de proporcionar um aumento significativo na DTC6 e no percentual da DTC6 predita para a idade, sendo esse um fator de extrema relevância clínica. Estudos apontam que a DTC6 se associa ao comprometimento funcional e índices de qualidade de vida, sendo uma DTC6 igual ou menor que 350 metros determinante para o risco de hospitalizações e sobrevida em pacientes com DPOC,<sup>6,7,31</sup> e uma alteração de 35 metros na DTC6 representando um achado com impacto clinicamente significativo na DPOC moderada ou grave.<sup>8,32</sup>

Adicionalmente, esse estudo demonstrou que o PRP contribuiu para a redução dos níveis pressóricos. Observa-se que houve prevalência de comorbidades que podem cursar para o risco cardiovascular, sendo a HAS a mais frequente. A associação entre DPOC e HAS vem ganhando cada vez mais atenção, pois frequentemente ela tem sido encontrada como a comorbidade mais comum nestes doentes. Os mecanismos fisiopatológicos da DPOC podem ser o cursor para níveis pressóricos elevados, sendo estes responsáveis por um prognóstico desfavorável ao pneumopata.<sup>33,34</sup>

É necessário mencionar que existem algumas as limitações no presente estudo, entre as quais podemos apontar a amostra de conveniência, pesquisa realizada em um único centro e a obtenção da PA apenas antes e após o PRP e não no pré e pós-TC6', o que pode gerar dúvidas sobre os resultados, embora o máximo cuidado tenha sido tomado na exploração desses dados para atingir as informações mais acuradas possíveis.

Contudo, apesar das limitações encontradas, o presente estudo foi capaz de trazer contribuições importantes, pois a FC é uma variável de fácil mensuração e baixo custo, apontando um campo de pesquisa que precisa ser explorado para que haja maior compreensão sobre as respostas frente aos estímulos e sobre seu uso na prática clínica. Dessa forma, devido à relevância do tema, sugerem-se novos estudos na área.

## Conclusão

As correlações entre FC, VEF<sub>1</sub>, DTC6, dispneia e SpO<sub>2</sub> foram confirmadas, ficando evidente que à medida que ocorrem alterações nas variáveis, acontecem

modificações na FC para suprir a demanda metabólica, ventilatória e de oxigenação e para, assim, promover a homeostase corporal.

## Contribuição dos autores

MN e CCC participaram da elaboração da pergunta da pesquisa e delimitação metodológica, ficando MN responsável pela busca e análise dos dados e CCC pela análise estatística. A interpretação dos resultados foi realizada por todos os autores e a redação do manuscrito por MN e LDS. Todos aprovaram a versão final.

## Referências

1. Global Initiative for Chronic Obstructive Lung Disease (GOLD). Global Strategy for Prevention, Diagnosis and Management of COPD: 2024 Report [acesso 28 set 2023]. Disponível em: <https://goldcopd.org/2024-gold-report>
2. Alqahtani JS, Aldhahir AM, Alghamdi SM, Al Ghamdi SS, Draiwiesh IA, Alsulayyim AS, et al. A systematic review and meta-analysis of heart rate variability in COPD. *Front Cardiovasc Med*. 2023;10:1070327. DOI
3. Shaffer F, Ginsberg JP. An overview of heart rate variability metrics and norms. *Front Public Health*. 2017;5:258. DOI
4. MacDonald DM, Helgeson ES, Adabag S, Casaburi R, Connett JE, Stringer WW, et al. Chronotropic index and acute exacerbations of chronic obstructive pulmonary disease: a secondary analysis of BLOCK COPD. *Ann Am Thorac Soc*. 2021;18(11):1795-802. DOI
5. Buekers J, Arbillaga-Etxarri A, Gimeno-Santos E, Donaire-Gonzalez D, Chevance G, Aerts JM, et al. Heart rate and oxygen uptake kinetics obtained from continuous measurements with wearable devices during outdoor walks of patients with COPD. *Digit Health*. 2023;9:20552076231162989. DOI
6. Agarwala P, Salzman SH. Six-minute walk test: clinical role, technique, coding, and reimbursement. *Chest*. 2020;157(3):603-11. DOI
7. Casano HAM, Anjum F. Six-minute walk test. Treasure Island (FL): StatPearls Publishing; 2022. Link

8. Neder JA, Berton DC, O'Donnell DE. Getting the most out of the six-minute walk test. *J Bras Pneumol.* 2023;49(1):e20230028. DOI
9. Britto RR, Probst VS, Andrade AFD, Samora GAR, Hernandes NA, Marinho PEM, et al. Reference equations for the six-minute walk distance based on a Brazilian multicenter study. *Braz J Phys Ther.* 2013;17(6):556-63. DOI
10. Baddini-Martinez JA. Six-minute walk test in patients with idiopathic pulmonary fibrosis. *J Bras Pneumol.* 2018;44(4):257-8. DOI
11. Waatevik M, Johannessen A, Real FG, Aanerud M, Hardie JA, Bakke PS, et al. Oxygen desaturation in 6-min walk test is a risk factor for adverse outcomes in COPD. *Eur Respir J.* 2016;48(1):82-91. DOI
12. Rochester CL, Alison JA, Carlin B, Jenkins AR, Cox NS, Bauldoff G, et al. Pulmonary rehabilitation for adults with chronic respiratory disease: An Official American Thoracic Society Clinical practice guideline. *Am J Respir Crit Care Med.* 2023;208(4):e7-26. DOI
13. Canário-Lemos R, Vilaça-Alves J, Moreira T, Peixoto R, Garrido N, Goss F, et al. Are heart rate and rating of perceived exertion effective to control indoor cycling intensity? *Int J Environ Res Public Health.* 2020;17(13):4824. DOI
14. Rickson JJ, Maris SA, Headley SAE. Isometric exercise training: a review of hypothesized mechanisms and protocol application in persons with hypertension. *Int J Exerc Sci.* 2021;14(2):1261-76. Link
15. Landal AC, Monteiro F, Santos HBC, Kanesawa LM, Hernandes N, Pitta F. Fatores associados à melhora da composição corporal em indivíduos com DPOC após treinamento físico. *Fisioter Mov.* 2014;27(4):633-41. DOI
16. Broxterman RM, Wagner PD, Richardson RS. Exercise training in COPD: muscle O<sub>2</sub> transport plasticity. *Eur Respir J.* 2021;58(2):2004146. DOI
17. Vanzella LM, Bernardo AFB, Carvalho TD, Vanderlei FM, Silva AKF, Vanderlei LCM. Complexity of autonomic nervous system function in individuals with COPD. *J Bras Pneumol.* 2018;44(1):24-30. DOI
18. Macdonald DM, Palzer EF, Abbasi A, Baldomero AK, Bhatt SP, Casaburi R, et al. Chronotropic index during 6-minute walk and acute respiratory events in COPD. *Gene. Respir Med.* 2022;194:106775. DOI
19. André S, Conde B, Fragoso E, Boléo-Tomé JP, Areias V, Cardoso J. COPD and cardiovascular disease. *Pulmonology.* 2019;25(3):168-76. DOI
20. Wang B, Zhou Y, Xiao L, Guo Y, Ma J, Zhou M, et al. Association of lung function with cardiovascular risk: a cohort study. *Respir Res.* 2018;19(1):214. DOI
21. Ramalho SHR, Shah AM. Lung function and cardiovascular disease: A link. *Trends Cardiovasc Med.* 2021;31(2):93-8. DOI
22. Ching SM, Chia YC, Lentjes MAH, Luben R, Wareham N, Khaw KT. FEV<sub>1</sub> and total cardiovascular mortality and morbidity over an 18 years follow-up Population-Based Prospective EPIC-NORFOLK Study. *BMC Public Health.* 2019;19(1):501. DOI
23. Yang L, Shi M, Situ X, He J, Qumu S, Yang T. Prediction of exercise-induced desaturation in COPD patients without resting hypoxemia: a retrospective study. *BMC Pulm Med.* 2022;22(1):405. DOI
24. Molina RM, Aguado S, Arellano C, Valle M, Ussetti P. Ischemic heart disease during acute exacerbations of COPD. *Med Sci (Basel).* 2018;6(4):83. DOI
25. Morgan AD, Zakeri R, Quint JK. Defining the relationship between COPD and CVD: what are the implications for clinical practice? *Ther Adv Respir Dis.* 2018;12:1753465817750524. DOI
26. García-Talavera I, Figueira-Gonçalves JM, Golpe R, Esteban C, Amado C, Pérez-Méndez LI, et al. Early desaturation during 6-minute walk test is a predictor of mortality in COPD. *Lung.* 2023;201(2):217-24. DOI
27. Agarwal M, Anand S, Patro M, Gothi D. Early versus non-early desaturation during 6MWT in COPD patients: A follow-up study. *Lung India.* 2023;40(3):235-41. DOI
28. Yang Y, Chen K, Tang W, Xie X, Xiao W, Xiao J, et al. Influence of Baduanjin on lung function, exercise capacity, and quality of life in patients with mild chronic obstructive pulmonary disease. *Medicine (Baltimore).* 2020;99(37):e22134. DOI

- 
29. Paneroni M, Vogiatzis I, Belli S, Savio G, Visca D, Zampogna E, et al. Is two better than one? The impact of doubling training volume in severe COPD: A randomized controlled study. *J Clin Med*. 2019;8(7):1052. [DOI](#)
30. Vaes AW, Delbressine JML, Mesquita R, Goertz YMJ, Janssen DJA, Nakken N, et al. Impact of pulmonary rehabilitation on activities of daily living in patients with chronic obstructive pulmonary disease. *J Appl Physiol (1985)*. 2019;126(3):607-15. [DOI](#)
31. Andrianopoulos V, Wouters EFM, Pinto-Plata VM, Vanfleteren LEGW, Bakke PS, Franssen FME, et al. Prognostic value of variables derived from the six-minute walk test in patients with COPD: Results from the ECLIPSE study. *Respir Med*. 2015; 109(9):1138-46. [DOI](#)
32. Morales-Blanhir JE, Vidal CDP, Romero MJR, Castro MMG, Villegas AL, Zamboni M. Six-minute walk test: a valuable tool for assessing pulmonary impairment. *J Bras Pneumol*. 2011; 37(1):110-7. [DOI](#)
33. Furlan SF, Drager LF. To dip or not to dip blood pressure in chronic obstructive pulmonary disease: That is the question! *Arq Bras Cardiol*. 2021;116(2):303-4. [DOI](#)
34. Hansen NS, Ängquist L, Lange P, Jacobsen R. Comorbidity clusters and healthcare use in individuals with COPD. *Respir Care*. 2020;65(8):1120-7. [DOI](#)