




# Correlações entre a atividade física diária, capacidade funcional e saúde vascular em pacientes com DPOC

*Correlations between daily physical activity, functional capacity and vascular health in patients with COPD*

Augusto Baumhardt Guidoti<sup>1</sup> ; Fernanda Beatriz Costa Delacoste<sup>1</sup> ; Bruna Eibel<sup>2</sup> ; Cintia Laura Pereira de Araujo<sup>1</sup> ; Pedro Dal Lago<sup>1\*</sup> 

## Resumo

**Introdução:** a Doença Pulmonar Obstrutiva Crônica (DPOC) frequentemente leva a complicações como disfunção endotelial e aumento da rigidez arterial, o que pode contribuir para a morbidade cardiovascular. Embora estilos de vida ativos tenham sido mostrados para mitigar esses riscos, a conexão entre atividade física diária, capacidade funcional e saúde vascular em pacientes com DPOC permanece pouco explorada. **Objetivo:** este estudo avalia a associação entre função endotelial, rigidez arterial, capacidade funcional e atividade física diária em pacientes com DPOC. **Métodos:** medimos a função endotelial em pacientes com DPOC usando o índice de hiperemia reativa (IHR) através de tonometria arterial periférica (TAP) e rigidez arterial através da velocidade da onda de pulso (VOP) e do índice de aumento ajustado para 75 batimentos por minuto (IA75). Também avaliamos a capacidade funcional com o teste de caminhada de seis minutos (TC6') e monitoramos a atividade diária usando acelerômetros. **Resultados:** entre os 22 participantes (idade média de 66,5 anos, índice de massa corporal (IMC) 27,5 kg/m<sup>2</sup>, volume expiratório forçado no primeiro segundo (VEF<sub>1</sub>) 34,8% do previsto, a contagem diária de passos variou de 1.660 a 3.561 em 17 sujeitos. Disfunção endotelial foi encontrada em seis sujeitos, e rigidez arterial foi observada em quatro sujeitos. A contagem diária de passos correlacionou significativamente com a distância do TC6' (p= 0,004), mas não foi encontrada correlação entre o número de passos por dia e medidas de rigidez arterial pelo TAP (IA75, %, p= 0,609), VOP (m/s, p= 0,266) e função endotelial (IHR) com TAP (p= 0,700). **Conclusão:** apesar de uma correlação positiva entre a distância percorrida no TC6' e a contagem diária de passos, nossos achados não indicam uma relação entre a atividade física diária e as medidas de função vascular (função endotelial e rigidez arterial) em pacientes com DPOC e comprometimento vascular leve ou ausente.

**Palavras-chave:** Doença Pulmonar Obstrutiva Crônica; Função Vascular; Atividades da Vida Diária.

## Abstract

**Background:** Chronic Obstructive Pulmonary Disease (COPD) often leads to complications such as endothelial dysfunction and increased arterial stiffness, which may contribute to cardiovascular morbidity. While active lifestyles have been shown to mitigate these risks, the connection between daily physical activity, functional capacity, and vascular health in COPD patients remains underexplored. **Aim:** this study evaluates the link between endothelial function, arterial stiffness, functional capacity, and daily physical activity in COPD patients. **Methods:** we measured endothelial function in COPD patients using the reactive hyperemia index (RHI) via peripheral arterial tonometry (PAT) and arterial stiffness through pulse wave velocity (PWV) and the augmentation index adjusted for 75 beats per minute (AIx75). We also assessed functional capacity with the six-minute walking test (6MWT) and monitored daily activity using accelerometers. **Results:** among 22 participants (average age 66.5 years, body mass index (BMI) 27.5 kg/m<sup>2</sup>, forced expiratory volume in one second (FEV<sub>1</sub>) 34.8% predicted, daily step count ranged from 1,660 to 3,561 in 17 subjects. Endothelial dysfunction was noted in six subjects, and arterial stiffness was observed in four subjects. Daily step count significantly correlated with 6MWT distance (p= 0.004). Still, no correlation was found between the number of steps per day and measures of arterial stiffness by PAT (AIx75, %, p= 0.609), PWV (m/s, p= 0.266), and endothelial function (RHI) with PAT (p= 0.700). **Conclusion:** despite a positive correlation between the 6MWT distance and daily step count, our findings

<sup>1</sup>Departamento de Fisioterapia, Universidade Federal de Ciências da Saúde de Porto Alegre (UFCSA), Porto Alegre, RS, Brasil

<sup>2</sup>Departamento de Fisioterapia, Instituto de Cardiologia (IC), Fundação Universitária de Cardiologia (FUC), Porto Alegre, RS, Brasil

**Como citar:** Guidoti AB, Delacoste FBC, Eibel B, Araujo CLP, Dal Lago P. Correlações entre a atividade física diária, capacidade funcional e saúde vascular em pacientes com DPOC. Brazilian Journal of Respiratory, Cardiovascular and Critical Care Physiotherapy. 2024;15:e00112023.

Submissão em: Dezembro 01, 2023

Aceito em: Agosto 29, 2024

**Estudo realizado em:** Universidade Federal de Ciências da Saúde de Porto Alegre, Porto Alegre, RS, Brasil.

**Aprovação ética:** CAAE: 15181419.1.0000.5345, CEP UFCSA.

\*Autor correspondente: Pedro Dal Lago.  
E-mail: pdallago@ufcsa.edu.br



Este é um artigo publicado em acesso aberto (Open Access) e distribuído sob a licença Creative Commons Attribution NonCommercial ShareAlike License, que permite uso, distribuição e reprodução em qualquer meio, sem restrições desde que sem fins comerciais e que o trabalho original seja corretamente citado e de forma que não indique endosso ao trabalho feito. Adicionalmente, qualquer trabalho derivado deverá ser publicado sob a mesma licença.



do not indicate a relationship between daily physical activity and measures of vascular function (endothelial function and arterial stiffness) in COPD patients with mild or absent vascular impairment.

**Keywords:** Chronic Obstructive Pulmonary Disease; Vascular Function; Activities of Daily Living.

## INTRODUÇÃO

A Doença Pulmonar Obstrutiva Crônica (DPOC) é a terceira principal causa de morte em todo o mundo, sendo associada a diversas manifestações sistêmicas, incluindo comprometimento musculoesquelético, disfunção endotelial e rigidez arterial<sup>1</sup>. Pacientes com DPOC apresentam comportamento sedentário devido às características clínicas e comorbidades específicas, impedindo que os indivíduos acometidos atinjam níveis satisfatórios de atividade física condizentes com os da população geral<sup>2</sup>.

Um estudo recente constatou que uma maior quantidade de passos diários está significativamente associada a uma mortalidade menor em adultos<sup>3</sup>. Ao mesmo tempo, evidências apontam para a importância da contagem de passos diários como determinante do estado de saúde e risco de exacerbação em indivíduos com DPOC<sup>4</sup>. Limitações em Atividades de Vida Diária (AVD) na DPOC são perceptíveis quando comparadas a idosos sem a doença<sup>5,6</sup>. Além disso, a rigidez arterial é um fator de risco independente, considerado um preditor de morbidade e mortalidade cardiovascular. Ademais, um Índice de Hipertensão Reativa (IHR) anormal está correlacionado a um risco maior de eventos coronarianos<sup>7</sup>.

O comprometimento vascular e a redução da contagem diária de passos estão ligados a um estado funcional pior e um risco cardiovascular elevado, o que exacerba a carga de saúde em pacientes com DPOC. Nesta população, a limitação respiratória causa inatividade física e descondicionamento, agravando a disfunção endotelial, o que diminui a capacidade funcional, dificulta as atividades de vida diária e perpetua a inatividade, criando um ciclo vicioso de deterioração.

Contudo, a pesquisa sobre a relação entre função endotelial, rigidez arterial e atividade física na DPOC ainda é limitada. Portanto, o presente estudo se propõe a avaliar a associação entre função endotelial, rigidez arterial e estado funcional em pacientes com DPOC, conforme determinado pelo Teste de Caminhada de Seis Minutos (TC6) em conjunto com a contagem diária de passos.

## METODOLOGIA

### Desenho e população do estudo

Este estudo transversal foi realizado entre março de 2019 e fevereiro de 2020, sendo interrompido pela pandemia de COVID-19. O protocolo do presente estudo foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa com Seres Humanos da Santa Casa de Misericórdia de Porto Alegre, Rio Grande do Sul e pela Universidade Federal de Ciências da Saúde de Porto Alegre (números de protocolo 40078114.9.0000.5335

e 15181419.1.0000.5345). Todos os participantes assinaram o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido.

Foram incluídos indivíduos com idade  $\geq 40$  anos, com diagnóstico de DPOC<sup>1</sup> (estadiamento 2 a 4, de acordo com o grau de obstrução do fluxo aéreo), histórico de tabagismo  $\geq 20$  anos-maço e estabilidade clínica no mês anterior ao início das avaliações. Foram excluídos fumantes atuais, bem como indivíduos apresentando qualquer doença pulmonar que não a DPOC, comorbidades neurológicas, ortopédicas, cardiovasculares (infarto agudo do miocárdio no último ano, arritmias cardíacas não tratadas e hipertensão pulmonar grave) ou demais condições que comprometessem qualquer uma das avaliações deste estudo. Os participantes foram recrutados a partir da lista de espera para o programa de reabilitação pulmonar do Pavilhão Pereira Filho na Irmandade Santa Casa de Misericórdia de Porto Alegre (ISCMPA) em Porto Alegre, Brasil, selecionando aqueles que ainda não estavam em processo de reabilitação pulmonar.

### Caracterização da amostra

O protocolo do estudo foi realizado em dois dias, com intervalo de sete dias entre cada avaliação. No primeiro dia, os participantes foram submetidos a avaliações sociodemográficas e antropométricas, além da função pulmonar, padronizadas pela Sociedade Torácica Americana (ATS - *American Thoracic Society*)/Sociedade Respiratória Europeia (ERS - *European Respiratory Society*)<sup>8</sup>.

### Capacidade funcional

O TC6 foi realizado de acordo com o protocolo preconizado pela ATS, e o valor previsto foi calculado para a população brasileira<sup>9</sup>.

### Nível de atividade física

Os participantes foram orientados a usar um acelerômetro por sete dias consecutivos para medir o número de passos diários. O número de passos por dia foi avaliado pelo acelerômetro Actigraph® GT3X (Pensacola, FL, EUA), com o qual os participantes foram monitorados por 12h durante sete dias consecutivos. Os indivíduos usaram o GT3X (configuração: 1-s epoch) sobre o quadril direito durante o dia, sendo avisados de que o uso deveria ser iniciado logo após o despertar e que deveriam manter sua rotina diária durante o uso do dispositivo. O software ActiLife 6 (Pensacola, FL) foi utilizado para analisar os dados coletados. Apenas dias úteis foram considerados para análise, com um mínimo de dois dias válidos de análise, sendo considerados como válidos os dias com oito horas de medição.



## Função vascular

No segundo dia, função endotelial/rigidez arterial foi avaliada usando Tonometria Arterial Periférica (PAT - *Peripheral Arterial Tonometry*) e rigidez arterial por Velocidade de Onda de Pulso (VOP). As medições foram feitas na posição sentada em cadeira, após um descanso de pelo menos 10 min, e as avaliações foram realizadas em uma sala silenciosa com temperatura ambiente de 20-22 °C. A coleta de dados ocorreu no período da manhã, com os participantes sendo orientados a jejuar por no mínimo oito horas. Além disso, foi solicitado que os indivíduos suspendessem a administração de vitaminas, anti-inflamatórios, cafeína e bebidas alcoólicas, sendo instruídos a não realizar exercícios físicos nas 24 horas anteriores à avaliação, e a manter seus medicamentos habituais.

A função endotelial e a rigidez arterial foram avaliadas de forma não invasiva usando Tonometria Arterial Periférica (PAT) pelo dispositivo EndoPAT 2000 (Itamar Medical Ltd, Caesarea, Israel). Este dispositivo consiste em um pletismógrafo que registra a amplitude digital da onda de pulso arterial por sensores pneumáticos posicionados nos dedos indicadores. O protocolo foi realizado interrompendo o fluxo sanguíneo por cinco minutos (com insuflação de uma braçadeira no antebraço), após esse tempo, a pressão do dispositivo foi liberada, resultando em aumento do fluxo e indução de hiperemia reativa. A amplitude de resposta do pulso foi registrada eletronicamente em ambos os dedos indicadores e analisada digitalmente pelo sistema computacional, calculando-se o logaritmo natural do Índice de Hiperemia Reativa (IHR).

A função endotelial foi medida pelo IHR, e a rigidez arterial expressa pelo índice de aumento ajustado para 75 batimentos por minuto (Alx75). A função endotelial normal foi definida como IHR > 0,51. Valores ≤ 0,51 foram considerados disfunção endotelial (em conformidade com as informações do produto Itamar). A rigidez arterial normal foi definida como um Alx entre -30% e -10%, a rigidez arterial aumentada como Alx entre -10% e 10% e a anormal como Alx acima de 10%<sup>10</sup>.

A rigidez arterial da artéria braquial foi avaliada de forma não invasiva por medição oscilométrica no membro superior com o dispositivo Mobil-O-Graph® 24 h PWA (IEM, Stolberg, Alemanha). Este dispositivo utiliza três medidas automatizadas e consecutivas (pressão arterial, pressões sistólica e diastólica central, Alx75 e VOP), já validadas pela Sociedade Britânica de Hipertensão (BHS - *British Hypertension Society*), e os resultados foram expressos a partir da média das medidas obtidas. As variáveis utilizadas para análise foram Alx75 (valores de referência de Alx utilizados no PAT) e VOP (≥ 10m/s), com o limite baseado nas diretrizes brasileiras de hipertensão<sup>11</sup>.

## Análise estatística

O tamanho da amostra foi calculado usando o Software G\*Power 3.1.9.7, estimando um coeficiente de

correlação bivariado mínimo (coeficiente de correlação de Spearman;  $\rho$ ) de 0,6 entre o número de passos por dia e o IHR, considerando um nível de significância bicaudal de 5% e 80% de poder, seria necessário um mínimo de 19 indivíduos. A normalidade dos dados foi verificada pelo teste de Shapiro-Wilk. A distribuição dos dados apresenta resultados relativos à média e desvio padrão ou mediana (intervalo interquartil). As correlações foram avaliadas pelo teste de Pearson ou Spearman, de acordo com a distribuição dos dados, sendo consideradas muito fracas (<0,3), fracas (0,3 - 0,49), moderadas (0,5 - 0,69), fortes (0,7 - 0,89) ou muito fortes (>0,9)<sup>12</sup>. A significância estatística foi definida como  $p < 0,05$ . Os dados foram analisados usando o SPSS 20.0 (SPSS, Chicago, IL, EUA), e os gráficos foram construídos usando o Software GraphPad Prism 7 (Graph-Pad Software, San Diego, CA, EUA).

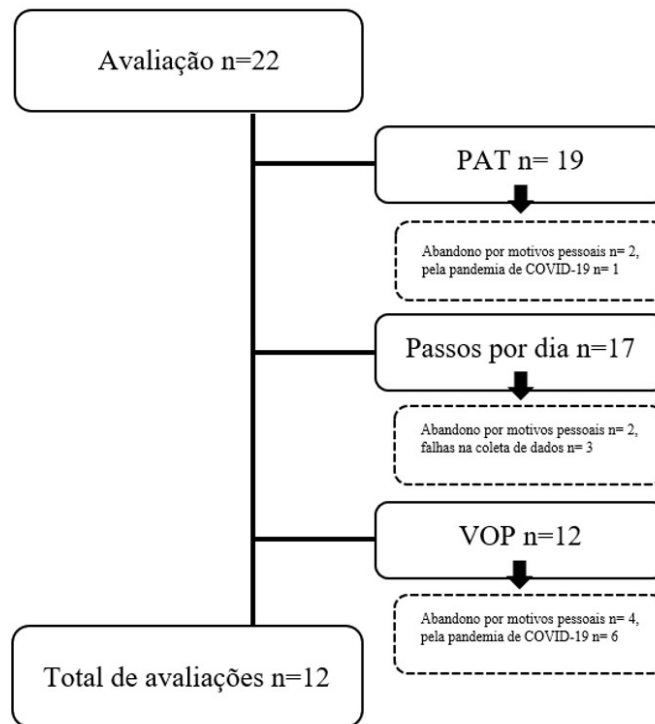
## RESULTADOS

Vinte e dois indivíduos foram recrutados e avaliados, porém, houve perda de acompanhamento em avaliações específicas devido à ocorrência de abandonos e interrupções do protocolo (pandemia de COVID-19, motivos pessoais e falha na coleta), conforme exposto na Figura 1. A função endotelial e a rigidez arterial foram avaliadas pelo PAT em dezenove indivíduos, indicando  $19,9 \pm 13,6\%$  na medida Alx75 e  $0,73 \pm 0,29$  no IHR, sendo também avaliadas pela VOP em doze indivíduos, indicando  $9,5 \pm 1,1\text{m/s}$  e  $29,1 \pm 9\%$  no Alx75. Por fim, quatro indivíduos apresentaram valores acima de 10m/s na avaliação da VOP (33,3%). Assim, o número de passos diários foi avaliado em dezessete participantes, totalizando 2,519 (1,660-3,561) passos, e onze indivíduos caminharam menos de 350 m de acordo com o TC6.

Sete participantes apresentavam hipertensão arterial sistêmica, e todos estavam em tratamento medicamentoso anti-hipertensivo. Todos os pacientes relataram o uso de broncodilatador inalatório de longa duração. Não houve relatos de alteração na medicação prescrita durante o protocolo. Disfunção endotelial avaliada por EndoPAT (IHR ≤ 0,51) foi observada em seis indivíduos (31,6%) e rigidez arterial em quatro (21,1%) (Alx75 entre -10% e 10%). A caracterização dos participantes se encontra detalhada na Tabela 1.

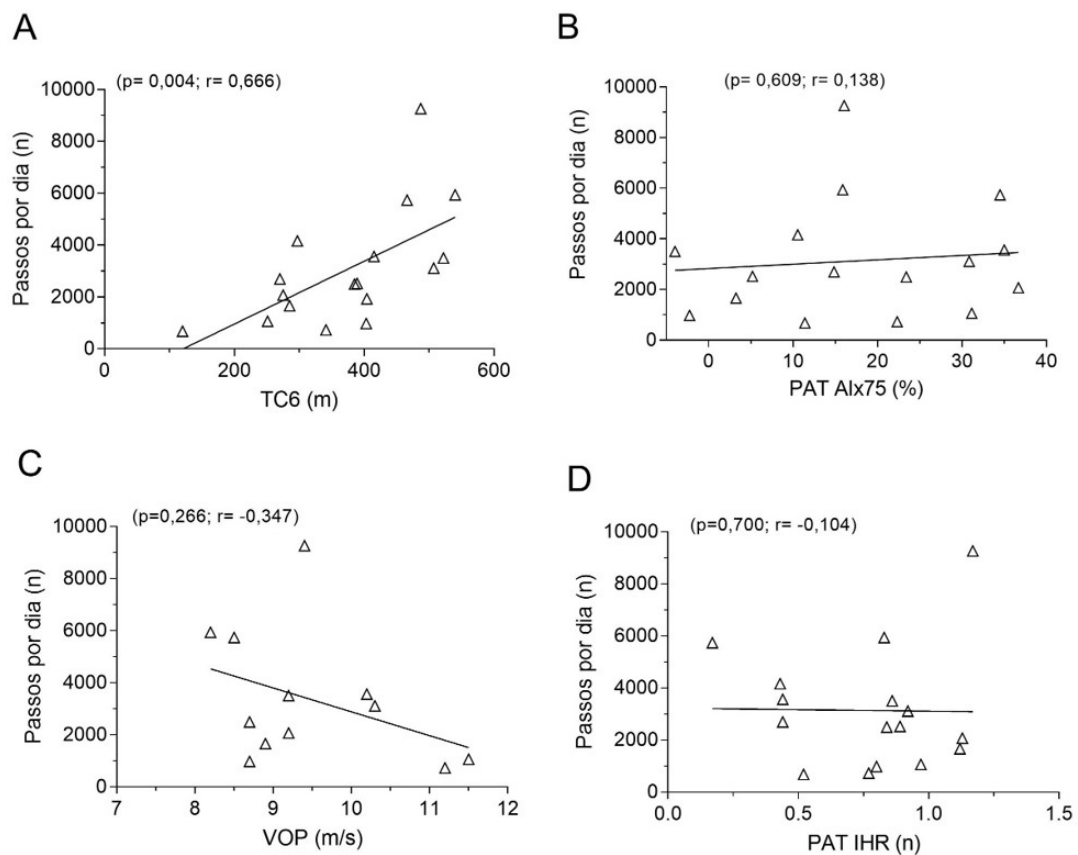
O número de passos por dia foi considerado como significativamente associado ao TC6 (Spearman  $r = 0,666$ ;  $p = 0,004$ ; Figura 2A), mas não foi encontrada correlação entre o número de passos por dia e as medidas de rigidez arterial por PAT (Alx75,%) (Spearman  $r = 0,138$ ;  $p = 0,609$ ; Figura 2B), VOP (m/s) (Spearman  $r = -0,347$ ;  $p = 0,266$ ; Figura 2C) e função endotelial (IHR) com PAT (Spearman  $r = -0,104$ ;  $p = 0,700$ ; Figura 2D).

Ademais, foram realizadas análises secundárias para explorar a relação entre os dois métodos de avaliação da rigidez arterial, não sendo possível observar correlação entre as medidas, VOP (m/s) e PAT (Alx75%) (Pearson  $r = 0,372$ ;  $p = 0,233$ ) assim como o Alx75 (%) da VOP e PAT (Pearson  $r = 0,142$ ;  $p = 0,659$ ).



**Figura 1.** Fluxograma.

Legenda: PAT: Tonometria Arterial Periférica; VOP: Velocidade de Onda de Pulso.



**Figura 2.** Correlações entre resultados.

Legenda: IHR: logaritmo natural do Índice de Hiperemia Reativa; PAT: Tonometria Arterial Periférica; Alx75: índice de aumento de pressão ajustado para 75 batimentos por minuto; VOP: Velocidade de Onda de Pulso; TC6: distância percorrida no Teste de Caminhada de Seis Minutos. (A) dezessete indivíduos analisados (n=17); (B) dezesseis indivíduos analisados (n=16); (C) doze indivíduos analisados (n=12); (D) dezesseis indivíduos analisados (n=16).

**Tabela 1.** Características clínicas, funcionais e de desempenho.

Características	n=22
Idade, anos	66,5 ± 9,39
Homem - n, %	12 (54,5)
IMC, kg/m <sup>2</sup>	27,5 ± 4,49
Maço-anos	58,1 ± 24
VEF <sub>1</sub> /CVF	0,46 (0,37-0,53)
VEF <sub>1</sub> , L	0,79 (0,67-1,06)
VEF <sub>1</sub> , %prev	34,8 (23,4-45)
CVF, L	1,95 (1,56-2,43)
CVF, %prev	61,1 (47-70,2)
GOLD 2, n, %	5 (22,7)
GOLD 3, n, %	9 (41)
GOLD 4, n, %	8 (36,3)
TC6, m	365,7 ± 113,9
TC6, %prev	69,6 ± 21,9

Os dados são expressos como média ± desvio padrão ou mediana (quartil 25-75). IMC: Índice de Massa Corporal; VEF<sub>1</sub>: Volume Expiratório Forçado no Primeiro Segundo; CVF: Capacidade Vital Forçada; %prev: Porcentagem do Valor Previsto; TC6: distância percorrida no Teste de Caminhada de Seis Minutos.

## DISCUSSÃO

O presente estudo encontrou poucos casos de disfunção endotelial (31,6%) e rigidez arterial (21,1%) em uma amostra de pacientes com DPOC. O número de passos por dia foi baixo, na média de 2.519, e os valores de distância percorrida no TC6 foram próximos da faixa normal, previstos em 69,6%. No entanto, metade dos participantes caminhou menos de 350 metros. Além disso, nosso estudo não encontrou correlação entre o número de passos diários e a função endotelial, avaliada pelo PAT, nem com a rigidez arterial, avaliada pela VOP, em pacientes com DPOC. Até onde sabemos, este é o primeiro estudo a avaliar a função vascular e o número de passos diários, sendo que ambas as condições podem ser fatores de risco adicionais na DPOC.

Estilo de vida sedentário, manifestações sistêmicas da DPOC e disfunção endotelial podem aumentar os riscos cardiovasculares e de mortalidade associados à DPOC<sup>13</sup>. A contagem diária de passos usando pedômetros ou acelerômetros é amplamente indicada para avaliar os níveis de atividade física, visto que o número de passos por dia pode ser um indicador do estado funcional do paciente<sup>14</sup>.

O número de passos diários já foi descrito como um preditor significativo de mortalidade em indivíduos saudáveis<sup>3</sup>, e a recomendação é que a população geral realize pelo menos 10.000 passos por dia<sup>15</sup>. De acordo com a literatura, riscos cardiometabólicos estão consistentemente associados à realização de menos

de 5.000 passos por dia<sup>16</sup>. Um estudo que avaliou a mortalidade em pacientes com DPOC mostrou que os indivíduos com os piores resultados alcançaram uma média de 3.006 passos diários<sup>17</sup>, o que condiz com o resultado de 2.519 passos diários encontrado pelo presente estudo. Há fortes evidências de que o aumento do número de passos por dia ajuda a amenizar os sintomas da função endotelial fortemente prejudicada em pacientes com DPOC grave e muito grave<sup>18</sup>. Portanto, a atividade física diária e a reabilitação pulmonar baseada no treinamento físico são cruciais para o tratamento da DPOC<sup>19</sup>.

A distância média no TC6 da presente amostra foi de 365,7 m, com um valor de teste previsto de 69,6%, apresentando valores gerais próximos da faixa recomendada<sup>9</sup>. No entanto, para pacientes com DPOC, um TC6 de menos de 350 m indica um prognóstico pior e mortalidade<sup>20</sup>. Este é um fato crítico a ser destacado, visto que metade da amostra deste estudo (n=11) obteve valores abaixo de 350 m. Adicionalmente, quando correlacionados os passos diários com o TC6, foi encontrada uma correlação significativa (r=0,666), confirmando que os indivíduos que caminharam menos nas atividades diárias avaliadas pelos acelerômetros apresentaram uma distância percorrida menor no TC6. Resultados semelhantes foram observados em outros estudos que monitoraram passos ao longo de sete dias<sup>21,22</sup>.

O PAT avalia o IHR, um marcador de função endotelial, permitindo a mensuração durante a hiperemia reativa<sup>10</sup>, que pode estar associada ao fluxo sanguíneo coronariano em resposta à acetilcolina e identificar indivíduos com função endotelial coronariana normal e anormal<sup>23</sup>. A presente amostra exibiu uma baixa prevalência de disfunção endotelial, o que pode explicar a falta de correlação entre os passos diários com IHR e Alx75 avaliadas pelo EndoPAT. Não foram encontrados sinais de disfunção endotelial nos participantes de estudos anteriores, e o IHR foi de 0,79<sup>24</sup>, semelhante ao presente estudo (0,73). Todavia, em dois outros estudos, mais da metade dos indivíduos das amostras apresentaram disfunção endotelial periférica, com um valor médio de IHR de 0,36 e 0,43, variando de -0,14 a 1,30<sup>25,26</sup>. Conclui-se então que a disfunção endotelial pode não estar presente em todos os indivíduos com DPOC, o que reforça a necessidade de realizar uma investigação mais aprofundada.

O dispositivo Mobil-O-Graph 24 h tem sido frequentemente utilizado para avaliar a rigidez arterial desde a sua validação<sup>27</sup>. Além disso, um estudo com pacientes com síndrome da apneia obstrutiva do sono avaliou a VOP e a Alx, concluindo que a rigidez arterial pode ser considerada uma possível causa de complicações cardiovasculares nesses indivíduos<sup>28</sup>. Corroborando estes resultados, um estudo recente avaliou o impacto dos fatores de risco cardiovascular e sua interação com os valores de pressão arterial central, VOP e Alx, e uma das conclusões foi que a diabetes estava diretamente relacionada à VOP<sup>29</sup>. Embora o presente estudo não tenha encontrado correlação entre o número de passos diários e os parâmetros de rigi-



dez arterial, especificamente Alx75 e VOP (m/s), há uma grande escassez de literatura descrevendo a aplicação de tais medidas em indivíduos com DPOC. O presente estudo foi, portanto, pioneiro na avaliação da VOP utilizando o dispositivo Mobil-O-Graph na população com DPOC.

Um nível alto de atividade física parece beneficiar aspectos relacionados à função endotelial<sup>21</sup>. Não obstante, não foi encontrada uma correlação entre os passos diários e as demais variáveis da função endotelial e rigidez arterial em pacientes com DPOC. Estes resultados diferem de uma revisão sistemática e meta-análise que demonstrou que o número de passos por dia estava inversamente correlacionado com a rigidez arterial medida pela VOP em adultos e idosos<sup>30</sup>. Em conformidade com esses achados, um estudo recente mostrou que a rigidez arterial está associada a um perfil de risco cardiovascular geral pior, ao passo que, em idosos, está intimamente relacionada à hipertensão sistólica isolada<sup>31</sup>. Neste contexto, algumas hipóteses precisam ser levantadas. Primeiramente, a maioria da amostra não apresentou valores que caracterizassem disfunção endotelial, sendo esta condição uma etapa que precede o desenvolvimento da rigidez arterial. É possível que seja apenas uma questão de tempo até que os indivíduos estudados exibam essas condições. Em segundo lugar, houve uma baixa prevalência de hipertensão arterial ( $n = 7$ ) na amostra, o que também poderia contribuir para o desenvolvimento de rigidez arterial.

A VOP acima de 10 m/s tem sido associada aos biomarcadores de alterações estruturais na câmara do ventrículo esquerdo e artérias carótidas, assim como ao aumento da mortalidade cardiovascular<sup>32</sup>. Respalhando esses achados, uma meta-análise de 17 estudos mostrou que valores mais altos de VOP ( $\geq 12$  m/s) previram um aumento de 102% no risco de mortalidade por eventos cardiovasculares. Mais especificamente, um aumento de 1 m/s em VOP foi associado a um aumento de 15% de risco cardiovascular<sup>33</sup>. Quando avaliados pelo Mobil-O-Graph, não foram encontrados valores de VOP  $>12$  m/s em nenhum indivíduo. Entretanto, quatro indivíduos apresentaram medidas superiores a 10 m/s, que é o valor de referência indicativo de rigidez arterial. Estes resultados são diferentes daqueles obtidos usando Alx75 (%), visto que, quando a rigidez arterial foi avaliada pelo Alx75 utilizando o EndoPAT, outros quatro indivíduos apresentaram valores correspondentes à rigidez arterial (Alx75 entre -10% e 10%). Além disso, quando o VOP (m/s) e PAT (Alx75) foram correlacionados, não foi possível encontrar uma associação significativa ( $r = 0,372$ ;  $p = 0,233$ ). Da mesma forma, entre VOP (Alx75) e PAT (Alx75), não foi encontrada correlação ( $r = 0,142$ ;  $p = 0,659$ ). Contudo, um estudo anterior constatou que o Alx avaliado pelo PAT e o Alx derivado de ondas de pressão aórtica sintetizadas (obtidas de forma não invasiva através da aquisição de formas de onda da pressão da arterial radial) são comparáveis e confiáveis devido à alta correlação entre valores invasivos e não invasivos, além da falta de viés proporcional relacionado à avaliação invasiva<sup>34</sup>.

No entanto, um estudo mostrou uma subestimação substancial e ampla dispersão de Alx na avaliação, o que pode levantar dúvidas sobre o uso de Alx para definir a rigidez arterial<sup>35</sup>. Devido às incertezas relativas à avaliação do Alx75 pelo PAT, as análises secundárias foram utilizadas para investigar a associação entre esses dois métodos de análise da rigidez arterial.

A falta de consenso entre as medidas de rigidez arterial no presente estudo pode ser atribuída às especificidades de cada método de avaliação. O Alx75 mede o aumento da pressão a partir do retorno precoce da onda refletida, onde quanto mais significativas as reflexões da onda de pulso, maior o Alx75<sup>36</sup>, sendo considerado um indicador indireto de rigidez arterial e preditor de eventos cardiovasculares<sup>37</sup>. Já a VOP é definida pela razão da distância entre dois pontos do sistema arterial ( $\Delta x$ ), e o tempo que a onda leva para percorrer essa distância ( $\Delta t$ ) é o indicador de rigidez arterial mais utilizado, devido à sua boa reprodutibilidade<sup>38</sup>. Foi encontrada apenas uma pesquisa que avaliasse a rigidez arterial usando simultaneamente os dispositivos EndoPAT e Mobil-O-Graph, sendo um estudo realizado em pacientes com mais de 35 anos com diabetes mellitus tipo 2 e hipertensão arterial<sup>39</sup>. Para concluir, o Mobil-O-Graph foi validado para mensuração da VOP em comparação com exames invasivos e não invasivos<sup>40</sup>, diferentemente do EndoPAT, que não validou o dispositivo como marcador de rigidez através do Alx75.

As limitações do presente estudo, incluindo a amostra pequena, bem como a diversidade de estilos de vida e ocupações dos participantes, contribuíram para a heterogeneidade desta pesquisa. Adicionalmente, o estudo foi interrompido pela pandemia de COVID-19. Apesar dos desafios supracitados, a amostra em geral apresentou disfunção endotelial mínima e rigidez arterial. Essa alteração mínima pode explicar a falta de correlação entre a distância percorrida no TC6 e o número de passos diários. Para confirmar os resultados, é essencial desenvolver mais pesquisas com uma coorte maior. Acreditamos que estudos mais aprofundados são vitais para explorar o impacto da contagem diária de passos na saúde vascular de indivíduos com DPOC nos estágios GOLD 2 a 4, que podem apresentar um comprometimento vascular mais significativo.

## CONCLUSÃO

Apesar da correlação positiva entre a distância percorrida no TC6 e a contagem diária de passos, o presente estudo não encontrou associações entre as medidas de função vascular (função endotelial e rigidez arterial), capacidade funcional (distância percorrida no TC6) e atividade funcional (contagem diária de passos) em pacientes com DPOC com comprometimento vascular leve ou inexistente. A prevalência da disfunção endotelial (31,6%) e da rigidez arterial (21,1%) foi relativamente baixa. E, enquanto os passos diários se correlacionaram significativamente com



a distância do TC6, não apresentaram correlação com as medidas vasculares (IHR, VOP, Alx75).

## FONTE DE FINANCIAMENTO

Este estudo foi financiado pela Fundação de Apoio e Fomento de Pesquisa do Rio Grande do Sul (FAPERGS) processo número 17/2551-0001 427- 8/2017.

## CONFLITO DE INTERESSES

Nada a declarar.

## REFERÊNCIAS

- GOLD: Global Initiative for Chronic Obstructive Lung Disease. Iniciativa global para doenças pulmonares crônicas [Internet]. Wisconsin: GOLD; 2021. p. 12-9 [citado em 2021 Maio 2]. Disponível em: [https://goldcopd.org/wp-content/uploads/2020/11/GOLD-REPORT-2021-v1.1-25Nov20\\_WMV.pdf](https://goldcopd.org/wp-content/uploads/2020/11/GOLD-REPORT-2021-v1.1-25Nov20_WMV.pdf)
- Lewthwaite H, Effing TW, Olds T, Williams MT. Physical activity, sedentary behavior and sleep in COPD guidelines: a systematic review. *Chron Respir Dis*. 2017;14(3):231-44. <http://doi.org/10.1177/1479972316687224>. PMID:28774202.
- Saint-Maurice PF, Troiano RP, Bassett DR Jr, Graubard BI, Carlson SA, Shiroma EJ, et al. Association of daily step count and step intensity with mortality among US adults. *JAMA*. 2020;323(12):1151-60. <http://doi.org/10.1001/jama.2020.1382>. PMID:32207799.
- Moy ML, Teylan M, Weston NA, Gagnon DR, Garshick E. Daily step count predicts acute exacerbations in a US cohort with COPD. *PLoS One*. 2013;8(4):e60400. <http://doi.org/10.1371/journal.pone.0060400>. PMID:23593211.
- Demeyer H, Burtin C, van Remoortel H, Hornikx M, Langer D, Decramer M, et al. Standardizing the analysis of physical activity in patients with COPD following a pulmonary rehabilitation program. *Chest*. 2014;146(2):318-27. <http://doi.org/10.1378/chest.13-1968>. PMID:24603844.
- Clarenbach CF, Sievi NA, Kohler M. Annual progression of endothelial dysfunction in patients with COPD. *Respir Med*. 2017;132:15-20. <http://doi.org/10.1016/j.rmed.2017.09.005>. PMID:29229089.
- Schoenberger AW, Urbanek N, Bergner M, Toggweiler S, Resink TJ, Erne P. Associations of reactive hyperemia index and intravascular ultrasound-assessed coronary plaque morphology in patients with coronary artery disease. *Am J Cardiol*. 2012;109(12):1711-6. <http://doi.org/10.1016/j.amjcard.2012.02.011>. PMID:22440130.
- Holland AE, Spruit MA, Troosters T, Puhan MA, Pepin V, Saey D, et al. An official European Respiratory Society/American Thoracic Society technical standard: field walking tests in chronic respiratory disease. *Eur Respir J*. 2014;44(6):1428-46. <http://doi.org/10.1183/09031936.00150314>. PMID:25359355.
- Britto RR, Probst VS, Andrade AFD, Samora GAR, Hernandez 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. <http://doi.org/10.1590/S1413-35552012005000122>. PMID:24271092.
- Moerland M, Kales AJ, Schrier L, van Dongen MGJ, Bradnock D, Burggraaf J. Evaluation of the endoPAT as a tool to assess endothelial function. *Int J Vasc Med*. 2012;2012:904141. <http://doi.org/10.1155/2012/904141>. PMID:22500237.
- Barroso WKS, Rodrigues CIS, Bortolotto LA, Mota-Gomes MA, Brandão AA, Feitosa ADM, et al. Brazilian guidelines of hypertension - 2020. *Arq Bras Cardiol*. 2021;116(3):516-658. <http://doi.org/10.36660/abc.20201238>. PMID:33909761.
- Mukaka MM. Statistics corner: a guide to appropriate use of correlation coefficient in medical research. *Malawi Med J*. 2012;24(3):69-71. PMID:23638278.
- Patel ARC, Kowlessar BS, Donaldson GC, Mackay AJ, Singh R, George SN, et al. Cardiovascular risk, myocardial injury, and exacerbations of chronic obstructive pulmonary disease. *Am J Respir Crit Care Med*. 2013;188(9):1091-9. <http://doi.org/10.1164/rccm.201306-1170OC>. PMID:24033321.
- van Remoortel H, Raste Y, Louvaris Z, Giavedoni S, Burtin C, Langer D, et al. Validity of six activity monitors in chronic obstructive pulmonary disease: a comparison with indirect calorimetry. *PLoS One*. 2012;7(6):e39198. <http://doi.org/10.1371/journal.pone.0039198>. PMID:22745715.
- Tudor-Locke C, Craig CL, Brown WJ, Clemes SA, De Cocker K, Giles-Corti B, et al. How many steps/day are enough? for adults. *Int J Behav Nutr Phys Act*. 2011;8(1):79. <http://doi.org/10.1186/1479-5868-8-79>. PMID:21798015.
- Tudor-Locke C, Craig CL, Thyfault JP, Spence JC. A step-defined sedentary lifestyle index: <5000 steps/day. *Appl Physiol Nutr Metab*. 2013;38(2):100-14. <http://doi.org/10.1139/apnm-2012-0235>. PMID:23438219.
- Waschki B, Kirsten A, Holz O, Müller KC, Meyer T, Watz H, et al. Physical activity is the strongest predictor of all-cause mortality in patients with COPD: a prospective cohort study. *Chest*. 2011;140(2):331-42. <http://doi.org/10.1378/chest.10-2521>. PMID:21273294.
- Kohlbrener D, Clarenbach CF, Thiel S, Roeder M, Kohler M, Sievi NA. A few more steps lead to improvements in endothelial function in severe and very severe COPD. *Respir Med*. 2021;176:106246. <http://doi.org/10.1016/j.rmed.2020.106246>. PMID:33248361.
- Spruit MA, Singh SJ, Garvey C, ZuWallack R, Nici L, Rochester C, et al. An official American Thoracic Society/European Respiratory Society statement: key concepts and advances in pulmonary rehabilitation. *Am J Respir Crit Care Med*. 2013;188(8):e13-64. <http://doi.org/10.1164/rccm.201309-1634ST>. PMID:24127811.
- Andrianopoulos V, Wouters EFM, Pinto-Plata VM, Vanfleteren LE, Bakke PS, Franssen FM, 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. <http://doi.org/10.1016/j.rmed.2015.06.013>. PMID:26143282.
- Barriga S, Rodrigues F, Bárbara C. Factors that influence physical activity in the daily life of male patients with chronic obstructive pulmonary disease. *Rev Port Pneumol*. 2014;20(3):131-7. <http://doi.org/10.1016/j.rppneu.2013.09.004>. PMID:24418722.
- Clarenbach CF, Senn O, Sievi NA, Camen G, van Gestel AJ, Rossi VA, et al. Determinants of endothelial function in patients with COPD. *Eur Respir J*. 2013;42(5):1194-204. <http://doi.org/10.1183/09031936.00144612>. PMID:23429917.
- Bonetti PO, Pumper GM, Higano ST, Holmes DR Jr, Kuvlin JT, Lerman A. Noninvasive identification of patients with early coronary atherosclerosis by assessment of digital reactive hyperemia. *J Am Coll Cardiol*. 2004;44(11):2137-41. <http://doi.org/10.1016/j.jacc.2004.08.062>. PMID:15582310.
- Pereira de Araujo CL, Pereira Reinaldo G, Foscarini BG, Ferreira Schneider B, Moraes Menezes VJ, Dal Lago P. The effects of pulmonary rehabilitation on endothelial function and arterial stiffness in patients with chronic obstructive



- pulmonary disease. *Physiother Res Int.* 2020;25(2):e1820. <http://doi.org/10.1002/pri.1820>. PMID:31883231.
25. Vaes AW, Spruit MA, Theunis J, Wouters EFM, De Boever P. Peripheral endothelial function is positively associated with maximal aerobic capacity in patients with chronic obstructive pulmonary disease. *Respir Med.* 2018;142:41-7. <http://doi.org/10.1016/j.rmed.2018.07.013>. PMID:30170800.
26. Minet C, Vivodtzev I, Tamisier R, Arbib F, Wuyam B, Timsit JF, et al. Reduced six-minute walking distance, high fat-free-mass index and hypercapnia are associated with endothelial dysfunction in COPD. *Respir Physiol Neurobiol.* 2012;183(2):128-34. <http://doi.org/10.1016/j.resp.2012.06.017>. PMID:22721944.
27. Wei W, Tölle M, Zidek W, van der Giet M. Validation of the mobil-O-Graph: 24h-blood pressure measurement device. *Blood Press Monit.* 2010;15(4):225-8. <http://doi.org/10.1097/MBP.0b013e328338892f>. PMID:20216407.
28. Sarinc Ulasli S, Sariaydin M, Ozkececi G, Gunay E, Halici B, Unlu M. Arterial stiffness in obstructive sleep apnoea: Is there a difference between daytime and night-time? *Respirology.* 2016;21(8):1480-5. <http://doi.org/10.1111/resp.12845>. PMID:27381837.
29. Paiva AMG, Mota-Gomes MA, Brandão AA, Silveira FS, Silveira MS, Okawa RTP, et al. Reference values of office central blood pressure, pulse wave velocity, and augmentation index recorded by means of the Mobil-O-Graph PWA monitor. *Hypertens Res.* 2020;43(11):1239-48. <http://doi.org/10.1038/s41440-020-0490-5>. PMID:32533101.
30. Cavero-Redondo I, Tudor-Locke C, Álvarez-Bueno C, Cunha PG, Aguiar EJ, Martínez-Vizcaíno V. Steps per day and arterial stiffness: systematic review and meta-analysis. *Hypertension.* 2019;73(2):350-63. <http://doi.org/10.1161/HYPERTENSIONAHA.118.11987>. PMID:30624991.
31. Pereira T, Costa T. Determinants of arterial stiffness and vascular aging in the older adult. *Int J Cardiovasc Sci.* 2020;33(4):349-56. <http://doi.org/10.36660/ijcs.20190068>.
32. Fagundes RR, Vitorino PVO, Lelis ES, Jardim PCBV, Souza ALL, Jardim TSV, et al. Relationship between pulse wave velocity and cardiovascular biomarkers in patients with risk factors. *Arq Bras Cardiol.* 2020;115(6):1125-32. <http://doi.org/10.36660/abc.20190348>. PMID:33470311.
33. Vlachopoulos C, Aznaouridis K, Stefanadis C. Prediction of cardiovascular events and all-cause mortality with arterial stiffness: a systematic review and meta-analysis. *J Am Coll Cardiol.* 2010;55(13):1318-27. <http://doi.org/10.1016/j.jacc.2009.10.061>. PMID:20338492.
34. Dhindsa M, Barnes JN, DeVan AE, Sugawara J, Tanaka H. Comparison of augmentation index derived from multiple devices. *Artery Res.* 2011;5(3):112-4. <http://doi.org/10.1016/j.artres.2011.06.002>.
35. Nakagomi A, Shoji T, Okada S, Ohno Y, Kobayashi Y. Validity of the augmentation index and pulse pressure amplification as determined by the SphygmoCor XCEL device: a comparison with invasive measurements. *Hypertens Res.* 2018;41(1):27-32. <http://doi.org/10.1038/hr.2017.81>. PMID:28978987.
36. Laurent S, Cockcroft J, van Bortel L, Boutouyrie P, Giannattasio C, Hayoz D, et al. Expert consensus document on arterial stiffness: methodological issues and clinical applications. *Eur Heart J.* 2006;27(21):2588-605. <http://doi.org/10.1093/eurheartj/ehl254>. PMID:17000623.
37. Townsend RR, Wilkinson IB, Schiffrin EL, Avolio AP, Chirinos JA, Cockcroft JR, et al. Recommendations for improving and standardizing vascular research on arterial stiffness: a scientific statement from the American Heart Association. *Hypertension.* 2015;66(3):698-722. <http://doi.org/10.1161/HYP.0000000000000033>. PMID:26160955.
38. Mendes-Pinto D, Rodrigues-Machado MG. Aplicabilidade dos marcadores de rigidez arterial na doença arterial periférica. *J Vasc Bras.* 2019;18:e20180093. <http://doi.org/10.1590/1677-5449.009318>. PMID:31236104.
39. Cosenso-Martin LN, Giollo-Júnior LT, Fernandes LAB, Cesarino CB, Nakazone MA, Machado MN, et al. Effect of vildagliptin versus glibenclamide on endothelial function and arterial stiffness in patients with type 2 diabetes and hypertension: a randomized controlled trial. *Acta Diabetol.* 2018;55(12):1237-45. <http://doi.org/10.1007/s00592-018-1204-1>. PMID:30094725.
40. Weiss W, Gohlisch C, Harsch-Gladisch C, Tölle M, Zidek W, van der Giet M. Oscillometric estimation of central blood pressure: Validation of the Mobil-O-Graph in comparison with the SphygmoCor device. *Blood Press Monit.* 2012;17(3):128-31. <http://doi.org/10.1097/MBP.0b013e3283353ff63>. PMID:22561735.