

# Capacidade funcional pós-COVID-19 com teste de argola e de caminhada: estudo transversal

*Post-COVID-19 functional capacity assessed with ring and walk tests: cross-sectional study*

Claudia Tozato <sup>1,2</sup>

Camila Vitelli Molinari <sup>1,3</sup>

Bruno Fernandes Costa Ferreira <sup>1</sup>

Vivian Bertoni Xavier <sup>1</sup>

Vera Lúcia dos Santos Alves <sup>1,3\*</sup>

<sup>1</sup> Irmandade da Santa Casa de Misericórdia de São Paulo, São Paulo, SP, Brasil

<sup>2</sup> Instituto de Assistência Médica ao Servidor Público Estadual "Francisco Morato de Oliveira", São Paulo, SP, Brasil

<sup>3</sup> Faculdade de Ciências Médicas da Santa Casa de São Paulo, São Paulo, SP, Brasil

Data da primeira submissão: Abril 12, 2023

Última revisão: Setembro 12, 2023

Aceito: Outubro 26, 2023

\*Correspondência: fisioterapiasc@uol.com.br

## Resumo

**Introdução:** A COVID-19 pode causar sintomas persistentes mesmo nos casos leves, como fadiga e dispneia, que podem reduzir a capacidade funcional e a realização das atividades de vida diária. **Objetivo:** Comparar a avaliação da capacidade funcional a partir do teste da argola e caminhada dos 6 minutos pós-COVID-19 conforme o suporte ventilatório utilizado. **Métodos:** Estudo transversal com 40 adultos, de ambos os sexos, pós-infecção por SARS-CoV2 entre julho/2020 e julho 2021, com avaliação da capacidade funcional pelos testes da argola (membros superiores) e caminhada (membros inferiores) de 6 minutos. Todos os participantes foram avaliados entre 15 e 90 dias do princípio dos sintomas, diagnosticados por swab nasal, e classificados conforme o suporte ventilatório utilizado durante a infecção. **Resultados:** A média de idade dos participantes (n = 40) foi 54,30 ( $\pm 12,76$ ) anos, índice de massa corporal 28,39 ( $\pm 4,70$ ) kg/m<sup>2</sup> e acometimento pulmonar em vidro fosco 51,49 ( $\pm 17,47$ )%. Trinta e sete participantes foram hospitalizados com permanência de 14,33 ( $\pm 15,44$ ) dias, 30% previamente imunizados; 7,5% atingiram o predito da distância percorrida. A média alcançada foi de 46,44% (398,63  $\pm$  130,58 m) na distância percorrida e 39,31% (237,58  $\pm$  85,51) em movimento de argolas. Os participantes que utilizaram ventilação mecânica invasiva (n = 10) apresentaram pior capacidade funcional em ambos os testes: 265,85  $\pm$  125,11 m e 181,00  $\pm$  90,03 argolas comparado a 472,94  $\pm$  88,02 m e 273,25  $\pm$  66,09 argolas em ventilação não invasiva (n = 8), 410,32  $\pm$  90,39m e 257,68  $\pm$  62,84 argolas em oxigenoterapia (n = 19), 569,00  $\pm$  79,50 m e 203,00  $\pm$  169,00 argolas sem internação (n = 3). **Conclusão:** Os participantes que necessitaram de ventilação mecânica invasiva apresentaram pior capacidade funcional, com 46% do esperado no teste de caminhada e 39% no teste de argola de 6 minutos.

**Palavras-chave:** COVID-19. Resistência física. Desempenho físico funcional. Extremidade superior. Teste de caminhada.

## Abstract

**Introduction:** COVID-19 can cause persistent symptoms even in mild cases, such as fatigue and dyspnea, which can reduce functional capacity and make it difficult to perform activities of daily living. **Objective:** To compare functional capacity using the pegboard and ring test and the six-minute walk test responses in post-COVID-19 patients according to the ventilatory support used. **Methods:** Cross-sectional study including 40 adults of both sexes after SARS-CoV2 infection between June 2020 and June 2021, with assessment of functional capacity using the pegboard and ring test (upper limbs) and the six-minute walk (lower limbs). All participants were evaluated between 15 and 90 days after the onset of symptoms, diagnosed by nasal swab and classified according to the ventilatory support used during the infection. **Results:** The mean age of the participants ( $n = 40$ ) was  $54.30 (\pm 12.76)$  years, with BMI  $28.39 (\pm 4.70)$  kg/m<sup>2</sup> and pulmonary involvement in  $51.49 (\pm 17.47)\%$ . A total of 37 participants were hospitalized with a stay of  $14.33 (\pm 15.44)$  days, and 30% were previously immunized, while 7.5% reached the predicted distance covered. The average achieved was  $46.44\%$  ( $398.63 \pm 130.58$  m) in the distance covered and  $39.31\%$  ( $237.58 \pm 85.51$ ) in the movement of rings. Participants who had invasive mechanical ventilation ( $n = 10$ ) had the worst functional capacity in both tests  $265.85 \pm 125.11$  m and  $181.00 \pm 90.03$  rings, compared to  $472.94 \pm 88.02$  m and  $273.25 \pm 66.09$  rings in non-invasive ventilation ( $n = 8$ ),  $410.32 \pm 90.39$  m and  $257.68 \pm 62.84$  rings in oxygen therapy ( $n = 19$ ),  $569.00 \pm 79.50$  m and  $203.00 \pm 169.00$  rings when there was no hospitalization ( $n = 3$ ). **Conclusion:** Participants who required invasive mechanical ventilation had worse functional capacity, 46% of what was expected in the walk test and 39% of what was expected in the pegboard and ring test.

**Keywords:** COVID-19. Physical endurance. Physical functional performance. Upper extremity. Walk test.

## Introdução

Há inúmeros relatos de que a COVID-19 pode afetar a capacidade funcional após a infecção, com complicações secundárias pulmonares, cardiovasculares, neurológicas e musculoesqueléticas por consequência do processo infeccioso. No caso de indivíduos que precisaram de internação hospitalar, a necessidade e o tempo de ventilação mecânica, além da intensidade

do comprometimento pulmonar, aliados ao isolamento social, parecem ser fatores que podem reduzir a tolerância ao exercício e impactar negativamente a execução de atividades de vida diária (AVD).<sup>1-7</sup>

Inúmeros testes de esforço podem ser utilizados para avaliar a funcionalidade. O teste da caminhada dos seis minutos (TC6M) é um destes, sendo classificado como submáximo. O TC6M é considerado seguro, simples e reprodutível, o que facilita com que seja utilizado amplamente em diversos serviços de saúde. A medida da distância percorrida, com análise da percepção de esforço (Escala de Borg) e observação da resposta cardiovascular e respiratória frente ao esforço, permite que a interpretação do teste guie tratamentos e oriente o processo de reabilitação.<sup>8</sup> Na COVID-19, a redução da distância percorrida no teste pode estar associada à limitação em atividades cotidianas e os sinais e sintomas deste comprometimento podem ocorrer por meses ou até anos após a infecção.<sup>1-7</sup>

Já o teste da argola de seis minutos (TA6M), desenvolvido por Celli et al.,<sup>9</sup> permite avaliar a capacidade funcional a partir do movimento constante dos membros superiores. O teste foi primeiramente utilizado em pacientes com doença pulmonar obstrutiva crônica, cuja limitação física nesta pneumopatia pode impactar e/ou impossibilitar a caminhada.<sup>9-11</sup> Há, ainda, estudos promissores com o TA6M em pacientes com asma<sup>12</sup> e hipertensão pulmonar.<sup>13</sup>

Apesar de estudos observacionais terem apontado a redução da distância percorrida associada à incapacidade avaliada no TC6M,<sup>1-7</sup> não foram localizados trabalhos que tenham avaliado pacientes com TA6M mesmo com a queixa frequente de dispneia e dor em cintura escapular após infecção por COVID-19.<sup>1-7</sup> Assim, o objetivo deste estudo foi comparar as respostas do TA6M e do TC6M em pacientes pós-COVID-19 conforme o suporte ventilatório recebido ao longo da infecção.

## Métodos

Trata-se de um estudo prospectivo transversal, com o seguimento de uma amostra de conveniência composta por adultos após infecção pelo SARS-Cov2, que foram encaminhados a um serviço público de fisioterapia cardiopulmonar da cidade de São Paulo para reabilitação cardiopulmonar por persistência de sintomas da COVID-19.

A coleta de dados foi realizada de julho de 2020 a julho de 2021 no Ambulatório de Fisioterapia da Irmandade da Santa Casa de Misericórdia de São Paulo, após aprovação do Comitê de Ética em Pesquisa (CAAE: 33118220.8.0000.5479, parecer número 5.718.067), com todos os participantes que aceitaram fazer parte do estudo, tendo os mesmos assinado um termo de consentimento livre e esclarecido.

Os critérios para inclusão no estudo foram: teste positivo para COVID-19 (inclusão após 15 dias de início dos sintomas); idade  $\geq$  18 anos; ambos os sexos; indicação médica para seguimento com fisioterapia. Os participantes não deveriam apresentar histórico de limitação física prévia em membros inferiores e/ou superiores, doenças neuromusculares, necessidade de suporte de oxigênio e/ou uso de órteses de membros superiores e inferiores que pudesse alterar o desempenho nos testes. Foram excluídos os participantes com mais de 90 dias da alta médica/hospitalar e aqueles que relatassem déficit de compreensão ou dificuldade no entendimento do estudo e/ou dos testes propostos.

Antes de iniciar os testes, todos os participantes foram submetidos a uma entrevista e coleta de medidas antropométricas, histórico de comorbidades, data do RT-PCR (reação de transcriptase reversa seguida de reação em cadeia da polimerase) realizado por swab nasal positivo, tempo de internação hospitalar em dias (se houvesse), acometimento pulmonar em vidro fosco por tomografia computadorizada (TC), necessidade de suporte ventilatório e tipo de suporte (oxigênio, cateter nasal de alto fluxo, ventilação mecânica invasiva ou não invasiva). Todos os participantes foram classificados conforme o suporte ventilatório utilizado no tratamento da COVID-19,<sup>14</sup> tiveram sua avaliação realizada por um dos dois fisioterapeutas envolvidos no estudo e foram previamente treinados para o estudo proposto. Ao final da avaliação, os participantes que tinham indicação de seguimento foram incluídos em um dos programas de reabilitação cardiorrespiratória oferecidos no serviço.

Os testes físicos foram realizados no mesmo dia, conforme as orientações da *American Thoracic Society* (ATS).<sup>8,15</sup> O TC6M foi o primeiro e seguiu orientação de caminhada na maior velocidade possível sustentada por 6 minutos. As medidas de pressão arterial (PA, mmHg), frequência cardíaca (FC, bpm), saturação periférica de oxigênio ( $SpO_2$ , %), dispneia e fadiga de membros inferiores (Borg modificada 0-10) foram avaliadas antes e no sexto minuto dada a finalização do teste. A FC foi

acompanhada por um minuto após o fim dos testes para observação do retorno à FC basal.<sup>8</sup>

O TA6M foi realizado após repouso de 30 minutos. Para o teste, o participante permaneceu sentado com apoio posterior do tórax, quadril e joelho a 90° em frente a um painel de madeira com quatro pinos (dois superiores e dois inferiores) contendo 20 argolas. Os pinos inferiores foram posicionados na altura dos ombros de cada participante e os superiores, 20 cm acima. Os participantes foram instruídos a moverem as argolas dos pinos com as duas mãos simultaneamente, dos inferiores aos superiores e dos superiores aos inferiores, continuamente e na maior velocidade possível durante 6 minutos. A PA, FC,  $SpO_2$ , dispneia e fadiga (membros superiores) foram realizadas antes, no terceiro e no sexto minuto e após um minuto de cada teste, conforme orientações.<sup>15</sup>

Os testes clínicos foram realizados como avaliação e indicação e/ou prescrição para a reabilitação cardiorrespiratória e metabólica. O valor predito para o total de movimentação das argolas e a distância percorrida em seis minutos, para cada paciente, foram calculados de acordo com as equações de Lima et al.<sup>15</sup> e Iwama et al.,<sup>16</sup> respectivamente, sendo consideradas as seguintes equações para cálculo de valores preditos: TA6M<sup>8</sup>:  $676,34 - (4,223 \times \text{idade})$ ; TC6M<sup>16</sup>:  $622,461 - (\text{anos de idade}) + (61,503 \times \text{gênero homens} = 1; \text{mulheres} = 0)$ . O cálculo da frequência cardíaca máxima (FCmáx) foi realizado a partir da fórmula de Karvonen et al.,<sup>17</sup> considerando o valor submáximo 85% deste valor: FC máx:  $220 - \text{idade (anos)}$ . O duplo produto foi calculado a partir da multiplicação entre FC e PA sistólica aferida no sexto minuto de cada um dos testes.

Os dados colhidos foram tabulados e analisados no programa SPSS (Statistical Package for the Social Sciences- IBM®, versão 13.0, 2013). Para a análise dos dados, os participantes foram agrupados conforme a gravidade, conhecida como Escala Ordinal para COVID-19, que subdivide em grupos conforme sintomas, necessidade de internação e tipos de recursos ventilatórios utilizados. Os resultados foram descritos em média e desvio-padrão. A distribuição da normalidade foi avaliada pelo teste Shapiro-Wilk. Na comparação entre as variáveis do TC6M e TA6M, utilizou-se o teste t de Student (medidas paramétricas) e Wilcoxon (medidas não paramétricas). Na comparação entre variáveis conforme o suporte ventilatório, utilizou-se o teste Kruskal-Wallis para amostras independentes.

Após análise da normalidade, realizou-se correlação bivariada de Spearman entre as variáveis idade, índice de massa corporal (IMC), acometimento pulmonar em vidro fosco em tomografia de tórax e tempo de interação com os valores alcançados em cada teste, e a diferença entre o previsto e o alcançado de cada teste.

## Resultados

Foram avaliados 40 participantes, com apenas três não tendo sido hospitalizados. A proporção de homens foi de 62,50% na amostra, com média de idade de 54,30 ( $\pm 12,76$ ) anos, IMC de 28,39 ( $\pm 4,70$ ) kg/m<sup>2</sup> e acometimento pulmonar em 51,49 ( $\pm 17,47$ )%. Doze

participantes (30%) tinham sido imunizados previamente, com ao menos uma dose de vacina. A Tabela 1 apresenta a descrição dos participantes, com a estratificação dos casos segundo o suporte ventilatório que necessitaram na internação.

Na amostra, 48% (n = 13) relataram apresentar hipertensão arterial sistêmica, 40% (n = 9) apresentavam diabetes tipo 2, 35% (n = 5) foram classificados como obesos (IMC  $\geq 30$  kg/m<sup>2</sup>), 31% (n = 4) apresentavam antecedentes oncológicos com tratamento, 23% (n = 2) antecedentes dislipidêmicos e 16% (n = 1) eram portadores da imunodeficiência humana. Nenhum dos participantes declarou ter doença pulmonar obstrutiva ou restritiva, porém um dos participantes fazia uso de broncodilatador iniciado após o período de internação.

**Tabela 1** - Perfil da amostra dos 40 participantes da pesquisa conforme suporte ventilatório recebido no tratamento para COVID-19

Suporte ventilatório	SNS	Oxigênio	VNI e/ou CNAF	VNI	Total	p
n (%)	3 (7,5)	19 (47,5)	08 (20,0)	10 (25,0)	40 (100)	-
Idade (anos)	56,33 $\pm$ 14,36	56,05 $\pm$ 12,80	54,25 $\pm$ 5,47	50,40 $\pm$ 16,85	54,30 $\pm$ 12,76	0,273
IMC (kg/m <sup>2</sup> )	26,73 $\pm$ 0,84	27,70 $\pm$ 5,15	29,85 $\pm$ 3,27	29,05 $\pm$ 5,46	28,39 $\pm$ 4,70	0,546
Dias de hospitalização	-	8,47 $\pm$ 4,43	12,88 $\pm$ 4,42	30,90 $\pm$ 23,03	14,33 $\pm$ 15,44	<b>0,001</b>
Acometimento pul. (%)	-	46,58 $\pm$ 18,86	58,75 $\pm$ 19,23	55,00 $\pm$ 10,54	51,49 $\pm$ 17,47	<b>0,016</b>
TC6M v. predito (m)	559,47 $\pm$ 10,47	557,83 $\pm$ 33,61	568,44 $\pm$ 25,87	572,47 $\pm$ 32,98	563,74 $\pm$ 30,67	0,533
TC6M v. alcançado (m)	569,00 $\pm$ 79,50	410,32 $\pm$ 90,39	472,94 $\pm$ 88,02	265,85 $\pm$ 125,11	398,63 $\pm$ 130,58	<b>0,002</b>
TA6M v. predito	435,44 $\pm$ 79,50	436,63 $\pm$ 62,84	444,24 $\pm$ 23,10	460,50 $\pm$ 71,14	444,00 $\pm$ 53,89	0,273
TA6M v. alcançado	203,00 $\pm$ 169,00	257,68 $\pm$ 62,84	273,25 $\pm$ 66,09	181,00 $\pm$ 90,03	237,58 $\pm$ 85,51	0,253
Teste interrompido (n)	TA6M (01)	TA6M (02)	TA6M (01)	TA6M (05) TC6M (02)	TA6M (09) TC6M (02)	-

Nota: SNS = sem necessidade de suporte; VNI = ventilação mecânica não invasiva; CNAF = cateter nasal de alto fluxo; IMC = índice de massa corpórea; pul. = pulmonar; TC6M = teste de caminhada de seis minutos; TA6M = teste da argola de seis minutos (argolas movimentadas); v. = valor. Valores em negrito indicam significância estatística.

Dos 37 participantes internados, 47,5% fizeram uso de oxigênio contínuo, 20% (n = 8) necessitaram de cateter de alto fluxo e/ou ventilação não invasiva e 25% (n = 10) precisaram de ventilação mecânica invasiva, sendo quatro traqueostomizados por longo período de ventilação mecânica. A média geral de internação foi de 14,32  $\pm$  15,43 (0 a 89) dias e o período entre a alta e a avaliação realizada foi de 39,40 ( $\pm 23,26$ ) dias.

A média dos valores de FC máxima, calculada a partir da fórmula de Karvonen et al.,<sup>17</sup> foi de 165,70 ( $\pm 12,76$ )

bpm, considerando a totalidade da amostra. As medidas clínicas e os valores preditos e alcançados nos testes estão descritos na Tabela 2, considerando todos os participantes incluídos.

O duplo produto, avaliado a partir das variáveis do sexto minuto do TC6M, foi significativamente maior em comparação ao TA6M, assim como a percepção de esforço pela escala de Borg para dispneia. Houve maior queda de saturação no sexto minuto do TC6M em comparação ao TA6M ao fim dos testes.

**Tabela 2** - Comparação das variáveis avaliadas no teste da caminhada de seis minutos (TC6M) e teste da argola de seis minutos (TA6M) no total da amostra (n = 40)

	VP	VA	VP versus VA p	FC 6min	SpO <sub>2</sub> 6min	PAS 6min	PD 6min	PE 6min (MMII)	DP 6min
TC6M	563,74 ± 30,67	398,63 ± 130,58	<b>0,001</b>	113,05 ± 6,47	94,45 ± 2,96	129,65 ± 12,18	4,00 ± 2,77	3,44 ± 2,85	14.738,68 ± 2.741,21
TA6M	444,03 ± 53,89	237,58 ± 85,51	<b>0,001</b>	90,55 ± 5,52	96,63 ± 1,72	124,30 ± 11,73	2,39 ± 2,46	4,18 ± 2,43	11.292,85 ± 2.416,74
p	<b>0,001</b>	<b>0,001</b>	0,104	<b>0,001</b>	<b>0,001</b>	<b>0,001</b>	<b>0,009</b>	0,209	<b>0,001</b>

Nota: VP = valor predito; VA = valor alcançado; FC = frequência cardíaca ; SpO<sub>2</sub> = saturação periférica de oxigênio; PAS = pressão arterial sistólica; PD = percepção de dispneia; PE = percepção de esforço; MMII = membros inferiores; DP = duplo produto; 6min = sexto minuto.

Os valores alcançados no TC6M ficaram em média 70,71% do previsto, enquanto o TA6M apresentou média de previsto em 53,51%. Entretanto a diferença entre o previsto e o alcançado, comparada entre os testes, não demonstrou diferença significativa.

Em relação às variáveis analisadas conforme o suporte ventilatório, o tempo de internação e o acometimento pulmonar foram maiores no grupo que utilizou a ventilação mecânica invasiva na internação, assim como o valor alcançado no TC6M foi menor para estes pacientes (Tabela 1).

Na análise de correlação de Spearman dada entre as variáveis de forma independente, não identificou-se correlação entre IMC e o resultado alcançado no TC6M ( $r = -0,074$ ;  $p = 0,324$ ) e TA6M ( $r = 0,129$ ;  $p = 0,213$ ) ou com a diferença entre previsto e alcançado nos testes (TC6M:  $r = 0,132$ ;  $p = 0,208$ ; TA6M:  $r = 0,144$ ;  $p = 0,188$ ). O acometimento pulmonar não apresentou correlação entre resultados alcançados no TC6M ( $r = -0,106$ ;  $p = 0,257$ ) e TA6M ( $r = -0,263$ ;  $p = 0,051$ ) ou com a diferença entre o previsto e o alcançado nos testes (TC6M:  $r = 0,173$ ;  $p = 0,143$ ; TA6M:  $r = 0,164$ ;  $p = 0,155$ ). A idade apresentou correlação negativa e fraca no TA6M e resultado alcançado ( $r = -0,267$ ;  $p = 0,048$ ) e correlação negativa fraca entre a diferença do valor previsto e o alcançado ( $r = -0,374$ ;  $p = 0,009$ ), sem correlações com o TC6M (alcançado:  $r = -0,174$ ,  $p = 0,141$ ; diferença:  $r = 0,125$ ;  $p = 0,221$ ). O tempo de internação mostrou correlação com ambos os testes, correlação negativa fraca com o valor alcançado no TC6M ( $r = -0,436$ ;  $p = 0,002$ ) e no TA6M ( $r = -0,372$ ;  $p = 0,009$ ) e correlação moderada entre TC6M e a diferença entre previsto e alcançado ( $r = 0,536$ ;  $p = 0,001$ ), o que não se confirmou no TA6M ( $r = 0,116$ ;  $p = 0,238$ ). O valor alcançado foi

46,44% do previsto para o TC6M e de 39,31% no TA6M do previsto. Apenas os pacientes não hospitalizados chegaram a alcançar o predito no TC6M, mas nenhum paciente, independente da gravidade, alcançou o valor predito do TA6M.

## Discussão

Ao longo da pandemia de COVID-19, os clínicos reuniram e publicaram uma série de observações em pacientes que tiveram recentemente a infecção em diferentes gravidades. A queixa de fadiga generalizada, cansaço crônico sem melhora aparente após repouso, alteração da memória, dificuldade no retorno das AVDs e queixa frequente de menor capacidade física.<sup>2-7</sup> geram, na atualidade, uma série de novas perguntas quanto ao potencial de testes de esforço na avaliação de pacientes pós-COVID, assim como idealizado neste estudo.

A caracterização dos participantes nesta pesquisa corresponde ao perfil que segue sendo reportado ao longo dos relatos clínicos sobre a COVID-19. Há estudos, realizados principalmente antes da imunização, que apontam uma maioria de pacientes com maior gravidade sendo constituída por homens, com idade entre 50 e 60 anos, com antecedente de hipertensão, diabetes e sobrepeso e/ou obesidade. Essas mesmas características são recorrentes nos pacientes que necessitam de internação hospitalar e algum tipo de suporte ventilatório.<sup>18-20</sup> Observa-se este mesmo perfil na amostra acompanhada neste estudo.

Na avaliação das variáveis clínicas aferidas nos testes propostos na pesquisa, as medidas cardiovasculares

alcançaram valores maiores e a  $SpO_2$  apresentou maior redução no TC6M do que no TA6M. Essa observação pode inferir que o TC6M possibilitou melhor avaliação da resposta cardiovascular e respiratória pelo maior alcance dos valores destas variáveis durante o esforço. Além disso, observa-se nos dados coletados que os pacientes que necessitaram de ventilação mecânica invasiva apresentaram maior prejuízo da distância percorrida comparados aos demais tipos de suporte ventilatório. Apesar disso, é preciso relatar que o TA6M é um teste realizado somente com membros superiores, diferente do gesto de caminhar, ato mais rotineiro e que recruta um maior número de grupos musculares.

O TC6M propõe-se à realização de um teste na maior velocidade possível de caminhada, o que exige grande aporte sanguíneo e consumo de oxigênio.<sup>8</sup> Já no TA6M, há a hipótese de que o teste de argola necessita de menor suprimento cardiovascular por recrutar um menor agrupamento muscular isolado aos membros superiores.<sup>21,22</sup> Isto pode justificar o maior duplo produto e aumento na sensação de dispnéia relacionada ao TC6M. A incapacidade de suprir a maior demanda cardiovascular, respiratória e metabólica no esforço pode justificar a redução na distância percorrida no TC6M da amostra do presente estudo e corrobora outras pesquisas,<sup>1-7</sup> porém testes clínicos com a medida de variáveis diretas de consumo de oxigênio precisam ser desenvolvidos na população pós-COVID-19 para avaliar com maior propriedade esta observação neste estudo transversal.

Ressalta-se que as comorbidades e o perfil dos participantes anterior à infecção poderiam estar associados aos resultados alcançados perante os valores preditos nos testes. A amostra apresentada neste estudo, porém, não apresentava diagnóstico de cardiopatia ou pneumopatia prévia, e os participantes que não necessitaram de internação e suporte ventilatório conseguiram alcançar o valor predito do TC6M, apesar deste apontamento ser limitado pela pequena amostra sem internação aqui descrita.

A queda da  $SpO_2$  durante o TC6M é estudada como preditor para morbidade e mortalidade em pneumopatas,<sup>23</sup> assim como tem sido descrita com interesse após a COVID-19.<sup>24</sup> Nos casos após a COVID-19, o TC6M foi descrito não apenas para a avaliação de hipoxemia silenciosa como também para a percepção de evento tromboembólico na alta hospitalar.<sup>25</sup> No presente estudo, a redução da  $SpO_2$

foi maior no TC6M do que no TA6M, permitindo melhor avaliação respiratória no TC6M pela proximidade da medida com o aporte de oxigênio aos tecidos perante a demanda aumentada no esforço, sem sinais clínicos que levantassem a suspeita de evento tromboembólico.

Todas estas observações devem ser criticamente ponderadas na COVID-19, por tratar-se de uma doença microvascular de caráter inflamatório que pode reduzir o aporte metabólico e de oxigênio, o que no esforço não supre a demanda, justificando a redução na distância percorrida no TC6M e no número de movimentos de argolas no TA6M.<sup>26-28</sup> A infecção deve acarretar complicações microvasculares sistêmicas com o processo inflamatório e acarretar disfunções cardiovasculares, neurológicas e musculoesqueléticas, o que reduziria a capacidade metabólica necessária no esforço e nas AVDs.<sup>4,5,7,26-28</sup>

Existem estudos que demonstram respostas cardiovasculares e respiratórias similares do TA6M e TC6M, entretanto são idealizados com amostra de pacientes com doenças crônicas.<sup>9-13,29,30</sup> Deve-se considerar a possibilidade, na amostra do presente estudo, que trata-se da apresentação de um número de casos com consequências de uma doença viral. Tendo isso em vista, verifica-se que ainda se tem muito a ampliar sobre as complicações e limitações acarretadas por este vírus, apesar de os resultados do presente estudo demonstrarem que o TC6M apresenta-se como um método mais adequado de avaliação da capacidade funcional.

Não houve diferença da percepção de esforço de membros superiores (TA6M) comparados aos inferiores (TC6M). Nove pacientes interromperam o TA6M, comparados a dois no TC6M, alcançando o número de movimentos de argolas em metade dos casos contra dois terços do total da amostra. Esse dado deve ser interpretado com cuidado devido à pequena amostra incluída e aos testes aqui propostos serem indiretos quanto à avaliação das variáveis clínicas que foram descritas. Somente um teste que permita a medida direta do consumo de oxigênio poderia determinar um padrão-ouro para o teste de argola ou para o teste de caminhada.

Os movimentos realizados nos membros superiores durante o TA6M recrutam potencialmente os músculos dos membros superiores com predomínio anaeróbio, o que pode não aumentar a demanda cardiovascular de forma prevalente, e apresentam menor resistência



à fadiga para a manutenção da posição elevada dos membros superiores.<sup>29,30</sup> Durante o TA6M, houve relato de dor na cintura escapular e maior número de interrupções ao longo do teste. Estudos em pneumopatas ressaltam que o TA6M sofre influência do uso contínuo dos músculos acessórios da respiração, com hiperinsuflação dinâmica,<sup>31</sup> e que os pneumopatas têm menor capacidade vital e inspiratória, apresentando os piores resultados no TA6M.<sup>11</sup> No presente estudo, contudo, não foi possível observar estes índices.

O TC6M, na amostra do presente estudo, demonstrou ter maior potencial para a avaliação da capacidade funcional e das variáveis cardiovasculares e respiratórias, alcançando valores mais próximos à FC máxima e maior duplo produto, bem como maior redução da saturação periférica do que o TA6M. A avaliação subjetiva do esforço dos membros superiores e inferiores foi similar nos testes, mas não na avaliação da dispnéia e na capacidade funcional. Estes resultados exigem estudos maiores, com análise da demanda energética, dinamometria dos músculos de membros superiores e inferiores e perfil da função pulmonar dos participantes, o que aponta-se como limitações no presente estudo. Logo, faz-se necessário o aprimoramento da avaliação clínica e funcional com análise do consumo de oxigênio de maneira objetiva e com maior número de participantes.

## Conclusão

Os participantes que necessitaram de ventilação mecânica invasiva apresentaram pior capacidade funcional, com 46% do esperado no TC6M e 39% do esperado no TA6M. Houve maior inferência para a avaliação da capacidade funcional com o TC6M após infecção por COVID-19. A amostra estudada apresentou redução da capacidade funcional na avaliação realizada tanto no TA6M quanto no TC6M.

## Contribuição dos autores

CT e BFCF foram responsáveis pela coleta de dados e CVM e VBX, pela análise dos dados e redação do manuscrito. Todos os autores participaram da concepção e desenho do estudo, revisão crítica do manuscrito e aprovação da versão final.

## Referências

1. Tozato C, Ferreira BFC, Dalavina JP, Molinari CV, Alves VLS. Reabilitação cardiopulmonar em pacientes pós-COVID-19: série de casos. *Rev Bras Ter Intensiva*. 2021;33(1):167-71. DOI
2. Frota AX, Vieira MC, Soares CCS, Silva PS, Silva GMS, Mendes FSNS, et al. Functional capacity and rehabilitation strategies in Covid-19 patients: current knowledge and challenges. *Rev Soc Bras Med Trop*. 2021;54:e07892020. DOI
3. Huang Y, Tan C, Wu J, Chen M, Wang Z, Luo L, et al. Impact of coronavirus disease 2019 on pulmonary function in early convalescence phase. *Respir Res*. 2020;21(1):163. DOI
4. Nalbandian A, Sehgal K, Gupta A, Madhavan MV, McGroder C, Stevens JS, et al. Post-acute COVID-19 syndrome. *Nat Med*. 2021;27(4):601-15. DOI
5. Blanco JR, Cobos-Ceballos MJ, Navarro F, Sanjoaquin I, Las Revillas FA, Bernal E, et al. Pulmonary long-term consequences of COVID-19 infections after hospital discharge. *Clin Microbiol Infect*. 2021;27(6):892-6. DOI
6. Daynes E, Gerlis C, Chaplin E, Gardiner N, Singh SJ. Early experiences of rehabilitation for individuals post-COVID to improve fatigue, breathlessness exercise capacity and cognition - A cohort study. *Chron Respir Dis*. 2021;18:14799731211015691. DOI
7. Jimeno-Almazán A, Pallarés JG, Buendía-Romero A, Martínez-Cava A, Franco-López F, Martínez BJS, et al. Post-COVID-19 syndrome and the potential benefits of exercise. *Int J Environ Res Public Health*. 2021;18(10):5329. DOI
8. 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. DOI
9. Celli BR, Rassulo J, Make BJ. Dyssynchronous breathing during arm but not leg exercise in patients with chronic airflow obstruction. *N Engl J Med*. 1986;314(23):1485-90. DOI
10. Zhan S, Cerny FJ, Gibbons WJ, Mador MJ, Wu YW. Development of an unsupported arm exercise test in patients with chronic obstructive pulmonary disease. *J Cardiopulm Rehabil*. 2006;26(3):180-7. DOI

11. Takeda K, Kawasaki Y, Yoshida K, Nishida Y, Harada T, Yamaguchi K, et al. The 6-minute pegboard and ring test is correlated with upper extremity activity of daily living in chronic obstructive pulmonary disease. *Int J Chron Obstruct Pulmon Dis.* 2013;8:347-51. [DOI](#)
12. Calik-Kutukcu E, Tekerlek H, Bozdemir-Ozel C, Karaduz BN, Cakmak A, Inal-Ince D, et al. Validity and reliability of 6-minute pegboard and ring test in patients with asthma. *J Asthma.* 2022;59(7):1387-95. [DOI](#)
13. Kahraman BO, Özsoy İ, Acar S, Özpelit E, Akdeniz B, Sevinç C, et al. Effect of disease severity on upper extremity muscle strength, exercise capacity, and activities of daily living in individuals with pulmonary arterial hypertension. *Turk Kardiyol Dern Ars.* 2017;45(5):434-40. [DOI](#)
14. Rubio-Rivas M, Mora-Luján JM, Formiga F, Arévalo-Cañas C, Ramos JML, García MVV, et al. WHO ordinal scale and inflammation risk categories in COVID-19. Comparative study of the severity scales. *J Gen Intern Med.* 2022;37(8):1980-7. [DOI](#)
15. Lima VP, Almeida FD, Janaudis-Ferreira T, Carmona B, Ribeiro-Samora GA, Velloso M. Reference values for the six-minute pegboard and ring test in healthy adults in Brazil. *J Bras Pneumol.* 2018;44(3):190-4. [DOI](#)
16. Iwama AM, Andrade GN, Shima P, Tanni SE, Godoy I, Dourado VZ. The six-minute walk test and body weight-walk distance product in healthy Brazilian subjects. *Braz J Med Biol Res.* 2009;42(11):1080-5. [DOI](#)
17. Karvonen MJ, Kentala E, Mustala O. The effects of training on heart rate: a longitudinal study. *Ann Med Exp Biol Fenn.* 1957;35(3):307-15. [Link de acesso](#)
18. Mesas AE, Cavero-Redondo I, Álvarez-Bueno C, Cabrera MAS, Andrade SM, Sequí-Dominguez I, et al. Predictors of in-hospital COVID-19 mortality: A comprehensive systematic review and meta-analysis exploring differences by age, sex and health conditions. *PLoS One.* 2020;15(11):e0241742. [DOI](#)
19. Arentz M, Yim E, Klaff L, Lokhandwala S, Riedo FX, Chong M, et al. Characteristics and outcomes of 21 critically ill patients with COVID-19 in Washington State. *JAMA.* 2020;323(16):1612-4. [DOI](#)
20. Yang X, Yu Y, Xu J, Shu H, Xia J, Liu H, et al. Clinical course and outcomes of critically ill patients with SARS-CoV-2 pneumonia in Wuhan, China: a single-centered, retrospective, observational study. *Lancet Respir Med.* 2020;8(5):475-81. [DOI](#)
21. Blanco I, Villaquirán C, Valera JL, Molina-Molina M, Xaubet A, Rodríguez-Roisin R, et al. Consumo máximo de oxígeno durante la prueba de marcha de 6 minutos en la enfermedad pulmonar intersticial difusa y en la hipertensión pulmonar. *Arch Bronconeumol.* 2010;46(3):122-8. [DOI](#)
22. Troosters T, Vilaro J, Rabinovich R, Casas A, Barberà JA, Rodríguez-Roisin R, et al. Physiological responses to the 6-min walk test in patients with chronic obstructive pulmonary disease. *Eur Respir J.* 2002;20(3):564-9. [DOI](#)
23. Agarwala P, Salzman SH. Six-minute walk test: clinical role, technique, coding, and reimbursement. *Chest.* 2020;157(3):603-11. [DOI](#)
24. Klanidhi KB, Chakrawarty A, Bhadouria SS, George SM, Sharma G, Chatterjee P, et al. Six-minute walk test and its predictability in outcome of COVID-19 patients. *J Educ Health Promot.* 2022;11:58. [DOI](#)
25. Fuglebjerg NJU, Jensen TO, Hoyer N, Rysø CK, Lindegaard B, Harboe ZB. Silent hypoxia in patients with SARS CoV-2 infection before hospital discharge. *Int J Infect Dis.* 2020;99:100-1. [DOI](#)
26. Wiersinga WJ, Rhodes A, Cheng AC, Peacock SJ, Prescott HC. Pathophysiology, transmission, diagnosis, and treatment of Coronavirus Disease 2019 (COVID-19): a review. *JAMA.* 2020;324(8):782-93. [DOI](#)
27. Long B, Brady WJ, Koefman A, Gottlieb M. Cardiovascular complications in COVID-19. *Am J Emerg Med.* 2020;38(7):1504-7. [DOI](#)
28. Thepmankorn P, Bach J, Lasfar A, Zhao X, Souayah S, Chong ZZ, et al. Cytokine storm induced by SARS-CoV-2 infection: The spectrum of its neurological manifestations. *Cytokine.* 2021;138:155404. [DOI](#)
29. Reis IMM, Basso-Vanelli RP, Beltrame T, Frade MCM, Abreu RM, Cid MM, et al. Acute effects of the 6-minute pegboard and ring test in COPD. *Respir Care.* 2020;65(2):198-209. [DOI](#)



30. Zhan S, Cerny FJ, Gibbons WJ, Mador MJ, Wu YW. Development of an unsupported arm exercise test in patients with chronic obstructive pulmonary disease. *J Cardiopulm Rehabil.* 2006;26(3):180-7. [DOI](#)

31. Donaldson AV, Maddocks M, Martolini D, Polkey MI, Man WD. Muscle function in COPD: a complex interplay. *Int J Chron Obstruct Pulmon Dis.* 2012;7:523-35. [DOI](#)