







# Eficácia da telereabilitação pulmonar na tolerância ao exercício, fadiga, percepção de esforço, depressão e qualidade de vida em sobreviventes de COVID-19

## Efficacy of pulmonary telerehabilitation on exercise tolerance, fatigue, perceived exertion, depression, and quality of life in COVID-19 survivors

Ramanathan Palaniappan Ramanathan<sup>1</sup>   
Sivaguru Muthusamy<sup>2</sup>   
Ambusam Subramaniam<sup>3</sup> 

Anusuya Krishnan<sup>4</sup>   
Krishna Kumar Jagannathan<sup>5</sup>   
Abirami Rajagopal<sup>6</sup> 

<sup>1,4,6</sup>Kovai Medical Center and Hospital (Coimbatore). Tamil Nadu, Índia.

<sup>2</sup>Autor para correspondência. Kovai Medical Center and Hospital (Coimbatore). Tamil Nadu, Índia. [sivagurupt@gmail.com](mailto:sivagurupt@gmail.com)

<sup>3</sup>Universiti Tunku Abdul Rahman (Kampar). Perak, Malaysia.

**RESUMO | INTRODUÇÃO:** A telereabilitação avançou significativamente com o surgimento da COVID-19 e a recomendação de limitar o tempo de contato entre fisioterapeutas e pacientes sempre que possível. A eficácia da telereabilitação em pacientes que permaneceram mais tempo no hospital e necessitaram de suporte de oxigênio após a alta ainda está em questão. **OBJETIVO:** Para avaliar os efeitos após seis semanas de telereabilitação pulmonar na tolerância ao exercício, nível de fadiga, percepção de esforço, sintomas de depressão e qualidade de vida em pacientes sobreviventes de COVID-19. **MATERIAIS E MÉTODOS:** Foi realizado um estudo quase-experimental com dezesseis pacientes pós-COVID-19 selecionados de um hospital multispecializado. Os participantes foram orientados a preparar equipamentos como concentrador de oxigênio, cilindro de oxigênio tipo B (reserva), tubos de oxigênio longos, oxímetro de pulso, exercitador de pedal estático, espirômetro incentivador, pesos de tornozelo ou garrafas d'água e sacos de areia. Após seis semanas de telereabilitação, os pacientes foram submetidos a avaliações, incluindo saturação inicial de oxigênio (SPO<sub>2</sub>), frequência cardíaca, demanda máxima de oxigênio durante o exercício para manter a SPO<sub>2</sub> basal, frequência cardíaca máxima, queda máxima na SPO<sub>2</sub>, tempo de recuperação para SPO<sub>2</sub> basal medido com um oxímetro de pulso e cronômetro, esforço percebido máximo usando a Escala de Dispneia de Borg, pontuação máxima de fadiga usando a escala analógica visual (VASF), qualidade de vida avaliada com o questionário SF-36 e estado de saúde mental avaliado com a Escala de Depressão de Hamilton (HAMD). **RESULTADOS:** Melhorias significativas após a intervenção foram observadas na SPO<sub>2</sub> inicial (F (2,12, 23,13) = 21,0, p <0,05) e na frequência cardíaca (F (1,839, 20,23) = 43,73, p <0,05), demanda máxima de oxigênio durante o exercício para manter a SPO<sub>2</sub> basal (F (1,487, 16,36) = 8,96, p <0,05), esforço percebido máximo (F (5, 55) = 112,51, p <0,05), pontuação máxima de fadiga (F (1,755, 19,30) = 67,44, p <0,05), frequência cardíaca máxima (F (1,798, 19,78) = 50,99, p <0,05), queda máxima na SPO<sub>2</sub> (F (2,467, 27,14) = 41,46, p <0,05) e tempo máximo de recuperação para alcançar a SPO<sub>2</sub> basal (F (5, 55) = 78,89, p <0,05). A análise de seis semanas pós-intervenção nos sintomas depressivos (diferença média = 11,25, p <0,05) e na qualidade de vida também mostrou melhoria significativa (diferença média = 29,92, p <0,05). **CONCLUSÃO:** Seis semanas de telereabilitação pulmonar abrangente com equipamentos simples melhoraram a tolerância ao exercício, a fadiga, a percepção de esforço, os sintomas de depressão e a qualidade de vida em pacientes pós-COVID-19.

**PALAVRAS-CHAVE:** COVID-19. Dispneia. Reabilitação Pulmonar. Qualidade de Vida. Telereabilitação.

**ABSTRACT | INTRODUCTION:** Telerehabilitation advanced significantly with the emergence of COVID-19 and the recommendation of limiting physiotherapist-patient contact time whenever practicable. The effectiveness of telerehabilitation on those who had a longer stay in hospital and on oxygen support following discharge is still under question. **OBJECTIVES:** To evaluate the effects after six weeks of pulmonary telerehabilitation on exercise tolerance, fatigue level, perceived exertion, symptoms of depression and quality of life in patients surviving COVID-19. **MATERIALS AND METHODS:** A quasi-experimental study was conducted on 25 post-COVID-19 patients following discharge in a home environment setting. The participants were advised to prepare equipment such as oxygen concentrator, B-type oxygen cylinder (backup), lengthy oxygen tubes, finger pulse oximeter, mini static pedal exerciser, incentive spirometry, weight cuffs or water bottles and sandbags. After six weeks of telerehabilitation, the patients underwent assessments including initial oxygen saturation (SPO<sub>2</sub>), heart rate, peak oxygen demand during exercise to maintain baseline SPO<sub>2</sub>, peak heart rate, maximum drop in SPO<sub>2</sub>, recovery time to baseline SPO<sub>2</sub> measured with a pulse oximeter and stopwatch, peak perceived exertion using the Borg Dyspnea Scale, peak fatigue score using the visual analog scale (VASF), quality of life assessed with the SF-36 questionnaire, and mental health status evaluated with the Hamilton Depression Scale (HAMD). One-way repeated measure ANOVA and paired t-test were used. **RESULTS:** Significant improvements following the intervention on the initial SPO<sub>2</sub> (F (2.12, 23.13) = 21.0, p<0.05) and heart rate (F (1.839, 20.23) = 43.73, p<0.05), peak maximum oxygen demand during exercise to maintain baseline SPO<sub>2</sub> (F (1.487, 16.36) = 8.96, p<0.05), peak maximum perceived exertion (F (5, 55) = 112.51, p<0.05), peak maximum fatigue score (F (1.755, 19.30) = 67.44, p<0.05), peak heart rate (F (1.798, 19.78) = 50.99, p<0.05), peak drop in SPO<sub>2</sub> (F (2.467, 27.14) = 41.46, p<0.05) and peak recovery time to achieve baseline SPO<sub>2</sub> (F (5, 55) = 78.89, p<0.05). Six-week post-analysis on the depressive symptoms (mean difference =11.25, p< 0.05) and quality of life also showed significant improvement (mean difference =29.92, p< 0.05). **CONCLUSION:** Six weeks of comprehensive pulmonary telerehabilitation with simple equipment improved tolerance to exercise, fatigue, perceived exertion, symptoms of depression and quality of life for post-COVID-19 patients.

**KEYWORDS:** COVID-19. Dyspnea. Pulmonary Rehabilitation. Quality of Life. Telerehabilitation.

## 1. Introdução

A pandemia de COVID-19 teve um efeito significativo na vida das pessoas e nos sistemas de saúde ao redor do mundo.<sup>1</sup> Muitas nações relataram uma diminuição na gravidade da COVID-19 nos últimos um a dois anos como resultado da imunização e da recuperação bem-sucedida.<sup>2</sup> No entanto, foi registrada uma alta prevalência de long-COVID, em que os pacientes continuaram a apresentar novos sintomas, como falta de ar, fadiga, sintomas neuropsicológicos, tosse e dor musculoesquelética três meses após a infecção inicial por COVID-19.<sup>3-5</sup>

A Sociedade Americana de Tórax (American Thoracic Society) e a Sociedade Respiratória Europeia (European Respiratory Society) definem reabilitação pulmonar como um tratamento abrangente após uma avaliação detalhada do paciente, seguido por terapias personalizadas, como treinamento de exercícios, educação e mudança de comportamento, todas voltadas para melhorar a condição física de pessoas com doenças respiratórias.<sup>6</sup> A reabilitação pulmonar (RP) para sobreviventes de COVID-19 grave/crítica é crucial para reduzir os sintomas de dispnéia, melhorar a tolerância ao exercício, aliviar a ansiedade, minimizar a fadiga, manter a função e melhorar a qualidade de vida.<sup>7,8</sup> No caso da COVID-19, as tentativas existentes de conter a propagação do vírus têm exigido uma proibição de movimento na população. Essa limitação de movimento tem o efeito não intencional de tornar a intervenção e o gerenciamento convencionais de RP presencial indisponíveis. Assim, a necessidade de abordagens alternativas de entrega para serviços de RP e condicionamento físico aumentou e está em demanda.<sup>9</sup>

A telereabilitação é uma forma de fornecer o tratamento necessário enquanto se mantém a necessidade de isolamento social, o qual foi introduzido como parte de uma série de medidas para retardar a propagação do vírus SARS-CoV-2 na sociedade.<sup>1,10</sup> Uma pesquisa recente sobre reabilitação respiratória após a COVID-19 trouxe várias recomendações para manter a função física dos pacientes, ao mesmo tempo em que promove a reconstrução psicológica e a capacidade para atividades de remodelagem física.<sup>7</sup> No entanto, há pacientes incapazes de obter todos os benefícios da reabilitação devido a recursos limitados e acesso restrito.<sup>9</sup> Assim, a disponibilidade de telereabilitação entregue remotamente, com o acesso a terapeutas experientes que fornecem avaliação e terapia, pode garantir a continuidade da reabilitação e, mais importante ainda, melhorar a qualidade de vida após a infecção. Portanto, o presente estudo teve como objetivo avaliar os efeitos após seis semanas de telereabilitação pulmonar na tolerância ao exercício, nível de fadiga, esforço percebido, sintomas de depressão e qualidade de vida em pacientes que sobreviveram à COVID-19.

## 2. Método

### 2.1. Configurações do estudo

O estudo atual adotou um método quase-experimental de intervenções de seis semanas de outubro de 2020 a setembro de 2021, realizado em um centro de reabilitação pós-COVID de um hospital multiespecializado KMCH. O presente estudo obteve aprovação do Comitê de Ética da KMCH (EC/AP/861/11/2021).

### 2.2. Participantes

Antes do recrutamento, os participantes do estudo atual foram avaliados por clínicos e investigações, incluindo exames de imagem, foram realizadas para descartar quaisquer contraindicações antes de serem encaminhados à fisioterapia para reabilitação. Os participantes foram recrutados com base nos seguintes critérios de inclusão.<sup>11</sup>

1. Permanência prolongada no hospital após a COVID-19 (>21 dias) ou necessidade de suporte de oxigênio após a alta.
2. Sintomas persistentes, como cansaço, fadiga e incapacidade de realizar atividades diárias.
3. Pacientes que apresentaram apenas envolvimento pulmonar.

Participantes foram excluídos do estudo se apresentassem qualquer um dos seguintes critérios:

1. Pacientes com síndrome de disfunção de múltiplos órgãos (MODS) após a COVID-19, apresentando predominantemente comprometimento cardíaco, renal, neurológico ou politrauma.
2. Coexistência de câncer.
3. Fragilidade grave e cuidados de fim de vida.
4. Pacientes com distúrbios visuais ou problemas de audição.
5. Pacientes sem um membro da família ou cuidador presente e incapazes de usar os dispositivos de tele-reabilitação individualmente.

Os participantes serão autorizados a parar ou descansar a qualquer momento durante a intervenção se atenderem a qualquer um dos seguintes critérios: 1) SPO<sub>2</sub> cai abaixo de 88%, 2) FC excede 120 bpm ou ultrapassa a frequência cardíaca alvo, ou 3) a pontuação na escala de Borg excede 3.

### 2.3. Procedimento

Todos os participantes foram explicados sobre os objetivos e procedimentos, bem como obtiveram consentimento informado por escrito antes do início do estudo atual. Os participantes foram obrigados a comparecer à primeira sessão pessoalmente para a medição dos dados iniciais, como saturação periférica inicial de oxigênio (SPO<sub>2</sub>), frequência cardíaca inicial, demanda máxima de oxigênio para exercício para manter a SPO<sub>2</sub> basal durante os exercícios (litros/minuto), esforço percebido máximo expresso durante os exercícios, fadiga máxima expressa durante os exercícios, frequência cardíaca máxima durante o exercício, queda máxima na SPO<sub>2</sub>, tempo de recuperação máximo necessário para atingir a SPO<sub>2</sub> basal, qualidade de vida e estado de saúde mental. Para a prescrição de exercícios em casa, foram feitas medições de 1RM. Os participantes foram instruídos a realizar repetições únicas com pesos progressivamente maiores até não conseguirem completar uma repetição completa com forma adequada. Descanso adequado (2-5 minutos) entre cada tentativa de 1RM foi fornecido para permitir a recuperação e evitar que a fadiga afetasse as repetições subsequentes. O fisioterapeuta também aconselhou os participantes a preparar equipamentos como concentrador de oxigênio, cilindro de oxigênio tipo B (backup), tubos de oxigênio longos, oxímetro de pulso de dedo, pedal exerciser estático mini, espirômetro de incentivo, pesos de tornozelo ou garrafas de água e sacos de areia para facilitar o programa de telereabilitação em casa.

Um programa de exercícios individualizado foi elaborado com base na SPO<sub>2</sub> alvo, esforço percebido na escala de Borg e frequência cardíaca alvo utilizando a fórmula de Karvonen<sup>12</sup>, conforme abaixo.

**Frequência cardíaca alvo = (Frequência cardíaca máxima - Frequência cardíaca de repouso) x (80.0%) + Frequência cardíaca de repouso**

O fisioterapeuta estabeleceu programas de exercícios individualizados adaptados para os participantes com base nas diretrizes da Sociedade Britânica de Tórax sobre reabilitação pulmonar em adultos, acreditadas pelo NICE (Instituto Nacional de Excelência em Saúde do Reino Unido).<sup>13,14</sup> Antes do exercício, os participantes foram instruídos a avaliar a SPO<sub>2</sub> inicial e a frequência cardíaca usando um oxímetro de pulso. Além disso, aqueles com fornecimento suplementar de oxigênio foram solicitados a aumentar o fluxo em 1-2 litros por minuto a partir do requisito basal de oxigênio e mantido até o final das sessões de exercício. Os exercícios foram planejados para cinco dias por semana, com pelo menos quatro das sessões supervisionadas pelo fisioterapeuta. Os exercícios de levantamento de peso e fortalecimento foram realizados duas vezes nas cinco sessões e iniciados duas semanas após a primeira sessão de telereabilitação.

Durante as sessões, os participantes precisavam verificar a SPO<sub>2</sub> e a frequência cardíaca em intervalos frequentes, bem como o nível de fadiga, falta de ar, cansaço e sintomas relevantes. Com base no nível de SPO<sub>2</sub> dos participantes e em seu conforto, o nível de suplemento de oxigênio foi ajustado conforme necessário. Os programas de exercícios realizados para os participantes estão na Tabela 1. Como parte da reabilitação abrangente, outros membros da equipe de saúde, como o nutricionista, farmacêutico e psicólogo, trabalharam juntos monitorando de perto, avaliando e prescrevendo o tratamento conforme necessário para os pacientes. Após completar a intervenção de seis semanas, os participantes foram esperados para comparecer à avaliação final pessoalmente.

**Tabela 1.** Programas de exercícios detalhados durante a intervenção de telereabilitação de seis semanas

<b>Tipos de exercícios</b>	<b>Duração/Frequência (Repetições):</b>
Exercícios de respiração, como respiração diafragmática, espirometria de incentivo e exercícios de respiração segmentar.	
Aquecimento:	1 a 2 séries de 10 repetições.
Exercícios ativos para membros superiores e inferiores.	*As frequências e repetições foram aumentadas com base na tolerância em uma base semanal.
Caminhada de resistência	10 minutos por sessão.
Ciclismo estático em pedalada	Membros superiores (5 minutos por sessão) e membros inferiores (10 minutos por sessão).
Treinamento de peso e força	(Duas sessões semanais com 1-2 séries de 10 repetições) - O treinamento foi iniciado com 50,0% de 1RM e adicionado de acordo com o progresso do paciente semanalmente.
Desaquecimento: alongamento dos principais grupos musculares específicos.	
Exercícios de respiração: respiração diafragmática relaxada	

1RM = uma repetição máxima

Fonte: Sociedade Torácica Britânica (2020) and Bolton CE et al. (2013).

## 2.4. Ferramentas de avaliação de resultados

Os participantes foram monitorados de perto por meio de videoconferências (chamadas pelo Zoom) e comunicação via WhatsApp para todas as sessões supervisionadas. Todos os detalhes das sessões de exercícios foram registrados, e os participantes foram orientados a manter um diário de exercícios para registro. Todos os dados foram transferidos para o Excel e monitorados continuamente quanto ao progresso ou às mudanças necessárias com base na melhoria do participante.

- O nível de SPO<sub>2</sub> e a frequência cardíaca no estudo atual foram medidos usando um oxímetro de pulso.<sup>15</sup>
- O esforço percebido dos exercícios foi avaliado usando uma escala modificada de dispneia de Borg.<sup>10,16</sup> A escala foi administrada antes e depois de cada sessão de exercício.
- O pico de fadiga durante os exercícios foi medido usando a Escala Visual Analógica de Fadiga (VASF).<sup>10,17</sup> A escala mede de 0 como 'nenhuma fadiga' até 10 como 'o pior nível presumível de fadiga' registrado durante os exercícios.
- Um cronômetro mediu o tempo máximo de recuperação necessário para atingir a SPO<sub>2</sub> basal, o tempo de repouso entre os exercícios e o tempo total de exercício.
- A melhoria da qualidade de vida dos participantes foi avaliada usando o questionário SF-36. O questionário consiste em duas seções: Pontuação do Componente Físico (PCS) e uma Pontuação do Componente Mental (MCS) com os seguintes domínios de função física, função física no trabalho, dor corporal, saúde geral, vitalidade, função social, função emocional no trabalho e saúde mental.<sup>18</sup> O questionário foi avaliado apenas antes e após as intervenções de telereabilitação de seis semanas.

- As funções psicológicas dos pacientes após seis semanas de intervenções foram avaliadas usando a Escala de Depressão de Hamilton (HAMD) antes e após as seis semanas de intervenções. O questionário avalia os sintomas depressivos entre os pacientes pós-COVID; compreende 24 itens com uma escala de 0-2 ou 0-4. Uma pontuação mais alta indica um nível mais alto de depressão e ansiedade.<sup>19,20</sup>

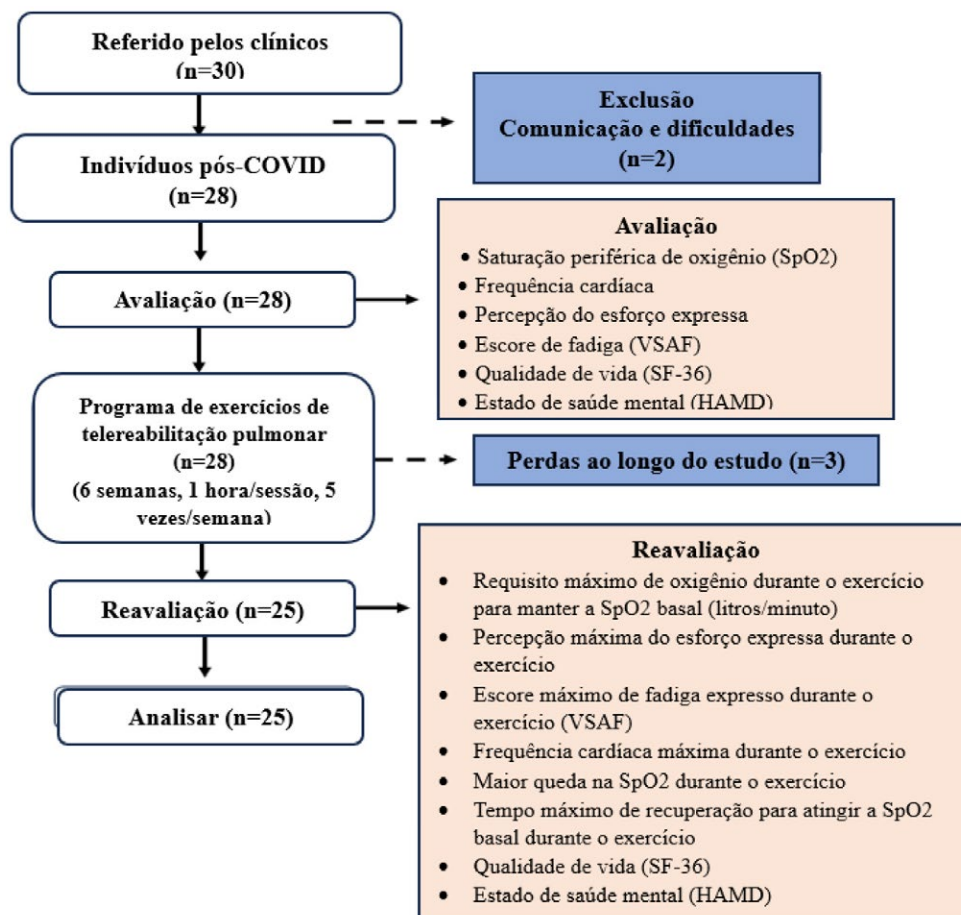
## 2.5. Análise Estatística

Todos os dados foram transferidos do Microsoft Excel e analisados usando o software IBM-SPSS Statistics 24. A normalidade dos dados foi avaliada usando um teste de Kolmogorov-Smirnov e todos os dados foram considerados distribuídos normalmente. Média e desvio padrão foram empregados para apresentar os valores de cada variável. Para a análise estatística, as diferenças na demanda máxima de oxigênio para o exercício para manter a SPO<sub>2</sub> basal (litros/minuto), esforço percebido máximo expresso, pontuação máxima de fadiga expressa, frequência cardíaca máxima, queda máxima na SPO<sub>2</sub>, tempo máximo de recuperação necessário para atingir a SPO<sub>2</sub> basal, tempo de repouso entre os exercícios e tempo total de exercício foram avaliados usando ANOVA de medidas repetidas de um fator. Correções de Bonferroni foram realizadas para as comparações post-hoc para considerar os testes de comparações múltiplas se a ANOVA indicasse uma diferença significativa. Enquanto isso, a pré e pós-intervenção de 6 semanas na pontuação de qualidade de vida e na pontuação do estado de saúde mental foram analisadas usando o teste pareado. O nível de significância foi estabelecido em 0.05 com 95.0% de nível de confiança em todas as análises.

### 3. Resultados

Trinta participantes foram encaminhados pelos clínicos para telereabilitação pulmonar. No entanto, dois participantes foram excluídos devido a dificuldades de comunicação, e três participantes não completaram a intervenção proposta de seis semanas. Portanto, apenas 25 (treze homens e doze mulheres) sobreviventes pós-COVID-19 completaram a intervenção de telereabilitação atual de seis semanas. O fluxograma dos participantes é mostrado na Figura 1.

Figura 1. Fluxograma dos participantes do estudo



VSAF: Escala Visual Analógica de Fadiga, SF-36: Questionário de Saúde de 36 Itens (36-Item Short Form Health Survey), HAMD: Escala de Depressão de Hamilton. Fonte: os autores (2024).

Os participantes no presente estudo foram recrutados após 21 dias de pós-COVID. A idade média  $\pm$  dos participantes foi de  $57 \pm 7,26$  anos e o IMC de  $25,64 \pm 2,5$ . 36,0% dos participantes tinham comorbidades prévias, enquanto 32,0% necessitavam de oxigênio domiciliar após a alta. As características detalhadas dos participantes são mostradas na Tabela 2.



**Tabela 2.** Características iniciais dos participantes

Variáveis	Características		
		Frequências (%)	Média (D.P.)
<b>Gênero</b>	Masculino	13 (52%)	
	Feminino	12 (48%)	
<b>Idade</b>			57.00 (7.26)
<b>IMC</b>			25.64 (2.5)
<b>Comorbidades</b>			
	Hipertensão	7 (28%)	
	Diabetes	2 (8%)	
<b>Intubação Necessária</b>			
	Sim	2 (8%)	
<b>Necessidade de HFNC ou BiPAP</b>			
	Sim	5 (20%)	
<b>Tempo de internação no hospital</b>			17.25 (12.00)
<b>Admissão na UTI</b>			
	Sim	5 (20%)	
<b>Requisito de oxigênio em casa após a alta</b>			
	Sim	8 (32%)	

D.P. = Desvio Padrão, IMC = Índice de Massa Corporal, HFNC = Cânula Nasal de Alto Fluxo, BiPAP = Pressão Positiva Bifásica nas Vias Aéreas, UTI = Unidade de Terapia Intensiva.

Fonte: os autores (2024).

Tabela 3 representa a comparação detalhada da intervenção de seis semanas sobre a eficácia da telereabilitação entre sobreviventes pós-COVID-19. A SpO<sub>2</sub> em repouso apresentou uma melhoria significativa (valor de p <0.05) da semana um (92.17 ± 1.99) para a semana seis (95.08 ± 1.56) com um tamanho de efeito grande. No entanto, a frequência cardíaca inicial também apresentou melhora significativa (valor de p <0.05) da semana um (113.75 ± 11.1) para a semana seis (98.42 ± 11.52) com um tamanho de efeito grande.

O requisito máximo de oxigênio (litros/minuto) para manter a SpO<sub>2</sub> basal durante os exercícios mostrou uma melhora significativa (valor de p <0.05) da semana um (2.83 ± 1.99) para a semana seis (1.17 ± 0.72) com um tamanho de efeito grande. A percepção de esforço durante os exercícios diminuiu com a intervenção de telereabilitação, com melhora significativa (valor de p <0.05) da semana um (4.83 ± 0.58) para a semana seis (1.50 ± 0.52) com um tamanho de efeito grande.

Os participantes relataram níveis reduzidos de fadiga da semana um (5.25 ± 1.29) para a semana seis (1.50 ± 0.68) com melhora significativa (valor de p <0.05) e um tamanho de efeito grande. A frequência cardíaca máxima por minuto durante o exercício melhorou significativamente ao longo das seis semanas de intervenção (valor de p <0.05) da semana um (129.92 ± 9.29) para a semana seis (114.25 ± 10.93) com um tamanho de efeito grande.

A queda máxima na SpO<sub>2</sub> entre os participantes também melhorou com a média da semana um (86.33 ± 1.67) para a semana seis (90.92 ± 1.73) com um tamanho de efeito grande. Além disso, o tempo máximo de recuperação necessário para atingir a SpO<sub>2</sub> basal (em minutos) também melhorou da semana um (4.42 ± 0.9) para a semana seis (1.33 ± 0.49) com uma melhoria significativa (valor de p <0.05) e um tamanho de efeito grande.

A qualidade de vida entre os sobreviventes pós-COVID-19 mostrou uma melhora significativa na pontuação do SF-36 de 44.42 ± 13.45 (Semana 1) para 74.33 ± 13.02 (Semana 6) (valor de p <0.05), com diferenças médias de 29.92. A avaliação usando o questionário HAMD sobre os sintomas depressivos também mostrou uma melhora significativa, com uma pontuação de 20.25 ± 6.66 (Semana 1) para 9.00 ± 3.10 (Semana 6) (valor de p <0.05), com diferenças médias de 11.25.

**Tabela 3.** Efeitos de seis semanas de telereabilitação pulmonar sobre a tolerância ao exercício, nível de fadiga e percepção do esforço entre pacientes pós-COVID-19

Variáveis	Média (D.P.)			ANOVA de Medidas Repetidas de Um Fator			
	Semana 1	Semana 3	Semana 6	df, error	F valor	P-valor	$\eta^2p$
SpO2 inicial	92.17 (1.99)	92.92 (1.73)	95.08 (1.56)	2.120, 23.13	21.00	<0.05	0.656
Frequência cardíaca por minuto	113.75 (11.10)	111.67 (11.98)	98.42 (11.52)	1.839, 20.23	43.73	<0.05	0.799
Requisito máximo de oxigênio durante o exercício para manter a SpO2 basal (Litros/Min)	2.83 (1.99)	2.20 (1.50)	1.17 (0.72)	1.487, 16.36	8.96	<0.05	0.449
Máximo pico da escala de Borg expressa durante os exercícios	4.83 (0.58)	3.83 (0.72)	1.50 (0.52)	5, 55	112.51	<0.05	0.911
Pontuação máxima de fadiga expressa durante os exercícios	5.25 (1.29)	3.75 (0.97)	1.50 (0.68)	1.755, 19.30	67.44	<0.05	0.860
Frequência cardíaca máxima por minuto durante o exercício	129.92 (9.29)	125.5 (11.22)	114.25 (10.93)	1.798, 19.78	50.99	<0.05	0.823
Queda máxima na SpO <sub>2</sub>	86.33 (1.67)	87.83 (1.40)	90.92 (1.73)	2.467, 27.14	41.46	<0.05	0.790
Tempo máximo de recuperação necessário para alcançar a SpO <sub>2</sub> basal (min)	4.42 (0.90)	3.42 (0.90)	1.33 (0.49)	5, 55	78.89	<0.05	0.878

D.P. = Desvio Padrão, SpO<sub>2</sub> = Saturação Periférica de Oxigênio, p <0.05 foram considerados significativos.  
Fonte: os autores (2024).

#### 4. Discussão

Seguindo o regime de tratamento e protocolo pós-alta, os pacientes com COVID-19 estão em risco de desenvolver sintomas graves, como descondicionamento, hipoxemia ou lesões fibrosas residuais nos pulmões, e isso tem sido uma preocupação importante entre os profissionais de saúde, pois os pacientes podem descompensar em casa.<sup>21,22</sup> No entanto, após seis semanas de telereabilitação, nosso estudo relatou uma melhora significativa no nível de tolerância ao exercício (níveis iniciais de SpO<sub>2</sub> em repouso, frequência cardíaca inicial, requisito máximo de oxigênio durante o exercício, queda máxima na SpO<sub>2</sub>, frequência cardíaca máxima durante os exercícios e tempo máximo de recuperação para alcançar a SpO<sub>2</sub> basal). Nossos achados são consistentes com pesquisas anteriores, pois os componentes da reabilitação pulmonar, que incluem exercícios de respiração, treinamento muscular respiratório, exercícios aeróbicos e treinamento de resistência, podem ter melhorado as mudanças fisiológicas nos músculos respiratórios atuantes, como os músculos intercostais, músculos parasternais, músculos abdominais e outros músculos relacionados, resultando em uma pontuação de capacidade pulmonar melhorada e na restauração da função pulmonar.<sup>15,22</sup>



Sintomas persistentes, como fadiga e dispneia, foram relatados em um estudo com pacientes com COVID-19 seis meses após a alta hospitalar e mostraram uma associação significativa com menor aptidão física.<sup>23</sup> Além disso, em outro estudo com 2113 pacientes com COVID-19, fadiga (87,0%) e dispneia (71,0%) foram os dois sintomas mais comuns relatados 79 dias após a alta hospitalar<sup>24</sup>, que podem ser possivelmente causados pela hospitalização prolongada, efeitos colaterais de medicamentos esteroides, descondicionamento muscular e outras complicações secundárias como atelectasia, alveolite e fibrose pulmonar.<sup>23,25</sup> O estudo atual constatou que após seis semanas de telereabilitação pulmonar, os níveis de esforço e fadiga dos pacientes melhoraram significativamente. A melhoria da capacidade aeróbica e o aumento da força muscular decorrentes do treinamento de resistência, juntamente com exercícios respiratórios consistentes, podem contribuir para isso.

Semelhante aos resultados de um estudo anterior sobre um programa integrado de reabilitação pulmonar supervisionado de três semanas em pacientes com COVID-19<sup>26</sup>, o estudo atual também encontrou uma melhoria significativa nos escores de depressão e qualidade de vida. Melhorias na capacidade de tolerância ao exercício, progressão no padrão e na taxa de respiração, aumento da força muscular e nível de resistência, e participação de profissionais de saúde multidisciplinares (médico, fisioterapeuta, nutricionista, farmacêutico e psicólogo) durante a telereabilitação aumentariam ainda mais a motivação do paciente e contribuiriam indiretamente para uma melhoria na qualidade de vida.

A telereabilitação foi considerada segura e viável, sem efeitos adversos ou intercorrências observadas durante os exercícios em casa. Da mesma forma, um estudo piloto com 44 sobreviventes pós-COVID-19 após a hospitalização também concluiu que a telereabilitação era segura, viável e tinha alta adesão para a recuperação.<sup>27</sup>

Muitos pacientes pós-COVID-19 ainda estão apresentando sequelas crônicas clinicamente significativas após a alta devido à infecção pelo COVID-19, especialmente relacionadas à fadiga relacionada à nova doença, falta de ar, comprometimento neuropsicológico, dispneia, além de distúrbios fisiológicos como privação de sono, estresse, ansiedade e depressão.<sup>24,28-32</sup> Assim, há uma necessidade crucial de reabilitação pulmonar após a COVID-19 para garantir que os pacientes sejam capazes

de melhorar sua tolerância ao exercício, reduzir a fadiga, melhorar a qualidade de vida e retornar à família e à sociedade de forma eficiente, especialmente entre aqueles que necessitaram de hospitalização.<sup>7,9</sup>

No entanto, a reabilitação proposta foi prejudicada por várias barreiras, incluindo a rápida disseminação de infecções nosocomiais na comunidade, suprimentos insuficientes de equipamentos de proteção individual, a necessidade de um grande espaço para exercícios (para permitir o distanciamento social), uso adequado de áreas de espera e preparação e limpeza regular de equipamentos. Assim, modelos híbridos de telereabilitação pulmonar que incluem avaliação e testes de exercícios presenciais, bem como uma combinação de programas de exercícios presenciais e virtuais, educação e autogerenciamento, podem ser utilizados para melhorar a capacidade de exercício, melhorar a qualidade de vida e reduzir a propagação de infecções.<sup>33</sup>

As principais limitações de nosso estudo incluem o curto período de intervenção de seis semanas, o tamanho da amostra reduzido e a falta de avaliação da gravidade da COVID-19. Além disso, não tínhamos conhecimento se os participantes continuaram a se exercitar por conta própria, apesar de serem instruídos a manter um diário de prática de exercícios. Estudos futuros devem incluir um tamanho de amostra maior, acompanhamento a longo prazo e medição objetiva de parâmetros como força muscular respiratória, força muscular periférica e habilidade funcional, conforme medido pelo teste de degrau e teste de levantar-se da cadeira.

## 5. Conclusão

A telereabilitação pulmonar abrangente, com uma equipe multidisciplinar e com equipamentos simples e utilizáveis em casa, como pedalinho, pesos leves, concentrador de oxigênio doméstico e oxímetro de pulso, é uma intervenção eficiente, prática e viável, que demonstrou uma melhora significativa na tolerância ao exercício, fadiga, percepção de esforço, sintomas de depressão e qualidade de vida. Diante da rápida disseminação da infecção na comunidade e da escassez de recursos, logística humana e fatores financeiros, a telereabilitação pulmonar seria uma opção melhor para acelerar a recuperação de pacientes com COVID-19 após a alta e que também poderia ser considerada para a reabilitação de outras doenças pulmonares crônicas.

## Agradecimentos

Os autores gostariam de agradecer a todos os participantes pelo seu tempo e esforço em participar do estudo.

## Contribuições dos autores

Muthusamy S e Ramanathan RP contribuíram com a conceitualização e metodologia do estudo. Krishnan A, Jagannathan KK e Rajagopal A realizaram a curadoria dos dados e a visualização do manuscrito. Subramaniam A e Muthusamy S foram responsáveis pela análise formal, revisão e edição do texto. Ambusam S e Sivaguru M redigiram o rascunho original do manuscrito.

## Conflitos de Interesse

Nenhum conflito financeiro, legal ou político envolvendo terceiros (governo, empresas privadas, fundações, etc.) foi declarado para qualquer aspecto do trabalho submetido (incluindo, mas não limitado a, concessões e financiamento, participação em conselhos consultivos, desenho do estudo, preparação do manuscrito, análise estatística, etc.).

## Indexadores

A Revista Pesquisa em Fisioterapia é indexada no [DOAJ](#), [EBSCO](#), [LILACS](#) e [Scopus](#).



## Referências

- Jácome C, Marques A, Oliveira A, Rodrigues LV, Sanches I. Pulmonary telerehabilitation: An international call for action. *Pulmonology*. 2020;26(6):335-7. <https://doi.org/10.1016/j.pulmoe.2020.05.018>
- El-Maradny YA, Rubio-Casillas A, Uversky VN, Redwan EM. Intrinsic factors behind long-COVID: I. Prevalence of the extracellular vesicles. *J Cell Biochem*. 2023;124(5):656-73. <https://doi.org/10.1002/jcb.30415>
- Scurati R, Papini N, Giussani P, Alberti G, Tringali C. The challenge of long COVID-19 management: from disease molecular hallmarks to the proposal of exercise as therapy. *Int J Mol Sci*. 2022;23(20):12311. <https://doi.org/10.3390/ijms232012311>

- Fernández-de-Las-Peñas C, Palacios-Ceña D, Gómez-Mayordomo V, Palacios-Ceña M, Rodríguez-Jiménez J, de-la-Llave-Rincón AI, et al. Fatigue and dyspnoea as main persistent post-COVID-19 symptoms in previously hospitalized patients: related functional limitations and disability. *Respiration*. 2022;101(2):132-41. <https://doi.org/10.1159/000518854>
- Jimeno-Almazán A, Pallarés JG, Buendía-Romero Á, 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. <https://doi.org/10.3390/ijerph18105329>
- 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. <https://doi.org/10.1164/rccm.201309-1634st>
- Zhao HM, Xie YX, Wang C. Recommendations for respiratory rehabilitation in adults with coronavirus disease 2019. *Chin Med J*. 2020;133(13):1595-602. <https://doi.org/10.1097/cm9.0000000000000848>
- Wang TJ, Chau B, Lui M, Lam GT, Lin N, Humbert S. Physical medicine and rehabilitation and pulmonary rehabilitation for COVID-19. *Am J Phys Med Rehabil*. 2020;99(9):769-74. <https://doi.org/10.1097/phm.0000000000001505>
- Salawu A, Green A, Crooks MG, Brixey N, Ross DH, Sivan M. A proposal for multidisciplinary tele-rehabilitation in the assessment and rehabilitation of COVID-19 survivors. *Int J Environ Res Public Health*. 2020;17(13):4890. <https://doi.org/10.3390/ijerph17134890>
- Gonzalez-Gerez JJ, Bernal-Utrera C, Anarte-Lazo E, Garcia-Vidal JA, Botella-Rico JM, Rodriguez-Blanco C. Therapeutic pulmonary telerehabilitation protocol for patients affected by COVID-19, confined to their homes: Study protocol for a randomized controlled trial. *Trials*. 2020;21(1):588. <https://doi.org/10.1186/s13063-020-04494-w>
- Singh SJ, Bolton C, Nolan C, Harvey-Dunstan T, Connolly B, Man W, et al. British Thoracic Society survey of rehabilitation to support recovery of the post-COVID-19 population. *BMJ Open*. 2020;10:e040213. <https://doi.org/10.1136/bmjopen-2020-040213>
- She J, Nakamura H, Makino K, Ohyama Y, Hashimoto H. Selection of suitable maximum-heart-rate formulas for use with Karvonen formula to calculate exercise intensity. *Int J Autom Comput*. 2015;12(1):62-9. <https://doi.org/10.1007/s11633-014-0824-3>
- British Thoracic Society. Guidance for pulmonary rehabilitation – Reopening services for the ‘business as usual’ participants [Internet]. 2020. Available from: <https://docslib.org/doc/4617286/bts-guidance-for-pulmonary-rehabilitation-reopening-services-for-the-business-as-usual-participants>

14. Bolton CE, Bevan-Smith EF, Blakey JD, Crowe P, Elkin SL, Garrod R, et al. British Thoracic Society guideline on pulmonary rehabilitation in adults: accredited by NICE. *Thorax*. 2013;68(suppl 2):ii1-ii30. <https://doi.org/10.1136/thoraxjnl-2013-203808>
15. Ghodge S, Tilaye P, Deshpande S, Nerkar S, Kothary K, Manwadkar S. Effect of Pulmonary Telerehabilitation on Functional Capacity in COVID Survivors; An Initial Evidence. *Int J Heal Sci Res [Internet]*. 2020;10(10):123-9. Available from: [https://www.ijhsr.org/IJHSR\\_Vol.10\\_Issue.10\\_Oct2020/IJHSR\\_Abstract.018.html](https://www.ijhsr.org/IJHSR_Vol.10_Issue.10_Oct2020/IJHSR_Abstract.018.html)
16. Priya N, Isaac BTJ, Thangakunam B, Christopher DJ. Effect of home-based pulmonary rehabilitation on health-related quality of life, lung function, exercise tolerance, and dyspnea in chronic obstructive pulmonary disorder patients in a tertiary care center in South India. *Lung India*. 2021;38(3):211-5. [https://doi.org/10.4103/lungindia.lungindia\\_895\\_20](https://doi.org/10.4103/lungindia.lungindia_895_20)
17. Lee KA, Hicks G, Nino-Murcia G. Validity and reliability of a scale to assess fatigue. *Psychiatry Res*. 1991;36(3):291-8. [https://doi.org/10.1016/0165-1781\(91\)90027-m](https://doi.org/10.1016/0165-1781(91)90027-m)
18. Rotterdam F-J, Hensley M, Hazelton M. Measuring Change in Health Status Over Time (Responsiveness): A Meta-analysis of the SF-36 in Cardiac and Pulmonary Rehabilitation. *Arch Rehabil Res Clin Transl*. 2021;3(2):100127. <https://doi.org/10.1016/j.arrct.2021.100127>
19. Duan H, Li P, Wang Z, Chen H, Wang T, Wu W, et al. Effect of 12-week pulmonary rehabilitation on cognitive function in patients with stable chronic obstructive pulmonary disease: Study protocol for a single-center randomised controlled trial. *BMJ Open*. 2020;10(10):e037307. <https://doi.org/10.1136/bmjopen-2020-037307>
20. Bjelland I, Dahl AA, Haug TT, Neckelmann D. The validity of the Hospital Anxiety and Depression Scale. *J Psychosom Res*. 2002;52(2):69-77. [https://doi.org/10.1016/s0022-3999\(01\)00296-3](https://doi.org/10.1016/s0022-3999(01)00296-3)
21. Shah S, Majmudar K, Stein A, Gupta N, Suppes S, Karamanis M, et al. Novel Use of Home Pulse Oximetry Monitoring in COVID-19 Patients Discharged From the Emergency Department Identifies Need for Hospitalization. *Acad Emerg Med*. 2020;27(8):681-92. <https://doi.org/10.1111/acem.14053>
22. Liu K, Zhang W, Yang Y, Zhang J, Li Y, Chen Y. Respiratory rehabilitation in elderly patients with COVID-19: A randomized controlled study. *Complement Ther Clin Pract*. 2020;39:101166. <https://doi.org/10.1016/j.ctcp.2020.101166>
23. Debeaumont D, Boujibar F, Ferrand-Devouge E, Artaud-Macari E, Tamion F, Gravier F-E, et al. Cardiopulmonary Exercise Testing to Assess Persistent Symptoms at 6 Months in People With COVID-19 Who Survived Hospitalization: A Pilot Study. *Phys Ther*. 2021;101(6):pzab099. <https://doi.org/10.1093/ptj/pzab099>
24. Goërtz YMJ, Van Herck M, Delbressine JM, Vaes AW, Meys R, Machado FVC, et al. Persistent symptoms 3 months after a SARS-CoV-2 infection: the post-COVID-19 syndrome? *ERJ Open Res*. 2020;6(4):00542-2020. <https://doi.org/10.1183/23120541.00542-2020>
25. Yang LL, Yang T. Pulmonary rehabilitation for patients with coronavirus disease 2019 (COVID-19). *Chronic Dis Transl Med*. 2020;6(2):79-86. <https://doi.org/10.1016/j.cdtm.2020.05.002>
26. He ZF, Zhong NS, Guan WJ. The benefits of pulmonary rehabilitation in patients with COVID-19. *ERJ Open Res*. 2021;7(2):00212-2021. <http://dx.doi.org/10.1183/23120541.00212-2021>
27. Capin JJ, Jolley SE, Morrow M, Connors M, Hare K, MaWhinney S, et al. Safety, feasibility and initial efficacy of an app-facilitated telerehabilitation (AFTER) programme for COVID-19 survivors: a pilot randomised study. *BMJ Open*. 2022;12(7):e061285. <https://doi.org/10.1136/bmjopen-2022-061285>
28. Gloeckl R, Leitl D, Jarosch I, Schneeberger T, Nell C, Stenzel N, et al. Benefits of pulmonary rehabilitation in COVID-19: a prospective observational cohort study. *ERJ Open Res*. 2021;7(2):00108-2021. <http://dx.doi.org/10.1183/23120541.00108-2021>
29. Halpin SJ, McIvor C, Whyatt G, Adams A, Harvey O, McLean L, et al. Postdischarge symptoms and rehabilitation needs in survivors of COVID-19 infection: A cross-sectional evaluation. *J Med Virol*. 2021;93(2):1013-22. <https://doi.org/10.1002/jmv.26368>
30. Carfi A, Bernabei R, Landi F. Persistent symptoms in patients after acute COVID-19. *JAMA*. 2020;324(6):603-5. <https://doi.org/10.1001/jama.2020.12603>
31. Wang C, Pan R, Wan X, Tan Y, Xu L, Ho RC, et al. Immediate Psychological Responses and Associated Factors during the Initial Stage of the 2019 Coronavirus Disease (COVID-19) Epidemic among the General Population in China. *Int J Environ Res Public Health*. 2020;17(5):1729. <https://doi.org/10.3390/ijerph17051729>
32. Hameed F, Palatulan E, Jaywant A, Said R, Lau C, Sood V, et al. Outcomes of a COVID-19 recovery program for patients hospitalized with SARS-CoV-2 infection in New York City: A prospective cohort study. *PM R*. 2021;13(6):609-17. <https://doi.org/10.1002/pmrv.12578>
33. Tsutsui M, Gerayeli F, Sin DD. Pulmonary rehabilitation in a post-COVID-19 world: Telerehabilitation as a new standard in patients with COPD. *Int J Chron Obstruct Pulmon Dis*. 2021;16:379-91. <https://doi.org/10.2147/copd.s263031>