

Impacto da Reabilitação Pulmonar em Pacientes Pós-Covid-19.

Impact of Pulmonary Rehabilitation in post-covid-19 Patients.

Efeitos Reabilitação pós-covid-19

Daniela Vieira da Silva Hirayama¹, Ryan Wellington da Silva Santos²(N0214E3).

Universidade paulista (UNIP)

Avenida Yojiro Takaoka, 3500 – Alphaville Santana de Parnaíba – SP

CEP:06541-038

Ryan.santo@aluno.unip.br

1- Mestre em Ciências da Saúde pelo Instituto de Assistência ao Servidor Público Estadual (IAMSPE), docente do Curso de Fisioterapia da Universidade Paulista (UNIP);

2- Graduando do Curso de Fisioterapia da Universidade Paulista (UNIP);

Os autores declaram não haver conflitos de interesse

PROTOCOLO DE AVALIAÇÃO DO TRABALHO DE CONCLUSÃO DE
CURSO

Nome: Ryan Wellington da Silva Santos RA: N0214E3

Regime: (X) REGULAR () TUTELADO

Campus: Alphaville

Orientador: Daniela Vieira da Silva Harayama

Tipo de trabalho: (x) REVISÃO () PESQUISA DE CAMPO

Tipo de apresentação: (x) Banner () TEMA LIVRE

	Nota Orientador	Nota Apresentação	Nota PTCI	Nota Final
Banner	9,0 (nove) 	8,0	10,0	9,0 

	Nota Orientador	Média Apresentação	Nota PTCI	Nota Final
Tema Livre				

Coordenação do Curso de Fisioterapia

RESUMO

A COVID-19 é uma doença causada pelo SARS-CoV-2 que pode gerar sintomas persistentes, caracterizando a síndrome pós-COVID-19, com impacto significativo na capacidade funcional e na qualidade de vida dos pacientes. Diante disso, a reabilitação pulmonar tem sido amplamente utilizada como estratégia terapêutica não farmacológica. O objetivo do estudo é avaliar o impacto da reabilitação pulmonar em pacientes com síndrome pós-COVID-19. O estudo teve de caráter de revisão de literatura, realizado do período de agosto de 2025 a março de 2026. Para a busca e seleção de artigos utilizou-se artigos dos últimos 6 anos que foram extraídos das bases de dados SCIELO, PubMed e PEDro. De acordo com a busca foram encontrados 254 artigos, desses foram excluídos 245 artigos por não preencherem os critérios de inclusão do estudo e por não terem relação com o tema proposto, apenas 9 artigos se encaixaram em todos os critérios de inclusão e foram inseridos no trabalho. Em virtude dos estudos analisados, pode-se concluir que a reabilitação pulmonar é uma abordagem segura e eficaz que também promove uma melhora significativa na capacidade funcional, função pulmonar, força muscular respiratória e qualidade de vida além disso, houve uma redução da dispneia e aumento da tolerância aos exercícios em pacientes com síndrome pós-COVID-19.

Descritores: Exercícios Respiratórios, Síndrome de Pós-Covid-19 Aguda, Qualidade de Vida, Músculos Respiratórios.

ABSTRACT

COVID-19 is a disease caused by SARS-CoV-2 that can generate persistent symptoms, characterizing post-COVID-19 syndrome, with a significant impact on the functional capacity and quality of life of patients. In this context, pulmonary rehabilitation has been widely used as a non-pharmacological therapeutic strategy. The objective of this study is to evaluate the impact of pulmonary rehabilitation in patients with post-COVID-19 syndrome. The study was a literature review, conducted from August 2025 to March 2026. For the search and selection of articles, articles from the last 6 years were used, extracted from the SCIELO, PubMed, and PEDro databases. According to the search, 254 articles were found; of these, 245 articles were excluded for not meeting the inclusion criteria of the study and for not being related to the proposed theme. Only 9 articles met all the inclusion criteria and were included in the study. Based on the studies analyzed, it can be concluded that pulmonary rehabilitation is a safe and effective approach that also promotes a significant improvement in functional capacity, pulmonary function, respiratory muscle strength, and quality of life. Furthermore, there was a reduction in dyspnea and an increase in exercise tolerance in patients with post-COVID-19 syndrome.

Descriptors: Breathing Exercises, Post-Acute Covid-19 Syndrome, Quality of Life, Respiratory Muscles.

INTRODUÇÃO

A Covid-19 é uma doença causada pelo vírus SARS-CoV-2 que começou sua propagação global em dezembro de 2019 levando o mundo a uma crise Global nos setores de saúde, econômicos e sociais.¹ Hoje em dia, mesmo com o auxílio da vacinação uma parcela significativa da população contaminada pelo Covid-19 ainda apresenta sintomas leves, assim sendo os mais recorrentes a dispneia, tosse não produtiva, febre, náusea, perda do paladar, coriza, dores musculares e alguns casos condições cardiovasculares e complicações no sistema nervoso central.^{2,3}

Em 2025, globalmente foram relatadas mais de 160.000 novos casos confirmados, 10.700 novas hospitalizações, 381 novas admissões em UTI e mais de 1.200 óbitos durante um período de 28 dias entre 1 a 28 de setembro.⁴ É importante ressaltar que esses números não remetem ao número real de casos já que muitos países deixaram de relatar a Organização Mundial de Saúde (OMS), é sugerido que seja aproximadamente 2 a 19 vezes maior que a contagem de casos relatados e identificados de acordo com a estimativa obtida a partir da vigilância de águas residuais.⁴

A Covid-19 é contraída/transmitida por gotículas expelidas pelo ar, onde infectam células humanas através da ligação de uma proteína "Spike" em sua superfície à enzima conversora de angiotensina 2 (ECA2) dentro do hospedeiro.⁵ A SARS-CoV-2 é constantemente relacionada a sintomas nas vias aéreas como tosse, congestão nasal, fadiga, e outras infecções do trato respiratório superior que podem evoluir para SDRA, mas é sempre importante ressaltar que não se limitam apenas a isso, já que pode estar presente em vários outros tecidos, incluindo coração, trato gastrointestinal, pâncreas e cérebro além é claro na mucosa nasal e oral e principalmente rins.^{6,7}

A persistência desses sintomas após quatro a doze semanas é comumente referenciada como síndrome pós-COVID-19 ou COVID-longa. Essa síndrome foi subdividida em síndrome pós-COVID-19 aguda, para sintomas que persistem quatro semanas após a infecção inicial, e síndrome pós-COVID-19 crônica, para sintomas que persistem por mais de doze semanas, onde a fadiga e distúrbios do sono são relacionados a pós-COVID-19 aguda, enquanto a ansiedade, dispneia e fadiga são comumente relacionadas a pós-COVID-19 crônica.^{2,8,9}

A reabilitação pulmonar é um programa terapêutico normalmente composta por um conjunto de diversas intervenções terapêuticas individuais como o treinamento muscular respiratório; exercícios aeróbicos; exercícios de força e resistência dos músculos periféricos, e com diversos objetivos como melhorar a resistência cardiopulmonar; reduzir a dispneia; aumentar a força e resistência dos músculos respiratórios; melhorar a ventilação pulmonar e aumentar a tolerância ao exercício.^{2,3}

Diversos estudos clínicos e observacionais mostram que pacientes submetidos a programas de reabilitação pulmonar melhoraram significativamente em sua capacidade funcional pós-Covid-19, frequentemente sendo avaliados pelo teste de caminhada de seis minutos, assim sendo notável uma melhora na tolerância ao exercício, melhora no desempenho cardiopulmonar, um aumento da força dos músculos inspiratórios e expiratórios, além da diminuição do tempo de recuperação, assim sendo uma das principais formas de tratar as sequelas da COVID-19 de forma não farmacológicas.^{2,10,11}

A síndrome de pós-COVID-19 é um subtipo de uma doença que pode ser caracterizada como crônica e detém diversos sintomas, porém tratável em sua maioria, e possui um alto índice de morte e prevalência, portanto é de suma importância avaliar a efetividade e impacto que um programa de reabilitação pulmonar tem sob essa síndrome e que demonstre a mais profissionais da área da saúde a importância de saber as melhores formas de se elaborar um programa de reabilitação mais completo.

Em vista disso, o presente estudo tem como objetivo avaliar a efetividade e impacto da reabilitação pulmonar em pacientes com síndrome de pós-COVID-19 para que se obtenha mais evidências sobre como se criar um programa de reabilitação pulmonar mais eficiente.

MÉTODO

Foi realizado uma revisão de literatura utilizando artigos científicos extraídos das seguintes plataformas eletrônicas: SCIELO, Pub Med, PEDro. Foram utilizados artigos na Língua Portuguesa, Inglês e Espanhol. Para busca dos artigos foram utilizados descritores que tenham relação ao tema principal. Em inglês foram usados os seguintes descritores: “COVID-19,” “Breathing Exercises”, “Quality of life”, “Post-Acute COVID-19 Syndrome”, “Respiratory Muscles”. E na língua portuguesa foram usados os seguintes descritores: “COVID-19”, “Exercícios Respiratórios”, “Qualidade de vida”, “Síndrome de Pós-COVID-19 Aguda”. Estudos adicionais não capturados pela busca foram identificados por meio de referências bibliométricas cruzadas. Como critérios de inclusão foram usados os artigos de 2020 ao ano 2025, foram ensaios clínicos randomizados e revisões sistemáticas com ou sem metanálise, os pacientes com síndrome de pós-COVID-19. Como critérios de exclusão não foram aceitos artigos de pesquisa com pacientes com outras doenças respiratórias associadas.

RESULTADOS

Foram encontrados nas bases de dados por estratégias de busca o total de 254 artigos, foram excluídos 245 artigos por estarem duplicados, que não possuíam data superior a 5 anos e artigos que eram do tipo revisão de literatura. A revisão foi realizada com um total de 9 artigos que estão descritos no Quadro 1.

Quadro 1. Extração de dados

Autores/ano	Tipo de estudo	Características de amostra	Tipos de intervenção	Principais Variáveis analisadas	Resultados significativos
Alemdaroğlu et al. ¹² (2025)	Estudo clínico prospectivo randomizado	63 Pcts com diagnóstico de pós-COVID19 Masculino=47 Feminino=16 TC=33 LIIT=30	15 sessões (3-5 por semana) TC=exercícios aeróbicos (20 min a 40% da carga máxima) LIIT=40% da carga máxima com intervalos de 3 min com carga e 1 min sem carga para LIIT	Comparar a eficácia do TC e do LIIT em exercícios aeróbicos na reabilitação pulmonar após a doença por coronavírus	TC quanto o LIIT melhorou a CV, dispnéia, taquicardia, QVRS em pacientes pós-COVID19. Pacientes em estado crítico comprometido que não conseguem tolerar o TC após a COVID-19, beneficiaram-se do LIIT.
Manzano et al. ¹³ (2024)	Ensaio clínico randomizado	64 Pcts com diagnóstico de pós-COVID19 de longa duração. (64%mulheres) GI=32 GC=32	8 semanas de treinamento GI=Treino com TMR 3x por semanas utilizando válvula Orygen-Dual, treino AE 2xsemanas GC=Treino com TMR 3x por semanas não utilizado válvula, treino AE 2x por semanas	Avaliar os efeitos da TMR a um programa de treinamento de AE na QVRS e na tolerância ao exercício em pcts pós-COVID-19 a longo prazo, e avaliar os efeitos na função física e pulmonar, e no estado psicológico	Evidenciou-se que combinar TMR com AE resultou em melhorias na força muscular respiratória, resistência dos músculos inspiratórios e fluxo expiratório máximo; no entanto, as diferenças entre os grupos não foram estatisticamente significativas para QVRS, tolerância ao exercício, estresse psicológico e capacidade de difusão pulmonar
Hoffman et al. ¹⁴ (2024)	Ensaio clínico	22 adultos jovens recuperados de COVID-19, recentemente desmamados da ventilação. GI=11 GC=11	4semanas GI=realizou 30 esforços inspiratórios dinâmicos 2x ao dia, a 50% da sua PImax na boca., GC=realizou 60 esforços inspiratórios a 10% do PImax diariamente	Avaliar os efeitos do TMI sobre biomarcadores de dano muscular, força de preensão, função respiratória e capacidade.	O GI diminuíram os biomarcadores de dano muscular e aumentaram a função respiratória e a força de preensão em pacientes recuperados da COVID após a desmame da VMI se comparado ao GC.
Elyazed et al. ¹⁵ (2024)	Estudo crontrolado randomizado	60 pcts com diagnóstico de pós-COVID19 G1(Cuidado padrao+IS)=20	8 semanas G1=IS por 10–15 minutos 2x por dia. G2= DB por 10–15 minutos 2x ao dia.	Avaliar os efeitos clínicos da IS e da DB em pacientes com condição pós-COVID	Treinamento de IS ou DB além do cuidado padrão na condição pós-COVID teve uma melhora clínica em

		G2(Cuidado padrão+DB)=20 G3(Cuidado padrão) =20	G3=cuidados padrões diários	comparação com o cuidado padrão isoladamente.	comparação com o cuidado padrão isolado.
Pallares et al. ¹⁶ (2023)	Estudo clínico randomizado	80 pacientes com diagnóstico de pós-COVID19. CT=20 TMI=17 CTTMI=23 GC=20	8 semanas CT= 3x por semana, sendo 2 dias de treinamento de Resistência (50% de 1 RM), 1 dia de LIIT; RM=treinamento de mm inspiratórios com powerbreath 7x por semana, 2x por dia. CTTMI=associado CT+TMI; GC=recomendação de exercícios do folheto da OMS.	Determinar a eficácia do exercício físico, do TMR e do folheto de recomendações de autogestão da OMS na recuperação da aptidão física, da QVRS e do estado de sintomas em pts com condições pós-COVID-19.	Treinamento individualizado e supervisionado com ou sem treinamento dos músculos inspiratórios foi seguro e mais eficaz do que recomendações de autocuidado e apenas o TMI, para recuperar a aptidão cardiovascular e muscular, melhorar a gravidade dos sintomas e o estado de saúde
Eibel et al. ¹⁷ (2022)	Estudo clínico	29 pacientes com diagnóstico de pós-COVID19. GI=15 GC=14	8 semanas GI=exercícios de TMI + exercícios de força muscular periférica+AE, 2x por semana, 60 min de sessão. GC=cuidados padrões diariamente.	efeitos PRP e funcional na CF, função pulmonar, força dos músculos respiratórios e QVRS.	O PRP e funcional melhorou na CF, na função pulmonar e na força dos músculos respiratórios em pacientes pós-COVID-19, restaurando sua QVRS.
Palau et al. ¹⁸ (2022)	Ensaio clínico	26 pacientes com diagnóstico de pós-COVID19. TMI=13 GC=13	12 semanas TMI=2x ao dia usando TMI com limiar e a manter a DB durante a sessão de treinamento. GC=Não recebeu intervenção.	Avaliar se um programa de TMI domiciliar melhora a CF máxima em pacientes com diagnóstico de pós-COVID19.	TMI esteve associada a uma melhora significativa na capacidade de exercício e qualidade de vida
Ayedi et al. ¹⁹ (2022)	Estudo prospectivo comparativo	42 pacientes recuperados da COVID-19 com sintomas persistentes. (52,4% mulheres) GI=30 GC=12	6 semanas GI=envolvendo TMR, exercício de tosse, DB, exercícios de alongamento, exercícios respiratórios e exercícios domiciliares foi aplicado 2x por semana. GC=não recebe intervenção.	Avaliar o impacto do treinamento dos músculos respiratórios nos parâmetros clínicos e funcionais em pacientes recuperados da COVID-19 com sintomas persistentes.	Houve melhora significativa dos sintomas persistentes e da tolerância ao exercício após treinamento respiratório muscular de curto prazo em pacientes que sofrem de sequelas da COVID-19.
Abodonya et al. ²⁰ (2021)	Estudo clínico experimental controlado	42 pacientes pós COVID-19 previamente internados em UTI e submetidos à VMI, posteriormente desmamados. GI=21 GC=21	2 semanas GI=foram submetidos a TMI 2x ao dia, 5x por semana. GC=não recebeu intervenção.	Avaliar a eficácia do TMI após ventilação mecânica, índice de dispneia e a QVRS em pacientes com COVID após VMI.	2 semanas de TMI melhorou as funções pulmonares, a dispneia, desempenho funcional e a QVRS em pacientes recuperados de COVID-19 na UTI pós desmame VMI.

Legenda: TC-Treinamento contínuo; LIIT-treinamento intervalado de baixa intensidade e intensidade moderada; CF-Capacidade funcional; QVRS-Qualidade de vida; GI-Grupo intervenção; GC-Grupo controle; TMR-Treinamento de músculos respiratórios; AE-Exercícios aeróbicos; Pimax-Pressão inspiratória máxima; TMI-Treinamento músculos inspiratórios; VMI-Ventilação mecânica invasiva; IS-Espirometria incentivada; DB-Respiração diafragmática; CT-Treinamento concorrente; RM-Repetição máxima; PRP- programa de reabilitação pulmonar; UTI-Unidade de terapia intensiva.

DISCUSSÃO

A doença COVID-19 é uma doença multissistêmica contraída/transmitida por gotículas expelidas pelo ar com os efeitos mais proeminentes no sistema pulmonar, essa patologia única causa danos pulmonar, caracterizado por lesão alveolar difusa e comprometimento da troca gasosa, leva a prejuízos respiratórios persistentes, incluindo redução da complacência pulmonar e diminuição da força dos músculos inspiratórios. A condição pós-COVID-19 relaciona-se à persistência de alguns desses sintomas 3 meses após a soroconversão da infecção aguda por COVID-19.

Alemdaroğlu et al¹² (2025) realizou um estudo clínico prospectivo com o objetivo de comparar a eficácia do treinamento contínuo e do treinamento intervalado de baixa intensidade e intensidade moderada na reabilitação pulmonar após covid-19, onde concluiu que tanto o treinamento contínuo quanto o treinamento intervalado de baixa intensidade e intensidade moderada melhoraram a capacidade vital, dispneia, taquicardia e qualidade de vida, já os pacientes em estado crítico com comprometimento que não conseguem tolerar o treinamento contínuo após a COVID-19, também se beneficiaram do treinamento intervalado de baixa intensidade e intensidade moderada.

As diretrizes atuais defendem particularmente a reabilitação pulmonar para sintomas pós-COVID-19, estudos recentes sugerem que o treinamento combinado dos músculos inspiratórios e expiratórios é mais eficaz do que o treinamento isolado dos músculos inspiratórios para melhorar a qualidade de vida, um desses estudos é de Manzano et al¹³(2024) que buscou avaliar a adição de treinamento de músculos respiratórios a um programa de treinamento de exercícios aeróbicos na melhora da qualidade de vida e na tolerância ao exercício em pacientes pós-COVID-19 a longo prazo, e também avaliar os efeitos na função física e pulmonar e no estado psicológico, isso evidenciou-se que combinar treinamento de músculos respiratórios com exercícios aeróbicos resultou em melhorias na força muscular respiratória, resistência dos músculos inspiratórios. Não houve interação estatisticamente significativa para qualidade de vida nem para os desfechos da função pulmonar além do fluxo expiratório máximo se comparado ao grupo de apenas exercícios respiratórios. Já Elyazed et al.¹⁵(2024) propôs avaliar em pacientes pós-covid19 os efeitos clínicos da

espirometria incentivada e da respiração diafragmática combinadas com o cuidado padrão e comparar com pacientes apenas com cuidados padrões isoladamente também por 8 semanas, evidenciando que o treinamento de espirometria incentivada, respiração diafragmática ou ambos combinados com os cuidados padrão na condição pós-COVID teve uma melhora clínica em comparação com o cuidado padrão isoladamente.

A ventilação mecânica, embora seja uma intervenção que salva vidas, também pode levar à atrofia por desuso, fraqueza e dano aos músculos respiratórios. Alguns estudos mostraram que a quantidade de dano nos músculos respiratórios pode ser avaliada medindo as concentrações de biomarcadores específicos de dano muscular esquelético, incluindo creatina quinase do tipo muscular (CKM) e isoformas de troponina I esquelética lenta e rápida, visando isso Hoffman et al.¹⁴(2024) buscou avaliar os efeitos do treinamento músculos inspiratórios sobre biomarcadores de dano muscular, força de preensão, função respiratória e capacidade, revelando que o treinamento músculos inspiratórios diminuíram os biomarcadores de dano muscular e aumentaram a função respiratória e a força de preensão em pacientes recuperados da COVID após a desmame da VMI. Em outro estudo clínico, Abodonya et al.²⁰(2021) também avaliou a eficácia do treinamento músculos inspiratórios após ventilação mecânica, porém relacionando a treinamento músculos inspiratórios a melhora do índice de dispneia e a qualidade de vida em pacientes com COVID após ventilação mecânica, em seu estudo mostrou que após 2 semanas de treinamento músculos inspiratórios houve melhora das funções pulmonares, da dispneia, do desempenho funcional e da qualidade de vida em pacientes recuperados de COVID-19 na UTI após a desmame consecutivo da ventilação mecânica.

Em outro estudo, Palau et al.¹⁸(2022) avaliou um programa de treinamento de músculos inspiratórios em ambiente domiciliar para verificar a melhora da capacidade funcional máxima em pacientes com diagnóstico de pós-COVID19 que tiveram internação prévia por pneumonia por SARS-CoV-2, onde observou-se que o Treinamento de músculos inspiratórios esteve associado a uma melhora significativa na capacidade de exercício e qualidade de vida.

Nesse estudo clínico, Pallares et al.¹⁶(2023) buscou determinar a eficácia do exercício físico, do treino de músculos respiratórios e do folheto de

recomendações de autogestão da OMS na recuperação da aptidão física, da qualidade de vida e do estado de sintomas em pessoas com condições pós-COVID-19, mostrando que o treinamento individualizado e supervisionado com ou sem treinamento dos músculos inspiratórios foi seguro e mais eficaz do que recomendações de autocuidado e apenas o treinamento dos músculos inspiratórios, para recuperar a aptidão cardiovascular e muscular, melhorar a gravidade dos sintomas e o estado de saúde.

Estudos mostram que a participação em um programa de reabilitação cardiopulmonar aumenta a qualidade de vida de pacientes com alguma doença pulmonar, Eibel et al.¹⁷(2022) buscou saber os efeitos do programa de reabilitação pulmonar e funcional na capacidade funcional, função pulmonar, força dos músculos respiratórios e a qualidade de vida. O programa de reabilitação pulmonar e funcional proporcionou uma melhora na capacidade funcional, na função pulmonar e na força dos músculos respiratórios em pacientes pós-COVID-19, restaurando sua qualidade de vida.

Ayedi et al.¹⁹(2022) avaliou o impacto do treinamento dos músculos respiratórios nos parâmetros clínicos e funcionais em pacientes recuperados da COVID-19 com sintomas persistentes, houve melhora significativa dos sintomas persistentes e da tolerância ao exercício após treinamento respiratório muscular de curto prazo em pacientes que sofrem de sequelas da COVID-19.

CONCLUSÃO

A reabilitação pulmonar apresenta impacto positivo na recuperação de pacientes com síndrome pós-COVID-19, promovendo melhora da capacidade funcional, função pulmonar e qualidade de vida, o que reforça sua relevância na prática fisioterapêutica.

Além disso, evidências apontam que programas combinados e individualizados tendem a apresentar melhores resultados quando comparados a intervenções isoladas ou apenas recomendações de autocuidado. Dessa forma, conclui-se que a reabilitação pulmonar é uma abordagem segura e eficaz no manejo das sequelas da COVID-19, sendo fundamental para a recuperação funcional e melhora da qualidade de vida dos pacientes acometidos pela síndrome pós-COVID-19.

REFÊRENCIAS

- 1- Cassar MP, Tunnicliffe EM, Petousi N, Lewandowski AJ, Xie C, Mahmood M, et al. Symptom persistence despite improvement in cardiopulmonary health: insights from longitudinal CMR, CPET and lung function testing post-COVID-19. *EClinicalMedicine*. 2021;41:101159. doi:10.1016/j.eclinm.2021.101159.
- 2- McNarry MA, Berg RMG, Shelley J, Hudson J, Saynor ZL, Duckers J, et al. Inspiratory muscle training enhances recovery post-COVID-19: a randomised controlled trial. *Eur Respir J*. 2022;60(3):2103101. doi:10.1183/13993003.03101-2021
- 3- Ortiz-Ortigosa L, Gálvez-Álvarez P, Viñolo-Gil MJ, Rodríguez-Huguet M, Góngora-Rodríguez J, Martín-Valero R. Effectiveness of pulmonary rehabilitation programmes and/or respiratory muscle training in patients with post-COVID conditions: a systematic review. *Respir Res*. 2024;25:248. doi:10.1186/s12931-024-02857-4.
- 4- WHO. Global COVID-19 Overview | WHO COVID-19 dashboard [Internet]. datadot. 2025. Available from: <https://data.who.int/dashboards/covid19/summary>
- 5- Ashraf UM, Abokor AA, Edwards JM, Waigi EW, Royfman RS, Hasan SA, et al. SARS-CoV-2, ACE2 expression, and systemic organ invasion. *Physiol Genomics*. 2020;52(12):1-60. doi:10.1152/physiolgenomics.00087.2020.
- 6- Dennis A, Wamil M, Alberts J, Oben J, Cuthbertson DJ, Wootton D, et al. Multiorgan impairment in low-risk individuals with post-COVID-19 syndrome: a prospective, community-based study. *BMJ Open*. 2021;11(3):e048391. doi:10.1136/bmjopen-2020-048391.
- 7- Al Chikhanie Y, Veale D, Schoeffler M, Pépin JL, Verges S, Hérengrt F. Effectiveness of pulmonary rehabilitation in COVID-19 respiratory failure patients post-ICU. *Respir Physiol Neurobiol*. 2021;287:103639. doi:10.1016/j.resp.2021.103639.
- 8- Soriano JB, Murthy S, Marshall JC, Relan P, Diaz JV. Characteristics and predictors of acute and chronic post-COVID syndrome: a systematic review and meta-analysis. *J Glob Health*. 2022;12:05010. doi:10.7189/jogh.12.05010.
- 9- Nalbandian A, Sehgal K, Gupta A, Madhavan MV, McGroder C, Stevens JS, et al. Post-acute COVID-19 syndrome. *Nat Med*. 2021 Apr;27(4):601-15. doi:10.1038/s41591-021-01283-z.
- 10- Frija-Masson J, Debray MP, Gilbert M, Lescure FX, Travert F, Borie R, et al. Functional characteristics of patients with SARS-CoV-2 pneumonia at 30 days post-infection. *Eur Respir J*. 2021;57(2):2003406. doi:10.1183/13993003.03406-2020.
- 11-Tozato C, Ferreira BF, Dalavina JP, Molinari CV, Alves VLS. Cardiopulmonary rehabilitation in post-COVID-19 patients: case series. *Rev Bras Ter Intensiva*. 2021;33(1):167–171. doi:10.5935/0103-507X.20210018.

- 12-Alemdaroğlu E, Önal R, Dizdar D, Güler T, Umay Altaş E, Ordu Gökkaya NK. Continuous versus low-intensity interval aerobic exercise in pulmonary rehabilitation after COVID-19. *Turk J Phys Med Rehabil*. 2025;71(3):385-394. doi:10.5606/tftrd.2025.14301.
- 13-Zemni I, Chouchane H, Boussarsar M, et al. Effects of pulmonary rehabilitation on functional capacity, pulmonary function and quality of life in post-COVID-19 patients: a randomized controlled trial. *Pan Afr Med J*. 2024;44:123. doi:10.11604/pamj.2023.44.123
- 14-Iqbal M, Hassan K, Bliss E, Whiteside EJ, Hoffman B, Mills DE. The effects of inspiratory muscle training on biomarkers of muscle damage in recovered COVID-19 patients after weaning from mechanical ventilation. *Chronic Respiratory Disease*. 2024;21:1-10. doi:10.1177/147997312
- 15-Abo Elyazed TI, Abd El-Moneim Abd El-Hakim AA, Saleh OI, Sonbol MMF, Eid HA, Moazen EM, et al. Diaphragmatic strengthening exercises for patients with post COVID-19 condition after mild-to-moderate acute COVID-19 infection: a randomized controlled study. *J Rehabil Med*. 2024;56:jrm25491. doi:10.2340/jrm.v56.25491.
- 16-Nambi G, Abdelbasset WK, Alrawaili SM, Elsayed SH, Verma A, Vellaiyan A, et al. Effects of concurrent training, respiratory muscle exercise and self-management recommendations on recovery from post-COVID-19 condition: the RECOVE study. *J Appl Physiol* (1985). 2023;134(1):96–104. doi:10.1152/jappphysiol.00489.2022.
- 17-Hockele LF, Affonso JVS, Rossi D, Eibel B. Pulmonary and functional rehabilitation improves functional capacity, pulmonary function and respiratory muscle strength in post COVID-19 patients: pilot clinical trial. *Int J Environ Res Public Health*. 2022;19(22):14899. doi:10.3390/ijerph192214899
- 18-Palau P, Domínguez E, Gonzalez C, Bondía E, Albiach C, Sastre C, et al. Effect of a home-based inspiratory muscle training programme on functional capacity in postdischarged patients with long COVID: the InsCOVID trial. *BMJ Open Respir Res*. 2022;9:e001439. doi:10.1136/bmjresp-2022-001439
- 19-Sahnoun I, Znegui T, Moussa I, Rejeb S, Ayedi Y, Hattab S, et al. Impact of respiratory muscle training on clinical and functional parameters in COVID-19 recovered patients. *Pan Afr Med J*. 2022;46:65. doi:10.11604/pamj.2023.46.65.36615
- 20-Abodonya AM, Abdelbasset WK, Awad EA, Elalfy IE, Salem HA, Elsayed SH. Inspiratory muscle training for recovered COVID-19 patients after weaning from mechanical ventilation: a pilot control clinical study. *Medicine (Baltimore)*. 2021;100(13):e25339.

