

Efeitos pós-Covid na mecânica respiratória, função pulmonar, resposta ao exercício físico e qualidade de vida

Post-Covid effects on respiratory mechanics, pulmonary function, response to physical exercise and quality of life

Efectos pos-Covid en la mecánica respiratoria, función pulmonar, respuesta al ejercicio físico y calidad de vida

Recebido: 25/10/2022 | Revisado: 09/11/2022 | Aceitado: 11/11/2022 | Publicado: 18/11/2022

Ana Clara Gomes Ricotta

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-6925-2044>
Universidade do Vale do Paraíba, Brasil
E-mail: ricottaanaclara@gmail.com

Gabriela Bueno Nunes

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3050-5766>
Universidade do Vale do Paraíba, Brasil
E-mail: gabriela.buenonunes@hotmail.com

Alessandra Fagundes de Almeida

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9601-7709>
Universidade do Vale do Paraíba, Brasil
E-mail: alefa@univap.br

Fernanda Maria Garcia Gonzaga

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4421-062X>
Universidade do Vale do Paraíba, Brasil
E-mail: gonzaga@univap.br

Maria das Graças Bastos Licurci

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4442-6911>
Universidade do Vale do Paraíba, Brasil
E-mail: glicruci@unnivap.br

Daniel Vilela Nogueira

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7365-1275>
Universidade do Vale do Paraíba, Brasil
E-mail: dano@univap.br

Resumo

Introdução: Em dezembro de 2019, a Organização Mundial da Saúde (OMS) foi comunicada a respeito de alguns casos de pneumonia de causa desconhecida detectados na cidade de Wuhan, na China. Após estudos e investigações, foi detectado o agente causador da COVID-19: o vírus SARS-CoV-2. Apesar do grande número de casos relatados de COVID-19, as sequelas deixadas pela doença ainda são pouco elucidadas. Desse modo, este estudo teve como objetivo avaliar a mecânica respiratória, função pulmonar, resposta ao exercício físico e qualidade de vida de indivíduos que foram contaminados pelo SARS-CoV-2. **Métodos:** 15 participantes passaram por avaliação de sinais vitais, pressões inspiratórias e expiratórias máximas (PIMáx; PEMáx) (Manovacúmetro Ger-Ar®), mobilidade tóraco-abdominal (cirtometria), pico de fluxo expiratório (PFE) (Peak Flow NCS®), função pulmonar (Espirômetro Microquark®), teste de caminhada de 6 minutos (TC6M), questionário Medical Research Council (MRC) e questionário de qualidade de vida (SF-36). **Resultados:** Observou-se diminuição da PIMÁX, PEMÁX, PFE, expansibilidade abdominal e distância percorrida no TC6M quando comparados aos valores preditos; com relação as respostas cardiovasculares no TC6M, questionário SF-36, escala de dispneia MRC e função pulmonar não foram observadas alterações significativas. **Palavras-chave:** COVID-19; SARS-CoV-2; Mecânica respiratória; Função pulmonar.

Abstract

Introduction: In December 2019, the World Health Organization (WHO) was informed about some cases of pneumonia of unknown cause detected in the city of Wuhan, China. After researches and investigations, the causative agent of COVID-19 was detected: the SARS-CoV-2 virus. Despite the large number of reported cases of COVID-19, the sequels left by the disease are still poorly understood. Therefore, this study aimed to evaluate the respiratory mechanics, pulmonary function, response to physical exercise and quality of life of individuals who were contaminated by SARS-CoV-2. **Methods:** 15 participants underwent assessment of vital signs, maximal inspiratory and expiratory pressures (MIP; MEP) (Ger-Ar® Manovacuometer), thoracoabdominal mobility (cirtometry), peak expiratory flow (PEF) (Peak

Flow NCS®), pulmonary function (Microquark® Spirometer), 6-minute walk test (6MWT), Medical Research Council (MRC) questionnaire and quality of life questionnaire (SF-36). *Results:* There was a decrease in MIP, MEP, PEF, abdominal expansion, and distance covered in the 6MWT when compared to predicted values; Regarding cardiovascular responses on the 6MWT, SF-36 questionnaire, MRC dyspnea scale and pulmonary function, no significant changes were observed.

Keywords: COVID-19; SARS-CoV-2; Respiratory mechanics; Pulmonary function.

Resumen

Introducción: En diciembre de 2019, la Organización Mundial de la Salud (OMS) fue informada sobre algunos casos de neumonía de causa desconocida detectados en la ciudad de Wuhan, China. Luego de estudios e investigaciones se detectó el agente causal del COVID-19: el virus SARS-CoV-2. A pesar de la gran cantidad de casos reportados de COVID-19, las secuelas que deja la enfermedad aún son poco conocidas. Por lo tanto, este estudio tuvo como objetivo evaluar la mecánica respiratoria y la función pulmonar de individuos que fueron contaminados por SARS-CoV-2. *Métodos:* 15 participantes fueron sometidos a evaluación de signos vitales, presiones inspiratorias y espiratorias máximas (MIP; MEP) (Manovacuómetro Ger-Ar®), movilidad toracoabdominal (cirtometría), flujo espiratorio máximo (PEF) (Peak Flow NCS®), función pulmonar (espirómetro Microquark®), prueba de caminata de 6 minutos (6MWT), cuestionario del Medical Research Council (MRC) y cuestionario de calidad de vida (SF-36). *Resultados:* Hubo una disminución en MIP, MEP, PEF, expansión abdominal y distancia recorrida en el 6MWT en comparación con los valores predichos; En cuanto a las respuestas cardiovasculares en el 6MWT, el cuestionario SF-36, la escala de disnea MRC y la función pulmonar, no se observaron cambios significativos.

Palabras clave: COVID-19; SARS-CoV-2; Mecánica respiratória; Función pulmonar.

1. Introdução

No final de 2019 a Organização Mundial da Saúde (OMS) foi avisada a respeito de alguns casos de pneumonia de origem desconhecida detectados na cidade de Wuhan, na China. Após algumas investigações foi identificado o novo coronavírus SARS-CoV-2, agente causador da COVID-19. Os coronavírus são uma família de vírus encontrados em diversas espécies de animais e raramente podem infectar pessoas, como é o caso do MERS-CoV. No entanto, o vírus SARS-CoV-2 foi disseminado e transmitido entre os humanos (Brasil, 2020).

Dos pacientes que apresentam a confirmação da doença, aproximadamente 80% são casos leves a moderados, 15% são casos mais graves e 5% apresentam a doença em sua forma mais crítica (Wu; McGoonan, 2020). Além disso, os casos mais graves da COVID-19 são caracterizados pela síndrome respiratória aguda grave (SARS), com taxas de mortalidade ao redor de 2,3%. Além da SARS, algumas complicações como lesão cardíaca aguda e infecção secundária podem acontecer com a piora do quadro clínico. O SARS-CoV-2 afeta principalmente as células endoteliais e alveolares, levando a uma descamação dos pneumócitos e consequente inflamação intersticial com infiltração de linfócitos e, nas formas mais graves da doença, essa cascata inflamatória pode levar a um aumento elevado das citocinas como a interleucina-2 (IL-2), IL-7 e IL-10 (Mendes et al., 2020; Brasil, 2020).

Nos casos graves de COVID-19 internados sob ventilação mecânica foi observada a presença de trombose e angiogênese, além de um aumento significativo dos níveis séricos de dímero D e endotelialite vascular pulmonar. O dímero D é um biomarcador relacionado ao aumento da inflamação, degradação da fibrina e, possivelmente, ao ferimento do endotélio vascular. Além disso, os pacientes com aumento da concentração de dímero D apresentam uma razão ventilatória maior, um importante marcador de espaço morto (Grasseli et al., 2020). Nos casos mais leves da COVID-19, o quadro clínico inicial caracteriza-se por uma síndrome gripal e podem desenvolver problemas respiratórios leves além febre persistente. No entanto, a febre pode não aparecer em pacientes mais jovens, idosos, imunossuprimidos ou sob o uso de medicamentos antitérmicos. Além disso, o paciente pode apresentar tosse, dor muscular, dor de cabeça, diarreia, náusea, rinorreia e dor de garganta (Brasil, 2020; Gomes, 2020). Outro sintoma muito comum relatado pelos pacientes com a forma mais leve da doença é a perda do paladar que, segundo estudos, é subjetivamente alterado pelo comprometimento do olfato retrorrenal e está estreitamente associada à perda olfativa, mas não à disfunção gustativa quando testado psicofisicamente (Hintschich et al., 2020).

Na recuperação física do paciente com COVID-19, internados ou não, o papel do fisioterapeuta se destaca no tratamento, prevenção e reabilitação das deficiências respiratórias e limitações funcionais das atividades de vida diária causadas pela doença. As sequelas deixadas pela COVID-19 podem ser variadas, mas, de maneira geral, estão relacionadas com a deficiência de estruturas do sistema respiratório; essas sequelas geram limitações como, por exemplo, deficiências na tolerância ao exercício e nas atividades diárias que envolvam mobilidade (Silva et al., 2020).

Pelo fato da COVID-19 ser uma doença relativamente nova, não se sabe ao certo a respeito de seus efeitos a longo prazo. No entanto, alguns estudos elucidam algumas disfunções após o tempo de internação, denominadas síndrome pós-cuidados intensivos e caracterizam-se por episódios de fadiga, disfunção muscular, dor e dispneia. Os casos mais graves da COVID-19 apresentam um processo inflamatório exacerbado e podem acarretar uma redução das capacidades e volumes pulmonares e consequente declínio da capacidade funcional. Nos pacientes submetidos a ventilação mecânica pode ocorrer ainda uma diminuição da força do diafragma e uma significativa redução da capacidade de realizar as atividades diárias e laborais (Souza et al., 2020; Geng et al., 2020).

Além do comprometimento respiratório, há também o comprometimento cardíaco em alguns indivíduos. Na fase aguda da manifestação viral ocorre o aumento da pressão arterial pelo aumento da troponina I cardíaca de alta sensibilidade. Após o vírus atacar as estruturas cardíacas, ele tende a desencadear alterações na frequência cardíaca e gerar complicações na oxigenação de outras estruturas (Zheng et al., 2020). Com o comprometimento do sistema respiratório e consequente deficiência dos músculos que participam na respiração, ocorre uma limitação das capacidades funcionais, o que dificulta a realização das atividades diárias necessárias a rotina. Algumas atividades afetadas pela doença são: capacidade de subir e descer escadas, empurrar objetos e atividades de alcance (Souza et al., 2020).

Apesar do grande número de casos relatados de COVID-19, as sequelas deixadas pela doença na mecânica respiratória ainda são pouco elucidadas. Alguns parâmetros que podem ser avaliados nos pacientes acometidos pela doença são: força muscular respiratória através das medidas dos valores de pico de fluxo expiratório e inspiratório, a mobilidade tóraco-abdominal pela cirtometria, responsável por medir a expansibilidade axilar, xifoide e abdominal, os volumes e fluxos de ar através da espirometria, as respostas cardíacas e respiratórias ao esforço pelo teste de caminhada de seis minutos e os impactos na realização das atividades de vida diária através do questionário de qualidade de vida. Após a avaliação desses parâmetros é possível comparar com os valores de normalidade e observar se há alguma alteração presente na mecânica respiratória desses pacientes.

2. Metodologia

Para a realização desse estudo foram convidados 15 (quinze) participantes pós diagnóstico de COVID-19 e que não estavam mais em isolamento médico, de ambos os gêneros, na faixa etária de 20 a 60 anos. Foram considerados os participantes com idade igual ou superior a 20 anos e inferior ou igual a 60 anos, ambos os gêneros com o diagnóstico de infecção pelo SARS-CoV-2, com exame comprobatório, que estavam recuperados da doença. Os critérios de exclusão foram: patologias respiratórias crônicas anteriores a COVID-19 (DPOC, asma, bronquiectasia, fibrose cística etc.); limitações motoras que impedissem a realização do teste de caminhada de 6 minutos; e limitações cognitivas que impedissem o participante de colaborar com a execução técnica de todos os procedimentos.

O estudo foi realizado no Laboratório de Fisioterapia Respiratória, Bloco 7, do Centro de Práticas Supervisionadas da Universidade do Vale do Paraíba (UNIVAP), situado na Avenida Shishima Hifumi, 2911, Urbanova no município de São José dos Campos.

O presente estudo foi submetido à análise do Comitê de Ética e Pesquisa (CEP) por meio da Plataforma Brasil e foi conduzido de acordo com a resolução 466/2012 do Conselho Nacional de Saúde (CNS). O estudo obteve aprovação do Comitê

de Ética e Pesquisa da UNIVAP, sob protocolo CAAE: 48047421.0.0000.5503. e, subsequentemente à aceitação dos participantes que previamente assinaram o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE).

Os materiais usados para este estudo foram: Estetoscópio da marca Premium®; Esfigmomanômetro Premium®; Oxímetro de pulso, GTech®; Antropômetro (Filizola®, Brasil); Luvas de procedimento e máscaras triplas; Espirômetro da marca Microquark®; Manovacuômetro Ger-Ar®; Fita Métrica Convencional; Questionário de Qualidade de Vida (SF36); Peak Flow (NCS®, Brasil); Escala de Percepção de Esforço (Borg).

Os indivíduos que se interessaram em participar do estudo compareceram à Universidade do Vale do Paraíba (UNIVAP) e foram apresentados todos os tópicos estudados de forma clara e detalhada. Este contato foi realizado por meio de agendamento, individualizado e com todos os cuidados de biossegurança tais como uso de vestimenta adequada, máscara, óculos de proteção ou faceshield e higienização de todo o ambiente onde foi realizado a orientação do convidado sobre o estudo.

Os pacientes foram avaliados no Laboratório de Fisioterapia Cardiorrespiratória, localizado no bloco 7 da UNIVAP. Algumas recomendações foram solicitadas a estes pacientes para uma melhor avaliação, sendo elas: não fumar, evitar beber bebidas alcoólicas e procurar não realizar atividades físicas que sejam exaustivas para o organismo um dia anterior às avaliações. Os dados clínicos do paciente como gênero, idade, altura, peso corporal e o Índice de Massa Corpórea (IMC) foram colhidos e anotados juntamente onde estavam informados os medicamentos utilizados, caso o paciente fizesse utilização de algum. Além disso, foram mensuradas a frequência respiratória (FR), frequência cardíaca (FC), saturação (SpO₂), pressão arterial sistólica (PAS) e a pressão arterial diastólica (PAD) do participante.

Para a realização da manovacuometria, ou seja, a mensuração das pressões inspiratórias (P_{Imáx}) e expiratória máximas (P_{Emáx}), os procedimentos do exame foram previamente ensinados aos indivíduos. Os participantes realizaram esforços respiratórios máximos e foram estimulados por comando verbal.

O equipamento utilizado para as mensurações de P_{Imáx} e P_{Emáx} foi o manovacuômetro da marca Ger-Ar® escalonado de -300 a + 300 cmH₂O. O bocal utilizado na avaliação foi o que já se encontra na UNIVAP, no setor de fisioterapia respiratória, este foi higienizado seguindo as normas de biossegurança entre um participante e outro. Para a mensuração da P_{Imáx} o indivíduo de início respirava normalmente por meio do manovacuômetro, pouco depois o técnico solicitava que realizasse uma expiração máxima e logo a seguir o indivíduo efetuava um esforço inspiratório máximo contra a via aérea ocluída. A posição alcançada ao fim do esforço inspiratório máximo era mantida durante um breve momento (Neder et al., 1999; Souza, 2002). Para a mensuração de P_{Emáx} o indivíduo primeiramente inspirava até alcançar sua capacidade pulmonar total e, em seguida, efetuava um esforço expiratório máximo contra a via aérea ocluída (manobra de Valsalva). A posição expiratória alcançada era mantida por um a três segundos. O valor da P_{Emáx} e P_{Imáx} são habitualmente expressos em cmH₂O (Neder et al., 1999; Souza, 2002).

A medida de Pico de Fluxo Expiratório (PFE) foi avaliada por meio do equipamento Peak Flow Meter (NCS®, Brasil) com o objetivo de analisar a força e velocidade da saída do ar de dentro dos pulmões.

O teste foi realizado com o indivíduo em sedestação. O contador do aparelho foi zerado antes de iniciar cada medida; o sujeito foi orientado a ficar com o aparelho em mãos, realizar um ciclo respiratório e em seguida uma inspiração profunda e imediatamente colocar o bocal do aparelho na boca, apertá-lo com os lábios para evitar o escape de ar e soprar o mais forte que conseguisse durante dois segundos. O procedimento foi realizado 3 vezes e foi adotado o maior valor (Neder et al., 1999; Souza, 2002).

Para a realização da cirtometria, ou seja, avaliação da mobilidade torácica pela diferença de medidas entre a inspiração e a expiração máxima, os participantes realizaram esforços respiratórios máximos e foram estimulados por comando verbal. O material utilizado foi uma fita métrica convencional e o exame de cirtometria foi realizado com o paciente em pé. Os perímetros

foram mensurados em três regiões do tórax: (1) axilar, ao nível da terceira costela, (2) xifoideana, ao nível do apêndice xifoide e da sétima cartilagem costal e (3) abdominal, ao nível da décima segunda costela.

Primeiramente, a medida realizada foi por meio da inspiração máxima efetuada pelo paciente a comando do terapeuta, que consiste na capacidade pulmonar total e, posteriormente a mensuração foi feita pela expiração máxima desenvolvida pelo indivíduo, ao nível do volume residual nas três regiões citadas anteriormente.

Para a avaliação da dispneia foram utilizadas a escala do *Medical Research Council (MRC)* e a Escala de *Borg*. A escala de *Borg* foi aplicada em repouso (antes do início do teste de caminhada de seis minutos) e ao final do teste no 6º minuto do teste. A escala MRC foi aplicada somente uma vez por informar seu grau subjetivo de dispneia em relação ao esforço físico. A escala MRC pontua o esforço percebido de maneira progressiva, ou seja, a graduação da escala é de zero a quatro, onde zero identifica falta de ar ao exercício intenso e quatro se a sensação de dispneia for percebida aos mínimos esforços. Ao passo que na Escala de *Borg* há uma variação da ausência de desconforto respiratório (seis) até o máximo de desconforto respiratório já sentido pelo paciente (vinte).

Para que o exame de função pulmonar fosse realizado, deveria ser observada a ausência de infecção respiratória nas últimas três semanas como gripe, resfriado, bronquite ou pneumonia, considerando que estas podem alterar a função pulmonar ou levar à hiperresponsividade brônquica. Entre as orientações passadas aos participantes foi informado que: não era necessário jejum; chá e café não deveriam ser ingeridos nas últimas seis horas, pelo fato destes obterem o efeito broncodilatador; não era permitida a ingestão de álcool nas últimas quatro horas; deveriam ser evitadas refeições volumosas uma hora antes do teste; não era permitido fazer uso de broncodilatadores nas últimas 12 horas; o indivíduo dever repousar de cinco a dez minutos antes do teste. (Souza, 2002). O espirômetro MicroQuark da Cosmed® foi calibrado, a temperatura verificada e os ajustes realizados. O indivíduo deveria permanecer na posição sentada durante o exame, a cabeça mantida em posição neutra e mais ou menos fixa. O bucal foi colocado sobre a língua, entre os dentes e os lábios cerrados, com o objetivo de evitar vazamentos de ar. O indivíduo foi observado e estimulado durante a manobra para que o esforço fosse mantido pelo tempo necessário. Durante o exame foram realizadas as seguintes manobras: Manobra da Capacidade Vital Lenta, Manobra da Capacidade Vital Forçada e Manobra da Ventilação Voluntária Máxima, que permitem a mensuração dos seguintes parâmetros: Capacidade Vital (CV), Capacidade Inspiratória (CI), Ventilação Voluntária Máxima (VVM), Pico de Fluxo Expiratório (PFE), entre outros dados de função pulmonar (Souza, 2002).

O teste de caminhada de 6 minutos foi realizado em área externa, em um corredor em linha reta com 30 metros de comprimento, delimitado por cones, em superfície rígida e plana com marcações no solo a cada 1 metro. O paciente foi orientado a comparecer com roupas confortáveis e calçados apropriados para caminhada, se alimentarem previamente de forma leve e não realizarem atividade física nas duas horas anteriores a aplicação do teste. Com o paciente em repouso por no mínimo dez minutos, foi realizada a avaliação dos dados vitais: pressão arterial sistólica (PAS) e diastólica (PAD), frequência respiratória (FR), frequência cardíaca (FC), saturação periférica de oxigênio (SpO₂) e escala de percepção de esforço de *Borg*. Após 2 e 4 minutos de repouso posteriores aos 6 minutos de caminhada, era feita uma nova verificação dos mesmos sinais vitais (FC, PAS, PAD, FR e SpO₂) para averiguar a recuperação do paciente ao exercício (Rodrigues, Viegas e Lima, 2002). O valor obtido de distância em metros foi comparado com as equações de predição da distância anotadas (Shoemaker, 2012). Segundo Moreira et al., (2001) e Enright e Sherril (1998) as seguintes equações determinam o nível de distância caminhada prevista para cada teste realizado para o paciente: Homens: distância TC6M (m) = (7,57 x altura cm) – (5,02 x idade) – (1,76 x peso Kg) – 309m e, Mulheres: distância TC6M (m) = (2,11 x altura cm) – (2,29 x peso Kg) – (5,78 x idade) + 667.

A qualidade de vida do paciente foi avaliada de acordo com o Medical Outcomes Study 36-Item Short-Form Health Survey (SF-36), que consiste em um questionário composto por 36 questões, traduzido e validado no Brasil em 1997, com o

objetivo de melhorar a qualidade de vida do indivíduo por meio de suas próprias percepções de como a patologia afeta suas atividades cotidianas. Cada um dos oito domínios presentes na escala de cálculos conta com um aspecto diferente, sendo eles: Estado geral de Saúde: avalia como o paciente se sente em relação à sua própria saúde; Saúde Mental: analisa os níveis de ansiedade e depressão; Aspecto Físico: verifica qual a limitação física que impede o paciente de realizar suas atividades diárias; Aspecto Social: inclui o paciente em atividade sociais; Aspecto Emocional: analisa o bem-estar psicológico do indivíduo; Capacidade Funcional: verifica a presença de limitações em suas funções; Dor: avalia sua intensidade e como ela interfere nas atividades diárias do paciente; Vitalidade: avalia a fadiga e os níveis de energia do paciente. Após o preenchimento do questionário, foi feito o cálculo por meio das somas dos valores e pontuações dos domínios e, quanto mais perto de 100, melhor era a qualidade de vida do indivíduo.

3. Resultados

Estão demonstrados abaixo os resultados obtidos dos dados antropométricos (Tabela 1), mecânica respiratória (Tabela 2), função pulmonar (Tabela 3), teste de caminhada de 6 minutos (Tabela 4) e questionário Medical Outcomes Study 36-Item Short-Form Health Survey, ou SF-36 (Tabela 5).

Tabela 1 - Caracterização da amostra (n=15).

Item	Média e Desvio padrão
Idade (anos)	30,6 ± 12,39
Altura (m)	1,64 ± 0,08
Peso (Kg)	64,8 ± 16,06
IMC (kg/m ²)	23,66 ± 4,42
Tempo pós-covid-19 (meses)	3,46 ± 11,17

Legenda: IMC=Índice de Massa Corpórea; m=metros; Kg=quilograma; kg/m²=quilograma/metro ao quadrado. Fonte: os autores.

Tabela 2 - Mecânica respiratória da amostra (n=15).

Item	Média e Desvio padrão
PFE (l/min)	429 ± 138,73
PFE predita (l/min)	473,8 ± 80,63
Diferença axilar (cm)	3,86 ± 2,47
Diferença xifoideana (cm)	3,93 ± 3,59
Diferença abdominal (cm)	1,26 ± 1,98
PIMáx (cmH ₂ O)	86,66 ± 29,43
PIMáx predita (cmH ₂ O)	104,68 ± 16,76
PEMáx (cmH ₂ O)	70,66 ± 25,48
PEMáx predita (cmH ₂ O)	108,42 ± 20,55
Escala de dispneia MRC	0,66 ± 0,70

Legenda: PFE= Pico de fluxo expiratório; l/min=litros por minuto; cm=centímetros; PIMáx=pressão inspiratória máxima; PEMáx=pressão expiratória máxima; cmH₂O=centímetros de água; MRC= Modified Medical Research Council. Fonte: os autores.

Tabela 3 - Função pulmonar da amostra (n=15).

Item	Média e Desvio padrão
VEF1 (% do previsto)	96,23 ± 5,37
CVF (% do previsto)	94,34 ± 3,04
VEF1/CVF (% do previsto)	102,02 ± 3,60
VVM (% do previsto)	93,10 ± 9,40

Legenda: VEF1 = volume expiratório forçado no primeiro segundo; CVF = capacidade vital funcional; VEF1/CVF = volume expirado no primeiro segundo sobre capacidade vital funcional (Índice Tiffeneau); VVM = volume voluntário máximo. Fonte: Autores.

Tabela 4 - Teste de caminhada de 6 minutos da amostra (n=15).

Item	Média e DP repouso	Média e DP pico	Média e DP após	Média e DP após
			2' de recuperação	4' de recuperação
Borg respiração	7,46 ±1,41	10,80 ±1,41	-	-
Borg MMII	6,60 ±1,41	11,80 ±4,94	-	-
PAS (mmHg)	112,66 ±7,07	138,66 ±35,35	125,33 ±14,14	119,33 ±14,14
PAD (mmHg)	76,66 ±0	86,66 ±14,14	81,33 ±7,07	78,00 ±7,07
FC (bpm)	78,26 ±10,60	106,20 ±40,30	93,06 ±21,21	88,73 ±19,79
SpO2 (%)	97,46 ±0,70	97,73 ±1,41	98,26 ±1,41	98,06 ±0,70
FR (irpm)	16 ±2,12	22,66 ±2,82	17,93 ±2,12	16,33 ±0,70
Distância percorrida (m)	542,73 ±103,23	-	-	-
Distância predita (m)	702,24 ± 136,40	-	-	-
Número de paradas	0	-	-	-
% do predito	77,60 ±0,63	-	-	-

Legenda: DP = desvio padrão; PAS = pressão arterial sistólica; PAD = pressão arterial diastólica; mmHg = milímetros de mercúrio; FC = frequência cardíaca; bpm = batimentos por minuto; SpO2 = saturação de pulso de oxigênio; FR = frequência respiratória; irpm = incursões respiratórias por minuto; m = metros. Fonte: Autores.

Tabela 5 - Questionário de qualidade de vida da amostra (n=15).

Item	Média obtida e Desvio padrão
Capacidade funcional	86,00 ± 38,89
Limitação por aspectos físicos	56,66 ± 0
Dor	78,73 ± 27,57
Estado geral de saúde	56,13 ± 4,94
Vitalidade	54,00 ± 17,67
Aspectos sociais	62,50 ±17,67
Aspectos emocionais	68,89 ± 23,54
Saúde mental	65,33 ± 16,97

Fonte: Autores.

4. Discussão

O vírus SARS-CoV-2, agente causador da COVID-19, afeta principalmente o sistema respiratório, apesar de outros sistemas também estarem envolvidos. Os sintomas causados pela doença podem variar desde sintomas gripais, como os casos leves e moderados, até hipóxia significativa com a SDRA (síndrome do desconforto respiratório agudo) (Yuki, et al., 2020).

Apesar dos sintomas e fisiopatologia da COVID-19 serem bem esclarecidos atualmente, suas sequelas ainda são poucos elucidadas. Desse modo, este estudo buscou investigar o cenário pós-COVID de indivíduos que foram acometidos pela doença em sua forma leve e moderada.

A amostra foi composta por participantes jovens, com média de idade de $30,6 \pm 12,39$, sendo 11 do sexo feminino (73,33%) e 4 do sexo masculino (26,66%). Além disso, a média de IMC (Índice de massa corporal) indica uma classificação normal ($23,66 \text{ Kg/m}^2 \pm 4,42$) de acordo com o CEBRIM (Centro Brasileiro de Informação sobre medicamentos, 2009). O tempo médio pós-Covid dos participantes deste estudo foi de 3,46 meses, porém, um dos participantes foi avaliado após 16 meses de infecção por SARS-CoV-2, fazendo com que o desvio padrão apresentasse um valor elevado ($\pm 11, 17$).

O valor médio obtido de pico de fluxo expiratório (PFE), mensurado pelo equipamento Peak Flow, demonstrou uma diminuição de 9,5% em relação aos valores preditos de acordo com Leiner et al. (1963). A média de PFE foi de $429,0 \pm 138,73$ l/min enquanto o valor esperado era de $473,8 \pm 80,63$ l/min. Os achados foram superiores aos valores encontrados no estudo de Chi et al. (2022), em que a média apresentou valores de 260 ± 105 l/min, o que corresponde uma diminuição de 34% a 51%. Além disso, um estudo realizado por Motta et al. (2021) demonstrou que 25% dos indivíduos com o diagnóstico de COVID-19, monitorados em ambiente domiciliar, apresentaram pico de fluxo expiratório entre 50 e 80% do previsto. Os resultados superiores encontrados neste presente estudo podem ser explicados pelo maior tempo de recuperação pós-COVID em relação aos demais.

A média obtida de diferença axilar foi de $3,86 \pm 2,47$ cm, a diferença xifoideana foi de $3,93 \pm 3,59$ cm e a diferença abdominal foi de $1,26 \pm 1,98$ cm. De acordo com Pedrini et al. (2013), indivíduos saudáveis apresentaram $6,33 \pm 1,65$ cm de diferença axilar, $5,82 \pm 1,48$ cm de diferença xifoide e $2,79 \pm 1,79$ cm de diferença abdominal quando avaliados na posição ortostática. Ao comparar os valores desses indivíduos saudáveis com os participantes do presente estudo acometidos pelo SARS-CoV-2 pode-se observar que a diferença axilar, xifoide e abdominal foi inferior em indivíduos com diagnóstico de pós-Covid, principalmente com relação a diferença axilar. Além disso, o menor valor de expansibilidade obtida nos resultados foi com relação ao nível abdominal e uma possível hipótese para esse achado, de acordo com Pedrini et al (2013), é o fato da mensuração da cirtometria a nível abdominal na posição de ortostatismo sofrer uma diminuição significativa quando comparada com a mensuração em decúbito dorsal.

Os resultados referentes a manovacuometria, responsável por avaliar a força muscular dos músculos respiratórios, demonstraram uma fraqueza dos músculos inspiratórios, avaliados pela pressão inspiratória máxima (PImáx), e fraqueza dos músculos expiratórios, avaliados pela pressão expiratória máxima (PEmáx), as médias obtidas foram comparadas com os valores preditos por Neder et al (1999). O valor de PImáx obteve uma média de $86,66 \pm 29,43$ cmH₂O, enquanto o valor esperado era de $104,68 \pm 16,76$ cmH₂O, demonstrando uma diminuição de 17,22%. A PEmáx apresentou uma média de $70,66 \pm 25,48$ cmH₂O, enquanto o valor predito era de $108,42 \pm 20,55$ cmH₂O, sendo assim uma diminuição de 34,82%. De acordo com Moreira et al. (2022), indivíduos em tratamento domiciliar da COVID-19 apresentaram uma PImáx de $108,0 \pm 63,79$ cmH₂O, sendo superior ao valor predito de $101,37 \pm 14,41$ cmH₂O. Além disso, esses participantes obtiveram uma PEmáx também superior ao predito, tendo uma média de $134,0 \pm 86,19$ cmH₂O, enquanto o esperado era $104,45 \pm 18,15$ cmH₂O. Uma possível hipótese para esse achado é o fato dos indivíduos do estudo de Moreira et al. estarem em tratamento cardiorrespiratório, melhorando suas forças musculares respiratórias.

Segundo o estudo de Alves (2021), indivíduos acometidos pelo vírus SARS-CoV-2, que não se encontravam mais em isolamento médico, apresentaram uma PImáx de $80,6 \pm 31,1$ cmH₂O enquanto o esperado era de $89,6 \pm 31,1$ cmH₂O, demonstrando uma diminuição de 10,04%; a PEmáx desses participantes também apresentou uma diminuição: o esperado era $120,4 \pm 30,5$ cmH₂O e o valor obtido foi de $71,1 \pm 26,3$ cmH₂O, dessa forma a diminuição da PEmáx foi de 40,94%. Os achados do estudo de Alves (2021) corroboraram com os resultados encontrados nesse presente estudo, demonstrando um perfil

semelhante de fraqueza dos músculos respiratórios de indivíduos com diagnóstico pós-COVID, principalmente dos músculos expiratórios.

Os valores obtidos na escala de dispneia MRC (*Medical Research Council*) demonstraram que os participantes avaliados obtiveram uma média de $0,66 \pm 0,70$ pontos, indicando uma dispneia somente em exercícios intensos, ao realizar uma marcha rápida ou ao subir aclives. Anastácio et al. (2020), analisou indivíduos quatro meses após síndrome respiratória aguda grave por coronavírus 2 (SARS-CoV-2) e observou que 84,2% dos participantes apresentaram valores menores que 2 na escala de dispneia MRC, demonstrando que grande parte das pessoas que tiveram a forma grave da doença também não apresentam sintomatologia de dispneia significativa, corroborando com os achados desse presente estudo com participantes pós-COVID em sua forma mais leve e moderada.

O exame de espirometria avaliou a função pulmonar dos indivíduos através da capacidade vital forçada (CVF), volume expiratório forçado no primeiro segundo (VEF1), Índice Tiffeneau (VEF1/CVF) e ventilação voluntária máxima (VVM). A capacidade vital forçada apresentou um valor de $94,34 \pm 3,04$ % do previsto e o volume expiratório forçado no primeiro segundo apresentou um valor de $96,23 \pm 5,37$ % do previsto, ambos os parâmetros obtiveram valores dentro da normalidade de acordo com Souza, RB (2002). O índice Tiffeneau também obteve um valor adequado ($102,02 \pm 3,60$ % do previsto). Dessa forma, os participantes não apresentaram uma média que indicasse algum distúrbio ventilatório obstrutivo ou restritivo. Com relação a ventilação voluntária máxima, os indivíduos apresentaram uma média de $93,10 \pm 9,40$ % do previsto, demonstrando também uma boa capacidade ventilatória. Um estudo realizado por Telles et al. (2021) demonstrou que indivíduos com pós-Covid sem dispneia apresentaram um valor de CVF de 85 ± 18 % do previsto, VEF1 de 90 ± 18 % do previsto e Índice de Tiffeneau de 85 ± 9 % do predito; esses achados corroboram com os dados encontrados neste presente estudo, onde a função pulmonar de indivíduos infectados por SARS-CoV-2 não apresentou alterações significativas.

O teste de caminhada de seis minutos apresentou uma média de distância percorrida de $542,73 \pm 103,23$ metros enquanto o esperado era $702,24 \pm 136,40$ metros, demonstrando uma diminuição de 22,7% em relação ao predito segundo Enright e Sherrill (1998). As respostas referentes a percepção de esforço em repouso, de acordo com a escala de Borg, demonstrou um cansaço para a respiração de $7,46 \pm 1,41$ e um cansaço para membros inferiores de $6,60 \pm 1,41$, indicando uma percepção de cansaço muito fácil para ambos os parâmetros. O Borg avaliado no esforço pico, ou seja, imediatamente ao final do sexto minuto de caminhada, obteve uma média de $10,8 \pm 1,41$ para respiração e $11,8 \pm 4,94$ para membros inferiores, demonstrando um cansaço fácil e relativamente fácil, respectivamente.

As respostas cardiovasculares no TC6M demonstraram uma PAS em repouso de $112,66 \pm 7,07$ mmHg e uma PAD em repouso de $76,66 \pm 0$ mmHg, indicando uma pressão arterial dentro da normalidade de acordo com as diretrizes brasileiras para hipertensão arterial (2020). A recuperação da pressão arterial média ao final do sexto minuto de caminhada e após dois e quatro minutos de recuperação foi considerada adequada, tendo em vista que os valores de PAS e PAD sofreram um aumento referente ao exercício físico (PAS = $138,66 \pm 35,35$ mmHg; PAD = $86,66 \pm 14,14$ mmHg) e em seguida uma diminuição decorrente do descanso em repouso (PAS = $119,33 \pm 14,14$ mmHg; PAD = $78,00 \pm 7,07$ mmHg).

A frequência cardíaca média em repouso apresentou valores dentro da normalidade ($78,26 \pm 10,60$ bpm), durante o esforço pico seu aumento foi proporcional ($106,20 \pm 40,30$ bpm) e ao final da recuperação os batimentos cardíacos diminuíram de forma adequada ($88,73 \pm 19,79$ bpm). A saturação de pulso de oxigênio e a frequência respiratória também corresponderam aos valores esperados, demonstrando uma resposta pulmonar adequada ao exercício físico. Dessa forma, pode-se afirmar que os participantes apresentaram respostas cardiovasculares, respiratórias e de percepção de esforço adequadas, no entanto, não alcançaram a distância predita. O estudo de Telles et al. (2021), realizou o teste de caminhada de 6 minutos em 116 participantes com diagnóstico de pós-Covid sem dispneia e observou uma média de 85 ± 20 % da distância prevista, além de frequência

cardíaca e saturação de pulso de oxigênio adequados durante o teste, esses dados demonstram uma concordância com os achados do presente estudo.

O questionário de qualidade de vida SF-36 obteve uma média de pontuação acima de 60 pontos nos aspectos: capacidade funcional ($86 \pm 38,89$), dor ($78,73 \pm 27,57$), aspectos sociais ($62,50 \pm 17,67$), aspectos emocionais ($68,89 \pm 23,54$) e saúde mental ($65,33 \pm 16,97$). Os demais parâmetros apresentaram uma média de pontuação inferior a 60 pontos, sendo eles: limitação por aspectos físicos ($56,66 \pm 0$), estado geral de saúde ($56,13 \pm 4,94$) e vitalidade ($54,00 \pm 17,67$). Desse modo, é possível afirmar que os participantes avaliados foram menos acometidos em suas capacidades funcionais e mais afetados no aspecto da vitalidade, no entanto, não se pode concluir que esses achados foram decorrentes da infecção por SARS-CoV-2.

5. Conclusão e Considerações Finais

Os resultados do presente estudo permitem sugerir que o pico de fluxo expiratório (PFE), pressão inspiratória máxima (PImáx), pressão expiratória máxima (PEmáx), expansibilidade abdominal e distância percorrida no teste de caminhada encontram-se diminuídos em indivíduos após infecção por SARS-CoV-2 a médio prazo quando comparadas com os valores preditos na literatura. Os parâmetros de escala de dispneia MRC, respostas cardiovasculares ao esforço, capacidade vital forçada (CVF), volume expiratório forçado no primeiro segundo (VEF1), Índice Tiffeneau (VEF1/CVF) e ventilação voluntária máxima (VVM) não apresentaram alterações significativas. Com relação ao impacto na qualidade de vida, não foi possível concluir se os aspectos mais acometidos foram decorrentes da infecção por SARS-CoV-2 ou influenciados por fatores externos.

Sugere-se que sejam realizados mais estudos com um número maior de amostras para elucidar os impactos da COVID-19 em indivíduos que apresentaram a forma leve a moderada da doença, principalmente a médio prazo da infecção. Sugere-se a investigação das possíveis causas para as alterações demonstradas na mecânica respiratória desses indivíduos como, por exemplo, através de exames de eletromiografia, exames de imagem e demais exames complementares. Além disso, testes de ergoespirometria podem ser realizados para maior compreensão e precisão das respostas hemodinâmicas ao exercício físico.

Referências

- Anastasio, F., Barbuto, S., Scarnecchia, E., Cosma, P., Fugagnoli, A., Rossi, G., & Parravicini, P. (2021). Medium-term impact of COVID-19 on pulmonary function, functional capacity and quality of life. *European Respiratory Journal*, 58(3), 1-11.
- Alves, R. P. (2021). Função respiratória, capacidade ao exercício e força muscular de pacientes pós-covid-19. *Repositório Institucional Unisagrado*, 1-34.
- Brasileiro, C. F. D. F. C. (2009). Centro Brasileiro de Informação sobre Medicamentos - CEBRIM. *Biblioteca virtual em Saúde*. https://bvsm.sau.gov.br/bvs/dicas/215_obesidade.html.
- Brasil (2020). Painel de casos de doença pelo coronavírus 2019 (COVID-19) no Brasil pelo Ministério da Saúde. *Ministério da Saúde – Secretaria de Vigilância em Saúde*. <https://www.gov.br/sau/pt-br/coronavirus>.
- Chi, L. E., da Silva Corrêa, M., Padilha, M. R., & de Carvalho, D. R. (2022). Análise do pico de fluxo expiratório, força muscular respiratória e capacidade funcional de exercício em indivíduos acometidos pelo covid-19. *Anais do Salão de Iniciação Científica Tecnológica* ISSN-2358-8446.
- Cortés-Telles, A., López-Romero, S., Figueroa-Hurtado, E., Pou-Aguilar, Y. N., Wong, A. W., Milne, K. M., & Guenette, J. A. (2021). Pulmonary function and functional capacity in COVID-19 survivors with persistent dyspnoea. *Respiratory physiology & neurobiology*, 288, 103644.
- da Silva, C. M., do Nascimento Andrade, A., Nepomuceno, B., Xavier, D. S., Lima, E., Gonzalez, I., & Neto, M. G. (2020). Evidências científicas sobre Fisioterapia e funcionalidade em pacientes com COVID-19 Adulto e Pediátrico. *Journal of Human growth and development*, 30(1), 148.
- de Souza, M. O., Santos, A. C., dos Reis Almeida, J., Santos, J. F. M., Santana, L. F., Nascimento, M. B. C., & de Souza, E. C. (2020). Impactos da COVID-19 na aptidão cardiorrespiratória: exercícios funcionais e atividade física. *Revista Brasileira de Atividade Física & Saúde*, 25, 1-5.
- Diretrizes 2020. (2020). Diretrizes Brasileiras de Hipertensão Arterial – 2020. *Revista brasileira de hipertensão*. <http://departamentos.cardiol.br/sbc-dha/profissional/revista/28-2/diretrizes-2020.pdf>.
- Geng, Y. J., Wei, Z. Y., Qian, H. Y., Huang, J., Lodato, R., & Castriotta, R. J. (2020). Pathophysiological characteristics and therapeutic approaches for pulmonary injury and cardiovascular complications of coronavirus disease 2019. *Cardiovascular Pathology*, 47, 107228.

- Gomes, C. (2020). Report of the WHO-China joint mission on coronavirus disease 2019 (COVID-19). *Brazilian Journal of Implantology and Health Sciences*, 2(3), 1-4.
- Grasselli, G., Tonetti, T., Protti, A., Langer, T., Girardis, M., Bellani, G., & Seccafico, C. (2020). Pathophysiology of COVID-19-associated acute respiratory distress syndrome: a multicentre prospective observational study. *The lancet Respiratory medicine*, 8(12), 1201-1208.
- Hintschich, C. A., Wenzel, J. J., Hummel, T., Hankir, M. K., Kühnel, T., Vielsmeier, V., & Bohr, C. (2020, September). Psychophysical tests reveal impaired olfaction but preserved gustation in COVID-19 patients. In *International forum of allergy & rhinology*. 10(9): 1105–1107.
- Leiner, G. C., Abramowitz, S. O. L., Small, M. J., Stenby, V. B., & Lewis, W. A. (1963). Expiratory peak flow rate: standard values for normal subjects. Use as a clinical test of ventilatory function. *American Review of Respiratory Disease*, 88(5), 644-651.
- Mendes, B. S., Tessaro, L. M., Farinaci, V. M., de Andrade Moreira, V., & da Silva Sardenberg, R. A. (2020). Covid-19 & SARS. *Ulakes Journal of Medicine*, 1(EE): 41-49
- Moreira, M. A. C., Moraes, M. R. D., & Tannus, R. (2001). Teste da caminhada de seis minutos em pacientes com DPOC durante programa de reabilitação. *Jornal de Pneumologia*, 27, 295-300.
- Moreira, N. G. R., Licurci, M. D. G. B., Nogueira, D. V., de Almeida Fagundes, A., & Costa, M. S. (2022). Comparação da mecânica respiratória e performance muscular entre indivíduos curados de SARS-CoV-2 com tratamento domiciliar e tratamento hospitalar. *Research, Society and Development*, 11(5), e58011527816-e58011527816.
- Motta, L. P., Silva, P. P. F. D., Borguezan, B. M., Amaral, J. L. M. D., Milagres, L. G., Bóia, M. N., & Melo, P. L. D. (2021). An emergency system for monitoring pulse oximetry, peak expiratory flow, and body temperature of patients with COVID-19 at home: Development and preliminary application. *PLoS One*, 16(3), e0247635.
- Neder, J. A., Andreoni, S., Lerario, M. C., & Nery, L. E. (1999). Reference values for lung function tests: II. Maximal respiratory pressures and voluntary ventilation. *Brazilian journal of medical and biological research*, 32, 719-727.
- Pedrini, A., Gonçalves, M. A., Leal, B. E., Yamaguti, W. P. D. S., & Paulin, E. (2013). Comparação entre as medidas de cirtometria tóraco-abdominal realizadas em decúbito dorsal e em ortostatismo. *Fisioterapia e Pesquisa*, 20, 373-378.
- Rodrigues, S. L., & Assis Viegas, C. A. D. (2002). Estudo de correlação entre provas funcionais respiratórias e o teste de caminhada de seis minutos em pacientes portadores de doença pulmonar obstrutiva crônica. *Jornal de pneumologia*, 28, 324-328.
- RB, S. (2002). Pressões respiratórias estáticas máximas. *J pneumol*, 28(Suppl 3), S155-65.
- Shoemaker, M. J., Curtis, A. B., Vangsnes, E., & Dickinson, M. G. (2012). Triangulating clinically meaningful change in the six-minute walk test in individuals with chronic heart failure: a systematic review. *Cardiopulmonary physical therapy journal*, 23(3), 5.
- Yuki, K., Fujiogi, M., & Koutsogiannaki, S. (2020). COVID-19 pathophysiology: A review. *Clinical immunology*, 215, 108427.
- Zheng, Y. Y., Ma, Y. T., Zhang, J. Y., & Xie, X. (2020). COVID-19 and the cardiovascular system. *Nature reviews cardiology*, 17(5), 259-260.