

Teste Cardiopulmonar de Exercício após COVID-19: Relatos de Casos de Esportistas com Recuperações Distintas

Cardiopulmonary Exercise Test after COVID-19: Case Reports of Exercisers with Different Recoveries

Mauricio Milani¹, Juliana Goulart Prata Oliveira Milani^{1,2}, Graziella França Bernardelli Cipriano^{2,3},
Gerson Cipriano Junior^{2,3}

1. Fitcordis Serviços em Medicina do Exercício, Brasília, DF - Brasil
2. Programas de Pós-Graduação em Ciências e Tecnologias em Saúde e Ciências da Reabilitação - Faculdade Ceilândia (FCE)/ Universidade de Brasília (UnB), Brasília, DF - Brasil
3. Grupo de Pesquisa em Reabilitação Cardiorrespiratória (GPRC) - Faculdade Ceilândia (FCE)/ Universidade de Brasília (UnB), Brasília, DF - Brasil

Correspondência:

Mauricio Milani
Fitcordis Medicina do Exercício
SGAS 915, Advance Sala 16 S2, Asa Sul.
Brasília, DF - Brasil
milani@medicinadoexercicio.com

Recebido em 08/03/2021
Aceito em 10/04/2021

DOI: <https://doi.org/10.29327/22487.27.1-6>

Resumo

O teste cardiopulmonar de exercício (TCPE) pode ser utilizado em atletas ou esportistas recuperados da COVID-19 para diferenciar sintomas gerados pelo descondicionamento físico daqueles decorrentes de lesões cardiopulmonares residuais, o que é clinicamente muito relevante, especialmente no retorno à prática esportiva após o quadro viral. Porém, o padrão de resposta ao TCPE após recuperação da COVID-19 é incerto. Neste contexto, realizamos o relato de caso de dois esportistas com quadro de COVID-19 com alterações tomográficas pulmonares, que apresentaram recuperações funcionais diferentes, apresentando comportamentos distintos em relação às respostas ao TCPE. Mesmo apresentando características clínicas prévias semelhantes, enquanto o destreinamento foi determinante para limitação ao exercício no caso 1, no caso 2, a limitação foi pulmonar.

Palavras-chave: Teste Cardiopulmonar de Exercício; COVID-19; Coronavírus; Relato de Caso.

Abstract

Cardiopulmonary exercise test (CPET) can be used in athletes or exercisers recovered from COVID-19 to differentiate symptoms generated by physical deconditioning from those resulting from residual cardiopulmonary injuries, which is clinically relevant, especially in the return to sports after the viral infection. However, the pattern of CPET response after recovery from COVID-19 is uncertain. In this context, we reported the cases of two exercisers with COVID-19 and abnormal pulmonary tomography, who presented opposite functional recoveries, presenting different behaviors in relation to the responses to the CPET. Even with similar previous clinical characteristics, while detraining was the limiting factor in case 1, in case 2, the limitation was pulmonary.

Keywords: Cardiopulmonary Exercise Test; COVID-19; Coronavirus; Case Report.

Introdução

O teste cardiopulmonar de exercício (TCPE) possui utilidade clínica e científica para a avaliação de indivíduos sintomáticos, auxiliando no diagnóstico

diferencial de dispneia e da limitação funcional, os quais podem apresentar etiologia no sistemas cardiovascular, pulmonar, muscular periférica (descondicionamento físico) e metabólico.¹ Adicionalmente, o TCPE permite realizar a medida direta do consumo de oxigênio (VO₂)

máximo ou pico, sendo este o padrão-ouro para a avaliação da aptidão cardiorrespiratória (ACR). Em atletas ou esportistas recuperados da COVID-19, a diferenciação de sintomas pelo descondicionamento daqueles decorrentes de lesões cardiopulmonares e metabólicas residuais é clinicamente relevante, especialmente no retorno à prática esportiva posteriormente ao quadro viral. Neste sentido, o TCPE tem sido indicado na avaliação destes indivíduos acometidos por COVID-19, antes do retorno às rotinas de treinos e competições.²

O padrão de resposta ao TCPE dos pacientes recuperados de COVID-19 ainda é pouco conhecido. A única série de casos recentemente publicada, demonstrou em um grupo de 10 pacientes (três moderados, dois graves e cinco críticos), 30 dias após a alta hospitalar, que apesar de todos apresentaram função pulmonar dentro dos valores de normalidade pela espirometria, e três apresentarem redução, por meio da difusão pulmonar para o monóxido de carbono, estes apresentaram VO_{2max} média de 66,2% do predito.³

Um estudo realizado seis meses após o quadro de síndrome da angústia respiratória grave (SARS),⁴ causada por outro coronavírus, revelou alterações no TCPE em 12 dos 16 pacientes avaliados, sendo sete por descondicionamento físico, três por limitações cardíacas, um por limitação ventilatória e um por miopatia. Neste estudo, a presença de queda da oximetria de pulso no esforço ocorreu em três pacientes (19%), que pode ter sido atribuída a uma redução na capacidade difusiva.³ Um outro estudo, realizado em pacientes após três meses da alta hospitalar por SARS,⁵ não revelou nenhum caso de limitação ventilatória ao esforço no TCPE, apesar de 48% terem alterações leves na espirometria de repouso. Neste estudo, a queda da oximetria de pulso em exercício, também foi observada em quatro dos 44 pacientes (9%) avaliados. Os autores deste estudo concluíram que a etiologia da limitação ao esforço físico foi predominantemente extrapulmonar, possivelmente por descondicionamento físico ou secundária à miopatia do doente crítico. Ressalta-se que neste estudo, todos pacientes haviam sido internados durante a fase aguda da doença viral, sendo que 10 pacientes (22%) tiveram admissão em unidade de terapia intensiva e sete necessitaram de ventilação mecânica.⁵ Os trabalhos prévios em pacientes com SARS^{4,5} demonstraram grande heterogeneidade no mecanismo de limitação funcional

ao esforço após a recuperação da doença e estima-se que achados parecidos devam ser observados nos pacientes com quadro de COVID-19, o que reforça a importância de estudos sobre o TCPE nesta nova situação clínica.

Desta forma, o objetivo deste trabalho foi apresentar dois casos de pacientes esportistas com quadros de COVID-19 e com alterações tomográficas significativas na fase aguda da doença viral, porém distintas recuperações funcionais e diferentes respostas ao TCPE.

Caso 1

Paciente de 44 anos, praticante de triatlo, previamente hígido e sem comorbidades, apresentou caso de COVID-19 com febre e sintomas de cansaço, porém sem evidências de redução da oximetria de pulso em repouso. A tomografia apresentou alterações significativas, com descrição de múltiplos focos de opacidades pulmonares em vidro fosco, mais evidentes nos lobos inferiores, em grau moderado a grave (figura 1). Em virtude da presença de alterações tomográficas superiores a 50%, o quadro foi classificado como grave.⁶

O paciente referiu melhora após 15 dias de evolução do quadro clínico e com 40 dias procurou nosso serviço para avaliação médica pré-participação esportiva, com o objetivo de reinício das rotinas de treinamento. O eletrocardiograma e ecocardiograma foram normais e o paciente foi submetido ao TCPE. O exame não apresentou alterações cardiopulmonares, nem queda da oximetria em esforço, sendo considerada como periférica a limitação ao esforço físico. Não houve diferença na espirometria em repouso realizado antes do esforço. O exame atual e o previamente realizado (dois anos e nove meses antes) estão descritos na tabela 1 e ilustrados na figura 2.

Embora tenha ocorrido redução de $5 \text{ mL.kg}^{-1}.\text{min}^{-1}$ no VO_{2max} entre os TCPE, ambos os valores estavam dentro dos limites da normalidade para a faixa etária.⁷ Verificamos ainda um aumento da frequência cardíaca pico e do quociente respiratório pico, além de redução do equivalente ventilatório de gás carbônico (VE/VO_{2slope}). Não observamos piora no equivalente ventilatório de oxigênio pico (VE/VO_{2pico}) e nem na relação ventilação pico sobre ventilação voluntária máxima (VE_{pico}/VVM).

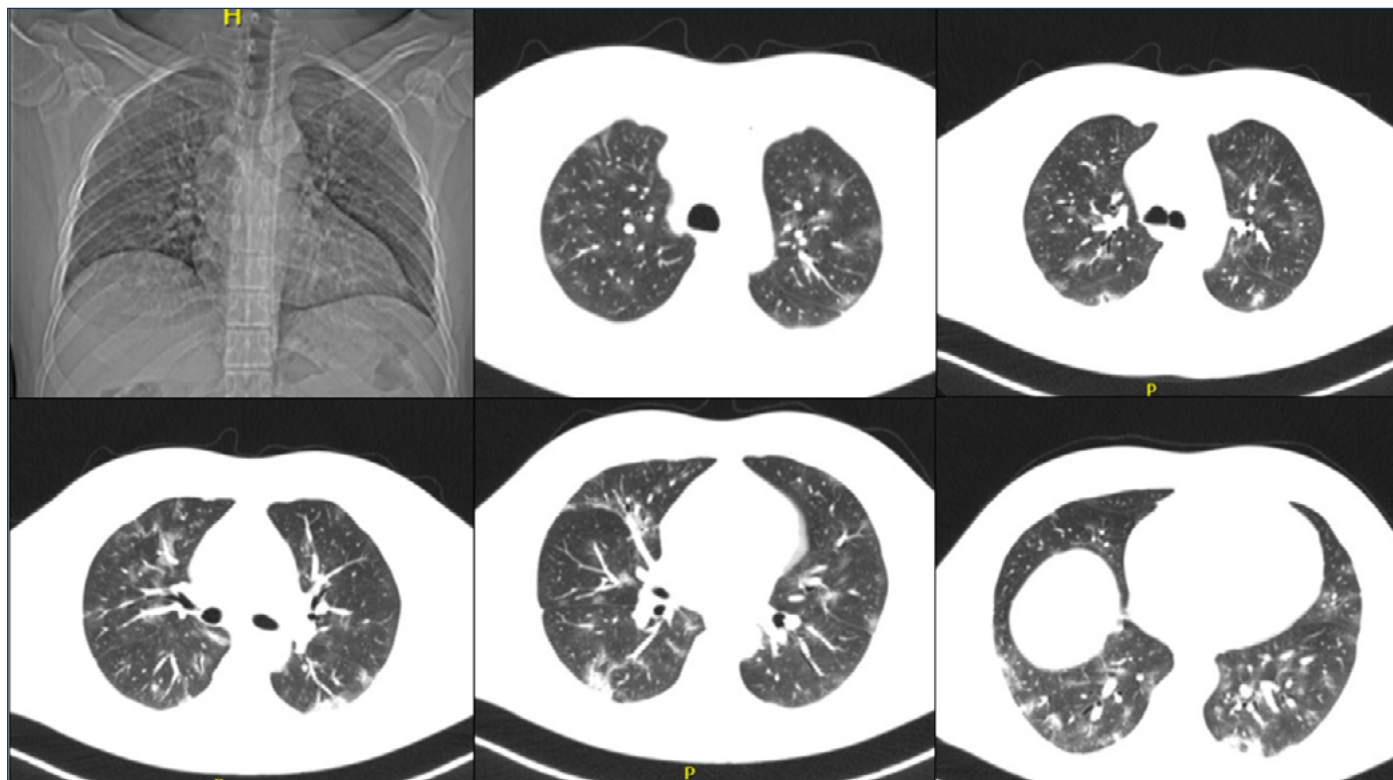


Figura 1 - Tomografia do caso 1 realizada na fase aguda da COVID-19.

Tabela 1. Variáveis no teste cardiopulmonar de exercício prévio (dois anos e nove meses) e atual (40 dias de evolução da COVID-19) no caso 1.

Variável	Prévio	Pós-COVID-19
Peso (kg)	79,3	81,2
VO _{2max} (L.min ⁻¹)	3,28	2,96
VO _{2max} (mL.kg ⁻¹ .min ⁻¹)	41,5	36,5
Ventilação pico (L.min ⁻¹)	148,6	133,2
Ventilação pico/VVM (%)	112	89
VEF1 (L) e percentual do predito (%)	3,33 (89%)	3,74 (102%)
Quociente respiratório pico	1,11	1,22
Aptidão cardiorrespiratória*	Entre P50 e P75	Entre P25 e P50
Carga pico (velocidade e inclinação)	13,2 km/h a 4%	12,2 km/h a 3,5%
Frequência cardíaca pico (bpm)	168	176
VE/VCO _{2slope}	40,2	34,6
VE/VO _{2pico}	43,8	43,5
OUES	3.177	3.047
Pulso de oxigênio (mL.bat ⁻¹)	19,7	17,0
VO ₂ do LA (mL.kg ⁻¹ .min ⁻¹)	26,7	23,9

LA: Limiar anaeróbico; OUES: *Oxygen uptake efficiency slope*; P: Percentil; VCO₂: produção de gás carbônico; VE: ventilação; VEF1: volume expirado forçado no primeiro segundo; VO₂: consumo de oxigênio. VVM: Ventilação voluntária máxima.

* Classificação por percentil de acordo com Milani et al.⁷

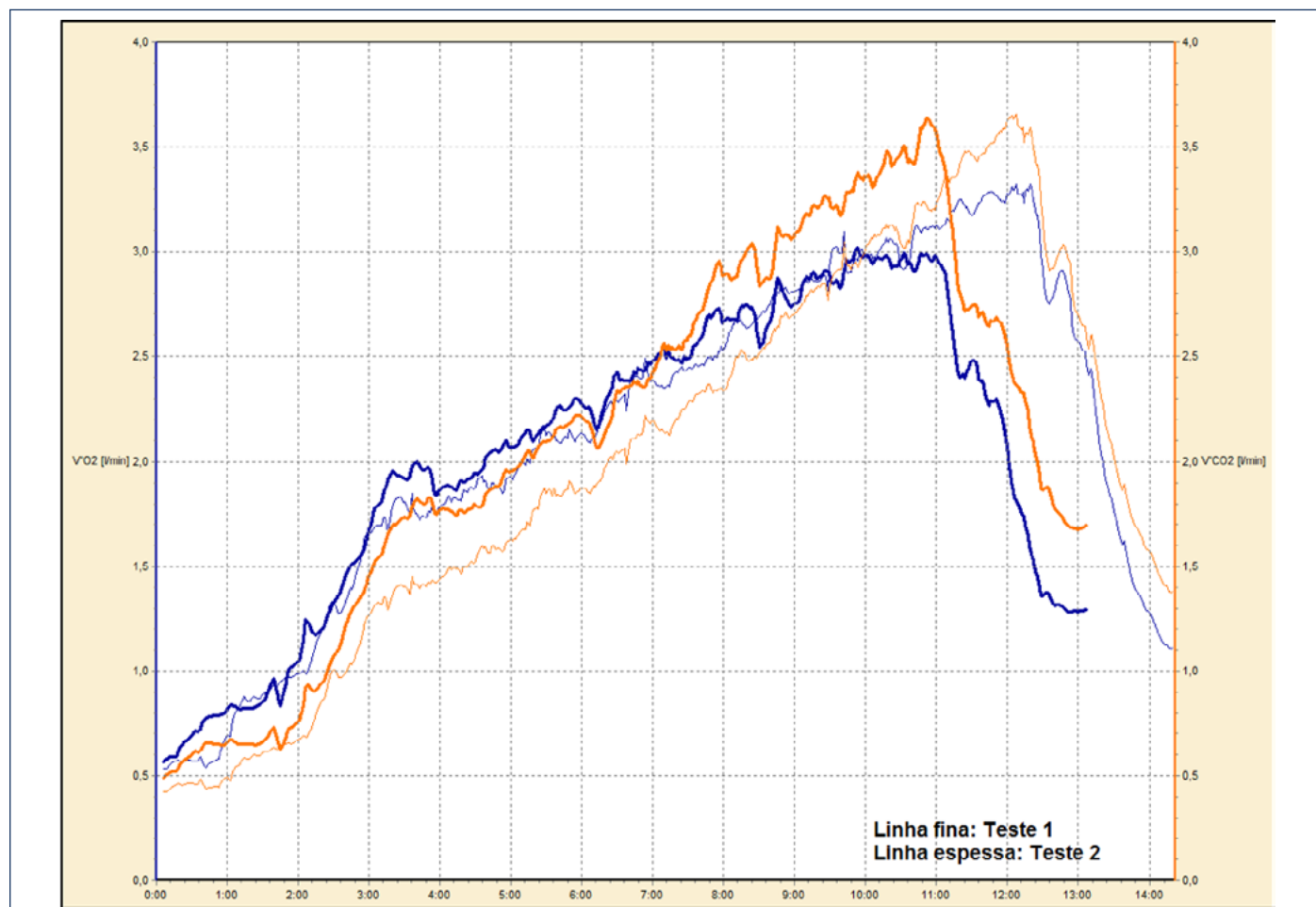


Figura 2 - Gráfico do consumo de oxigênio (VO_2) e da produção de gás carbônico (VCO_2) nos testes cardiopulmonares de exercício.

Caso 2

Paciente de 54 anos, praticante de ciclismo, previamente hígido e sem comorbidades, apresentou caso de COVID-19 classificado como grave⁶ em virtude da presença de queda significativa da oximetria de pulso. O paciente permaneceu internado na fase aguda da doença e houve necessidade de oxigenioterapia suplementar e uso de ventilação não-invasiva. A tomografia pulmonar revelou acometimento em vidro fosco acima de 50% e a angiotomografia não evidenciou fenômenos tromboembólicos.

O paciente manteve sintoma prolongado de cansaço após a alta hospitalar e procurou nosso serviço para avaliação médica após 30 dias do quadro. O

eletrocardiograma e ecocardiograma foram normais e o paciente foi submetido ao TCPE. O exame apresentou limitação pulmonar ao esforço, com queda da oximetria de pulso no esforço abaixo de 85%. O exame atual e o previamente realizado (oito anos e três meses antes) estão descritos na tabela 2 e ilustrados na figura 3.

Neste caso, observamos uma significativa redução do $\text{VO}_{2\text{max}}$ entre os TCPE ($-17,5 \text{ mL} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$), sendo que o exame atual ficou com o valor abaixo dos limites da normalidade para a faixa etária⁷ e o teste foi interrompido por dispnéia. Opostamente, verificamos neste caso uma redução da frequência cardíaca pico, da ventilação pico e do OUES, além de discreto aumento do $\text{VE}/\text{VCO}_{2\text{slope}}$, porém maior aumento do $\text{VE}/\text{VO}_{2\text{pico}}$.

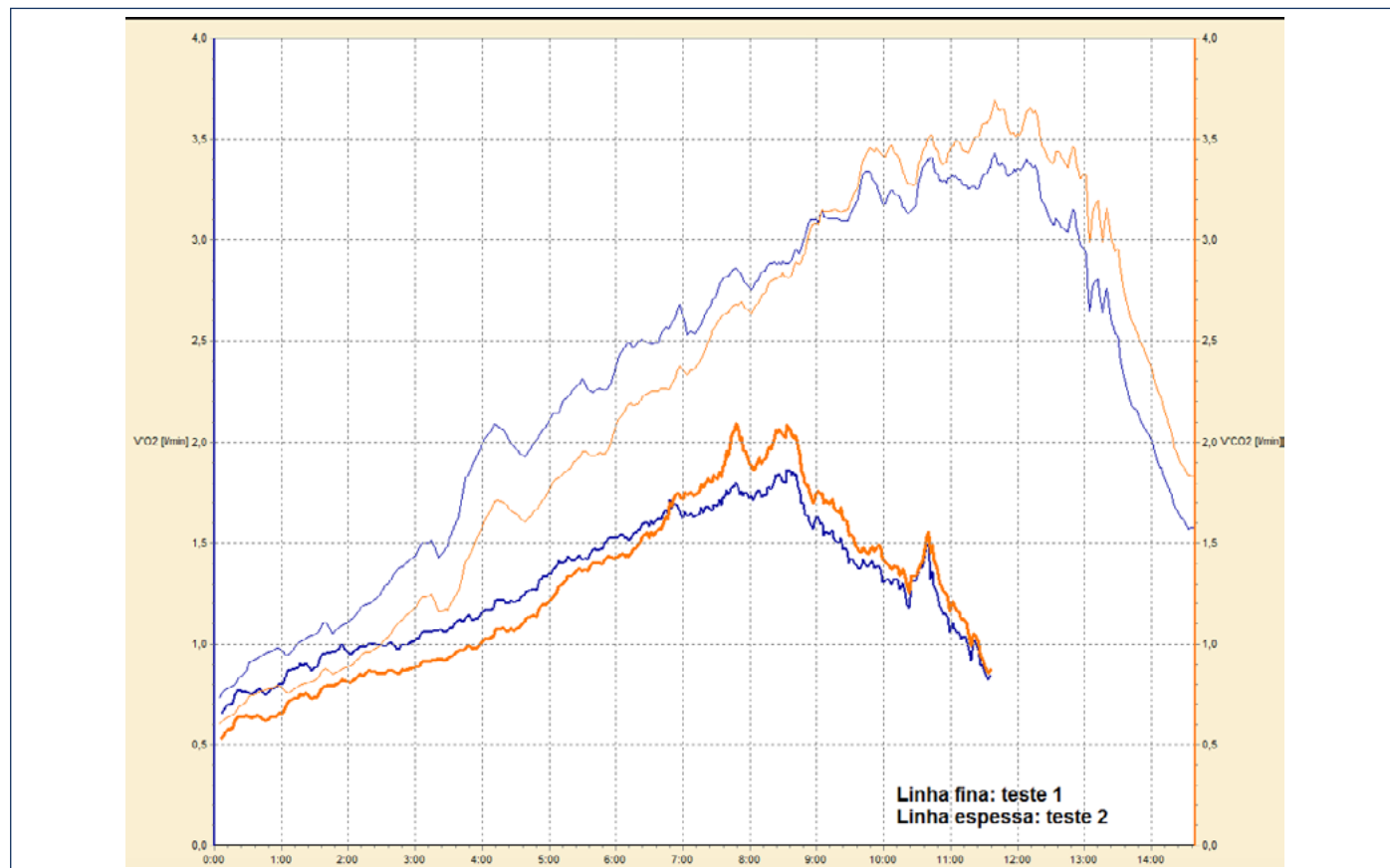


Figura 3 - Gráfico do consumo de oxigênio (VO_2) e da produção de gás carbônico (VCO_2) nos testes cardiopulmonares de exercício do caso 2.

Tabela 2. Variáveis no teste cardiopulmonar de exercício prévio (oito anos e três meses) e atual (30 dias de evolução da COVID-19) no caso 2.

Variável	Prévio	Pós-COVID-19
Peso (kg)	85,4	81,7
VO_{2max} ($L \cdot min^{-1}$)	3,36	1,82
VO_{2max} ($mL \cdot kg^{-1} \cdot min^{-1}$)	39,6	22,1
Quociente respiratório pico	1,08	1,17
Ventilação pico ($L \cdot min^{-1}$)	126,3	76,7
Aptidão cardiorrespiratória*	Entre P50 e P75	Abaixo de P5
Carga pico (velocidade e inclinação)	15,1 km/h a 4%	6,8 km/h a 3%
Frequência cardíaca pico (bpm)	176	156
VE/VCO_{2slope}	31,1	32,1
VE/VO_{2pico}	36,5	40,4
OUES	3.689	2.086
Pulso de oxigênio ($mL \cdot bat^{-1}$)	9,1	11,6
VO_2 do LA ($mL \cdot kg^{-1} \cdot min^{-1}$)	24,8	14,9

LA: Limiar anaeróbico; OUES: *Oxygen uptake efficiency slope*; P: Percentil; VCO_2 : produção de gás carbônico; VE: ventilação; VO_2 : consumo de oxigênio.

* Classificação por percentil de acordo com Milani et al.⁷

Discussão

Os casos reportados ilustram diferentes respostas ao TCPE após o quadro de COVID-19, sendo observada uma rápida recuperação no caso 1 e uma lenta recuperação, com limitação funcional residual, no caso 2. Esta heterogeneidade de resposta ao TCPE parece se assemelhar àquelas observadas nos estudos após SARS.^{4,5}

Considerando as atividades esportivas realizadas por ambos os voluntários, que apresentavam uma capacidade cardiorrespiratória inicial elevada, a qual tem sido inclusive associada a um efeito protetivo quanto aos eventos de hospitalização em decorrência da COVID-19,⁸ verificamos uma recuperação bastante distinta entre os casos apresentados.

Caso 1

A redução observada no $\text{VO}_{2\text{max}}$ entre os TCPE foi provavelmente decorrente da perda de condicionamento físico pela interrupção do treinamento em virtude do quadro infeccioso. As alterações na FC pico e $\text{VE}/\text{VCO}_{2\text{slope}}$, além da manutenção do $\text{VE}/\text{VO}_{2\text{pico}}$, sugerem, ainda, uma resposta cardíaca cronotrópica adequada e uma capacidade difusiva preservada, assim como a ventilação pico e o OUES sugerem a preservação da capacidade e função pulmonares.

Como o intervalo entre os exames foi longo, outros fatores também podem estar envolvidos, como a própria redução dos treinos pela pandemia antes do quadro de infecção e oscilações do treinamento no período. Importante ressaltar que o efeito do intervalo de dois anos e nove meses entre os exames, em termos de envelhecimento cronológico, não explicam a magnitude da redução, pois equações preditivas do $\text{VO}_{2\text{max}}$ em amostras nacionais^{9,10} sugerem reduções anuais de 0,21 a 0,25 $\text{mL.kg}^{-1}.\text{min}^{-1}$, o que seria equivalente a redução do $\text{VO}_{2\text{max}}$ entre 0,57 a 0,68 $\text{mL.kg}^{-1}.\text{min}^{-1}$ no período.

A pequena redução da ACR, ausência de sinais de limitação ventilatória e cardiovascular, ausência de queda da oximetria em esforço e ausência de espirometria alterada, apesar das importantes alterações tomográficas pulmonares na fase aguda da doença, indicam uma excelente recuperação funcional do quadro de COVID-19 neste paciente.

Caso 2

Neste caso, observamos uma redução significativa do $\text{VO}_{2\text{max}}$ entre os TCPE, sendo a redução provavelmente decorrente de sequela residual da doença pulmonar viral. Outros mecanismos também podem estar envolvidos na redução, como destreinamento e outros, porém como a limitação ao esforço físico foi de etiologia pulmonar, este pode ser considerado o fator preponderante. A menor FC pico atingida sugerem um menor recrutamento da resposta cardíaca cronotrópica, achado habitual na limitação pulmonar.¹ Notou-se redução da ventilação pico, discreto aumento do $\text{VE}/\text{VCO}_{2\text{slope}}$ e maior aumento do $\text{VE}/\text{VO}_{2\text{pico}}$, o que sugerem uma piora da resposta ventilatória e da capacidade difusiva.¹

Do mesmo modo que citado no caso 1, o envelhecimento cronológico no período teria uma redução estimada do $\text{VO}_{2\text{max}}$ de 1,73 a 2,06 $\text{mL.kg}^{-1}.\text{min}^{-1}$, ou seja, pouco significativa diante dos valores apresentados, o que sugere que a redução da capacidade funcional deve ter ocorrido pela lesão pulmonar residual, podendo estar também associada à piora do metabolismo muscular e redução da eficiência mecânica.¹¹ A redução da OUES, por sua vez, pode estar associada a limitações multifatoriais, em decorrência de alterações do sistema pulmonar, circulatório ou metabólico.^{1,12} Secundariamente, a redução observada no VO_2 no limiar anaeróbico podem estar relacionadas a limitações da musculatura esquelética, incluindo exacerbação da resposta dos ergo receptores musculares.¹³

O impacto da COVID-19 na capacidade cardiorrespiratória parece possuir causas multifatoriais, podendo afetar indivíduos atletas de modo extremamente diferente, mesmo apresentando características clínicas prévias semelhantes. Enquanto o destreinamento parece ter sido o fator etiológico da limitação ao esforço físico no caso 1, a limitação pulmonar com queda da oximetria de pulso foi determinante no caso 2.

Limitação

O presente estudo apresentou dois casos com respostas diferentes no intuito do consubstanciar a análise clínica de testes cardiopulmonares no ambiente clínico e científico. Estudos com maior número e diferentes gravidades de pacientes são fundamentais para o melhor entendimento dos perfis e dos mecanismos fisiopatológicos envolvidos na limitação da

capacidade ao exercício em pacientes recuperados de COVID-19.

Outra limitação do estudo seriam os intervalos entre os TCPE comparados (dois anos e nove meses no caso 1; oito anos e três meses no caso 2), pois oscilações da ACR podem ocorrer em esportistas por variações na rotina de treinamento. Este fator pode ter sido mais relevante no caso 1, porém, a grande redução patológica da ACR no caso 2 requer a presença de doença clínica e, no intervalo dos exames realizados, o único histórico foi o quadro de COVID-19 reportado.

Potencial Conflito de Interesse

Os autores declaram não haver potenciais conflitos de interesse.

Fontes de Financiamento

O presente estudo não teve fontes de financiamento externas.

Referências:

1. Herdy AH, Ritt LE, Stein R, Araujo CG, Milani M, Meneghelo RS, et al. Teste Cardiopulmonar de Exercício: Fundamentos, Aplicabilidade e Interpretação. *Arq Bras Cardiol.* 2016;107(5): 467-81. doi: 10.5935/abc.20160171.
2. Colombo CSSS, Leitão MB, Avanza Jr. AC, Borges SF, Silveira AD, Braga F, et al. Posicionamento sobre Avaliação Pré-Participação Cardiológica após a COVID-19: Orientações para Retorno à Prática de Exercícios Físicos e Esportes – 2020. *Arq Bras Cardiol.* 2020; [online]. ahead print, PP.0-0.
3. Gao Y, Chen R, Geng Q, Mo X, Zhan C, Jian W, et al. Cardiopulmonary Exercise Testing Might Be Helpful for Interpretation of Impaired Pulmonary Function in Recovered COVID-19 Patients. *Eur Respir J.* 2021; 57 (1): 2004265. doi: 10.1183/13993003.04265-2020. doi: 10.1183/13993003.04265-2020.
4. Chan VL, Lam JY, Leung WS, Lin AW, Chu CM. Exercise Limitation in Survivors of Severe Acute Respiratory Syndrome (SARS). *Chest.* 2004; 126 (4):737S. doi: 10.1378/chest.126.4_MeetingAbstracts.737S.
5. Ong KC, Ng AW, Lee LS, Kaw G, Kwek SK, Leow MK, et al. Pulmonary Function and Exercise Capacity in Survivors of Severe Acute Respiratory Syndrome. *Eur Respir J.* 2004; 24 (3): 436-42. doi: 10.1183/09031936.04.00007104.
6. COVID-19 Treatment Guidelines Panel [homepage na internet]. Coronavirus Disease 2019 (COVID-19) Treatment Guidelines. National Institutes of Health [Acessado em 03/03/2021]. Disponível em: <https://www.covid19treatmentguidelines.nih.gov/>.
7. Milani M, Milani JGPO, Cipriano GFB, Cipriano Junior G. Aptidão Cardiorrespiratória de Indivíduos Saudáveis na Região Centro-Oeste do Brasil. *Rev DERC.* 2020; 26 (3): 139-47. doi: 10.29327/22487.26.3-4.
8. Brawner CA, Ehrman JK, Bole S, Kerrigan DJ, Parikh SS, Lewis BK, et al. Inverse Relationship of Maximal Exercise Capacity to Hospitalization Secondary to Coronavirus Disease 2019. *Mayo Clin Proc.* 2021; 96 (1): 32-9. doi: 10.1016/j.mayocp.2020.10.003.
9. Almeida AE, Stefani Cde M, Nascimento JA, Almeida NM, Santos Ada C, Ribeiro JP, et al. Equação de Predição do Consumo de Oxigênio em uma População Brasileira. *Arq Bras Cardiol.* 2014; 103 (4): 299-307. doi: 10.5935/abc.20140137.
10. Rossi Neto JM, Tebexreni AS, Alves ANF, Abreu FB, Nishio PA, Thomazi MC, et al. Categorias de Aptidão Física Baseadas no VO_{2max} em População Brasileira com Suposto Alto Nível Socioeconômico e sem Cardiopatia Estrutural. *Arq Bras Cardiol.* 2020; 115 (3): 468-77. doi.org/10.36660/abc.20190189.
11. Böning D, Maassen N, Steinach M. The Efficiency of Muscular Exercise. *Dtsch Z Sportmed.* 2017; 68: 203-14. doi:10.5960/dzsm.2017.295.
12. Agostoni P, Gugliandolo P, Campodonico J. Inside OUES: fact or fiction? *Eur J Prev Cardiol.* 2019; 26 (2): 174-6. doi: 10.1177/2047487318814977.
13. Arena R, Sietsema KE. Cardiopulmonary Exercise Testing in the Clinical Evaluation of Patients with Heart and Lung Disease. *Circulation.* 2011; 123 (6): 668-80. doi: 10.1161/CIRCULATIONAHA.109.914788.