

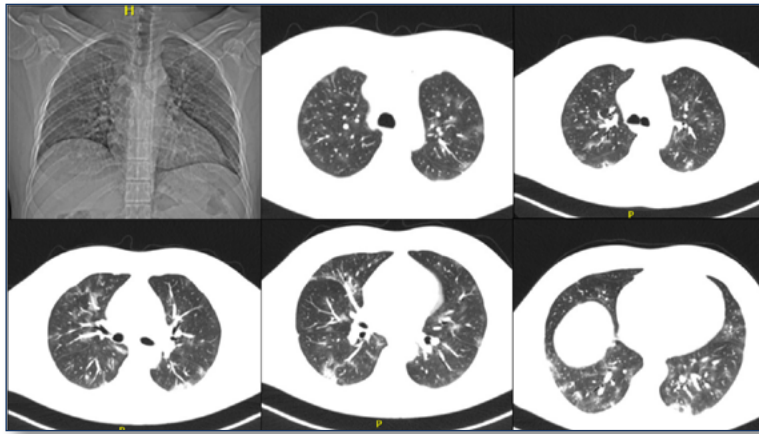


# Revista do DERC



ANO 2021 | VOLUME 27 | NÚMERO 1

ISSN 2177-3564



**Figura 1 - página 42.**

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

- **Reabilitação da COVID-19 na Atenção Primária do Sistema Brasileiro de Saúde Pública**
- **Os Efeitos do Exercício Físico no Metabolismo e no Desempenho Aeróbico**
- **Os Efeitos da Pandemia pelo SARS-CoV-2 na Inatividade Física de Médicos Residentes**
- **Jogadores Amadores de Futebol Americano Apresentam Redução na Aptidão Cardiorrespiratória**
- **Dispneia a Esclarecer - O Auxílio do Teste Cardiopulmonar na Identificação de Broncoespasmo Exacerbado pelo Exercício**
- **Teste Cardiopulmonar de Exercício após COVID-19: Relatos de Casos de Esportistas com Recuperações Distintas**
- **Diagnóstico Diferencial entre Coração de Atleta e Ventrículo Esquerdo Não Compactado**
- **Programa de Reabilitação Cardiovascular Domiciliar durante a Pandemia da COVID-19**
- **Cardiotoxicidade e o Potencial Uso da Cintilografia Cardíaca com <sup>123</sup>I-MIBG**
- **Revisão sobre o Impacto do Exercício Físico sobre a Variabilidade da Frequência Cardíaca em Hipertensos: uma Revisão da Literatura**
- **Importância Prognóstica da Recuperação da Frequência Cardíaca em Teste Ergométrico**
- **Meio Ambiente e Saúde**

MEU  
**PRIMEIRO  
ELETRO**



A Micromed conecta você **ao seu primeiro ECG**

**WINCARDIO AIR** COM

**20%** DE  
DESCONTO

E **PARCELAMENTO** EM ATÉ

**12x** SEM JUROS NO  
CARTÃO DE CRÉDITO

PARA **CARDIOLOGISTAS RESIDENTES**

- Laudo interpretativo** para auxiliar o diagnóstico ✓
- Conexão via bluetooth** com o computador ✓
- Completo gerenciamento** das informações dos pacientes ✓

Para mais informações, acesse  
[micromed.ind.br/site/meuprimeiroeletro](http://micromed.ind.br/site/meuprimeiroeletro)



## Sumário - Contents

### Artigo Original (Formulação Discursiva de Efeito Teorizante) - *Original Article*

#### **Reabilitação da COVID-19 na Atenção Primária do Sistema Brasileiro de Saúde Pública**

##### *Rehabilitation of COVID-19 in Primary Care of the Brazilian Public Health System*

Tales de Carvalho, Yolanda Gonçalves da Silva Fontes

DOI: <https://doi.org/10.29327/22487.27.1-1> ..... 7

### Artigo Original - *Original Article*

#### **Os Efeitos do Exercício Físico no Metabolismo e no Desempenho Aeróbico**

##### *The Effects of Physical Exercise in Metabolism and Aerobic Performance*

Milena dos Santos Barros, Danilo Valadares Barroso, Danielle Melo Sacramento Ramalho, José Alves Secundo Júnior, Monnike Bispo dos Santos, Enaldo Vieira de Mello, Antônio Carlos Sobral Sousa

DOI: <https://doi.org/10.29327/22487.27.1-2> ..... 10

### Artigo Original - *Original Article*

#### **Os Efeitos da Pandemia pelo SARS-CoV-2 na Inatividade Física de Médicos Residentes**

##### *The Effects of SARS-CoV-2 Pandemic on Physical Inactivity in Resident Physicians*

Silvio Marques Póvoa Junior, Rodrigo Otávio Bougleux Alô, Thiago Ghorayeb Garcia, Ricardo Contesini Francisco, Rafaela Rossini Buso, Guilherme Amaro, Diando Marinho Mota, Amália Carolina Carneiro Souza, Giuseppe Sebastiano Dioguardi

DOI: <https://doi.org/10.29327/22487.27.1-3> ..... 19

### Artigo Original - *Original Article*

#### **Jogadores Amadores de Futebol Americano Apresentam Redução na Aptidão Cardiorrespiratória**

##### *Amateur American Football Players Present Reduction In Cardiorespiratory Fitness*

Paula Koch Lawisch, Thiago Dipp

DOI: <https://doi.org/10.29327/22487.27.1-4> ..... 24

### Relato de Caso - *Case Report*

#### **Dispneia a Esclarecer - O Auxílio do Teste Cardiopulmonar na Identificação de Broncoespasmo Exacerbado pelo Exercício**

##### *Dyspnea to Be Clarified - Cardiopulmonary Test Aid In the Identification of Effort-Induced Bronchospasmus*

Carlos Alberto Cordeiro Hossri, Maria Clara Sari, Murilo Meira, Pedro Sampaio, Marcela Benetti, Guacira Grecca, Carlos Roberto Ribeiro Carvalho

DOI: <https://doi.org/10.29327/22487.27.1-5> ..... 32

### Relato de Caso - *Case Report*

#### **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 Milani, Juliana Goulart Prata Oliveira Milani, Graziella França Bernardelli Cipriano, Gerson Cipriano Junior

DOI: <https://doi.org/10.29327/22487.27.1-6> ..... 40

Relato de Caso - *Case Report*

**Diagnóstico Diferencial entre Coração de Atleta e Ventrículo Esquerdo Não Compactado**

*Differential Diagnosis between Athlete's Heart and Non-compactation of the Left Ventricle*

Rafaela Rossini Buso, Rodrigo Otávio Bougleux Alô, Thiago Ghorayeb Garcia, Ricardo Contesini Francisco, Silvio Marques Póvoa Junior, Guilherme de Carvalho Amaro, Giuseppe Sebastiano Dioguardi, Nabil Ghorayeb

DOI: <https://doi.org/10.29327/22487.27.1-7> ..... 47

Relato de Caso - *Case Report*

**Programa de Reabilitação Cardiovascular Domiciliar durante a Pandemia da COVID-19**

*Home-Based Cardiac Rehabilitation Program During COVID-19 Pandemic*

Wallace Machado Magalhães de Souza, Marcelo Carvalho Vieira, Camila Yunes Pereira, Maria Luiza de Lima Santiago Tomelin, Flávia Izaquiel Rebelo Siqueira Mendes, Salvador Manoel Serra

DOI: <https://doi.org/10.29327/22487.27.1-8> ..... 51

Artigo de Revisão - *Review Article*

**Cardiotoxicidade e o Potencial Uso da Cintilografia Cardíaca com <sup>123</sup>I-MIBG**

*Carditoxicity and the Potential Use of Cardiac Scan with <sup>123</sup>I-MIBG*

Thaís Rossato Arrais, Tiago Bartzan Pereira, Gabriel Blacher Grossman

DOI: <https://doi.org/10.29327/22487.27.1-9> ..... 56

Artigo de Revisão - *Review Article*

**Revisão sobre o Impacto do Exercício Físico sobre a Variabilidade da Frequência Cardíaca em Hipertensos**

*Review of the Impact of Physical Exercise on Heart Rate Variability in Hypertensive Patients*

Mariana Alves Mota, Alessandro Reis, Gabriel Barbosa de Carvalho Matos

DOI: <https://doi.org/10.29327/22487.27.1-10> ..... 62

Artigo de Revisão - *Review Article*

**Importância Prognóstica da Recuperação da Frequência Cardíaca em Teste Ergométrico**

*Heart Rate Recovery Prognostic Values on Exercise Testing*

Ana Luíza Guimarães Ferreira, Giovanna Marin Lesse, Rayane Fontoura Koch, Susimeire Buglia

DOI: <https://doi.org/10.29327/22487.27.1-11> ..... 69

Artigo Original (Formulação Discursiva de Efeito Teorizante) - *Original Article*

**Meio Ambiente e Saúde**

*Environment and Health*

Antonio Eduardo Monteiro de Almeida

DOI: <https://doi.org/10.29327/22487.27.1-12> ..... 73





# Revista do DERC



A Revista do DERC é o Órgão Oficial de Divulgação Científica do Departamento de Ergometria, Exercício, Cardiologia Nuclear e Reabilitação Cardiovascular da Sociedade Brasileira de Cardiologia - SBC/DERC

## Conselho Editorial

### Editor-Chefe

Tales de Carvalho

### Supervisor Editorial

Odilon Gariglio Alvarenga de Freitas

### Editor Internacional - Cardiologia Nuclear

Salvador Borges-Neto

### Editor Internacional - Reabilitação Cardiovascular, Pulmonar e

### Metabólica

Miguel Mendes

### Editor Nacional - Cardiologia Clínica

Artur Haddad Herdy

### Editor Nacional - Pesquisa Básica / Epidemiologia / Estatística

Christina Grüne de Souza e Silva

### Editor Nacional - Teste Ergométrico e Teste Cardiopulmonar de Esforço

Luiz Eduardo Mastrocolla

### Editor Nacional - Exercício e Esporte / Cardiologia do Esporte

Antônio Carlos Avanza

### Editor Nacional - Cardiologia Nuclear

Gabriel Blacher Grossman

### Editor Nacional - Reabilitação Cardiovascular, Pulmonar e Metabólica

Maurício Milani

## Conselho Consultivo/Presidentes do SBC/DERC

### Presidente do DERC - Gestão 2018-2019

Tales de Carvalho

### Presidente do DERC - Gestão 2016-2017

Salvador Manoel Serra - Presidente do Conselho

### Presidente do DERC - Gestão 2014-2015

Nabil Ghorayeb

### Presidente do DERC - Gestão 2012-2013

Pedro Ferreira de Albuquerque

### Presidente do DERC - Gestão 2010-2011

William Azem Chalela

### Presidente do DERC - Gestão 2008-2009

Ricardo Vivacqua Cardoso Costa

### Presidente do DERC - Gestão 2005-2007

Romeu Sérgio Meneghelo

### Presidente do DERC - Gestão 2003-2004

Maurício Batista Nunes

### Presidente do DERC - Gestão 2001-2002

Fábio Sândoli de Brito

### Presidente do DERC - Gestão 1999-2000

Jadelson Pinheiro de Andrade

### Presidente do DERC - Gestão 1997-1998

Jorge Ilha Guimarães

### Presidente do DERC - Gestão 1995-1996

Álvaro José Bellini

### Presidente do DERC - Gestão 1993-1994

Luiz Eduardo Mastrocolla

## Diretoria do SBC/DERC - Gestão 2020-2021

### Presidente

Gabriel Blacher Grossman

### Vice-presidente

Carlos Alberto Cyrillo Sellera

### Diretor Científico

Luiz Eduardo Fonteles Ritt

### Diretor Administrativo

Odilon Gariglio Alvarenga de Freitas

### Diretor Financeiro

Maurício Milani

### Presidente do Conselho Consultivo

Salvador Manoel Serra

### Coordenador de Cursos e Eventos EAD

Artur Haddad Herdy

### Coordenador de Eventos Regionais/ Estaduais da SBC

Luiz Eduardo Mastrocolla

### Comissão de Qualidade e Defesa Profissional

Ricardo Quental Coutinho - Coordenador

Fábio Sândoli de Brito

Gustavo Freitas Feitosa

### Comissão de Habilitação Profissional

Salvador Sebastião Ramos - Coordenador

Josmar de Castro Alves

Antônio Eduardo Monteiro de Almeida

Ricardo Vivacqua Cardoso Costa

### Coordenador de Relações com Departamentos e Sociedades da SBC

Ronaldo de Souza Leão Lima

### Coordenador de Benefícios Associativos

Romeu Sérgio Meneghelo

### Coordenadora de Comunicação

Susimeire Buglia

### Editor-Chefe da Revista do DERC

Tales de Carvalho

### Editor do Jornal do DERC

Mauro Augusto dos Santos

### Coordenadora de Informática

Christina Grüne de Souza e Silva

### Coordenador de Relação com a Indústria

Maurício Batista Nunes

### Coordenador de Assuntos Governamentais

Lázaro Fernandes de Miranda

### Comissão de Assuntos Internacionais

Ricardo Stein - Coordenador

João Vicente Vitola

Dalton Bertolim Prêcoma

### Comissão DERC Mulher

Milena dos S. Barros Campos - Coordenadora

Andrea Maria Gomes Marinho Falcão

Adriana Soares Xavier de Brito

Rica Dodo Delmar Buchler

Susimeire Buglia

### Comissão DERC Criança e Adolescente

Odwaldo Barbosa e Silva - Coordenador

Ricardo Vivacqua Cardoso Costa

Maria Eulália Thebit Pfeiffer

Augusto Elias Zaffalon Bozza

### Comissão DERC Jovem

Pablo de Souza - Coordenador

Leonardo Antunes Mesquita

Isabela Pilar Moraes Alves de Souza

Leonardo Filipe Benedeti Marinucci

### Comissão de Prevenção Doenças Cardiovasculares

Nabil Ghorayeb - Coordenador

Rodrigo Otávio Bougleux Alô

Maria Clara Noman de Alencar

William Azem Chalela

José Roberto Nolasco de Araujo

### GRUPO DE ESTUDOS DO DERC

### Reabilitação Cardiopulmonar e Metabólica

Presidente | Carlos Alberto Cordeiro Hossri

Diretor Administ. | Pablo Marino Corrêa Nascimento

Diretor Científico | Marconi Gomes da Silva

### Cardiologia Nuclear

Presidente | Lara Cristiane Terra Ferreira Carreira

Diretor Administ. | Rafael Willain Lopes

Diretor Financeiro | Eduardo Lins Paixão

Diretora Científica | Andrea Rocha de Lorenzo

### Cardiologia do Esporte e Exercício

Presidente | Cléa Simone S. de S. Colombo

Diretor Administ. | Serafim Ferreira Borges

Diretor Financeiro | Anderson D. da Silveira

Diretor Científico | Antônio C. Avanza Júnior



# Revista do DERC



A Revista do DERC é o Órgão Oficial de Divulgação Científica do Departamento de Ergometria, Exercício, Cardiologia Nuclear e Reabilitação Cardiovascular da Sociedade Brasileira de Cardiologia - SBC/DERC

**Ano 2021 | Volume 27 | Número 1**

**RevDERC. 2021; 27 (1): 1-77 - ISSN 2177-3564**

#### Secretaria dos Departamentos Especializados da SBC

Av. Marechal Câmara, 160 - 3º andar - Sala: 330 - CEP 20020-907  
Centro, Rio de Janeiro, RJ - Brasil  
Expediente: 08h00 às 17h00 (horário de Brasília)  
Tel.: +55 21 3478-2700 | E-mail: revista.derc@gmail.com  
<https://www.revista.derc.org.br/>

Os anúncios veiculados nesta edição são de exclusiva responsabilidade do anunciante, assim como os conceitos emitidos em artigos assinados são de exclusiva responsabilidade de seus autores, não refletindo necessariamente a opinião do SBC/DERC.

Material de distribuição exclusiva à classe médica. A Revista do DERC não se responsabiliza pelo acesso indevido a seu conteúdo e que contrarie a determinação em atendimento à Resolução da Diretoria Colegiada (RDC) nº 96/08 da Agência Nacional de Vigilância Sanitária (Anvisa).



Os artigos da Revista do DERC são de acesso aberto distribuído sob os termos da licença de atribuição pelo Creative Commons Atribuição 4.0 Internacional. CC BY.

Todas as edições da Revista do DERC podem ser acessadas gratuitamente no site:  
[https://www.revista.derc.org.br/RevDERC\\_Anteriores.html](https://www.revista.derc.org.br/RevDERC_Anteriores.html)

#### Diagramação

Estúdio Denken Design Ltda.  
Estrada dos Três Rios, 741, sala 402 - Freguesia - Rio de Janeiro - RJ - Tel.: (21) 3518-5219  
[www.estudiodenken.com.br](http://www.estudiodenken.com.br) | [contato@estudiodenken.com.br](mailto:contato@estudiodenken.com.br)

RE454 Revista do DERC [recurso eletrônico] / Departamento de Ergometria, Exercício, Cardiologia Nuclear e Reabilitação Cardiovascular, Sociedade Brasileira de Cardiologia. – Vol. 27, n. 1 (2021) – Rio de Janeiro: Sociedade Brasileira de Cardiologia, 2021.

77 p.

Trimestral.

Modo de acesso: Internet.

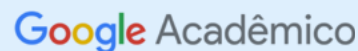
DOI: 10.29327/22487.27.1

ISSN: 2177-3564

1. Cardiologia. 2. Ergometria. 3. Exercício. I. Sociedade Brasileira de Cardiologia. II. Título.

CDD 610  
CDU 612.1



Registrado no ISSN, Qualis/Capes, DOI e Indexado no Latindex e Google Scholar:



Sistema Regional de Información en Línea para Revistas Científicas de América Latina, El Caribe, España y Portugal  
([www.latindex.unam.mx](http://www.latindex.unam.mx))

# Reabilitação da COVID-19 na Atenção Primária do Sistema Brasileiro de Saúde Pública

## *Rehabilitation of COVID-19 in Primary Care of the Brazilian Public Health System*

Tales de Carvalho<sup>1,2</sup>, Yolanda Gonçalves da Silva Fontes<sup>1,2</sup>

1. Clínica de Prevenção e Reabilitação Cardiosport, Florianópolis, SC - Brasil
2. Centro de Ciências da Saúde e Esporte (CEFID) da Universidade do Estado de Santa Catarina (UDESC), Florianópolis, SC - Brasil

### Correspondência:

Tales de Carvalho  
Avenida Jornalista Rubens de Arruda  
Ramos, 2354, apto 201. CEP 88015-705,  
Florianópolis, SC - Brasil  
[tales@cardiol.br](mailto:tales@cardiol.br)

Recebido em 07/05/2021

Aceito em 21/05/2021

DOI: <https://doi.org/10.29327/22487.27.1-1>

## Resumo

Após a fase aguda da COVID-19, contingente considerável dos pacientes costuma apresentar no curto, médio e inclusive no longo prazo, relevantes comprometimentos físico e mental com evidente influência negativa na qualidade de vida. Nesse contexto, torna-se urgente que o Sistema Único de Saúde (SUS) se estruture para investigar em todos os pacientes o impacto da COVID-19, no intuito de detectar situações que exijam uma reabilitação estruturada, algo somente exequível em larga escala, como deve ocorrer na COVID-19, por meio de estratégias que deem ênfase à reabilitação baseada em domicílio, que já há longo tempo vem se mostrando segura e eficaz em relação às doenças cardiovasculares. Na COVID-19 os estudos prospectivos sobre reabilitação vêm apresentado resultados que tornam perfeitamente plausível a hipótese dessa mesma segurança e eficácia, algo que dá força ao entendimento de que a reabilitação domiciliar da COVID-19 seja alternativa factível e absolutamente prioritária a ser implementada no Sistema Brasileiro de Saúde Pública.

**Palavras-chave:** Sequelas da COVID-19; Reabilitação Baseada em Domicílio; Exercícios Físicos; Sistema Único de Saúde; Unidades Básicas de Saúde.

## Abstract

*After the acute phase of COVID-19, a considerable number of patients usually present, in the short, medium and even in the long term, relevant physical and mental impairments with an evident negative influence on quality of life. In this context, it is urgent that the Unified Health System (SUS) structure itself to investigate the impact of COVID-19 in all patients, in order to detect situations that require structured rehabilitation, something that is only feasible on a large scale, such as it should occur at COVID-19, through strategies that emphasize home based rehabilitation, which has been shown to be safe and effective in relation to cardiovascular diseases for a long time. At COVID-19, prospective studies on rehabilitation have shown results that make the hypothesis of this same safety and efficacy perfectly plausible, something that strengthens the understanding that COVID-19 home rehabilitation is a feasible and absolutely priority alternative to be implemented in the System Brazilian Public Health.*

**Keywords:** Sequelae of COVID-19; Home Based Rehabilitation; Physical Exercises; Health Unic System; Basic Health Units.

A COVID-19, causada pelo novo coronavírus (SARS-CoV-2), surgiu em dezembro de 2019 em Wuhan-China e rapidamente se espalhou pelo mundo, atingindo todos os continentes, sendo considerada pandemia pela Organização Mundial da Saúde (OMS) em março de 2020.<sup>1</sup> Desde então, vem afetando a saúde e a economia mundial em uma escala sem precedentes. No Brasil, segundo dados do CORONAVÍRUS BRASIL obtidos em 23/05/2021, já foram confirmados 16.492.167 casos e registrados 449.068 óbitos, com taxa de letalidade de 2,8% e coeficiente de mortalidade de 213,7 pessoas/100 mil habitantes.<sup>2</sup>

As manifestações clínicas da COVID-19 variam da ausência de sintomas até graves comprometimentos sistêmicos que podem resultar em falência múltipla de órgãos e morte.<sup>3,4,5,6</sup> Após a fase aguda, parcela considerável relata fadiga crônica, dispneia persistente, artralgia e apresentam disfunções específicas de órgãos (coração, pulmões, rins, cérebro e nervos periféricos, entre outros), além de distúrbios emocionais e mesmo graves transtornos psiquiátricos, principalmente relacionados ao estresse do período de internação hospitalar.<sup>7</sup> Estudos sobre “*Long-haulers*” ou “*Long-COVID*” sugerem que os pacientes podem apresentar manifestações clínicas persistentes de longa duração e, ainda, novos sintomas após o curso da doença em sua fase aguda, ressaltando-se que tem sido observado que cerca de 70% dos pacientes hospitalizados não se recuperam totalmente após cerca de cinco meses da alta hospitalar.<sup>4,8</sup>

À medida que a pandemia persiste, obviamente se impõe a vacinação em massa da população e os esforços para salvar vidas de pacientes com manifestações agudas. Porém, não se pode negligenciar na atenção indispensável a todos os egressos da fase aguda, considerando que não somente os que foram internados com doença moderada ou grave podem evoluir com a saúde comprometida e maior risco de morte e demais eventos associados à doença.<sup>9</sup> Aqueles que em sua fase aguda foram assintomáticos ou tiveram manifestações leves podem apresentar no médio e longo prazo complicações, apresentando aumento do risco de graves eventos, inclusive morte.<sup>4</sup> Portanto, existe um enorme contingente de indivíduos a serem seguidos, exigindo a adoção de estratégias de saúde pública por meio de propostas de avaliação e, quando for o caso de subsequente reabilitação física e mental, passíveis de serem implementadas em larga escala.

Na pandemia da COVID-19, a prática de exercícios tem se mostrado com potencial de tornar a doença menos grave e proporcionar melhor e mais rápida recuperação após a fase aguda da doença,<sup>10</sup> valendo ressaltar que estudos recentes vêm contribuindo para reforçar a hipótese de que a aptidão física esteja relacionada inversamente com a gravidade da síndrome do desconforto respiratório agudo, a principal causa de morte na COVID-19,<sup>11,12</sup> e, assim como ocorre na reabilitação cardiovascular (RCV),<sup>13,14,15</sup> torna-se perfeitamente plausível a expectativa de que no seguimento da reabilitação de pacientes da COVID-19 também ocorra uma redução da incidência de eventos, inclusive da mortalidade por todas as causas.

Nesse contexto, torna-se urgente que o sistema de saúde se estruture para investigar em todos os pacientes o impacto da COVID-19 sobre o estado de saúde física e mental não somente no curto prazo, mas também no médio e longo prazo, no intuito de detectar situações que indiquem a necessidade de uma reabilitação estruturada, algo exequível somente por meio de estratégias que deem ênfase à reabilitação baseada em domicílio, já há longo tempo estabelecida quanto à segurança e eficácia em relação às doenças cardiovasculares. Em relação à reabilitação de pacientes acometidos pela COVID-19, os estudos prospectivos têm apresentado como fortemente defensável a hipótese dessa mesma segurança e eficácia.<sup>10,16</sup> Considere-se ainda que, dentre outras causas, as dificuldades de acesso e a baixa adesão aos programas presenciais de RCV e uma baixa disponibilidade de serviços, há algum tempo nos permite indicar a RCV domiciliar (RCVD), que oferece a mesma segurança e eficácia do modo presencial,<sup>17</sup> como sendo a principal alternativa quando se trata de estratégia de saúde pública, indicação agora reforçada com a pandemia da COVID-19 exigindo o distanciamento físico.<sup>18</sup> Tendo em vista o exposto, torna-se perfeitamente aceitável considerar também na COVID-19 a proposta de reabilitação domiciliar como alternativa factível e absolutamente prioritária.

Portanto, torna-se plausível a implementação de uma proposta de reabilitação domiciliar da COVID-19 no setor de atenção primária à saúde (APS), a porta de entrada do sistema único de saúde brasileiro (SUS). A APS funciona como um filtro capaz de organizar o fluxo e se comunicar com os outros serviços nas redes de atenção. Ressaltando que o nosso SUS orienta-se pelos princípios



da universalidade, da acessibilidade e da coordenação do cuidado, do vínculo e continuidade, da integralidade, da responsabilização, da humanização, da equidade e da participação social.<sup>19</sup>

Concluindo, pensando nos desafios impostos pela pandemia da COVID-19 e suas consequências, torna-se oportuno aproveitar a descentralização e capilaridade da APS. O fato do SUS ter 1.229 equipes de APS, com cerca de 42 mil unidades básicas de saúde (UBS) e 44 mil equipes de Saúde da Família disseminadas pelo país,<sup>20</sup> torna exequível o desenvolvimento de ações de Reabilitação para pacientes PÓS-COVID em larga escala (massificadas e disseminadas), com impacto positivo na saúde pública. Essa mesma possibilidade certamente deveria ser considerada para atender uma

histórica demanda em prol de uma RCV mais disponível e consequente, ou seja, contemplando, dentre outros, os princípios da universalidade e acessibilidade que norteiam o nosso SUS e são direitos do cidadão que estão na Constituição do Brasil.

### 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. OPAS/OMS Brasil [página na internet]. Folha informativa – COVID-19 (doença causada pelo novo coronavírus) [Acesso em 06 maio 2021]. Disponível em: <https://www.paho.org/pt/covid19#:~:text=A%20COVID%2D19%20%C3%A9%20uma,febre%2C%20cansa%C3%A7%C3%A3o%20e%20tosse%20seca>.
2. Coronavírus Brasil [homepage na internet]. Painel Coronavírus [Acesso em 7 maio 2021]. Disponível em: <https://covid.saude.gov.br>.
3. Berlin DA, Gulick RM, Martinez FJ. Severe COVID-19. *N Engl J Med*. 2020; 383 (25): 2451-2460. doi: 10.1056/NEJMc2009575.
4. Al-Aly Z, Xie Y, Bowe B. High-Dimensional Characterization of Post-Acute Sequelae of COVID-19. *Nature*. 2021. doi: 10.1038/s41586-021-03553-9.
5. Ruan Q, Yang K, Wang W, Jiang L, Song J. Clinical Predictors of Mortality due to COVID-19 Based on an Analysis of Data of 150 Patients from Wuhan, China. *Intensive Care Med*. 2020; 46 (5): 846-8. doi: 10.1007/s00134-020-05991-x.
6. Huang C, Wang Y, Li X, Ren L, Zhao J, Hu Y, et al. Clinical Features of Patients Infected with 2019 Novel Coronavirus in Wuhan, China. *Lancet*. 2020; 395 (10223): 497-506. doi: 10.1016/S0140-6736(20)30183-5.
7. Carfi A, Bernabei R, Landi F, Gemelli Against COVID-19 Post-Acute Care Study Group. Persistent Symptoms in Patients After Acute COVID-19. *JAMA*. 2020; 324 (6): 603-5. doi: 10.1001/jama.2020.12603.
8. Morin L, Savale L, Pham T, Colle R, Figueiredo S, Harrois A, et al; Writing Committee for the COMEBAC Study Group. Four-Month Clinical Status of a Cohort of Patients After Hospitalization for COVID-19. *JAMA*. 2021; 325 (15): 1525-34. doi: 10.1001/jama.2021.3331.
9. Nalbandian A, Sehgal K, Gupta A, Madhavan MV, McGroder C, Stevens JS, et al. Post-acute COVID-19 Syndrome. *Nat Med*. 2021; 27 (4): 601-15. doi: 10.1038/s41591-021-01283-z. Epub 2021 Mar 22. PMID: 33753937.
10. Hermann M, Pekacka-Egli AM, Witassek F, Baumgaertner R, Schoendorf S, Spielmanns M. Feasibility and Efficacy of Cardiopulmonary Rehabilitation After COVID-19. *Am J Phys Med Rehabil*. 2020; 99 (10): 865-9. doi: 10.1097/PHM.0000000000001549.
11. Souza FR, Motta-Santos D, Soares DS, Lima JB, Cardozo GG, Guimarães LSP et al. Physical Activity Decreases the Prevalence of COVID-19-associated Hospitalization: Brazil EXTRA Study. *medRxiv*. 2020. doi: 10.1101/2020.10.14.20212704.
12. Sallis R, Young DR, Tartof SY, Sallis JF, Sall J, Li Q, Smith GN, Cohen DA. Physical Inactivity is Associated with a Higher Risk for Severe COVID-19 Outcomes: a Study in 48,440 Adult Patients. *Br J Sports Med*. 2021: bjsports-2021-104080. doi: 10.1136/bjsports-2021-104080.
13. Church TS, LaMonte MJ, Barlow CE, Blair SN. Cardiorespiratory Fitness and Body Mass Index as Predictors of Cardiovascular Disease Mortality Among Men with Diabetes. *Arch Intern Med*. 2005; 165 (18): 2114-20. doi: 10.1001/archinte.165.18.2114.
14. Kokkinos P, Myers J, Kokkinos JP, Pittaras A, Narayan P, Manolis A, Karasik P, Greenberg M, Papademetriou V, Singh S. Exercise Capacity and Mortality in Black and White Men. *Circulation*. 2008; 117 (5): 614-22. doi: 10.1161/CIRCULATIONAHA.107.734764.
15. Alter DA, Oh PI, Chong A. Relationship Between Cardiac Rehabilitation and Survival after Acute Cardiac Hospitalization within a Universal Health Care System. *Eur J Cardiovasc Prev Rehabil*. 2009; 16 (1): 102-13. doi: 10.1097/HJR.0b013e328325d662.
16. Carvalho T. Reabilitação Cardiovascular Baseada em Domicílio: A Principal Opção na Nova Normalidade Pós-COVID-19. *RevDERC*. 2020; 26 (2): 47-48. doi: 10.29327/22487.26.2-1.
17. Dalal HM, Zawada A, Jolly K, Moxham T, Taylor RS. Home Based Versus Centre Based Cardiac Rehabilitation: Cochrane Systematic Review and Meta-analysis. *BMJ*. 2010; 340: b5631. doi: 10.1136/bmj.b5631.
18. Carvalho T, Milani M, Ferraz AS, Silveira ADD, Herdy AH, Hossri CAC, et al. Brazilian Cardiovascular Rehabilitation Guideline - 2020. *Arq Bras Cardiol*. 2020; 114 (5): 943-87. doi: 10.36660/abc.20200407.
19. Brasil. Ministério da Saúde. Gabinete do Ministro. Portaria nº 648/GM de 28 de março de 2006. Aprova a Política Nacional de Atenção Básica, estabelecendo a revisão de diretrizes e normas para a organização da Atenção Básica para o Programa Saúde da Família (PSF) e o Programa Agentes Comunitários de Saúde (PACS) [portaria na internet]. Disponível em: [http://bvsms.saude.gov.br/bvs/publicacoes/prtGM648\\_20060328.pdf](http://bvsms.saude.gov.br/bvs/publicacoes/prtGM648_20060328.pdf).
20. Brasil. Ministério da Saúde. Secretaria de Atenção Primária à Saúde [homepage na internet]. Acesso em maio de 2021. Disponível em: <https://aps.saude.gov.br>.

# Os Efeitos do Exercício Físico no Metabolismo e no Desempenho Aeróbico

## *The Effects of Physical Exercise in Metabolism and Aerobic Performance*

Milena dos Santos Barros<sup>1,2</sup>, Danilo Valadares Barroso<sup>1</sup>, Danielle Melo Sacramento Ramalho<sup>1</sup>, José Alves Secundo Júnior<sup>1</sup>, Monnike Bispo dos Santos<sup>3</sup>, Enaldo Vieira de Mello<sup>3</sup>, Antônio Carlos Sobral Sousa<sup>1,3</sup> 

1. Clínica e Hospital São Lucas - Rede D'Or São Luiz, Aracaju, SE - Brasil
2. Universidade Tiradentes, Aracaju, SE - Brasil
3. Universidade Federal de Sergipe, Aracaju, SE - Brasil

### Correspondência:

Milena dos Santos Barros Campos  
Rua Capitão Benedito Teófilo Otoni, 310,  
Treze de julho, Aracaju, SE - Brasil  
CEP: 49020-050  
[millybarros@yahoo.com](mailto:millybarros@yahoo.com)

Recebido em 01/03/2021

Aceito em 01/04/2021

DOI: <https://doi.org/10.29327/22487.27.1-2>

## Resumo

**Introdução:** O exercício físico regular (EF) contribui para redução da obesidade, melhora do desempenho aeróbico e da qualidade de vida. Todavia, ainda não está claro se esta prática promove influência no metabolismo basal.

**Objetivo:** Avaliar o impacto do EF sobre o metabolismo e condição aeróbica.

**Métodos:** Trata-se de estudo observacional, transversal e analítico, composto por 83 pacientes submetidos, por conveniência, ao teste cardiopulmonar de exercício (TCPE), de janeiro a maio de 2018. A idade média foi de  $39,8 \pm 12,3$  anos, sendo 46 ativos (55,4%) e 37 sedentários (44,6%). Foram submetidos às avaliações: antropométrica, calorimetria indireta e da composição corporal (bioimpedância elétrica).

**Resultados:** Os grupos foram similares quanto à idade, ao peso, ao índice de massa corporal (IMC) e à relação cintura-quadril. A bioimpedância não revelou diferença entre os grupos quanto aos percentuais de massas magra e gorda. Os sedentários, ajustando-se para idade e gênero, apresentaram maior gordura visceral (3,81L; IC 95% 3,32-4,29) que os ativos (3,01L; IC 95% 2,56-3,47). Na análise multivariada, foi demonstrado que o EF não influenciou no gasto energético em repouso (GER). Os sedentários tiveram maior frequência cardíaca de repouso, menor consumo de oxigênio no pico do esforço e no primeiro limiar anaeróbico. Quanto à calorimetria indireta do esforço, o grupo ativo obteve maior gasto calórico.

**Conclusão:** Portanto os pacientes ativos mostraram maior gasto calórico ao esforço e melhor desempenho aeróbico. Porém, ao contrário da idade, do IMC e do gênero, o EF não provocou modificação no metabolismo basal, avaliado mediante o GER.

**Palavras-chave:** Exercício Físico; Metabolismo; Consumo de Oxigênio; Frequência Cardíaca.

## Abstract

**Background:** Regular exercise (RE) contributes to the reduction of obesity, improvement of aerobic performance and quality of life. However, it is still unclear whether this practice produces action on basal metabolism.

**Objective:** To evaluate the impact of RE on metabolism and aerobic condition.

**Methods:** This is an observational, cross-sectional, and analytical study, composed of 83 patients submitted to cardiopulmonary exercise test (CPET),

from January to May 2018. The mean age was  $39.8 \pm 12.3$  46 years, 46 were active (55.4%) and 37 sedentary (44.6%). All volunteers were also submitted to the following evaluations: anthropometric, indirect calorimetry and body composition (electrical bioimpedance).

**Results:** The groups were similar in age, weight, body mass index (BMI) and waist-hip ratio. Bioimpedance showed no difference between the groups in the percentages of lean and fat mass. The sedentary patients, adjusted for age and gender, presented higher visceral fat (3.81L, 95% CI 3.32-4.29) than active ones (3.01L, 95% CI 2.56-3.47). In the multivariate analysis, it was demonstrated that RE did not influence the energy expenditure at resting (EER). The sedentary individuals had higher resting heart rate, lower oxygen consumption at the peak of effort and at the first anaerobic threshold. As for the indirect calorimetry of the effort, the active group obtained higher caloric expenditure.

**Conclusion:** Therefore active patients showed higher caloric expenditure on exercise and better aerobic performance. However, unlike age, BMI and gender, RE did not change in the basal metabolism, evaluated by EER.

**Keywords:** Physical Exercise; Metabolism; Oxygen Consumption; Heart Rate.

## Introdução

Os benefícios do exercício físico regular (EF) estão associados à diminuição significativa do risco de doença cardiovascular (DCV),<sup>1</sup> além de promover o bem-estar físico, melhorar a qualidade de vida e ajudar na manutenção do sistema osteoarticular e muscular.<sup>2-5</sup> Tem sido demonstrada, inclusive, melhor evolução intra-hospitalar para os praticantes de EF, comparativamente aos sedentários.<sup>6</sup> Entretanto, o sedentarismo é prevalente e tem contribuído para o aumento das taxas de sobrepeso e obesidade.<sup>7-8</sup>

Em indivíduos saudáveis, vale ressaltar que o gasto energético diário (GED), importante na regulação do peso corporal, depende do efeito térmico da alimentação (5-15%), da atividade física (15-30%) e do gasto energético em repouso (GER) ou também denominado de taxa metabólica basal (TMB) (60-70%), que é a quantidade de energia necessária para manter as funções vitais. O GER depende, também, de outros fatores, como: genética, idade, gênero, alimentação, composição corporal (índice de massa corpórea) e ambientais (álcool, temperatura).<sup>9-11</sup> Este, por ser o responsável pela maior proporção do GED, tem despertado grande interesse da classe científica especializada pela possibilidade de sua incrementação.

Os efeitos diretos da atividade física no gasto energético são relativamente pequenos, quando colocados no contexto do GED. O gasto energético relacionado à atividade física abrangerá a presença ou não do EF propriamente dito (atividade física estrutura e planejada).<sup>12-13</sup> Todavia, ainda não está claro se o EF produz ação no GER aumentando o seu consumo e promovendo assim, efeito mais substancial no balanço de energia.

Estudos têm mostrado o aumento do consumo excessivo de oxigênio após exercício (*excess post-exercise oxygen consumption* - EPOC) que compreende duas fases: uma curta, que dura até duas horas após exercício, e outra mais prolongada, durando até 48 horas após o término do mesmo. Porém, a duração do EPOC parece ter associação com a intensidade do EF. Esta variável reflete tanto o metabolismo anaeróbico do exercício prévio quanto as alterações respiratórias, circulatórias, hormonais, iônicas e térmicas que ocorrem durante a fase de recuperação.<sup>14</sup>

A literatura tem sido imprecisa na demonstração do real impacto do EF no GER, apontando variabilidade da influência de diversos elementos, tais como: idade, composição corporal, tipo, duração e intensidade do exercício, além da manipulação da dieta na perda ponderal dos praticantes regulares.

Portanto, a presente investigação visa avaliar o impacto que o EF promove sobre o GER, o gasto energético ao exercício físico (GEEF) e a condição aeróbica.

## Métodos

**Delimitação e população de estudo:** Trata-se de estudo observacional, transversal e analítico, no qual foram avaliados 83 indivíduos, submetidos, por conveniência, ao teste cardiopulmonar de esforço (TECP), de janeiro a maio de 2018, sendo divididos em ativos e sedentários. Este exame foi realizado no setor de métodos gráficos de um hospital terciário, referência em cardiologia. Foram considerados ativos, de acordo com os critérios da Organização Mundial de Saúde (OMS), aqueles capazes de realizar 150 minutos de EF por semana e inclusos nessa pesquisa, os que já praticavam com tempo mínimo de três meses. Todos os voluntários já haviam sido submetidos aos seguintes exames: avaliação antropométrica, bioimpedância e calorimetria indireta, em uma mesma clínica de nutrição.

**Avaliação antropométrica:** Foram mensuradas as seguintes variáveis por pesquisadores treinados:

- estatura, aferida utilizando-se estadiômetro (altura exata) com marcações em centímetros;
- peso, utilizando balança digital eletrônica;
- índice de massa corporal (IMC), calculado pela razão entre o peso corporal (quilogramas) e a estatura ao quadrado (metro) e classificado com base no proposto pela OMS<sup>15</sup>;
- circunferência da cintura e quadril, aferida no ponto médio entre a última costela e a crista íliaca e na maior circunferência horizontal entre a cintura e os joelhos, utilizando fita métrica flexível e inelástica, subdividida em milímetros.

**Bioimpedanciometria:** Trata-se de uma metodologia precisa e confiável a qual utiliza corrente elétrica de baixa intensidade para obtenção da composição corporal.<sup>16</sup> Foram avaliados os seguintes parâmetros: massa gorda (percentual de gordura), massa magra (livre de gordura), gordura visceral total, mediante o aparelho SECA mBCA 515, de bioimpedância segmentada de 19 Frequências. Os participantes se apresentaram à clínica para avaliação de composição corporal, abstendo-se da ingestão de alimentos ou líquidos por 4 a 8 horas, do uso de nicotina

por 12 horas, diuréticos, álcool, cafeína, teobromina e qualquer exercício físico por 24 horas antes do teste. O exame foi feito nos pacientes usando roupas leves, sem adorno, também sendo proibido o uso de qualquer loção sobre a pele.

**Calorimetria indireta:** Método que se baseia na medida indireta da energia gasta a partir do consumo de volume de oxigênio e produção de dióxido de carbono em determinado período de tempo. Todos os voluntários seguiram o seguinte protocolo: a) abstenção da ingestão de alimentos e líquidos por 8 horas (exceto água), do uso de nicotina por 12 horas, cafeína e de qualquer exercício por 24 horas antes do teste; b) realização de período de repouso 30 minutos antes do exame e c) determinação da TMB utilizando-se do sistema de análise de taxa metabólica *MetaCheck*, calibrado de acordo com as especificações do fabricante. Cada teste durou no mínimo 10 minutos de medição e a TMB foi determinada usando a equação de Weir. O teste foi repetido se a TMB tivesse uma diferença maior de 20% do que a prevista pela equação de Harris-Benedict.<sup>17</sup>

**Protocolo do teste cardiopulmonar de esforço:** A análise da ventilação minuto (VE), consumo de oxigênio (VO<sub>2</sub>) e produção de gás carbônico (VCO<sub>2</sub>) foi realizada a cada 10 segundos por intermédio do analisador de gases *Córtex Metalyser 3B*, com o *software* Elite. Foram utilizados eletrocardiógrafo digital *Micromed* e esteira ergométrica marca *Inbrasport*, modelo Super ATL.

Foi utilizado o protocolo de rampa e o teste era considerado máximo quando se atingia o RER>1,10. Preconizou-se interromper a prova conforme critérios estabelecidos pela III Diretriz da Sociedade Brasileira de Cardiologia.<sup>18</sup>

Foram avaliadas as seguintes variáveis do TECP:<sup>19-20</sup>

- VO<sub>2pico</sub> foi considerado o maior valor atingido nos últimos 30 segundos do esforço e foi expresso em ml.kg<sup>-1</sup>.min<sup>-1</sup>.
- O VO<sub>2</sub> no limiar anaeróbico foi determinado pelo método *V-slope*. Caso não fosse possível, era realizado por meio da análise do gráfico da plotagem dos equivalentes ventilatórios.

Analisou-se o gasto calórico total ao esforço através da calorimetria indireta, a partir do monitoramento do



consumo de volume de oxigênio e produção de dióxido de carbono em determinado período de tempo de esforço. O consumo de carboidrato e gordura também foi estudado.

**Análise estatística:** As análises estatísticas foram processadas utilizando-se o programa *SPSS Statistic 19.0 (IBM Corporation, 2010)*. As variáveis quantitativas foram descritas como média ( $\pm$  desvio padrão) e a comparação entre os grupos foi realizada por meio do teste t de *Student*. As variáveis categóricas foram sumarizadas como percentagens e a comparação mediante os testes Qui quadrado ( $X^2$ ) e exato de Fischer. Foi adotado o nível de confiança de 0,05 para o erro  $\alpha$  e os testes foram bicaudais.

Para analisar a influência do EF no metabolismo e desempenho aeróbico, foi utilizado o modelo de MANCOVA, considerando as variáveis dependentes: GER, GEEF e  $VO_{2max}$ . Os fatores foram o gênero e EF e covariáveis: idade, IMC, porcentagem (%) da massa magra e porcentagem (%) da massa gorda. Para efeito de significância, optou-se pelo Traço de Pillai, selecionado em função do tamanho da mostra, diferença do n dos grupos e da presença de correlação entre as variáveis. Avaliaram-se ainda o tamanho do efeito medido, por meio do  $ETA^2$  parcial (o  $ETA^2$  parcial foi aplicado com o intuito de inferir acerca da significância clínica, considerando-se a dimensão do efeito muito elevada se valores  $> 0,5$  e pequena se  $\leq 0,05$ ) e o poder para cada variável.

**Aspectos éticos:** Todos os pacientes que participaram da pesquisa assinaram termo de consentimento livre e

esclarecido. O trabalho teve a anuência do comitê de ética em pesquisa, da instituição nucleadora do trabalho.

## Resultados

A amostra constou de 83 indivíduos, sendo 46 ativos (55,4%) e 37 sedentários (44,6%), com idade média de  $39,8 \pm 12,3$  anos. Os grupos foram similares quanto à idade, gênero, peso, IMC, relação cintura-quadril e fatores de risco cardiovascular. Eram compostos de pacientes jovens, na faixa etária aproximada dos 40 anos e portadores de sobrepeso discreto (tabela 1). O tipo de exercício praticado pelos pacientes ativos era 45% de exercício misto (aeróbico e resistência), 32,5% de aeróbico e 22,5% de resistência.

A bioimpedância não revelou diferença entre os grupos quanto aos percentuais de massas magra e gorda (tabela 2). Os sedentários, ajustando-se para idade e gênero, apresentaram maior gordura visceral (3,81L; IC 95% 3,32-4,29) que os ativos (3,01L; IC 95% 2,56-3,47).

A calorimetria indireta em repouso, não demonstrou diferença do GER entre os ativos e sedentários, o resultado respectivo foi de  $1535 \pm 283,16$  kcal/dia e  $1608 \pm 460,85$  kcal/dia ( $p=0,4$ ). Na análise multivariada, por outro lado, observou-se que a idade, gênero e IMC influenciaram, significativamente, o GER, conforme pode ser apreciado na tabela 5. Após ajuste para a idade, o gênero masculino exibiu maior GER (figura 1).

**Tabela 1.** Características clínicas e antropométricas dos grupos ativo e sedentário.

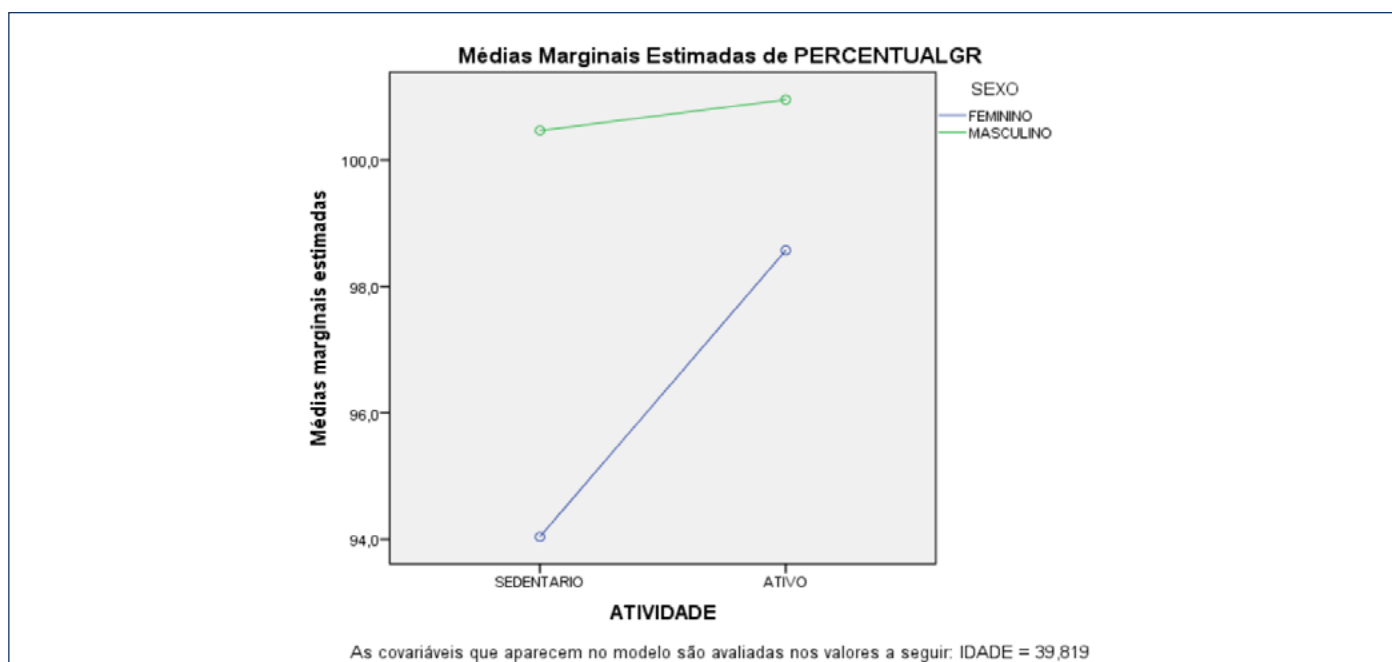
Variáveis	Grupo Ativo (n=46)	Grupo Sedentário (n=37)	P
Idade (anos)	41,41 $\pm$ 12,38	37,84 $\pm$ 12,12	0,19
Gênero feminino, n (%)	31 (67,4%)	22 (59,5%)	0,45
HAS	4 (8,7%)	5 (13,5%)	0,5
DM	1 (2,2%)	0	1
Dislipidemia	11 (21,9%)	8 (21,6%)	0,81
Tabagismo	0	1 (2,7%)	0,45
Peso (kg)	74,18 $\pm$ 13,56	78,54 $\pm$ 20,81	0,28
IMC (kg/m <sup>2</sup> )	26,82 $\pm$ 4,24	28,17 $\pm$ 5,6	0,21
Relação cintura-quadril	0,87 $\pm$ 0,09	0,90 $\pm$ 0,08	0,17

Variáveis categóricas expressas em frequência absoluta: n (frequência relativa - %); variáveis contínuas expressas em média  $\pm$  DP; Teste de qui-quadrado; teste t de *Student*; nível de significância  $p \leq 0,05$ ; DP: desvio-padrão; HAS: hipertensão arterial sistêmica, DM: diabetes *mellitus*, IMC: índice de massa corpórea.

**Tabela 2.** Características da bioimpedância dos grupos ativo e sedentário.

Variáveis	Grupo Ativo (n=46)	Grupo Sedentário (n=37)	P
Massa gorda (%)	34,33±9,23	36,2±7,92	0,33
Massa magra (%)	65,67±9,23	63,78±7,93	0,33
Gordura visceral	2,77±1,42	3,52±2,16	0,06

Variáveis categóricas expressas em frequência absoluta: n (frequência relativa - %); variáveis contínuas expressas em média ± DP; teste de qui-quadrado; teste t de Student; nível de significância p≤0,05; DP: desvio-padrão.



**Figura 1** - Gasto energético em repouso de acordo com o gênero.

Em relação às variáveis do TCPE, não se constatou diferença quanto à duração do teste, quociente respiratório e frequência cardíaca (FC) máxima atingida; os integrantes de ambos os grupos cumpriram os critérios de exame máximo. Os sedentários tiveram maior FC de repouso, menor consumo de oxigênio no pico do esforço e no primeiro limiar anaeróbico. Quanto à calorimetria indireta ao esforço, os pacientes que praticavam EF obtiveram maior GEEF, com o consumo maior de carboidrato durante o esforço (tabela 3).

## Discussão

Diante do exposto, pode-se constatar que o impacto do EF no GED parece estar relacionado, diretamente, com o momento da realização do próprio exercício, uma vez que,

os indivíduos ativos exibiram maior GEEF e desempenho aeróbico. Na população estudada, não foi observada influência do EF no GER.

O grupo de ativos era composto de integrantes saudáveis, que praticavam EF de moderada intensidade, o que pode, de certa forma, não ter contribuído para o aumento do EPOC e das alterações dos sistemas circulatório, respiratório, hormonal e térmico relatados na literatura. A dose ideal de exercício aeróbico, mais especificamente, a dose necessária para produzir o maior benefício varia consideravelmente nos principais estudos de relevância clínica.<sup>21</sup> Wilmore et al não encontraram mudanças no GER após 20 semanas de exercício aeróbico de moderada intensidade, mesmo

**Tabela 3.** Variáveis hemodinâmicas e metabólicas do teste de esforço cardiopulmonar dos grupos ativo e sedentário.

Variáveis	Grupo Ativo (n=46)	Grupo Sedentário (n=37)	P
Duração do teste (minutos: segundos)	11:06	9:35	0,000
Frequência cardíaca repouso (bpm)	71±11	79±15,6	0,013
Frequência cardíaca pico, % do predito	95,9±6,6	93,9±6,6	0,83
Quociente respiratório	1,11±0,10	1,13±0,07	0,33
VO <sub>2pico</sub> (ml.kg <sup>-1</sup> .min <sup>-1</sup> )	30,01±8,31	24,77±5,2	0,001
VO <sub>2pico</sub> , % do predito	88,55±17,3	85,82±22,0	0,54
VO <sub>2</sub> no limiar anaeróbico (ml.kg <sup>-1</sup> .min <sup>-1</sup> )	19,12±6,55	14,55±3,37	0,000
Limiar anaeróbico, % do VO <sub>2</sub> predito	62,36±10,46	59,05±9,03	0,11
Gasto calórico (kcal)	94,65±47,5	72,36±30,47	0,015
Gasto gordura (kcal)	25,8±15,7	20,87±10,17	0,1
Gasto carboidrato (kcal)	68,86±38,76	51,47±26,27	0,02

Variáveis contínuas expressas em média ± DP; Teste t de Student; nível de significância p≤0,05; DP: desvio-padrão; VO<sub>2</sub>: consumo de oxigênio; O<sub>2</sub>: oxigênio.

**Tabela 4.** Influência multivariada da atividade e gênero no metabolismo e na condição aeróbica, ajustados para as covariáveis.

Variáveis	Traço de Pillai	P	ETA <sup>2</sup> parcial	Poder
Exercício	0,271	<0,0001	0,271	0,994
Gênero	0,137	0,013	0,137	0,803
<b>Covariáveis</b>				
Idade	0,202	0,001	0,202	0,954
IMC	0,328	<0,0001	0,328	0,999
% massa magra	0,015	0,779	0,015	0,118
% massa gorda	0,016	0,755	0,016	0,125

MANCOVA - Análise multivariada de covariância. Variáveis dependentes: GRE, VO<sub>2max</sub> e gasto calórico ao esforço; fatores fixos: exercício físico e gênero e as covariáveis: idade, IMC, % massa magra, % massa gorda. Nível de significância p≤0,05; poder≥0,80. Parâmetros do modelo ajustado: R2 ajustado para o GER=0,646; R2 ajustado para VO<sub>2max</sub> 0,755; R2 ajustado para gasto calórico 0,681.

IMC: índice da massa corpórea.

na presença de pequenas mudanças na composição corporal e aumento do VO<sub>2max</sub>.<sup>22</sup>

Apesar da intensidade do EF possivelmente impactar no GER, Karstoft et al<sup>23</sup> só encontraram influência do EF sobre o GER em portadores de diabetes *mellitus* tipo II submetidos a diferentes intensidades de exercício, se houvesse também mudança na composição corporal. Woods et al estudaram os efeitos do treinamento intenso em ciclistas de elite, realizando *overreaching* sem compensação da ingestão calórica e observaram redução do GER, com o decréscimo da massa corporal e do desempenho aeróbico.<sup>24</sup>

Por outro lado, outros estudos mostraram aumento do GED pelo EF, tanto diretamente, mediante efeito no consumo de energia decorrente do próprio exercício, como, indiretamente, por intermédio do aumento do GER.<sup>25-27</sup> Potteiger et al observaram aumento do GER em pacientes portadores de sobrepeso após a realização de 16 meses de treinamento aeróbico de moderada intensidade. O tempo do EF desse estudo foi maior em relação aos outros, o que pode ter contribuído para o resultado alcançado.<sup>25</sup>

A literatura aponta a massa magra como um dos principais determinantes do GER.<sup>28-29</sup> Na nossa pesquisa, os grupos ativos e sedentários não foram diferentes

**Tabela 5.** Efeito do EF, gênero, idade e IMC nas variáveis dependentes: GER, GEEF e VO<sub>2max</sub>.

Variáveis	F	P	ETA <sup>2</sup> parcial	Poder
<b>Exercício</b>				
VO <sub>2max</sub>	26,205	<0,0001	0,259	0,999
GEEF	18,307	<0,0001	0,196	0,988
<b>Gênero</b>				
GER	9,246	0,003	0,110	0,851
<b>Idade</b>				
GER	14,159	<0,0001	0,159	0,960
VO <sub>2max</sub>	4,392	0,039	0,055	0,543
<b>IMC</b>				
GER	10,007	0,002	0,118	0,878
VO <sub>2max</sub>	5,505	0,022	0,068	0,639
GEEF	24,693	<0,0001	0,248	0,998

MANCOVA - Análise multivariada de covariância. Variáveis dependentes: GRE, VO<sub>2max</sub> e GEEF; fatores fixos: exercício físico e gênero e as covariáveis: idade, IMC, % massa magra, % massa gorda. Nível de significância p≤0,05; poder≥0,80. IMC: índice da massa corpórea; VO<sub>2</sub>: consumo de oxigênio; GER: gasto energético em repouso; GEEF: gasto energético ao exercício físico. Parâmetros do modelo ajustado: R2 ajustado para o GER= 0,646; R2 ajustado para VO<sub>2max</sub> 0,755; R2 ajustado para gasto calórico 0,681.

**Tabela 6.** Diferenças observadas para os grupos relacionadas aos fatores fixos: exercício físico e gênero.

Variáveis	Diferença média ± erro padrão	P	IC 95% para diferença
<b>GER (Kcal/dia)</b>			
Diferença masculino x feminino	354,16±116,47	0,003	122,13±586,19
<b>VO<sub>2max</sub> (ml.kg<sup>-1</sup>.min<sup>-1</sup>)</b>			
Diferença ativo x sedentário	4,65±0,91	<0,0001	2,84±6,46
<b>GEEF (Kcal)</b>			
Diferença ativo x sedentário	24,82±5,80	<0,0001	13,26±36,38

MANCOVA - Análise multivariada de covariância. Variáveis dependentes: GRE, VO<sub>2max</sub> e GEEF; fatores fixos: exercício físico e gênero e as covariáveis: idade, IMC, % massa magra, % massa gorda. Nível de significância p≤0,05; poder≥0,80. IMC: índice da massa corpórea; VO<sub>2</sub>: consumo de oxigênio; GER: gasto energético em repouso; GEEF: gasto energético ao exercício físico. Parâmetros do modelo ajustado: R2 ajustado para o GER=0,646; R2 ajustado para VO<sub>2max</sub> 0,755; R2 ajustado para gasto calórico 0,681.

quanto à composição da massa corporal, o que pode ter contribuído para não alterar o GER. O gênero, ajustando para a idade, teve efeito no GER, o que já é relatado na literatura, os homens possuem maior GER.

Apesar de o EF não causar impacto no GER, os pacientes sedentários tiveram maior adiposidade visceral, o qual é considerado marcador cardiometabólico, devido à associação com hipertensão arterial sistêmica, obesidade, resistência à insulina e doença arterial coronariana. Alguns estudos já haviam demonstrado correlação negativa entre a adiposidade visceral e a tolerância ao exercício.<sup>30-31</sup> Uma das possíveis justificativas elencadas foi o aumento da

liberação de fator de necrose tumoral alpha (TNF) e de ácidos graxos livres, por meio da resistência à insulina, prejudicando assim, a função muscular esquelética e tolerância ao esforço.<sup>32</sup> Nesta mesma linha, outro trabalho já havia relatado que, reduzir o tecido adiposo visceral, foi independentemente relacionado à melhora da performance cardiorrespiratória e risco cardiometabólico.<sup>33</sup>

Berentzen et al já haviam observado que uma redução na circunferência abdominal, era associado à diminuição da mortalidade em adultos saudáveis de meia idade.<sup>34</sup> A redução significativa do tecido adiposo visceral foi observada em resposta a prática de exercício, independente da sua intensidade.<sup>35-37</sup>



No presente estudo, os pacientes praticantes de EF apresentaram melhor desempenho aeróbico, traduzido pelas maiores taxas  $VO_{2pico}$  e  $VO_2$  no primeiro limiar ventilatório. O grupo ativo atingiu diferença de 1,5 MET no pico do exercício. Já foi relatado na literatura que a cada aumento de 1 MET na condição aeróbica, a taxa de risco ajustada para morte diminuiu em 12%.<sup>38</sup> Este benefício foi demonstrado em trabalho recente, onde a associação inversa entre atividade física e risco de DCV foi significativa em idosos e comparável com indivíduos de meia-idade. Níveis modestos de atividade física conferiram benefícios em termos de risco de DCV, comparado a ser completamente inativo.<sup>39</sup>

Jae et al demonstraram que boa condição aeróbica era capaz de atenuar o risco de morte súbita, em pacientes do gênero masculino portadores de sobrepeso e obesidade. Neste trabalho, boa performance cardiorrespiratória foi determinado por meio da análise do  $VO_{2pico}$ , devendo esse valor ser maior ou igual a 30 ml.kg<sup>-1</sup>.min<sup>-1</sup> ou 8,6 METs.<sup>40</sup>

Os sedentários tiveram maior frequência cardíaca de repouso, demonstrando maior atividade simpática. O EF induz adaptação do sistema nervoso autonômico, mais frequentemente notado na redução da frequência cardíaca em repouso, já relatado em alguns estudos.<sup>41-43</sup>

Esses dados mostram que os pacientes sedentários, mesmo com IMC sem diferença dos ativos, são diferentes do ponto de vista funcional. Todavia, esta pesquisa suscita novos estudos que continuem buscando os efeitos do exercício físico no balanço energético, as ações diretas e indiretas na regulação do metabolismo. É importante analisar as diversas intensidades e duração do EF para analisar a relação dose-resposta em relação ao GER.

Nesta investigação, podemos assinalar algumas limitações, a saber: a) a amostra foi formada tanto de

praticantes de EF aeróbico como resistido; b) não foi avaliada a intensidade precisa da prática de EF; c) não houve também controle da frequência semanal da prática de EF; d) foram inclusos somente aqueles que realizavam EF há pelo menos três meses, não sendo avaliada a duração total da prática; e) não foi exigido, com critério de inclusão, a supervisão dos exercícios por profissionais qualificados.

Vale ressaltar, todavia, que a amostra populacional avaliada reflete o mundo real, daqueles que, almejando um estilo de vida mais saudável, recorrem à prática regular de exercício físico, pelo menos três vezes por semana, de modalidades heterogêneas, aeróbicos e/ou resistidos, de intensidades variadas e sem um prescrição específica de treinamento.

## Conclusões

Os pacientes ativos mostraram maior gasto calórico ao esforço e melhor desempenho aeróbico, mas o EF não modificou o gasto energético em repouso. Os fatores realmente que contribuíram para tal foram a idade, o IMC e o gênero. Portanto, os dados sugerem que o EF de moderada intensidade praticado pela população estudada, não foi suficiente para aumentar o EPOC.

## 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. Nystoriak MA, Bhatnagar A. Cardiovascular Effects and Benefits of Exercise. *Frontiers in Cardiovascular Medicine*. 2018; 135 (5): 1-11. doi: 10.3389/fcvm.2018.00135.
2. Pedersen BK, Saltin B. Exercise as Medicine - Evidence for Prescribing Exercise as Therapy in 26 Different Chronic Diseases. *Scand J Med Sci Sports*. 2015; 25 (Suppl 3): 1-72. doi: 10.1111/sms.12581.
3. Willis BL, Gao A, Leonard D, Defina LF, Berry JD. Midlife Fitness and the Development of Chronic Conditions in Later Life. *Arch Intern Med*. 2012; 172 (17): 1333-40. doi: 10.1001/archinternmed.2012.3400.
4. Hallal PC, Andersen LB, Bull FC, Guthold R, Haskell W, Ekelund U. Lancet Physical Activity Series Working Group. Global Physical Activity Levels: Surveillance Progress, Pitfalls and Prospects. *Lancet*. 2012; 380 (9898): 245-57. doi: 10.1016/S0140-6736(12)60646-1.
5. Martin CK, Church TS, Thompson AM, Earnest CP, Blair SN. Exercise Dose and Quality of Life: a Randomized Controlled Trial. *Arch Intern Med*. 2009; 169(3): 269-78. doi: 10.1001/archinternmed.2008.545.
6. Jorge JG, Santos MA, Barreto-Filho JA, Oliveira JL, Melo EV, Oliveira NA, Faro GB, Sousa AC. Nível de Atividade Física e Evolução Intra-hospitalar de Pacientes com Síndrome Coronariana Aguda. *Arq Bras Cardiol*. 2016; 106 (1): 33-40. doi: 10.5935/abc.20160006.
7. Chooi YC, Ding C, Magkos F. The Epidemiology of Obesity. *Metabolism*. 2019; 92: 6-10. doi: 10.1016/j.metabol.2018.09.005.

8. Lee IM, Djoussé L, Sesso HD, Wang L, Buring JE. Physical Activity and Weight Gain Prevention. *JAMA*. 2010; 303 (12): 1173-9. doi: 10.1001/jama.2010.312.
9. Melo CM, Tirapegui J, Ribeiro SM. Gasto Energético Corporal: Conceitos, Formas de Avaliação e sua Relação com a Obesidade. *Arq Bras Endocrinol Metab*. 2008; 52 (3): 452-64.
10. Ravussin E, Lillioja S, Anderson TE, Christin L, Bogardus C. Determinants of 24-Hour Energy Expenditure in Man. Methods and Results Using a Respiratory Chamber. *J Clin Invest*. 1986; 78 (6):1568-78. doi: 10.1172/JCI112749.
11. De Jonge L, Bray GA. The Thermic Effect of Food and Obesity: a Critical Review. *Obes Res*. 1997; 5 (6): 622-31. doi: 10.1002/j.1550-8528.1997.tb00584.x.
12. Levine JA. Non-exercise Activity Thermogenesis. *Proc Nutr Soc*. 2003; 62 (3): 667-79. doi: 10.1053/beem.2002.0227.
13. Melanin EL. The Effect of Exercise on Non-exercise Physical Activity and Sedentary Behavior in Adults. *Obes Rev*. 2017; 1: 40-49. doi: 10.1111/obr.12507.
14. Foureaux G, Pinto KMC, Dâmaso A. Efeito do Consumo Excessivo de Oxigênio após Exercício e da Taxa Metabólica de Repouso no Gasto Energético. *Rev Bras Med Esporte*. 2006; 12 (6): 393-8.
15. World Health Organization. Obesity: Preventing and Managing the Global Epidemic. Report of a World Health Organization Consultation. Geneva: World Health Organization. 2000; 256.
16. Fosbol M, Zerahn B. Contemporary Methods of Body Composition Measurement. *Scandinavian Clin Physiol Funct Imaging*. 2015; 35 (2): 81-97. doi: 10.1111/cpf.12152.
17. Harris JA, Benedict FG. A Biometric Study of Basal Metabolism in Man. *Proc Natl Acad Sci U S A*. 1918 Dec; 4 (12): 370-3. doi: 10.1073/pnas.4.12.370.
18. Meneghelo RS, Araújo CGS, Stein R, Mastrocolla LE, Albuquerque PF, Serra SM, et al. Sociedade Brasileira de Cardiologia. III Diretrizes da Sociedade Brasileira de Cardiologia sobre Teste Ergométrico. *Arq Bras Cardiol*. 2010; 95 (5 supl.1): 1-26. doi: 10.1590/S0066-782X2010000800001.
19. Neder J, Nery L. Fisiologia do Exercício - Teoria e Prática. 1ªed. São Paulo: Artes Médicas; 2003.
20. Wasserman K, Hansen JE, Sue DY, Stringer WW, Whipp BJ. Principles of Exercise Testing and Interpretation. 4ªed. Philadelphia: Lippincott Williams & Wilkins; 1996.
21. Wasfy M, Baggish AL. Exercise Dose in Clinical Practice. *Circulation*. 2016; 133 (23): 2297-313. doi: 10.1161/CIRCULATIONAHA.116.018093.
22. Wilmore JH, Stanforth PR, Hudspeth LA, Gagnon J, Daw EW, Leon AS, Rao DC, Skinner JS, Bouchard C. Alterations in resting Metabolic Rate as a Consequence of 20 Weeks of Endurance Training: the HERITAGE Family Study. *Am J Clin Nutr*. 1998; 68 (1): 66-71. doi: 10.1093/ajcn/68.1.66.
23. Karstoft K, Brinklov CF, Thorsen IK, Nielsen JS, Ried-Larsen M. Resting Metabolic Rate Does not Change in Response to Different Types of Training in Subjects with Type 2 Diabetes. *Front Endocrinol (Lausanne)*. 2017; 8:132. doi: 10.3389/fendo.2017.00132.
24. Woods AL, Rice AJ, Garvican-Lewis LA, Walleth AM, Lundy B, Rogers MA, Welvaert M, et al. The Effects of Intensified Training on Resting Metabolic Rate (RMR), Body Composition and Performance in Trained Cyclists. *PLoS One*. 2018; 13(2): e0191644. doi: 10.1371/journal.pone.0191644. eCollection 2018.
25. Potteiger JA, Kirk EP, Jacobsen DJ, Donnelly JE. Changes in Resting Meta-Bolic Rate and Substrate Oxidation after 16 Months of Exercise Training in Overweight Adults. *Int J Sport Nutr Exerc Metab*. 2008; 18: 79-95. doi: 10.1123/ijsnem.18.1.79.
26. Tremblay A, Fontaine E, Poehlman ET, Mitchell D, Perron L, Bouchard C. The Effect of Exercise-Training on Resting Metabolic Rate in Lean and Moderately Obese Individuals. *Intern J Obesity*. 1986; 10: 511-7.
27. Toth MJ, Poehlman ET. Resting Metabolic Rate and Cardiovascular Disease Risk in Resistance and Aerobic-Trained Middle-Aged Women. *Intern J Obesity*. 1995; 19: 691-8.
28. Laforgia J, Van Der Ploeg G, Withers R, Gunn S, Brooks A, Chatterton B. Impact of Indexing Resting Metabolic Rate Against Fat-Free Mass Determined by Different Body Composition Models. *Eur J Clin Nutr*. 2004; 58 (8): 1132-41. doi: 10.1038/sj.ejcn.1601941.
29. Westerterp K, Meijer G, Schoffelen P, Janssen E. Body Mass, Body Composition and Sleeping Metabolic Rate Before, During and After Endurance Training. *Eur J Appl Physiol*. 1994; 69 (3): 203-8. doi: 10.1007/BF01094789.
30. LaMonte MJ, Barlow CE, Jurca R, Kampert JB, Church TS, Blair SN. Cardiorespiratory Fitness Is Inversely Associated with the Incidence of Metabolic Syndrome: A Prospective Study of Men and Women. *Circulation*. 2005; 112 (4): 505-12. doi: 10.1161/CIRCULATIONAHA.104.503805.
31. O'Donovan G, Thomas EL, McCarthy JP, Fitzpatrick J, Durighel G, Mehta S, Morin SX, et al. Fat Distribution in Men of Different Waist Girth, Fitness Level and Exercise Habit. *Int J Obes (Lond)*. 2009; 33 (12): 1356-62. doi: 10.1038/ijo.2009.189.
32. Shioya-Yamada M, Shimada K, Nishitani-Yokoyama M, Sai E, Takeno K, Tamura Y, et al. Association between Visceral Fat Accumulation and Exercise Tolerance in Non-Obese Subjects without Diabetes. *J Clin Med Res*. 2018; 10 (8): 630-5. doi: 10.14740/jocmr3403w.
33. O'Donovan G, Kearney E, Sherwood R, Hillsdon M. Fatness, Fitness and Cardiometabolic Risk Factors in Middle Aged White Men. *Metabolism*. 2012; 61 (2): 213-20. doi: 10.1016/j.metabol.2011.06.009.
34. Berentzen TL, Jakobsen MU, Halkjaer J, Tjonneland A, Overvad K, Sorensen TI. Changes in Waist Circumference and Mortality in Middle-Aged Men and Women. *PLoS One*. 2010; 5 (9): e13097. doi: 10.1371/journal.pone.0013097.
35. Cowan TE, Brennan AM, Stotz PJ, Clarke J, Lamarche B, Ross R. Separate Effects of Exercise Amount and Intensity on Adipose Tissue and Skeletal Muscle Mass in Adults with Abdominal Obesity. *Obesity*. 2018; 26 (11): 1696-1703. doi: 10.1002/oby.22304.
36. Ross R, Hudson R, Stotz P, Lam M. Effects of Exercise Amount and Intensity on Abdominal Obesity and Glucose Tolerance in Obese Adult. *Ann Intern Med*. 2015; 162: 325-34. doi: 10.7326/M14-1189.
37. Lachman S, Boekholdt SM, Luben RN, Sharp SJ, Brage S, Khaw K-T, Peters RJ, Wareham NJ. Impact of Physical Activity on the Risk of Cardiovascular Disease in Middle-Aged and Older Adults: EPIC Norfolk Prospective Population Study. *Europ J Prev Cardiol*. 2018; 25 (2): 200-8. doi: 10.1177/2047487317737628.
38. Kokkinos P, Myers J, Faselis C, Panagiotakos DB, Doumas M, Pittaras A, et al. Exercise Capacity and Mortality in Older Men: a 20-Year Follow-Up Study. *Circulation*. 2010; 122 (8): 790-7. doi: 10.1161/CIRCULATIONAHA.110.938852.
39. Lachman S, Boekholdt SM, Luben RN, Sharp SJ, Brage S, Khaw KT, Peters RJ, Wareham NJ. Impact of Physical Activity on the Risk of Cardiovascular Disease in Middle-Aged and Older Adults. *Eur J Prev Cardiol*. 2018; 25 (2): 200-8. doi: 10.1177/2047487317737628.
40. Jae SY, Franklin BA, Kurl S, Fernhall B, Kunutsor SK, Kauhanen J, Laukkanen JA. Effect of Cardiorespiratory Fitness on Risk of Sudden Cardiac Death in Overweight/Obese Men Aged 42 to 60 Years. *Am J Cardiol*. 2018; 122 (5): 775-9. doi: 10.1016/j.amjcard.2018.05.017.
41. Nascimento MF, Barros JA. Efeitos do Condicionamento Físico na Frequência Cardíaca de Repouso e sua Variabilidade em Indivíduos do Gênero Masculino Sedentários e Praticantes de Exercícios Físicos. *Rev Bras Prescr Fisiol Exerc*. 2008; 2 (8): 209-20.
42. Fronchetti L, Nakamura F, Aguiar C, Oliveira F. Indicadores de Regulação Autônômica Cardíaca em Repouso e Durante o Exercício Progressivo. Aplicação do Limiar de Variabilidade da Frequência Cardíaca. *Rev Port Cien Desp*. 2006; 6 (1): 21-8.
43. Tulppo M, Makikallio T, Seppanen T, Laukkanen RT, Huikuri HV. Vagal Modulation of Heart Rate during Exercise: Effects of Age and Physical Fitness. *Am J Physiol*. 1998; 274 (2): H424-9. doi: 10.1152/ajpheart.1998.274.2.H424.

# Os Efeitos da Pandemia pelo SARS-CoV-2 na Inatividade Física de Médicos Residentes

## *The Effects of SARS-CoV-2 Pandemic on Physical Inactivity in Resident Physicians*

Silvio Marques Póvoa Junior<sup>1,2,3</sup>, Rodrigo Otávio Bougleux Alô<sup>1,4</sup>, Thiago Ghorayeb Garcia<sup>1,4</sup>, Ricardo Contesini Francisco<sup>1,4</sup>, Rafaela Rossini Buso<sup>1,2</sup>, Guilherme Amaro<sup>1</sup>, Diando Marinho Mota<sup>1</sup>, Amália Carolina Carneiro Souza<sup>5</sup>, Giuseppe Sebastiano Dioguardi<sup>1</sup>

1. Instituto Dante Pazzanese de Cardiologia, São Paulo, SP - Brasil
2. Hospital São Luiz Itaim, São Paulo, SP - Brasil
3. Hospital Israelita Albert Einstein, São Paulo, SP - Brasil
4. Hospital do Coração (HCor), São Paulo, SP - Brasil
5. Universidade Estadual Paulista, São Paulo, SP - Brasil

### Correspondência:

Silvio Marques Póvoa Junior  
Av. Dr. Dante Pazzanese, 500, Vila Mariana. CEP 04012-909, São Paulo, SP - Brasil  
spovoajr@gmail.com

Recebido em 10/04/2021

Aceito em 24/04/2021

DOI: <https://doi.org/10.29327/22487.27.1-3>

### Resumo

Diversas diretrizes e posicionamentos na cardiologia divulgam e demonstram os benefícios da atividade física na prevenção de doenças e melhora da qualidade. As recomendações contemplam 150 minutos de atividade física moderada ou 75 minutos de atividade intensa semanais. Neste estudo, buscamos avaliar a prevalência de médicos residentes de cardiologia em hospital terciário no Brasil, tendo notado que 62,7% da população estudada estava aquém das recomendações. Foi avaliada também a influência da pandemia na atividade física dos residentes, tendo 74,7% dos entrevistados relatado redução das atividades físicas no contexto da pandemia.

**Palavras-chave:** Atividade Física; Médicos; Médicos Residentes; SARS-CoV-2; Pandemia.

### Abstract

Several guidelines and statements in cardiology publicize and demonstrate the benefits of physical activity in preventing diseases and improving quality. The recommendations include 150 minutes of moderate physical activity or 75 minutes of intense weekly activity. In this study, we sought to assess the prevalence of cardiology resident physicians in a tertiary hospital in Brazil, noting that 62.7% of the studied population was below the recommendations. Pandemic influence on residents' physical activity was also assessed, with 74.7% of respondents reporting a reduction in physical activities in the context of pandemic.

**Keywords:** Physical Activity; Physicians; Resident Physicians; SARS-CoV-2; Pandemic.

### Introdução

A atividade física regular demonstra ter diversos benefícios no ser humano. Há evidências que corroboram seus benefícios em situações clínicas como doenças cardiovasculares, diabetes, alguns tipos de câncer, distúrbios psiquiátricos e na mortalidade total.<sup>1-4</sup>

Tanto a Organização Mundial de Saúde (OMS), quanto o *American College of Sports Medicine*, a *American Heart Association* (AHA) e a Sociedade Brasileira de

Cardiologia (SBC) recomendam 150 minutos de atividade física moderada por semana, ou 75 minutos de atividade física intensa, ou a combinação de ambos.<sup>5-8</sup>

Médicos residentes são profissionais que exercem medicina sob supervisão de preceptores, no intuito de se especializarem em determinada área da medicina.

Há uma preocupação crescente em como parte dessa formação pode estar afetando a qualidade de vida desses profissionais.

Dessa forma, esse estudo transversal visou avaliar a prevalência de sedentarismo na população de médicos residentes (MR) e especializando em um hospital terciário em São Paulo, levando também em consideração se houve algum impacto da pandemia pelo SARS-CoV-2 na prática de atividade física pelos médicos residentes.

## Materiais e Métodos

Os médicos residentes foram expostos a questionário com convite feito através de encontros pessoais e pela internet. Devido a pandemia pelo SARS-CoV-2 e as medidas de isolamento para controle da transmissão da doença, julgou-se a *internet* como melhor forma para adquirir os dados.

Foi feito um questionário pelos formulários *Google* e este foi entregue pessoalmente, pelo aplicativo *whatsapp* ou por e-mail aos médicos residentes.

O formulário era anônimo, respondido por espontânea vontade e abordava oito questões com temas relacionados à prática de atividade física nos MR (questionário 1).

### Questionário 1

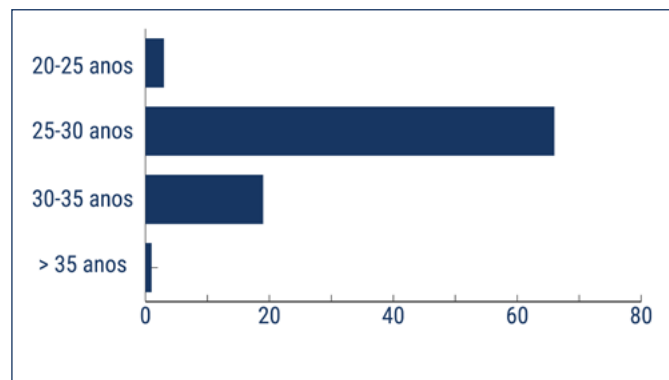
1. Qual o ano de residência
2. Qual sua idade
3. Presença de comorbidades
4. Você pratica exercícios físicos
5. Se não, qual o motivo pela ausência de prática de exercícios físicos
6. O quanto a pandemia afetou a prática de exercícios físicos
7. Quantos minutos de atividade física você faz por semana (moderado/intenso?) Atividade moderada foi considerada aquela que o indivíduo teria dificuldade em falar uma frase enquanto a faz
8. Alguma vez na sua formação você foi abordado quanto a sua saúde?

## Resultados

89 médicos residentes responderam o questionário. Destes, 37 eram parte do primeiro ano de cardiologia (terceiro ano de residência), contemplando 41,6% do

total. Residentes do 2º ano de cardiologia (quarto ano de residência) contemplaram 29,2% do total (26) e os demais 29,2% (26) são especializando em áreas da cardiologia.

**Gráfico 1** - Idade dos médicos residentes estudados.



A maioria dos residentes se encontram entre 25-30 anos (74,2%), sendo que 21,2% estão entre 30-35 anos.

24 residentes se declararam portadores de alguma comorbidade. Destes, seis relatavam LDL>130 mg/dL, dois tabagistas, dois asmáticos, dois portadores de *lupus* eritematoso sistêmico (LES) e um portador de insuficiência cardíaca.

21 residentes negaram a prática de quaisquer atividades físicas (23,6%). Apesar de 76,4% relatarem prática de atividades físicas, apenas 31 (37,3%) do total realizavam exercícios físicos dentro das recomendações semanais, sendo que 27 (32,5%) realizavam >150 minutos de atividade moderada e quatro (4,8%) mais do que 75 minutos de atividade intensa.

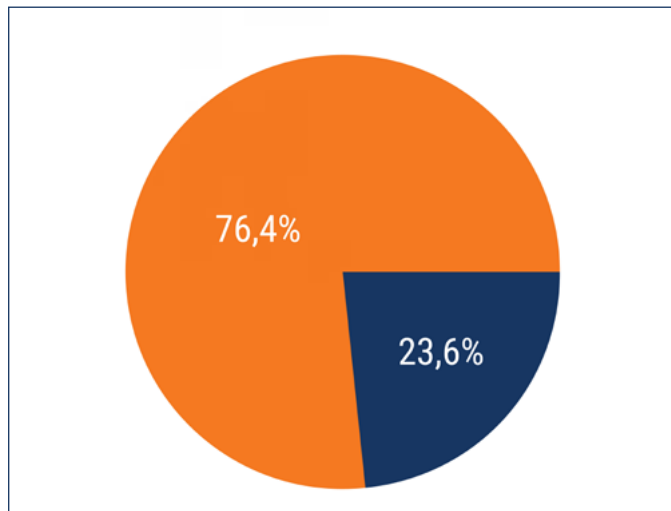
21 residentes negaram a prática de quaisquer atividades físicas (23,6%).

Dentre os motivos para não realizarem atividades físicas, 13 médicos residentes alegaram falta de tempo (14%), 11 (12,3%) cansaço, sete (7,8%) falta de vontade, cinco (5,6%) falta de interesse e quatro (4,4%) disseram ter indisponibilidade de agenda.

A pandemia reduziu >20% da frequência de exercícios físicos em 16 residentes (16,4%), >50% em 22 (25,3%) e 20 (23%) relataram >80% de redução. Sete (8%) relataram ter cessado a prática. 17 (19,5%) afirmavam manter a mesma prática semanal e um (1,1%) relatou aumento da realização da prática de atividades físicas.



**Gráfico 2** - Proporção de médicos residentes que relataram fazer alguma atividade física (em laranja) e os que relataram não fazer nenhuma (azul).

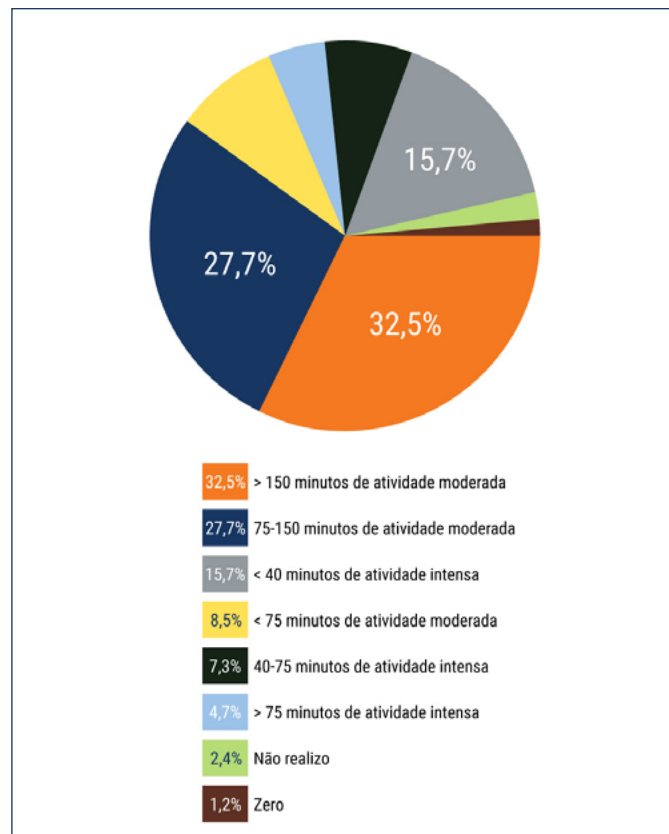


Quando questionados se em algum momento de sua formação como residentes tiveram a sua saúde como tema abordado, 72 (84,7%) referiram nunca ter sido abordados quanto a esse tema.

### Discussão

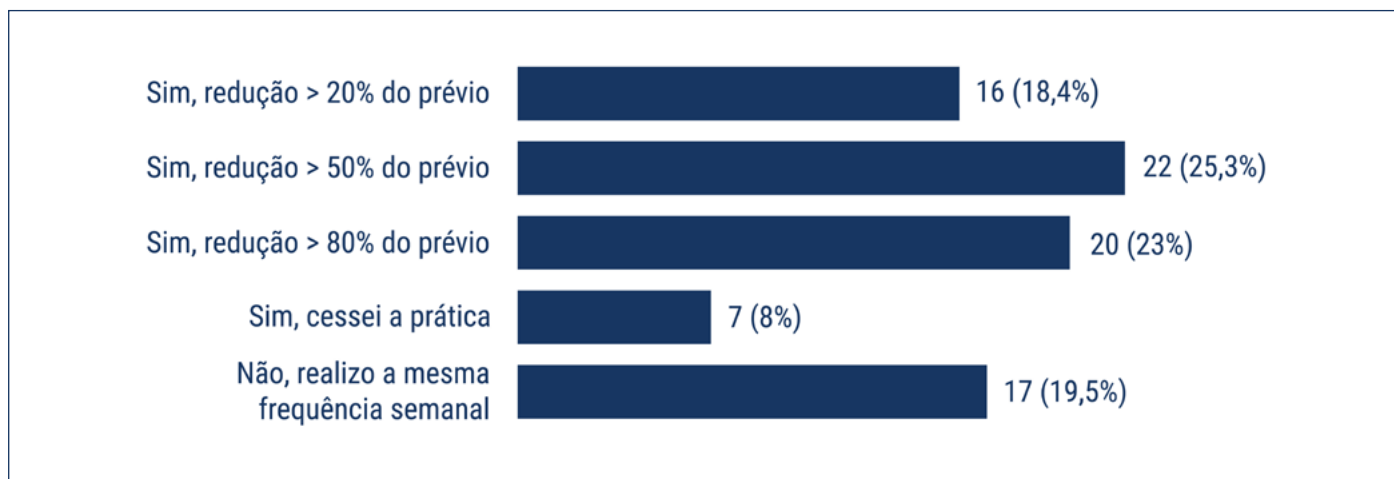
Conforme evidências e posicionamentos médicos de diversas instituições<sup>5-8</sup>, a literatura médica demonstrando diversos benefícios da prática de atividade física,<sup>1-4</sup> e ainda contemplando que dentro de um grupo que tem sua formação pautada na cardiologia, que em diversas

**Gráfico 3** - Proporção de tempo de atividade física e intensidade realizados pelos médicos residentes.



diretrizes nacionais<sup>9,10,11</sup> expõe e recomenda a prática de atividades físicas como tratamento e prevenção de doenças, traz-se ao debate se os médicos formados na área estão realizando o que se preconiza.

**Gráfico 4** - Redução da atividade física em médicos residentes com o advento da pandemia.



Como visto no presente estudo, cansaço, falta de tempo e falta de vontade foram motivos elencados como justificativas para a não prática de atividades físicas.

Ebrahimi et al em 2018 demonstraram importante incidência de *stress* ocupacional dentre residentes em uma universidade iraniana.<sup>12</sup>

Em 2012, estudo publicado por pesquisadores da Universidade Federal de Uberlândia demonstrou que médicos residentes não estão protegidos contra a epidemia de sobrepeso e obesidade. Os fatores desencadeantes deste quadro parecem estar relacionados a hábitos alimentares inadequados e ao sedentarismo.

Em estudo de Mihalopoulos e Berenson<sup>14</sup>, 53 médicos residentes foram avaliados com prevalência de 52% de sedentarismo. Perry e Osborne<sup>15</sup> estudaram 602 médicos residentes de diferentes especialidades. Os resultados revelaram um decréscimo significativo no tempo e na frequência de exercícios físicos ( $p < 0,05$ ) após o início da residência médica. O tempo médio de prática esportiva diminuiu de 72 para 60 minutos, e a frequência semanal passou de 3,9 dias para 1,7 dia ( $p < 0,05$ ).

A pandemia provocada pelo SARS-CoV-2 e todas as suas repercussões em sentidos sociais tem aumentado o tempo que os indivíduos passam sentados e reduzido a prática de atividades físicas. De fato, o presente estudo demonstra que 62 dos 85 residentes reduziram de forma importante as atividades físicas que faziam anteriormente após o início da pandemia.<sup>16</sup>

Chama atenção que, apesar de recomendações de prática de atividades físicas estarem nas diretrizes da cardiologia no Brasil, não encontramos a maioria dos residentes de cardiologia realizando exercícios físicos dentro das recomendações oficiais. Este fato deve ser levantado à inferência de que não só o conhecimento das recomendações, mas a criação de estímulos e de ambiente favorável à prática de esportes seja exposto a esses indivíduos.

A quebra na rotina de atividades físicas consequente da pandemia pode estar associada com piora no padrão

de sono.<sup>17</sup> Sabe-se que os distúrbios do sono são fatos clínicos presentes em grande proporção dentro dos médicos residentes.<sup>18</sup>

Em nossa amostra, a maioria dos médicos residentes nunca foram abordados durante suas residências médicas quanto à sua saúde.

Durante a residência médica, os profissionais devem lidar constantemente com o desejo de cuidar de pacientes e ao mesmo tempo com as questões de um complexo sistema assistencial, estabelecendo limites entre sua identidade pessoal e profissional.<sup>19,20</sup>

A pandemia por SARS-CoV-2 trouxe consigo a participação de médicos residentes no cuidado de pacientes com necessidade de tratamento hospitalar no Brasil.<sup>21</sup> Nosso estudo demonstra que há a possibilidade deste recrutamento ter sido fator para redução dos níveis de atividade física dos médicos residentes.

## Conclusão

A prática de atividade física em residentes de cardiologia, na instituição estudada, está na maioria das vezes aquém das recomendações da OMS, da SBC e da AHA. Além disso, houve impacto das novas medidas da pandemia sobre a prática de exercícios nessa população.

O presente trabalho ainda traz ao debate a questão de trazer aos médicos residentes medidas para melhora de qualidade de vida. São necessários mais estudos e possíveis intervenções para corroborar tais dados e trazer medidas que ponderem a inserção do exercício físico de forma adequada na rotina dos médicos residentes.

## 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. Kyu HH, Bachman VF, Alexander LT, Mumford JE, Afshin A, Estep K, et al. Physical Activity and Risk of Breast Cancer, Colon Cancer, Diabetes, Ischemic Heart Disease, and Ischemic Stroke Events: Systematic Review and Dose-Response Meta-Analysis for the Global Burden of Disease Study 2013. *BMJ*. 2016; 354:i3857. doi: 10.1136/bmj.i3857.
2. Wahid A, Manek N, Nichols M, Kelly P, Foster C, Webster P, et al. Quantifying the Association between Physical Activity and Cardiovascular Disease and Diabetes: a Systematic Review and Meta-Analysis. *J Am Heart Assoc*. 2016; 5 (9): e002495. doi: 10.1161/JAHA.115.002495.

3. Schuch FB, Vancampfort D, Richards J, Rosenbaum S, Ward PB, Stubbs B. Exercise as a Treatment for Depression: a Meta-Analysis Adjusting for Publication Bias. *J Psychiatr Res*. 2016; 77: 42-51. doi: 10.1016/j.jpsychires.2016.02.023.
4. Sallis JF, Bull F, Guthold R, Heath GW, Inoue S, Kelly P, et al. Progress in Physical Activity over the Olympic Quadrennium. *Lancet*. 2016; 388 (10051): 1325-36. doi: 10.1016/s0140-6736(16)30581-5.
5. World Health Organization - WHO [homepage na internet]. Global Recommendations on Physical Activity for Health. 2018.
6. Bushman BA. Exercise for Prevention of Chronic Diseases. *ACSM's Health & Fitness Journal*. 2020; 24 (1): 5-10. doi: 10.1249/FIT.0000000000000533.
7. Arnett DK, Blumenthal RS, Albert MA, Buroker AB, Goldberger ZD, Hahn EJ, et al. 2019 ACC/AHA Guideline on the Primary Prevention of Cardiovascular Disease: Executive Summary: A Report of the American College of Cardiology/American Heart Association Task Force on Clinical Practice Guidelines. *J Am Coll Cardiol*. 2019; 74 (10): 1376-414. doi: 10.1016/j.jacc.2019.03.009. Erratum in: *J Am Coll Cardiol*. 2019;74 (10): 1428-9. Erratum in: *J Am Coll Cardiol*. 2020; 75 (7):840.
8. Ghorayeb N, Stein R, Daher DJ, Silveira ADD, Ritt LEF, Santos DFPD, et al. The Brazilian Society of Cardiology and Brazilian Society of Exercise and Sports Medicine Updated Guidelines for Sports and Exercise Cardiology - 2019. *Arq Bras Cardiol*. 2019; 112 (3): 326-68. doi: 10.5935/abc.20190048. Erratum in: *Arq Bras Cardiol*. 2019; 113 (2): 300.
9. Sociedade Brasileira de Cardiologia. Diretrizes Brasileiras de Hipertensão Arterial - 2020. *Arq Bras Cardiol*. 2021; 116 (3): 516-658. doi: 10.36660/abc.20201238.
10. Faludi AA, Izar MCO, Saraiva JFK, Chacra APM, Bianco HT, Afiune Neto A et al. Atualização da Diretriz Brasileira de Dislipidemias e Prevenção da Aterosclerose - 2017. *Arq Bras Cardiol*. 2017; 109 (2 Suppl. 1): 1-76. doi: 10.5935/abc.20170121.
11. Faludi AA, Izar MCO, Saraiva JFK, Bianco HT, Chacra APM, Bertoluci MC et al. Diretriz Brasileira Baseada em Evidências sobre Prevenção de Doenças Cardiovasculares em Pacientes com Diabetes: Posicionamento da Sociedade Brasileira de Diabetes (SBD), da Sociedade Brasileira de Cardiologia (SBC) e da Sociedade Brasileira de Endocrinologia e Metabologia (SBEM). *Arq Bras Cardiol*. 2017; 109 (6 Suppl. 1): 1-31. doi: 10.5935/abc.20170188.
12. Ebrahimi S, Kargar Z. Occupational Stress among Medical Residents in Educational Hospitals. *Ann Occup Environ Med*. 2018; 30:51. doi:10.1186/s40557-018-0262-8.
13. Mota MC, De-Souza DA, Mello MT, Tufik S, Crispim CA. Estilo de Vida e Formação Médica: Impacto sobre o Perfil Nutricional. *Rev Bras Educ Med [online]*. 2012; 36 (3): 358-68. doi: 10.1590/S0100-55022012000500010.
14. Mihalopoulos NL, Berenson GS. Cardiovascular Risk Factors among Internal Medicine Residents. *Prev Cardiol*. 2008; 11(2):76-81. doi: 10.1111/j.1751-7141.2008.07842.x.
15. Perry MY, Osborne WE. Health and Wellness in Residents Who Matriculate into Physician Training Programs. *Am J Obstet Gynecol*. 2003; 89(3):679-83. doi: 10.1067/s0002-9378(03)00889-5.
16. Ammar A, Brach M, Trabelsi K, Chtourou H, Boukhris O, Masmoudi L, et al. Effects of COVID-19 Home Confinement on Physical Activity and Eating Behaviour Preliminary Results of the ECLB-COVID19 International Online-survey. *Nutrients*. 2020; 12:1583. doi: 10.3390/nu12061583.
17. Diniz TA, Christofaro DGD, Tebar WR, Cucato GG, Botero JP, Correia MA, et al. Reduction of Physical Activity Levels during the COVID-19 Pandemic Might Negatively Disturb Sleep Pattern. *Front Psychol*. 2020; 11: 586157. doi: 10.3389/fpsyg.2020.586157.
18. Nojomi M, Ghalhe Bandi MF, Kaffashi S. Sleep Pattern in Medical Students and Residents. *Arch Iran Med*. 2009;12 (6): 542-9.
19. Brent DA. The Residency as a Developmental Process. *J Med Educ*. 1981; 56 (5): 417-22.
20. Lourenção LG, Moscardini AC, Soler ZASG. Saúde e Qualidade de Vida de Médicos Residentes. *Rev Assoc Med Bras [online]*. 2010; 56 (1): 81-91. doi: 10.1590/S0104-42302010000100021.
21. Baptista FVD, Aguiar MRA, Moreira JA, Sousa FCB, Plenns GCM, Simao RR, et al. Contributions of Residents from Multiple Specializations in Managing the COVID-19 Pandemic in the Largest Public Hospital Brazil. *Clinics [online]*. 2020; 75: e2229. doi: 10.6061/clinics/2020/e2229.

# Jogadores Amadores de Futebol Americano Apresentam Redução na Aptidão Cardiorrespiratória

## *Amateur American Football Players Present Reduction In Cardiorespiratory Fitness*

Paula Koch Lawisch<sup>1</sup>, Thiago Dipp<sup>1</sup>

1. Escola de Saúde/Curso de Fisioterapia, Universidade do Vale do Rio dos Sinos (UNISINOS), São Leopoldo, RS - Brasil

### Correspondência:

Thiago Dipp  
Rua Jari 359/1503B, CEP 391350-170,  
Porto Alegre, RS - Brasil  
[thiagodipp@unisinis.br](mailto:thiagodipp@unisinis.br)

Recebido em 16/04/2021

Aceito em 25/04/2021

DOI: <https://doi.org/10.29327/22487.27.1-4>

## Resumo

**Introdução:** O futebol americano (FA) é uma modalidade esportiva de caráter intermitente e de alta intensidade, o que exige do atleta um condicionamento físico adequado, dependendo principalmente do metabolismo oxidativo.

**Objetivo:** avaliar a aptidão cardiorrespiratória (ACR) de jogadores amadores de futebol americano.

**Métodos:** Trata-se de um estudo do transversal onde foi avaliado o consumo máximo de oxigênio ( $VO_{2max}$ ) por teste de campo (*YoYo Intermittent Endurance Test*) e o nível de atividade física com o questionário internacional de atividade física (IPAQ).

**Resultados:** foram avaliados 20 indivíduos com  $29 \pm 9$  anos de idade que apresentaram redução significativa do  $VO_{2max}$  ( $35,9 \pm 5,1$  x  $45,6 \pm 2,3$  ml/kg/min;  $p=0,001$ ) e da frequência cardíaca atingida ( $155 \pm 20$  x  $188 \pm 6$  bpm;  $p=0,001$ ) quando comparados aos valores preditos. 70% da amostra foi classificada como "muito ativo" pelo IPAQ, porém 65% da amostra foi classificada como ACR "fraca" segundo os valores do  $VO_{2max}$ . Jogadores com perfil de corredores tiveram tempo de teste ( $685,3 \pm 305,2$  x  $452,4 \pm 158,6$  seg;  $p=0,04$ ) e distância ( $1489,1 \pm 700,3$  x  $951,1 \pm 347,5$  m;  $p=0,041$ ) maiores que jogadores com perfil de bloqueadores.

**Conclusão:** Jogadores amadores de futebol americano apresentam redução na capacidade cardiorrespiratória após avaliados por teste de campo indireto e o perfil do jogador influencia no desempenho físico.

**Palavras-chave:** Frequência Cardíaca; Futebol Americano; Aptidão Cardiorrespiratória.

## Abstract

**Background:** American football (FA) is a sport of intermittent character and high intensity, which requires the athlete an adequate physical conditioning, depending mainly on oxidative metabolism.

**Objective:** Evaluate the cardiorespiratory fitness (CRF) of amateur football players.

**Methods:** Cross-sectional study where maximum oxygen consumption ( $VO_{2max}$ ) was evaluated by field test (*YoYo Intermittent Endurance Test*) and the level of physical activity with the International Physical Activity Questionnaire (IPAQ).

**Results:** 20 subjects with  $29 \pm 9$  years presented a significant reduction

in  $VO_{2max}$  ( $35.9 \pm 5.1 \times 45.6 \pm 2.3$  ml/kg/min;  $p=0.001$ ) and maximum heart rate ( $155 \pm 20 \times 188 \pm 6$  bpm;  $p=0.001$ ) when compared to predicted values. 70% of subjects was scoring a high level of physical activity on the IPAQ, however, 65% of the sample was classified as CRF "weak" according to  $VO_{2max}$  values. Players with runner profile had test time ( $685.3 \pm 305.2 \times 452.4 \pm 158.6$  sec;  $p=0.04$ ) and distance ( $1489.1 \pm 700.3 \times 951.1 \pm 347.5$  m;  $p=0.041$ ) higher than players with blocker profile.

**Conclusion:** Amateur football players have a reduction in CRF and physical performance is affected by player's profile.

**Keywords:** Heart Rate; Football; Cardiorespiratory Fitness.

## Introdução

O futebol americano (FA) é uma modalidade esportiva coletiva de invasão e conquista de território, cujo objetivo principal é percorrer a área do time oponente até a zona final, marcando a pontuação máxima do jogo (*touchdown*). É um esporte de caráter intermitente e de alta intensidade composto por jogadas que necessitam de um condicionamento físico adequado para atender as demandas fisiológicas impostas pela modalidade esportiva.<sup>1</sup>

A organização das equipes é feita de 3 formas: ataque, defesa e especial. As equipes são compostas por jogadores de diferentes posições, definidas através da habilidade e o perfil físico de cada atleta. Independente da equipe pertencente, o jogador pode ser caracterizado como corredor ou bloqueador.<sup>2,3</sup>

O sistema cardiopulmonar e metabólico é responsável por captar, transportar e utilizar o oxigênio para formação de adenosina trifosfato (ATP), suprimindo a demanda energética requerida pelas contrações musculares durante o exercício. Respostas integradas dos sistemas respiratório, cardiovascular e muscular em exercícios que envolvam grandes grupos musculares aumentam até um limite que define o consumo máximo de oxigênio ( $VO_{2max}$ ) também chamada de condição aeróbia ou aptidão cardiorrespiratória (ACR) do indivíduo.<sup>4,5,6</sup>

Com exceção de atletas muito técnicos no gesto motor ou deficientes físicos com grande redução de funcionalidade, para praticamente todos os demais indivíduos há, em geral, uma associação significativa do  $VO_{2max}$  com a capacidade funcional máxima. A avaliação física é um instrumento que o profissional da saúde usa

para o planejamento de um programa de treinamento, prescrição do exercício e para estratificação de risco. Sabe-se que sujeitos com prejuízo na ACR avaliado pelo  $VO_{2max}$  apresentam maior chance de eventos adversos.<sup>6</sup>

A avaliação do  $VO_{2max}$  e do cronotropismo cardíaco pode ser realizada de forma direta (teste de esforço cardiopulmonar máximo) ou de maneira indireta (testes de campo). As vantagens dos testes indiretos em relação aos testes diretos são o baixo custo, fácil execução, possibilidade de avaliação de um número de maior de indivíduos ao mesmo tempo e a boa relação com os testes diretos. Além disso, a crescente utilização da tecnologia na criação de ferramentas para otimizar o processo da mensuração do  $VO_{2max}$ , vem sendo incorporada na assistência como a utilização de aplicativos para auxílio nos testes de campo.<sup>7,8,9,10,11</sup>

Estimativas indiretas através de equações baseadas em distância percorrida em um certo tempo ou na duração do exercício com determinado protocolo podem ser utilizadas para inferir a ACR máxima de praticantes de diferentes modalidades esportivas. Sendo assim, este estudo tem como objetivo principal avaliar a ACR de praticantes amadores de futebol americano.

## Materiais e Métodos

Trata-se de um estudo do tipo transversal, aprovado pelo Comitê de Ética e Pesquisa da Universidade do Vale do Rio dos Sinos – UNISINOS, sob nº 3.390.366, conforme Resolução 466/2012 do Conselho Nacional de Saúde. A seleção da amostra foi selecionada como não probabilística por conveniência em um time de futebol americano amador do município de



Canoas, RS. A pesquisa foi autorizada pelo responsável administrativo do time através da assinatura da carta de anuência e consentida pelos participantes através da assinatura do termo de consentimento livre e esclarecido (TCLE).

Foram incluídos no estudo os jogadores amadores de futebol americano que tivessem frequência de treinamento de, no mínimo, uma vez por semana há mais de três meses ininterruptamente. Foram excluídos do estudo os jogadores que não aceitassem participar ou aqueles que não estavam aptos a participarem identificados por uma resposta "SIM" no questionário de prontidão para atividade física (PARQ) que identifica, através de sete perguntas, o estado de saúde do participante e se este está apto a realização do teste de campo.<sup>12</sup>

Inicialmente, os voluntários responderam um formulário *online*, composto por dados pessoais (nome, idade, data de nascimento, ocupação), características físicas como altura e peso corporal auto informados, experiência com o esporte (posição, frequência de treinamento e há quanto tempo pratica o esporte) e sobre a prática de outras modalidades associadas.

## Avaliação do Nível de Atividade Física

O nível de atividade física foi realizado através do questionário internacional de atividade física (IPAQ). Os voluntários responderam por meio eletrônico o questionário que contabiliza o nível de atividade física através de perguntas que estimam o tempo semanal gasto em atividades físicas em suas diferentes intensidades (leve, moderada e vigorosa) em contextos variados, classificando o sujeito em uma das cinco categorias: muito ativo, ativo, insuficiente ativo A, insuficiente ativo B e sedentário.<sup>13,14</sup>

## Avaliação da ACR

A avaliação da ACR foi realizada no período da manhã através da aplicação do teste *YoYo Intermittent Endurance Test - Level 1* (YYIET1). Trata-se de um teste progressivo e intermitente realizado com o auxílio do *software Bleep Test* (Bitworks Design, Estados Unidos) que emite sinais sonoros a cada volta (20m), marcando o início e o fim do trajeto e o período de descanso (5s a cada 40m). Através da sinalização sonora, o participante

deveria cadenciar a velocidade necessária para a realização do percurso no tempo ideal. A cada estágio, houve aumento da velocidade, determinada de acordo com a tabela específica para o YYIET1. O teste teve velocidade inicial de 8 km/h e progrediu até os 14,5 km/h conforme os avaliados suportassem o esforço. Caso o participante não percorresse a distância estipulada no tempo disponível em duas tentativas seguidas, o teste foi interrompido e registrado o número de voltas e a distância percorrida.<sup>15,16</sup>

Este mesmo *software* contabilizou o tempo de execução, o total de voltas e a distância percorrida, calculando, automaticamente, o valor de  $VO_{2max}$  atingido durante a realização do teste. O  $VO_{2max}$  obtido pelo *software* foi comparado ao valor predito através da equação proposta por Almeida e colaboradores (2014).<sup>17</sup>

Previamente e logo após o final do teste foram aferidos os sinais vitais (frequência cardíaca e pressão arterial) e a percepção subjetiva de esforço pela escala de Borg modificada (BORG). A frequência cardíaca (FC) máxima atingida foi obtida com oxímetro (modelo AT101C, Bioland, Brasil) por cada participante ao final do teste foi comparada à FC máxima predita pela equação proposta por Tanaka (2001). Foi registrada também a FC após 1 minuto da interrupção do teste (FCR1).<sup>18,19</sup>

## Análise Estatística

Os dados contínuos foram expressos em média  $\pm$  desvio padrão ou mediana – intervalo interquartil (25-75) e os dados categóricos em porcentagem. Foi utilizado o teste de Shapiro-Wilk para verificar a distribuição dos dados, para a comparação de médias foi utilizado o teste *t Student* pareado ou para amostras independentes. Para a força de associação foi utilizado o teste de correlação de Pearson ou Spearman, quando necessário. Foi adotado 5% de significância estatística ( $p < 0,05$ ) e utilizado o *software SPSS 21.0 (Statistical Package for the Social Sciences)*.

## Resultados

De 90 atletas elegíveis, 22 foram convidados a participar e destes, dois atletas foram excluídos pelo questionário PARQ, resultando em 20 atletas que foram incluídos no estudo. As características da amostra estão demonstradas na tabela 1.

**Tabela 1.** Perfil dos jogadores participantes do estudo (n=20).

<b>Idade (anos)</b>	<b>29±9</b>
<b>Tempo de treino (anos)</b>	<b>3,4±1,6</b>
<b>Equipe (%)</b>	
<b>Ataque</b>	<b>55</b>
<b>Defesa</b>	<b>45</b>
<b>IMC (kg/m<sup>2</sup>)</b>	<b>27,1±3,9</b>
<b>IPAQ (%)</b>	
<b>Insuficiente ativo A</b>	<b>10</b>
<b>Ativo</b>	<b>20</b>
<b>Muito ativo</b>	<b>70</b>
<b>Sinais vitais em repouso</b>	
<b>PAS (mmHg)</b>	<b>134±14</b>
<b>PAD (mmHg)</b>	<b>85,5±11,1</b>
<b>FC (bpm)</b>	<b>92±15</b>

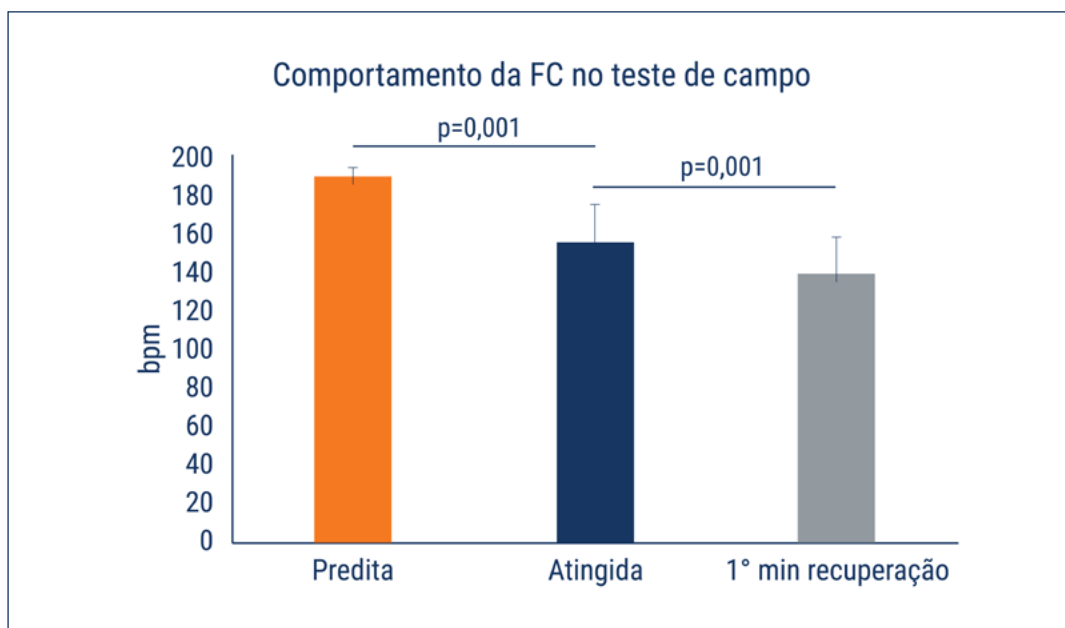
Fonte: elaborado pelos autores (2019). IMC: índice de massa corporal; IPAQ: questionário internacional de atividade física; PAS: pressão arterial sistólica; PAD: pressão arterial diastólica; FC: frequência cardíaca.

Houve uma redução significativa de 21,3% na medida do VO<sub>2max</sub> indireto dos jogadores quando comparados

aos valores preditos (35,9±5,1 vs 45,6±2,3 ml/kg/min; p=0,001) pela equação proposta por Almeida e colaboradores (2014). De acordo com os valores atingidos no teste, 65% dos avaliados foram classificados como tendo a ACR fraca. A FC máxima atingida no teste pelos jogadores foi menor que a FC máxima predita segundo a equação proposta por Tanaka (155±20 vs 188±6 bpm; p=0,001) correspondendo a 82,4% da FC predita classificando o teste como submáximo. Diferença também foi encontrada na FCR1 comparada à FC máxima obtida (139±19 vs 155±20 bpm; p=0,001). O comportamento da FC durante o teste no período de recuperação está demonstrado na figura 1.<sup>18,20</sup>

Na análise dos times (ataque x defesa) não houve diferença significativa nas variáveis demonstradas na tabela 2. Entretanto, quando analisadas as mesmas variáveis levando em consideração as características predominantes nas posições de corredores *versus* bloqueadores, foram encontradas diferenças que estão demonstradas na tabela 2.

Também foi demonstrado uma associação inversa, moderada e significativa entre a idade e a FC máxima obtida (r=-,715; p=0,01 - figura 2).



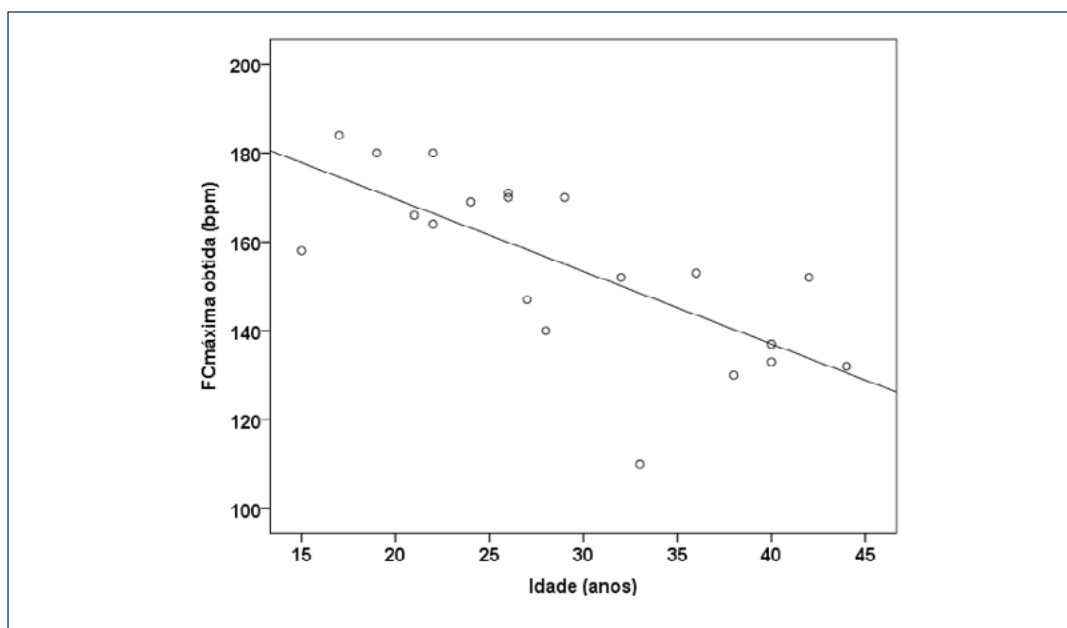
**Figura 1** - Comportamento da FC predita, atingida e após 1 minuto de recuperação durante o teste de campo (bpm: batimentos por minuto).

Fonte: elaborado pelos autores (2019).

**Tabela 2.** Comparação das variáveis hemodinâmicas e derivadas do teste de campo entre jogadores com perfil de corredor e de bloqueador

Variáveis	Corredores	Bloqueadores	p
Idade	25±6	35±8	0,01
IMC (kg/m <sup>2</sup> )	24,5±2,7	30,5±2,3	0,001
VO <sub>2max</sub> obtido (ml/kg/min)	37,7±5,7	33,9±3,4	0,08
Distância (m)	1489,1±700,3	951,1±347,5	0,041
Tempo (s)	685,3±305,2	452,4±158,6	0,040
FC máxima predita (bpm)	191±5	184±6	0,006
FC máxima obtida (bpm)	167±10	140±20	0,001
FCR1 (bpm)	151±14	124±13	0,001
PAS inicial (mmHg)	132,7±13,4	135,5±15,8	0,672
PAS final (mmHg)	180±16,7	193,3±31,6	0,242

Fonte: elaborado pelos autores (2019). IMC: índice de massa corporal; FCM: frequência cardíaca máxima; FC: frequência cardíaca; PAS: pressão arterial sistólica; PAD: pressão arterial diastólica; VO<sub>2max</sub>: volume máximo de oxigênio.



**Figura 2** - Correlação entre FC máxima obtida e idade (bpm: batimentos por minuto. FCmáxima obtida: frequência cardíaca máxima obtida).  
Fonte: elaborado pelos autores (2019).

## Discussão

Os achados do nosso apontam para uma redução na ACR de jogadores amadores de futebol americano quando comparadas as equações de referência e uma redução na resposta cronotrópica máxima no teste comparado a FC máxima predita. Além disso, os participantes atingiram aproximadamente 82,4% da FC máxima predita representando um esforço submáximo contrariando o objetivo do teste.

A equação de referência utilizada no presente estudo para comparação da ACR foi validada para a população brasileira sendo de alta confiabilidade visto que reproduz os valores mensurados através do método direto.<sup>17</sup>

A redução no VO<sub>2max</sub> indica um declínio na capacidade aeróbica, e influencia diretamente no desempenho físico do jogador. Sabe-se que baixos níveis de VO<sub>2max</sub> contribuem para um baixo desempenho na prática esportiva, uma recuperação mais lenta pós-exercício

e menor tolerância à fadiga. Além disso, aumenta a chance de lesões musculoesqueléticas pelas exigências do esporte sobre o organismo descondicionado.<sup>21,22</sup>

Em situações nas quais se observa uma limitação no  $VO_{2max}$  ou quando são alcançados valores muito abaixo dos previstos para a idade de sexo, um significado diagnóstico pode advir, especialmente, quando tais resultados passam a ser comparados com testes prévios que apresentam resultados dentro da normalidade. No entanto, a maior relevância da determinação do  $VO_{2max}$  está na sua utilização prognóstica. Estudos clássicos com grandes amostras têm repetidamente encontrado que o risco de mortalidade por todas as causas em seguimentos entre 5 e 20 anos pode variar de uma a cinco vezes para os indivíduos dispostos nos quartis ou quintis mais extremos do  $VO_{2max}$ .<sup>23,24,6,25</sup>

No nosso estudo foi identificado que 65% da amostra total apresentava uma ACR classificada como fraca, de acordo com a Classificação Nacional da Aptidão Cardiorrespiratória.<sup>24</sup> Resultados semelhantes foram descritos em jogadores de vôlei onde os autores concluíram que os atletas apresentavam uma ACR “fraca” em relação ao seu desempenho no teste. É interessante notar que um  $VO_{2max}$  elevado ameniza o impacto negativo da presença de outros conhecidos fatores de risco coronariano.<sup>26,27</sup>

Durante a realização do teste, os participantes atingiram em média 82,4% da FC máxima classificando o teste como submáximo de acordo com a *American College of Sports Medicine* (2014). Para ser considerado um teste máximo os participantes deveriam atingir no mínimo 85% da FC máxima predita. A resposta da FC pode ser influenciada por fatores intrínsecos (idade e condicionamento físico) e ambientais como a temperatura, condições locais, umidade relativa e resistência do ar, e também, por fatores psicológicos como ansiedade e motivação do atleta. Já no estudo de Pereira Neto e da Silva Junior (2015), o *YoYo Test* foi aplicado em jogadores amadores de futebol de campo que atingiram em média FC máxima acima dos 85% da FC sendo considerado um teste máximo.<sup>20,28</sup>

No nosso estudo foi demonstrada uma associação inversa da idade e FC máxima obtida. Quando comparados de acordo com as posições de jogo, os corredores eram em média 10 anos mais novos em relação aos bloqueadores, e também apresentaram um desempenho

maior no teste de campo (FC máxima obtida, distância percorrida e tempo de teste). Entretanto, os dois grupos apresentaram o mesmo desempenho na FCR1, reduzindo 16bpm após o término do teste.

Segundo Antelmi e colaboradores (2008), uma redução de 12bpm ou menos no 1° min após o esforço representa um fator de risco para doenças cardiovasculares. A FC de recuperação representa o aumento da modulação parassimpática e a literatura tem demonstrado que o prejuízo na FC de recuperação após esforço físico representa um fator de risco para doenças cardiovasculares.<sup>29,30</sup>

No contexto esportivo, diversos estudos têm demonstrado a importância da avaliação da FC de recuperação para a prescrição e monitoramento dos programas de treinamento, visto que, a prática de exercício físico regular influencia rapidamente nas adaptações autonômicas relacionadas à FC, promovendo uma recuperação mais rápida após o esforço modulado pelo ramo autonômico parassimpático.<sup>31</sup>

O estudo de Ostojic, Stojanovic e Calleja (2011) verificou que atletas com maior ACR apresentam uma recuperação da FC mais rápida. Além disso, constatou que os jogadores de esportes de alta intensidade e de caráter intermitente, demonstram melhor recuperação da FC pós-exercício. Isto se deve ao fato de que o organismo estar adaptado às modificações do ritmo cardíaco durante a alternância de intensidade do exercício, permitindo uma melhor modulação autonômica cardiovascular.<sup>32</sup>

De acordo com as características dos jogadores, foi observado neste estudo que os corredores apresentaram menor IMC e melhor desempenho no teste quando comparados aos jogadores com características de bloqueadores. Estes achados concordam com o estudo de Costa Júnior e colaboradores (2014), os quais avaliaram a ACR de atletas amadores de futebol de acordo com as posições de jogo através de um teste de campo. A posição de ala, que corresponde à posição de corrida obteve maior resultado de  $VO_{2max}$ , enquanto os goleiros, os quais se deslocam pouco durante o jogo e são responsáveis pela defesa, apresentaram um resultado menor.<sup>33</sup>

Os jogadores com características de corredores são mais leves e ágeis, sendo responsáveis por conduzir a bola através de corridas e receber ou realizar passes.

Os bloqueadores apresentam o perfil oposto, sendo jogadores mais pesados e fortes para executar sua função de proteção e bloqueio. Embora nossos achados apontem para uma diferença nos valores absolutos de  $VO_{2max}$  entre os corredores e bloqueadores, não foi suficiente para ser estatisticamente significativo.<sup>34</sup>

No estudo de Araújo, Oliveira e Bosso (2009), jogadores de futebol americano foram avaliados quanto à força de explosão e foram divididos de acordo com a posição de jogo levando em consideração a composição corporal. Os corredores atingiram maiores velocidades durante a partida além de mais baixas porcentagens de gordura corporal corroborando com os resultados encontrados no nosso estudo. O estudo de Pincetta (2016) demonstrou que jogadores com características de corredores demonstraram melhores resultados no teste de força máxima de membros inferiores, enquanto os jogadores bloqueadores apresentaram no teste de força máxima de membros superiores.<sup>35,36</sup>

Os achados do estudo podem ter sido influenciados pelas questões climáticas e ambientais do local da realização do teste, bem como pela motivação e empenho por parte do voluntário. Outro fator que representou uma

limitação para o estudo foi o calendário de jogos do time avaliado, visto que estavam em período de competição tendo menos disponibilidade para a realização do teste e pela maior frequência de treino, culminando em um maior desgaste físico. Outro fator que pode ter relação com os resultados é o fato de os atletas serem amadores e não disporem de maior tempo para os treinamentos em virtude das suas atividades laborais.

## Conclusão

Os dados do presente estudo demonstraram que jogadores amadores de futebol americano apresentam redução na ACR avaliados por teste de campo e que a característica dos jogadores pode influenciar no desempenho físico.

## 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. Baroni B, Piccoli RB, Leal Junior ECP. Influência do Nível Competitivo e da Posição Tática sobre Parâmetros de Desempenho Aeróbio de Atletas Profissionais de Futebol do Brasil. *Rev Bras Educ Fis Esporte*. 2013; 27 (2): 199-207. doi: 10.1590/S1807-55092013005000007.
2. Pinto S, Berdacki V, Biesek S. Avaliação da Perda Hídrica e do Grau de Conhecimento em Hidratação de Atletas de Futebol Americano. *Rev Bras Nutri Esport*. 2014; 8 (4): 171-9.
3. Nunes RFH, Almeida FAM, Santos BV, Almeida FDM, Mohamed GNH, Krinski EK, et al. Comparação de Indicadores Físicos e Fisiológicos entre Atletas Profissionais de Futsal e Futebol. *Rev Motriz*. 2012; 18 (1): 104-12. doi: 10.1590/S1980-65742012000100011.
4. Da Silva JF, Guglielmo LGA, Floriano LT, Arins FB, Dittrich N. Aptidão Aeróbia e Capacidade de *Sprints* Repetidos no Futebol: Comparação entre as Posições. *Rev Motriz*. 2009; 15 (4): 861-70.
5. Caputo F. Exercício Aeróbio: Aspectos Bioenergéticos, Ajustes Fisiológicos, Fadiga e Índices de Desempenho. *Rev Bras Cineantropom Desempenho Hum*. 2009; 11(1): 94-102. doi: 10.1590/1980-0037.2009v11n1p94.
6. Araújo CGS, Herdy AH, Stein R. Medida do Consumo Máximo de Oxigênio: Valioso Marcador Biológico na Saúde e na Doença. *Arq Bras Cardiol*. 2013; 100 (4): 5-53. doi: 10.5935/abc.20130085.
7. Rosa JC, Rosa LE, Silva WGF, Pires CMR. Comparação dos Resultados de Consumo Máximo de Oxigênio em Atletas de Futebol, Mediante Aplicação de Dois Testes Indiretos de Campo. *Rev Bras Presc Fisiol Exerc*. 2011; 5 (29): 400-5.
8. Moreira A, Oliveira PR, Ronque VER, Okano AH, Souza M. Análise de Diferentes Modelos de Estruturação da Carga de Treinamento e Competição no Desempenho de Basquetebolistas no Yo-Yo Intermittent Endurance Test. *Rev Bras Cien Esp*. 2008; 29 (2): 165-83.
9. Osiecki R, Glir FG, Fornaziero AM, Cunha RC, Dourado AC. Parâmetros Antropométricos e Fisiológicos de Atletas Profissionais de Futebol. *Rev Maringá*. 2007; 18 (2): 177-182.
10. Gumelar MI, Ray HRD, Ugelta S. Pengembangan Software Aerobic Capacity Dengan menggunakan Bleep Test Berbasisaplikasi Android. *J Terap Ilmu Keolahragaan*. 2017; 2 (1): 25-8.
11. Swandri O, Putra R, Suripto A. The Development of Android-Based Multistage Fitness Test Software to Measuring  $VO_{2max}$ . *J Phys Educ Health Sport*. 2018; 5 (2): 69-72.
12. Lopes PRNR, Moreira OC, Oliveira RAR, Marins JCB. Prontidão para a Prática de Atividade Física em Estudantes Participantes de um Torneio Universitário. *Rev Bras Cien Mov*. 2013; 21 (1): 132-38.
13. Vespasiano BS, Dias R, Correa DAA. Utilização do Questionário Internacional de Atividade Física (IPAQ) como Ferramenta Diagnóstica do Nível de Aptidão Física: Uma Revisão no Brasil. *Rev Saúde*. 2012; 12 (32): 49-54. doi: 10.15600/2238-1244/sr.v12n32p49-54.
14. Craig C, Marshall AL, Sjöström M, Bauman AE, Booth ML, Ainsworth, BE, et al. International Physical Activity Questionnaire: 12-Country Reliability and Validity. *Med Sci Sports Exerc*. 2003; 35 (8): 1381-85. doi: 10.1249/01.MSS.0000078924.61453.FB.
15. Martins MFAS. Aplicação de um Teste Contínuo e de um Teste Intermitente na Avaliação da Aptidão Aeróbia de Futebolistas Infantis Masculinos. *Rep Cient UC*. 2004; 1 (1): 1-41.
16. Figueira FR, Flores T, Navarro AC. Identificação do Volume de Oxigênio Máximo Através do Teste Yo-Yo em Atletas de Futebol da Categoria Sub 14 do Grêmio Football Porto Alegrense. *Rev Bras Futsal Futebol*. 2009; 1 (1): 74-81.
17. Almeida AEM, Stefani CM, Nascimento JA, Almeida NM, Santos AC; Ribeiro JP, et



- al. Equação de Predição do Consumo de Oxigênio em uma População Brasileira. *Arq Bras Cardiol.* 2014; 103 (4): 1-9. doi: 10.5935/abc.20140137.
18. Camarda SRA. Comparação da Frequência Cardíaca Máxima Medida com as Fórmulas de Predição Propostas por Karvonen e Tanaka. *Arq Bras Cardiol.* 2008; 91 (5): 311-14. doi: 10.1590/S0066-782X2008001700005.
  19. Silva BD, Angelo CS, Medeiros AFR, Sczepsanski F, Brunnquelle CR. Análise Comparativa de Equações de Predição para Estimar o Consumo Máximo de Oxigênio e Aplicabilidade de Equações a Partir do Incremental *Shuttle Walk Test* em Mulheres Jovens. *Rev Bras Cien Mov.* 2017; 25 (2): 32-41.
  20. Pescatello LS, editor. *American College of Sports Medicine: Guidelines for Exercise Testing and Prescription.* 9 ed. Philadelphia: Lippincott Williams & Wilkins. 2014: 482.
  21. Costa VT, Costa IT, Ferreira RM, Penna EM, Ramos GP. Análise da Capacidade Aeróbia em Jovens Atletas de Futebol. *E F Deportes.* 2011; 15 (153): 1-9.
  22. Raymundo JLP, Reckers LJ, Locks R, Silva L, Hallal PC. Perfil das Lesões e Evolução da Capacidade Física em Atletas Profissionais de Futebol Durante uma Temporada. *Rev Bras Ortop.* 2005; 40 (6): 341-48.
  23. Pinto SM, Silva JPC, Pinto SM, Martins SW. Avaliação de  $VO_{2max}$  em Atletas de Karatê: Conhecimento da Capacidade Cardiorrespiratória e Prescrição de Exercício. *Cinergis.* 2017; 8 (1): 50-53. doi:10.17058/cinergis.v18i1.7870.
  24. Oliveira R, Creato CR, Pascoal EHF, Borges JH, Silva R, Pentead D, et al. Sete Semanas de Treinamento Melhoram a Resistência Aeróbia e a Potência Muscular de Jogadores de Futebol. *Rev Bras Cien Mov.* 2012; 20 (4): 77-83. doi: 10.18511/rbcm.v20i4.3458.
  25. Herdy AH, Caixeta A. Classificação Nacional da Aptidão Cardiorrespiratória pelo Consumo Máximo de Oxigênio. *Arq Bras Cardiol.* 2016; 106 (5): 389-95. doi: 10.5935/abc.20160070.
  26. Neto JNS, Navarro F. Perfil do  $VO_2$  Máximo em Atletas de Voleibol da Categoria Sub-17. *Rev Bras Presc Fisiol Exerc.* 2009; 3 (17): 505-512.
  27. Wei M, Kampert JB, Barlow CE, Nichaman MZ, Gibbons LW, Paffenbarger RS, Blair SN. Relationship Between Low Cardiorespiratory Fitness and Mortality in Normal-Weight, Overweight, and Obese Men. *JAMA.* 1999; 282 (16): 1547-53. doi: 10.1001/jama.282.16.1547.
  28. Pereira RR, Neto JC, Silva Júnior AJ. O Comportamento de Parâmetros Cardiovasculares durante o *Yo-Yo Intermittent Recovery Test Level 1.* *Rev Bras Presc Fisiol Exerc.* 2015; 9 (55): 449-55.
  29. Antelmi I, Chuang EY, Grupi CJ, Latorre MRDO, Mansur AJ. Recuperação da Frequência Cardíaca após Teste de Esforço em Esteira Ergométrica e Variabilidade da Frequência Cardíaca em 24 Horas em Indivíduos Sadios. *Arq Bras Cardiol.* 2008; 90 (6): 413-8. doi: 10.1590/S0066-782X2008000600005.
  30. Lins TCB, Vicente LM, Sobral Filho DC, Silva OB. Relação entre a Frequência Cardíaca de Recuperação após Teste Ergométrico e Índice de Massa Corpórea. *Rev Port Cardiol.* 2015; 34 (1): 27-33. doi: 10.1016/j.repc.2014.07.006.
  31. Lima JRP, Oliveira TP, Ferreira Júnior AJ. Recuperação Autônoma Cardíaca Pós-Exercício: Revisão dos Mecanismos Autônomo Envolvidos e Relevância Clínica e Desportiva. *Rev Motric.* 2012; 8 (2): 419-30. Disponível em: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=273023568050>.
  32. Ostojic S, Stojanovic M, Calleja J. Ultra Short-Term Heart Rate Recovery after Maximal Exercise: Relations to Aerobic Power in Sportsmen. *Chin J Physiol.* 2011; 54 (2): 105-10. doi: 10.4077/cjp.2011.amm018.
  33. Costa Júnior M, Arantes FJ, Araújo HN, Paixão RC, Bertucci DR, Resende WB, et al. Comparação do Consumo Máximo de Oxigênio entre Jogadores de Futsal que Atuam em Diferentes Posições. *Rev Bras Futsal e Futebol.* 2014; 6 (20): 146-52.
  34. Leite Filho MAA, Lucena PHM. Características Antropométricas e de Aptidão Física de Jogadores de Futebol Americano de João Pessoa-Paraíba. *Pesq ext: Unipê.* 2015; 1 (1): 47-54.
  35. Araújo AGS, Oliveira PK, Bosso SLA. Avaliação da Força de Membros Inferiores em Jogadores de Futebol Americano Através do *Hop Test Single.* *Cinergis.* 2009; 10 (1): 23-8. doi: 10.17058/cinergis.v10i1.1106.
  36. Pincetta A. Comparação do Perfil Físico de Jogadores de Futebol Americano do Rio Grande do Sul de Diferentes Posições. *Lume Rep Dig.* 2016; 1 (1): 1-43.

# Dispneia a Esclarecer - O Auxílio do Teste Cardiopulmonar na Identificação de Broncoespasmo Exacerbado pelo Exercício

## *Dyspnea to Be Clarified - Cardiopulmonary Test Aid In the Identification of Effort-Induced Bronchospasmus*

Carlos Alberto Cordeiro Hossri<sup>1</sup>, Maria Clara Sari<sup>1</sup>, Murilo Meira<sup>1</sup>, Pedro Sampaio<sup>1</sup>, Marcela Benetti<sup>1</sup>, Guacira Grecca<sup>1</sup>, Carlos Roberto Ribeiro Carvalho<sup>1</sup>

1. Associação Beneficente Síria Hospital do Coração - HCor - São Paulo, SP - Brasil

### Correspondência:

Carlos Hossri  
Rua Desembargador Eliseu Guilherme  
147. CEP 04004-030, São Paulo, SP -  
Brasil  
[cahossri@gmail.com](mailto:cahossri@gmail.com)

Recebido em 05/03/2021

Aceito em 04/05/2021

**DOI:** <https://doi.org/10.29327/22487.27.1-5>

## Resumo

O teste ergométrico convencional é a prova mais habitualmente realizada na detecção de alterações cardiovasculares e avaliação da capacidade funcional, entretanto, quando os mecanismos limitantes à continuidade do exercício forem de etiologia ventilatória ou de troca gasosa a identificação da provável etiologia diagnóstica fica comprometida. No caso presente que abordamos o paciente havia realizado ecocardiograma bidimensional que evidenciou função biventricular normal, bem como valvas e diâmetros cardíacos fisiológicos e também submetido ao teste ergométrico, que não evidenciou anormalidade clínica, hemodinâmica ou eletrocardiográfica significativa que justificasse a queixa de cansaço desproporcional e dispneia aos esforços. Fora então, encaminhado para realizar a prova ergoespirométrica completa com espirometrias antes e após o esforço com análise de curva fluxo-volume durante o exercício incremental. O Teste cardiopulmonar de exercício revelou respostas cardiocirculatórias normais, mas evidenciou redução significativa dos volumes e fluxos expiratórios após o esforço, além de denotar redução gradual da capacidade inspiratória. O caso ilustra a importância da análise multifatorial obtida pela ergoespirometria, reforça o valor da análise ventilatória pela espirometria e possibilidade diagnóstica de broncoespasmo (broncoconstrição) induzida ou exacerbada pelo esforço.

**Palavras-chave:** Teste Cardiopulmonar de Exercício; Espirometria; Dispneia; Asma Induzida.

## Abstract

*The conventional exercise test is the test most commonly performed in detecting cardiovascular changes and assessing functional capacity, however, when the mechanisms limiting the continuity of exercise before ventilatory etiology or gas exchange, an identification of the probable diagnostic etiology is compromised. In the present case that we approached, the patient had undergone two-dimensional echocardiography that showed normal biventricular function, as well as physiological heart valves and diameters and also underwent exercise testing, which did not show any clinical, hemodynamic or electrocardiographic abnormality that would justify the disproportionate blood dynamics and dyspnea efforts. to the.*

*He was then referred to perform an ergospirometric test complete with spirometry before and after the effort with analysis of the flow-volume curve during the incremental exercise. The cardiopulmonary exercise test revealed normal cardiocirculatory responses, but showed a reduction in expiratory volumes and flows after effort, in addition to showing a gradual reduction in inspiratory capacity. The case illustrates the importance of the multifactorial analysis obtained by ergospirometry, reinforces the value of ventilatory analysis by spirometry and the diagnostic possibility of bronchospasm (bronchoconstriction) induced or exacerbated by effort.*

**Keywords:** Cardiopulmonary Exercise Test; Spirometry; Dyspnea; Exercise-Induced Asthma.

## Introdução

A manifestação de cansaço e dispneia desproporcionais ao esforço é achado comum e intrigante na prática clínica. Foram descritas em artigo prévio as variáveis obtidas pelo teste cardiopulmonar de exercício no diagnóstico diferencial da dispneia.<sup>1</sup> O teste ergométrico (TE) fornece informações sobre a tolerância ao exercício e análise das variáveis clínicas, hemodinâmicas e eletrocardiográficas, ou seja, fornece dados mais associados às respostas cardiovasculares. Já o teste cardiopulmonar de exercício (TCPE) possibilita a análise de todas as respostas obtidas no TE convencional, mas também expõe as respostas ventilatórias e de trocas gasosas e, nesse sentido, permite avaliação global integrada dos sistemas cardiocirculatório, muscular e respiratório.<sup>2-4</sup>

## Objetivo

Descrever através de um caso clínico a importância do TCPE com avaliação da prova de função pulmonar (espirometria antes e após o esforço, além da avaliação das manobras fluxo-volumétricas) no auxílio diagnóstico da dispneia a esclarecer.

## Relato do Caso

Paciente masculino, 47 anos, encaminhado para a realização do TCPE devido à queixa de cansaço desproporcional e dispneia aos esforços. Caucasiano, com índice de massa corporal (IMC=22.7 kg/m<sup>2</sup>), sem histórico familiar de doenças cardiovasculares, com

níveis glicêmicos e lipídicos dentro dos parâmetros aceitáveis. Há cerca de seis meses realizou avaliação clínica e cardiológica, que não demonstraram achados anormais: TE sem evidências de resposta isquêmica miocárdica com gasto metabólico estimado em 12 METs e resposta hemodinâmica satisfatória. O ecocardiograma evidenciou função sistólica normal (fração de ejeção de ejeção ventricular (FEVE: 65%) e ausência de disfunção diastólica.

Devido à ausência de achados explicativos do quadro sintomático fora submetido ao TCPE. O TCPE teve duração de 10 minutos e foi interrompido com manifestação de dispneia 9/10 (escala de Borg)<sup>5</sup> e apenas 4/10 para membros inferiores. Os dados obtidos pelo TCPE estão expressos na tabela 1, onde os valores obtidos das principais variáveis cardiocirculatórias, ventilatórias e de trocas gasosas no repouso, limiar anaeróbico ou limiar ventilatório I (LV1), durante o  $VO_{2max}$  e a porcentagem máxima do valor predito (%  $VO_{2max}$  predito).

Dentre os achados metabólicos, ressaltamos as respostas adequadas do  $VO_2$  ao nível do limiar anaeróbico, identificado pelo método *V-slope*<sup>2</sup> e ao nível do ponto de compensação respiratória (LV2) como demonstrado na figura 1.

Neste relato de caso, os valores de predição das respostas cardiovasculares e metabólicas apresentavam-se dentro dos limites da normalidade, como expostos na tabela 1.

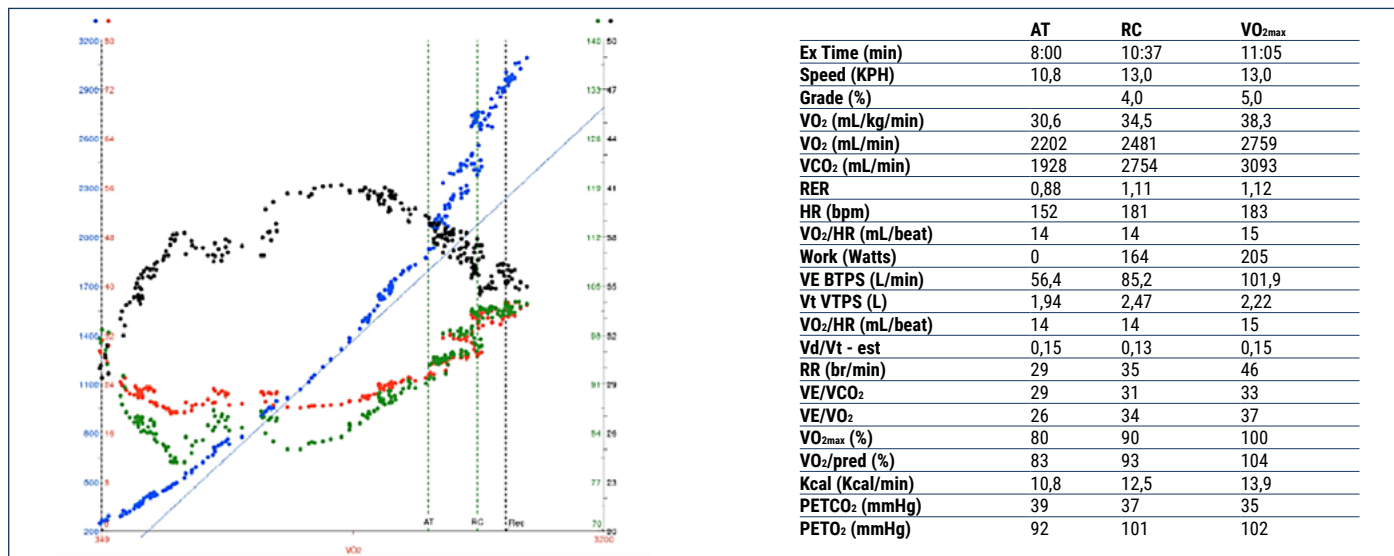
**Tabela 1.** Dados tabulares obtidos pelo sistema cardiometabólico.

	Repouso	Limiar Anaeróbico (LV1)	VO <sub>2max</sub>	% Max Predito
Tempo (min)	2:00	8:00	12:00	
<b>Carga</b>				
Velocidade (Km/h)		10,8 km/h	13,0 km/h	
Inclinação (%)		0%	5,0%	
<b>Ventilação</b>				
Volume corrente (Vt) (BTSP L/min)	0,77			
Ventilação/min	9,3	60,4	98,5	74
Frequência respiratória (resp/min)	12	31	45	
<b>Dados cardiometabólicos</b>				
VO <sub>2</sub> (ml/kg/min)	4,2	31,2	35,2	104
VO <sub>2</sub> (L/min)	301	2268	2758	104
VCO <sub>2</sub> (L/min)	227	2013	3032	94
RER	0,75	0,89	1,12	
METs	1,2	9,0	10,9	98
FC	76	152	182	105
PuO <sub>2</sub>	4	14	15	98
Pressão arterial (mmHg)	115/78	147/80	169/79	
<b>Dados V/Q (ventilação/perfusão)</b>				
VE/VO <sub>2</sub>	31	27	36	102
VE/VCO <sub>2</sub>	34	30	32	112
PET <sub>O<sub>2</sub></sub>	98	93	102	
PET <sub>CO<sub>2</sub></sub>	35	40	35	
VE/VVM (%)	5	45	75	
Vd/Vt - estimado	0,28	1,18	0,15	
Kcal (Kcal/min)	1,4	11,2	13,9	

VO<sub>2</sub>: consumo de oxigênio; VCO<sub>2</sub>: produção de gás carbônico; RER: razão de trocas gasosas; FC: frequência cardíaca-bpm; PuO<sub>2</sub>: pulso de oxigênio; VO<sub>2</sub>/FC ml/bat; VE/VO<sub>2</sub>: equivalente ventilatório de oxigênio; VE/VCO<sub>2</sub>: equivalente ventilatório de gás carbônico; PET<sub>O<sub>2</sub></sub>: pressão expiratória final de oxigênio; PET<sub>CO<sub>2</sub></sub>: pressão expiratória final de gás carbônico; VE/VVM (%): VE=ventilação minuto/VVM=ventilação voluntária máxima; % da reserva ventilatória; Vd/Vt: Vd=volume do espaço morto sobre/Vt=volume corrente; Kcal: quilocaloria.

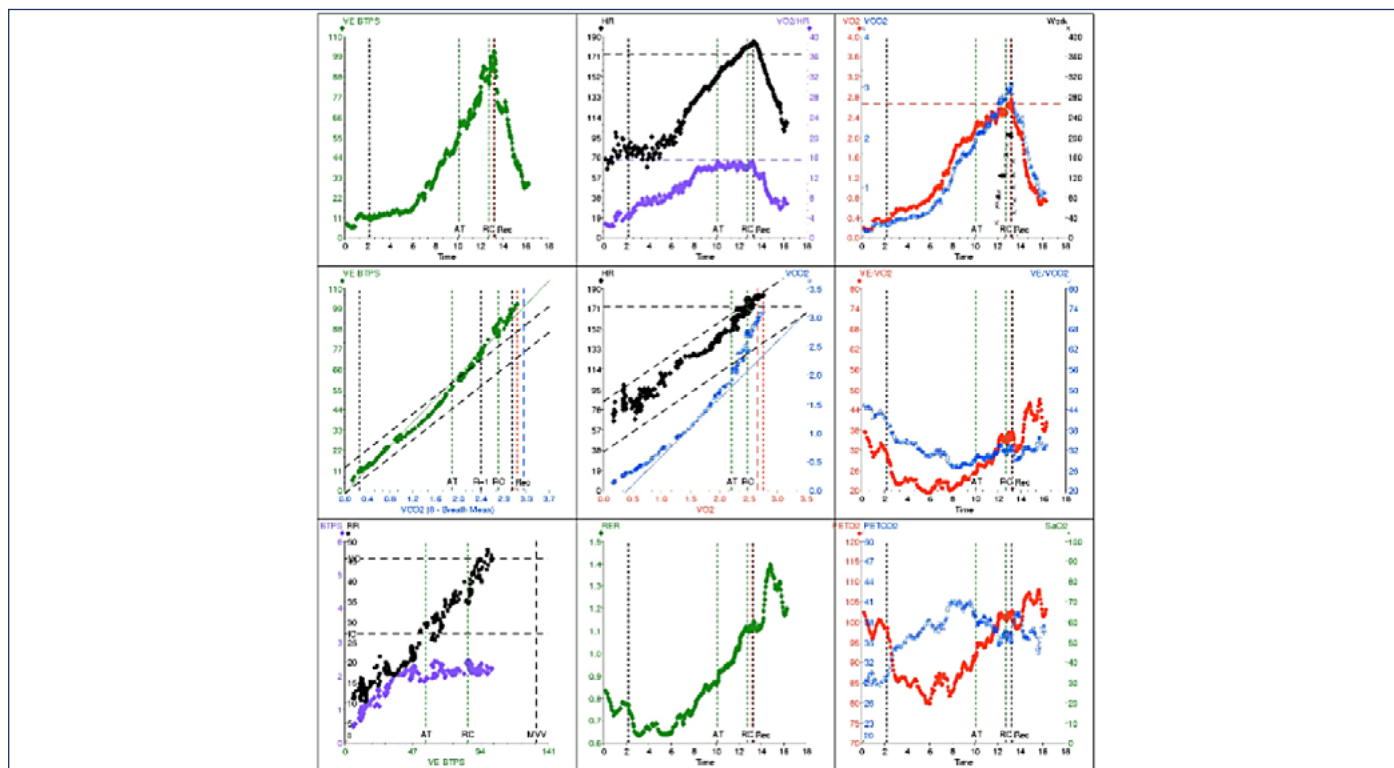
A análise em conjunto dos dados cardiovasculares, metabólicos, ventilatórios e de trocas gasosas pode ser realizada de modo mais objetivo através da observação do comportamento gráfico dos mesmos. Assim, tais gráficos que demonstram o comportamento das principais variáveis ergoespirométricas estão expostos na figura 2.

Dentro do contexto do caso descrito, torna-se de fundamental importância a prova de função pulmonar (espirometria basal), figura 3, que identificou padrão ventilatório sugestivo e limítrofe obstrutivo leve (fluxo expiratório de 1° segundo – FEV1 com 70% do previsto) e também a sua realização repetida nos minutos 5, 10, e 20 após o exercício<sup>6</sup> ou até 30 min com objetivo de



**Figura 1** - Gráfico do V-slope para identificação do limiar anaeróbico - LV1. Variáveis ergoespirométricas ao nível do AT (limiar anaeróbico), RC (compensação respiratória) e no VO<sub>2max</sub>.

Ex Tim (min): tempo do teste em minutos; Speed (KPH): velocidade em quilômetros por hora; Grade (%): inclinação da esteira em %; VO<sub>2</sub> e VCO<sub>2</sub>: consumo de oxigênio e produção de gás carbônico (ml/kg/min); HR (bpm): frequência cardíaca em bpm (batimento por minuto); VO<sub>2</sub>/HR: pulso de oxigênio (PuO<sub>2</sub>); VE: ventilação minuto (L/min: litros por minuto); Vt VTPS (L): volume corrente; RR: frequência respiratória; VE/VCO<sub>2</sub>: equivalente ventilatório de gás carbônico; VE/VO<sub>2</sub>: equivalente ventilatório de oxigênio; VO<sub>2max</sub> (%): consumo de oxigênio em relação ao VO<sub>2</sub> máximo atingido; VO<sub>2</sub>/pred (%): consumo de oxigênio em relação ao VO<sub>2</sub> máximo Predito; Kcal/min: quilocaloria por minuto; PETO<sub>2</sub>: pressão expiratória final de oxigênio; PETCO<sub>2</sub>: pressão expiratória final de gás carbônico.

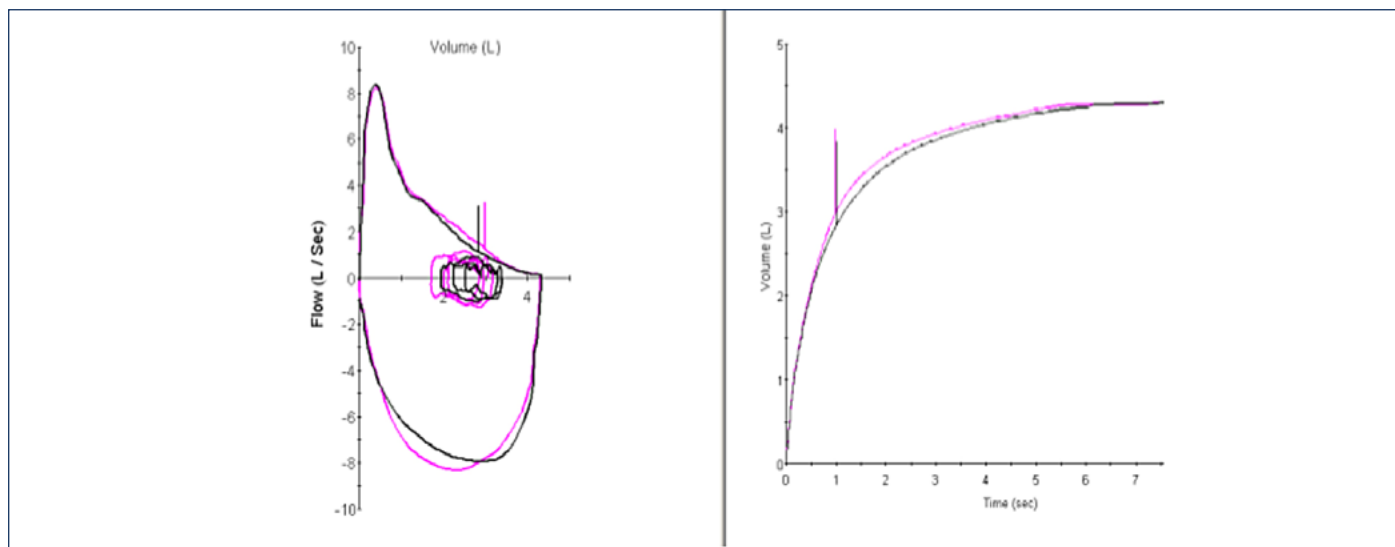


**Figura 2** - Nove gráficos representando os inúmeros comportamentos das principais variáveis ergoespirométricas: (a) comportamento da ventilação minuto (VE); (b) curva do pulso de O<sub>2</sub>; (c) Consumo de O<sub>2</sub> - produção de gás carbônico (VCO<sub>2</sub>); (d) Relação da VE sobre o VCO<sub>2</sub>; (e) Produção de CO<sub>2</sub> e frequência cardíaca; (f) equivalentes ventilatórios de O<sub>2</sub> e CO<sub>2</sub>; (g) Comportamento da frequência respiratória e do volume corrente; (h) Razão de trocas respiratórias (RER) e (i) Comportamento das pressões expiratórias finais de O<sub>2</sub> e CO<sub>2</sub> (PETO<sub>2</sub> e PETCO<sub>2</sub>).

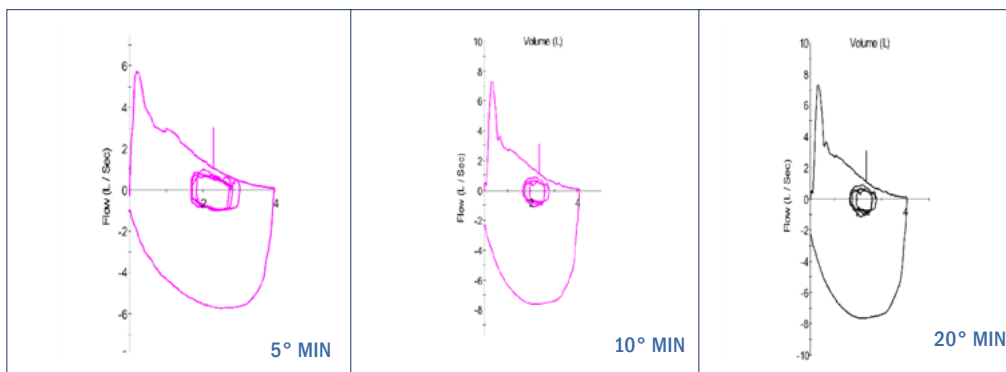


analisar os fluxos expiratórios e definir a presença de broncoespasmo induzido ou exacerbado pelo esforço (BIE) mesmo em indivíduos atletas.<sup>7</sup>

Dados expressos derivados dos diversos sistemas: cardiovascular, metabólico, ventilatório e de trocas gasosas ao lado na figura 1.



**Figura 3** - Espirometria basal (pré-esforço). A espirometria basal com valores limítrofes para obstrução leve.



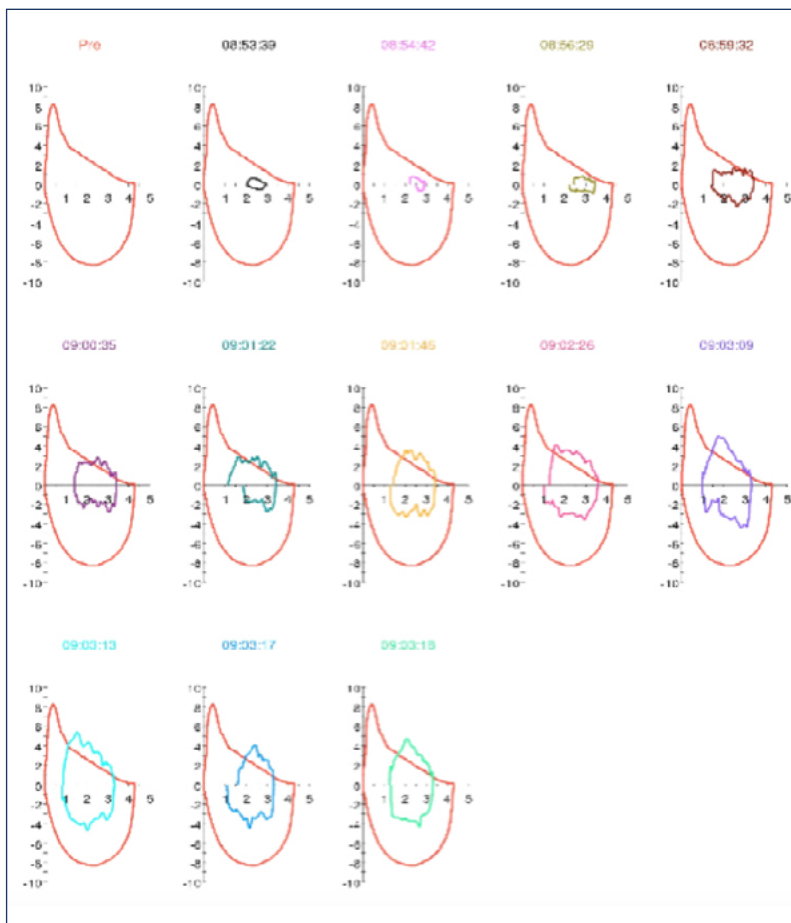
**Figura 4** - Espirometrias pós-esforço: 5°, 10° e 20° min.



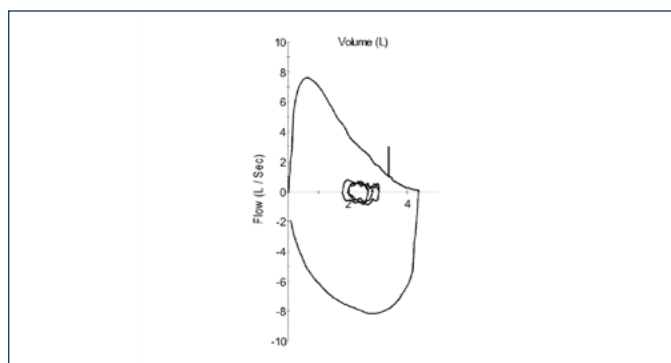
**Figura 5** - Comparação entre as espirometrias pré e pós-esforço. Manobras de CVF antes e após o 10° min pós-esforço. Redução do FEV1 em 25%, caracterizando padrão de broncoespasmo exacerbado pelo esforço.

As espirometrias de repouso e realizadas após o esforço (5°, 10° e 20° min) estão representadas pelas figuras 3, 4 e 5.

As espirometrias seriadas após o exercício, através das manobras de capacidade vital forçada (CVF) foram comparadas com a CVF basal. Dessa forma podemos



**Figura 6** - Curva fluxo-volume durante o exercício. Observar “alçaonamento” da alça fluxo-volume, sem no entanto, apresentar descolamento para esquerda junto à capacidade pulmonar total (CPT). Tal achado é sugestivo de limitação aos fluxos expiratórios frente ao exercício.



**Figura 7** - Espirometria pós-broncodilatador. Curva da capacidade vital forçada máxima (CVF) demonstrando normalização do fluxo e volume expiratório forçado (VEF1) após a utilização do broncodilatador (salbutamol 400 mcg).

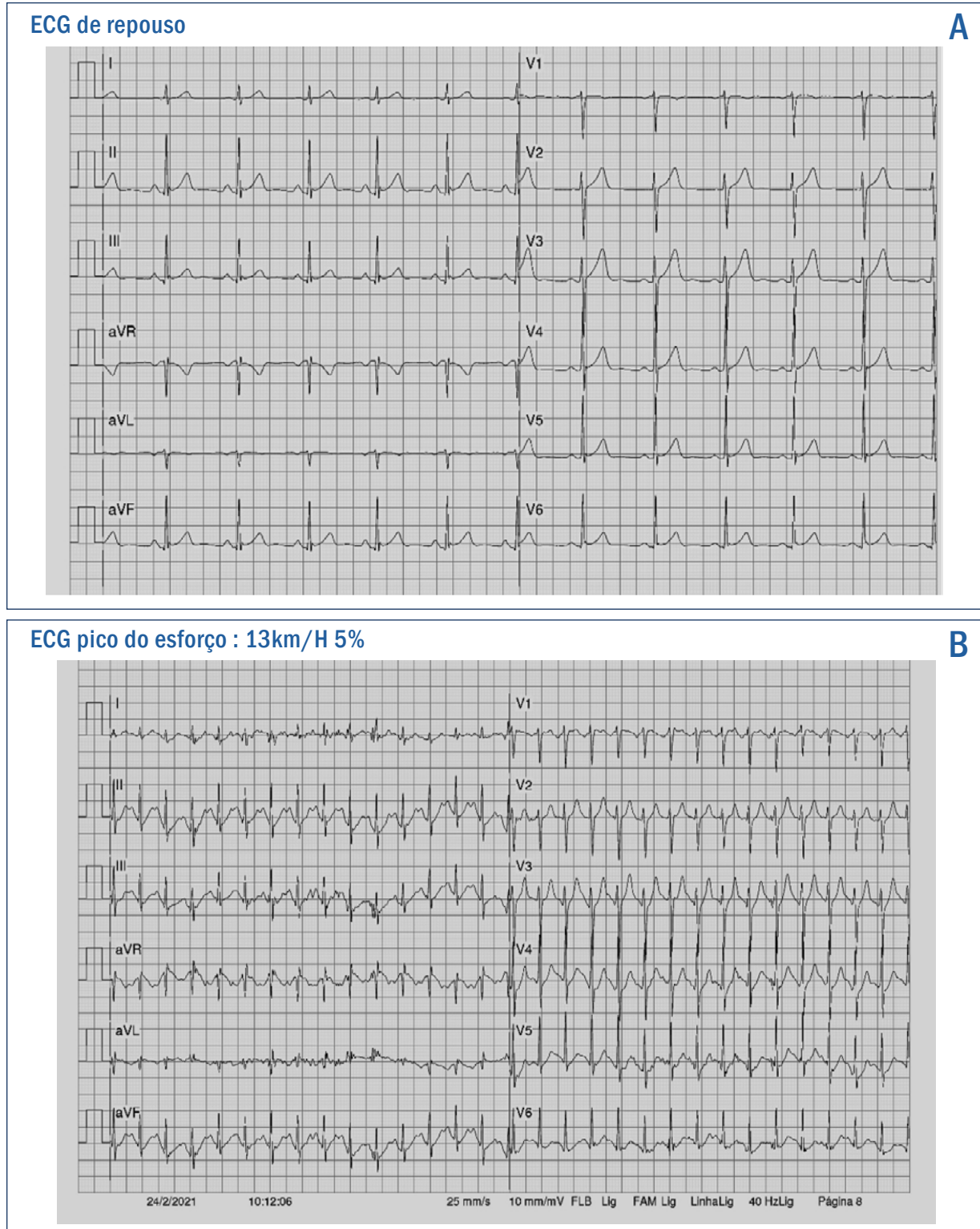
observar a redução do volume expiratório forçado de 1° segundo (FEV1) após o esforço (-25% do FEV1), demonstrado na figura 5.

As manobras fluxo-volumétricas durante o esforço evidenciaram limitação aos fluxos expiratórios finais (figura 6).

Após a realização das espirometrias pós-esforço e a constatação do quadro compatível com broncoespasmo exacerbado pelo esforço, foi administrada medicação broncodilatadora via inalatória (salbutamol 400 mcg). A manifestação referida pelo paciente foi de alívio do quadro dispneico e a expressão gráfica obtida

está demonstrada na figura 7. Assim evidenciando-se resposta significativa ao broncodilatador, ou seja,

adequado retorno do tônus broncomotor.



**Figura 8 -** A) eletrocardiograma (ECG) de repouso e B) ECG no pico do esforço: 13 km/h com 5% de inclinação.

Após avaliação ampla e em conjunto com os dados gerais obtidos, pudemos observar que a manifestação de cansaço e por vezes desconforto torácico ao esforço não apresentava causas cardiovasculares como pôde ser observado nos traçados eletrocardiográficos (ECG) de repouso e pico de esforço, nas figuras 8A e B, mas sim de etiologia ventilatória.

## Discussão

Apesar da avaliação clínica e cardiológica desse paciente ter sido normal (ECG normais - figuras 8 A e B), a queixa de dispneia aos esforços somente pôde ser esclarecida com o auxílio do TCPE e da realização das espirometrias antes e após o exercício. Embora a identificação diagnóstica de BIE seja muitas vezes negligenciada, sua prevalência pode chegar a 22,8% em adultos não asmáticos e nos asmáticos varia amplamente de 40 a 90% possível.<sup>7-10</sup> Nesse sentido, nosso caso clínico demonstrou que a visão abrangente do TCPE e a utilização de manobras ventilatórias foram capazes de explicar os mecanismos limitantes à continuidade do exercício. Portanto, a análise global ergoespirométrica demonstra-se eficaz na identificação da dispneia a esclarecer e, como no presente relato, foi hábil em definir os critérios da exacerbação do tônus broncomotor e na demonstração de aprisionamento aéreo dinâmico.<sup>11-12</sup>

## Comentários finais e conclusão

Dentro do cenário exposto nesse caso clínico, pudemos concluir que o diagnóstico de broncoespasmo exacerbado pelo esforço ficou caracterizado e a utilização do broncodilatador demonstrou adequada resposta terapêutica. Essa informação é de relevância clínica, além de orientar medidas de tratamento e condutas para treinamento físico e mesmo de provas esportivas.

Acreditamos que o TCPE completo, com auxílio e utilização de medidas ventilatórias (espirometria e análise de curvas fluxo-volumétricas com medidas da capacidade inspiratória) permite melhor e mais ampla avaliação cardiorrespiratória, especialmente em pacientes com queixa de dispneia.

## 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:

- Hossri CAC, Fernandes LE. Variáveis do Teste Cardiopulmonar de Exercício no Diagnóstico Diferencial da Dispneia. *RevDERC*. 2018; 24(3): 74-79.
- Wasserman K, Whipp BJ. Exercise Physiology in Health and Disease. *Am Rev Resp Dis*. 1975; 112 (2): 219-49. doi: 10.1164/arrd.1975.112.2.219.
- Herdy AH, Ritt LEF, Stein R, Araújo CGS, Milani M, Meneghelo RS et al. Teste Cardiopulmonar de Exercício: Fundamentos, Aplicabilidade e Interpretação. *Arq Bras Cardiol* [online]. 2016; 107 (5): 467-481. doi: 10.5935/abc.20160171.
- Guazzi M, Adams V, Conraads V, Halle M, Mezzani A, Vanhees L et al; European Association for Cardiovascular Prevention & Rehabilitation; American Heart Association. EACPR/AHA Scientific Statement. Clinical Recommendations for Cardiopulmonary Exercise Testing Data Assessment in Specific Patient Populations. *Circulation*. 2012; 126 (18): 2261-74. doi: 10.1161/CIR.0b013e31826fb946.
- Borg E. On Perceived Exertion and its Measurement [dissertation]. Stockholm: Stockholm University; 2007.
- Parsons JP, Hallstrand TS, Mastrorarde JG, Kaminsky DA, Rundell KW, Hull JH, et al. An Official American Thoracic Society Clinical Practice Guideline: Exercise-Induced Bronchoconstriction. *Am J Respir Crit Care Med*. 2013; 187 (9): 1016-27. doi: 10.1164/rccm.201303-0437ST.
- Rizzo JA, Souza-Machado A, Sano F, Cruz Filho AAS, Serpa FS, Wandalsen GF et al. Broncoespasmo Induzido por Exercício no Atleta. *Braz J Allergy Immunol*. 2015; 3 (2): 47-55. doi: 10.5935/2318-5015.20150011.
- Yoshikawa T, Shoji S, Fujii T, Kanazawa H, Kudoh S, Hirata K, et al. Severity of Exercise-induced Bronchoconstriction is Related to Airway Eosinophilic Inflammation in Patients with Asthma. *Eur Respir J*. 1998; 12 (4): 879-84. doi: 10.1183/09031936.98.12040879.
- Brozek G, Lawson J, Szumilas D, Zejda J. Increasing Prevalence of Asthma, Respiratory Symptoms and Allergic Diseases: Four Repeated Surveys from 1993-2014. *Respir Med*. 2015; 109 (8): 982-90. doi: 10.1016/j.rmed.2015.05.010.
- Helenius I, Haahtela T. Allergy and Asthma in Elite Summer Sport Athletes. *J Allergy Clin Immunol*. 2000; 106 (3): 444-52. doi: 10.1067/mai.2000.107749.
- O'Donnell DE, Laveneziana P. Physiology and Consequences of Lung Hyperinflation in COPD. *Eur Respir Rev*. 2006; 15 (100): 61-7. doi: 10.1183/09059180.00010002.
- Cordoni PK, Berton DC, Squassoni SD, Scuarcialupi MEA, Neder JA, Fiss E. Comportamento da Hiperinsuflação Dinâmica em Teste em Esteira Rolante em Pacientes com DPOC Moderada a Grave. *J Bras Pneumol*. 2012; 38 (1): 13-23. doi: 10.1590/S1806-37132012000100004.

# 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 Milani<sup>1</sup>, Juliana Goulart Prata Oliveira Milani<sup>1,2</sup>, Graziella França Bernardelli Cipriano<sup>2,3</sup>, Gerson Cipriano Junior<sup>2,3</sup>

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](mailto: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.<sup>1</sup> Adicionalmente, o TCPE permite realizar a medida direta do consumo de oxigênio (VO<sub>2</sub>)



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.<sup>2</sup>

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 apresentarem 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.<sup>3</sup>

Um estudo realizado seis meses após o quadro de síndrome da angústia respiratória grave (SARS),<sup>4</sup> 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.<sup>3</sup> Um outro estudo, realizado em pacientes após três meses da alta hospitalar por SARS,<sup>5</sup> 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.<sup>5</sup> Os trabalhos prévios em pacientes com SARS<sup>4,5</sup> 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.

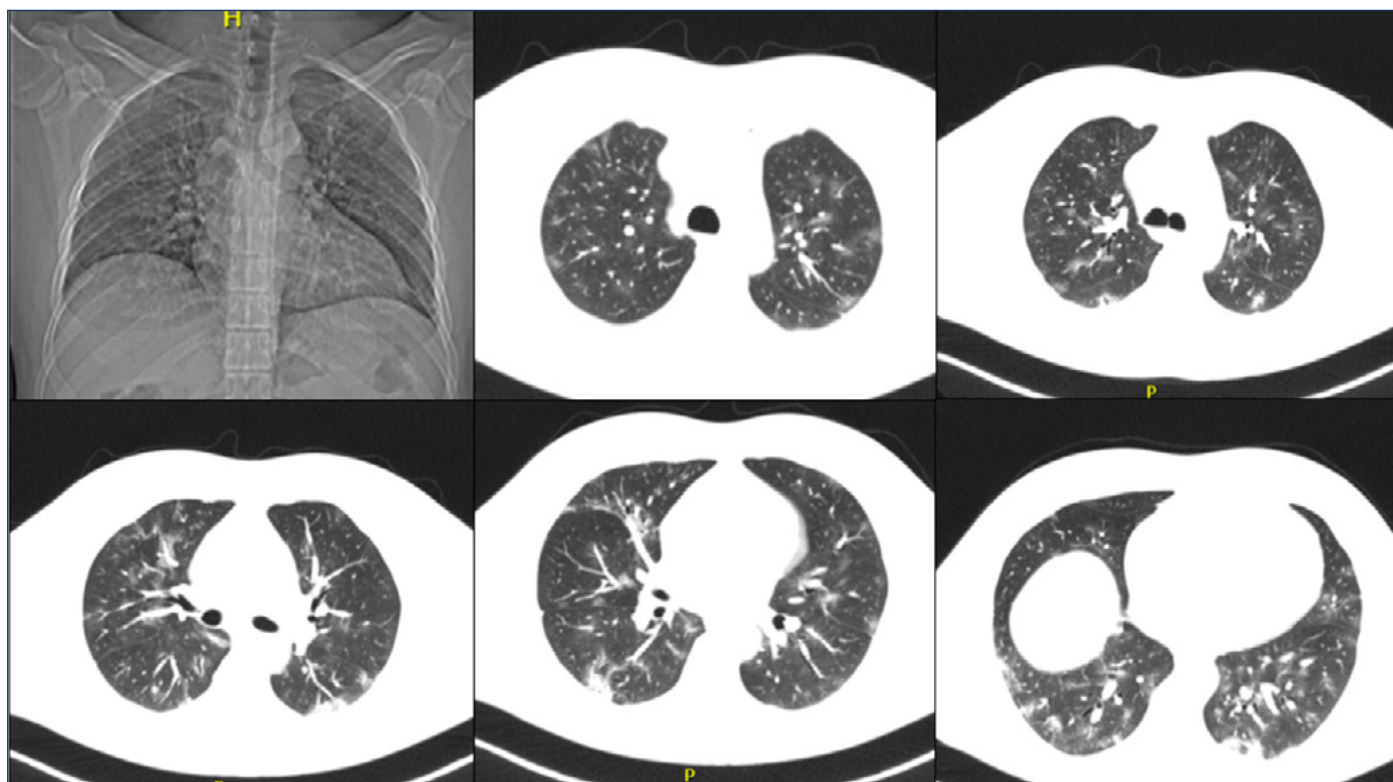
Desta forma, o objetivo deste trabalho foi apresentar dois casos de pacientes esportistas com quadros de COVID-19 e com alterações tomográficas significativas na fase aguda da doença viral, porém distintas recuperações funcionais e diferentes respostas ao TCPE.

## 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.<sup>6</sup>

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.<sup>7</sup> Verificamos ainda um aumento da frequência cardíaca pico e do quociente respiratório pico, além de redução do equivalente ventilatório de gás carbônico ( $VE/VCO_{2slope}$ ). Não observamos piora no equivalente ventilatório de oxigênio pico ( $VE/VO_{2pico}$ ) e nem na relação ventilação pico sobre ventilação voluntária máxima ( $VE_{pico}/VVM$ ).



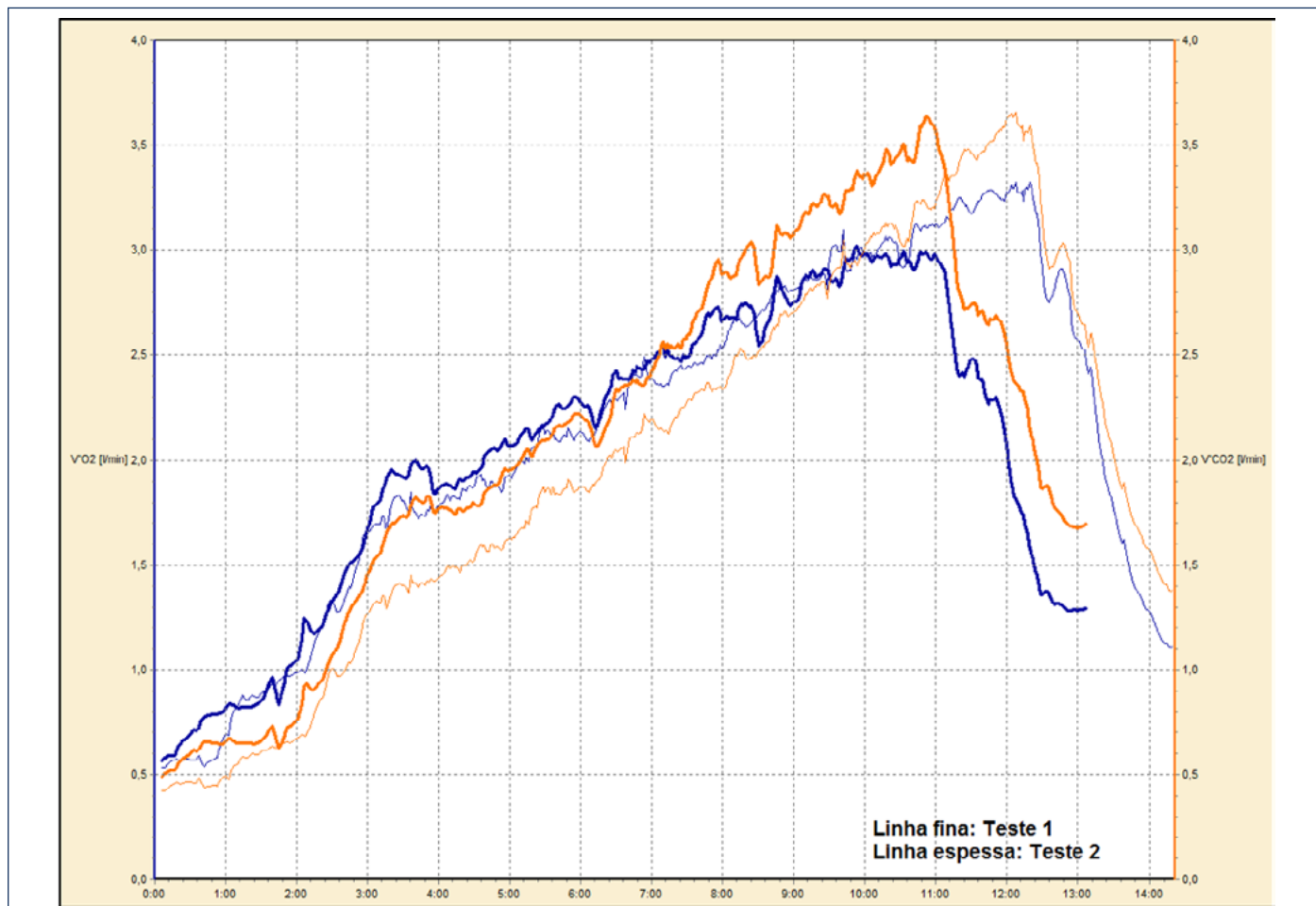
**Figura 1** - Tomografia do caso 1 realizada na fase aguda da COVID-19.

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

LA: Limiar anaeróbico; OUES: *Oxygen uptake efficiency slope*; P: Percentil; VCO<sub>2</sub>: produção de gás carbônico; VE: ventilação; VEF1: volume expirado forçado no primeiro segundo; VO<sub>2</sub>: consumo de oxigênio. VVM: Ventilação voluntária máxima.

\* Classificação por percentil de acordo com Milani et al.<sup>7</sup>



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

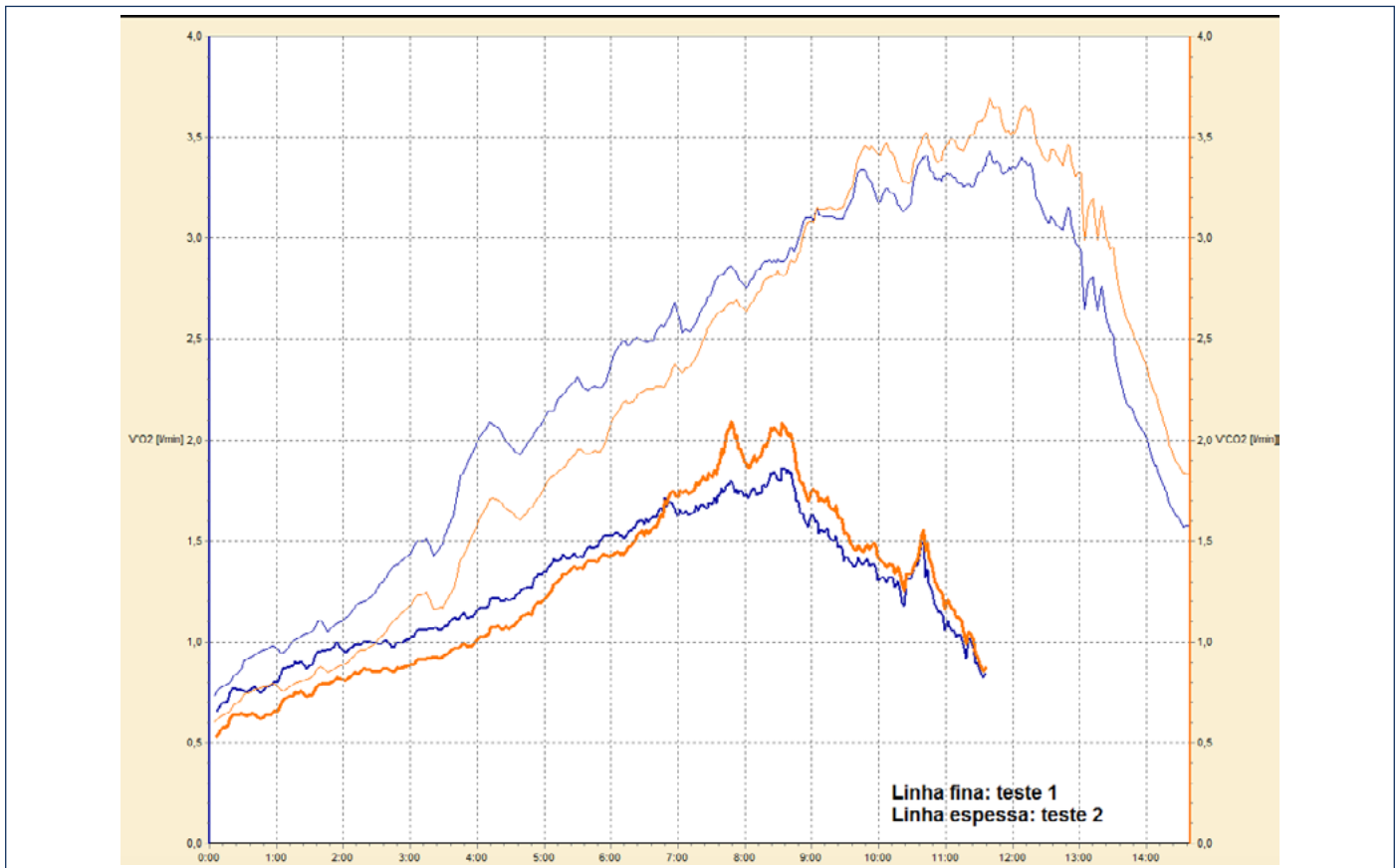
## Caso 2

Paciente de 54 anos, praticante de ciclismo, previamente hígido e sem comorbidades, apresentou caso de COVID-19 classificado como grave<sup>6</sup> 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  $VO_{2max}$  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 etária<sup>7</sup> 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  $VE/VCO_{2slope}$ , porém maior aumento do  $VE/VO_{2pico}$ .



**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.<sup>7</sup>

## 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.<sup>4,5</sup>

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,<sup>8</sup> verificamos uma recuperação bastante distinta entre os casos apresentados.

### Caso 1

A redução observada no  $VO_{2max}$  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  $VE/VCO_{2slope}$ , além da manutenção do  $VE/VO_{2pico}$ , 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  $VO_{2max}$  em amostras nacionais<sup>9,10</sup> sugerem reduções anuais de 0,21 a 0,25  $mL.kg^{-1}.min^{-1}$ , o que seria equivalente a redução do  $VO_{2max}$  entre 0,57 a 0,68  $mL.kg^{-1}.min^{-1}$  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  $VO_{2max}$  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.<sup>1</sup> Notou-se redução da ventilação pico, discreto aumento do  $VE/VCO_{2slope}$  e maior aumento do  $VE/VO_{2pico}$ , o que sugerem uma piora da resposta ventilatória e da capacidade difusiva.<sup>1</sup>

Do mesmo modo que citado no caso 1, o envelhecimento cronológico no período teria uma redução estimada do  $VO_{2max}$  de 1,73 a 2,06  $mL.kg^{-1}.min^{-1}$ , 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.<sup>11</sup> A redução da OUES, por sua vez, pode estar associada a limitações multifatoriais, em decorrência de alterações do sistema pulmonar, circulatório ou metabólico.<sup>1,12</sup> 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.<sup>13</sup>

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 de 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<sub>2max</sub> 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.

# Diagnóstico Diferencial entre Coração de Atleta e Ventrículo Esquerdo Não Compactado

## *Differential Diagnosis between Athlete's Heart and Non-compaction of the Left Ventricle*

Rafaela Rossini Buso<sup>1</sup>, Rodrigo Otávio Bougleux Alô<sup>1</sup>, Thiago Ghorayeb Garcia<sup>1</sup>, Ricardo Contesini Francisco<sup>1</sup>, Silvio Marques Póvoa Junior<sup>1</sup>, Guilherme de Carvalho Amaro<sup>1</sup>, Giuseppe Sebastiano Dioguardi<sup>1</sup>, Nabil Ghorayeb<sup>1</sup>

1. Setor de Cardiologia do Esporte do Instituto Dante Pazzanese de Cardiologia, São Paulo, SP - Brasil

### Correspondência:

Rafaela Rossini Buso  
Av. Dr Dante Pazzanese, 500 - Vila Mariana. CEP: 04012-909. São Paulo, SP - Brasil

[rafaela.buso@dantepazzanese.org.br](mailto:rafaela.buso@dantepazzanese.org.br)

Recebido em 23/03/2021

Aceito em 12/04/2021

DOI: <https://doi.org/10.29327/22487.27.1-7>

## Resumo

Paciente masculino, 53 anos, corredor de rua, assintomático, apresentou no teste ergométrico taquicardia QRS largo (*flutter* atrial com aberrância) e na investigação tem ressonância cardíaca compatível com miocárdio não compactado. Após período de destreinamento, evolui com normalização do exame de imagem e liberado para prática esportiva competitiva.

**Palavras-chave:** Miocárdio não Compactado; Coração de Atleta; Avaliação Pré-Participação; Destreinamento.

## Abstract

*Asymptomatic male patient, 53 years old, runner, showed a wide QRS tachycardia (aberrant atrial flutter) in the exercise test and, in the investigation has cardiac resonance compatible with non-compacted myocardium. After detraining period, he evolves with normalization of the image exam and is released for competitive sports practice.*

**Keywords:** Non-compacted Myocardium; Athlete's Heart; Pre-participation Evaluation; Detraining.

## Introdução

O exercício físico promove benefícios cardiovasculares, como redução dos fatores de risco ateroscleróticos e eventos associados a doença arterial coronariana, e deve ser recomendado e estimulado aos pacientes. A morte súbita cardíaca associada ao exercício é rara, mas catastrófica. A maior parte dos casos deve-se a doenças elétricas ou estruturais que podem ser diagnosticadas na avaliação pré-participação, que consiste em uma avaliação médica sistemática e uniformizada, utilizada para identificar ou aumentar a suspeita de doenças cardiovasculares que contraindiquem a prática de

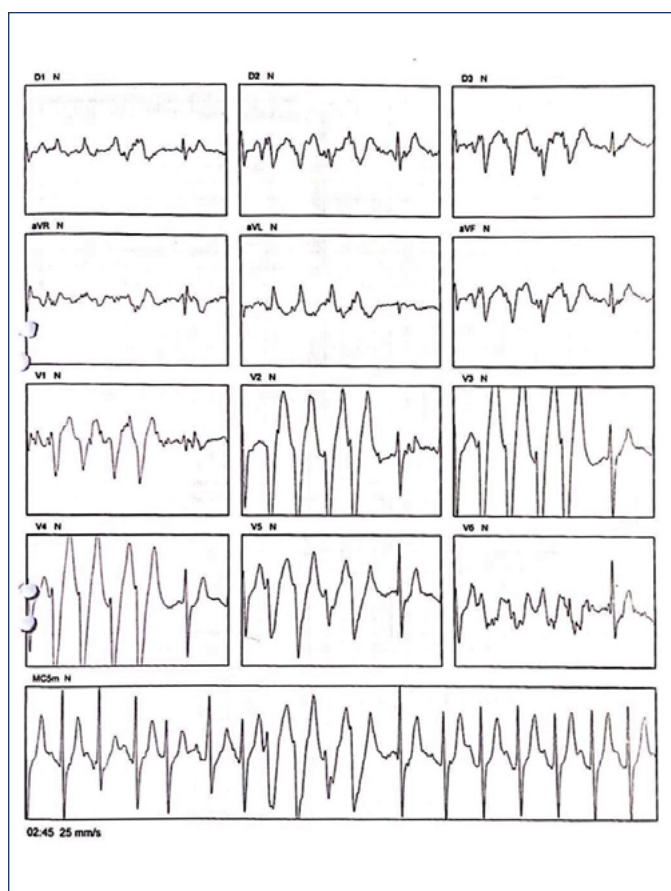
exercício físico.<sup>1</sup> A adaptação atlética está associada a alterações que podem se sobrepôr a cardiopatias, neste caso observamos a chamada zona cinzenta.

## Relato de caso

Paciente do sexo masculino, 53 anos, hígido, praticante de corrida de rua há 19 anos, atualmente, realiza três treinos semanais de 12km por dia. Realizada avaliação pré-participação com eletrocardiograma com bradicardia sinusal, ecocardiograma transtorácico com aumento discreto de átrio esquerdo (volume indexado 31ml/m<sup>2</sup>) e da raiz da aorta (41mm), fração de ejeção de ventrículo

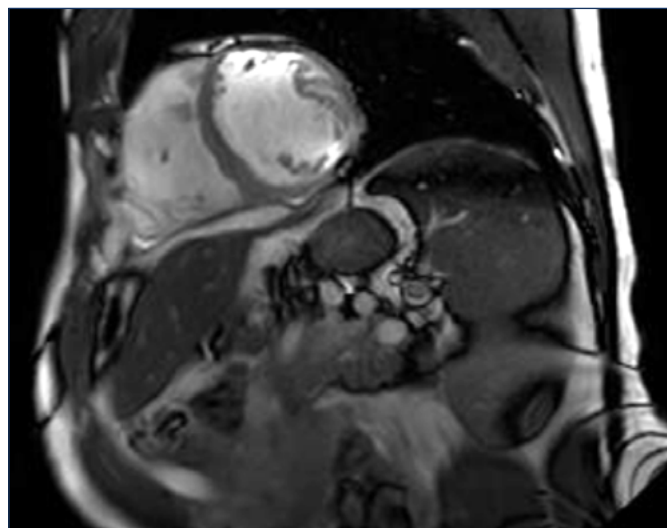
esquerdo em 63% e teste ergométrico (TE) com excelente capacidade funcional e comportamento cardiovascular normal frente ao exercício, sendo liberado para esporte competitivo, com seguimento anual.

No retorno, mantendo-se assintomático e com a mesma frequência e intensidade de treinamento, realizou novo TE interrompido por taquicardia de QRS largo, definido após como *flutter* atrial com condução aberrante (figura 1).



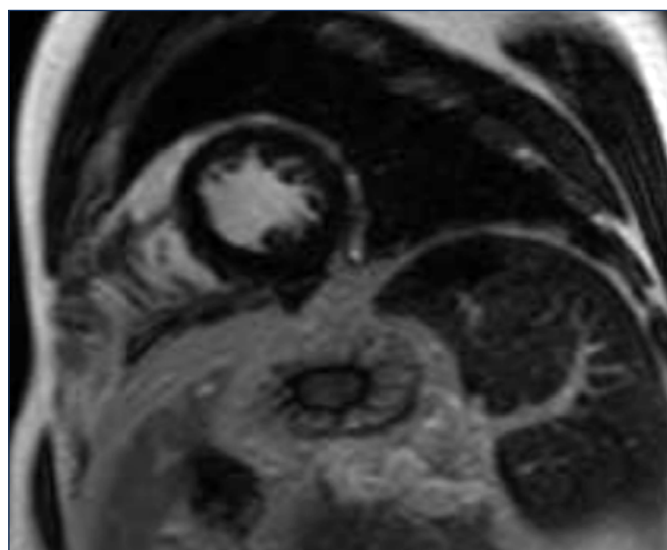
**Figura 1** - Taquicardia QRS largo encontrada no teste ergométrico.

Foi afastado dos treinos temporariamente e iniciada investigação. Cintilografia associada a TE descartou isquemia, ressonância magnética cardíaca (RMC) apresentou aumento de trabeculações nos ventrículos, além de aumento na relação entre massa não compactada e compactada no ventrículo esquerdo (VE), com proporção >2,3:1 em pelo menos três segmentos (figura 2).



**Figura 2** - Ressonância cardíaca com aumento de trabeculações e massa não compactada/compactada em VE >2,3:1.

Após o descondicionamento físico por 3 meses, TE normal, RMC indicou dilatação de câmaras esquerdas, ausência de fibrose miocárdica ou sinais sugestivos de miocárdio não compactado, podendo corresponder a coração de atleta (figura 3). Submetido a estudo eletrofisiológico que não induziu arritmia e realizada ablação do istmo cavotricuspídeo, sendo liberado para retomar a prática de exercício físico.



**Figura 3** - Ressonância cardíaca realizada após período de destreinamento, compatível com coração de atleta.

## Discussão

O miocárdio não compactado (MNC) ocorre devido à não compactação miocárdica na fase embrionária e caracteriza-se por uma fina camada epicárdica compactada e uma camada endocárdica trabeculada e com recessos intratrabeculares profundos. Considerada uma patologia rara, porém, ainda com incidência e prevalência incertas, o que se deve à falta de critérios diagnósticos bem definidos,<sup>2</sup> e amplo espectro clínico, desde ausência de sintomas até ocorrência de arritmias complexas, insuficiência cardíaca grave ou morte súbita.

Comumente, atletas apresentam hipertrabeculação do VE e cerca de 8% desses apresentam critérios ecocardiográficos de MNC, sendo necessária a investigação complementar com RMC ou ecocardiograma com esforço e Holter para avaliar presença de fibrose, trombos cardíacos, reserva contrátil e arritmia complexas induzidas pelo exercício. Para o diagnóstico, além da alteração em exames de imagem, é necessário avaliar presença de sintomas, história familiar, disfunção ventricular sistólica ou diastólica e alteração eletrocardiográfica para elevar a sensibilidade diagnóstica.

Os critérios diagnósticos ainda apresentam divergências, sendo, normalmente, o ecocardiograma transtorácico o primeiro exame a suspeitar da patologia, devido sua maior disponibilidade e a RMC o melhor método para confirmação.<sup>3</sup> Dentre as opções, Petersen et al propõem uma relação entre massa não compactada e compactada maior que 2,3 na diástole, medida na RMC,<sup>4</sup> mas é pouco específico para excluir os pacientes que não tem a doença; e o critério de Jacquier que considera a massa trabeculada >20% da massa total do VE, entretanto, apresenta grande variabilidade interobservador.<sup>5</sup> Dentre os diversos critérios ecocardiográficos sugeridos, o mais aceito considera uma relação massa não compactada/compactada >2,1:1 no final da sístole.

A doença pode evoluir, progressivamente, com disfunção sistólica e diastólica, resultando em insuficiência cardíaca congestiva. Os desfechos clínicos do MNC estão relacionados com a presença de sintomas, gravidade da disfunção de VE e a natureza das arritmias ventriculares. Não são relatados eventos adversos cardíacos em pacientes sem disfunção ventricular esquerda, mesmo com hipertrabeculação importante. Não existe tratamento específico para tal patologia, sendo o objetivo da

terapêutica a compensação da insuficiência cardíaca e a prevenção de arritmias e de tromboembolismo.

Atualmente, a participação de paciente com MNC em exercícios de alta intensidade ou competitivos pode ser considerada, se o mesmo for assintomático, sem arritmia ventriculares frequentes ou complexas e com fração de ejeção de VE >50%, ou ainda, em paciente com genótipo positivo, mas sem manifestação fenotípica. Já pacientes com fração de ejeção de VE = 40-49%, na ausência de arritmia ventriculares complexas, podem ser avaliados para participação em atividades recreativas de leve a moderada intensidade.

Entretanto, pacientes sintomáticos, com fração de ejeção de VE <40% ou com arritmias ventriculares complexas ou frequentes no Holter ou induzidas pelo esforço são contraindicados para a prática de exercício de alta intensidade ou esportes competitivos.

Os pacientes com MNC diagnosticado ou com genótipo positivo para doença que se exercitam regularmente precisam de acompanhamento anual para estratificação de risco periódica.<sup>6</sup>

O exercício físico de longa duração promove adaptações fisiológicas características funcionais, elétricas e morfológicas, por adaptação ao estresse biomecânico, que promove uma melhora na performance do indivíduo, resultando no chamado coração de atleta. As principais alterações associadas ao treinamento são: espessamento da parede ventricular, hipertrofia e hiperplasia dos miócitos, com alteração das dimensões das cavidades e aumento da massa do VE.

Quando as alterações fisiológicas e patológicas se sobrepõem (a chamada zona cinzenta), o descondicionamento físico pode ser útil para o diagnóstico diferencial entre o coração de atleta e as cardiopatias.<sup>7</sup> As alterações causadas pela atividade física tendem a regredir após curto período sem treinamento (cerca de 12 semanas) com novos estudos sugerindo um período de oito semanas para reversão total de alterações do coração de atleta. Entretanto, pode haver sobreposição do treinamento e do fenótipo de cardiopatia que merece vigilância. A reversibilidade das alterações sugere a benignidade do coração de atleta e a elegibilidade do paciente ao esporte competitivo.

## 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. Ghorayeb N, Stein R, Daher DJ, Silveira AD, Ritt LEF, Santos DFP et al. Atualização da Diretriz em Cardiologia do Esporte e do Exercício da Sociedade Brasileira de Cardiologia e da Sociedade Brasileira de Medicina do Esporte - 2019. *Arq Bras Cardiol.* 2019; 112 (3): 326-368. doi: 10.5935/abc.20190048.
2. Thavendiranathan P, Dahiya A, Phelan D, Desai MY, Tang WH. Isolated Left Ventricular Non-Compaction Controversies in Diagnostic Criteria, Adverse Outcomes and Management. *Heart.* 2013; 99 (10): 681-9. doi: 10.1136/heartjnl-2012-302816.
3. Hotta VT, Tendolo SC, Rodrigues AC, Fernandes F, Nastari L, Mady C. Limitations In The Diagnosis of Noncompaction Cardiomyopathy by Echocardiography. *Arq Bras Cardiol.* 2017; 109 (5): 483-8. doi: 10.5935/abc.20170152.
4. Petersen SE, Selvanayagam JB, Wiesmann F, Robson MD, Francis JM, Anderson RH, et al. Left Ventricular Non-Compaction: Insights From Cardiovascular Magnetic Resonance Imaging. *J Am Coll Cardiol.* 2005; 46 (1): 101-5. doi: 10.1016/j.jacc.2005.03.045.
5. Jacquier A, Thuny F, Jop B, Giorgi R, Cohen F, Gaubert JY, et al. Measurement of Trabeculated Left Ventricular Mass Using Cardiac Magnetic Resonance Imaging in the Diagnosis of Left Ventricular Non-Compaction. *Eur Heart J.* 2010; 31 (9): 1098-104. doi: 10.1093/eurheartj/ehp595.
6. Pelliccia A, Sharma S, Gati S, Bäck M, Börjesson M, Caselli S, et al. 2020 ESC Guidelines on Sports Cardiology and Exercise in Patients with Cardiovascular Disease: the Task Force on Sports Cardiology and Exercise in Patients with Cardiovascular Disease of the European Society of Cardiology (ESC). *Eur Heart J.* 2021;42 (1): 17-96. doi: 10.1093/eurheartj/ehaa605.
7. Oláh A, Kellermayer D, Matyas C, Nemeth BT, Lux A, Szabo L, et al. Complete Reversion of Cardiac Functional Adaptation Induced by Exercise Training. *Med Sci Sports Exerc.* 2017; 49 (3): 420-9. doi: 10.1249/MSS.0000000000001127.



# Programa de Reabilitação Cardiovascular Domiciliar durante a Pandemia da COVID-19

## Home-Based Cardiac Rehabilitation Program During COVID-19 Pandemic

Wallace Machado Magalhães de Souza<sup>1</sup>, Marcelo Carvalho Vieira<sup>1</sup>, Camila Yunes Pereira<sup>1</sup>, Maria Luiza de Lima Santiago Tomelin<sup>1</sup>, Flávia Izaquiel Rebello Siqueira Mendes<sup>1</sup>, Salvador Manoel Serra<sup>1</sup>

1. Centro de Cardiologia do Exercício,  
Instituto Estadual de Cardiologia  
Aloysio de Castro (CCEx/IECAC),  
Rio de Janeiro, RJ - Brasil

### Correspondência:

Wallace Machado Magalhães de Souza  
Centro de Cardiologia do Exercício/  
Instituto Estadual de Cardiologia Aloysio  
de Castro  
Rua David Campista, 326.  
CEP: 22261-010, Rio de Janeiro,  
RJ - Brasil  
[wallacemachado@ufrj.br](mailto:wallacemachado@ufrj.br)

Recebido em 12/04/2021

Aceito em 23/04/2021

**DOI:** <https://doi.org/10.29327/22487.27.1-8>

## Resumo

**Introdução:** O isolamento social devido à pandemia do novo coronavírus (COVID-19), torna a realização de reabilitação cardíaca (RC) presencial em hospitais ou clínicas impraticável neste momento.

**Objetivo:** Devido a este novo cenário, em caráter emergencial, adotamos o modelo do programa de reabilitação cardiovascular domiciliar (RCVD), com intuito de manter os pacientes atendidos fisicamente ativos.

**Métodos:** Envio de vídeos e mensagens de texto por telefone com as orientações sobre os exercícios físicos a serem realizados. Posteriormente, realização de um questionário com o *feedback* de adesão ao programa.

**Resultados:** Dos 107 pacientes atendidos no momento de sua interrupção, 101 (94%) receberam as orientações. Destes, 72 (71%) relataram ter realizado ao menos uma sessão dos exercícios dos vídeos, com média de 20 sessões por paciente. Em relação à estratégia de comunicação com a equipe de RC, 95% consideraram boa; 98% afirmaram ter entendido as informações enviadas e 99% avaliaram positivamente a qualidade dos vídeos, áudios e mensagens de texto.

**Conclusão:** Com a adoção da RCVD, foi possível orientar e acompanhar a maioria dos pacientes atendidos no programa, incentivando-os a realizar exercícios no próprio domicílio de maneira segura, o que poderia contribuir positivamente para a saúde destes indivíduos.

**Palavras-chave:** Reabilitação Cardiovascular; Coronavírus; Doenças Cardiovasculares; Exercício Físico; Relato de Caso.

## Abstract

**Introduction:** The social isolation due to the pandemic of the new coronavirus (COVID-19), made the face to face cardiovascular rehabilitation program (CR) in hospitals or clinics unfeasible.

**Objective:** Due to this new scenario, on an emergency basis, it was adopted the model of the home-based cardiac rehabilitation (HBCR) program, in order to keep the patients physically active.

**Methods:** Sending videos and text messages by phone with instructions about the physical exercises to be performed. Subsequently, a questionnaire with feedback on joining the program was carried out.

**Results:** Of the 107 patients treated at the time of its interruption, 101 (94%) received the recommendations. Of these, 72 (71%) reported having performed

*at least one session of the video exercises, with an average of 20 sessions per patient. Regarding the communication strategy with the CR team, 95% considered it good; 98% said they understood the information sent and 99% positively evaluated the quality of the videos, audios and text messages.*

**Conclusion:** *With the adoption of HBCR, it was possible to guide and monitor the majority of patients seen in the program, encouraging them to perform exercises at home in a safe manner, which can contribute positively to their health.*

**Keywords:** *Cardiovascular Rehabilitation; Coronavirus; Cardiovascular Diseases; Exercise; Case Reports.*

## Introdução

A pandemia causada pelo novo coronavírus (COVID-19) e as medidas tomadas pelas autoridades para conter a disseminação da doença impactaram de maneira drástica a sociedade. Entre as principais ações adotadas, o isolamento social e o fechamento de centros de exercício físico forçaram a interrupção do atendimento de pacientes incluídos em serviços de reabilitação cardiovascular (RC). Sendo o exercício físico um dos componentes primordiais no tratamento das cardiopatias, proporcionando redução de morbimortalidade e hospitalização, bem como aumento na qualidade de vida, diversos centros de RC adotaram estratégias para manter os pacientes fisicamente ativos.<sup>1</sup>

Neste cenário, programas de reabilitação cardiovascular domiciliar (RCVD), orientada e supervisionada pela equipe do centro de RC, despontaram como a principal ferramenta para atender esta população.<sup>2</sup> A RCVD é uma ferramenta de mudança de comportamento e aumento da adesão à prática de exercício físico em pacientes de baixo e médio risco.<sup>2,3</sup> Esta modalidade de reabilitação consiste na elaboração de um programa de exercícios físicos de acordo com a capacidade funcional, cognitiva e operacional de cada indivíduo, levando em consideração a doença cardíaca de base e as comorbidades presentes, além das preferências e recursos disponíveis, como uma forma de facilitar a adesão.<sup>3</sup>

Desta forma, o Centro de Cardiologia do Exercício do Instituto Estadual de Cardiologia Aloysio de Castro (CCEx/IECAC), serviço pioneiro na RC no Brasil,<sup>4</sup> tendo em vista o agravamento da pandemia e a impossibilidade em prever o retorno das atividades presenciais, decidiu adotar, em caráter emergencial, a RCVD. Assim sendo, o objetivo deste artigo foi descrever a experiência da RCVD durante o período de isolamento social provocado pela pandemia da COVID-19 nos pacientes atendidos em nosso serviço.

## Materiais e Métodos

Antes de iniciar o programa de RCVD, o paciente deveria se declarar apto à prática de exercícios físicos de acordo com as perguntas de avaliação do estado clínico geral, enviadas através de vídeo gravado por médico da RC, utilizando linguagem de fácil compreensão. As perguntas avaliavam a ocorrência, intensificação ou precocidade de dor torácica, palpitação, falta de ar, tonteira, queixas osteomioarticulares, além de sintomas típicos de COVID-19, como: febre, tosse, diarreia ou cansaço, após a interrupção da RC presencial. Caso respondesse afirmativamente a alguma dessas condições, o paciente estaria momentaneamente impedido de iniciar a RCVD e a queixa seria encaminhada para avaliação do médico da RC.

O programa de RCVD consistiu na prescrição e orientação de exercícios físicos através de vídeos produzidos pelos professores de educação física, que demonstravam a execução adequada de cada movimento, com uma linguagem de fácil entendimento, evitando termos técnicos. Os exercícios foram prescritos de acordo com as recomendações da atual Diretriz Brasileira de Reabilitação Cardiovascular<sup>5</sup> e incluíram exercícios aeróbicos, de fortalecimento muscular e de flexibilidade, em intensidade moderada, ou seja, intensidade 3 na escala de Borg, de 0 a 10,<sup>6</sup> realizados duas a três vezes por semana, com duração aproximada de 20 minutos. Os pacientes foram orientados a se exercitarem em um ambiente seguro e com temperatura agradável, tomando cuidado com tapetes, móveis ou quaisquer objetos que pudessem provocar queda ou trauma, utilizarem roupas e calçados confortáveis e se hidratarem durante a prática dos exercícios físicos.<sup>7</sup>

Foram adotados procedimentos de monitoramento da adesão ao programa de exercícios e do estado clínico

dos pacientes, realizados pelos professores de educação física e pelos médicos cardiologistas através de chamadas telefônicas e aplicativo de mensagens. Após o reinício das atividades presenciais, foi solicitado que respondessem um questionário para avaliar a percepção em relação à estratégia adotada durante o período de isolamento social.

## Resultados

O período de seguimento, entre o envio das orientações e o reinício das atividades presenciais do programa de RC, foi de 93 dias, de 16/04/2020 a 17/07/2020. O monitoramento adotado pela equipe da RC permitiu aferir que dos 107 pacientes atendidos pelo programa de RC no momento de sua interrupção, 101 (94%) receberam as orientações. Destes, 72 (71%) relataram ter realizado ao menos uma sessão dos exercícios dos vídeos, com média de 20 sessões por paciente, e oito pacientes não realizaram (não se sentiram aptos de acordo com as condições do vídeo com as orientações pré-participação apresentadas).

O questionário foi respondido por 80 dos 101 pacientes que receberam as orientações (79%). Em relação à estratégia de comunicação com a equipe de RC, 95% consideraram boa; 98% afirmaram ter entendido as informações enviadas e 99% avaliaram positivamente a qualidade dos vídeos, áudios e mensagens de texto.

Quanto aos obstáculos para realizar os exercícios enviados, 77% relataram nenhuma dificuldade. Entre as barreiras, “falta de motivação” foi a mais citada (13%). Limitações tecnológicas, como problemas com o aparelho celular ou com o sinal de internet, foram referidas por apenas 5%, não parecendo ter sido um empecilho para a adesão.

Sobre os sintomas associados ao “estado geral de saúde” relatados durante o período de seguimento, a

maioria apresentou ao menos um (78%). “Ansiedade” foi o mais frequente (18%), seguido de “dores nas pernas” (14%), “dores na coluna, ombros ou joelhos” (13%), “cansaço” (11%) e “dor no peito” (10%). Durante o monitoramento, estas queixas eram avaliadas pela equipe da RC e os pacientes orientados apropriadamente. Em relação à infecção por COVID-19, os pacientes que apresentaram sintomas característicos foram orientados a interromper a prática de exercícios e buscar atendimento médico. Até o momento, apenas um paciente teve diagnóstico confirmado.

Apesar de não terem sido orientados a praticar outros tipos de exercício físico além daqueles enviados pela equipe da RC, 66% dos pacientes relataram ter realizado outra atividade. Os exercícios aeróbios foram os mais citados, sendo os mais frequentes, caminhada e bicicleta ao ar livre (61% e 15%, respectivamente).

## Conclusão

Graças à adoção da RCVD foi possível orientar e acompanhar a maioria dos pacientes atendidos no programa de RC do CCEX/IECAC, incentivando-os a realizar exercícios no próprio domicílio, o que poderia proporcionar, de maneira segura, benefícios físicos e mentais durante o período de isolamento social. Nossa expectativa é que esta modalidade de orientação seja incluída como mais uma ferramenta no programa de RC do nosso serviço.

## 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:

- Schwendinger F, Pocecco E. Counteracting Physical Inactivity During the COVID-19 Pandemic: Evidence-Based Recommendations for Home-Based Exercise. *Int J Environ Res Public Health*. 2020; 17 (6): 2-6. doi: 10.3390/ijerph17113909.
- Castro RRT, Neto JGS, Castro RRT. Exercise Training: a Hero that Can Fight Two Pandemics at Once. *Intern J Cardiovasc Sci*. 2020; 33 (3): 284-7. doi: 10.36660/ijcs.20200083.
- Thomas RJ, Beatty AL, Beckie TM, Brewer LPC, Brown TM, Forman DE, et al. Home-Based Cardiac Rehabilitation: A Scientific Statement from the American Association of Cardiovascular and Pulmonary Rehabilitation, the American Heart Association, and the American College of Cardiology. *J Am Coll Cardiol*. 2019; 74 (1): 133-53. doi:10.1161/CIR.0000000000000663.
- Serra SM. História, Evolução e Premência da Necessidade de Multiplicação e Valorização dos Serviços de Reabilitação Cardiopulmonar e Metabólica. *Rev DERC*. 2014; 20 (1): 29-30.
- Carvalho T, Milani M, Ferraz AS, Silveira AD, Herdy AH, Hossri CAC, et al. Diretriz Brasileira de Reabilitação Cardiovascular – 2020. *Arq Bras Cardiol* 2020; 114 (5): 849-93. doi: 10.36660/abc.20200407.
- Borg G. Psychophysical Scaling with Applications in Physical Work and the Perception of Exertion. *Scand J Work Environ Health*. 1990; 16 (Suppl 1): 55-8. doi: 10.5271/sjweh.1815.
- Oliveira Neto L, Elsangedy HM, Tavares VDO, Teixeira CVLS, Behm DG, Da Silva-Grigoletto ME. #TreineEmCasa – Treinamento físico em casa durante a pandemia do COVID-19 (SARS-CoV-2): Abordagem Fisiológica e Comportamental. *Rev Bras Fisiol Exerc*. 2020; 19 (2supl): S9-S19. doi: 10.33233/rbfe.v19i2.4006.

# Metamax & Metalyzer

Tecnologia ultramoderna para diagnóstico cardiopulmonar.



## Análise Metabólica Completa

Pulmão, sistema cardiovascular e parâmetros respiratórios.



## Úteis a uma grande variedade de Profissionais

Cardiologistas, pneumologistas, médicos do trabalho, fisioterapeutas, nutricionistas, treinadores esportivos, cientistas do esporte.

Auxiliam no diagnóstico e tratamento de doenças cardiovasculares e problemas respiratórios.

Essenciais à **avaliação de atletas** amadores e profissionais.

Siga-nos em nossas redes sociais para ter acesso aos nossos eventos com a Cortex: @micromedbiotecnologia







# MetaMax® 3B

## TOTALMENTE PORTÁTIL

O **primeiro** dispositivo móvel para ergoespirometria **lançado ao espaço**

Controle conveniente por **Smart Control**,  
**Notebook** ou como **Stand-alone**



O mais **leve** e **resistente** do mercado



Suporta **temperaturas extremas**



Ideal para **práticas outdoor**



# Metalyzer® 3B

## VERSÃO ESTACIONÁRIA

Bateria interna com **12 horas de autonomia** (opcional)



O melhor **custo-benefício** do mercado




Fabricados pela  
**CORTEX**  
exclusivamente  
distribuídos no Brasil pela  
**MICROMED**

**Capitais** 4005-1899 | **Interior** 0800 5910-178  
Rede de Representação e Suporte Técnico.



# Cardiotoxicidade e o Potencial Uso da Cintilografia Cardíaca com $^{123}\text{I}$ -MIBG

## *Carditoxicity and the Potential Use of Cardiac Scan with $^{123}\text{I}$ -MIBG*

Thaís Rossato Arrais<sup>1</sup>, Tiago Bartzén Pereira<sup>2</sup>, Gabriel Blacher Grossman<sup>1</sup> 

1. Departamento de Medicina Nuclear, Hospital Moinhos de Vento, Porto Alegre, RS - Brasil
2. Departamento de Cardiologia, Hospital Moinhos de Vento, Porto Alegre, RS - Brasil

### Correspondência:

Thaís Rossato Arrais  
Rua Ramiro Barcelos, 910-201.  
CEP: 90035-001, Porto Alegre,  
RS - Brasil  
[thaisarrais@hotmail.com](mailto:thaisarrais@hotmail.com)

Recebido em 22/03/2021

Aceito em 18/04/2021

**DOI:** <https://doi.org/10.29327/22487.27.1-9>

## Resumo

A cardiotoxicidade é uma importante complicação associada à quimioterapia para tratamento de pacientes oncológicos. Seu diagnóstico é baseado na avaliação seriada da fração de ejeção do ventrículo esquerdo (FEVE), porém a diminuição da FEVE ocorre tardiamente na evolução desta condição. Diante da necessidade de métodos não invasivos que auxiliem na detecção precoce deste diagnóstico, novos métodos ecocardiográficos e de medicina nuclear têm surgido com este propósito. A avaliação da função simpática cardíaca através da cintilografia com  $^{123}\text{I}$ -MIBG surgiu como um método promissor, visto que o dano adrenérgico parece preceder o dano estrutural cardíaco. Observamos em alguns estudos pequenos que alterações nos parâmetros do  $^{123}\text{I}$ -MIBG parecem ocorrer paralelamente à deterioração da FEVE, com a redução da relação coração/mediastino (RCM) ocorrendo mais precocemente em alguns estudos, quando a FEVE ainda está preservada. Assim, a avaliação da função adrenérgica cardíaca parece ser um campo fértil para pesquisas futuras no cenário da cardiotoxicidade.

**Palavras-chave:** Cardiotoxicidade; 3-Iodobenzilguanidina; Sistema Nervoso Simpático.

## Abstract

*Cardiotoxicity is an important complication associated with chemotherapy for the treatment of cancer patients. Its diagnosis is based on serial assessment of left ventricular ejection fraction (LVEF), however the LVEF decrease occurs late in the evolution of this condition. Thus, alternative non-invasive methods for early diagnosis of cardiotoxicity have emerged with this purpose, specially in echocardiography and nuclear medicine. The assessment of cardiac sympathetic function using  $^{123}\text{I}$ -MIBG scan arises as a promising tool, since adrenergic damage appears to precede structural cardiac damage. We have observed in some small studies that changes in the parameters of  $^{123}\text{I}$ -MIBG seem to occur in parallel with the deterioration of LVEF, with a decrease in the heart / mediastinum ratio (HMR) occurring earlier in some studies, when LVEF is still preserved. Therefore, the assessment of cardiac innervation seems to be a fertile field for future research in the scenario of cardiotoxicity.*

**Keywords:** *Cardiotoxicity;  $^{123}\text{I}$ -mIBG scintigraphy; Sympathetic Nervous System.*

## Introdução

O progresso científico das últimas décadas quanto ao diagnóstico e manejo dos diversos tipos de neoplasias tem levado não só a aumento da sobrevida livre da doença quanto a aumento da sobrevida em pacientes portadores de neoplasias consideradas incuráveis.<sup>1</sup> A partir da década de 90, a preocupação pela toxicidade de muitos tratamentos quimioterápicos e radioterápicos começou a surgir, ao verificar-se que, apesar da melhora da sobrevida global, muitos pacientes o faziam às custas de deterioração neurológica, malignidades secundárias e, principalmente, morbidade cardiovascular.<sup>2</sup> A cardiotoxicidade relacionada ao tratamento quimioterápico inclui desde disfunção cardíaca assintomática até insuficiência cardíaca (IC) irreversível, de acordo com diferentes classes de medicamentos oncológicos e fatores de risco dos pacientes.<sup>3</sup> As antraciclina são as drogas mais amplamente utilizadas, porém as de maior potencial cardiotoxíco. As manifestações de cardiotoxicidade podem surgir algumas horas após a administração da mesma ou desenvolver-se tardiamente, até mesmo vários anos após o tratamento. A cardiotoxicidade aguda é rara e frequentemente reversível, enquanto a cardiomiopatia tardia é mais frequente, geralmente relacionada à dose cumulativa e de prognóstico desfavorável.<sup>4</sup> Outros agentes apresentam diferentes mecanismos de ação no dano estrutural cardíaco, sendo o trastuzumabe a segunda droga com maior impacto cardiovascular em termos de frequência de disfunção cardíaca, geralmente levando a cardiotoxicidade reversível e sem associação com doses cumulativas do medicamento.<sup>5</sup>

Apesar da biópsia endomiocárdica ser um método altamente sensível e específico para detecção de miocardiopatia induzida por antraciclina, através da gradação das alterações morfológicas pelo sistema Billingham,<sup>6</sup> não é realizado de forma rotineira por ser um método invasivo, caro e pouco disponível. Atualmente, o diagnóstico de cardiotoxicidade baseia-se na avaliação seriada da fração de ejeção do ventrículo esquerdo (FEVE), através de ecocardiograma, ventriculografia radioisotópica ou por ressonância magnética cardíaca (RMC), associada ou não ao uso de biomarcadores cardíacos, capazes de avaliar injúria miocárdica.<sup>7-9</sup>

No entanto, esses métodos apresentam algumas limitações. A baixa sensibilidade, a elevada variabilidade

inter e intraoperador e a detecção muitas vezes tardia do dano miocárdico de alguns métodos, tornam necessário modalidades alternativas de imagem para detecção precoce da toxicidade cardíaca, minimizando o grau de dano irreversível ao miocárdio, sem comprometer o tratamento oncológico.<sup>3,10</sup>

Técnicas capazes de avaliar o processo fisiopatológico a nível tissular teriam, teoricamente, maior capacidade de detecção precoce de alterações relacionadas a toxicidade cardíaca, aumentando assim a capacidade de predição de declínio funcional e prevenção de miocardiopatia.<sup>11</sup>

Vários métodos não invasivos surgiram nesse cenário, incluindo o *strain* longitudinal global do miocárdio (SLG). O SLG prediz com precisão o desenvolvimento subsequente de cardiotoxicidade com uma redução percentual relativa do GLS de 15% da linha de base, de acordo com a maioria das recomendações, sendo um marcador de disfunção subclínica precoce do VE.<sup>7,10</sup> Uma metanálise publicada em 2014 demonstrou que alterações nos índices de deformação miocárdica ocorreram antes das alterações da FEVE e em doses de antraciclina menores do que as que se sugeriam ser cardiotoxícas. A evidência de uma redução percentual relativa de 15% em relação à linha de base do SLG, mostrou ser um marcador de disfunção subclínica precoce do ventrículo esquerdo.<sup>10</sup> Um estudo brasileiro publicado em 2018 com 49 mulheres portadoras de câncer de mama demonstrou que uma redução de 14% do *strain* (valor absoluto de -16,6) conseguiu identificar precocemente pacientes com risco de cardiotoxicidade associada a antraciclina e/ou trastuzumab.<sup>12</sup> No entanto, embora estes métodos sejam preferíveis, sua disponibilidade não é universal e seu uso ainda não é padronizado.

A cardiomiopatia induzida pelo tratamento quimioterápico aumenta a atividade simpática adrenérgica, um mecanismo compensatório potente em pacientes com IC, sendo capaz de manter o débito cardíaco nas fases iniciais da doença.<sup>13</sup> Entretanto, com a progressão da mesma, a função hiperadrenérgica está associada a pior prognóstico neste grupo de pacientes.<sup>14</sup>

Estudos experimentais e observacionais prévios tem sugerido que o dano adrenérgico ocorre antes da disfunção contrátil de modo que a avaliação do sistema adrenérgico tem sido utilizada em alguns centros na tentativa de detecção precoce de complicações

cardíacas em pacientes em tratamento oncológico.<sup>15-18</sup> O principal método para avaliação do sistema nervoso simpático é através da imagem cardíaca usando metaiodobenzilguanidina marcada com iodo radioativo (<sup>123</sup>I-MIBG), um análogo da norepinefrina (NE), que não apresenta metabolização na fenda sináptica.

## Sistema Nervoso Autônomo

O sistema nervoso simpático é de fundamental importância na fisiopatologia cardíaca, sendo responsável pela adaptação da performance cardíaca a condições externas de necessidade de aumento da demanda metabólica, com aumento da frequência cardíaca e pressão arterial sistêmica, através da melhora da contratilidade e relaxamento ventriculares.<sup>19</sup> Este mecanismo de compensação neuro-humoral é importante na patogênese da IC, subestimando o dano miocárdico inicial, ao mesmo tempo que leva a aumento do estresse miocárdico, fibrose e progressão da doença, resultando em pior prognóstico nas formas avançadas da IC.<sup>11,14,20-22</sup>

O sistema nervoso central avalia a pressão arterial e fluxo sanguíneo por meio de receptores localizados no ventrículo esquerdo, seio carotídeo, arco aórtico e tronco cerebral, que são conectados por neurônios aferentes. Através desses dados, o sistema nervoso autônomo controla a frequência cardíaca, a velocidade e o padrão de contração ventricular por meio de neurônios eferentes. A regulação nervosa autônoma também é determinada por fatores hormonais circulantes, como catecolamina, angiotensina II, vasopressina, peptídeo natriurético arterial, BNP e endotelina-1. Nos estágios iniciais da IC, estas ativações neuronais agem compensando a disfunção miocárdica e mantendo o débito cardíaco, entretanto, a longo prazo, estão associadas a aumento da demanda energética pelo miocárdio, aumento da pós-carga e a arritmias, perpetuando-se o ciclo vicioso da IC. As fibras nervosas simpáticas estão distribuídas por todo o miocárdio. O neurotransmissor simpático, a norepinefrina (NE), é armazenado nas vesículas terminais, sendo liberado para a fenda sináptica através de exocitose, pelos canais de cálcio, na presença de um estímulo. Apenas uma pequena parte da NE na fenda se liga aos adrenoceptores, incluindo os adrenoceptores  $\alpha$  e  $\beta$ . Os receptores  $\beta_1$  são predominantes nos miócitos cardíacos. A maior parte da NE é reabsorvida por meio do transportador pré-sináptico de captação-1. A captação-1

desempenha um papel importante na regulação da concentração de catecolamina, protegendo o coração das mudanças rápidas dos seus níveis plasmáticos. Além deste mecanismo, existe um outro, não específico, a captação-2, não dependente de energia. Uma pequena fração da NE liberada na fenda extravasa para o espaço vascular, podendo ser mensurada no plasma do seio coronário.<sup>23</sup>

A IC crônica tem como característica a hiperatividade simpática, com aumento da liberação de NE das vesículas pré-sinápticas, resultando em níveis elevados desta na fenda sináptica. Inicialmente esta elevação de NE leva a estimulação dos adrenoceptores  $\beta$ , compensando a função miocárdica comprometida, porém, a longo prazo este excesso de NE circulante leva a um *downregulation* dos receptores  $\beta$  e a um declínio da sensibilidade destes receptores, comprometendo a recaptção de NE pelo transportador de norepinefrina (NET) nos terminais axonais simpáticos, levando a um aumento de NE na fenda sináptica e conseqüentemente no plasma.<sup>24,25</sup>

Os radiofármacos análogos das catecolaminas compartilham o mesmo mecanismo de captação 1 e características de armazenamento endógeno similares aos verdadeiros neurotransmissores, fornecendo informações sobre a integridade funcional do sistema nervoso autônomo.<sup>23</sup>

Nas últimas décadas, a cardiologia nuclear tem utilizado métodos de imagem para correlacionar a alteração da função ventricular esquerda com a desregulação simpática, comprovando a associação de IC com hiperatividade adrenérgica. Entre os métodos disponíveis, as imagens de PET-CT com <sup>11</sup>C-hidroxi-efedrina, com sua elevada resolução e natureza quantitativa é considerada padrão-ouro para avaliação da atividade simpática cardíaca, enquanto os métodos de imagem nuclear convencional, com sua disponibilidade, robustez e custos relativamente limitados ainda são os métodos mais frequentemente utilizados. Apesar das vantagens teóricas de métodos mais refinados, a cintilografia com <sup>123</sup>I-MIBG permanece o método mais validado para este fim.<sup>19,26</sup>

## Cintilografia Cardíaca com <sup>123</sup>I-MIBG

O <sup>123</sup>I-MIBG é um análogo da NE e foi originalmente desenvolvido na década de 1970 na Universidade de Michigan para avaliação de tumores adrenais.

É o radiofármaco mais frequentemente utilizado para avaliação da função adrenérgica cardíaca, compartilhando dos sistemas de recaptação da NE. Diferentemente da NE, o <sup>123</sup>I-MIBG não é metabolizado na fenda sináptica, tampouco apresenta ligação aos receptores pós-sinápticos, não tendo, portanto, efeito simpatomimético.<sup>27</sup> Assim, na vigência de um impulso, este <sup>123</sup>I-MIBG é liberado na fenda sináptica e recaptado através do mecanismo de captação-1. Um aumento crônico da atividade simpática comum em pacientes portadores de IC, leva a um *downregulation* dos receptores adrenérgicos, com subsequente redução da captação do <sup>123</sup>I-MIBG. A alteração do sistema adrenérgico usualmente precede as alterações de contratilidade miocárdica além de refletir severidade da doença.<sup>18</sup>

Os protocolos de realização das imagens cardíacas são variáveis entre os diferentes centros. Na maioria dos serviços, inclui a realização de imagens planares na projeção anterior do tórax após a administração endovenosa do radiofármaco em repouso, após 15-30 minutos (imagens precoces) e após quatro horas (imagens tardias). Imagens com SPECT podem ser utilizadas para avaliação do padrão de captação miocárdica regional. Usualmente é realizado bloqueio da tireoide através da administração de iodeto de potássio para minimizar a radiação para o órgão. Os principais parâmetros utilizados são a relação de captação coração/mediastino (RCM) das imagens precoces e RCM das imagens tardias, bem como a taxa de clareamento (TC). Os dois primeiros parâmetros são adquiridos através da relação de contagens aferidas em uma região de interesse (ROI) desenhada na área cardíaca em comparação com outra no mediastino. A RCM precoce representa a distribuição anatômica das terminações nervosas adrenérgicas no miocárdio enquanto a RCM tardia age como uma medida composta que avalia o funcionamento neuronal, captação, armazenamento e liberação do <sup>123</sup>I-MIBG. A TC reflete a retenção neuronal do <sup>123</sup>I-MIBG e é calculado pela diferença entre a atividade precoce e tardia do <sup>123</sup>I-MIBG ( $TC = (RCM \text{ precoce} - RCM \text{ tardia}) / RCM \text{ precoce} \times 100\%$ ). O principal parâmetro utilizado é a RCM das imagens tardias, com alguns estudos demonstrando pior prognóstico em pacientes portadores de IC quando RCM abaixo de 1,6.<sup>14</sup>

Diversos estudos com pacientes portadores de IC demonstraram que a avaliação da função simpática cardíaca utilizando a cintilografia com <sup>123</sup>I-MIBG é

capaz de diferenciar os pacientes de maior risco, independente da FEVE, níveis de BNP e classe funcional pela NYHA. Em 1992, foi reportado pela primeira vez o valor prognóstico da cintilografia com <sup>123</sup>I-MIBG. Uma menor RCM identificou os pacientes de maior risco, numa população de 90 portadores de miocardiopatia isquêmica ou idiopática, sendo o melhor preditor de sobrevida quando comparado a outros métodos, como a FEVE.<sup>28</sup> Um dos maiores estudos utilizando este método é o *AdreView Myocardial Imaging for Risk Evaluation in Heart Failure* (ADMIRE-HF), publicado em 2010. Neste estudo, um total de 961 pacientes com IC CF NYHA II/III e FEVE ≤ 35%, em uso de terapêutica clínica otimizada, foram avaliados com cintilografia com <sup>123</sup>I-MIBG. Foi demonstrado que durante o seguimento de dois anos, 237 pacientes (25%) apresentaram eventos (progressão da classe funcional da IC, eventos arrítmicos graves e morte cardíaca). A taxa de eventos nos pacientes com RCM ≥ 1,6 foi de 15% em comparação com 37% nos com RCM < 1,6, demonstrando-se que uma RCM deprimida está associada a pior prognóstico, independente da FEVE.<sup>14</sup>

A maioria dos dados presentes na literatura com uso da cintilografia com <sup>123</sup>I-MIBG é no contexto de IC, com alguns resultados promissores. Entretanto, no cenário de cardiotoxicidade, o número de estudos é pequeno, com limitações de metodologia que dificultam a extrapolação dos achados.<sup>24,29</sup> Um estudo experimental de 1992, utilizando ratos tratados com doxorubicina, demonstrou que a captação miocárdica de <sup>123</sup>I-MIBG encontrava-se reduzida, num grau inversamente proporcional ao aumento da dose da droga administrada. Essas alterações adrenérgicas ocorreram não só nos ratos com dano cardíaco estrutural, avaliado através do grau de degeneração vacuolar das células miocárdicas, quanto nos sem ou com pequena lesão associada, sugerindo que a cintilografia com <sup>123</sup>I-MIBG poderia ser um método útil na detecção precoce de cardiomiopatia induzida por antraciclina.<sup>30</sup> Num seguimento desse estudo utilizando-se o mesmo modelo, notou-se um declínio mais pronunciado e dose-dependente da RCM em relação à FEVE avaliada por ventriculografia radioisotópica durante nove semanas de tratamento com doxorubicina.<sup>31</sup>

Estudos iniciais em humanos parecem demonstrar redução da captação do <sup>123</sup>I-MIBG antes e após o declínio da função ventricular esquerda após tratamento com antraciclina, porém os estudos são pequenos e os dados não uniformes.



Alguns estudos avaliando pacientes com cardiotoxicidade estabelecida por antraciclina com redução da FEVE demonstraram menores médias de RCM e aumento da TC.<sup>17,32,33,34</sup> Em comparação a controles não tratados, pacientes oncológicos com tratamento prévio com antraciclina demonstraram menor RCM, mesmo quando a FEVE era similar entre os grupos.<sup>35,36</sup> Alguns estudos avaliaram o comportamento da RCM e TC em pacientes com doses progressivamente maiores de antraciclina, demonstrando que o grau de comprometimento da função adrenérgica parece ser dose-dependente, ocorrendo antes da queda da FEVE.<sup>17,35,37</sup>

Além disso, um estudo inferiu que a terapia combinada de antraciclina com trastuzumab está associada a menores índices de RCM em relação a tratamento com antraciclina apenas, mesmo em pacientes com FEVE preservada.<sup>38</sup> Outro estudo com trastuzumab demonstrou menor chance de recuperação de FEVE nos pacientes com menores índices de RCM, após a interrupção do tratamento.<sup>39</sup>

Portanto, a cintilografia com <sup>123</sup>I-MIBG pode ser útil na detecção precoce da cardiotoxicidade, especialmente quando a FEVE ainda é normal.

## Conclusão

Apesar dos resultados promissores de alguns estudos pequenos, os métodos de imagem para avaliação da função simpática cardíaca são pouco utilizados nos países ocidentais na avaliação da IC e não são utilizados para avaliação de cardiotoxicidade. Com a necessidade de avaliar o potencial risco de cardiotoxicidade em uma população com doença oncológica que cresce gradativamente, novos métodos de imagem não-invasivos que permitam a detecção precoce de dano miocárdico são necessários. É nesse contexto que a avaliação da função simpática cardíaca pode se tornar atraente, sendo um terreno potencialmente fértil para pesquisa clínica.

## 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. Cubbon RM, Lyon AR. Cardio-Oncology: Concepts and Practice. *Indian Heart J.* 2016; (68): 77-85. doi: 10.1016/j.ihj.2016.01.022.
2. Moser EC, Meunier F. Cancer Survivorship: a Positive Side-Effect of More Successful Cancer Treatment. *Eur J Cancer Supp.* 2014; 12 (1): 1-4. doi: 10.1016/j.ejcsup.2014.03.001.
3. Aleman BM, Moser EC, Nuver J, Suter TM, Maraldo MV, Specht L, et al. Cardiovascular Disease after Cancer Therapy. *Eur J Cancer Supp.* 2014; 12 (1): 18-28. doi: 10.1016/j.ejcsup.2014.03.002.
4. Yeh ET, Bickford CL. Cardiovascular Complications of Cancer Therapy: Incidence, Pathogenesis, Diagnosis, and Management. *J Am Coll Cardiol.* 2009; 53 (24): 2231-47. doi: 10.1016/j.jacc.2009.02.050.
5. Perik PJ, Alexander de Korte M, Van Veldhuisen DJ, Gietema JA, Sleijfer DT, De Vries EG. Cardiotoxicity Associated with the Use of Trastuzumab in Breast Cancer Patients. *Exp Rev Anticancer Ther.* 2007; 7 (12): 1763-71. doi: 10.1586/14737140.7.12.1763.
6. Billingham ME, Bristow MR. Evaluation of Anthracycline Cardiotoxicity: Predictive Ability and Functional Correlation of Endomyocardial Biopsy. *Cancer Treat Symp.* 1984; (3): 71-6.
7. Zamorano JL, Lancellotti P, Rodriguez Muñoz D, Aboyans V, Asteggiano R, Galderisi M, et al. 2016 ESC Position Paper on Cancer Treatments and Cardiovascular Toxicity Developed under the Auspices of the ESC Committee for Practice Guidelines: The Task Force for Cancer Treatments and Cardiovascular Toxicity of the European Society of Cardiology (ESC). *Eur Heart J.* 2016; 37 (36): 2768-801. doi: 10.1093/eurheartj/ehw211.
8. Filho RK, Hajjar LA, Bacal F, Hoff MGP, Diz MDPE, Galas FRBG, et al. I Diretriz Brasileira de Cardio-Oncologia da Sociedade Brasileira de Cardiologia [I Brazilian Guideline for Cardio-Oncology from Sociedade Brasileira de Cardiologia]. *Arq Bras Cardiol.* 2011; 96 (2 Suppl 1):1-52. doi: 10.1590/S0066-782X2011000700001.
9. Armenian SH, Lacchetti C, Barac A, Carver J, Constine LS, Denduluri N, et al. Prevention and Monitoring of Cardiac Dysfunction in Survivors of Adult Cancers: American Society of Clinical Oncology Clinical Practice Guideline. *J Clin Oncol.* 2016; 35 (8): 893-911. doi: 10.1200/JCO.2016.70.5400.
10. Thavendiranathan P, Poulin F, Lim KD, Plana JC, Woo A, Marwick TH. Use of Myocardial Strain Imaging by Echocardiography for the Early Detection of Cardiotoxicity in Patients During and After Cancer Chemotherapy: a Systematic Review. *J Am Coll Cardiol.* 2014; 63 (25 Part A): 2751-68. doi: 10.1016/j.jacc.2014.01.073.
11. Schwartz RG, Jain D, Storozynsky E. Traditional and Novel Methods to Assess and Prevent Chemotherapy-Related Cardiac Dysfunction Noninvasively. *J Nuclear Cardiol.* 2013; 20 (3): 443-64. doi: 10.1007/s12350-013-9707-1.
12. Gripp EA, Oliveira GE, Feijó LA, Garcia MI, Xavier SS, Sousa AS. Global Longitudinal Strain Accuracy for Cardiotoxicity Prediction in a Cohort of Breast Cancer Patients During Anthracycline and/or Trastuzumab Treatment. *Arq Bras Cardiol.* 2018; 110 (2): 140-50. doi: 10.5935/abc.20180021.
13. de Geus-Oei LF, Mavinkurve-Groothuis AM, Bellersen L, Gotthardt M, Oyen WJ, Kapusta L, et al. Scintigraphic Techniques for Early Detection of Cancer Treatment-Induced Cardiotoxicity. *J Nuclear Med.* 2011; 52 (4): 560-71. doi: 10.2967/jnumed.110.082784.
14. Jacobson AF, Senior R, Cerqueira MD, Wong ND, Thomas GS, Lopez VA, et al. Myocardial Iodine-123 Meta-Iodobenzylguanidine Imaging and Cardiac Events in Heart Failure: Results of the Prospective ADMIRE-HF (AdreView Myocardial Imaging for Risk Evaluation in Heart Failure) Study. *J Am Coll Cardiol.* 2010; 55 (20): 2212-21. doi: 10.1016/j.jacc.2010.01.014.
15. Wakasugi S, Wada A, Hasegawa Y, Nakano S, Shibata N. Detection of Abnormal Cardiac Adrenergic Neuron Activity in Adriamycin-Induced Cardiomyopathy With Iodine-125-Metaiodobenzylguanidine. *J Nuclear Med.* 1992; 33 (2): 208-14.



16. Wakasugi S, Fischman AJ, Babich JW, Aretz HT, Callahan RJ, Nakaki M, et al. Metaiodobenzylguanidine: Evaluation of its Potential as a Tracer for Monitoring Doxorubicin Cardiomyopathy. *J Nucl Med.* 1993; 34 (8): 1283-86.
17. Olmos RV, ten Bokkel Huinink WW, Ten Hoeve RF, Van Tinteren H, Bruning PF, Van Vlies B, et al. Assessment of Anthracycline-Related Myocardial Adrenergic Derangement by [<sup>123</sup>I] Metaiodobenzylguanidine Scintigraphy. *Eur J Cancer.* 1995; 31 (1): 26-31. doi: 10.1016/0959-8049(94)00357-b.
18. Simoni LJ, Brandão SC. New Imaging Methods for Detection of Drug-Induced Cardiotoxicity in Cancer Patients. *Current Cardiovasc Im Reports.* 2017; 10 (6): 18. doi:10.1007/s12410-017-9415-3.
19. Liga R, Scholte AJ. Neuro-Cardiac Imaging Has a Proven Value in Patient Management: Con. *J Nuclear Cardiol.* 2017; 24 (5): 1583-7. doi: 10.1007/s12350-017-0947-3.
20. Rocha ETD, Alves WEFM, Verschure DO, Verberne HJ. The Use of Cardiac <sup>123</sup>I-MIBG Scintigraphy in Clinical Practice: The Necessity to Standardize! *Int J Cardiovasc Sci.* 2017; 30 (6): 533-41. doi:10.5935/2359-4802.20170070.
21. Nakata T, Nakajima K, Yamashina S, Yamada T, Momose M, Kasama S, et al. A Pooled Analysis of Multicenter Cohort Studies of <sup>123</sup>I-MIBG Imaging of Sympathetic Innervation for Assessment of Long-Term Prognosis in Heart Failure. *JACC: Cardiovasc Imag.* 2013; 6 (7): 772-84. doi: 10.1016/j.jcmg.2013.02.007.
22. Sawyer DB, Peng X, Chen B, Pentassuglia L, Lim CC. Mechanisms of Anthracycline Cardiac Injury: Can We Identify Strategies for Cardioprotection? *Prog Cardiovasc Dis.* 2010; 53 (2): 105-13. doi: 10.1016/j.pcad.2010.06.007.
23. Higuchi T, Schwaiger M. Imaging Cardiac Neuronal Function and Dysfunction. *Curr Cardiol Rep.* 2006; 8 (2): 131-8. doi: 10.1007/s11886-006-0024-z.
24. Verschure DO, van Eck-Smit BL, Somsen GA, Knol RJ, Verberne HJ. Cardiac Sympathetic Activity in Chronic Heart Failure: Cardiac <sup>123</sup>I-MIBG Scintigraphy to Improve Patient Selection for ICD Implantation. *Neth Heart J.* 2016; 24 (12): 701-8. doi: 10.1007/s12471-016-0902-y.
25. Wolinsky D, Hendel R, Cerqueira M, Gold M, Narula J, Singh J, et al. The Role of <sup>123</sup>I-MIBG Metaiodobenzylguanidine Imaging in Management of Patients with Heart Failure. *Am J Cardiol.* 2015; 116: S1-9. doi: 10.1016/j.amjcard.2015.09.014.
26. Popescu CE, Cuzzocrea M, Monaco L, Caobelli F. Assessment of Myocardial Sympathetic Innervation by PET in Patients with Heart Failure: a Review of the Most Recent Advances and Future Perspectives. *Clin Trans Imag.* 2018; 6 (6): 459-70. doi:10.1007/s40336-018-0293-8.
27. Laursen AH, Ripa RS, Hasbak P, Kjær A, Elming MB, Køber L, et al. <sup>123</sup>I-MIBG for Detection of Subacute Doxorubicin-Induced Cardiotoxicity in Patients with Malignant Lymphoma. *J Nucl Cardiol.* 2020; 27 (3): 931-9. doi: 10.1007/s12350-018-01566-y. doi: 10.1007/s12350-018-01566-y.
28. Merlet P, Valette H, Dubois-Randé JL, Moysé D, Duboc D, Dove P, et al. Prognostic Value of Cardiac Metaiodobenzylguanidine Imaging in Patients with Heart Failure. *J Nucl Med.* 1992; 33 (4): 471-7.
29. Verberne HJ, Verschure DO. Anthracycline-induced Cardiotoxicity: Is There a Role for Myocardial <sup>123</sup>I-MIBG Scintigraphy? *J Nucl Cardiol.* 2020 Jun;27(3):940-942. doi: 10.1007/s12350-018-01584-w.
30. Wakasugi S, Wada A, Hasegawa Y, Nakano S, Shibata N. Detection of Abnormal Cardiac Adrenergic Neuron Activity in Adriamycin-Induced Cardiomyopathy with Iodine-125-Metaiodobenzylguanidine. *J Nuclear Med.* 1992; 33 (2): 208-14.
31. Wakasugi S, Fischman AJ, Babich JW, Aretz HT, Callahan RJ, Nakaki M, et al. Metaiodobenzylguanidine: Evaluation of its Potential as a Tracer for Monitoring Doxorubicin Cardiomyopathy. *J Nucl Med.* 1993; 34 (8): 1283-6.
32. Valdés RO, Greve JC, Hoefnagel CA. I-123 MIBG and Serial Radionuclide Angiocardigraphy in Doxorubicin-Related Cardiotoxicity. *Clin Nucl Med.* 1992; 17 (3): 163-7. doi: 10.1097/00003072-199203000-00001.
33. Olmos RA, Willem W, Dewit LG, Hoefnagel CA, Liem H, van Tinteren H. Iodine-123 Metaiodobenzylguanidine in the Assessment of Late Cardiac Effects from Cancer Therapy. *Eur J Nucl Med.* 1996; 23 (4): 453-8. doi: 10.1007/BF01247376.
34. Nousiainen T, Vanninen E, Jantunen E, Remes J, Kuikka J, Hartikainen J. Anthracycline-induced Cardiomyopathy: Long-Term Effects on Myocardial Cell Integrity, Cardiac Adrenergic Innervation and Fatty Acid Uptake. *Clin Physiol.* 2001; 21 (1): 123-8. doi: 10.1046/j.1365-2281.2001.00292.x.
35. Lekakis J, Prassopoulos V, Athanassiadis P, Kostamis P, Mouloupoulos S. Doxorubicin-induced Cardiac Neurotoxicity: Study with Iodine 123-Labeled Metaiodobenzylguanidine Scintigraphy. *J Nucl Cardiol.* 1996; 3 (1): 37-41. doi: 10.1016/s1071-3581(96)90022-7.
36. Takeishi Y, Sukekawa H, Sakurai T, Saito H, Nishimura S, Shibu T, et al. Noninvasive Identification of Anthracycline Cardiotoxicity: Comparison of <sup>123</sup>I-MIBG and <sup>123</sup>I-BMIPP Imaging. *An Nucl Med.* 1994; 8 (3): 177-82. doi: 10.1007/BF03164994.
37. Carrió I, Estorch M, Berná L, Lopez-Pousa J, Tabernero J, Torres G. Indium-111-Antimyosin and Iodine-123-MIBG Studies in Early Assessment of Doxorubicin Cardiotoxicity. *J Nucl Med.* 1995; 36 (11): 2044-9.
38. Guimaraes SL, Brandão SC, Andrade LR, Maia RJ, Markman Filho B. Hiperatividade Simpática Cardíaca Após Quimioterapia: Sinal Precoce de Cardiotoxicidade? *Arq Bras Cardiol.* 2015; 105 (3): 228-34. doi: 10.5935/abc.20150075.
39. Stokkel MP, Boekhout A. I-123-MIBG Myocardial Imaging in Trastuzumab-Based Cardiotoxicity: the First Experience. *Nucl Med Comm.* 2013; 34 (1): 19-24. doi: 10.1097/MNM.0b013e32835ae523.

# Revisão sobre o Impacto do Exercício Físico sobre a Variabilidade da Frequência Cardíaca em Hipertensos

## *Review of the Impact of Physical Exercise on Heart Rate Variability in Hypertensive Patients*

Mariana Alves Mota<sup>1</sup>, Alessandro Reis<sup>1</sup>, Gabriel Barbosa de Carvalho Matos<sup>1</sup>

1. Centro Universitário de Patos de Minas  
– UNIPAM, Patos de Minas, MG - Brasil

### Correspondência:

Mariana Alves Mota  
Rua Jose Augusto De Queiroz, 420.  
Caiçaras. CEP: 38702-152, Patos de  
Minas, MG - Brasil  
[marialvesmota17@gmail.com](mailto:marialvesmota17@gmail.com)

Recebido em 12/04/2021

Aceito em 19/04/2021

**DOI:** <https://doi.org/10.29327/22487.27.1-10>

## Resumo

O coração é controlado pelo sistema nervoso autônomo (SNA), oscilando entre predominância simpática e parassimpática conforme estímulos exógenos e endógenos. A atividade do SNA pode ser avaliada indiretamente pela variabilidade da frequência cardíaca (VFC). Essa revisão teve como objetivo principal avaliar o impacto dos exercícios físicos sobre a VFC em pacientes hipertensos. Foi realizado uma revisão de literatura, com busca nas bases de dados PubMed, SciELO, LILACS e Google Acadêmico. Foram incluídos 10 ensaios clínicos, publicados nos últimos cinco anos. Conclui-se que o exercício físico tem influência positiva na VFC, alterando a morbimortalidade da hipertensão arterial sistêmica, mas que ao mesmo tempo não houve diferença significativas quando comparados hipertensos e normotensos.

**Palavras-chave:** Exercício Físico; Hipertensão Arterial Sistêmica; Frequência Cardíaca.

## Abstract

*The heart is controlled by the autonomic nervous system (ANS), oscillating between sympathetic and parasympathetic predominance according to exogenous and endogenous stimuli. ANS activity can be assessed indirectly by heart rate variability (HRV). This review aimed to assess the impact of physical exercises on HRV in hypertensive patients. A literature review was performed, searching the PubMed, SciELO, LILACS and Google Scholar databases. 10 clinical trials, published in the last 5 years, were included. It is concluded that physical exercise has a positive influence on HRV, altering the morbidity and mortality of systemic arterial hypertension, but that at the same time there was no significant difference when comparing hypertensive and normotensive individuals.*

**Keywords:** Physical Exercise; Systemic Arterial Hypertension; Heart Rate.

## Introdução

O coração tem a capacidade de gerar seu próprio ritmo através de células especializadas, sendo responsáveis pela frequência cardíaca (FC), que é definida pelo número de batimentos por minuto que o coração exerce. Um dos principais responsáveis por

este controle é o sistema nervoso autônomo, que é composto por uma inervação dividida em duas partes antagonistas: simpática e parassimpática. A inervação simpática possui a capacidade de gerar um aumento da frequência cardíaca, aumentando o débito cardíaco, já o parassimpático realiza um decréscimo da frequência.<sup>1</sup>

Com isso, a frequência cardíaca é suscetível à predominância da ação tanto do simpático quanto do parassimpático, variando de acordo com uma série de estímulos exógenos e endógenos com o objetivo de manter adequado o aporte sanguíneo tecidual. Vale salientar ainda que para a ocorrência de uma diminuição da FC, basta que o sistema nervoso simpático não atue, gerando um predomínio parassimpático.<sup>2</sup>

Do ponto de vista fisiológico, ocorre uma grande alternância da frequência cardíaca de acordo com a necessidade corpórea, sendo essa adaptação dos batimentos cardíacos chamada de variabilidade da frequência cardíaca (VFC), que é uma resposta fisiológica e normal, indicando a capacidade do coração responder a diversos estímulos. A partir desse pressuposto, a variabilidade da frequência cardíaca torna-se uma ótima maneira de monitoramento não-invasivo desse balanço autonômico.<sup>3</sup> Esse método pode ser usado com o objetivo de identificar eventos do sistema nervoso autônomo em pessoas saudáveis ou que possuem doenças, além daqueles que são atletas.<sup>4</sup>

Portanto, a variabilidade da frequência cardíaca seria como uma forma indireta de medir a interação entre os sistemas nervosos autônomos, seja simpático ou parassimpático.<sup>5</sup> Faz-se importante avaliar a variabilidade da frequência cardíaca devido ao fato de ser um indicador do estado de saúde, sendo um relevante marcador diagnóstico e prognóstico. A partir disso, sabe-se que uma elevada variabilidade pressupõe que o coração está com a capacidade de se adaptar preservada, demonstrando a funcionalidade dos mecanismos autonômicos perante fatores estressores. Em contrapartida, quando se tem a variabilidade diminuída há um forte indício que a adaptação cardíaca está falha, com uma ineficácia do sistema nervoso autônomo, indicando algum processo patológico no indivíduo, seja uma disfunção autonômica ou uma doença crônica.<sup>4</sup>

Os principais instrumentos para a obtenção da variabilidade da frequência cardíaca são eletrocardiograma, conversores analógicos e cardiofrequencímetros.<sup>6</sup> O primeiro instrumento em questão é o ECG, que é muito usado, mas apresenta limitações por diversos aspectos, principalmente pelo custo elevado, alta complexidade e necessidade de se fazer em um ambulatório. Outro método a ser utilizado é o conversor analógico, que capta sinais com alta fidelidade e os

transfere para um computador, onde esses sinais são analisados. Há também o cardiofrequencímetro, que é um relógio que capta estímulos do coração por meio de cintos posicionados no tórax e depois transfere esses dados para um computador. Sobre esse último, é importante ainda destacar sua facilidade para aplicação, principalmente quando se tem que pode ser usado em campo, além de não ser invasivo.<sup>7</sup>

Existem alterações patológicas que estão relacionadas com a desregulação dos mecanismos autonômicos do controle cardiovascular, dentre elas está a elevação sustentada da pressão arterial. Esse incremento na pressão, principalmente na sistólica, induz um processo de espessamento de paredes arteriais e redução da sua complacência, que pode estar relacionado com prejuízos autonômicos. Sendo assim, a hipertensão arterial sistêmica seria uma forma de influenciar diretamente na variabilidade da frequência cardíaca.<sup>8</sup>

Sabendo disso, a hipertensão arterial sistêmica é uma doença multifatorial, caracterizada pela pressão arterial com valores aumentados e persistentes. Essa condição pode ainda ser considerada como uma síndrome quando se associa com diversas alterações metabólicas, como a resistência à insulina, a dislipidemia e a obesidade. Sendo assim, a soma de todos esses fatores contribui para o aumento do risco cardiovascular.<sup>9</sup>

Nesse contexto, uma das medidas terapêuticas não farmacológicas para a hipertensão arterial sistêmica seria o exercício físico regular, que pode ser definido como um tipo de atividade física, planejada e constante, que apresenta o objetivo de promover a saúde, acarretando benefícios a curto e longo prazo.<sup>10</sup> Ao se comparar pessoas que praticam exercícios com as que não o fazem, sabe-se que há um efeito de redução da pressão arterial, o que pode ocasionar uma menor expressão de fatores de riscos cardiovasculares e, por consequência, uma redução na morbimortalidade, justificando a recomendação da prática de exercício para pessoas hipertensas.<sup>11</sup>

Alguns mecanismos ainda podem estar associados com o fator protetor do exercício físico e dentre eles destacam-se primariamente: melhora da função endotelial; diminuição da atividade simpática; redução da rigidez endotelial<sup>12</sup> melhora do perfil lipoprotéico; diminuição da resistência à insulina.<sup>13</sup> Além disso, é importante ressaltar que o exercício acarreta diretamente

um aumento do tônus vagal, com importante influência perante os índices de variabilidade da frequência cardíaca, sendo que se pode ainda relacionar a intensidade da atividade com o incremento autonômico.<sup>14</sup>

Sendo assim, como a atividade física possui uma influência positiva direta nos distúrbios autonômicos do coração, nada mais coerente do que avaliar a influência dessa prática nos pacientes com disautonomia devido a hipertensão, reconhecendo o quanto a variabilidade da frequência cardíaca oscila durante a prática física entre os pacientes hipertensos comparado com normotensos.<sup>15</sup> Logo, é de grande valia reconhecer os estudos que abordam a influência dos exercícios físicos na regulação autônoma do funcionamento do coração e consequentemente no prognóstico.<sup>3</sup>

## Materiais e Métodos

Esse estudo consiste em uma revisão literária, que tem sua importância devido ao fato de discutir e analisar um tema relevante com base em referências teóricas, publicados em plataformas.<sup>16</sup> A revisão será feita baseada na busca de correlação entre a influência que o exercício físico exerce no controle autonômico da variabilidade da frequência cardíaca em hipertensos. Para isso, será imprescindível analisar os dados disponíveis acerca do que se sabe sobre o exercício físico e seu impacto real na VFC, comparando os indivíduos hipertensos e normotensos, além de explorar quais formas utilizadas para verificar a variabilidade da frequência cardíaca nos estudos. Somado a isso, será feita uma avaliação dos resultados dos estudos no que tange ao prognóstico de pessoas que possuem disautonomia cardíaca e que praticam exercícios, comparando com as que não os fazem.

Essa pesquisa foi de caráter qualitativo, realizada por meio de pesquisas de artigos científicos nas seguintes bases de dados: PubMed, SciELO, LILACS e Google Acadêmico. A partir da pesquisa em cada base de dados, foram excluídas as referências duplicadas.<sup>17</sup>

Para a busca de artigos foram utilizadas as palavras-chave: exercício físico (*physical exercise*), variabilidade da frequência cardíaca (*heart rate variability*), hipertensão arterial (*arterial hypertension*) e sistema nervoso autônomo (*autonomic nervous system*). Além disso, foram usados 10 ensaios clínicos realizados

em humanos, publicados nos últimos cinco anos, com linguagem tanto em inglês quanto em português.<sup>18</sup>

Ademais, a escolha dos artigos foi realizada por meio de uma leitura cuidadosa do título e do resumo. Foram excluídos aqueles que não se adequaram aos objetivos dessa revisão, principalmente no que se concerne na ausência concomitante das três principais variáveis: variabilidade da frequência cardíaca, exercício físico e hipertensão arterial. Posteriormente, incluindo todos os artigos selecionados, foi feita uma tabela contendo título, autor, ano de publicação e conclusão. Essa estratégia foi utilizada para sintetizar as características essenciais dos trabalhos que serão analisados, bem como expor uma melhor visualização dos aspectos supracitados.<sup>19</sup>

## Resultados

Foram selecionados inicialmente 311 artigos na base de dados Scielo (N=90), Lilacs (N=86) e PubMed (N=135). É importante destacar que os artigos encontrados na base de dados Google Acadêmico não foram incluídos devido a incapacidade de aplicar com exatidão a metodologia proposta nesse trabalho. Após a aplicação dos filtros restaram 45 artigos, sendo que foram excluídas cinco referências duplicadas. Em seguida, foi realizada uma leitura do resumo desses trabalhos restantes, em busca de uma correlação com os objetivos traçados. Assim, foram selecionados 10 artigos no total para se fazer a revisão literária, conforme demonstrado na tabela 1.

## Discussão

Os exercícios realizados em mulheres hipertensas na fase da menopausa ou pós menopausa mostraram efetivos resultados no que tange a variabilidade da frequência cardíaca (VFC). O cardiofrequencímetro obteve os dados e, após testagem, percebeu-se que o grupo com maior carga e menor número de repetições obteve um maior acréscimo na VFC, tanto imediata quanto uma hora após a atividade, quando comparado com o grupo controle e o que possuía maior número de repetições.<sup>20</sup> Logo, percebe-se uma redução no risco cardiovascular dos indivíduos com a realização dessa série de exercícios, indo de acordo com a literatura vigente.<sup>5</sup>

Além disso, comparando indivíduos hipertensos com não hipertensos, foi-se obtido a VFC dos indivíduos em posição supina e repouso por 10 minutos com o *Polar*

**Tabela 1.** Artigos selecionados para a revisão.

<b>Título</b>	<b>Autores</b>	<b>Ano de publicação</b>	<b>Conclusão</b>
<b>Controle autonômico cardíaco de idosas hipertensas<sup>25</sup></b>	Vera Regina Fernandes da Silva Marães, Bruna da Silva Sousa, Leonardo Petrus da Silva Paz	2015	As voluntárias hipertensas, quando controladas com medicamentos e exercício físico, demonstram um ajuste autonômico cardíaco semelhante às normotensas, nas diferentes condições estudadas.
<b><i>Time of day affects heart rate recovery and variability after maximal exercise in prehypertensive men<sup>29</sup></i></b>	Brito et al.	2015	Em homens pré-hipertensos, a recuperação da frequência cardíaca após teste máximo é semelhante após exercícios matinais e noturnos. Porém, a reativação parassimpática é mais lenta após o exercício noturno.
<b><i>Metaboreflex activation delays heart rate recovery after aerobic exercise in never-treated hypertensive men<sup>24</sup></i></b>	Peçanha et al.	2016	Os resultados apoiam o papel do reflexo metabólico na recuperação da frequência cardíaca e sugerem que o aumento da sensibilidade pode explicar parcialmente a recuperação retardada da frequência cardíaca observada em homens com hipertensão
<b><i>Whole-Body Vibration Exercise Therapy Improves Cardiac Autonomic Function and Blood Pressure in Obese Pre- and Stage 1 Hypertensive Postmenopausal Women<sup>30</sup></i></b>	Wong et al.	2016	O treinamento de vibração no corpo inteiro pode ser viável tratamento adjuvante para melhorar a função autonômica cardíaca e a pressão arterial moderadamente elevada em mulheres pós-menopáusicas obesas pré-hipertensas e hipertensas.
<b><i>Heart Rate Variability following Combined Aerobic and Resistance Training in Sedentary Hypertensive Women: A Randomised Control Trial<sup>31</sup></i></b>	Masroor et al.	2018	O treinamento aeróbico e de resistência combinado mostrou melhora significativa nos parâmetros de VFC, indicando dominância vagal em mulheres hipertensas de meia-idade, podendo ser incorporado aos programas de manejo de pacientes hipertensos para a melhora no controle autonômico cardíaco.
<b><i>Acute effects of different resistance training loads on cardiac autonomic modulation in hypertensive postmenopausal women<sup>20</sup></i></b>	Vale et al.	2018	A realização de treino de resistência de alta intensidade com cargas menores e maior número de repetições parece promover aumentos agudos da atividade simpática do sistema nervoso autônomo, enquanto treinos com a carga mais pesada e a menor repetição não impactaram significativamente na modulação autonômica.
<b><i>Effect of Resistance Training on Blood Pressure and Autonomic Responses in Treated Hypertensives<sup>21</sup></i></b>	Trevizani et al.	2018	O treinamento resistido promove uma redução aguda significativa da pressão arterial nos grupos de hipertensos e normotensos e fornece um pequeno benefício do equilíbrio autonômico cardíaco no hipertenso.
<b><i>Cardiovascular effects of a strength test (1rm) In prehypertensive subjects<sup>23</sup></i></b>	Lima et al.	2019	O teste de uma repetição máxima, em relação a VFC, apresentou similaridade no comportamento simpático-vagal no domínio do tempo e frequência entre os grupos.
<b><i>Cardiac autonomic modulation behavior in community men with hypertension on rest and effort Condition<sup>27</sup></i></b>	Rafaella Carvalho da Silva, Vera Regina Fernandes da Silva Marães	2019	Os dados do trabalho sugerem que os hipertensos estudados apresentaram uma redução da VFC imediatamente após o teste de caminhada de 6 minutos.
<b><i>Acute Effect of a Single Session of Pilates on Blood Pressure and Cardiac Autonomic Control in Middle-Aged Adults With Hypertension<sup>28</sup></i></b>	Rocha et al.	2020	Uma única sessão de pilates foi capaz de reduzir a pressão arterial nos primeiros 60 minutos após os exercícios, junto há uma diminuição da atividade parassimpática cardíaca.



RS800CX para obter os índices de VFC necessários. Foram priorizados exercícios de 50% da carga máxima com alto número de repetições. Após as 12 sessões de treinos de resistência com baixa intensidade houve uma discreta melhora no balanço autonômico, principalmente nos indivíduos hipertensos.<sup>21</sup> Como se sabe, uma mudança na VFC indica uma alteração no controle autonômico do coração, logo os indivíduos que tiveram aumento nos índices de VFC, melhoraram o equilíbrio simpático-parassimpático do coração.<sup>22</sup>

Somado a isso, ao se comparar indivíduos não hipertensos com pré-hipertensos, esperava-se que deveria haver um maior tônus simpático nos indivíduos com elevados índices pressóricos, além de uma menor VFC.<sup>15</sup> De acordo com Lima et al,<sup>23</sup> a frequência cardíaca elevada após o exercício com alta carga se manteve por mais tempo nos indivíduos pré-hipertensos. Apesar de haver uma diferença no tônus parassimpático entre os grupos de pré-hipertensos e não hipertensos, não houve relevância estatística, principalmente após os ajustes dos índices com o índice de massa corporal.

Primeiramente, o corpo mantém uma regulação do débito cardíaco conforme a demanda de oxigênio dos tecidos periféricos.<sup>2</sup> Porém, além dessa regulação fina da resposta cardíaca ao exercício físico, o retorno da frequência cardíaca basal requer um grande aparato regulatório. Um provável mecanismo envolvido no retorno da frequência cardíaca basal é o metaborreflexo muscular que surge de uma resposta do músculo ao acúmulo progressivo de metabólitos, sendo um deles o lactato, contribuindo para a diminuição da resposta simpática no músculo cardíaco. Ainda não se sabe o papel exato do metaborreflexo na recuperação da frequência cardíaca, porém a principal hipótese gira em torno da remoção progressiva dos metabólitos musculares durante o pós-exercício o que diminuiria gradualmente a ativação do metaborreflexo e conseqüentemente iria aumentando a ativação do barorreflexo, contribuindo para redução do tônus simpático e aumento do parassimpático no coração, reduzindo a FC. Ao randomizar um grupo não hipertenso e outro grupo hipertenso nunca tratado, percebeu-se que em ambos grupos o metaborreflexo atrasou a recuperação da frequência cardíaca, porém houve uma maior intensidade no grupo de indivíduos hipertensos, sugerindo uma maior sensibilidade a esse metaborreflexo.<sup>24</sup>

Por meio do instrumento de medição cardio-frequencímetro (*Polar RS800CX*) foram avaliadas a FC, o intervalo RR e os índices da VFC em doze idosas hipertensas e normotensas. Segundo o estudo, não houve diferença significativas e relevantes em tais índices quando comparado os dois grupos. Portanto, tem-se que quando há uma compensação das alterações autonômicas intrínsecas ao envelhecimento com realização de exercício físico, uso de fármacos e controle da PA há diferenças pequenas entre hipertensos e normotensos.<sup>25</sup>

A realização de atividades físicas na população hipertensa é de suma importância, visto que vários mecanismos do exercício físico geram respostas hipotensoras no organismo: redução do tônus simpático após atividade física, diminuição do tônus simpático renal e diminuição da noradrenalina sérica. Para atestar a funcionalidade e equilíbrio desses mecanismos, a VFC é um dos marcadores desses mecanismos.<sup>26</sup> Agora, de acordo com Silva e Marães,<sup>27</sup> imediatamente após a realização de teste de caminhada de 6 minutos, houve uma redução na variabilidade cardíaca, indicando uma redução no tônus parassimpático e um conseqüente acréscimo no risco cardiovascular dos indivíduos hipertensos analisados.

Ao analisar indivíduos hipertensos em uma única sessão de pilates, através de métodos lineares da VFC, percebeu-se uma redução importante no tônus parassimpático após 60 minutos da realização do exercício, quando comparado a mensuração realizada 10 minutos antes da atividade física. O artigo evidencia que a utilização de exercício físico, apesar de efeitos benéficos na redução da PA, demonstra um acréscimo no risco cardiovascular pela diminuição da regulação vagal.<sup>28</sup> Devido às controvérsias do resultado, vale salientar que esse artigo não demonstrou uma padronização completa dos exercícios de pilates, além de ter uma amostragem muito reduzida, predispondo à ocorrência do erro estatístico do tipo 2.

Brito et al<sup>29</sup> sugeriram que o período do dia é um dos vários fatores que podem influenciar a VFC e a recuperação da FC após a realização de exercícios. Os parâmetros foram avaliados em indivíduos que já possuem alteração no automatismo cardíaco e foi percebido que não há diferença significativa na recuperação da FC após exercícios realizados pela manhã ou a noite. Entretanto,

no que se trata da reativação parassimpática, notou-se que ela é mais lenta no período noturno do que matutino e isso pode estar relacionado com o próprio ciclo circadiano, em que há um pico da FC em horários mais avançados do dia.

Existem diversas modalidades de exercícios físicos. Uma delas é a terapia de vibração em todo o corpo, que foi estudada por Wong et al.<sup>30</sup> Segundo esse estudo, a terapia de vibração é uma forma de equilibrar o balanço do sistema simpático-parassimpático que está alterado em pessoas com disautonomia, como ocorre na população avaliada que foram obesas, sedentárias e hipertensas na pós-menopausa. Além disso, tem-se que em hipertensos há um aumento do tônus simpático, que pode acarretar lesões em órgãos-alvo, logo o aumento do tônus vagal e diminuição da atividade simpática, que foi alcançada pela terapia de vibração em todo o corpo, é um ganho na história natural da HAS.<sup>15</sup>

Segundo Masroor et al,<sup>31</sup> a prática de exercícios aeróbicos e de resistência combinados aumenta a VFC em mulheres hipertensas. Nesse estudo, foi realizado exercícios de intensidade moderada cinco vezes por semana durante quatro semanas em mulheres hipertensas e sedentárias e foi demonstrado uma melhoria na maioria das variáveis que estão relacionadas ao tônus vagal. Sendo assim, isso vai ao encontro do que já está descrito na literatura, em que há uma melhora da atividade parassimpática e isso leva a uma recuperação mais rápida da FC após a realização de exercício físico.<sup>26</sup>

## Conclusão

O aumento do tônus simpático em relação ao parassimpático que há em hipertensos está relacionado

a uma diminuição da VFC, o que acarreta um aumento da mortalidade nesses pacientes. Logo, fazem-se necessárias intervenções que alterem esse desbalanço, dentre elas está a prática de exercícios físico, que deve ser encorajada aos pacientes com HAS. A VFC, que nos estudos foi avaliada pelo cardiofrequencímetro, demonstrou-se um método eficiente de mensurar o controle autonômico de forma não invasiva.

Além disso, percebe-se que, por meio dos estudos analisados neste artigo, não foram constatadas diferenças significativas na influência do exercício físico quando comparados hipertensos e normotensos. Ressalte-se que na maioria dos trabalhos que avaliamos foi relatada uma melhora no equilíbrio entre o sistema simpático-parassimpático, aumentando a VFC tanto em hipertensos quanto normotensos.

Conclui-se ainda que faltam muitos estudos para aprofundar acerca do tema, necessitando de ensaios clínicos com maior espaço amostral e com maior duração. Apesar disso, os conhecimentos já evidenciados são imprescindíveis para que seja cada vez mais estimulada a prática de exercício físico, mudando a morbimortalidade relacionada à hipertensão arterial sistêmica.

## 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. Aubert AE, Seps B, Beckers F. Heart Rate Variability in Athletes. *Sports Med.* 2003; 33 (12): 889-919. doi: 10.2165/00007256-200333120-00003.
2. Paschoal MA, Petrelluzzi KFS, Gonçalves NVO. Controle Autonômico Cardíaco Durante a Execução de Atividade Física Dinâmica de Baixa Intensidade. *Rev Soc Cardiol.* 2003; 13 (5 supl A): 1-11. doi:10.1590/S1413-3552006000400009.
3. Figueiredo AP, Figueiredo BM, Silva GR, Reis JCF, Pernambuco AP. Comportamento da Variabilidade da Frequência Cardíaca em Testes de Cargas Progressivas. *Conexão Saúde.* 2016; 11: 107-111. doi.org/10.24862/ccco.v11i1.341.
4. Pumplra J, Howorka K, Groves D, Chester M, Nolan J. Functional Assessment of Heart Rate Variability: Physiological Basis and Practical Applications. *Int J Cardiol.* 2002; 84 (1): 1-14. doi: 10.1016/s0167-5273(02)00057-8.
5. Bauer A, Barthel P, Schneider R, Ulm K, Müller A, Joeinig A, et al. Improved Stratification of Autonomic Regulation for Risk Prediction in Post-Infarction Patients with Preserved Left Ventricular Function (ISAR-Risk). *Eur Heart J.* 2009; 30(5): 576-83. doi: 10.1093/eurheartj/ehn540.
6. Pimentel AS, Alves ES, Alvim RO, Nunes RT, Costa CMA, Lovisil JCM, Lima JRP. Polar S810 como Recurso Alternativo ao Eletrocardiograma no Teste de Exercício de 4 Segundos. *Arq Bras Cardiol.* 2010; 94 (5):580-4. doi: 10.1590/S0066-782X2010005000037.
7. Porto LGG, Junqueira JLF. Comparison of Time-Domain Short-Term Heart Rate Interval Variability Analysis Using a Wrist-Worn Heart Rate Monitor and the Conventional Electrocardiogram. *Pacing Clin Electrophysiol.* 2009; 32: 43-51. doi: 10.1111/j.1540-8159.2009.02175.x.

8. Sugawara J, Inoue H, Hayashi, Yokoi T, Kono I. Effect of Low-Intensity Aerobic Exercise Training on Arterial Compliance In Postmenopausal Women. *Hypertens Res.* 2004; 27:897-901. doi: 10.1291/hyres.27.897.
9. Malachias MVB, Plavnik FL, Machado CA, Malta D, Scala LCN, Fuchs S. 7ª Diretriz Brasileira de Hipertensão Arterial. *Arq Bras Cardiol.* 2016; 107 (3 Supl. 3): 103. doi:10.5935/abc.20160152.
10. Moraes H, Deslandes A, Ferreira C, Pompeu FAMS, Ribeiro P, Laks J. O Exercício Físico no Tratamento da Depressão em Idosos: Revisão Sistemática. *Rev Psiquiatr.* 2007; 29: 70-9. doi:10.1590/S0101-81082007000100014.
11. Fagard RH. Exercise Is Good for Your Blood Pressure: Effects of Endurance Training and Resistance Training. *Clin Exp Pharmacol Physiol.* 2006; 36(9): 853-6. doi: 10.1111/j.1440-1681.2006.04453.x.
12. Hodes RJ, Lakatta EG, McNeil CT. Another Modifiable Risk Factor for Cardiovascular Disease? Some Evidence Points to Arterial Stiffness. *J Am Geriatr Soc.* 1995; 43: 581-582. doi: 10.1111/j.1532-5415.1995.tb06111.x.
13. Negrão CE, Barreto ACP. *Cardiologia do Exercício: do Atleta ao Cardiopata.* Barueri. Manole. 2006.
14. Iellamo F, Manzi V, Caminiti G, Sposato B, Massaro M, Cerrito A, et al. Dose-Response Relationship of Baroreflex Sensitivity and Heart Rate Variability to Individually-Tailored Exercise Training in Patients with Heart Failure. *Int J Cardiol.* 2013; 166 (2):334-9. doi: 10.1016/j.ijcard.2011.10.082.
15. Gamboa A, Okamoto LE, Diedrich A. Sympathetic Activation and Nitric Oxide Function in Early Hypertension. *Am J Physiol Heart Circ Physiol.* 2012; 302: 1438-43. doi: 10.1152/ajpheart.01020.2011.
16. Marconi MA, Lakatos EM. *Metodologia Científica: Ciência e Conhecimento Científico, Métodos Científicos, Teoria, Hipóteses e Variáveis.* 5ª ed. São Paulo: Atlas, 2007.
17. Castro MC, Souza LC. Efeitos da CPAP sobre a Função Ventricular Esquerda E A Variabilidade da Frequência Cardíaca em Pacientes com Insuficiência Cardíaca: Uma Revisão de Literatura. *ASSOBRAFIR Ciência.* 2016; 7(2): 57-64.
18. Ferreira LL, Souza NM, Bernardo AFB, Vitor ALR, Valenti VR, Vanderlei LCM. Variabilidade da Frequência Cardíaca como Recurso em Fisioterapia: Análise de Periódicos Nacionais. *Fisioter Mov.* 2017; 26 (1): 25-36. doi:10.1590/S0103-51502013000100003.
19. Soares EFG, Pardo LS, Costa AAS. Evidências da Interrelação Trabalho/Ocupação e Hipertensão Arterial Sistêmica: Uma Revisão Integrativa. *Rev Bras Prom Saúde.* 2017; 30(1): 102-109. doi:10.5020/18061230.2017.p102
20. Vale AF, Carneiro JA, Jardim PCV, Jardim TV, Steele J, Fisher JP, Gentil P. Acute Effects of Different Resistance Training Loads on Cardiac Autonomic Modulation in Hypertensive Postmenopausal Women. *J Transl Med.* 2018; 16 (1): 240. doi: 10.1186/s12967-018-1615-3.
21. Trevizani GA, Seixas MB, Benchimol-Barbosa PR, Vianna JM, Silva LP, Nadal J. Effect of Resistance Training on Blood Pressure and Autonomic Responses in Treated Hypertensives. *J Strength Cond Res.* 2018; 32 (5): 1462-70. doi: 10.1519/JSC.0000000000001995.
22. Marães VRFS. Frequência Cardíaca e Sua Variabilidade: Análises e Aplicações. *Rev Andal MedDesporte.* 2010; 3 (1): 33-42.
23. Lima CD, Martinez PF, Morais CS, Barbosa FSS, Ota GE, Oliveira Jr SA. Cardiovascular Effects of a Strength Test (1Rm) in Prehypertensive Subjects. *Rev Bras Med Esporte.* 2019; 25: 9-13. doi:10.1590/1517-869220192501200133.
24. Peçanha T, Brito LC, Fecchio RY, Sousa PN, Silva Jr ND, Abreu AP, et al. Metaboreflex Activation Delays Heart Rate Recovery after Aerobic Exercise In Never-Treated Hypertensive Men. *J Physiol.* 2016; 594 (21): 6211-23. doi: 10.1113/JP272851. Epub 2016 Sep 21.
25. Marães VRFS, Sousa BS, Paz LPS. Controle Autônomo Cardíaco de Idosas Hipertensas. *Rev Bras Hipertens.* 2015; 22(4): 139-145.
26. Guerra ZF, Oliveira TP, Moreira DN, Silva LP, Laterza MC, Lima JRP. Influência do Nível de Atividades Físicas Laborais, de Lazer e Locomoção na Modulação Autônoma Cardíaca de Repouso e na Frequência Cardíaca de Recuperação. *Rev Bras Cien Mov.* 2012; 20 (1): 14-20. doi:10.18511/rbcm.v20i1.2375.
27. Silva RC, Marães VRFS. Cardiac Autonomic Modulation Behavior in Community Men with Hypertension on Rest and Effort Condition. *J Health Sci.* 2019; 21(2):231-5. doi:10.17921/2447-8938.2019v21n3p231-235.
28. Rocha J, Cunha FA, Cordeiro R, Monteiro W, Pescatello LS, Farinatti P. Acute Effect of a Single Session of Pilates on Blood Pressure and Cardiac Autonomic Control in Middle-Aged Adults With Hypertension. *J Strength Cond Res.* 2020; 34 (1): 114-23. doi: 10.1519/JSC.0000000000003060.
29. Brito L, Peçanha T, Tinucci T, Silva-Junior N, Costa L, Forjaz C. Time of Day Affects Heart Rate Recovery and Variability after Maximal Exercise in Prehypertensive Men. *Chronobiol Int.* 2015; 32 (10): 1385-90. doi: 10.3109/07420528.2015.1096277.
30. Wong A, Alvarez-Alvarado S, Kinsey AW, Figueroa A. Whole-Body Vibration Exercise Therapy Improves Cardiac Autonomic Function and Blood Pressure in Obese Pre-and Stage 1 Hypertensive Postmenopausal Women. *J Altern Complement Med.* 2016; 22 (12): 970-76. doi: 10.1089/acm.2016.0124.
31. Masroor S, Bhati P, Verma S, Khan M, Hussain ME. Heart Rate Variability Following Combined Aerobic and Resistance Training in Sedentary Hypertensive Women: A Randomised Control Trial. *Indian Heart J.* 2018; 70 (3): 28-35. doi: 10.1016/j.ihj.2018.03.005.

# Importância Prognóstica da Recuperação da Frequência Cardíaca em Teste Ergométrico

## *Heart Rate Recovery Prognostic Values on Exercise Testing*

Ana Luíza Guimarães Ferreira<sup>1</sup>, Giovanna Marin Lesse<sup>1</sup>, Rayane Fontoura Koch<sup>1</sup>, Susimeire Buglia<sup>1</sup>

1. Setor de Ergometria do Instituto Dante Pazzanese de Cardiologia, São Paulo, SP - Brasil

### Correspondência:

Ana Luíza Guimarães Ferreira  
Instituto Dante Pazzanese de  
Cardiologia  
Av. Dr. Dante Pazzanese, 500, Vila  
Mariana. CEP: 04012-909,  
São Paulo, SP - Brasil  
[analuiza.ferreira@gmail.com](mailto:analuiza.ferreira@gmail.com)

Recebido em 12/04/2021

Aceito em 19/04/2021

DOI: <https://doi.org/10.29327/22487.27.1-11>

## Resumo

Desde a década de 90, foi aventada a hipótese de que redução da ação vagal aumentava a mortalidade em pacientes cardiopatas e adultos saudáveis. Baseado nessa premissa, vieram estudos que avaliaram a possibilidade de relacionar a redução da FC na fase da recuperação do teste ergométrico (TE) com implicação prognóstica. Esta revisão teve o objetivo de realizar a análise crítica do estudos que avaliaram a resposta da FC após o esforço, e sua correlação com desfechos cardiovasculares. Foi utilizada biblioteca virtual em saúde da Pubmed, disponível *online* na base de dados Medline, onde foram analisados artigos publicados no período de 1992 a 2019. Constatou-se que há vários estudos publicados sobre o tema, no entanto sem padronização da metodologia, com achados diversos. O valor de corte para a recuperação da frequência cardíaca (RFC) variou entre 12 a 13 bpm no primeiro minuto e de 22 a 42 bpm no segundo minuto de recuperação ativa. Já na recuperação passiva, a RFC variou de 12 a 21 bpm. Concluiu-se que, apesar da RFC ser um parâmetro importante na avaliação do paciente durante o TE, ainda são necessários mais estudos para que seu valor prognóstico em relação a mortalidade geral e cardiovascular seja estabelecido.

**Palavras-chave:** Teste de Esforço; Frequência Cardíaca; Fatores Prognósticos.

## Abstract

*Since the 1990s, the hypothesis that reducing vagal action increased mortality in cardiac patients and healthy adults has been suggested. Based on this premise, studies came that evaluated the possibility of relating the reduction of HR in the phase of recovery of the exercise stress test (ET) with prognostic implication. This review aimed to perform a critical analysis of studies that evaluated the HR response after effort, and its correlation with cardiovascular outcomes. Pubmed's virtual health library was available, available online on the Medline database, where articles published from 1992 to 2019 were analyzed. It was found that there are several studies published on the subject, however without standardization of the methodology, with several findings. The cut-off value for Heart Rate Recovery (RFC) ranged from 12 to 13 bpm in the first minute and from 22 to 42 bpm in the second minute of active recovery. In passive recovery, the RFC ranged from 12 to 21 bpm. It was concluded that, although the RFC is an important parameter in the evaluation of the patient during the ET, further studies are needed so that its prognostic value in relation to general and cardiovascular mortality is established.*

**Keywords:** Exercise Test; Heart Rate; Prognosis.

## Introdução

O controle da frequência cardíaca (FC) é influenciado pela regulação do sistema nervoso autônomo. No repouso, há predomínio parassimpático, com tendência a bradicardia através da ação colinérgica. Durante o esforço, o estímulo simpático leva a um aumento das catecolaminas circulantes e consequente aumento da FC.

Esse mecanismo é uma importante adaptação fisiológica ao exercício, garantindo o aumento do débito cardíaco (DC), secundário à demanda do esforço. Essa relação fica evidente na equação de Stewart-Hamilton ( $DC=FC \times \text{volume sistólico}$ ).

Na década de 90, estudos mostraram existir a relação da redução da ação vagal e aumento da mortalidade, na população portadora de coronariopatia<sup>1</sup> e em adultos saudáveis.<sup>2</sup> Diante esse panorama, surgiu a hipótese se a variação da FC após esforço no teste ergométrico (TE) poderia ter correlação com desfechos cardiovasculares.

Este artigo foi elaborado a partir de busca em biblioteca virtual em saúde da Pubmed, disponível *online* na base de dados Medline, onde foram analisados artigos publicados no período de 1992 a 2019.

## Resposta da Frequência Cardíaca na Fase de Recuperação

Um dos primeiros artigos mais relevantes sobre a resposta da FC na fase de recuperação do TE foi publicado em 1999, onde Cole e colaboradores<sup>3</sup> conduziram estudo com 2.428 participantes sem história de doença coronária crônica (DAC), no qual avaliaram a variação da FC na recuperação de TE, com objetivo de determinar sua relação com mortalidade por todas as causas. Todos os pacientes foram submetidos a protocolo de Bruce, seguido de recuperação ativa, com velocidade 2,4 km/h e 2,5% de inclinação. Análise estatística determinou o intervalo de normalidade da recuperação da frequência cardíaca (RFC): o grupo de paciente com RFC <12 bpm, no primeiro minuto de recuperação, apresentava maior idade, hipertensão, diabetes *mellitus*, tabagismo e doença coronariana. Esse dado também apresentou forte relação com capacidade funcional do indivíduo, mesmo naqueles com cintilografia normal. Após seis anos de acompanhamento, a RFC baixa foi forte preditor independente de mortalidade.

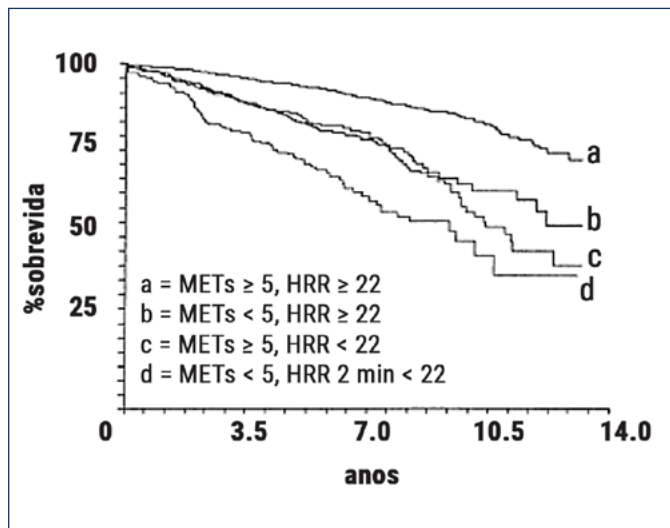
Em 2001, foi publicado um estudo<sup>4</sup> com mesma proposta de relacionar RFC e mortalidade por todas as causas, em pacientes submetidos a ecocardiografia com estresse, e, portanto, com necessidade de recuperação passiva após esforço. Imediatamente após o esforço máximo, o paciente foi deitado para aquisição da imagem ecocardiográfica. O estudo foi conduzido por três anos e incluiu 5.438 pacientes, submetidos a TE com protocolo de Bruce, sem história prévia de insuficiência cardíaca ou doença valvar. A queda de 18 batimentos após um minuto de recuperação em decúbito lateral esquerdo mostrou relação com desfecho cardiovascular, com razão de chance de 3,9, independente de função ventricular, se assemelhando a resultados prévios. Essa relação foi mais forte nos pacientes com evidência de doença coronariana.

Diante de trabalhos unicêntricos, com apenas validade interna e de diferentes metodologias e cortes de normalidade, Shetler e colaboradores<sup>5</sup> propuseram validar a RFC como fator prognóstico e relacioná-la aos outros parâmetros já contemplados pelo TE. Incluiu grande número de participantes do sexo masculino encaminhados a dois centros de saúde, para investigação de precordialgia, sendo prescrito TE com protocolo Rampa, seguido de recuperação passiva, com as aferições de FC com paciente em posição supina. A queda de FC em todos os minutos da recuperação foram estatisticamente relevantes, porém a relação mais forte foi a queda de 22 batimentos após dois minutos de recuperação passiva. Outros fatores associados: capacidade funcional (abaixo 5 METs), infradesnívelamento do segmento ST (maior ou igual a 1 mm) e deficiência cronotrópica. A figura 1, ilustra a relevância da RFC associado a aptidão física, evidenciando que a avaliação da ação vagal é parâmetro adicional aos outros já validados quanto a importância prognóstica.

Após os primeiros resultados, investigadores consistentemente demonstraram a capacidade de RFC identificar grupos de maior risco cardiovascular em diferentes coortes, com ou sem DAC, como em diabetes *mellitus*,<sup>6</sup> portadores de síndrome de apneia-hipopneia do sono (SAHOS),<sup>7</sup> insuficiência cardíaca com fração de ejeção reduzida<sup>8</sup> e sua aplicação na prevenção primária em assintomáticos.<sup>9</sup>

Dessa forma, a análise da RFC passou a ser recomendada pelas principais diretrizes da área, como marcador prognóstico na população em





**Figura 1** - O grupo de paciente que possuíam melhor aptidão física e RFC (*heart rate recovery* - HRR) apresentaram maior sobrevivida, conforme evidenciado pela curva A, quando comparado aos indivíduos que não apresentaram essa combinação de fatores.

Adaptado de Shetler e al.<sup>5</sup>

geral, independente de fatores de risco, cardiopatia diagnosticada, do uso de medicamentos ou capacidade funcional.

Mais recentemente, foi publicada a primeira revisão sistemática e metanálise sobre o tema,<sup>10</sup> com avaliação do valor prognóstico da RFC anormal em pacientes portadores de DAC. Apenas quatro estudos contemplaram os critérios de inclusão, incluindo 2.428 pacientes. Os pacientes eram 73% do sexo masculino, média de idade de 61 a 67 anos. Outras características de base estão descritas na tabela 1. Todos os estudos definiram o ponto de corte para RFC no primeiro minuto da recuperação, porém os valores variaram 12 a 21 bpm. Os desfechos incluíram mortalidade por todas as causas, morte cardiovascular ou desfecho composto de

**Tabela 1.** Características de base da população estudada.

2428 pacientes	Características das populações estudadas	
Sexo	73% masculino	27% feminino
Idade (média $\pm$ dp)	61 $\pm$ 11 (DP) a 67 $\pm$ 9 (DP)	
Betabloqueadores	91%	
Diabetes mellitus	36%	
Hipertensão arterial	51%	
IMC	28-29 kg/m <sup>2</sup>	

Adaptado de Lachman e al.<sup>5</sup>

infarto, angina e revascularização. O acompanhamento dos pacientes variou de 2,0 a 9,8 anos, com total de 151 eventos. A razão de chance para mortalidade de todas as causas e desfecho composto (morte cardiovascular e hospitalização) foi 5,78 (95% intervalo de confiança 3,20-10,43). O estudo concluiu que a avaliação da RFC deve ser incorporada a prática clínica, independente do uso de betabloqueador.

## Discussão

Diversos estudos correlacionam ação do sistema parassimpático e mortalidade. Sabe-se que o exercício físico atua sobre o sistema vagal, o que é expresso pela redução do tônus simpático e o consequente aumento da atividade vagal, evidenciada pela queda da FC. O teste ergométrico é um método de grande disponibilidade e baixo custo, e a análise da frequência cardíaca pode refletir o desempenho do sistema parassimpático, em especial a fase da recuperação. Baseado nessa premissa, estudos buscaram avaliar a RFC, e correlacioná-la com possível valor prognóstico.

Nesta revisão, foi observada grande heterogeneidade entre as metodologias utilizadas e diversidade nas populações estudadas. Quanto à escolha de protocolos de esforço, o estudo de Cole utilizou o protocolo de Bruce, enquanto Shetter, por outro lado, utilizou protocolo de rampa, o que dificulta a comparabilidade dos resultados entre esses estudos. Em relação a fase pós-esforço, a recuperação ativa foi o utilizada na maioria dos estudos, porém variam quanto ao tempo de recuperação ativa, a velocidade e a inclinação prescrita. Quando foi estudado recuperação ativa, o valor de corte para a RFC variou entre 12 a 13 bpm no primeiro minuto e de 22 a 42 bpm no segundo minuto de recuperação. Já na recuperação passiva, a RFC variou de 12 a 21 bpm, deve ser superior a 18 no primeiro minuto.

A metanálise em portadores de DAC deixou clara a falta de padronização: vários são os estudos publicados sobre o tema, mas só quatro preencheram os critérios necessários. Os resultados foram expressivos, com razão de chance para mortalidade de todas as causas e desfecho composto (morte cardiovascular e hospitalização) de 5,78, porém o amplo intervalo de confiança evidenciou o quanto os estudos diferem entre si. Dessa forma, não representa base científica concreta para correlacionar esse parâmetro à mortalidade cardiovascular, e, portanto insuficiente para sua inclusão na rotina da ergometria.

Em comparação ao nosso meio, o protocolo escolhido depende da análise individualizada de cada paciente, levando em consideração principalmente capacidade física e comorbidades. Quando optado por recuperação ativa, o paciente caminha por um ou dois minutos, com velocidade mínima da esteira e, em geral, não é utilizada inclinação, como foi realizado nos estudos, dificultando a extrapolação dos dados na nossa prática. No Instituto Dante Pazzanese de Cardiologia em São Paulo, o método mais utilizado é o passivo pois aumenta a sensibilidade para detecção de isquemia, para população de hospital terciário, com alta prevalência de doença arterial coronariana. O uso da recuperação passiva em estudos futuros poderia facilitar a padronização do uso da RFC, por envolver menos variáveis na realização.

Apesar da inconsistência dos dados atuais, há plausibilidade na correlação da RFC e mortalidade, sendo estímulo para mais estudos e assim determinar seu papel na prática clínica. Segundo a III Diretriz da Sociedade Brasileira de Cardiologia sobre Teste Ergométrico<sup>11</sup>, a queda da FC na recuperação varia de acordo com o protocolo utilizado. Quando de recuperação ativa, na velocidade de 1,5 MPH ou 2,4 KPH e 2,5% de inclinação, o valor RFC no primeiro minuto deve ser igual ou maior que 12 bpm, para ser considerado normal. Se a recuperação for passiva, com o indivíduo sentado ele deve ser igual ou maior que 22 bpm, no final do segundo minuto. Com o paciente deitado após o esforço, o valor da RFC.

A utilização a RFC pode ser útil como parâmetro adicional de aptidão física, principalmente na avaliação evolutiva do paciente. A prática de exercício físico

regular promove adaptação cardiovascular, respiratória e metabólica. A melhora da eficiência energética promove redução do tônus simpático e ativação do tônus vagal, sendo este o principal mecanismo para determinar RFC após esforço.

## Conclusão

O teste de esforço é um exame de fácil acesso e baixo custo que fornece informações de relevância diagnóstica e prognóstica, através da análise de parâmetros clínicos, hemodinâmicos e eletrocardiográficos, tanto no esforço, quanto na fase da recuperação. No entanto, quando se avalia a RCF, ainda não está claro o seu valor prognóstico em relação a mortalidade geral e cardiovascular, de forma isoladas. A padronização sobre o método de recuperação, ativa ou passiva, ajustado ao perfil da população estudada, poderá trazer informação consistente em estudos posteriores.

Apesar disso, a avaliação da RCF mostrou-se ser uma ferramenta importante durante a análise do teste de esforço ao trazer informações sobre o estado de saúde e aptidão física para indivíduos com doença cardiovascular.

## 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. Schwartz PJ, La Rovere MT, Vanoli E. Autonomic Nervous System And Sudden Cardiac Death: Experimental Basis and Clinical Observations for Post-Myocardial Infarction Risk Stratification. *Circulation*. 1992; 85 (1 Suppl): I77-91.
2. Tsuji H, Venditti FJ, Manders ES, Evans JC, Larson MG, Feldman CL, et al. Reduced Heart Rate Variability and Mortality Risk in an Elderly Cohort: the Framingham Heart Study. *Circulation*. 1994; 90 (2): 878-83. doi: 10.1161/01.cir.90.2.878.
3. Cole CR, Blackstone EH, Pashkow FJ, Snader CE, Lauer MS. Heart-rate Recovery Immediately After Exercise as a Predictor of Mortality. *N Engl J Med*. 1999; 341(18):1351-7. doi: 10.1056/NEJM199910283411804.
4. Watanabe J, Thamilarasan M, Blackstone EH, Thomas JD, Lauer MS. Heart Rate Recovery Immediately After Treadmill Exercise and Left Ventricular Systolic Dysfunction as Predictors of Mortality. *Circulation*. 2001; 104 (16): 1911-6. doi:10.1161/circ.104.16.1911.
5. Shetler K, Marcus R, Froelicher VF, Vora S, Kalisetti D, Prakash M, et al. Heart Rate Recovery: Validation and Methodologic Issues. *J Am Coll Cardiol*. 2001; 38 (7):1980-7. doi: 10.1016/s0735-1097(01)01652-7.
6. Yamada T, Yoshitama T, Makino K, Lee T, Saeki F. Heart Rate Recovery After Exercise Is a Predictor of Silent Myocardial Ischemia in Patients with Type 2 Diabetes. *Diabetes Care*. 2011; 34 (3): 724-6. doi: 10.2337/dc10-1424.
7. Maeder MT, Münzer T, Rickli H, Schoch OD, Korte W, Hüry C, et al. Association Between Heart Rate Recovery and Severity of Obstructive Sleep Apnea Syndrome. *Sleep Med*. 2008; 9 (7): 753-61. doi: 10.1016/j.sleep.2007.08.016.
8. Phan TT, Shivu GN, Abozguia K, Davies C, Nassimzadeh M, Jimenez D, et al. Impaired Heart Rate Recovery and Chronotropic Incompetence in Patients With Heart Failure With Preserved Ejection Fraction. *Circ Heart Fail*. 2010; 3 (1): 29-34. doi: 10.1161/CIRCHEARTFAILURE.109.877720. doi: 10.1161/CIRCHEARTFAILURE.109.877720.
9. Sydó N, Sydó T, Carta KAG, Hussain N, Farooq S, Murphy JG, et al. Prognostic Performance of Heart Rate Recovery on an Exercise Test in a Primary Prevention Population. *J Am Heart Assoc*. 2018; 7 (7): e008143. doi: 10.1161/JAHA.117.008143.
10. Lachman S, Terbraak MS, Limpens J, Jorstad H, Lucas C, Reimer WSO, et al. The Prognostic Value of Heart Rate Recovery in Patients with Coronary Artery Disease. A Systematic Review and Meta-Analysis. *Am Heart J*. 2018; 199: 163-9. doi: 10.1016/j.ahj.2018.02.008.
11. Meneghelo RS, Araújo CGS, Stein R, Mastrocolla LE, Albuquerque PF, Serra SM et al/Sociedade Brasileira de Cardiologia. III Diretrizes da Sociedade Brasileira de Cardiologia sobre Teste Ergométrico. *Arq Bras Cardiol* 2010; 95(5 supl.1): 1-26. doi:10.1590/S0066-782X2010000800001.

# Meio Ambiente e Saúde

## *Environment and Health*

Antonio Eduardo Monteiro de Almeida<sup>1</sup> 

1. Área de Proteção Ambiental de Jacarapé, João Pessoa, PB - Brasil

**Correspondência:**

Antonio Eduardo Monteiro de Almeida  
[aema.jp@gmail.com](mailto:aema.jp@gmail.com)

Recebido em 04/05/2021

Aceito em 11/05/2021

**DOI:** <https://doi.org/10.29327/22487.27.1-12>

Na Constituição Federal de 1988, assim como consta o direito universal e igualitário do cidadão à saúde, se estabelece o direito a um meio ambiente equilibrado, com condições de saneamento básico, moradia e água potável condizentes com uma vida digna e com saúde socioambiental. Entende-se portanto, o direito constitucional garantido do binômio meio ambiente e saúde. Contudo, comprovamos práticas devastadoras e agressivas ao meio ambiente com impacto direto e indireto à saúde antes e em plena época da pandemia de COVID-19.

Embora a atenção do mundo e da comunidade de saúde global esteja merecidamente focada na pandemia de COVID-19, outros determinantes de saúde continuam a ter grandes impactos sobre a morbidade e mortalidade das pessoas. O estudo global mais abrangente<sup>1</sup> – analisando 286 causas de morte, 369 doenças e lesões e 87 fatores de risco em 204 países e territórios – revela o estado da preparação da população mundial em termos de saúde subjacente para o impacto da pandemia de COVID-19. A interação da SARS-CoV-2 com o aumento global contínuo de doenças crônicas e fatores de risco relacionados nos últimos 30 anos, incluindo poluição do ar, criou uma tempestade perfeita, alimentando as mortes por COVID-19.<sup>1</sup> Evidências estabelecidas de outros vírus respiratórios e evidências emergentes para COVID-19 indica especificamente que a poluição do ar altera os mecanismos de defesa respiratória, levando ao agravamento ainda mais da infecção. A poluição também pode aumentar a transmissão da infecção devido ao seu impacto na tosse mais frequente.<sup>2</sup>

A poluição do ar é um fator de risco importante para doenças cardiovasculares e um dos principais contribuintes para a carga global de doenças.<sup>1</sup> Além disso, a poluição do ar contribui para comorbidades que piora o prognóstico entre as pessoas infectadas com COVID-19, de acordo com uma declaração conjunta divulgada em 28 de janeiro de 2021 por quatro das maiores instituições científicas de cardiologia do mundo: *American College of Cardiology (ACC)*, *World Heart Federation (WHF)*, *American Heart Association (AHA)* e *European Society of Cardiology (ESC)*.<sup>2</sup> A declaração conclama a comunidade médica e as autoridades de saúde a mitigar o impacto da poluição do ar na saúde das pessoas. Os autores explicam que em 2019, cerca de 6,7 milhões de mortes, ou 12% de todas as mortes em todo o mundo, foram atribuídas à poluição do ar externo ou doméstico. Quase a metade destes deveu-se a doenças cardiovasculares.

Segundo a Organização Mundial de Saúde (OMS), a poluição do ar é responsável por 25% de todas as mortes por doença cardíaca e 24% de mortes por acidente vascular cerebral (AVC).<sup>3</sup> A poluição do ar é uma mistura complexa e dinâmica de numerosos compostos na forma gasosa

e de partículas, proveniente de várias fontes, sujeito à atmosférica transformação e variando no espaço e no tempo. Três poluentes atmosféricos comuns: micropartícula (PM), ozônio e dióxido de nitrogênio (NO<sub>2</sub>), que são foco da maioria dos programas de monitoramento. A evidência de impactos nas doenças cardiovasculares é mais consistente para PM, que mais está relacionada com a doença isquêmica do coração<sup>4-6</sup> e acidente vascular cerebral<sup>7</sup>. Em síntese, as vias fisiopatológicas dominantes incluem a ativação do estresse oxidativo - inflamação e desequilíbrio autonômico, bem como translocação de componentes da mistura de PM na circulação sistêmica.<sup>4</sup> Por sua vez, essas alterações promovem doenças cardiovasculares subclínicas (remodelação miocárdica, progressão da aterosclerose, hipertensão sistêmica e pulmonar, aumento da vasoconstrição e coagulação) e cardiovascular aguda trombótica e não trombótica (síndromes coronárias agudas, insuficiência cardíaca, acidente vascular cerebral e arritmias de alto risco).<sup>4,5</sup>

O estudo PURE<sup>8</sup> mostrou que a poluição do ar teve um grande efeito sobre as doenças cardiovasculares. Comparado com países de renda média e de alta renda, houve uma proporção maior de doenças cardiovasculares e mortes em países de baixa renda. Naqueles de renda média e baixa, a poluição do ar doméstico, dieta inadequada e baixa escolaridade tiveram um efeito mais forte sobre a morte cardiovascular do que em países de alta renda. Aqui fica evidente a perversa lógica de que os países ricos poluem e os pobres adoecem e morrem.

Mais de 4.300 cidades em 108 países estão agora incluídas no banco de dados de qualidade do ar ambiente da OMS, tornando-o o banco de dados mais abrangente do mundo sobre poluição do ar. O banco de dados coleta as concentrações médias anuais de partículas finas (PM10 e PM2.5). PM2.5 inclui poluentes como: sulfato, nitratos e carbono negro, que representam os maiores riscos para a saúde humana. As recomendações da OMS sobre qualidade do ar exigem que os países reduzam a poluição do ar a valores médios anuais de 20 µg/m<sup>3</sup> (para PM10) e 10 µg/m<sup>3</sup> (para PM2.5).<sup>3</sup>

## Poluição do Ar Externa

Nos grandes centros urbanos, nove de dez pessoas moram em lugares onde os níveis de qualidade do ar excedem os limites recomendados estando expostas

a fontes poluidoras como indústria, abastecimento de energia, transporte, gestão de resíduos e práticas agrícolas poluidoras. Estimativas atualizadas revelam um número alarmante de mortes de sete milhões de pessoas todos os anos, causadas pela poluição do ar ambiente (ao ar livre) e doméstica.<sup>3</sup> No Brasil, assistimos ao longo dos anos uma ação criminosa do desmatamento e queimada da Amazônia e Mata Atlântica, com intensificação nestes dois últimos anos.

## Poluição do Ar Interna

Três bilhões de pessoas cozinham usando fogueiras ou fogões movidos a querosene e combustíveis sólidos, em moradias precárias, onde a fumaça interna pode ser 100 vezes mais alta do que os níveis aceitáveis, resultando em dados desastrosos onde 3,8 milhões delas morrem todos os anos de doenças atribuíveis à poluição do ar doméstico. Destas mortes, 45% são devido a doença cardíaca ou AVC.<sup>3</sup>

Sabemos muito bem o que representa o consumo de oxigênio na classificação da aptidão cardiorespiratória<sup>9</sup> e como marcador de doenças cardiovasculares. Indicamos o exercício como prevenção e tratamento destas doenças para melhorar este indicador, entretanto, este oxigênio está no ar que respiramos. Que prática estaríamos fazendo indicando exercício em ambientes com ar poluído?

A poluição do ar ficou em 4º lugar como fator de risco para mortalidade geral considerando ambos os sexos e todas as idades em 2019, ficando atrás apenas da hipertensão arterial (1º), tabagismo (2º) e riscos dietéticos (3º), deixando atrás de si: diabetes (5º), obesidade (6º) e LDL colesterol alto (7º), segundo o *Institute for Health Metrics and Evaluation*.

Segundo Michael Brauer, presidente do grupo de especialistas em poluição do ar da WHF: "Mesmo antes da pandemia de COVID-19, a poluição do ar era uma questão de preocupação crescente devido ao seu impacto na saúde das pessoas, embora fosse frequentemente negligenciada como um fator de risco para doenças cardiovasculares. A COVID-19 trouxe um novo fator mortal para a equação, e chegou a hora de a comunidade da área de saúde se manifestar e agir". Explica Richard J. Kovacs, ex-presidente do ACC: "Os médicos têm a responsabilidade de educar seus pacientes, seus colegas e suas comunidades em geral

sobre a conexão entre a poluição do ar e o risco de doenças cardiovasculares".

Diante deste cenário pandêmico e crescentes ações de fontes poluidoras do meio ambiente, devemos convocar a população em geral e principalmente os trabalhadores da área de saúde, para ocuparmos as trincheiras contra ações que venham poluir a natureza, como também, trabalhando individualmente com os nossos pacientes para reduzir a exposição e os riscos associados e integrando a poluição do ar em abordagens mais amplas de gerenciamento de doenças, apontando caminhos para diminuição ou abolição das práticas poluidoras da natureza. Estas ações urgem, senão, no

futuro próximo, a população do planeta terra estará gritando: "*I CAN'T BREATHE!*"

### Potencial Conflito de Interesse

O autor declara não haver potenciais conflitos de interesse.

### Fontes de Financiamento

O presente estudo não teve fontes de financiamento externas.

### Referências:

1. GBD 2019 Risk Factors Collaborators. Global Burden of 87 risk Factors in 204 Countries and Territories, 1990 – 2019: A Systematic Analysis for the Global Burden of Disease Study 2019. *Lancet*. 2020; 396: 1223-49. doi: 10.1016/S0140-6736(20)30752-2.
2. Brauer M, Casadei B, Harrington RA, Kovacs R, Sliwa K, and the WHF Air Pollution Expert Group. Taking a Stand Against Air Pollution - The Impact on Cardiovascular Disease: A Joint Opinion from the World Heart Federation, American College of Cardiology, American Heart Association, and the European Society of Cardiology. *J Am Coll Cardiol*. 2021; 77 (13): 1684-8. doi: 10.1161/CIRCULATIONAHA.120.052666.
3. World Health Organization [homepage na internet]. Acesso em 03 de março de 2021. Disponível em: <https://www.who.int/news/item/02-05-2018-9-out-of-10-people-worldwide-breathe-polluted-air-but-more-countries-are-taking-action>.
4. Brook RD, Rajagopalan S, Pope III CA, Brook JR, Hatnagar A, Diez-Roux AV, et al. Particulate Matter Air Pollution and Cardiovascular Disease: An Update to the Scientific Statement from the American Heart Association. *Circulation*. 2010;121: 2331-78. doi: 10.1161/CIR.0b013e3181d8e1.
5. Newby DE, Mannucci PM, Tell GS, Baccarelli AA, Brook RD, Donaldson K, et al. Expert Position Paper on Air Pollution and Cardiovascular Disease. *Eur Heart J*. 2015; 36 (2): 83-93b. doi: 10.1093/eurheartj/ehu458.
6. Rajagopalan S, Al-Kindi SG, Brook RD. Air Pollution and Cardiovascular Disease: JACC State-of-the-Art Review. *J Am Coll Cardiol*. 2018; 72: 2054-70. doi:10.1016/j.jacc.2018.07.099. doi: 10.1016/j.jacc.2018.07.099.
7. Shah ASV, Lee KK, McAllister DA, Hunter A, Nair H, Whiteley W, et al. Short Term Exposure To Air Pollution And Stroke: Systematic Review And Meta-Analysis. *BMJ*. 2015;350:h1295. doi: 10.1136/bmj.h1295.
8. Yusuf S, Joseph P, Rangarajan S, Islam S, Mentz A, Hystad P, et al. Modifiable Risk Factors, Cardiovascular Disease, and Mortality in 155 722 Individuals From 21 High-Income, Middle-Income, and Low-Income Countries (PURE): A Prospective Cohort Study. *Lancet*. 2020; 395(10226):795-808. doi: 10.1016/S0140-6736(19)32008-2.
9. Almeida AEM, Santander IRMF, Campos MIM, Arévalo JRG, Nascimento JA, Ritt LEF, et al. Classification System for Cardiorespiratory Fitness Based on a Sample of the Brazilian Population. *Intern J Cardiovasc Sci*. 2019; 32 (4): 343-354. doi:10.5935/2359-4802.20190057.





Ainda **+** **qualidade**  
Ainda **+** **segurança**  
Ainda **+** **valor**

A Micromed agora é certificada nas normas  
**ISO 9001 | ISO 13485**



A **ISO 9001** é uma norma internacional de **gestão de qualidade** que atesta nosso compromisso com a eficácia dos processos e serviços voltados ao cliente.



A **ISO 13485** especifica um conjunto de premissas que garantem a **eficácia e segurança técnica** no desenvolvimento de dispositivos médicos.

Conecte-se com o que há de **melhor em tecnologia aplicada à saúde.**

Acesse [micromed.ind.br](http://micromed.ind.br) e siga-nos  
em nossas redes sociais: [@micromedbiotecnologia](https://twitter.com/micromedbiotecnologia)



**A Revista do DERC é o Órgão Oficial de Divulgação Científica do Departamento de Ergometria, Exercício, Cardiologia  
Nuclear e Reabilitação Cardiovascular da Sociedade Brasileira de Cardiologia - SBC/DERC**