



ARTIGO ORIGINAL

## Atividade física supervisionada melhora a modulação autonómica de participantes de reabilitação cardíaca



Pablo Marino Corrêa Nascimento<sup>a,\*</sup>, Marcelo Carvalho Vieira<sup>a</sup>, Sandro Sperandei<sup>b</sup>, Salvador Manoel Serra<sup>a</sup>

<sup>a</sup> Centro de Cardiologia do Exercício, Instituto Estadual de Cardiologia Aloysio de Castro, Rio de Janeiro, Brasil

<sup>b</sup> Instituto de Comunicação Científica e Tecnológica em Saúde, Fundação Oswaldo Cruz, Rio de Janeiro, Brasil

Recebido a 20 de março de 2015; aceite a 16 de outubro de 2015

Disponível na Internet a 23 de dezembro de 2015

### PALAVRAS-CHAVE

Reabilitação;  
Exercício Físico;  
Doença Arterial  
Coronariana;  
Sistema Nervoso  
Autônomo

### Resumo

**Introdução e objetivos:** A resposta atenuada da recuperação da frequência cardíaca após o teste de exercício é um robusto preditor de mortalidade. A prática regular de atividade física é capaz de aprimorar diversos parâmetros fisiológicos. Estudos indicam que a participação em programa de reabilitação cardíaca pode melhorar a recuperação da frequência cardíaca. Assim, o objetivo deste estudo foi avaliar as modificações na capacidade funcional e na modulação autonómica de participantes de um programa de reabilitação cardíaca.

**Métodos:** Entre 2009-2014, 248 indivíduos foram avaliados, através do teste de exercício, antes e após seis meses de participação em programa de reabilitação cardíaca. O teste de exercício foi realizado em esteira rolante, aplicando-se o protocolo em rampa. A recuperação foi ativa e o primeiro minuto da recuperação foi padronizado, com velocidade de 1,5 mph e inclinação de 2,5%. A intensidade da modulação autonómica foi avaliada através da diferença entre a frequência cardíaca do pico do exercício e a do primeiro minuto da recuperação. Os indivíduos foram divididos em dois grupos, de acordo com a recuperação da frequência cardíaca (RFC) pré-treinamento ( $RFC \leq 12$  e  $RFC > 12$ ).

**Resultados:** O treinamento promoveu aumento similar na capacidade funcional de ambos os grupos. No entanto, apenas o grupo  $RFC \leq 12$  mostrou acentuação na recuperação da frequência cardíaca ( $F = 16,13$ ;  $p < 0,001$ ), aumentando, em média, de  $7,4 \pm 3,69$  bpm para  $13,0 \pm 9,74$  bpm.

**Conclusões:** O programa de reabilitação cardíaca foi capaz de atuar favoravelmente em um grupo que possuía, simultaneamente, baixa capacidade funcional e reduzida atividade autonómica parassimpática, interferindo efetivamente nestes dois marcadores de prognóstico.

© 2015 Sociedade Portuguesa de Cardiologia. Publicado por Elsevier España, S.L.U. Todos os direitos reservados.

\* Autor para correspondência.

Correio eletrónico: [marino.pablo@yahoo.com.br](mailto:marino.pablo@yahoo.com.br) (P.M.C. Nascimento).

**KEYWORDS**

Rehabilitation;  
Exercise;  
Coronary artery  
disease;  
Autonomic nervous  
system

**Supervised exercise improves autonomic modulation in participants in cardiac rehabilitation programs****Abstract**

*Background and Objectives:* An attenuated heart rate recovery (HRR) response after exercise testing is a robust predictor of mortality. Regular exercise can enhance various physiological parameters. Studies indicate that participation in a cardiac rehabilitation program can improve heart rate recovery. The aim of this study was to analyze changes in functional capacity and autonomic modulation in patients following a cardiac rehabilitation program.

*Methods:* Between 2009 and 2014, 248 individuals were assessed through exercise testing, at baseline and after six months of participation in a cardiac rehabilitation program. The exercise test was performed on a treadmill using a ramp protocol. The first minute of active recovery was standardized at a speed of 1.5 mph and slope of 2.5%. The degree of parasympathetic modulation was assessed by the difference between peak exercise heart rate and heart rate at one minute of recovery. The subjects were divided into two groups according to pre-training HRR ( $\leq 12$  bpm and  $> 12$  bpm).

*Results:* Exercise training resulted in a similar increase in metabolic equivalent values in both groups, but only the HRR  $\leq 12$  bpm group showed improvement after training ( $F=16.13$ ;  $p<0.001$ ), with a mean increase from  $7.4\pm 3.69$  bpm to  $13.0\pm 9.74$  bpm.

*Conclusions:* The cardiac rehabilitation program had a positive impact in a group that had both low functional capacity and reduced parasympathetic activity, producing a favorable effect on these recognized prognostic markers.

© 2015 Sociedade Portuguesa de Cardiologia. Published by Elsevier España, S.L.U. All rights reserved.

**Introdução**

A lenta redução da frequência cardíaca (FC) após a interrupção do exercício incremental tem sido associada a menor modulação autonômica parassimpática cardíaca, associando-se a maior mortalidade por qualquer causa<sup>1,2</sup>.

Sustentados por estudos anteriores<sup>1,2</sup>, Cole et al.<sup>3</sup> publicaram o artigo de referência no qual demonstraram que a resposta atenuada da recuperação da frequência cardíaca (RFC) após o pico do exercício é um robusto preditor de mortalidade. Estudo posterior, utilizando inibição farmacológica reversível da colinesterase ao exercício, ratificou ser a atividade autonômica parassimpática a razão principal da variação da intensidade da queda da FC na fase de recuperação<sup>4</sup>.

Desde então, diversos estudos confirmaram que indivíduos com redução inadequada da FC, no primeiro minuto após a interrupção do teste de exercício, apresentam maior risco de morte, independentemente da capacidade de exercício, da gravidade da doença arterial coronária (DAC), da função ventricular esquerda e mesmo no grupo dos pacientes assintomáticos do ponto de vista cardiovascular<sup>5-7</sup>. A maioria destes estudos utilizou a queda de 12 batimentos por minuto (bpm), entre o pico do exercício e o primeiro minuto da recuperação, como ponto de corte para a avaliação da modulação autonômica parassimpática, valor este endossado pela Sociedade Brasileira de Cardiologia na sua última Diretriz de Teste de Exercício (TE)<sup>8,9</sup>. Assim, uma redução superior a 12 bpm representa uma adequada modulação autonômica parassimpática, enquanto uma queda igual ou inferior a este valor indica, possivelmente, a presença de disautonomia parassimpática.

Pacientes com doença cardiovascular submetidos a programa de reabilitação, predominantemente sustentado com a prática regular de exercícios físicos, têm apresentado evidentes melhoras funcionais com interferência favorável no prognóstico<sup>10</sup>. Estudos prévios apontam ser a prática regular de exercício físico em um programa de reabilitação cardíaca capaz de intensificar a recuperação da FC após o teste máximo de exercício<sup>11-16</sup>. Entretanto, Currie et al.<sup>17</sup> não encontraram efeito sobre este parâmetro, após doze semanas de treinamento aeróbio contínuo ou treinamento intervalado de alta intensidade, em pacientes com DAC.

Diante do exposto, o objetivo do presente estudo foi avaliar os efeitos de um programa de reabilitação cardíaca sobre a capacidade funcional e a função autonômica dos indivíduos participantes, considerando o forte impacto prognóstico destas variáveis.

**Métodos**

O universo amostral do presente estudo foi constituído por indivíduos cardiopatas participantes, entre maio de 2009 e dezembro de 2014, do programa de reabilitação cardíaca supervisionado realizado em instituição de atendimento cardiológico terciário. Foram incluídos todos os pacientes com DAC estável que cumpriram, ao menos, seis meses do programa. Suas fichas clínicas foram consultadas, sendo registrados os resultados dos testes de exercício pré e pós-participação, os medicamentos com efeito cronotrópico negativo utilizados, o diagnóstico de diabetes *mellitus* (DM) e os dados demográficos e antropométricos. Foram excluídos os pacientes com fibrilação atrial permanente e os

portadores de marcapasso cardíaco artificial, por serem condições que interferem na análise evolutiva da resposta da FC.

Os pacientes foram avaliados imediatamente antes e após a participação no programa de reabilitação cardíaca, através do TE. O TE foi realizado em esteira rolante, tendo sido aplicado protocolo individualizado em rampa, objetivando alcançar o pico máximo do exercício em dez minutos. A recuperação foi ativa e com duração mínima de cinco minutos. O primeiro minuto da recuperação foi padronizado com velocidade de 1,5 mph e inclinação de 2,5%, tal como o estudo original que definiu como marcador de mau prognóstico uma redução igual ou inferior a 12 batimentos por minuto, entre a FC do pico do exercício e aquela obtida no primeiro minuto da recuperação<sup>3</sup>.

No presente estudo, foram avaliadas a tolerância ao exercício (em Equivalente Metabólico da Tarefa - MET, na sigla em inglês) e a intensidade da redução da FC (em bpm) em coronariopatas submetidos a programa de reabilitação baseada em exercícios físicos.

A esteira utilizada foi da marca *Centurion 200* da *Micromed*<sup>®</sup> acoplada a um computador com *software ErgoPC*<sup>®</sup>, também da *Micromed*<sup>®</sup>. O eletrocardiograma no esforço foi registrado através de 13 derivações.

O programa supervisionado de exercícios foi realizado em duas ou três sessões semanais, com duração entre 60-75 minutos. Cada sessão foi composta por exercícios aeróbios contínuos, com duração entre 30-40 minutos, seguidos pelo treinamento de força e por exercícios de flexibilidade.

Durante o treinamento aeróbio os pacientes foram orientados a se exercitar dentro de uma zona-alvo de FC, determinada através do TE. A zona-alvo de FC delimita uma intensidade eficaz de treinamento e condicionamento, mantendo uma margem de segurança para a realização do exercício aeróbio. A intensidade utilizada foi 60 a 80% da FC de pico obtida no teste, aplicando-se a equação de *Karvonen*. Nos pacientes isquêmicos, a FC mais elevada no exercício era 10 bpm abaixo do limiar isquêmico.

Em qualquer situação, a faixa de FC determinada é associada à sensação subjetiva de esforço avaliada pela escala de *Borg* modificada, o que permite quantificar a intensidade do exercício realizado, respeitando-se a condição física diária de cada paciente.

A determinação do volume e da intensidade iniciais do treinamento de força, bem como sua progressão, seguiram as diretrizes estabelecidas pelas sociedades internacionais<sup>18-20</sup>.

Tanto o TE quanto o programa de exercícios foram realizados na mesma instituição cardiológica pública terciária.

## Aspetos de natureza ética

Este projeto de pesquisa está em consonância com o estabelecido na Resolução n.º 466/12 e suas complementares, e com o Código de Ética em pesquisa médica de 1988 (artigos 122 a 130). O protocolo da pesquisa foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa da referida instituição. Por se tratar de estudo baseado em análise retrospectiva de fichas clínicas e por não haver qualquer intervenção nos pacientes, que participaram do programa de reabilitação

cardíaca por indicação de seus médicos assistentes, o Comitê de Ética prescindiu do Termo de Consentimento Livre e Esclarecido, garantindo-se o anonimato dos sujeitos e o sigilo no manuseio das informações científicas.

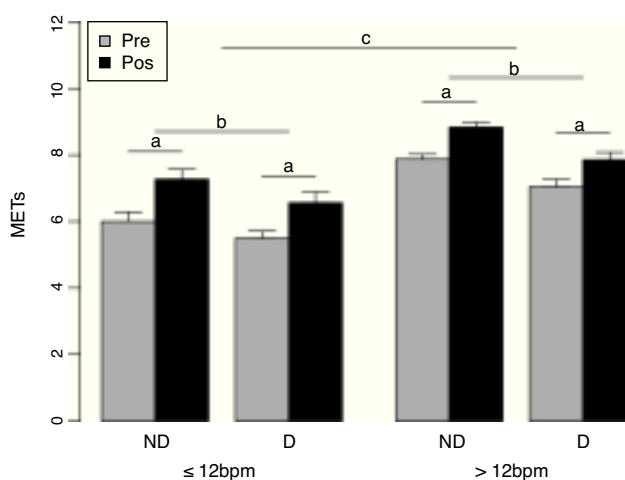
## Análise estatística

Os indivíduos foram inicialmente divididos em dois grupos. No primeiro grupo foram alocados os indivíduos que apresentaram uma RFC pré-treinamento medida no primeiro minuto da recuperação igual ou inferior a 12 bpm (RFC  $\leq$  12), enquanto aqueles que apresentaram RFC pré-treinamento superior a 12 bpm ficaram no segundo grupo (RFC  $>$  12). Para avaliação do efeito do treinamento sobre os grupos, foi aplicada uma análise de variância (ANOVA) de quatro fatores (Grupo x Tempo x Presença de diabetes x Medicamentos) com interações. Estes últimos dois fatores objetivaram controlar possíveis efeitos de confundimento. Foi aplicado um teste para cada uma das variáveis de interesse (MET e RFC). Os efeitos foram considerados significativos sempre que  $p < 0,05$ . Quando necessário, o teste *post-hoc* de *Tukey-Kramer* foi aplicado para localização das diferenças.

## Resultados

Foram avaliados 248 indivíduos. As características da amostra se encontram na [Tabela 1](#), de acordo com os grupos definidos pela RFC pré-treinamento.

A [Figura 1](#) apresenta os resultados dos valores de MET para os dois grupos pré e pós-treinamento. O grupo RFC  $>$  12 apresentou valores de MET superiores ao grupo RFC  $\leq$  12, antes e após o treinamento ( $F = 50,02$ ;  $p < 0,001$ ). Porém, os dois grupos apresentaram melhora significativa nos valores



**Figura 1** Valores de MET para os grupos nas fases pré e pós-treinamento. ND: indivíduos sem diagnóstico de diabetes *mellitus*; D: indivíduos com diagnóstico de diabetes *mellitus*;  $\leq$  12: indivíduos que apresentaram recuperação da frequência cardíaca pré-treinamento  $\leq$  12 bpm;  $>$  12: indivíduos que apresentaram recuperação da frequência cardíaca pré-treinamento  $>$  12 bpm; a: diferença significativa entre pré x pós; b: diferença significativa entre não diabéticos x diabéticos; c: diferença significativa entre grupos.

**Tabela 1** Características clínicas iniciais dos pacientes

Características	Grupos		Total n (%)
	RFC $\leq$ 12 bpm <sup>*</sup> n (%)	RFC >12 bpm <sup>†</sup> n (%)	
<b>Sexo</b>			
Masculino	48 (87,3)	148 (76,7)	196 (79,0)
Feminino	7 (12,7)	45 (23,3)	52 (21,0)
<b>Idade</b>			
$\leq$ 55 anos	14 (25,5)	63 (32,6)	77 (31,0)
56-65 anos	19 (34,5)	80 (41,5)	99 (39,9)
> 65 anos	22 (40,0)	50 (25,9)	72 (29,0)
Média (DP)	63,2 (10,83)	59,2 (8,65)	60,1 (9,31)
<b>IMC</b>			
$\leq$ 25	12 (21,8)	44 (22,8)	56 (22,6)
> 25	43 (78,2)	149 (77,2)	192 (77,4)
Média (DP)	27,9 (4,11)	27,6 (3,78)	27,7 (3,85)
<b>Diabetes</b>			
Não	32 (58,2)	137 (71,0)	169 (68,1)
Sim	23 (41,8)	56 (29,0)	79 (31,9)
<b>Medicamentos</b>			
Nenhum	1 (1,8)	13 (6,7)	14 (5,6)
Betabloqueador	42 (76,4)	167 (86,5)	209 (84,3)
Bloqueador de canal de cálcio	1 (1,8)	7 (3,6)	8 (3,2)
Amiodarona	1 (1,8)	1 (0,5)	2 (0,8)
Propafenona	1 (1,8)	0 (0,0)	1 (0,4)
Betabloqueador + Digoxina	3 (5,5)	2 (1,0)	5 (2,0)
Betabloqueador + Bloqueador de canal de cálcio	0 (0,0)	1 (0,5)	1 (0,4)
Betabloqueador + Amiodarona	3 (5,5)	0 (0,0)	3 (1,2)
Betabloqueador + Sotalol	2 (3,6)	2 (1,0)	4 (1,6)
Betabloqueador + Ivabradina	1 (1,8)	0 (0,0)	1 (0,4)
<b>FC basal</b>			
Média (DP)	70,9 (13,53)	68,4 (12,18)	69,0 (12,52)
<b>FC máxima</b>			
Média (DP)	114,9 (20,41)	133,7 (21,03)	129,5 (22,29)

DP: desvio-padrão.

\* Indivíduos que apresentaram recuperação da frequência cardíaca pré-treinamento  $\leq$  12 bpm.

† Indivíduos que apresentaram recuperação da frequência cardíaca pré-treinamento &gt; 12 bpm. IMC: índice de massa corporal.

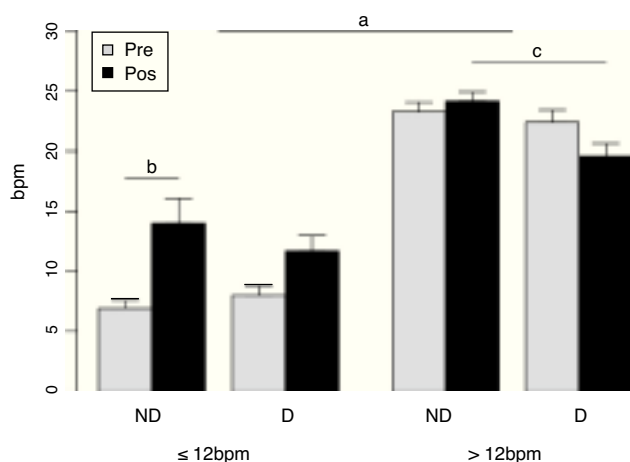
de MET no período pós-treinamento ( $F = 224,70$ ;  $p < 0,001$ ). A ausência de interação significativa entre os efeitos de Grupo e Tempo ( $F = 2,96$ ;  $p = 0,087$ ) indica que os dois grupos tiveram ganho similar nos valores de MET com o treinamento. A presença de diabetes mostrou efeito significativo sobre os valores de MET ( $F = 14,59$ ;  $p < 0,001$ ), indicando que os indivíduos diabéticos apresentaram valores inferiores aos não diabéticos, independente do grupo ou do tempo. Não foi observada outra interação significativa ou efeito significativo do uso de medicamentos.

Em relação à RFC (Figura 2), observamos que os dois grupos são significativamente diferentes ( $F = 143,41$ ;  $p < 0,001$ ). Não houve efeito do treinamento para o grupo que apresentava RFC > 12, indicado pela interação significativa Grupo x Tempo ( $F = 16,13$ ;  $p < 0,001$ ). A presença de DM foi apenas marginalmente relevante. Apesar de apenas o grupo dos não diabéticos com RFC  $\leq$  12 ter alcançado melhora

significativa neste parâmetro após o treinamento ( $F = 5,27$ ;  $p = 0,026$ ), o grupo dos diabéticos com disautonomia parassimpática também apresentou uma tendência à melhora, que provavelmente não se mostrou significativa devido ao pequeno número de indivíduos neste grupo ( $n = 23$ ). O grupo RFC  $\leq$  12, de forma geral, obteve normalização da RFC, passando de  $7,4 \pm 3,69$  bpm para  $13,0 \pm 9,74$  bpm. O uso de medicamentos cronotrópicos negativos foi semelhante nos dois grupos e não foi verificada interferência desta variável no efeito do treinamento na RFC ( $F = 1,43$ ;  $p = 0,233$ ).

## Discussão

Há indiscutível sustentação científica apontando ser a prática regular de atividade física capaz de aprimorar inúmeros



**Figura 2** Valores da recuperação da frequência cardíaca para os grupos nas fases pré e pós-treinamento. ND: indivíduos sem diagnóstico de diabetes *mellitus*; D: indivíduos com diagnóstico de diabetes *mellitus*;  $\leq 12$ : indivíduos que apresentaram recuperação da frequência cardíaca pré-treinamento  $\leq 12$  bpm;  $> 12$ : indivíduos que apresentaram recuperação da frequência cardíaca pré-treinamento  $> 12$  bpm; a: diferença significativa entre grupos; b: diferença significativa entre pré x pós; c: diferença significativa entre não diabéticos x diabéticos.

parâmetros fisiológicos, dentre os quais se destacam a capacidade funcional e o  $VO_2$  pico<sup>21</sup>. Assim, o objetivo do presente estudo foi avaliar as mudanças na capacidade funcional e na RFC em indivíduos participantes de um programa de reabilitação cardíaca baseado em exercícios.

Com relação à capacidade funcional, nossos resultados evidenciaram que o aumento desta variável foi independente da condição autonômica inicial. Ambos os grupos melhoraram após o treinamento, sem diferença estatística entre si. Vale ressaltar que o grupo RFC  $\leq 12$  apresentava, na avaliação pré-participação, uma condição aeróbia significativamente inferior ao grupo RFC  $> 12$ , configurando maior gravidade clínica através da análise de dois parâmetros diferentes. Após o treinamento, o grupo RFC  $\leq 12$  passou de uma condição associada a pior prognóstico para outra bem próxima à considerada como menor risco pela literatura ( $6,97 \pm 1,65$  MET atingidos contra sete MET preconizados pelo Consenso Sul-Americano de Prevenção e Reabilitação Cardiovascular<sup>22</sup>). Mesmo sendo marginal à recomendação, podemos considerar este incremento como expressivo, uma vez que cada acréscimo de um MET no TE está associado a um aumento de 12% na sobrevivência<sup>23</sup>.

Nossos resultados, no que diz respeito à RFC, coincidem com estudos anteriores que demonstraram o impacto positivo do treinamento na função autonômica, expresso por uma melhora na RFC<sup>11,13-16</sup>. Apenas Currie et al.<sup>17</sup>, ao avaliarem o efeito de 12 semanas de treinamento aeróbio contínuo de moderada intensidade ou intervalado de alta intensidade, não verificaram modificações na RFC, a despeito da melhoria da aptidão física. No entanto, inversamente ao nosso e a outros trabalhos, os indivíduos avaliados não apresentavam disautonomia no período pré-treinamento.

Neste aspecto, os resultados da presente pesquisa são similares aos de Streuber et al.<sup>12</sup>, que demonstraram que os indivíduos que iniciaram a reabilitação cardíaca com

desmodulação autonômica melhoraram ou normalizaram este parâmetro, enquanto aqueles que iniciaram na faixa da normalidade assim permaneceram, sem ganho adicional. Os participantes do nosso estudo que apresentavam disautonomia parassimpática na avaliação inicial obtiveram, em média, um aumento na RFC de  $7,4 \pm 3,69$  bpm para  $13,7 \pm 9,74$ , deixando um valor situado na faixa considerada patológica e passando para o que se considera mais adequado.

Apesar de a melhoria superior a 70% na RFC, 29 indivíduos do grupo RFC  $\leq 12$  ainda permaneceram neste intervalo, havendo normalização da RFC nos 26 pacientes restantes, o que corresponde a 47,3% do grupo. Tal resultado se assemeja bastante ao de Jolly et al.<sup>15</sup> que, analisando 544 pacientes, detetaram normalização da RFC em 41% dos indivíduos submetidos à reabilitação cardíaca.

A normalização da RFC é um importante efeito do treinamento, uma vez que diversos trabalhos evidenciaram que a redução inadequada da FC após o final do TE é um indicador de maior risco de morte<sup>3,5-7</sup>. Uma considerável proporção dos pacientes avaliados na presente pesquisa evoluiu com normalização da RFC após o período de treinamento. Este resultado é relevante porque indivíduos com disautonomia antes do treinamento, que conseguem regularizar a RFC após o treinamento, parecem ter sobrevivência similar àqueles que não apresentam disautonomia pré-treinamento<sup>15</sup>.

O presente estudo tem algumas limitações. Trata-se de um estudo retrospectivo que, justamente por isso, traz consigo as limitações inerentes a este tipo de pesquisa. Por outro lado, nossa amostra é muito mais representativa do perfil do mundo real, uma vez que os critérios de exclusão foram restritos às condições em que não era possível avaliar adequadamente a FC. Assim, nenhum paciente foi excluído por critério de gravidade ou por presença de comorbidade associada.

A avaliação da capacidade funcional ficou limitada porque utilizamos o TE convencional, com consequente somente estimativa do  $VO_2$ . Dificuldades técnicas temporárias impediram a análise direta dos gases expirados e do consumo de oxigênio. Esta limitação, entretanto, não interferiu naquilo que foi o achado principal do nosso trabalho, ou seja, independentemente de o  $VO_2$  ter sido medido diretamente ou estimado, nossos resultados em relação ao comportamento da FC durante o exame teriam sido os mesmos.

Por fim, para a análise da modulação autonômica não utilizamos a variabilidade da FC. Contudo, fizemos uso de um instrumento já validado anteriormente em diversos cenários: a queda da FC no primeiro minuto da recuperação<sup>1-3</sup>.

## Conclusões

Os resultados que encontramos permitem inferir relevante impacto prognóstico da reabilitação cardíaca. Afinal, a intervenção baseada em exercícios físicos foi capaz de atuar positivamente em um grupo de risco notoriamente mais elevado e que possui, simultaneamente, baixa capacidade funcional e reduzida atividade autonômica parassimpática, interferindo de modo bastante favorável exatamente nestes dois reconhecidos marcadores de mau prognóstico.

## Responsabilidades éticas

**Proteção dos seres humanos e animais.** Os autores declaram que os procedimentos seguidos estavam de acordo com os regulamentos estabelecidos pelos responsáveis da Comissão de Investigação Clínica e Ética e de acordo com os da Associação Médica Mundial e da Declaração de Helsinki.

**Confidencialidade dos dados.** Os autores declaram ter seguido os protocolos do seu centro de trabalho acerca da publicação dos dados de pacientes.

**Direito à privacidade e consentimento escrito.** Os autores declaram que não aparecem dados de pacientes neste artigo.

## Fontes de financiamento

O presente estudo não teve fontes de financiamento externas.

## Conflito de interesses

Os autores declaram não haver conflito de interesses.

## Agradecimentos

SS recebe bolsa de pós-doutorado da Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado do Rio de Janeiro (FAPERJ) e Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES).

## Referências

1. Arai Y, Saul JP, Albrecht P, et al. Modulation of cardiac autonomic activity during and immediately after exercise. *Am J Physiol.* 1989;256:H132-41.
2. Imai K, Sato H, Hori M, et al. Vagally mediated heart rate recovery after exercise is accelerated in athletes but blunted in patients with chronic heart failure. *J Am Coll Cardiol.* 1994;24:1529-35.
3. Cole CR, Blackstone EH, Pashkow FJ, et al. Heart rate recovery immediately after exercise as a predictor of mortality. *N Engl J Med.* 1999;341:1351-7.
4. Serra SM, Costa RV, Castro RRT, et al. Cholinergic stimulation improves autonomic and hemodynamic profile during dynamic exercise in patients with heart failure. *J Card Fail.* 2009;15:124-9.
5. Shetler K, Marcus R, Froelicher VF, et al. Heart rate recovery: validation and methodologic issues. *J Am Coll Cardiol.* 2001;38:1980-7.
6. Vivekananthan DP, Blackstone EH, Pothier CE, et al. Heart rate recovery after exercise is a predictor of mortality, independent of the angiographic severity of coronary disease. *J Am Coll Cardiol.* 2003;42:831-8.
7. Jouven X, Empana JP, Schwartz PJ, et al. Heart rate profile during exercise as a predictor of sudden death. *N Engl J Med.* 2005;352:1951-8.
8. Meneghelo RS, Araújo CGS, Stein R, 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.
9. Serra S, Meneghelo R. Redução da frequência cardíaca pós-pico do exercício: atualizando as III Diretrizes sobre teste ergométrico da SBC. *Rev DERC.* 2014;20:27-8.
10. Muela HCS, Bassan R, Serra SM. Avaliação dos benefícios funcionais de um programa de reabilitação cardíaca. *Rev Bras Cardiol.* 2011;24:241-50.
11. Tsai SW, Lin YW, Wu SK. The effect of cardiac rehabilitation on recovery of heart rate over minute after exercise in patients with coronary artery bypass graft surgery. *Clin Rehabil.* 2005;19:843-9.
12. Streuber SD, Amsterdam EA, Stebbins CL. Heart rate recovery in heart failure patients after a 12-week cardiac rehabilitation program. *Am J Cardiol.* 2006;97:694-8.
13. Giallauria F, de Lorenzo A, Pileggi F, et al. Long-term effects of cardiac rehabilitation on end-exercise heart rate recovery after myocardial infarction. *Eur J Cardiovasc Prev Rehabil.* 2006;13:544-50.
14. MacMillan JS, Davis LL, Durham CF, et al. Exercise and heart rate recovery. *Heart Lung.* 2006;35:383-90.
15. Jolly MA, Brennan DM, Cho L. Impact of exercise on heart rate recovery. *Circulation.* 2011;124:1520-6.
16. Ribeiro F, Alvez AJ, Teixeira M, et al. Exercise training enhances autonomic function after acute myocardial infarction: A randomized controlled study. *Rev Port Cardiol.* 2012;31: 135-41.
17. Currie KD, Rosen LM, Millar PJ, et al. Heart rate recovery and heart rate variability are unchanged in patients with coronary artery disease following 12 weeks of high-intensity interval and moderate-intensity endurance exercise training. *Appl Physiol Nutr Metab.* 2013;38:644-50.
18. Bjarnason-Wehrens B, Mayer-Berger W, Meister ER, et al. Recommendations for resistance exercise in cardiac rehabilitation. *Eur J Cardiovasc Prev Rehabil.* 2004;11: 352-61.
19. Williams MA, Haskell WL, Ades PA, et al. Resistance exercise in individuals with and without cardiovascular disease: 2007 update: a scientific statement from the American Heart Association Council on Clinical Cardiology and Council on Nutrition, Physical Activity, and Metabolism. *Circulation.* 2007;116:572-84.
20. American College of Sports Medicine. Diretrizes do ACSM para os Testes de Esforço e sua Prescrição. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan; 2010.
21. 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:e51-3.
22. Herdy AH, López-Jimenez F, Terzic CP, et al., Sociedade Brasileira de Cardiologia. Consenso Sul-Americano de Prevenção e Reabilitação Cardiovascular. *Arq Bras Cardiol.* 2014;103 2 Supl.1:1-31.
23. Myers J, Prakash M, Froelicher V, et al. Exercise capacity and mortality among men referred for exercise testing. *N Engl J Med.* 2002;346:793-801.