

## ARTIGO ORIGINAL

## Efeito Cardiovascular Superior do Modelo Periodizado para Prescrição de Exercícios Comparado ao Convencional em Coronariopatias

*Superior Cardiovascular Effect of the Periodized Model for Prescribed Exercises as Compared to the Conventional one in Coronary Diseases*

Rafael Michel de Macedo,<sup>1,2</sup> Ana Carolina Brandt de Macedo,<sup>3</sup> Jose R. Faria-Neto,<sup>2</sup> Costantino R. Costantini,<sup>1</sup> Costantino O. Costantini,<sup>1</sup> Marcia Olandoski,<sup>2</sup> Flavio Sebastião Neto,<sup>1</sup> Rafael P. da Silveira,<sup>1</sup> Katherine A. Teixeira de Carvalho,<sup>4</sup> Luiz Cesar Guarita-Souza<sup>2</sup>

Hospital Cardiológico Costantini,<sup>1</sup> Curitiba, PR - Brasil

Pontifícia Universidade Católica do Paraná,<sup>2</sup> Curitiba, PR - Brasil

Universidade Federal do Paraná,<sup>3</sup> Curitiba, PR - Brasil

Hospital Pequeno Príncipe,<sup>4</sup> Curitiba, PR - Brasil

### Resumo

**Fundamentos:** O exercício físico melhora a sobrevida e a qualidade de vida de pacientes coronarianos, mas a maneira ideal de prescrevê-lo é ainda controversa.

**Objetivo:** Criar um modelo periodizado para prescrição de exercícios para pacientes coronarianos e compará-lo com o modelo convencional.

**Métodos:** Randomização de 62 pacientes coronarianos em tratamento farmacológico em dois grupos: treinamento convencional, não periodizado (GNP, n = 33) e periodizado (GP, n = 29). Os dois grupos foram submetidos aos mesmos exercícios durante as 36 sessões do programa, mas prescritos de maneira diferente. Todos os pacientes foram submetidos à seguinte avaliação: consulta médica admissional, teste de esforço cardiopulmonar, teste de 1 repetição máxima (1RM) e avaliação da composição corporal.

**Resultados:** O VO<sub>2</sub> pico melhorou nos dois grupos, embora de maneira mais efetiva no GP (4% versus 1,7%, p < 0,001). Além disso, a capacidade funcional do GP aumentou em 13%, tendo havido significativa redução no percentual de gordura corporal (2,1%, p < 0,005) e no peso corporal (1,9 kg, p < 0,005). A força muscular nos dois grupos melhorou como diagnosticado pelo teste de 1RM para seis diferentes grupos musculares (quadríceps, isquiotibiais, bíceps, tríceps braquial, peitoral e grande dorsal), mas sem diferença significativa entre os grupos, tendo os dois modelos a mesma eficiência.

**Conclusões:** O presente estudo mostrou que a periodização do treinamento de pacientes cardíacos pode melhorar a capacidade cardiorrespiratória e reduzir a porcentagem de gordura corporal mais efetivamente do que o modelo convencional. (Int J Cardiovasc Sci. 2018;31(4)393-404)

**Palavras-chave:** Doença da Artéria Coronariana / fisiopatologia, Exercício, Terapia por Exercício, Técnicas de Exercício e Movimento, Intervenção Coronária Percutânea.

### Abstract

**Background:** Physical exercise improves the survival and quality of life of coronary patients, but the ideal way of prescribing these exercises is still controversial.

**Objective:** To create a new periodized model for the prescription of exercises for coronary patients and compare it with a conventional model.

**Methods:** 62 coronary patients under pharmacological treatment were randomized into two groups: conventional (NPG, n = 33) and periodized (PG, n = 29) training. The two groups were submitted to the same exercises during the 36 sessions making up the program, but prescribed in different ways. All patients underwent an evaluation consisting of: medical admission consultancy, cardiopulmonary endurance testing, 1 maximum repetition test (1MR) and body composition evaluation.

**Results:** The VO<sub>2</sub> peak improved in both groups, although more effectively in the PG (4% against 1.7%, p < 0.001). In addition, the functional capacity of this group improved by 13%, and there was a significant reduction in the percent body fat (2.1%, p < 0.005) and body weight (1.9 kg, p < 0.005). The muscle strength of both groups improved as diagnosed by the 1RM test for six different muscle groups (quadriceps, hamstrings, brachial biceps, brachial triceps, pectoral and large dorsal), and showed no significant difference between the groups, evidencing that the two models had the same efficiency.

**Conclusions:** The present study showed that periodization of the training of cardiac patients can improve their cardiorespiratory capacity and reduce the percent body fat more effectively than the conventional one. (Int J Cardiovasc Sci. 2018;31(4)393-404)

**Keywords:** Coronary Artery Disease / physiopathology; Exercise; Exercise Therapy; Exercise Movement Techniques; Percutaneous Coronary Intervention.

Full texts in English - <http://www.onlinejcs.org>

**Correspondência:** Rafael Michel de Macedo

Rua Pedro Collere, 890. CEP: 80320-320, Vila Izabel, Curitiba, PR - Brasil.

E-mail: rafael.macedo@hospitalcostantini.com.br, acbrandt@bol.com.br

DOI: 10.5935/2359-4802.20180036

Artigo recebido em 25/07/2017, revisado em 27/11/2017, aceito em 19/12/2017.

## Introdução

Segundo a Organização Mundial da Saúde, a doença cardiovascular é responsável por 33% de todas as mortes que ocorrem no mundo por ano.<sup>1</sup> No Brasil, em 2011, foram registradas mais de 900 mil mortes de indivíduos com mais de 30 anos.<sup>2</sup> A despeito disso, o número de pacientes com mais de 60 anos que sobrevive a um evento cardiovascular e necessita de atenção secundária cresce a cada ano.<sup>2</sup> A prática regular de exercício físico e/ou de reabilitação cardíaca tornou-se fundamental para a redução da mortalidade e das comorbidades associadas à doença cardiovascular.<sup>3,4</sup> O treinamento físico de pacientes com doença arterial coronariana (DAC) acompanha-se de melhora das funções cardiovascular e musculoesquelética, da resistência, da inflamação, da qualidade de vida e das funções cognitivas, além de alívio de sintomas clínicos (dispneia, distúrbios do sono, estresse e sintomas depressivos).<sup>5,6</sup>

As diretrizes que incluem exercício físico como uma forma de tratamento para DAC respeitam a relação de equilíbrio entre segurança e efeito do treinamento,<sup>7,8</sup> e recomendam a combinação de treinamento de resistência (TR) com treinamento aeróbico (TA).<sup>5,6</sup> Para o TR, indicam limites de carga máxima durante o treinamento, como 50% da intensidade no teste de uma repetição máxima (1RM).<sup>7,9</sup> Para o TA, o limiar ventilatório medido durante o teste de esforço cardiopulmonar (TECP) máximo é usado com frequência em pacientes com DAC. Para iniciantes com baixa aptidão física/menor risco cardíaco, as diretrizes recomendam 40% a 50% de consumo máximo de oxigênio (VO<sub>2</sub> pico), e para pacientes com DAC e maior nível de aptidão física ou menor risco cardíaco, 50% a 75% do VO<sub>2</sub> pico.<sup>5,6</sup> Entretanto, nenhum desses documentos descreve como a prescrição de exercícios deve ser organizada no tempo. Os limites de carga máxima para treinamento permitem a elaboração de uma sessão de exercício, mas não de um programa de treinamento progressivo. Tal programa, que deve envolver o tipo de estímulo de acordo com a fase do treinamento (contínuo e/ou intervalado), a forma de progressão da carga (volume e/ou intensidade),<sup>10</sup> a frequência do treinamento (sessão/semana) e as datas de avaliação e reavaliação, é conhecido como periodização.<sup>11</sup>

A periodização é usada no treinamento esportivo desde a década de 1990,<sup>12</sup> e a sua inclusão na reabilitação foi recentemente debatida.<sup>13-15</sup> O treinamento pode ser mais detalhado através do uso da periodização, enfatizando seus princípios básicos de especificidade,

sobrecarga e reversibilidade. A periodização é o processo de manipular as variáveis do treinamento para evitar excessos, maximizar as adaptações ao treinamento e alcançar supercompensação ou um efeito do treinamento.<sup>9</sup> A abordagem clássica para a periodização é o treinamento periodizado linear, que aparece nas diretrizes de exercício para pacientes cardíacos.<sup>8</sup> Esse tipo consiste em alto volume inicial e baixa intensidade. Portanto, os resultados clínicos e físicos obtidos através do exercício físico periodizado nos programas de reabilitação cardiopulmonar e metabólica poderiam ser aperfeiçoados, melhorando a qualidade de vida dos pacientes envolvidos.

Este estudo visou criar um modelo de periodização para a prescrição de exercícios destinados a pacientes com DAC na fase II do programa de reabilitação cardíaca, e comparar os resultados àqueles de pacientes submetidos a um programa não periodizado.

## Métodos

### Pacientes

Após aprovação do projeto pelo Comitê de Ética em Pesquisa da Universidad Católica Pontificia do Paraná (434/2010), 534 pacientes encaminhados para o serviço de reabilitação do Hospital Cardiológico Costantini (HCC) foram avaliados.

O critério de inclusão foi: homens submetidos a intervenção coronariana percutânea/angioplastia ou após infarto agudo do miocárdio com fração de ejeção ventricular esquerda  $\geq 50\%$  (avaliada por ecocardiografia transtorácica) e estratificados como de baixo ou moderado risco para a prática de exercício de acordo com a Sociedade Americana de Reabilitação Cardiopulmonar e Prevenção.<sup>16</sup> Os critérios de exclusão foram: lesões musculoesqueléticas induzidas por exercício, falha em completar as 36 sessões e/ou complicações cardiovasculares que levem à interrupção do programa de exercício. Os pacientes estratificados como de baixo ou moderado risco segundo o Colégio Americano de Medicina Esportiva,<sup>10</sup> foram submetidos a uma consulta médica admissional.

Após avaliação, 62 pacientes que atenderam ao critério de inclusão foram selecionados.

## Resultados das medidas

### Teste de esforço cardiopulmonar

O TECP foi realizado por médico do HCC usando um analisador de gases (Cortex, modelo Metalyzer3B),

uma esteira elétrica (Inbramed, modelo Inbrasport Super ATL) e um programa de computador (Ergo PC Elite). O TECP escolhido foi um protocolo de rampa individualizado para cada paciente, com medida de pressão arterial a cada 3 minutos com esfigmomanômetro analógico (Missouri) e estetoscópio (BD). Além disso, o traçado eletrocardiográfico foi monitorado com eletrodos (3M) durante toda a fase de resistência e o período de recuperação. Os volumes e gases ( $O_2$  e  $CO_2$ ) foram calibrados antes dos testes. O método V-slope foi usado para determinar o primeiro limiar ventilatório (LV1). O segundo limiar ventilatório (LV2) foi determinado pelo ponto de compensação respiratória, isso é, a transição entre os sistemas aeróbio e anaeróbio no TECP. Nesse momento, a produção de  $CO_2$  perde a linearidade, aumenta exponencialmente e excede o consumo de oxigênio ( $VO_2$ ). Esse ponto foi considerado o LV2. Consumo máximo de oxigênio foi estabelecido a partir da média obtida durante os últimos 30 segundos do exercício.

### Teste de uma repetição máxima

O teste de 1RM foi realizado por um dos instrutores do serviço de reabilitação do HCC. Foi definido como a carga mais pesada que pode ser movida em um exercício com apenas uma repetição. Antes de iniciar o teste, todos os indivíduos realizaram um aquecimento geral de 5 minutos pedalando e, então, fizeram dez repetições sem carga adicional para ajustar a velocidade e o ângulo do movimento. Primeiro, o instrutor explicou como executar cada movimento. O teste de 1RM foi realizado utilizando os grandes grupos musculares (quadríceps, isquiotibiais, peitoral, bíceps, tríceps e grande dorsal), aumentando-se o peso em 5 kg a cada repetição, com 3-5 minutos de descanso entre as elevações após três a quatro tentativas subsequentes. O teste foi interrompido quando o paciente não conseguiu completar uma repetição com a carga proposta, sendo, nesse caso, a carga anterior considerada a ideal. A estação de musculação *Movement Mega II* foi usada para o teste nas seguintes posições: cadeira extensora, flexão de perna, adução e abdução do quadril, supino plano, rosca bíceps e tríceps e pulley alto costas.

### Avaliação da composição corporal

A composição corporal (CC) foi avaliada por um instrutor de reabilitação. O protocolo *Faulkner* foi composto pela medida de seis circunferências (panturrilha, coxa, braço, antebraço, quadril e abdome)

e quatro pregas cutâneas (abdominal, suprailíaca, subescapular e tricípital).<sup>15</sup>

Usou-se uma trena antropométrica (Wiso modelo R88) combinada a um adipômetro (Cescorf). A porcentagem de gordura, a massa corporal ideal e as massas magra e gorda foram calculadas usando a equação de Faulkner.<sup>17</sup>

Os voluntários foram reavaliados após 36 sessões (consulta médica admissional + TECP + 1RM + CC).

### Desenho do experimento

Trata-se de estudo randomizado e controlado, incluindo 62 pacientes do sexo masculino aleatoriamente designados para dois grupos: grupo de treinamento não periodizado (GNP, n = 33); e grupo de treinamento periodizado (GP, n = 29). A designação dos pacientes para os grupos deu-se às cegas, utilizando-se envelopes com papéis onde se liam GP ou GNP, mantidos em segurança por um indivíduo independente (Figura 1).

### Protocolos de treinamento

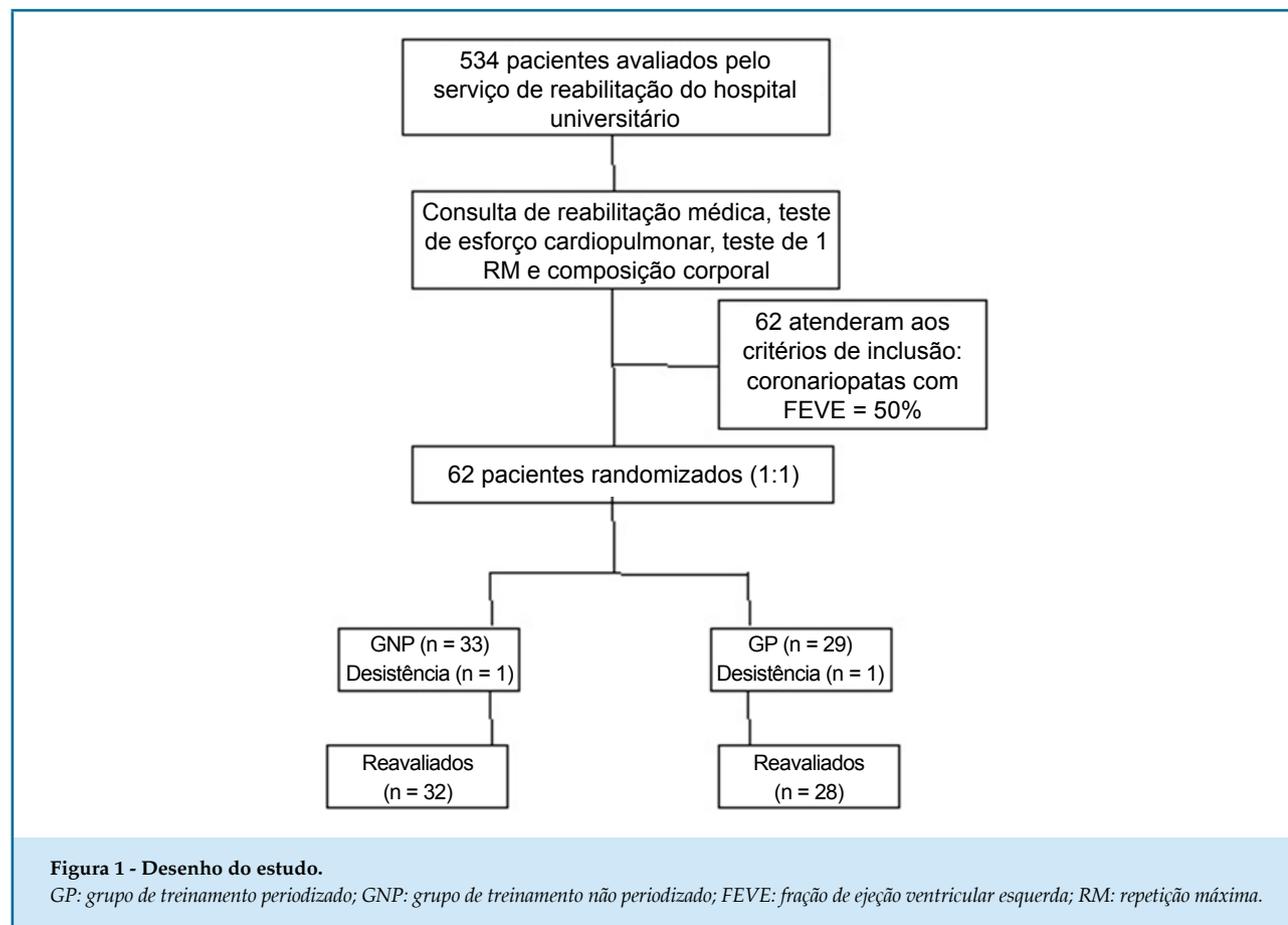
Todos os indivíduos dos dois grupos foram submetidos a TA e TR por 12 semanas, com 3 sessões por semana (36 sessões) em dias não consecutivos.

O TA foi conduzido em esteira elétrica (Movement modelos RT250, LX160 e LX150), enquanto para o TR, usaram-se caneleiras, alteres e aparelhos de tonificação muscular (estação de musculação *Movement Mega II*).

### Protocolo de resistência

Realizou-se TR com duas sessões para os membros inferiores e uma sessão para os membros superiores. Portanto, o treinamento consistiu de 24 sessões de TA em esteira elétrica e exercício de resistência de membros inferiores, e outras 12 sessões de TA em esteira elétrica e exercício de resistência de membros superiores. Assim, a cada duas sessões consecutivas de esteira + exercício de resistência de membros inferiores seguiu-se uma sessão de esteira + exercício de resistência de membros superiores.

A seleção de exercícios para TR foi similar nos dois grupos e incluiu: extensão de perna, flexão de perna, flexão do quadril, flexão do joelho, adução e abdução do quadril, plantiflexão do tornozelo e flexão do quadril associada a flexão do joelho, flexão e extensão do cotovelo, abdução do ombro, adução das escápulas, flexão anterior do ombro, exercício de pêndulo para decoaptação da articulação do ombro, supino plano,



puxador para as costas, rosca bíceps e tríceps e pulley alto costas. Os dois grupos fizeram três séries de 15 repetições de cada exercício, tendo a intensidade do TR variado de 30% a 50% das cargas obtidas no teste de 1RM. A diferença entre os dois grupos foi que, no GP, a intensidade aumentou progressivamente em cada microciclo (quatro semanas) e, no GNP, a intensidade aumentou conforme a resiliência do paciente (Tabela 1). Seguindo a recomendação do Colégio Americano de Medicina Esportiva,<sup>10</sup> os intervalos de descanso entre as séries variaram de 1 a 2 minutos.

### Protocolo aeróbio

A intensidade do TA na esteira elétrica para os dois grupos foi definida a partir dos resultados obtidos no TECP. A frequência cardíaca (FC) correspondente ao LV1 foi definida como o limite inferior de FC de treino (FCLV1), enquanto a FC correspondente ao LV2 foi definida como o limite superior de FC de treino (FCLV2). O intervalo entre FCLV1 e FCLV2 correspondeu à intensidade ideal de treino para cada paciente, conhecida como zona-alvo (ZA).<sup>3</sup>

Os dois grupos começaram o programa de TA com 25 minutos de atividade assim divididos: 5 minutos de aquecimento, 15 minutos de treinamento na ZA e 5 minutos finais de *cool down*. A cada três sessões, adicionavam-se 5 minutos ao treinamento na ZA. Da 10<sup>a</sup> à 36<sup>a</sup> sessão, o tempo total de trabalho foi de 40 minutos, 30 dos quais na ZA. Os 5 minutos de aquecimento e *cool down* foram mantidos nas 36 sessões.

O GNP treinou nas 36 sessões dentro da ZA proposta e prescrita conforme a FC (correspondendo a LV1 e LV2 do TECP) sem previsão de progressão de carga. O paciente escolheu a intensidade de treinamento, contanto que estivesse na ZA (Figura 2A).

O TA do GP foi dividido em dois microciclos de 18 sessões. Primeiro, determinou-se a FC média (FCM) entre a FCLV1 e a FCLV2, obtida a partir da fórmula:  $FCM = (FCLV2 - FCLV1) / 2$ . A intensidade do treinamento até a 18<sup>a</sup> sessão foi determinada por  $FCLV1 + FCM$ , sendo designada zona-alvo 1 (ZA1). A segunda zona-alvo (ZA2) foi determinada pelo intervalo entre  $FCLV1 + FCM$  e FCLV2. Por exemplo, se o paciente apresentou FC em LV1 de 100 bpm e de 130 bpm em LV2, a ZA1 foi o intervalo

**Tabela 1 - Programas de treinamento de resistência e aeróbio no grupo de treinamento não periodizado (GNP) e no grupo de treinamento periodizado (GP)**

Períodos de treinamento	Séries	Repetições	Carga (%1RM)
<b>Treinamento de resistência</b>			
GNP			
Semanas 1 - 12	3	15	30-50%
GP			
Semanas 1 - 4	3	15	30%
Semanas 5 - 8	3	15	40%
Semanas 9 - 12	3	15	50%
<b>Treinamento aeróbio</b>		<b>Intensidade</b>	
GNP			
Semanas 1 - 12	FCLV1 a FCLV2		
GP			
Semanas 1 - 6	FCLV1		
Semanas 7 - 12	Treinamento intervalado (2 min FCLV1+FCM, 1 min FCLV2)		
FCLV1: frequência cardíaca no limiar ventilatório 1; FCLV2: frequência cardíaca no limiar ventilatório 2; FCM: frequência cardíaca média.			

entre 100 e 115 bpm, e a ZA2 foi o intervalo entre 115 e 130 bpm. Depois da 18ª sessão, começou o treinamento intervalado, com 2 minutos na intensidade com FCM e 1 minuto com FCLV2.

Portanto, a diferença entre os modelos de TA propostos baseou-se na progressão da carga, isso é, foi determinada no GP (18ª sessão), regulada pelo aumento da FC de treino e mudança dentro da ZA (ZA1 para ZA2), enquanto no GNP, a intensidade foi regulada apenas pelo paciente, sempre entre ZA1 e ZA2 (Tabela 1). Os pacientes do GNP e do GP treinaram com um monitor de FC convencional (Oregon modelo HR102). Além disso, os instrutores checaram regularmente a FC com oxímetro digital (Nonin). É importante frisar que pacientes coronariopatas de baixo risco para a prática de exercício foram instruídos a treinar entre os limiares ventilatórios, seguindo a recomendação da Sociedade Brasileira de Cardiologia.<sup>3</sup>

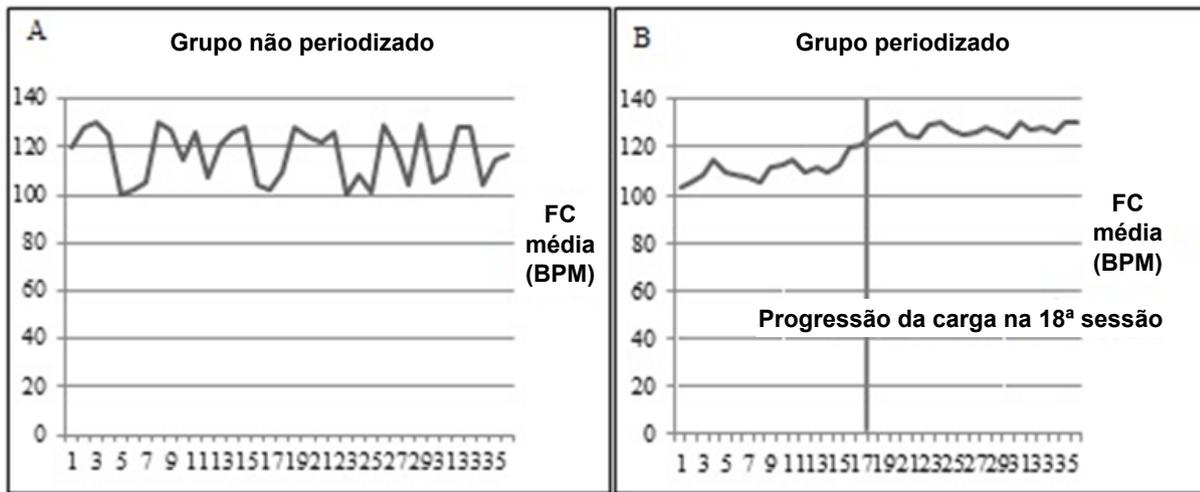
Ao longo das 36 sessões de treinamento do GNP, os critérios de segurança e os limites de intensidade foram respeitados, com as cargas para o TR variando de 30% a

50% do teste de 1RM, e observando-se os limites da ZA para o TA. Além disso, o volume do treinamento foi mantido, realizando-se três séries de 15 repetições para cada exercício localizado e um tempo máximo de 40 minutos de TA a partir da 10ª sessão. Tais limites foram apresentados aos pacientes, que definiram suas cargas ideais de treinamento de acordo com suas zonas de conforto e foram orientados pelo instrutor quanto à implementação dos movimentos.

No GP, a prescrição dos exercícios foi periodizada. Esse grupo realizou o mesmo volume de treinamento com os mesmos intervalos de intensidade prescritos para o GNP, mas tendo a prescrição organizada por tempo. Assim, criaram-se três macrociclos de treinamento, o primeiro conhecido como adaptação, o segundo como fundamental e o terceiro como específico. Cada macrociclo, que teve um objetivo diferente, foi composto por 12 microciclos, sendo cada microciclo definido como um grupo de três aulas ou sessões de treinamento. O objetivo do macrociclo de adaptação foi melhorar a coordenação neuromuscular e a adaptação cardiopulmonar. O objetivo do macrociclo fundamental foi melhorar o limiar ventilatório e o recrutamento de fibra muscular. E o objetivo do macrociclo específico foi melhorar o VO<sub>2</sub> pico (Figura 2) e a força de resistência.

## Análise de dados

Os resultados obtidos neste estudo foram expressos como médias, medianas, valores mínimo e máximo e desvios-padrão (variáveis quantitativas) ou frequências e porcentagens (variáveis qualitativas). Os dados foram avaliados quanto à distribuição normal usando o teste de Kolmogorov-Smirnov. Os grupos foram comparados quanto às variáveis quantitativas usando o teste *t* de Student para amostras dependentes ou teste não paramétrico de Mann-Whitney. Quanto às variáveis qualitativas, as comparações foram realizadas com o teste exato de Fisher ou o teste qui-quadrado. O teste *t* de Student ou o teste não paramétrico de Wilcoxon foi usado para comparar os momentos de avaliação no caso de amostras pareadas. Para comparar os grupos e os momentos de avaliação (inicial x final), considerou-se um modelo de análise de variância com um fator de medidas repetidas (*split-plot*). Todas as variáveis que apresentaram significativa interação entre o grupo e o momento de avaliação foram analisadas comparando-se os grupos em cada momento, e os momentos de avaliação dentro de cada grupo, onde os valores de  $p < 0,05$  indicaram significância estatística. O programa Statistica versão 8.0 foi usado para a análise dos dados.



SESSÕES		1ª - 12ª				13ª - 24ª				25ª - 36ª			
MACROCICLOS		ADAPTAÇÃO				FUNDAMENTAL				ESPECÍFICO			
OBJETIVOS DO TREINAMENTO		COORDENAÇÃO NEUROMUSCULAR				MELHORA NO LIMIAR ANAERÓBIO				MELHORA NO VO <sub>2</sub> PICO			
MICROCICLOS		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
PROGRESSÃO DA CARGA													
TREINAMENTO AERÓBIO		FCLV1				2 MIN FCLV1 - 1 MIN FCLV2							
Tempo (min)	50												
	40												
	30												
	20												
TREINAMENTO DE RESISTÊNCIA		PROGRESSÃO DA CARGA											
% teste de 1 RM	60												
	50												
	40												
	30												

Figura 2 - Modelo de periodização da prescrição de exercício. A, B- Variação da frequência cardíaca no treinamento aeróbio. C- Modelo de prescrição de exercício.

RM: repetição máxima; FCLV1: limite inferior de frequência cardíaca de treino; FCLV2: Limite superior de frequência cardíaca de treino.

## Resultados

### Características basais

Um paciente do GNP e outro do GP não completaram as 36 sessões de exercício. Assim, um total de 60 pacientes (GNP n = 32 e GP n = 28) foi reavaliado.

A Tabela 2 mostra as características basais dos 60 pacientes que atenderam ao critério de inclusão. Todas

as variáveis avaliadas apresentaram distribuição normal (teste de Kolmogorov-Smirnov,  $p > 0,05$ ) (Tabela 2).

### Eventos adversos durante o período de tratamento

Não foram registraram eventos adversos significativos durante o período de treinamento.

**Tabela 2 - Características basais da população do estudo**

Características	GP	GNP
n (homens)	28 (100%)	32 (100%)
Idade ± DP, anos	55,89 ± 8,2	62,4 ± 11,8
Fração de ejeção ventricular esquerda, ** %	65,57 ± 5,5	66,09 ± 5,7
Índice de massa corporal	28,2 ± 3,5	28,9 ± 4,4
Circunferência abdominal	100,7 ± 9,0	101,0 ± 10,6
História familiar positiva/ doença cardiovascular	20 (71,5%)	24 (80%)
Dislipidemia	27 (96,7%)	32 (100%)
Obesidade	12 (42,8%)	22 (68,75%)
Sedentarismo	22 (78,5%)	25 (78,1%)
Estresse	25 (89,2,8%)	22 (68,75%)
Tabagismo	4 (14,2%)	8 (25%)
Diabetes mellitus	5 (17,8%)	3 (9,3%)
Hipertensão	12 (42,8%)	15 (46,8%)
Estratificação de risco para exercícios		
risco baixo	21 (75%)	25 (78,1%)
risco moderado	8 (21,6%)	3 (8,1%)
Localização anatômica da lesão		
Coronária direita	5 (14,2%)	
Descendente posterior	0	
Tronco de coronária esquerda	2 (7,1%)	
Descendente anterior	18 (64,2%)	
Diagonal	5 (17,8%)	
Circunflexa	6 (21,4%)	
Marginal	0	
Artérias com <i>stents</i> implantados		
Coronária direita		
1 <i>stent</i>	4 (14,2%)	
2 <i>stents</i>	1 (3,5%)	
3 <i>stents</i>	0	
Descendente posterior		
1 <i>stent</i>	1 (3,5%)	
Tronco de coronária esquerda		
1 <i>stent</i>	2 (7,1%)	

Descendente anterior	
1 <i>stent</i>	16 (57,1%)
Diagonal	
1 <i>stent</i>	1 (2,7%)
Circunflexa	
1 <i>stent</i>	6 (21,4%)
2 <i>stents</i>	6 (21,4%)
Marginal	
1 <i>stent</i>	0
Revascularização miocárdica incompleta	1 (3,5%)
Cirurgia prévia de revascularização miocárdica	2 (7,1%)
Angioplastia anterior	5 (14,2%)
Medicações, † %	
Antiagregantes plaquetários	28 (100%)
Anticoagulantes	28 (100%)
Anti-hipertensivos	13 (46,4%)
Betabloqueadores	26 (92,8%)

GP: grupo de treinamento periodizado; GNP: grupo de treinamento não periodizado; DP: desvio-padrão. \*\* Obtido por ecocardiografia transtorácica; † Dose-padrão de medicação.

### Parâmetros de composição corporal

Não se observou diferença significativa entre os grupos. Dentro de cada grupo, entretanto, houve uma diferença significativa em todas as variáveis do GP, mas apenas na porcentagem de gordura acima do ideal no GNP (Tabela 3).

### Teste de esforço cardiopulmonar

Os dois grupos não diferiram significativamente quanto aos valores basais das variáveis cardiopulmonares. Entretanto, observaram-se alterações significativas após o treinamento na capacidade funcional alcançada, no VO<sub>2</sub> pico e no VO<sub>2</sub> para o LV1 e o LV2, com superior efeito de treinamento para o GP. Além disso, houve diferença significativa dentro dos grupos quanto à capacidade funcional alcançada, ao VO<sub>2</sub> pico, ao VO<sub>2</sub> no LV1, ao VO<sub>2</sub> no LV2 e à velocidade no LV2 nos dois grupos comparando-se os valores antes e depois do treinamento. Na comparação entre os grupos, notou-se diferença

Tabela 3 - Parâmetros de composição corporal

Grupo	GP (n = 28)		p	GNP (n = 32)		p
	Pré	Pós		Pré	Pós	
Gordura corporal (%)	24,0 ± 3,5	21,9 ± 3,6	0,03*	23,9 ± 4,4	22,9 ± 4,1	0,34
Gordura acima do ideal (%)	6,7 ± 3,2	4,8 ± 2,9	0,02*	5,6 ± 5,7	4,5 ± 5	0,42
Massa corporal (kg)	85,9 ± 11,7	77,4 ± 9,7	0,02*	83,9 ± 15,1	83,2 ± 14,9	0,84

GP: grupo de treinamento periodizado; GNP: grupo de treinamento não periodizado. \* $p < 0,05$  (teste t de Student) diferenças intra-grupo.

Tabela 4 - Teste de esforço cardiopulmonar

Grupo	GP (n = 28)		p	GNP (n = 32)		p
	Pré	Pós		Pré	Pós	
CFA (% do valor previsto)	88,7 ± 12,4	101,9 ± 13,8 <sup>†</sup>	0,00*	80,2 ± 15,3	86,5 ± 12,2 <sup>†</sup>	0,00*
VO <sub>2</sub> pico (ml/kg/min <sup>-1</sup> )	27,2 ± 6,3	31,5 ± 7,3 <sup>†</sup>	0,00*	22,9 ± 5,7	24 ± 6 <sup>†</sup>	0,00*
VO <sub>2</sub> LV2	23,64 ± 4,8	27,7 ± 3 <sup>†</sup>	0,00*	19,9 ± 5,4	21,6 ± 5,4 <sup>†</sup>	0,04*
VO <sub>2</sub> LV1	17,0 ± 2,3	20,7 ± 2,3 <sup>†</sup>	0,00*	15,8 ± 3,5	16,4 ± 3,4 <sup>†</sup>	0,23
FC máxima alcançada	159,7 ± 22	162,6 ± 18,5	0,30	138,3 ± 18,3	136,1 ± 18,6	0,33
FC LV2	169,9 ± 21	141,9 ± 20,5	0,39	119,2 ± 16,2	118,8 ± 15,8	0,86
FC LV1	110 ± 14,5	114,3 ± 15,7	0,10	100 ± 15,6	96,1 ± 20,6	0,29
Velocidade máxima alcançada (km/h)	8,2 ± 2,4	8,8 ± 2,4	0,05*	6,8 ± 1,9	7,2 ± 1,9	0,19
Velocidade LV2 (km/h)	7,1 ± 1,8	7,9 ± 1,8	0,05*	5,7 ± 1,5	6,3 ± 1,3	0,02*
Velocidade LV1 (km/h)	5,4 ± 1,4	6 ± 1,9	0,06	4,5 ± 1,3	4,8 ± 1	0,12
% inclinação máx (graus)	13 ± 6,1	14,3 ± 6,1	0,12	12,3 ± 4,4	13,8 ± 4,3	0,12
% inclinação LV2 (graus)	12 ± 5,4	12,5 ± 6,6	0,45	10,3 ± 4	12,2 ± 3,3	0,01*
% inclinação LV1 (graus)	8,4 ± 4,2	9,6 ± 5,2	0,14	7,4 ± 3,2	8,7 ± 3	0,05*

GP: grupo de treinamento periodizado; GNP: grupo de treinamento não periodizado; CFA: capacidade funcional alcançada; FC: frequência cardíaca; \*Diferença intragrupo (teste t de Student para amostras dependentes,  $p \leq 0,05$ ); <sup>†</sup>Diferença entre os grupos (teste t de Student,  $p < 0,05$ ).

significativa na velocidade máxima alcançada no GP e na inclinação no LV1 e no LV2 no GNP (Tabela 4).

### Função musculoesquelética

Comparando-se antes e depois do treinamento, a avaliação dos parâmetros de força muscular dentro dos grupos mostrou uma significativa melhora. A comparação entre os grupos não mostrou diferença significativa (Tabela 5).

### Discussão

Os achados deste estudo foram: melhora superior de gordura corporal, percentual de gordura acima do ideal e massa corporal, VO<sub>2</sub> pico e VO<sub>2</sub> no LV1 e LV2 no GP; e melhora da força muscular nos dois grupos. O treinamento periodizado é sugerido na maioria das diretrizes recentes.<sup>5-8</sup> Entretanto, a superioridade do treinamento periodizado (TR e TA) foi pouco estudada em pacientes com DAC.

Tabela 5 - Comparações da força muscular intra- e intergrupo

Grupo	GP		P	GNP		P
	Pré	Pós		Pré	Pós	
Cadeira extensora (kg)	13,5 ± 5,5	24,0 ± 8,3	0,00*	10,4 ± 5	20,6 ± 8,4	0,00*
Flexão de perna (kg)	7,9 ± 3,3	14,1 ± 4,3	0,00*	6,5 ± 3	11 ± 6,5	0,00*
Supino plano	12,6 ± 4,5	21,2 ± 6,5	0,00*	9,7 ± 5	18,2 ± 6,9	0,00*
Tríceps	8,9 ± 3,6	15,5 ± 4,4	0,00*	7,2 ± 3,5	12,3 ± 3,5	0,00*
Bíceps	8,4 ± 2,5	13,3 ± 3,4	0,00*	7,2 ± 3,1	11,4 ± 3,6	0,00*
Pulley alto costas	15,5 ± 5,7	28,5 ± 7,9	0,00*	11,8 ± 7,2	23,9 ± 11,4	0,00*

\* Diferença intra-grupo (teste t de Student para amostras dependentes,  $p < 0,05$ ).

O principal achado deste estudo foi que o programa de exercício periodizado foi superior ao convencional em relação ao aumento do  $VO_2$  pico para coronariopatas participando de um programa de reabilitação. O  $VO_2$  pico acha-se intimamente associado com morbimortalidade em cardiopatas.<sup>18</sup> Essa informação é muito importante, pois a periodização ainda não é parte dos programas de reabilitação de pacientes com DAC.<sup>19</sup> Além disso, o  $VO_2$  pico é reconhecidamente o melhor indicador de sobrevida nessa população.<sup>20-22</sup> Logo, a inclusão da periodização como fundamental para a prescrição de exercício em programas de reabilitação cardíaca pode melhorar os resultados do  $VO_2$  pico.

### Teste de esforço cardiopulmonar

Os dois grupos de treinamento mostraram melhoras no  $VO_2$  pico e no  $VO_2$  do LV2, mas apenas o GP apresentou significativo aumento no  $VO_2$  do LV1. O  $VO_2$  pico é um preditor independente de morbimortalidade em pacientes com DAC.<sup>6</sup> Na comparação entre grupos, o GP mostrou um significativo efeito em comparação ao GNP. Os dois grupos apresentaram melhora em sua capacidade funcional (% do valor previsto), com diferenças mais significativas em favor do GP, atribuídas à melhor estruturação da progressão da carga nesse grupo. A abordagem clássica para a periodização é o treinamento periodizado linear, que aparece nas diretrizes de treinamento para pacientes cardíacos,<sup>6,8</sup> mas nunca foi comparado ao treinamento não periodizado nessa população. O treinamento periodizado linear apresenta função cardíaca e musculoesquelética superior se comparado ao treinamento não periodizado para

atletas e indivíduos saudáveis<sup>10,23</sup> e com relação ao risco cardiometabólico em adolescentes obesos.<sup>24</sup> Ribeiro et al.,<sup>25</sup> descreveram que, para iniciantes, os programas de caminhada continuam sendo a modalidade mais prescrita para pacientes com DAC, pois são seguros, controlados e podem ser realizados em qualquer lugar.

A intensidade do TA do GNP foi moderada, entre LV1 e LV2, isso é, entre as fases estáveis mínima e máxima da produção de lactato.<sup>19</sup> Portanto, treinaram durante quase todo o período (36 sessões) usando predominantemente o sistema aeróbio como fonte de energia, sem gerar acidose, não sendo necessária a recuperação metabólica durante a sessão, permitindo a manutenção do treinamento contínuo. Jolliffe et al.,<sup>1</sup> realizaram uma meta-análise envolvendo 8.440 pacientes com 32 estudos randomizados e controlados. Concluíram que o TA era seguro, melhorava a capacidade aeróbia e reduzia a mortalidade, confirmando os achados do presente estudo para o GP.

Os pacientes no GP treinaram no mesmo intervalo de intensidade que aqueles do GNP (entre FCLV1 e FCLV2). Criou-se uma ZA de treinamento para os dois grupos correspondendo ao intervalo de FC para o LV1 e o LV2, mas a progressão da carga foi organizada para o GP. A intensidade do TA foi limitada à FCM até a 18ª sessão, sendo esse treinamento intervalado definido como o ideal para melhorar o desempenho aeróbio.<sup>22</sup> A melhora do  $VO_2$  do LV2 no GP foi atribuída a essa especificidade do treinamento, que não ocorreu no GNP. A partir da 19ª sessão (metade do macrociclo fundamental), os pacientes iniciaram o treinamento acima da FCM até a FC correspondente ao LV2. Devido ao aumento da intensidade

de treino, iniciou-se o treinamento intervalado no GP. A partir do 5º minuto de caminhada na esteira, o paciente treinou por 2 minutos próximo à FCLV1, seguindo-se 1 minuto próximo à FCLV2, mantendo-se esse esquema alternado até completar 30 minutos de treino. Devido à sua especificidade, tal intensidade de treino causou maior aumento no  $VO_2$  do LV2, um fato confirmado pelos achados do presente estudo. É importante salientar que esse TA intervalado, limitado pela fase estável máxima da produção de lactato, já foi comprovado. Cornish et al.,<sup>26</sup> publicaram uma meta-análise envolvendo 213 pacientes de sete estudos randomizados, demonstrando a necessidade de mais estudos para determinar os riscos e benefícios do treinamento intervalado acima do LV2. Além disso, os autores ressaltaram as diferentes metodologias de prescrição, com pacientes iniciando o programa de exercício com séries de treinamento intervalado de alta intensidade na maioria dos casos.<sup>27</sup> Acreditamos que a periodização permita maior padronização das prescrições.

### Composição corporal

Os participantes do GP apresentaram redução da massa gorda, da porcentagem de gordura acima da ideal e do peso corporal. Incrementos na massa corporal e gordura corporal estão associados com várias doenças crônicas, como diabetes e doença cardiovascular.<sup>28</sup>

Estudos mostraram que o TA moderado promove melhora da composição corporal.<sup>29,30</sup> Isso é importante uma vez que a obesidade é considerada um relevante fator de risco cardiovascular modificável.<sup>31</sup> A simples melhora dos hábitos alimentares não é suficiente para uma diminuição rápida e apropriada da massa gorda. Logo, a associação de exercício físico é fundamental para a redução do peso corporal e a manutenção de longo prazo dessas alterações.<sup>31</sup> Estudos,<sup>28,32,33</sup> reconheceram o exercício aeróbio como a forma de treinamento mais adequada, pois promove efeitos positivos no metabolismo da glicose e dos lipídeos e diminuição da gordura corporal, em associação com exercícios de fortalecimento. Inoue et al.,<sup>24</sup> mostraram que a associação de força e TA foi mais eficiente do que apenas o TA para melhorar o perfil lipídico e a resistência insulínica em adolescentes obesos.

A melhora na capacidade aeróbia ou tolerância ao exercício resulta em maior consumo de calorias para manter a atividade, queimando, conseqüentemente, mais gordura.<sup>24</sup> Lira et al.,<sup>34</sup> estudaram os efeitos da intensidade e do tipo de exercício nos perfis de

lipoproteínas, enfatizando o maior gasto de energia obtido com a associação de volume e intensidade. Isso justifica o achado de que o GP, com sua maior evolução cardiopulmonar e tolerância ao exercício, apresentou maior redução da gordura corporal. Isso resulta do fato de que a melhora da capacidade aeróbia aumenta o gasto calórico por sessão, pois o paciente caminha mais no mesmo intervalo de tempo.

### Função musculoesquelética

Os dois grupos de treinamento apresentaram significativa melhora na força depois do período de treinamento. Nesse caso, o GP apresentou vantagem.

Durante o período de adaptação, os pacientes trabalharam com cargas equivalentes a 30% do máximo determinado no teste de 1RM. No período fundamental, trabalharam com cargas equivalentes a 40%, e, no período específico, com 50%. Essa progressão organizada da carga foi mais efetiva do que a progressão aleatória usada para o GNP. Isso poderia ser atribuído ao fato de que tais cargas de treinamento baixas não recrutariam diferentes fontes de energia e/ou tipos de fibras musculares. Além disso, nas primeiras 12 semanas de treinamento, o aumento da força ocorre devido à adaptação neural e não à hipertrofia, que independe da carga.<sup>8,11</sup> O aumento da força observada nos dois grupos pode ter contribuído para melhorar o  $VO_2$  pico, a velocidade da caminhada e a inclinação alcançada durante o TECP.<sup>27</sup>

Portanto, o estudo do treinamento é extremamente importante para que os atletas alcancem alto desempenho e os pacientes, como os cardiopatas, reduzam o risco de mortalidade, o que tem alta relevância social.

### Conclusão

O presente estudo mostrou que, nos programas de reabilitação cardíaca para pacientes com DAC, a periodização do treinamento pode melhorar os resultados se comparado ao modelo convencional, ao se considerar as seguintes variáveis:  $VO_2$  pico,  $VO_2$  para o LV2,  $VO_2$  para o LV1, porcentagem de gordura e peso corporal. Esses achados são muito importantes para futuros estudos envolvendo treinamento físico e reabilitação cardíaca.

Acreditamos que, no presente momento, antes de passar para estudos comparativos entre exercícios contínuos de intensidade moderada *versus* exercícios intervalados de alta intensidade, deve-se incluir a periodização como ferramenta de prescrição para

aprimorar os resultados da intervenção ou tratamento com exercício físico para indivíduos com DAC.

### Limitações do estudo

O pequeno número de pacientes avaliados e o uso do protocolo de Faulkner para avaliar composição corporal são limitações deste estudo. Não foram avaliados os marcadores inflamatórios nem o estresse oxidativo, nem realizada a redução dos medicamentos para hipertensão.

### Contribuição dos autores

Concepção e desenho da pesquisa e análise e interpretação dos dados: Macedo RM; Obtenção de dados: Macedo RM, Sebastião Neto F; Análise estatística: Macedo RM, Macedo ACB, Olandoski M; Obtenção de financiamento: Macedo RM, Guarita-Souza LC, Silveira RP; Redação do manuscrito: Macedo RM, Macedo ACB, Faria-Neto JR, Costantini CR, Costantini CO, Guarita-Souza LC, Carvalho KAT; Revisão crítica do manuscrito quanto ao conteúdo intelectual importante: Macedo RM, Macedo ACB, Faria-Neto JR, Guarita-Souza LC.

### Referências

- Jolliffe JA, Rees K, Taylor RS, Thompson D, Oldridge N, Ebrahim S. Exercise-based rehabilitation for coronary artery disease. *Cochrane Database Syst Rev.* 2001;(1):CD001800.
- Mansur Ade P, Favarato D. Mortality due to cardiovascular diseases in Brazil and in the metropolitan region of São Paulo: a 2011 update. *Arq Bras Cardiol.* 2012; 99(2):755-61.
- Sociedade Brasileira de Cardiologia. [Guidelines for cardiopulmonary and metabolic rehabilitation: practical aspects]. *Arq Bras Cardiol.* 2006;86(1):74-82.
- Anderson L, Oldridge N, Thompson DR, Zwisler AD, Rees K, Martin N, et al. Exercise-based cardiac rehabilitation for coronary artery disease: Cochrane systematic review and meta-analysis. *J Am Coll Cardiol.* 2016;67(1):1-12.
- Balady GJ, Williams MA, Ades PA, Bittner V, Comoss P, Foody JM, et al; American Heart Association Exercise, Cardiac Rehabilitation, and Prevention Committee, the Council on Clinical Cardiology; American Heart Association Council on Cardiovascular Nursing; American Heart Association Council on Epidemiology and Prevention; American Heart Association Council on Nutrition, Physical Activity, and Metabolism; American Association of Cardiovascular and Pulmonary Rehabilitation. Core components of cardiac rehabilitation/secondary prevention programs: 2007 update a scientific statement from the American Artery Association exercise, cardiac rehabilitation, and prevention committee, the council on clinical cardiology; the councils on cardiovascular nursing, epidemiology and prevention, and nutrition, physical activity, and metabolism; and the American Association of Cardiovascular and Pulmonary Rehabilitation. *Circulation.* 2007;115(20):2675-82.
- Vanhees L, Geladas N, Hansen D, Kouidi E, Niebauer J, Reiner Z, et al. Importance of characteristics and modalities of physical activity and exercise in the management of cardiovascular health in individuals with cardiovascular risk factors: recommendations from the EACPR (Part II). *Eur J Prev Cardiol.* 2012;19(5):1005-33.
- Fletcher GF, Ades PA, Kligfield P, Arena R, Balady GJ, Bittner VA, et al; American Heart Association Exercise, Cardiac Rehabilitation, and Prevention Committee of the Council on Clinical Cardiology, Council on Nutrition, Physical Activity and Metabolism, Council on Cardiovascular and Stroke Nursing, and Council on Epidemiology and Prevention. Exercise standards for testing and training: a statement for healthcare professionals from the American Artery Association. *Circulation.* 2013;128(8):873-934.
- Piepoli MF, Conraads V, Corra U, Dickstein K, Francis DP, Jaarsma T, et al. Exercise training in artery failure: from theory to practice. A consensus document of the Artery Failure Association and the European Association for Cardiovascular Prevention and Rehabilitation. *Eur J Heart Fail.* 2011;13(4):347-74.
- Piepoli MF, Corra U, Benzer W, Bjarnason-Wehrens B, Dendale P, Gaita D, et al; European Association of Cardiovascular Prevention and Rehabilitation Committee for Science Guidelines. Secondary prevention through cardiac rehabilitation: physical activity counseling and exercise training: key components of the position paper from the Cardiac Rehabilitation Section of the European Association of Cardiovascular Prevention and Rehabilitation. *Eur Heart J.* 2010;31(16):1967-74.
- American College of Sports Medicine. Resource manual for guidelines for exercise testing and prescription. 9th. Baltimore: Williams and Wilkins; 2013. p. 34-6.
- Bompa T. Periodization in sports training. São Paulo: Manole; 2002.
- Gomes AC. Sports training, structuring and periodization. 2a ed. Porto Alegre: Artmed; 2009.

### Potencial conflito de interesses

Declaro não haver conflito de interesses pertinentes.

### Fontes de financiamento

O presente estudo não teve fontes de financiamento externas.

### Vinculação acadêmica

Este artigo é parte de tese de Pós-Doutorado de Rafael Michel de Macedo pela Pontifícia Universidade Católica do Paraná.

### Aprovação ética e consentimento informado

Este estudo foi aprovado pelo Comitê de Ética da Pontifícia Universidade Católica do Paraná sob o número de protocolo 434/2010. Todos os procedimentos envolvidos nesse estudo estão de acordo com a Declaração de Helsinki de 1975, atualizada em 2013. O consentimento informado foi obtido de todos os participantes incluídos no estudo.

13. Macedo RM. Cardiorespiratory physiotherapy. a new concept for the treatment in the hospital phase. Curitiba (PR): Juruá; 2012.
14. Macedo RM, Faria-Neto JR, Costantini CO, Casali D, Muller AP, Costantini CR, et al. Phase I of cardiac rehabilitation: a new challenge for evidence based physiotherapy. *World J Cardiol.* 2011;3(7):248-55.
15. de Macedo RM, Faria-Neto JR, Costantini CO, Olandoski M, Casali D, de Macedo AC, et al. A periodized model for exercise improves the intra-hospital evolution of patients after myocardial revascularization: a pilot randomized controlled trial *Clin Rehabil.* 2012;26(11):982-9.
16. Guidelines for Cardiac Rehabilitation and Secondary Prevention Programs. 5th ed. Champaign (Ill): Human Kinetics; 2013.
17. Faulkner JA. Physiology of swimming and diving. *Exercise Physiology.* Baltimore: Academic Press; 1968.
18. Cahalin LP, Chase P, Arena R, Myers J, Bensimhon D, Peberdy MA, et al. A meta-analysis of the prognostic significance of cardiopulmonary exercise testing in patients with artery failure. *Heart Fail Rev.* 2013;18(1):79-94.
19. Sociedade Brasileira de Cardiologia. [Guidelines of cardiac rehabilitation]. *Arq Bras Cardiol.* 2005;84(5):431-40.
20. Williams MA, Haskell WL, Ades PA, Amsterdam EA, Bittner V, Franklin BA, et al; American Heart Association Council on Clinical Cardiology; American Heart Association Council on Nutrition, Physical Activity, and Metabolism. 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(5):572-84.
21. Wisloff U, Stoylen A, Loennechen JP, Bruvold M, Rognum O, Haram P, et al. Superior cardiovascular effect of aerobic interval training *versus* moderate continuous training in artery failure patients: a randomized study. *Circulation.* 2007;115(24):3086-94.
22. Myers J, Prakash M, Froelicher V, Do D, Partington S, Atwood JE. Exercise capacity and mortality among men referred for exercise testing. *N Eng J Med.* 2002;346(11):793-801.
23. Buchheit M, Laursen PB. High-intensity interval training, solutions to the programming puzzle: Part I: cardiopulmonary emphasis. *Sports Med.* 2013;43(5):313-38.
24. Inoue DS, De Mello MT, Foschini D, Lira FS, De Piano Ganen A, Da Silveira Campos RM, et al. Linear and undulating periodized strength plus aerobic training promote similar benefits and lead to improvement of insulin resistance on obese adolescents. *J Diabetes Complications.* 2015;29(2):258-64.
25. Ribeiro PA, Boidin M, Juneau M, Nigam A, Gayda M. High-intensity interval training in patients with coronary artery disease: prescription models and perspectives. *Rehab. Ann Phys Rehabil Med.* 2017;60(1):50-7.
26. Cornish AK, Broadbent S, Cheema BS. Interval training for patients with coronary artery disease: a systematic review. *Eur J Appl Physiol.* 2011;111(4):579-89.
27. Marchionni N, Fattoroli F, Fumagalli S, Oldridge N, Del Lungo F, Morosi L, et al. Patients after myocardial infarction: results of a randomized, controlled trial improved exercise tolerance and quality of life with cardiac rehabilitation of older. *Circulation.* 2003;107(17):2201-6.
28. Ahmadi S, Ghorbani S, Ghasemikaram M, Bahmanzadeh M. Effects of short-term nonperiodized, linear periodized and daily undulating resistance training on plasma adiponectin, leptin and insulin resistance. *Clin Biochem.* 2014;47(6):417-22.
29. Sanches PL, de Mello MT, Elias N, Fonseca FA, Campos RM. Hyperleptinemia; implications on the inflammatory state and vascular protection in obese adolescents submitted to an interdisciplinary therapy. *Inflammation.* 2014;37(1):35-43.
30. Willund KR, Feeney LA, Tomayko EJ, Weiss EP, Hagberg JM. Effects of endurance exercise training on markers of cholesterol absorption and synthesis. *Physiol Res.* 2009;58(4):545-52.
31. Thompson PD, Buchner D, Piña IL, Balady GJ, Williams MA, Marcua BH, et al; American Heart Association Council on Clinical Cardiology Subcommittee on Exercise, Rehabilitation, and Prevention; American Heart Association Council on Nutrition, Physical Activity, and Metabolism Subcommittee on Physical Activity.) Exercise and physical activity in the prevention and treatment of atherosclerotic cardiovascular disease: a statement from the Council on Clinical Cardiology (Subcommittee on Exercise, Rehabilitation, and Prevention) and the Council on Nutrition, Physical Activity, and Metabolism (Subcommittee on Physical Activity). *Circulation.* 2003;107(24):3109-16.
32. Marzolini S, Oh PI, Thomas SG, Goodmann JM. Aerobic and resistance training in coronary disease: single *versus* multiple sets. *Med Sci Sports Exerc.* 2008;40(9):1557-64.
33. Cauza E, Hanusch-Enserer U, Strasser B, Ludvik B, Metz-Schimmerl S, Pacini G, et al. The relative benefits of endurance and strength training on the metabolic factors and muscle function of people with type 2 diabetes mellitus. *Arch Phys Med Rehabil.* 2005;86(9):1527-33.
34. Lira FS, Carnevali LC Jr, Zanchi NE, Santos RV, Lavoie JM, Seelaender M. Exercise intensity modulation of hepatic lipid metabolism. *J Nutr Metab.* 2012;2012:809576.

