

Avaliação dos Efeitos da Reabilitação Cardíaca em Pacientes Pós-Infarto do Miocárdio

Artigo
Original

Assessment of the Effects of Cardiac Rehabilitation in Patients post Myocardial Infarction

2

John Richard Silveira Berry,¹ Ademir Batista da Cunha^{1,2}

Resumo

Fundamentos: O princípio dos programas de reabilitação cardíaca é permitir aos pacientes com diagnóstico de cardiopatias retornar à vida produtiva e ativa apesar das limitações impostas por seu processo patológico.

Objetivo: Avaliar os efeitos metabólicos, hemodinâmicos e bioquímicos obtidos através do programa de reabilitação cardíaca após infarto do miocárdio.

Métodos: Estudo prospectivo, observacional, incluindo 27 homens e 10 mulheres, com idade variando entre 20 anos e 80 anos (idade média 56 anos), com estabilidade clínica e hemodinâmica, fração de ejeção >40% (método de Simpson), em uso regular de fármacos e assiduidade >75% às sessões de reabilitação cardíaca. A prescrição do exercício foi individual, três vezes por semana, 90min por sessão, e intensidade de esforço determinada pelo limiar ventilatório obtido através do teste de exercício cardiorrespiratório.

Resultados: Dos 37 pacientes avaliados, observou-se aumento de 14% no $V'O_2$ pico ($p=0,0001$) e 9,2% no pulso de oxigênio ($p=0,005$). Aumento na frequência cardíaca máxima de 6,2% ($p=0,0001$), na frequência de recuperação de 2,4% ($p=0,0005$) e na pressão arterial sistólica máxima de 6%. Houve redução nos níveis séricos do colesterol total ($p=0,006$), fração LDL-c ($p=0,004$), triglicérides ($p=0,01$), glicose ($p=0,006$), hemoglobina-glicada ($p=0,02$) e elevação da fração HDL-c ($p=0,0001$). Não foi verificada variação significativa em relação a PCR-T.

Conclusão: A reabilitação cardíaca melhora a capacidade funcional, a eficiência do sistema cardiorrespiratório e o perfil bioquímico dos pacientes pós-infarto do miocárdio.

Palavras-chave: Infarto do miocárdio, Reabilitação cardíaca, Capacidade funcional, Teste de exercício cardiorrespiratório

Abstract

Background: The basic principle of cardiac rehabilitation programs is to allow patients diagnosed with cardiopathies to return to a productive and active lives, despite the constraints imposed by their pathological processes.

Objective: To evaluate the metabolic, hemodynamic and biochemical effects obtained through cardiac rehabilitation programs post myocardial infarction.

Methods: This prospective observational study encompasses 27 men and 10 women between 20 and 80 years old (mean age: 56 years), with clinical and hemodynamic stability, ejection fraction of >40% (Simpson method), making regular use of drugs and >75% attendance at cardiac rehabilitation sessions. The exercise prescriptions were individual, with each session lasting ninety minutes three times a week, measuring effort intensity by the ventilation threshold obtained through the cardio-respiratory test.

Results: Among the 37 patients evaluated, there was a 14% increase in the $V'O_2$ peak ($p=0.0001$) and 9.2% in the oxygen pulse ($p=0.005$), as well as the maximum heart rate of 6.2% ($p=0.0001$), the recovery rate of 2.4% ($p=0.0005$) and the maximum systolic blood pressure of 6%. There was a reduction in the serum total cholesterol ($p=0.006$), LDL-C ($p=0.004$), triglycerides ($p=0.01$), glucose ($p=0.006$), glycated hemoglobin, ($p=0.02$) and increased HDL-c ($p=0.0001$). There was no significant variation in the PCR-T.

Conclusion: Cardiac rehabilitation programs enhance functional capacity and cardio-respiratory system efficiency, as well as the biochemical profiles of patients after acute myocardial infarction.

Keywords: Myocardial infarction, Cardiac rehabilitation, Functional capacity, Cardio-respiratory exercise test

¹ Programa de Pós-graduação em Ciências Cardiovasculares - Universidade Federal Fluminense (UFF) - Niterói (RJ), Brasil

² Instituto Nacional de Cardiologia (INC) - Rio de Janeiro (RJ), Brasil

Introdução

Segundo dados da Organização Mundial de Saúde (OMS), em 2000, ocorreram 16,7 milhões de óbitos, dos quais 7,2 milhões atribuídos à doença arterial coronariana (DAC).¹ Estudos prospectivos estimam que, em 2020, esses números ultrapassem a casa dos 40 milhões.² O crescimento acelerado da doença arterial coronariana, em países em desenvolvimento, representa uma das questões de saúde pública mais relevantes do momento, sendo responsáveis por cerca de 76% de óbitos por doenças cardiovasculares.

No Brasil, a doença arterial coronariana é a segunda causa de óbito, perdendo apenas para a doença vascular cerebral.³ De acordo com dados do Datasus,⁴ no período de 1995 a 2005, ocorreram 362.998 internações em hospitais do Sistema Único de Saúde (SUS) por infarto agudo do miocárdio (IAM).

A melhor compreensão da fisiopatologia do infarto agudo do miocárdio permitiu grande avanço na abordagem terapêutica dessa entidade nosológica, porém apesar de todo o progresso científico e tecnológico permanece como uma das principais causas de morbidade e mortalidade no mundo ocidental.⁵

Neste milênio depara-se com um novo paradigma: a doença arterial coronariana se transformou em verdadeira epidemia mundial, observando-se um aumento em progressão geométrica. Nesse cenário, é essencial a adoção de medidas preventivas para evitar a progressão e recorrência da doença coronariana e minimizar suas sequelas, objetivando a reintegração do indivíduo às suas atividades sociais e laborativas e preservando sua qualidade de vida.⁶

As ações em cardiologia preventiva são baseadas na prevalência e nas taxas de mortalidade das síndromes coronarianas agudas. A diminuição do ônus da doença arterial coronariana, particularmente do IAM, poderia ser iniciada pela redução dos fatores de risco que, comprovada e independentemente, estejam associados com sua ocorrência.

O estudo Avaliação dos Fatores de Risco para Infarto Agudo do Miocárdio no Brasil (AFIRMAR)⁷ e o registro *Global Registry of Acute Coronary Events* (GRACE)⁸ foram fundamentais para o estabelecimento de políticas de saúde preventivas no Brasil, tanto referentes às estratégias populacionais como à prática clínica diária.

Uma das principais estratégias na abordagem da cardiopatia isquêmica, em especial após infarto agudo do miocárdio, é o programa de reabilitação cardíaca,

definido como o somatório das atividades necessárias para garantir aos pacientes portadores de cardiopatia as melhores condições físicas, mentais e sociais, de forma que consigam, por seu próprio esforço, reconquistar uma posição normal na comunidade e levar uma vida ativa e produtiva.⁹ Esses programas são delineados para minimizar os efeitos fisiopatológicos e psicológicos das doenças cardiovasculares, atuando favoravelmente na modificação dos fatores de risco, estabilizando ou até mesmo revertendo o processo aterosclerótico.¹⁰

Os programas de reabilitação cardíaca consistem em uma abordagem individualizada dos pacientes, realizada por uma equipe multiprofissional, que compreende além do exercício físico, de orientações nutricionais, psicossociais e estímulos a mudanças dos hábitos de vida. Inúmeros trabalhos científicos têm comprovado sua eficácia, porém fica-se perplexo ao saber que apenas de 10% a 20% da população americana, de dois milhões de indivíduos elegíveis por ano pós-infarto agudo do miocárdio, participam desses programas.

No Brasil, o panorama não é diferente. O número de serviços de reabilitação cardíaca encontra-se muito aquém da demanda de indivíduos que poderiam ser beneficiados. Conhecedor de tal realidade, o Departamento de Ergometria e Reabilitação Cardiovascular da Sociedade Brasileira de Cardiologia, em parceria com a Sociedade Brasileira de Medicina Esportiva, recentemente editou um documento com a intenção de contribuir para o surgimento de ações políticas que priorizem a implantação de serviços de reabilitação cardíaca, algo imprescindível para saúde pública do país.¹¹

Metodologia

Estudo prospectivo, observacional, usando-se como controle o próprio indivíduo, analisado em dois momentos diferentes: pré e pós-participação ao programa. O estudo foi realizado no período de julho 2007 a maio 2008, após aprovação do Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade Federal Fluminense sob o número 144/07 (CAAE=3113.0000.258-07).

O diagnóstico principal da amostra foi infarto agudo do miocárdio por doença coronariana obstrutiva definida por cateterismo cardíaco, tratado na fase aguda com revascularização miocárdica. Os critérios de inclusão considerados foram: idade entre 20 anos e 80 anos; estabilidade clínica e hemodinâmica; fração de ejeção >40% (método de Simpson); uso regular de betabloqueador, estatina, ácido acetilsalicílico (AAS), inibidor da enzima de conversão da angiotensina ou

bloqueador dos receptores de angiotensina, e clopidogrel (pacientes submetidos à angioplastia); e assiduidade superior a 75% às sessões de reabilitação cardíaca. Foram excluídos os pacientes que tiveram reajuste nas doses dos medicamentos ou mesmo modificação no esquema terapêutico.

A prescrição do exercício foi individual, com frequência de três vezes por semana e duração de 90 minutos por sessão. A intensidade de esforço foi determinada pelo limiar ventilatório obtido através do teste de exercício cardiorrespiratório com protocolo de rampa; a frequência cardíaca mínima de treinamento foi definida como a obtida 5% abaixo do limiar ventilatório I, e a frequência máxima como aquela 15% acima do limiar ventilatório I.

As sessões de exercício foram divididas em quatro etapas: exercícios aeróbios em esteira rolante / bicicleta ergométrica de frenagem elétrica - duração de 20 minutos a 40 minutos por sessão; exercícios de contrarresistência (força) prescritos e supervisionados pela equipe de professores de educação física após avaliação corporal; exercícios de flexibilidade; e exercícios de alongamento.

O programa de reabilitação cardíaca é baseado nas normas da Sociedade Brasileira de Cardiologia apresentadas no I Consenso Nacional de Reabilitação Cardiovascular, editado em 1997, e posteriores atualizações ditadas pelas diretrizes da SBC.

Os testes de exercício cardiorrespiratório (ergoespirometria) foram realizados pelo mesmo profissional, no período da manhã. Os pacientes foram orientados a não ingerir cafeína, tabaco ou álcool, e estar em uso regular das medicações.

A coleta de gases expirados foi feita por sistema aberto, utilizando-se um bocal de silicone, mantendo-se as narinas ocluídas com clipe nasal. Utilizou-se o pneumotacógrafo de tamanho médio, respeitado o biotipo dos pacientes e também uma escala visual de percepção do cansaço no sentido de o paciente expressar seu nível de cansaço muscular ou respiratório e o momento para a interrupção do esforço. A análise dos gases expirados foi realizada pelo analisador VO 2000, o qual foi calibrado no início de cada exame e aferido durante o estudo pela empresa CAEL. Foi utilizado o *software* ELITE versão 2.3, da empresa MICROMED para o processamento dos dados colhidos durante o teste.

A preparação do teste seguiu as orientações da Diretriz Brasileira de Ergometria, optando-se pelo sistema de derivações de Mason-Likar modificado com 13 derivações. Foram considerados critérios para a

interrupção do teste de exercício cardiorrespiratório: teste sintoma-limite, precordialgia típica, arritmias malignas, distúrbios graves da condução atrioventricular (bloqueio atrioventricular do segundo grau (Mobitz II) e do terceiro grau), infradesnível do segmento ST ($\geq 2,0$ mm do tipo horizontal), não progressão (elevação) da pressão arterial sistólica ou queda da pressão arterial durante a realização do esforço. A fase de recuperação foi definida por recuperação ativa (*cool-down*) nos primeiros dois minutos da recuperação, com inclinação da esteira a 0% e velocidade a 3,0km/hora. Ao final do segundo minuto de recuperação o ergômetro foi desligado, sendo o paciente monitorado até o sexto minuto da recuperação em posição ortostática. O coeficiente respiratório (R), representado pela relação $VCO_2/V'O_2$, variou de 1,08 a 1,10 demonstrando que os indivíduos alcançaram intensidades de esforço semelhantes entre os testes pré e pós-reabilitação.

Avaliações psicológicas e nutricionais foram realizadas antes da participação no programa e a cada 60 dias durante a permanência no programa, objetivando controle ponderal, melhora do perfil bioquímico, reeducação nutricional e suporte psicológico.

Para verificar a existência de variação significativa nos parâmetros do teste de exercício cardiorrespiratório e nas medidas laboratoriais de pré para pós-reabilitação, aplicou-se o teste t de Student pareado ou o teste dos postos sinalizados de Wilcoxon. Utilizou-se o teste de McNemar corrigido para verificar a existência de variação significativa na proporção de alteração das medidas laboratoriais da pré para a pós-reabilitação.

Testes não paramétricos foram utilizados, pois algumas variáveis não apresentaram distribuição normal (gaussiana) em razão da dispersão dos dados e da falta de simetria da distribuição. O critério de determinação de significância adotado foi o nível de 5%, ou seja, quando o valor de $p \leq 0,05$ considerava-se significância estatística.

A análise estatística foi processada pelo software estatístico *SAS^R System 6.04*. Os resultados fornecem média, desvio ou erro-padrão, mediana, valores mínimo e máximo dos parâmetros das variáveis obtidas pelo teste de exercício cardiorrespiratório (TECR) nas fases pré-participação e pós-participação ao programa de reabilitação cardíaca, assim como as variações absolutas e relativas entre os dois momentos analisados.

As variações absolutas e relativas para cada parâmetro foram calculadas através das seguintes fórmulas:

1) Variação absoluta = (B - A)

2) Variação relativa = (B - A / A) x 100

- 3) Delta (Δ) = $(FC_{(pico)} - FC_{(recuperação\ 1')})$
 4) Delta (Δ) relativo = $(FC_{(pico)} - FC_{(recuperação\ 1')}) / FC_{(pico)} \times 100$
 5) Variação do delta (Δ) relativo = (delta relativo no pós - delta relativo no pré)

Onde:

A = parâmetro no teste pré-participação

B = parâmetro no teste pós-participação

$FC_{(pico)}$ = frequência cardíaca medida no pico do exercício

$FC_{(recuperação\ 1')}$ = frequência cardíaca medida no primeiro minuto da recuperação

Delta (Δ) = representa o resultado da subtração $FC_{(pico)}$ e $FC_{(recuperação\ 1')}$

Resultados

Foram selecionados e avaliados 37 pacientes com média de idade de 56 anos ($\pm 9,7$ anos), sendo 27 (73%) do sexo masculino e 36 (97,3%) de cor branca. Todos foram tratados na fase aguda da doença através de revascularização miocárdica; 21 (56,8%) realizaram angioplastia com implante de *stent*, e 18 (43%) foram submetidos à cirurgia de revascularização miocárdica como apresentado na Tabela 1.

Capacidade Funcional

A capacidade funcional medida diretamente através do teste de exercício cardiorrespiratório mostrou um aumento de 14,3% no $V'O_{2\ pico}$ ($p=0,0001$). Vários estudos têm correlacionado o aumento da capacidade funcional com a redução de mortalidade (Tabela 2).

Pulso de Oxigênio

O pulso de oxigênio, obtido através da relação do consumo de oxigênio e frequência cardíaca no pico

do esforço ($V'O_{2\ pico} / FC$), aumentou 9,2% após seis meses de reabilitação ($p=0,005$). Esse aumento tem sido correlacionado com a melhora da eficiência do coração ao esforço realizado (Tabela 3).

Tabela 1
Características da população estudada

Variáveis	Categoria	n	(%)
Cor	Branca	36	97,3
	Parda	1	2,7
Sexo	Masculino	27	73,0
	Feminino	10	27,0
Infarto do miocárdio	Sim	37	100
	Não	0	0
Hipertensão arterial	Sim	25	67,6
	Não	12	32,4
Diabetes tipo I	Sim	2	5,4
	Não	35	94,6
Diabetes tipo II	Sim	8	21,6
	Não	29	78,4
Dislipidemia	Sim	34	91,9
	Não	3	8,1
Tabagismo	Sim	20	54,1
	Não	17	45,9
Obesidade	Sim	15	40,5
	Não	22	59,5
Sedentarismo	Sim	31	83,8
	Não	6	16,2
Nº de vasos com lesão	1	10	27,0
	2	4	10,8
	3	23	62,2
Angioplastia	Sim	21	56,8
	Não	6	43,2
Cir. card. revasc.	Sim	18	48,6
	Não	19	51,4

Cir. card. revasc.=cirurgia cardíaca de revascularização

Tabela 2
Análise da capacidade funcional representada pelo o $V'O_2$ e MET

Variáveis	n	Média	DP/EP ^a	Mediana	Mínimo	Máximo	p valor ^b
$V'O_2$ (pico) pré-reabilitação	37	18,9	4,0	18,62	10,13	26,71	0,0001
$V'O_2$ (pico) pós-reabilitação	37	21,5	5,4	21,32	11,88	34,15	
Variação absoluta $V'O_2$ (pico) pré	37	2,6	0,6	2,20	- 4,79	16,71	0,0001
Variação relativa $V'O_2$ (pico) pós	37	14,3	3,2	11,80	- 17,90	99,20	
MET (pico) pré-reabilitação	37	5,4	1,3	5,23	2,8	26,71	0,0003
MET (pico) pós-reabilitação	37	6,1	1,5	6,09	3,37	34,15	
Variação absoluta MET (pico)	37	0,7	0,2	0,66	- 2,96	4,69	0,0003
Variação relativa MET (pico)	37	14,3	3,6	12,70	- 33,3	97,50	

DP=desvio-padrão; EP=erro-padrão

^(a) para a variação absoluta e relativa foi computado o erro-padrão e não o desvio-padrão

^(b) significativo em torno de 5%

Tabela 3
Análise da variação do pulso de oxigênio ($VO_2/FC = \text{ml/batimentos}$)

Variáveis	n	Média	DP/EP ^a	Mediana	Mínimo	Máximo	p valor ^b
Pulso de O ₂ pré-reabilitação	37	10,9	2,8	10,5	6,0	18,7	0,005
Pulso de O ₂ pós-reabilitação	37	11,7	3,0	10,8	6,7	18,5	
Var. absoluta pulso O ₂ pré-reabilitação	37	0,8	0,3	0,7	-2,3	6,7	0,005
Var. relativa pulso O ₂ pós-reabilitação	37	9,2	3,1	8,6	-23,7	73,6	

DP=desvio-padrão; EP=erro-padrão; Var.=variação

^(a) para a variação absoluta e relativa foi computado o erro-padrão e não o desvio-padrão

^(b) significativo em torno de 5%

Frequência Cardíaca

A frequência cardíaca (FC) foi analisada em quatro momentos do teste de exercício cardiorrespiratório: repouso, exercício submáximo, exercício máximo e recuperação.

Observou-se uma elevação de 4,5% na FC de pico ($p=0,0001$) em relação ao TECR pré e pós-programa de reabilitação (Figura 1); redução na FC submáxima para uma mesma carga de trabalho (Figura 2); e um aumento na queda da FC de recuperação de 5,7% ($p=0,0005$), demonstrando maior atividade parassimpática no início da recuperação (Figura 3). Não foi observada diferença em relação à frequência de repouso ($p=0,08$), embora vários trabalhos científicos já tenham evidenciado sua redução.

Pressão Arterial Sistólica e Diastólica

A pressão arterial sistólica (PAS), obtida através do TECR pré e pós-participação ao programa de reabilitação cardíaca, elevou-se em 6% ($p=0,003$), sugerindo melhora do desempenho cardíaco. A pressão arterial diastólica não se modificou.

Ventilação Máxima (VE)

A ventilação máxima, obtida através do TECR, pré e pós-participação ao programa de reabilitação cardíaca, aumentou em 18,4%, demonstrando melhora na eficiência ventilatória ($p=0,0002$).

Classificação Funcional da *New York Association* (NYHA)

Foi observado melhora da classe funcional em 24,4% dos pacientes em classe funcional II, que passaram a ser classificados como classe funcional I ($p=0,038$) ao final do programa de reabilitação. Esse achado se correlaciona com a melhora da capacidade funcional e, consequentemente, redução da mortalidade (Figuras 4 e 5).

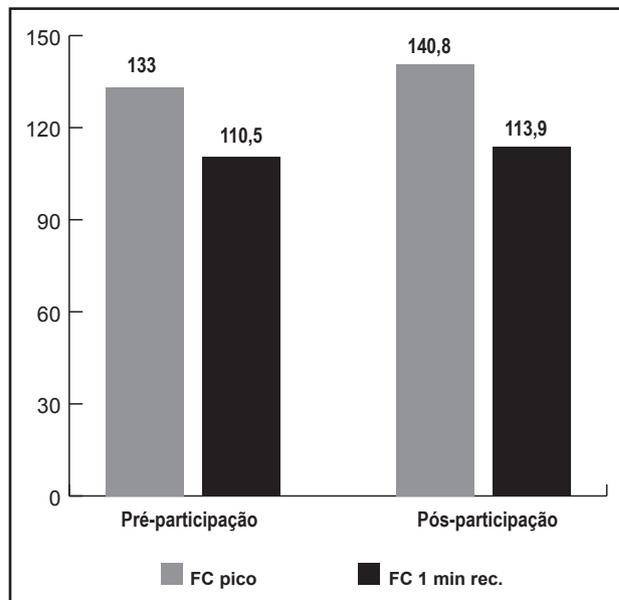


Figura 1
Frequência cardíaca de pico na pré e na pós-participação no programa de reabilitação cardíaca.

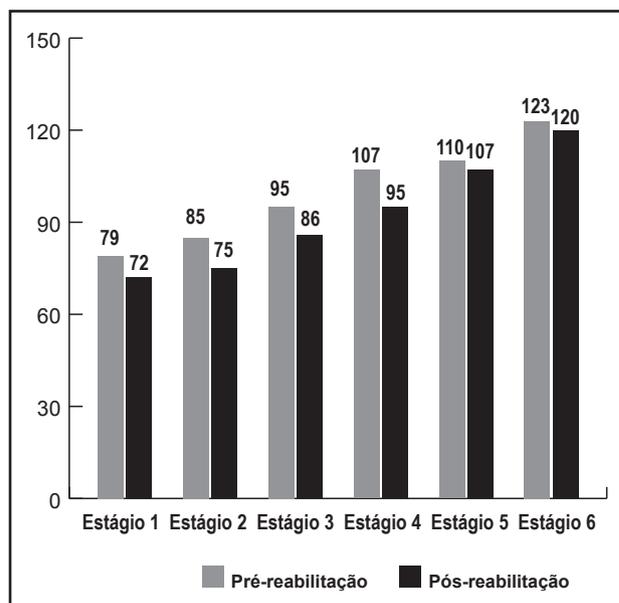


Figura 2
Comportamento da frequência cardíaca em níveis submáximos de esforço na pré e pós-participação no programa de reabilitação cardíaca.

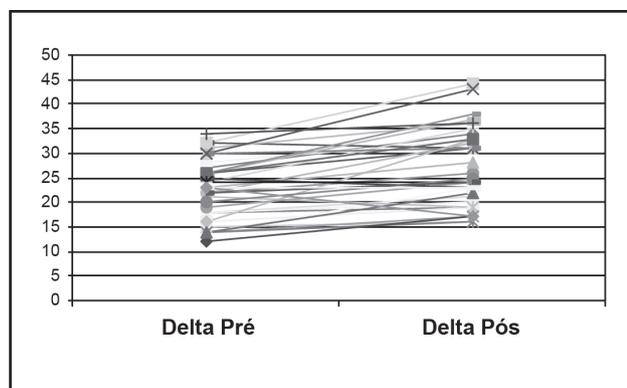


Figura 3
Variação da frequência cardíaca de recuperação (delta)

Análise Quantitativa das Medidas Laboratoriais

A análise estatística foi realizada pelo teste t de Student pareado ou pelo teste dos postos sinalizados de Wilcoxon (triglicerídeos e proteína-C reativa). Observou-se redução de 9,1% no colesterol total ($p=0,006$); redução de 23,29% na fração LDL-colesterol ($p=0,004$); redução de 22,5% nos triglicérides ($p=0,01$), redução de 7,4% na glicose ($p=0,006$); redução de 5% em relação à hemoglobina-glicada ($p=0,028$); redução da PCR-T ($p=0,80$), este último sem significância estatística. Em relação ao HDL-colesterol houve um aumento expressivo de 18% ($p=0,0001$) (Tabela 4).

Análise Qualitativa das Medidas Laboratoriais

A análise qualitativa também demonstrou redução significativa do colesterol total ($p=0,0005$), triglicérides ($p=0,038$) e glicose ($p=0,026$).

Tabela 4
Avaliação quantitativa das variáveis laboratoriais

Variáveis	n	Média	DP/EP ^a	Mediana	Mínimo	Máximo	p valor ^b
Colesterol total pré-reabilitação	37	185,5	54,6	189	83	302	
Colesterol total pós-reabilitação	37	160,4	29,3	160	105	200	0,006
Var. absoluta colesterol total	37	-25,2	6,2	-20	-106	44	
Var. relativa colesterol total	37	-9,1	3,2	-10,7	-48,0	36,7	0,006
HDL-colesterol pré-reabilitação	37	41,5	7,5	41	27	59	
HDL-colesterol pós-reabilitação	37	48,1	8,6	48	33	66	0,0001
Var. absoluta HDL-colesterol	37	6,5	1,5	6	-12	29	
Var. relativa HDL-colesterol	37	18,1	4,2	15,8	-24,5	107,4	0,0001
LDL-colesterol pré-reabilitação	37	114,6	46,8	109	38	199	
LDL-colesterol pós-reabilitação	37	87,9	23,1	87	40	129	0,004
Var. absoluta LDL-colesterol	37	-26,8	5,8	-22	-98	38	
Var. relativa LDL-colesterol	37	-14,5	4,8	-18,4	-51,8	61,3	0,004
Triglicerídeos pré-reabilitação	37	159,4	71,3	152	36	306	
Triglicerídeos pós-reabilitação	37	123,5	45,6	123	43	204	0,01
Var. absoluta triglicerídeos	37	-35,9	10,3	-29	-190	93	
Var. relativa triglicerídeos	37	-11,4	7,2	-27,0	-66,0	150,0	0,01
Glicose pré-reabilitação	37	102,8	21,2	98	76	149	
Glicose pós-reabilitação	37	92,4	15,1	90	70	131	0,006
Variação absoluta glicose	37	-10,4	3,8	-4	-79	44	
Variação relativa glicose	37	-7,4	3,1	-4,3	-53	57,1	0,006
Hb glicosilada pré-reabilitação	37	6,1	0,9	5,9	4,8	8,4	
Hb glicosilada pós-reabilitação	37	5,7	0,6	5,6	4,5	7,4	0,028
Var. absoluta Hb glicosilada	37	-0,4	0,1	-0,3	-3,4	1,6	
Var. relativa Hb glicosilada	37	-5,0	2,2	-4,9	-43,0	32,7	0,028
PCR-T pré	37	0,3	0,7	0,14	0,03	4,09	
PCR-T pós	37	0,2	0,2	0,15	0,02	0,85	0,80
Variação absoluta PCR-T	37	0,1	0,1	0	-0,55	3,89	
Variação relativa PCR-T	37	131,4	87,9	0,0	-91,4	2633,3	0,80

DP=desvio*-padrão; EP=erro-padrão; Var.=variação; Hb=hemoglobina

^(a) para as variações absoluta e relativa foi computado o erro-padrão e não o desvio-padrão

^(b) significativo em torno de 5%

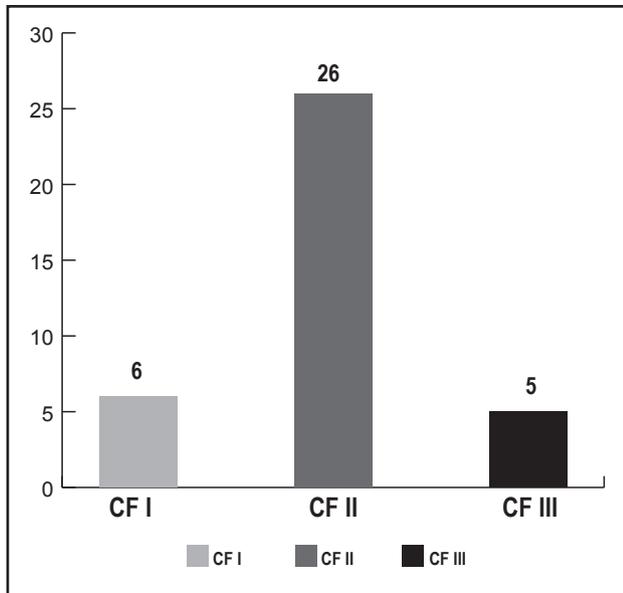


Figura 4
Classe funcional segundo a *New York Heart Association*: pré-participação no programa de reabilitação cardíaca.

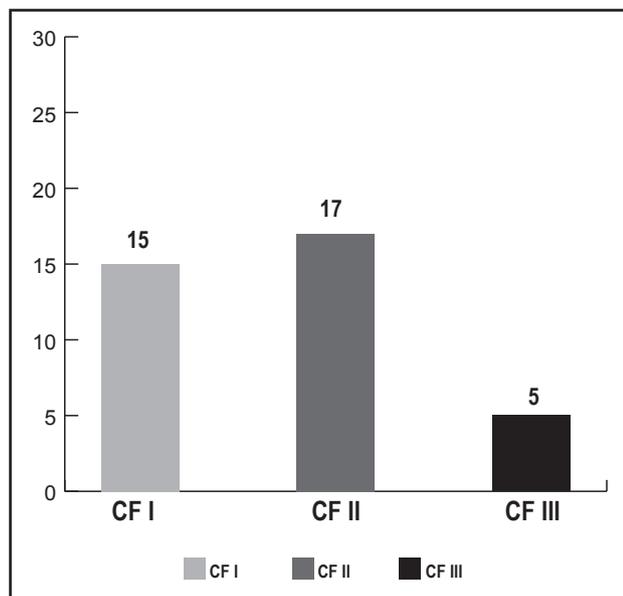


Figura 5
Classe funcional segundo a *New York Heart Association*: pós-participação no programa de reabilitação cardíaca.

Discussão

A implantação de programas de reabilitação cardíaca na abordagem de pacientes com diagnóstico de infarto agudo do miocárdio está bem estabelecida em vários trabalhos científicos, assim como sua influência positiva sobre a redução da mortalidade.

Efeitos agudos de exercício físico regular e as adaptações crônicas observadas em médio prazo são de grande importância na manutenção da saúde dessa

população, atuando de forma favorável sobre os fatores de risco: hipertensão arterial, dislipidemia, diabetes, obesidade, sedentarismo, insegurança e depressão.

Os programas de reabilitação cardíaca representam uma ferramenta fundamental para que mudanças no estilo de vida se concretizem, criando hábitos de vida mais saudáveis e auxiliando na redução de novos eventos cardiovasculares.

O consumo máximo de oxigênio ($V'O_2$ máximo) é o melhor indicador da capacidade humana de suportar esforços prolongados,¹² sendo considerado um marcador independente de mortalidade e prognóstico. No entanto, sua medida apresenta algumas dificuldades técnicas, como em indivíduos com baixo condicionamento físico ou naqueles limitados por cardiopatia¹³ os quais, normalmente, não conseguem atingir o consumo máximo de oxigênio. Por essa razão, admite-se que a medida do maior consumo de oxigênio obtido durante o exercício, denominada consumo de oxigênio de pico ($V'O_2$ pico), seja utilizada como indicador da capacidade funcional e da reserva cardíaca.¹⁴ O $V'O_2$ pico é especialmente eficaz na avaliação da capacidade funcional quando associado à medida do metabolismo anaeróbio¹⁵ obtido através do teste de exercício cardiorrespiratório, estratégia adotada neste estudo.

Em 2002, Myers et al. apresentaram um estudo sobre a importância da capacidade funcional como forte preditor de mortalidade, independente de outros fatores de risco, tanto em indivíduos com doença cardiovascular quanto em indivíduos normais, demonstrando que o aumento de 1 MET na capacidade funcional correlacionou-se com uma melhora de 12% na sobrevida.¹⁶ No presente estudo foi observada melhora da capacidade funcional.

O pulso de oxigênio consiste, teoricamente, no volume de oxigênio extraído pelo metabolismo periférico, sendo uma variável metabólica obtida pelo teste de exercício cardiorrespiratório e representada pela relação do VO_2 e frequência cardíaca (VO_2 / FC batimento/minuto).

De acordo com equação de Fick, o pulso de oxigênio pode ser expresso por $V'O_2 / FC = VES \times C(a-v)_2$. A análise do pulso de oxigênio é definida em termos absolutos e através da característica morfológica de sua curva representada graficamente durante exercício incremental; sua análise representa a eficiência do coração em relação ao transporte de oxigênio. A resposta cronotrópica ao exercício (frequência cardíaca em batimento/minuto⁻¹) é modulada pelo sistema nervoso autônomo, sendo a idade o principal fator

modulador da frequência cardíaca (FC) atingida no exercício máximo (FC máxima). A prática regular de exercícios físicos influencia a resposta cronotrópica, diminuindo a frequência cardíaca de repouso e diminuindo as frequências submáximas medidas em exercício incremental, no qual, para uma mesma carga de esforço, o paciente desenvolve uma frequência cardíaca mais baixa. São observados, também, aumentos da frequência cardíaca de pico e queda mais acentuada da frequência cardíaca no primeiro minuto da recuperação. Tais efeitos também são atribuídos ao sistema nervoso autônomo e sistema simpático-parassimpático.

Em 1999, Cole et al.¹⁷ publicaram um estudo correlacionando a queda da frequência cardíaca no primeiro minuto de recuperação como um forte preditor de mortalidade. Definiu-se como ponto de corte uma queda da FC inferior a 12 batimentos/minuto. O principal mecanismo fisiopatológico desse achado atribui-se à disfunção do sistema autonômico, representado pelo atraso na ativação do sistema parassimpático na fase inicial da recuperação. Tukinhoy et al.¹⁸ observaram melhora da resposta do sistema parassimpático, avaliada pelo aumento da queda da frequência cardíaca no primeiro minuto da fase de recuperação em pacientes submetidos ao teste de esforço que participavam de programa de reabilitação com atividades físicas regulares; tais achados foram reproduzidos no presente estudo. Myers et al.¹⁶ correlacionaram o déficit cronotrópico (não elevação da frequência cardíaca) e inotrópico (não aumento da pressão arterial sistólica) durante exercícios físicos incrementais como marcadores de risco maior de morte independente da idade. No presente estudo, os pacientes tiveram incremento na frequência cardíaca e pressão arterial sistólica de pico, assim como acentuação na queda da frequência cardíaca no primeiro minuto da recuperação.

O exercício físico representa um estímulo importante para o sistema respiratório e o transporte de oxigênio, requerendo uma interação deles para suportar o aumento da demanda metabólica e de trocas gasosas.

As mudanças morfofuncionais e a melhor capacidade de adaptação às cargas de trabalho decorrentes das atividades físicas melhoram todo o sistema respiratório, tornando os indivíduos menos suscetíveis a distúrbios respiratórios. Esses indivíduos apresentam maior reserva respiratória com maior desempenho do sistema. A melhora da ventilação no pico do esforço (VE máximo) é justificada na literatura como resultado de melhor ajuste na resposta dos quimiorreceptores e barorreceptores envolvidos no processo da respiração através da prática regular de exercícios.

Os níveis plasmáticos de proteína-C reativa (PCR-T), marcador inflamatório inespecífico, estão associados ao aumento do risco para doença coronariana.¹⁹ Vários estudos têm demonstrado redução dos níveis plasmáticos da PCR-T em indivíduos que praticam exercícios físicos com regularidade sugerindo um efeito anti-inflamatório, cujo mecanismo parece estar relacionado à melhora da função endotelial. No presente estudo foi observada diminuição dos níveis plasmáticos da PCR-T, porém não foi realizado cálculo amostral.

A prescrição dos exercícios deve ser cercada dos mesmos cuidados que tem a prescrição de medicamentos.²⁰ É necessário que a prescrição contenha a dose eficaz do estímulo sem desencadear efeitos colaterais significativos.

As bases fisiológicas para a obtenção dos benefícios propiciados por um programa de exercícios em paciente com diagnóstico de coronariopatia estão relacionadas ao princípio de uma sobrecarga desencadear mecanismos adaptativos sobre os sistemas cardiovascular, muscular e humoral. Sendo assim, espera-se que o esforço físico realizado acima daquele da vida diária determine o desencadeamento de tais modificações.

Existem várias maneiras de se estabelecer a intensidade de exercício durante uma sessão de reabilitação em coronariopatas. A frequência cardíaca tem estreita relação com o volume de oxigênio consumido durante a atividade física e é de fácil aferição no esforço; portanto, é a variável mais recomendada para estabelecer a intensidade de exercício. Segundo recomendações do *American College of Sports Medicine* e do I Consenso Nacional de Reabilitação Cardiovascular, a intensidade do treinamento pode ser dada pela FC que represente 70% a 90% da FC de pico atingida, o que equivale de 60% a 80% do pico de consumo de oxigênio do indivíduo.²¹ Outro método bastante difundido, denominado método de Karvonen, preconiza a frequência cardíaca em repouso.²²

A utilização de uma escala de percepção subjetiva do cansaço é também um modo de se prescrever a intensidade de exercício, existindo boas correlações entre a sensação subjetiva e as variáveis fisiológicas, como a frequência cardíaca.²³ Durante a realização de exercícios gradativamente crescentes, o metabolismo humano produz energia predominantemente aeróbia até um certo momento, a partir do qual começa a haver aumento do lactato sanguíneo conhecido como limiar anaeróbio. Esse momento pode ser identificado de forma direta através de amostras seriadas de sangue (gasometria arterial) ou através do TECP (análise dos gases expirados),²⁴ instrumento útil como determinante

da intensidade de esforço. No presente estudo, foi utilizado o equivalente ventilatório de oxigênio (VE/VO_2), obtido através do TECR (análise dos gases expirados) para identificar o limiar anaeróbio representado pelo limiar ventilatório I de Wassermann,²⁵ o qual mostrou ser um método não invasivo seguro e adequado para identificar a intensidade de esforço adotada no programa de reabilitação.

Limitação do estudo

Neste estudo, a intensidade de esforço foi determinada através da frequência cardíaca medida no limiar anaeróbio, sendo este definido como limiar I de Wassermann, obtido através do teste de exercício cardiorrespiratório. Os indivíduos foram treinados numa frequência cardíaca (alvo) correspondente a 5% abaixo e 15% acima do limiar.

O limiar anaeróbio representa o maior consumo de oxigênio atingido sem acidose láctica sustentada, podendo ser determinado em teste de esforço com carga crescente através da coleta de sangue (gasometria arterial) com a dosagem de lactato. O nível de consumo de oxigênio imediatamente antes do início do acúmulo de lactato é chamado limiar de lactato quando determinado por esse método. Em 1964, Wassermann e McLroy propuseram uma técnica não invasiva para a determinação do limiar anaeróbio por meio da medida ventilação pulmonar (VE), do consumo de oxigênio (VO_2) e da produção de dióxido de carbono (VCO_2), pois o acúmulo de lactato plasmático é acompanhado por hiperventilação pulmonar devido ao excesso de CO_2 proveniente do tamponamento do ácido láctico e a acidose láctica. Sendo assim, o limiar anaeróbio pode ser determinado por meio da análise das alterações ventilatórias, sendo identificado pela perda da linearidade entre ventilação e consumo de oxigênio (aumento sistemático de VE / VO_2). Entretanto, deve-se ressaltar que as respostas ventilatórias dependem de quimiorreceptores centrais e periféricos os quais são responsáveis por tais respostas; indivíduos com pouca sensibilidade dos quimiorreceptores ventilatórios, como, por exemplo, pacientes com doença pulmonar obstrutiva crônica (DPOC) e obesos a identificação do limiar anaeróbio por esse método fica prejudicada.

Beaver et al.²⁶ desenvolveram um método para a detecção do limiar anaeróbio que independe da quimiossensibilidade ventilatória, o método de V-slope, no qual é feita a análise computadorizada regressiva das curvas da produção de dióxido de carbono *vs* o consumo de oxigênio. Atualmente esse método tem sido considerado o mais adequado para definir o limiar anaeróbio de forma não invasiva.

Conclusões

O presente estudo descreve os resultados benéficos de um programa de reabilitação cardíaca em pacientes após infarto agudo do miocárdio (IAM), submetidos na fase aguda à revascularização miocárdica, ressaltando seus efeitos sobre as variáveis cardiometabólicas: hemodinâmicas, metabólicas e inflamatórias, através dos dados obtidos com o teste de exercício cardiorrespiratório (TECR), avaliação laboratorial. Demonstra ainda seus efeitos sobre os fatores de risco cardiovascular através de mudanças no estilo de vida.

Os pacientes apresentaram aumento no VO_2 de pico, evoluindo da classe funcional II para I. Observou-se aumento do pulso de oxigênio e ventilação máxima obtidos no pico do exercício, expressando maior eficácia no transporte central de oxigênio. Em relação aos parâmetros hemodinâmicos, foram observados aumentos na pressão arterial sistólica de pico e frequência cardíaca de pico, assim como aumento da queda da frequência cardíaca no primeiro minuto de recuperação. A análise dos parâmetros bioquímicos demonstra um efeito favorável do programa de reabilitação representado por uma redução no colesterol total, LDL-colesterol e níveis séricos de glicose; e aumento da fração HDL-colesterol.

O uso do limiar ventilatório I, definido como o nadir da curva VE / VO_2 , obtido através do teste de exercício cardiorrespiratório, demonstrou ser uma ferramenta eficaz e segura na determinação da intensidade do esforço no programa de reabilitação cardíaca.

Pode-se concluir que uma abordagem multidisciplinar envolvendo exercícios físicos, reeducação alimentar e estímulos a hábitos saudáveis de vida deve ser parte obrigatória no tratamento das cardiopatias. Deve-se estar ciente que educar é um grande desafio, porém reeducar é um desafio ainda maior e, nesse contexto, a reabilitação cardíaca é uma ferramenta de grande valor para atingir este objetivo.

Potencial Conflito de Interesses

Declaro não haver conflitos de interesses pertinentes.

Fontes de Financiamento

O presente estudo não teve fontes de financiamento externas.

Vinculação Universitária

Este artigo tem sua origem na Dissertação de Mestrado de John Richard Silveira Berry pelo Programa de Pós-graduação em Ciências Cardiovasculares da Universidade Federal Fluminense (UFF).

Referências

1. World Health Organization (WHO). [homepage on the internet]. The World Report 2006: working together for health. [cited 2006 Feb]. Available from: <<http://www.who.org>>
2. Guimarães HP, Avezum A, Piegas LS. Epidemiologia do infarto agudo do miocárdio. Rev SOCESP. 2006;16(1):1-7.
3. Mansur AP, Souza MFM, Timerman A, Ramires FAF. Tendência do risco de morte por doenças circulatórias cerebrovasculares e isquêmicas do coração em 11 capitais do Brasil, 1980 a 1998. Arq Bras Cardiol. 2002;79:269-76.
4. Ministério da Saúde. [homepage na internet]. Rede integrada de informações para a saúde. Indicadores de saúde. [acesso em fev 2006]. Disponível em: <<http://www.datasus.gov.br>>
5. Mion Jr D, Nobre F. Risco cardiovascular global da teoria à prática. São Paulo: Lemos; 2000.
6. Meneghelo RS, Fuchs ARNC, Hossri CAC, Mastrocolla LE, Büchler RDD. Prevenção secundária da doença arterial coronária pela atividade. Rev SOCESP. 2005;15:2:130-42.
7. Piegas LS, Avezum A, Pereira JCR, Rossi-Neto JM, Hoepfner C, Farran JA, et al. on behalf of the AFIRMAR study Investigators. Risk factors for myocardial infarction in Brazil. Am Heart J. 2003;146:331-38.
8. GRACE Registry. [cited 2005 Feb]. Available from: <<http://www.outcomes-umassmed.org/Grace>>
9. Brown RA. Rehabilitation of patients with cardiovascular diseases. Report of a WHO Expert Committee. World Health Organ Tech Rep. Ser. 1964;270:3-46.
10. Lear SJ, Spinelli JJ, Linden W, Brozic A, Kiess M, Frohlich JJ, et al. The extensive lifestyle management intervention (ELMI) after cardiac rehabilitation: a 4-year randomized controlled trial. Am Heart J. 2006;152(2): 333-39.
11. Carvalho T, Cortez AA, Nóbrega ACL, Brunetto AF, Herdy AH, Hossri CAC, et al. Diretrizes de reabilitação cardiopulmonar e metabólica: aspectos práticos e responsabilidades. Arq Bras Cardiol. 2006;86(1):74-82.
12. Sutton JR. New concepts on an old theme. Med Sci Sport Exerc. 1992;24:26-29.
13. Itho H, Taniguthi K, Koike A, Doi M. Evaluation of severity of heart failure using ventilatory gas analysis. Circulation. 1990;81(suppl II):31-37.
14. Wilson JR, Mancini DM. Factors contributing to the exercise limitation of heart failure. J Am Coll Cardiol. 1993;22(suppl A):93-98.
15. Romano A, Silva PRS, Ramires JAF, Mady C, Yasbek JP. Exercício físico na insuficiência cardíaca crônica estável. In: Yasbek P, Battistella LR. Do atleta ao transplantado. Condicionamento físico. São Paulo: Sarvier; 1994.
16. Myers J, Prakash M, Froelicher V. Exercise capacity and mortality among referred for exercise testing. N Engl J Med. 2002;346:793-800.
17. Cole CR, Blackstone EH, Pashkow FJ, Lauer S. Heart rate recovery immediately after exercise as a predictor of mortality. N Engl J Med. 1999;341(18):1351-357.
18. Tukinoy S, Behor N, Hsie M. Improvement in heart rate recovery after cardiac rehabilitation. J Cardiopulm Rehabil. 2003;23:84-87.
19. Smoking and health. Report of the Advisory Committee to the Surgeon General of the Public Health Service. Washington DC: US Government Printing Office, 1994.
20. Fardy PS, Yanowitz FG. The exercise prescription. In: Fardy PS, Yanowitz FG. Cardiac rehabilitation, adult fitness, and exercise testing. Baltimore: Williams & Wilkins; 1995.
21. American College of Sports Medicine. Guidelines for exercise testing and prescription. 6th ed. Philadelphia: Lea & Febiger; 1999:65-66.
22. Karvonen M, Kentala K, Mustal O. The effects of training on heart rate: a longitudinal study. Ann Med Exp Biol Fenn. 1957;35:307-15.
23. Borg GA. The perceived exertion: a note on history and methods. Med Sci Sports. 1973;5:90.
24. Borg GA. Psychophysical bases of perceived exertion. Med Sci Sports. 1982;14:377-87.
25. Wassermann K, Hansen JE, Sue DY, Casaburi R, Whipp BJ. Principles of exercise testing and interpretation, including pathophysiology and clinical application. Baltimore: Lippincott Williams & Wilkins; 1999.
26. Beaver WL, Wasserman K, Whipp BJ. A new method for detecting anaerobic threshold by gas exchange. J Appl Physiol. 1986;60:2020-2027.