

## Avaliação da Prescrição de Exercícios pela Cintilografia Miocárdica na Reabilitação de Coronariopatas

*Evaluation of Prescription of Exercise, for Rehabilitation of Coronary Artery Disease Patients by Myocardial Scintigraphy*

Romeu S. Meneghelo, Hélio M. Magalhães, Paola E. P. Smanio, Angela R. C. N. Fuchs, Almir S. Ferraz, Rica D. D. Buchler, Susimeire Buglia, Luiz E. Mastrocolla, Anneliese F. Thom

Instituto Dante Pazzanese de Cardiologia, São Paulo, SP - Brasil.

### Resumo

**Fundamento:** Recomenda-se que a intensidade dos exercícios na reabilitação de coronariopatas não deva produzir isquemia miocárdica.

**Objetivo:** Comparar a capacidade da cintilografia tomográfica do miocárdio com a do eletrocardiograma na detecção de isquemia durante sessão de reabilitação.

**Métodos:** Vinte e seis pacientes coronariopatas, em programa de reabilitação e com cintilografia prévia com hipocaptação transitória, receberam nova injeção de MIBI-Tc-99m durante uma sessão de treinamento, quando também foram monitorizados pela eletrocardiografia dinâmica. As cintilografias de repouso, após teste ergométrico em esteira e após sessão de reabilitação, foram analisadas de forma semiquantitativa utilizando-se um escore, de 0 a 4, classificando cada um dos segmentos escolhidos (0 = normal; 1 = hipocaptação discreta; 2 = moderada; 3 = intensa; 4 = ausência da captação).

**Resultados:** As médias dos somatórios dos escores encontrados foram: repouso = 12,9; após teste em esteira = 19,3; após sessão de reabilitação = 15,1. Houve diferenças estatisticamente significativas entre elas. Uma análise individual mostrou que em 14 casos (53,8 %) foi identificado algum grau de hipocaptação durante a reabilitação, e em 12 (46,6%), não. Monitorização com sistema Holter não revelou, em nenhum caso, depressão do segmento ST, igual ou maior do que 1 mm.

**Conclusão:** Exercícios prescritos em doentes coronariopatas, conforme recomendações da literatura, podem desencadear isquemia miocárdica, avaliada pela cintilografia, durante sessão de reabilitação. (Arq Bras Cardiol 2008;91(4):245-251)

**Palavras-chave:** Coronariopatia/reabilitação, terapia por exercício/métodos, cintilografia, Tecnécio, isquemia miocárdica.

### Summary

**Background:** It is advisable that the intensity of the exercises for rehabilitation of patients with coronary artery disease does not cause myocardial ischemia.

**Objective:** Compare the capacity of myocardial tomographic scintigraphy with the electrocardiogram capacity in ischemia detection during rehabilitation session.

**Methods:** Twenty six patients with coronary artery disease, undergoing the rehabilitation program and with previous scintigraphy, with transient hypo-uptake have been administered a new injection of MIBI-Tc-99m during a training session when they were also monitored with dynamic electrocardiography. The rest scintigraphies, after ergometric treadmill test and rehabilitation session, were assessed in a semi-quantitative way using scores from 0 to 4 to classify each one of the chosen segments (0 = normal; 1 = discrete hypo-uptake; 2 = moderate; 3 = intense; 4 = lack of uptake).

**Results:** The means of the total scores found were: at rest = 12.9; after treadmill test = 19.3; after rehabilitation session = 15.1. There were statistically significant differences among them. An individual assessment showed that in 14 cases (53.8 %) hypo-uptake to some degree was identified during rehabilitation and in 12 cases (46.6%) it was not. Monitoring with the Holter system didn't show in any of the cases a ST segment depression equal or greater than 1mm.

**Conclusion:** The exercises prescribed for patients with coronary artery disease, according to recommendations found in the literature, may trigger myocardial ischemia, assessed by scintigraphy during a rehabilitation session. (Arq Bras Cardiol 2008;91(4):223-228)

**Key words:** Coronary disease/rehabilitation; exercise therapy / methods; radionuclide imaging; Technetium, myocardial ischemia.

Full texts in English - <http://www.arquivosonline.com.br>

Correspondência: Romeu Sérgio Meneghelo •

Rua Nicolau de Souza Queiroz, 194/161 Cep: 04105-000, São Paulo - SP - Brasil

E-mail: rsmeneg@einstein.br / meneghelo@cardiol.br

Artigo enviado em 23/10/2007; revisado enviado em 29/01/2008; aceito em 01/02/2008.

## Introdução

O conceito de reabilitação cardiovascular confunde-se hoje com o de prevenção secundária, especialmente na doença arterial coronária<sup>1</sup>. Entretanto, o exercício físico é fundamento básico dos programas e, isoladamente, é capaz de propiciar benefícios como o desaparecimento ou minimização dos sintomas<sup>2,3</sup> e as adaptações periféricas<sup>4,6</sup> que determinam aumento da capacidade física<sup>7-10</sup> capazes de reduzir as manifestações isquêmicas para cargas submáximas. Ele tem ainda papel destacado no auxílio ao combate dos fatores de risco: diabetes, sedentarismo, hipertensão, dislipidemias e obesidade. A despeito dos benefícios incontestes, exercitar pacientes coronariopatas pode ser potencialmente maléfico. Eventos coronários agudos podem levar a morte súbita, embora de pequena incidência<sup>11</sup>. A prescrição de exercícios que propiciam longos períodos de isquemia miocárdica pode ser o substrato para o desencadeamento de fibrilação ventricular e poderia, a longo prazo, propiciar necrose miocárdica<sup>12</sup>, considerando-se trabalhos realizados em animais<sup>13,14</sup>. Portanto, a intensidade dos exercícios prescritos deve ficar abaixo daquela capaz de produzir isquemia miocárdica, geralmente avaliada por sintomas ou depressões do segmento ST. Essa premissa é recomendada por diretrizes vigentes<sup>15</sup>. A nossa preferência, entre as diversas formas de se prescrever esses exercícios, é limitá-los à capacidade funcional útil<sup>16</sup>, que é o maior nível de esforço que não causa sintomas, alterações clínicas, eletrocardiográficas e hemodinâmicas. Nos pacientes sem essas alterações, a escala de Borg<sup>17</sup> entre 13 a 15 é utilizada, o que corresponde à sensação subjetiva de ligeiramente cansativo a cansativo. A maior sensibilidade da cintilografia de perfusão miocárdica para diagnosticar isquemia miocárdica, em relação à ocorrência de angina e às depressões do segmento ST, propiciou o interesse em se estudar o nível de segurança dessa prescrição. O objetivo do presente trabalho foi comparar a capacidade da cintilografia tomográfica do miocárdio com a do eletrocardiograma, na detecção de isquemia durante sessão de reabilitação. O estudo foi aprovado pelo comitê de ética da instituição.

## Relato do Caso

Foram selecionados, entre 143 pacientes que participavam do programa de reabilitação supervisionada em nossa instituição, 39 que apresentavam: tempo de permanência no programa superior a seis meses; diagnóstico de doença arterial coronária feito por cinecoronariografia prévia com pelo menos uma lesão obstrutiva, igual ou maior do que 70%, numa das três principais artérias coronárias; depressão do segmento ST, desencadeado pelo esforço, de pelo menos um milímetro em teste ergométrico realizado no intervalo de um ano antes; ausência de bloqueio de ramo esquerdo e de pré-excitação ao eletrocardiograma de 12 derivações. Após os respectivos consentimentos informados terem sido assinados, foi realizada uma cintilografia miocárdica com MIBI-Tc-99m, associada ao teste ergométrico em esteira no protocolo de Bruce. No prazo não superior a uma semana, foi realizada cintilografia de repouso. Por análise visual, foram selecionados os casos que apresentavam estudo cintilográfico compatível com isquemia miocárdica transitória, em pelo menos um segmento do ventrículo esquerdo. Nessa análise inicial da

cintilografia, foram excluídos 13 casos, nos quais não se conseguiu diagnosticar evidente isquemia transitória induzida pelo exercício. Assim, os outros 26 pacientes prosseguiram no estudo e tinham idades entre 49 e 81 anos (média = 63,2 anos). Um total de 13 pacientes (50%) havia sido submetido à cirurgia de revascularização. Infarto do miocárdio havia ocorrido em 10 pacientes (38,5%), não submetidos a cirurgia ou angioplastia posteriormente. Angioplastia na fase aguda de infarto do miocárdio havia sido feita em dois pacientes (7,7%) e angioplastia eletiva, em um paciente (3,8%). Entre os 10 pacientes não submetidos a revascularização, cinco (50%) tinham lesões uniarteriais; um (10%) em duas artérias; e quatro (40%) em três vasos. As cinecoronariografias, prévias aos procedimentos de revascularização, nos demais 16 pacientes, mostraram que dois (12,5%) tinham lesões uniarteriais; oito (50%) biarteriais; e seis (37,5%) triarteriais.

## Métodos

Todos os pacientes, depois das cintilografias iniciais, foram conectados a um gravador de eletrocardiografia dinâmica, antes do início da sessão de reabilitação destinada à obtenção de nova cintilografia associada ao exercício prescrito. A gravação, em gravador de fita cassete da Cardios®, nas derivações MC2 e MC5, cobriu toda a sessão. Antes da fase denominada de aeróbica contínua, realizada por 20 minutos em bicicleta ergométrica com a carga prescrita, foi cateterizada uma veia periférica, de um dos membros superiores. No penúltimo minuto do exercício foi administrada a dose de MIBI-Tc-99m e se acionou o botão de eventos para que se pudesse avaliar com precisão o traçado eletrocardiográfico da ocasião. Cerca de uma hora após, foi obtida nova cintilografia de esforço. Traçados eletrocardiográficos de cinco a 10 segundos, no início da gravação e no momento em que foi injetado o MIBI-Tc-99m foram identificados e impressos em papel para que o segmento ST fosse analisado, visualmente, em complexos sucessivos, com linha de base estável.

## Teste ergométrico em bicicleta para prescrição do exercício

O teste prévio para a prescrição do exercício, sinal e/ou sintoma limitado e na vigência da medicação em uso foi realizado previamente em bicicleta ergométrica mecânica, com carga inicial de 25 watts e incrementos a cada cinco minutos de 25 watts. A prescrição do exercício de reabilitação teve como base a carga e a frequência cardíacas do final da etapa do teste imediatamente anterior àquela que produziu sintomas, alterações hemodinâmicas ou eletrocardiográficas. Nos indivíduos que não apresentaram sintomas e nenhuma alteração clínica e eletrocardiográfica, a carga e a frequência cardíacas foram aquelas em que o paciente apresentou nível de percepção do esforço entre 13 a 15 da escala de Borg, ou seja, entre ligeiramente cansativo e cansativo.

## Cintilografias miocárdicas

As cintilografias de perfusão do miocárdio foram realizadas pela técnica de tomografia por emissão de fóton único (SPECT), usando-se como indicador de perfusão a 2-metoxi-

isobutil-isonitrila marcada com tecnécio-99m (MIBI-Tc-99m).

As interpretações das cintilografias foram feitas por consenso de dois observadores, utilizando-se um sistema de pontuação para cada um dos 20 segmentos de quatro cortes tomográficos assim escolhidos: corte do eixo menor apical, corte do eixo menor medial, corte do eixo menor basal, corte medial do eixo maior vertical. O segmento de maior intensidade de captação de radioatividade, para cada corte, de cada uma das cintilografias, foi escolhido como referência. A esse segmento foi dado o valor 0 (zero). Os segmentos adjacentes do mesmo corte receberam pontuação segundo o seguinte critério:

- 0 = se estavam com a mesma intensidade de captação da radioatividade;
- 1 = se havia uma hipocaptação discreta;
- 2 = se havia uma hipocaptação moderada;
- 3 = se havia uma hipocaptação intensa; e
- 4 = se havia ausência de captação.

O somatório da pontuação dada a cada um dos segmentos dos quatro cortes escolhidos foi definida como o escore de cada cintilografia, duas de esforço e uma de repouso. Com esse método, a igualdade entre os escores de esforço e de repouso indica a ausência de hipocaptação induzida pelo esforço e, conseqüentemente, ausência de isquemia induzida pelo esforço. Maior escore no esforço do que no repouso indica a presença de hipocaptação induzida pelo esforço e, conseqüentemente, isquemia induzida pelo esforço.

### Sessão de reabilitação supervisionada

A sessão de reabilitação na qual foi administrada a dose de MIBI-Tc-99m para a obtenção da segunda cintilografia de esforço foi semelhante a todas as sessões que os pacientes cumpriam, e foi assim constituída:

- a) Aquecimento: caminhada, a passo normal, durante cinco minutos;
- b) Fase aeróbia com pausa ativa: caminhadas de dois a três minutos, intercaladas com pequenas corridas de um a dois minutos, durante 15 minutos;
- c) Fase aeróbica contínua: exercício em bicicleta ergométrica mecânica com carga aplicada conforme a prescrição baseada na capacidade funcional útil, com duração de 20 minutos;
- d) Exercícios localizados de resistência e alongamento durante 20 minutos.

### Análise estatística

As variáveis referentes aos testes ergométricos em esteira e em bicicleta, a carga prescrita e a frequência cardíaca correspondente, a frequência cardíaca no início da monitorização pelo sistema Holter e a frequência cardíaca no momento da injeção foram resumidas sob a forma de médias e desvios-padrão. A comparação entre a frequência cardíaca prescrita e a frequência cardíaca observada quando da injeção do MIBI-Tc-99m foi feita pelo teste *t* de Student pareado.

Os escores obtidos nas cintilografias de repouso, após teste ergométrico em esteira e durante a sessão de reabilitação, foram apresentados sob a forma de médias e intervalos de confiança de 95% (IC95%). As comparações entre os escores nas três situações foram feitas pela técnica de Análise de Variância (ANOVA) com medidas repetidas. Para localizar as diferenças, foi utilizado o método de comparações múltiplas de Bonferroni.

## Resultados

### Teste ergométrico em esteira para obtenção da cintilografia miocárdica

O tempo médio de exercício no protocolo de Bruce foi de 7,4 minutos (DP=2,1). A média da frequência cardíaca variou de 73,6 bpm em repouso a 137,1 bpm (DP=18,5) no pico do esforço. A média da pressão arterial em repouso foi de 141,3 (DP=21,3) / 83,4 (DP=8,9) mmHg, atingindo 197,3 (DP=32)/82,6 (DP=7,2) mmHg no pico do exercício (tab. 1). Todos os pacientes apresentaram depressão do segmento ST desencadeado pelo esforço, mas em sete (27 %) a depressão ficou entre 0,5 e 1 mm. Em 19 casos (73%) a depressão foi igual ou maior do que 1 mm. O valor médio da depressão foi de 1,31 mm (DP = 0,74). Angina do peito foi o motivo da interrupção do exercício em quatro pacientes (15,3%) e exaustão nos outros 22 (84,7%).

### Teste ergométrico em bicicleta para prescrição do exercício

A carga média máxima atingida foi de 76 watts (DP = 14,9). A média da frequência cardíaca variou de 71,3 bpm (DP = 12,8) em repouso a 111,7 bpm (DP = 22,9), no pico do esforço. Os valores médios da pressão arterial variaram de 129,8 (DP=17,5)/75,5 (DP = 10,1) (mmHg) nos controles prévios a 183,6 (DP = 22,5)/85,4 mmHg (DP = 15,4) no pico do exercício (tab. 1).

### Resultados Prescrição baseada na capacidade funcional útil

A carga média prescrita foi de 49 watts (DP = 8,6). A frequência cardíaca média para o treinamento foi de 104,7 bpm (DP = 15,7) o que representou, também em média, 66,7% (DP = 9,4) da frequência cardíaca máxima teórica para a idade (tab. 1).

### Monitorização eletrocardiográfica dinâmica

Depressão do segmento ST menor do que um milímetro ou depressão adicional também menor do que 1 mm ocorreu em apenas três casos (11,5%) no momento da injeção do MIBI-Tc-99m durante a sessão de reabilitação. Em nenhum doente houve depressão igual ou maior do que um milímetro. A média da frequência cardíaca em repouso foi de 82,7 bpm (DP = 14,3) e no momento da injeção foi de 102,6 bpm (DP = 15,1). Não houve diferença estatisticamente significativa entre essa frequência cardíaca observada no momento da injeção do MIBI-Tc-99m e da frequência cardíaca prescrita para este momento cuja média foi de 104,7 (DP = 15,6). (P = 0,45).

Tabela 1 – Valores médios e desvio-padrão das variáveis observadas durante os procedimentos envolvendo esforço físico

A - Teste em esteira para obtenção da cintilografia diagnóstica								
	T	FC DE REP	FC FINAL	PAS REP	PAD REP	PAS FINAL	PA FINAL	ST FINAL
Média	7,4	73,6	137,1	141,3	83,4	197,3	82,6	-1,31
DP	2,1	13	18,5	21,3	8,9	32	7,2	-0,74
B - Teste em bicicleta para prescrição do exercício								
	W	FC DE REP	FC FINAL	PAS REP	PAD REP	PAS FINAL	PAD FINAL	SEGM ST
Média	76	71,3	111,7	129,8	77,5	183,6	85,4	-
DP	14,9	12,8	22,9	17,5	10,1	22,5	15,4	-
C - Prescrição do exercício de reabilitação								
	Carga em W Prescrita		FC Prescrita		Percentual da FC máxima			
Média	49		104,7		66,7			
DP	8,6		15,7		9,4			
D - Monitorização eletrocardiográfica durante sessão de reabilitação								
	ST Repouso	ST MIBI	FC Repouso	FC MIBI	% da FC máxima	FC Prescrita		
Média	0,17	0,21	82,7	102,6	65,4	104,7		
DP			14,3	15,1	8,9	15,6		

T - tempo em minutos; FC - frequência cardíaca em batimentos por minuto; REP - Repouso; PAS - pressão arterial sistólica em milímetros de mercúrio; PAD - pressão arterial diastólica em milímetros de mercúrio; ST - depressão do segmento ST em milímetros; DP - desvio-padrão; W - watts.

### Cintilografias miocárdicas

Na tabela 2 estão expressos os valores dos escores obtidos com a interpretação das imagens cintilográficas de repouso, de esforço em esteira e de exercício em bicicleta ergométrica, durante sessão de reabilitação. A média dos escores observados em repouso foi de 12,9 (DP = 9,1), durante o esforço em esteira foi de 19,3 (DP = 10), e durante a reabilitação de 15,1 (DP = 10,2).

A diferença média entre o escore de repouso e o escore da cintilografia associada ao teste em esteira foi de 6,3 IC (95%) [4,3; 8,3] (P<0,0001). Entre o escore de repouso e o escore obtido com a cintilografia realizada quando da sessão de reabilitação foi de 2,2 IC (95%) [0,8; 3,6] (P<0,001). A diferença média entre o escore da cintilografia durante sessão de reabilitação e o escore da cintilografia associada ao teste em esteira foi de 4,1 IC (95%) [2,3; 5,8] (P<0,001). Analisados individualmente, todos os casos apresentaram maior escore na cintilografia de esforço em esteira do que no repouso, uma vez que essa condição era determinante para que o caso fosse incluído no estudo. Entretanto, durante a sessão de reabilitação 12 pacientes (46,2%) apresentaram o mesmo escore obtido no repouso. Em 11 (42,3%), o escore obtido no exercício em bicicleta foi maior do que o escore do repouso, mas menor do que o escore observado no teste em esteira. Um total de três pacientes (11,5%) tiveram o mesmo escore nos dois testes. Portanto, em 14 casos (53,8%), o escore observado na cintilografia durante sessão de reabilitação foi maior do que no repouso, indicando a presença de hipocaptação

transitória durante a sessão de reabilitação. Sugestiva isquemia miocárdica não ocorreu em 12 casos (46,6%) que tiveram o mesmo escore na cintilografia miocárdica durante a sessão de reabilitação e no repouso.

### Discussão

As regras atualmente vigentes determinam que a prescrição de exercício para pacientes com doença coronária deve ser feita em níveis que não produzam isquemia miocárdica caracterizada por angina do peito e ou depressão do segmento ST<sup>15</sup>. A vigilância dessa regra pode ser feita facilmente hoje pela monitorização clínica e eletrocardiográfica numa sessão de reabilitação. Entretanto, em algumas condições como: após infarto agudo do miocárdio, hipertrofias ventriculares, prévias alterações do segmento ST e outras, a cintilografia de perfusão miocárdica permite que se avalie com mais acurácia a presença de eventual isquemia miocárdica, no âmbito da reabilitação cardiovascular. Nesse sentido, a presente investigação é inédita e amplia a eventual utilização da cardiologia nuclear.

Os doentes selecionados para a investigação não constituíam um grupo homogêneo quanto às condições clínicas no momento da inclusão, mas todos eram coronariopatas, identificados por prévia cinecoronariografia e, portanto, com justificativa para apresentarem cintilografia miocárdica com hipocaptação induzida pelo esforço. Um total de 10 pacientes (38,5%) não tinha sido submetido a nenhum tipo de revascularização, e os demais 16 (61,5%) eram

**Tabela 2 – Valores dos escores obtidos pela análise das cintilografias realizadas em repouso, esteira e em bicicleta durante sessão de reabilitação**

Iniciais	Repouso	Esteira	Bicicleta
ACP	15	17	16
AGA	26	34	34
AAM	16	24	24
AMB	9	10	9
AIF	11	17	14
ALP	18	34	26
AVS	12	25	18
AAP	28	35	28
CAS	0	2	0
CC	0	4	2
DNN	12	18	13
DF	22	26	26
DB	14	22	14
ES	0	12	0
FT	20	24	20
JG	12	19	12
JS	11	21	16
JPA	39	45	42
LGC	10	18	13
LFR	8	11	8
MF	15	21	14
MW	14	18	14
NNS	2	12	4
OM	8	13	12
RJ	9	12	9
SZ	4	8	4
<b>Média</b>	<b>12,9</b>	<b>19,3</b>	<b>15,1</b>
<b>DP</b>	<b>9,1</b>	<b>10</b>	<b>10,2</b>

revascularizados por cirurgia e/ou angioplastia. Embora, pela história clínica, em 13 havia sido identificado claramente episódio de infarto do miocárdio, em 23 foi reconhecido escore maior do que zero na cintilografia de repouso, indicando que apenas três não tinham infarto do miocárdio progressivo. Essas características conferem ao grupo similaridade com os grupos em reabilitação segundo as indicações atuais para a reabilitação supervisionada.

Na escolha do protocolo utilizado, procurou-se modificar o mínimo possível a sessão de reabilitação, para que os resultados não sofressem interferência de procedimentos complexos que gerassem insegurança e ansiedade nos pacientes. Diferentemente de uma sessão habitual, foi instalado um gravador de Holter e se fez uma cateterização de veia periférica, apenas no início do exercício em bicicleta.

Cuidou-se também para que o ambiente da sessão não apresentasse características de um grande experimento. Contudo, não se pode afastar a hipótese de que algum grau de ansiedade possa ter interferido nos resultados.

As características do teste em bicicleta para prescrição do exercício, utilizado na nossa instituição, empregado também nessa investigação, têm como escopo identificar valores de frequência cardíaca e alterações eletrocardiográficas, as mais próximas possíveis do estado estável, numa determinada carga. Minimizam-se assim os erros cometidos quando a prescrição é feita a partir de um teste com duração mais curta do que cinco minutos em cada etapa, empregados na maioria dos protocolos convencionais. Os valores médios da frequência cardíaca preconizada de 104,7 (DP 15,6) e os valores médios observados no 19º minuto do exercício em bicicleta na sessão de reabilitação de 102,6 (DP=15,1) não foram diferentes do ponto de vista estatístico ( $p < 0,005$ ). Esses dados mostram a boa precisão do teste de prescrição em prever os valores de frequência cardíaca depois de 20 minutos de esforço, numa carga prescrita para o mesmo ergômetro, em ambas as situações.

Os valores médios da carga prescrita de 49 watts (DP = 8,6) e de frequência cardíaca de 104,7 (DP = 15,6), correspondendo a um percentual médio da frequência cardíaca máxima de 66,7% (DP = 9,4), são relativamente modestos para o treinamento de indivíduos normais, mas perfeitamente aceitáveis para a reabilitação de coronariopatas, segundo os níveis de prescrições recomendados por diretrizes em vigor<sup>15</sup>.

O emprego da monitorização eletrocardiográfica, no presente estudo, possibilitou, de modo simples e mais acurado, a obtenção da frequência cardíaca e a avaliação do segmento ST quando da injeção do MIBI-Tc-99m. O sistema utilizado permitiu boa correlação dessas duas variáveis, uma vez que, no momento da injeção, foi acionado o botão de eventos que grava um sinal eletrônico coincidente com o traçado eletrocardiográfico daquele instante.

As médias dos escores observados nas cintilografias de repouso, esteira e bicicleta durante sessão de reabilitação foram diferentes do ponto de vista estatístico. O maior escore médio foi observado durante o exercício em esteira, ratificando as características da população selecionada que, para inclusão no estudo, deveria ter hipocaptção transitória em cintilografia associada ao teste ergométrico convencional. Entretanto, durante a sessão de reabilitação, a média dos escores da cintilografia foram maiores, com significância estatística, do que no repouso, indicando a presença de possível isquemia miocárdica induzida pelo exercício prescrito ( $p < 0,001$ ). Entretanto, o valor médio observado nessa situação (15,07), menor do que o escore médio de 19,3, observado durante o teste ergométrico convencional ( $p < 0,0001$ ), indicou que o grau de hipocaptção durante a sessão de reabilitação foi menor.

Pela análise individual dos pacientes, pode-se notar que durante a sessão de reabilitação, 12 pacientes (46,2%) apresentaram o mesmo escore obtido no repouso, indicando que esses não apresentavam provável isquemia miocárdica induzida pelo exercício prescrito. Em 11 (42,3%), o escore

obtido no exercício em bicicleta foi maior do que o escore do repouso, mas menor do que o escore observado no teste em esteira, indicando provável isquemia miocárdica induzida pelo exercício prescrito, mas de menor grau do que aquela do teste convencional. Um total de três pacientes (11,5%) teve o mesmo escore nas duas cintilografias de esforço, o que indica que esses pacientes tiveram, em ambas as situações, o mesmo grau de isquemia miocárdica.

Considerando todos os casos com escore maior na cintilografia de bicicleta durante sessão de reabilitação do que no repouso, 14 casos (53,8%) apresentaram provável isquemia e 12 (46,6%) não. No presente estudo, o eletrocardiograma, monitorizado pelo sistema Holter, não foi capaz de identificar nenhum dos 14 casos com hipocaptção transitória durante a reabilitação, se considerar-se o critério de um milímetro de depressão como indicativo de resposta isquêmica. Contudo, depressão ou depressão adicional, igual ou maior do que 0,5 mm ocorreu em três casos (sensibilidade de 21,4%). Deve ser lembrado que todos esses pacientes estavam em uso de medicação para tratamento de insuficiência coronária e a medicação em uso pode ter sido a causa da não existência de manifestações isquêmicas ao eletrocardiograma.

Com efeito, entre os 12 pacientes sem isquemia durante a sessão de reabilitação, apenas dois (16,6%) não tomavam antianginosos e 10 (83,4 %) usavam betabloqueadores e ou vasodilatadores. No grupo de 16 pacientes com isquemia, cinco (35%) não tomavam antianginosos e nove (64,2%) utilizavam betabloqueadores e/ou vasodilatadores. Outra possibilidade para a discordância entre os resultados da cintilografia e do eletrocardiograma são os fenômenos do “aquecimento”<sup>18</sup> e do pré-condicionamento isquêmico<sup>19,20</sup>.

Kay e cols.<sup>18</sup> demonstraram que exercícios prévios de baixa intensidade podem reduzir posteriores manifestações isquêmicas, quando exercícios mais intensos são realizados, em doentes com doença arterial coronária. Todos os pacientes da presente investigação realizaram vários exercícios de aquecimento antes do exercício mais intenso realizado em bicicleta ergométrica. Já o fenômeno do pré-condicionamento isquêmico constitui-se numa resposta atenuada das manifestações anginosas e eletrocardiográficas até duas horas depois de um exercício que provoque isquemia miocárdica. Entretanto, após 24 horas do desencadeamento da isquemia, do exercício prévio, há uma segunda janela de proteção que pode durar até 72 horas<sup>20</sup>.

Todos os pacientes do nosso trabalho já estavam, há pelo menos seis meses, em programa e realizavam pelo menos três sessões semanais de exercícios físicos. Se esse mecanismo ocorreu nos nossos pacientes, o pré-condicionamento pode ser um fenômeno com manifestação apenas eletrocardiográfica, mas sem interferência nos achados da perfusão miocárdica detectada pela cintilografia. Bogaty e cols.<sup>21</sup>, realizando três testes ergométricos sucessivos em 12 coronariopatas, encontraram atenuação significativa da depressão do segmento ST no terceiro teste, mas que não foi acompanhada de concomitante redução da hipoperfusão miocárdica na cintilografia com tálcio 201.

Os achados da presente investigação alertam para a necessidade de se obedecer à regra de prescrição de exercícios que determina a maior individualização possível. Todos os cuidados tomados não foram capazes de evitar a isquemia miocárdica, quando se empregou método mais sofisticado, como a cintilografia, para identificá-la. Não se pode deixar de supor, contudo, que o fenômeno isquêmico nas sessões de reabilitação não tenha ocorrido na maioria dos doentes, nos quais já se documentou efeitos benéficos inequívocos. Assim sendo, esse grau de isquemia aqui documentado pode, quiçá, ser estímulo para que as ações benéficas se manifestem. Os resultados obtidos não determinam uma mudança de conduta na avaliação de coronariopatas em reabilitação. Não se pode, a partir deles, recomendar o emprego rotineiro da cintilografia miocárdica para avaliar a acurácia da prescrição nos programas de reabilitação. Entretanto, o presente estudo abre a possibilidade de se utilizar a medicina nuclear na avaliação do grau de isquemia produzida por exercícios regulares de reabilitação, em alguns pacientes especiais.

Nossa investigação é limitada pelo pequeno número de pacientes incluídos, por não contemplar o sexo feminino e por não terem sido relatados os eventuais desfechos clínicos dos pacientes ao longo do tempo. Não se podem também extrapolar os dados para as outras formas de prescrição do exercício, dentre elas a utilização do limiar anaeróbico ventilatório que se encontra em ascensão no país. Novas investigações poderão esclarecer essas pendências.

## Conclusão

Os resultados obtidos nesta investigação permitem a elaboração das seguintes conclusões:

1) A aplicação de exercícios, prescritos com base na capacidade funcional útil, pode produzir isquemia miocárdica, em coronariopatas, durante sessão habitual de reabilitação supervisionada, identificada pela cintilografia miocárdica com MIBI-Tc-99m.

2) A monitorização eletrocardiográfica, nas derivações MC2 e MC5 do sistema Holter, não foi capaz de identificar os pacientes com isquemia induzida pelo exercício prescrito, durante uma sessão habitual de reabilitação supervisionada, considerando-se como critério de positividade a presença de depressão do segmento ST, igual ou maior do que 0,1 mV.

## 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 da tese de doutorado de Romeu S. Meneghelo pela Faculdade de Medicina da Universidade de São Paulo.

### Referências

1. Balady GJ, Williams MA, Ades PA, Bittner V, Comoss P, Foody JA, et al. Core components of cardiac rehabilitation/secondary prevention programs: a scientific statement from the American Heart 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. 2007 update. *J Cardiopulm Rehabil Prev.* 2007; 27: 121-9.
2. Bloch A, Maeder JP, Haissly JC, Felix J, Blackburn H. Early mobilization after myocardial infarction. *Am J Cardiol.* 1974; 34: 152-7.
3. Abraham AS, Sever Y, Weinstein M, Dollber M, Menczel J. Value of early ambulation in patients with and without complications after acute myocardial infarction. *N Engl J Med.* 1975; 292: 719-22.
4. Detry JMR, Rousseau M, Vandenbroecke G, Kusumi F, Brasseur LA, Bruce L. Increased arteriovenous oxygen difference after physical training in coronary heart disease. *Circulation.* 1971; 44: 109-18.
5. Ferguson RJ, Taylor AW, Cote P, Charlebois J, Dinelle Y, Peronnet F, et al. Skeletal muscle and cardiac changes with training in patients with angina pectoris. *Am J Physiol.* 1982; 12: H830-H836.
6. Snell PG, Martin WH, Buckey JC, Blomqvist CG. Maximal vascular leg conductance in trained and untrained men. *J Appl Physiol.* 1987; 62: 606-10.
7. Ades PA, Grunvald MH, Weiss RM, Hanson JS. Usefulness of myocardial ischemia as predictor of training effect in cardiac rehabilitation after acute myocardial infarction or coronary artery bypass grafting. *Am J Cardiol.* 1989; 63: 1032-6.
8. Arvan S. Exercise performance of the high risk acute myocardial infarction patient after cardiac rehabilitation. *Am J Cardiol.* 1988; 62: 197-201.
9. Ridocci F, Velasco JA, Echanove I, Soriano G, Torregrosa M, Paya R, et al. Effects of a 1-year exercise training program on myocardial ischemia in patients after myocardial infarction. *Cardiology.* 1992; 80: 406-12.
10. Ferguson RJ, Petitclerc R, Choquette G, Chaniotis L, Gauthier P, Huot R, et al. Effect of physical training of coronary disease. *Am J Cardiol.* 1974; 34: 764-72.
11. Van Camp SP, Peterson RA. Cardiovascular complications of outpatient cardiac rehabilitation programs. *JAMA.* 1986; 256: 1160-3.
12. Ellestad MH. Is exercise harmful in ischemic heart disease? *Am J Noninvas Cardiol.* 1987; 1: 15-7.
13. Ninomiya L, Hashid J, Geft I, Chaux E, Shell W, Fishbein MC, et al. Brief repeat episodes of ischemia have a cumulative effect and may cause myocardial necrosis. *Am J Cardiol.* 1981; 47: 445.
14. Braunwald E, Kloner RA. The stunned myocardium: prolonged postischemic ventricular dysfunction. *Circulation.* 1982; 66: 1146-9.
15. American College of Sports Medicine. Guidelines for exercise testing and prescription. 6th ed. Philadelphia: Lea & Febiger; 1999.
16. Boskis B, Lerman J, Perosio AMA, Scattini MC (eds). Manual de ergometria y rehabilitacion en cardiologia. Buenos Aires: Ediciones Científico-Técnicas; 1974. p. 95-114.
17. Borg GA. Perceived exertion: a note on "history" and methods. *Med Sci Sports.* 1973; 5: 90-3.
18. Kay P, Kittelson J, Stewart RA. Relation between duration and intensity of first exercise and "warm up" in ischaemic heart disease. *Heart.* 2000; 83: 17-21.
19. Murry CE, Jennings RB, Reimer KA. Preconditioning with ischemia: a delay of lethal cell injury in ischemic myocardium. *Circulation.* 1986; 74: 1124-36.
20. Bolli R. The late phase of preconditioning. *Circ Res.* 2000; 87: 972-83.
21. Bogaty P, Kingma JG, Guimond J, Poirier P, Boyer L, Charbonneau L, et al. Myocardial perfusion imaging findings and the role of adenosine in the warm-up angina phenomenon. *J Am Coll Cardiol.* 2001; 37: 463-9.