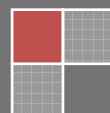


Efeitos de um programa prolongado de exercício na tolerância ao esforço de indivíduos com antecedentes de síndrome coronário agudo.

Trabalho apresentado com vista à obtenção do grau de Especialista em Fisioterapia, nos termos do decreto-lei 2ª serie nº. 148 de 2 Agosto de 2010



Índice

Resumo	3
Abstract.....	4
Introdução.....	5
Métodos	7
Resultados.....	12
Discussão	18
Conclusão	23
Agradecimentos.....	24
Bibliografia.....	25

Efeitos de um programa prolongado de exercício na tolerância ao esforço de indivíduos com antecedentes de síndrome coronário agudo.

Andreia Noites

Escola Superior de Tecnologias da Saúde do Porto

Resumo

Objectivos: Este estudo teve por objectivo verificar a influência de um programa prolongado de exercício físico em parâmetros de aptidão física e cardiovasculares avaliados em prova de esforço máximo, em sujeitos com diagnóstico recente de síndrome coronário agudo. **Métodos:** A amostra, constituída por 50 sujeitos, foi distribuída por um grupo experimental (n=25) e por um grupo controlo (n=25), tendo o grupo experimental ficado sujeito a um programa de exercício físico regular durante 52 semanas. Todos os indivíduos realizaram duas provas de esforço máximas (PEM) em tapete rolante, uma no início e a outra no final do protocolo experimental, tendo a primeira prova sido realizada 2-3 meses após o evento cardíaco. Nas PEM foram registados parâmetros de aptidão física (velocidade máxima, inclinação máxima do tapete e tempo de prova), dos indicadores metabólicos (METs máximo) e parâmetros cardiovasculares (frequência cardíaca repouso e máxima durante a prova, tensão arterial de repouso e máxima durante a prova e o duplo produto máximo e em repouso). **Resultados:** Comparativamente à primeira prova, na segunda PEM verificou-se no grupo experimental um aumento significativo ($p < 0,05$) dos valores absolutos dos indicadores de aptidão física, com uma percentagem de variação destes parâmetros significativamente superior à do grupo controlo. No entanto, apesar do melhor desempenho físico evidenciado pelo grupo experimental, não se verificaram diferenças significativas entre os dois grupos no que respeita aos parâmetros cardiovasculares. **Conclusão:** Os resultados permitem concluir que o programa de exercícios se revelou vantajoso para os indivíduos do grupo experimental, tendo-lhes aumentado a tolerância ao esforço físico máximo sem uma aparente sobrecarga cardiovascular adicional. **Palavras chave:** treino físico; prova de esforço máxima; doenças cardiovasculares; duplo produto.

Abstract

Objective: The aim of this study was to analyse the effect of a prolonged exercise program on the physical performance of patients with recent history of an acute coronary syndrome. **Methods:** A sample composed by 50 patients diagnosed with acute coronary syndrome was divided into a control group (n=25) and experimental group (n=25), which have participated in a 52-week exercise-training program. All patients underwent two maximal exercising tests in treadmill: the first one after 2 - 3 months of the diagnosis of acute coronary syndrome and the second test one-year later. The following parameters were assessed in both exercising tests: functional indices (maximal velocity, maximal treadmill inclination and test duration), metabolic indices (max. MET's) and cardiovascular indices (heart rate, blood pressure, and double product at rest and maximal value during the test). **Results:** The absolute values of the functional indices revealed a significant increase in the experimental group ($p < 0.05$), from the first to the second test. The experimental group showed a percentage of variation of physical indicators significantly higher compared to the control group. Although the experimental group presented a better functional performance during the second maximal exercising test, the cardiovascular indicators did not show significant differences between groups. **Conclusion:** These results allow us to conclude that the exercise program was advantageous to the patients of experimental group since it increased their tolerance to maximal effort without additional heart overload compared to the pre-training stage.

Key words: physical training; maximal exercising test; cardiovascular diseases; double product.

Introdução

Segundo a Organização Mundial de Saúde (OMS), as doenças cardiovasculares (DCV) causam, por ano, cerca de 16,7 milhões de mortes a nível mundial (27). Para além de serem as principais responsáveis pela morte prematura na maior parte das populações europeias, as DCV são uma importante fonte de incapacidade e contribuem largamente para a escalada de custos na saúde (27). Em Portugal, constituem a primeira causa de morte e uma das principais causas de morbilidade e invalidez (6).

Existem muitas doenças da parede arterial, de etiologia diversificada, de múltiplas localizações, de evolução e gravidade variáveis, mas a mais comum e generalizada em toda a população mundial é a aterosclerose, considerada a doença do século por ser uma das principais responsáveis pela mortalidade mundial (6, 10). O síndrome coronário agudo caracteriza-se por uma diminuição relativa do fluxo sanguíneo coronário, sendo a causa mais comum para a dificuldade de irrigação do miocárdio a existência de placas ateroscleróticas suboclusivas, particularmente em situações de maior consumo de oxigénio (6, 10).

Na presença do síndrome coronário agudo decide-se pela terapêutica adequada, médica e/ou cirúrgica, e pela prescrição de programas de exercício físico. Este último parece ter um papel fundamental quer na prevenção primária como na secundária deste síndrome (2). Os objectivos dos programas de exercício físico nos indivíduos com sequelas de síndrome coronário agudo são os de melhorar a eficácia da resposta ao exercício e potenciar os diferentes mecanismos de adaptação a nível cardiovascular, muscular e respiratório (12,

7, 18, 23). Assume-se que o exercício físico praticado regularmente desenvolve a capacidade muscular de extracção de oxigénio, a força muscular, a resistência e a massa muscular esquelética (9, 12, 19). Para além disso, estudos recentes sugerem também que o exercício pode aumentar o número e diferenciação das células precursoras endoteliais, permitindo assim uma mais eficaz regeneração do endotélio e uma melhor perfusão do miocárdio via neoangiogenese e arteriogenese (11, 18, 21, 24).

Apesar de ser aceite que os programas de exercício físico parecem trazer importantes benefícios a nível orgânico e psicológico, com repercussão favorável na qualidade de vida dos doentes (5,7,8,10,14,22).. Consequentemente, persiste ainda a dúvida se os benefícios destes programas de exercício físico são, de facto, devidos ao próprio programa de exercício realizado ou ao efeito farmacológico de medicamentos entretanto prescritos, uma vez que a maioria dos sujeitos que frequentam estes programas tomam concomitantemente uma medicação específica.

Considerando estas limitações, o presente estudo pretendeu, de uma forma controlada, verificar a influência de um programa prolongado de exercício físico em parâmetros de aptidão física e cardiovasculares avaliados durante uma prova de esforço máximo, em sujeitos com história recente de síndrome coronário agudo.

Métodos

O presente estudo, do tipo coorte, de carácter longitudinal e retrospectivo, utilizou uma amostra seleccionada duma população alvo de sujeitos com diagnóstico de síndrome coronário agudo, residentes na área do Grande Porto, seguidos na consulta externa do Centro Hospitalar de Vila Nova de Gaia (CHVNG) e numa clínica privada (Diprofísio).

Amostra:

A amostra, foi constituída por 50 indivíduos do sexo masculino voluntários que formavam um grupo experimental (n=25) e um grupo controlo (n=25). O grupo experimental realizou um programa de exercício físico durante 1 ano. O grupo controlo integrou os sujeitos seguidos na consulta externa de doença coronária do CHVNG e que não foram direccionados pelos especialistas para qualquer programa de exercício físico. Todos os sujeitos do grupo controlo foram seleccionados por emparelhamento/correspondência aos sujeitos do grupo experimental, tendo em conta a idade, a patologia subjacente, os factores de risco de doença cardiovascular, a medicação e o índice de massa corporal.

Como critério de inclusão dos sujeitos na amostra foi considerada a história recente de síndrome coronário agudo com condição clínica estável. Foram excluídos do estudo i) todos os portadores de patologias neurológicas, músculo-esqueléticas e respiratórias graves, de insuficiência cardíaca e de recorrência de enfarte agudo do miocárdio ou seja, todos aqueles cuja patologia associada poderia interferir com o desempenho nas provas de esforço, ii) todos os indivíduos que realizaram a prova de esforço após 3 meses

do diagnóstico da doença coronária, numa tentativa de realizar a 1ª avaliação no início da fase 2 da reabilitação cardíaca (20), iii) todos aqueles que terminaram a prova de esforço, não por fadiga, mas por dor músculo-esquelética ou por alterações electrocardiográficas e iv) todos os doentes onde houve qualquer mudança de medicação ao longo do protocolo experimental.

Todas as provas de esforço foram realizadas no CHVNG após consentimento informado, segundo a declaração de Helsínquia, tendo os dados sido tratados respeitando a confidencialidade dos doentes.

Procedimentos:

Todos os sujeitos realizaram duas provas de esforço segundo o protocolo de Bruce (4). A primeira prova realizou-se 2 a 3 meses após o evento coronário agudo, e a segunda prova foi realizada um ano após a primeira. O Protocolo de Bruce foi realizado em tapete rolante da marca *Schiller CS 100 treadmill Delmar E17*. As provas de esforço foram iniciadas a 2,7 Km/h e 10% de inclinação com incrementos de 2% de inclinação e de 1-1,5 Km/h de velocidade a cada 3 minutos até à exaustão (4). A velocidade e a inclinação máximas do tapete assim como o tempo de prova foram medidas digitalmente (Plataforma de Cardologia Schiller software CS 200).

Os **Equivalentes Metabólicos** (MET's) foram calculados segundo a fórmula

(Manual do programa CS 200).

$$\text{Mets} = \frac{(\text{Km/h} \times 16,75) + (0,1 + \text{inclinação} \times 0,018) + 3,5}{3,5}$$

Foi registado o MET máximo atingido durante a prova.

Antes de iniciar a primeira prova de esforço foram avaliados o peso, a altura e os parâmetros cardiovasculares de repouso: tensão arterial (TA) de repouso e frequência cardíaca (FC) de repouso e duplo produto de repouso. Durante cada prova foram avaliados os restantes parâmetros cardiovasculares (FC máxima; TA máxima; duplo produto máximo) assim como os parâmetros de aptidão física: velocidade máxima e inclinação máxima do tapete rolante e tempo de prova.

A TA sistólica e diastólica de repouso foram medidas com um esfigmomanómetro de mercúrio da marca *Erka*, na artéria braquial no membro superior direito, com o indivíduo sentado e braçadeira colocada ao nível do coração, tendo-se registado o valor médio de duas medições (15). A TA sistólica e diastólica máximas foram medidas da mesma forma, mas com o indivíduo em pé a realizar a prova. Foram medidas de 3 em 3 minutos, tendo-se registado o valor mais alto. A Frequência cardíaca (FC) de repouso foi medida com o indivíduo sentado, com um electrocardiógrafo da marca *Shiller*. A FC durante as provas de esforço foi monitorizada pelo mesmo electrocardiógrafo o qual, para além desta avaliação quantitativa, também permitiu a avaliação qualitativa das ondas eléctricas. Foi registada a FC máxima atingida durante o esforço. O Duplo produto (DP) máximo e de repouso, foi calculado através do produto da frequência cardíaca pela tensão arterial sistólica ($DP = FC \times TAS$), como uma estimativa do trabalho cardíaco realizado no momento (13, 23).

O peso dos sujeitos foi medido com uma balança de características mecânicas da marca *Jofre* (0,1Kg) e a altura foi avaliada com fita métrica padronizada e

fixada na parede (1mm), para assim se calcular o índice de massa corporal (IMC= Peso/Altura²).

Programa de exercício físico:

O grupo experimental realizou um programa de exercício físico com sessões de 60 minutos, três vezes por semana, com recomendação de realização de exercício nos dias em que não havia sessão, seguindo as recomendações da American Heart Association, do American College of Cardiology e da American Association of Cardiovascular and Pulmonary Rehabilitation (2, 20). As sessões de exercício, efectuadas em grupo, consistiram, aproximadamente, de 10 minutos de exercícios de aquecimento, 40 minutos de contínuo trabalho aeróbio que variava entre o trabalho no tapete rolante, no cicloergómetro ou no ergómetro de braços e de 10 minutos de exercícios de retorno à calma com alongamentos (23). A intensidade do exercício de endurance foi prescrita individualmente para se atingir a frequência cardíaca de treino de 60% a 80% da frequência cardíaca máxima atingida na primeira prova de esforço e regulada para cada dia de treino pela percepção do esforço através da escala de Borg (2, 3, 20, 23).

A Escala de Borg utilizada foi a CR10 (Category with ratio Properties- Borg CR10)- nível de esforço percebido (3, 16, 17, 25), Existiu o cuidado de, periodicamente, realizar o ajuste da prescrição de exercício para encorajar um aumento gradual na performance. No início e no final de cada sessão, eram avaliadas as tensões arteriais e a frequência cardíaca. Para um melhor controlo do risco inerente ao exercício físico no grupo experimental, os indivíduos foram monitorizados electrocardiograficamente, por telemetria, durante as sessões de

exercício. Os sujeitos do grupo controlo foram seguidos na consulta externa conforme a necessidade de nova reavaliação. Este grupo não realizou qualquer tipo de exercício físico programado. Tanto o grupo controlo como o grupo experimental foram seguidos na consulta de nutrição do CHVNG.

Todos os dados foram apresentados em valores absolutos para a análise longitudinal intra-grupal e em percentagens de variação da 2ª prova relativa ao valor inicial (1ª prova) para a análise transversal inter-grupal.

Análise estatística:

A distribuição amostral mostrou-se normal através do teste Kolmogorov-Smirnov. Para a análise descritiva dos dados foram utilizados os valores das médias, desvio padrão e frequências. Para analisar se existiam diferenças significativas entre os dois grupos anteriormente à implementação do protocolo experimental realizou-se um teste t para medidas independentes. Para comparar as variações intragrupais nos dois momentos de avaliação utilizou-se o teste t emparelhado. Por fim, realizou-se análise transversal entre grupos utilizando as percentagens de variação dos resultados da segunda prova em relação a primeira, pelo teste t para medidas independentes. O teste de Qui quadrado foi utilizado para comparar as frequências relativas nos dois grupos dos factores de risco de doença coronária.

O índice de significância utilizado foi de 5%. O tratamento dos dados estatísticos foi realizado no programa estatístico *SPSS 18.0*.

Resultados

As características gerais da amostra (idade, peso, altura e índice de massa corporal- IMC), factores de risco de doença cardiovascular e medicação efectuada, no momento da realização da primeira prova de esforço, estão representadas na tabela I. De referir que os valores médios das variáveis antropométricas assim como das frequências relativas dos factores de risco de doença coronária e da terapêutica farmacológica avaliados aquando da segunda prova de esforço não apresentaram diferenças significativas intra e intergrupais.

Tabela I: Características gerais da amostra, factores de risco de doença coronária e terapêutica farmacológica instituída imediatamente antes da realização da primeira prova de esforço, nos grupos experimental e controlo.

	Grupo Controlo	Grupo Experimental
Características gerais	Media \pm desvios padrão	
Idade (anos)	56,9 \pm 10,2	57,6 \pm 9,2
Peso (Kg)	77,4 \pm 9,6	73,4 \pm 9,1
Altura (cm)	169,2 \pm 9,2	168 \pm 5,7
IMC (Kg/m ²)	27,0 \pm 2,9	26,0 \pm 2,7
Factores de risco de doença coronária	Frequência relativa (%)	
Dislipidemias	76	64
Diabetes	20	12
Historia Familiar	16	16
Tabaco	40	52
Obesidade	12	12
Stress	20	16
Hipertensão	36	32
Terapêutica farmacológica	Frequência relativa (%)	
Beta-bloqueadores	88	92
Nitratos	12	20
Estatinas	76	64
Anti-agregantes	28	20
Mononitrato de Isossorbido	12	20
Inibidores da Enzima de Conversão de Angiotensina	36	16

No que respeita à patologia subjacente, em cada grupo a maioria dos indivíduos (88%) estavam diagnosticados com Enfarte Agudo do Miocárdio enquanto os restantes (12%) estavam diagnosticados com Angina de Peito. Em relação ao tratamento agudo efectuado, os doentes foram sujeitos a uma angioplastia transluminal percutânea (52% em cada grupo), ou a tratamento farmacológico (22% em cada grupo), ou, ainda, a cirurgia de revascularização coronária (26% em cada grupo).

Na análise comparativa dos dois grupos no momento 1 (1ª prova), não se registaram diferenças significativas em nenhuma variável dependente analisada.

Em termos longitudinais e relativamente aos parâmetros de aptidão física, o tempo de prova médio aumentou significativamente da 1ª (8,9±2,3 minutos) para 2ª prova (10±1,7 minutos) no grupo experimental, enquanto que no grupo controlo não se verificaram diferenças entre a 1ª (9,7±2,6 minutos) e a 2ª prova (9,1±2,3 minutos). A velocidade e a inclinação máximas do tapete atingidas durante a prova de esforço, em média, aumentaram significativamente no grupo experimental da 1ª para a 2ª prova, respectivamente de 5,4±1,2 Km/h para 6,3±1 Km/h e de 14,6±1,3% para 15,8±1%. No grupo controlo não se registaram variações significativas entre as duas provas para estes parâmetros (5,9±1,2 Km/h para 6,0±1 Km/h e 14,8±1,6% para 14,5±2,2%).

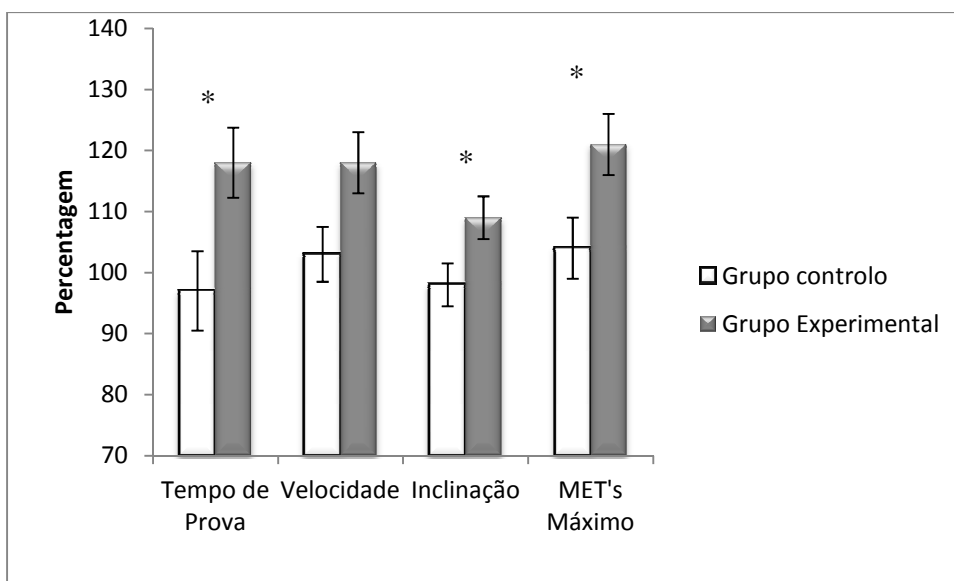
Os valores dos MET's máximo aumentaram no segundo momento (2ª prova) de avaliação para ambos os grupos, no grupo controlo variou da 1ª para a 2ª prova, de 11,6±2,9 para 11,7±2,3 e no grupo experimental de 11,0±2,2

para $13,0 \pm 1,8$. Este aumento da média dos MET's máximo só foi estatisticamente significativo no grupo experimental.

As percentagens de variação no segundo momento de avaliação comparativamente ao primeiro momento no que respeita ao tempo de prova, à velocidade máxima alcançada e à inclinação máxima do tapete e ao MET's máximo nos grupos experimental e controlo estão descritas na figura 1.

Figura 1: Representação gráfica das médias e respectivos desvios padrão da percentagem de variação (segunda prova x 100% / primeira prova) dos parâmetros de aptidão física (tempo de prova, velocidade máxima e inclinação máxima do tapete rolante) nos grupos experimental e controlo.

* $p < 0,05$ vs. grupo controlo.



Em relação aos parâmetros cardiovasculares, descritos na tabela II, pode-se verificar que as tensões arteriais sistólica e diastólica em repouso não registaram diferenças significativas no grupo experimental nos dois momentos de avaliação. No Grupo controlo, a TAD aumentou significativamente ($p < 0,05$). A frequência cardíaca de repouso não variou significativamente em ambos os grupos.

Em esforço físico agudo, a TAS máxima variou ligeiramente no grupo experimental e no grupo controlo, sem diferenças significativas ($p>0,05$). Relativamente à frequência cardíaca máxima obtida durante a prova, a variação da média da 1ª para a 2ª prova, no grupo controlo, foi muito pequena, sem resultados significativos. No grupo experimental a média da frequência cardíaca máxima aumentou significativamente (tabela 2).

Tabela II: Valores médios e respectivos desvios padrão da tensão arterial sistólica (TAS) (mmHg), da Tensão arterial diastólica (TAD) (mmHg) e da Frequência Cardíaca nos 2 momentos de avaliação no grupo experimental e controlo.

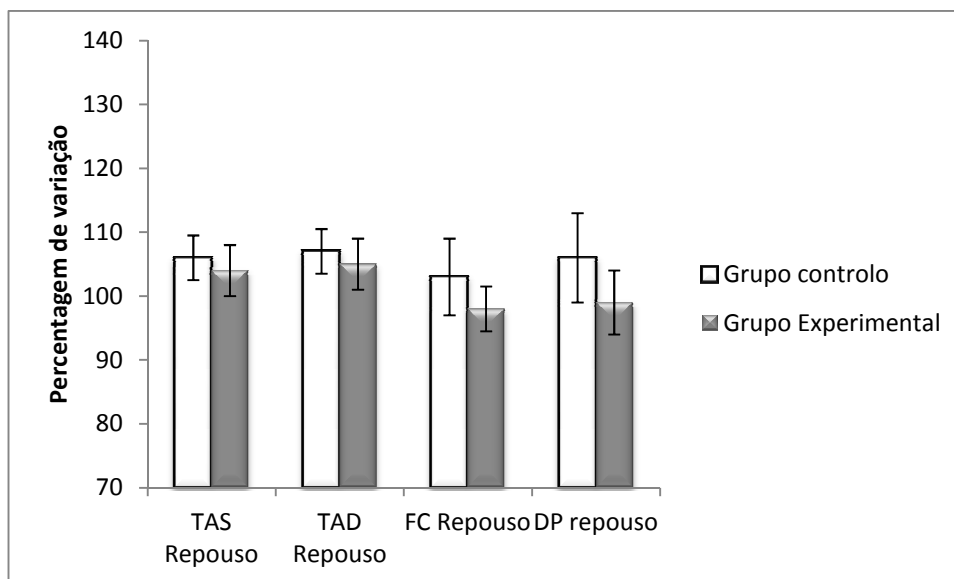
Tensão Arterial	Grupo	1ª prova	2ª prova
TAS Repouso	Grupo Controlo	122,8±16,7	129,4±14,6
	Grupo Experimental	121,4±18,1	124,4±13,9
TAD Repouso	Grupo Controlo	78±11,6	83±10,9 ^{a)}
	Grupo Experimental	72,2±9,5	75±9,4
TAS Máxima	Grupo Controlo	168±21,9	168,8±20,5
	Grupo Experimental	168,2±23,8	169,6±20
TAD Máxima	Grupo Controlo	79±12,4	83±13,1
	Grupo Experimental	74,2±11,2	75,2±10
FC Repouso	Grupo Controlo	75,04±12,4	75,64±13,9
	Grupo Experimental	73,92±13,5	71,48±10,4
FC Máxima	Grupo Controlo	135,6±19,6	133,76±19,3
	Grupo Experimental	134±19,5	143,64±22,8 ^{a)}

a) $p \leq 0,05$ vs 1ª prova

O duplo produto de repouso não variou significativamente em ambos os grupos. No grupo experimental, a média variou da 1ª para a 2ª prova de 8960±2060 para 8857±1378 ($p>0,05$). No grupo controlo a media variou da 1ª para 2ª prova de 9272±2221 para 9811±2149 ($p>0,05$). A percentagem de variação na segunda prova (comparativamente à primeira) da TAS, TAD, FC e

DP em repouso, não apresentou diferenças significativas entre os grupos, descrito na figura 2.

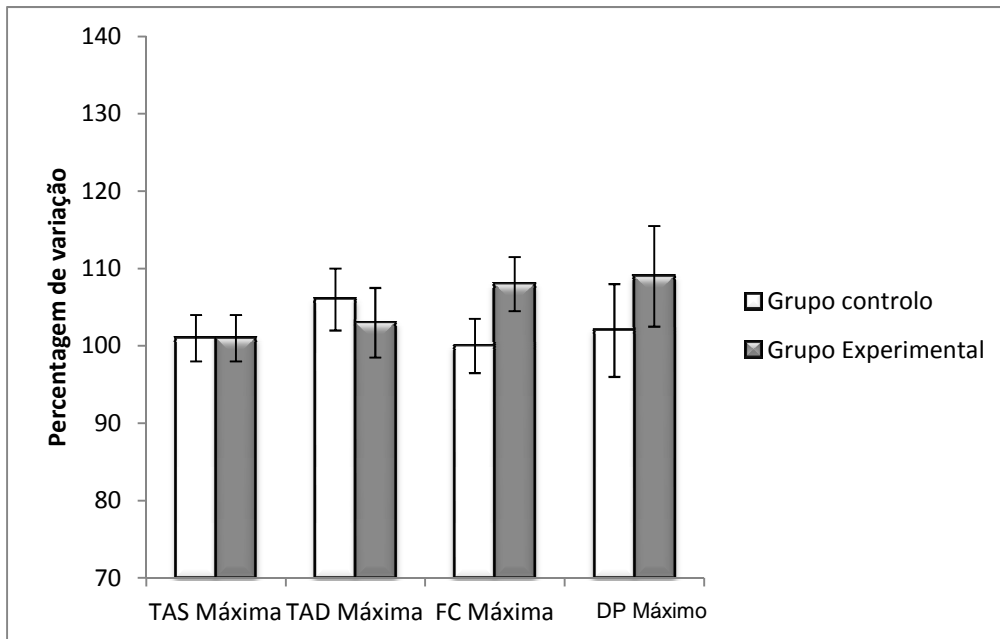
Figura 2 : Representação gráfica das médias e respectivos desvio padrão da percentagem de variação (segunda prova x 100% / primeira prova) dos parâmetros cardiovasculares avaliados em repouso: tensão arterial sistólica (TAS) e diastólica (TAD), frequência cardíaca (FC) e duplo produto (DP) de repouso nos grupos experimental e controlo.



O duplo produto máximo nos grupos experimental e controlo não sofreu variações entre as duas provas de esforço (GE: 22610 ± 4872 na primeira e 23836 ± 4454 na segunda prova, $p > 0.05$; GC: 22850 ± 4846 na primeira e 22698 ± 4582 na segunda prova, $p > 0.05$).

As percentagem de variação da FC máxima, TA máxima e DP máximo estão descritas na figura 3.

Figura 3: Representação gráfica das médias e respectivos desvios padrão da percentagem de variação (segunda prova x 100% / primeira prova) dos parâmetros cardiovasculares avaliados em esforço: tensão arterial sistólica (TAS) máxima, tensão arterial diastólica (TAD) máxima, frequência cardíaca (FC) máxima e duplo produto (DP) máximo, nos grupos experimental e controlo.



Discussão

Os resultados deste trabalho mostram claramente que os indivíduos que realizaram o programa de exercício físico, durante um ano, aumentaram a sua tolerância ao esforço, melhorando os parâmetros de aptidão física, sem alterações notórias dos parâmetros cardiovasculares, comparativamente ao grupo controlo, sugerindo um aumento da eficácia de funcionalidade cardiovascular. Relativamente ao grupo controlo, apesar de não ter sido sujeito a qualquer programa de treino físico, não parece ter havido, ao longo das 52 semanas do protocolo experimental, qualquer deterioração na sua tolerância ao esforço físico ou nos parâmetros cardiovasculares analisados durante a prova de esforço máximo, situação provavelmente explicada pelos efeitos favoráveis da terapêutica instituída.

De uma forma muito simplificada, o aumento da tolerância ao esforço físico observada no grupo experimental poderia ser explicada por adaptações neurais, motivando um maior e mais ordenado recrutamento de unidades motoras, com conseqüente aumento da força e “endurance” dos músculos esqueléticos ^(1, 22), assim como por adaptações metabólicas e estruturais ocorridas nas próprias fibras musculares, envolvendo, por exemplo, um aumento da densidade mitocondrial e das concentrações de mioglobina, as quais se traduziriam num desenvolvimento do potencial aeróbio das fibras ^(1, 22).

Se bem que estas adaptações neuro-musculares possam até ter contribuído para o aumento da tolerância ao esforço físico agudo durante a segunda prova de esforço no grupo experimental, importa referir que elas, por si só, não justificam a aparente ausência de sobrecarga cardiovascular adicional,

evidenciada pela não variação do duplo produto neste grupo no segundo momento de avaliação. Para além disso, tendo em consideração as características dos sujeitos da amostra, com antecedentes recentes de evento coronário agudo, será lógico especular que tenha sido a limitada funcionalidade cardiovascular a principal condicionante de esforço máximo durante o primeiro momento de avaliação, e não tanto a funcionalidade neuro-muscular dos sujeitos.

Apesar de também estarem descritas adaptações ventilatórias favoráveis, com consequente diminuição da dispneia de repouso ou de esforço, promovidas pelo treino físico ⁽¹⁰⁾, à semelhança do argumento anterior, parece-nos, pouco provável que o incremento dos parâmetros de aptidão física observados no grupo experimental na segunda prova de esforço possa ser justificado por tais adaptações, uma vez que os indivíduos da amostra, no início do protocolo experimental, não apresentavam aparentes limitações ventilatórias que condicionassem o esforço físico no primeiro momento de avaliação.

Sendo a limitação de funcionalidade do sistema cardiovascular uma importante condicionante de esforço máximo na primeira prova de esforço, será de esperar que as adaptações cardiovasculares motivadas pelo treino físico e amplamente descritas na literatura ^(2, 13), tenham sido decisivas para justificar o aumento da tolerância ao esforço no grupo experimental. Estas adaptações integram não só as que ocorrem a nível central, mas também aquelas que surgem a nível periférico ⁽⁵⁾, englobando o aumento de funcionalidade cardíaca, com aumento do volume sistólico, e a melhoria da função endotelial, com menor resistência periférica ^(2, 13). Entre os mecanismos explicativos para a

ocorrência destas adaptações cardiovasculares motivadas pelo treino físico está o aumento das células precursoras endoteliais circulantes, as quais parecem favorecer a regeneração endotelial após dano, bem como a neovascularização da zona isquémica, por angiogénese, permitindo assim uma melhor perfusão miocárdica ^(11, 18, 21, 24). Em situações basais, de repouso, estas adaptações traduzem-se, habitualmente, numa diminuição da frequência cardíaca e na normalização da tensão arterial em sujeitos hipertensos enquanto que, durante o exercício físico agudo, manifestam-se por um aumento da capacidade de transporte de oxigénio aos tecidos com consequente aumento do consumo máximo de oxigénio ^(8, 14).

No entanto, o facto do programa de exercício físico não ter modificado os valores de repouso da tensão arterial e da FC no grupo experimental, poderia colocar em causa a existência das adaptações cardiovasculares. Contudo, importa notar que estes sujeitos estavam, nos dois momentos de avaliação, medicados com beta-bloqueadores e/ou anti-hipertensores, justificando, assim, os baixos valores de TA e de FC de repouso encontrados bem como a ausência de variação destes parâmetros entre as duas provas de esforço. Da mesma forma, deve também ser tido em consideração o facto da literatura descrever a diminuição da TA de repouso motivada pelo treino físico apenas em sujeitos hipertensos, não estando relatada diminuição da TA nos normotensos ^(8, 14). Mesmo assim, é de realçar que, enquanto no grupo controlo os valores da TA diastólica de repouso aumentaram de forma significativa do 1º para 2ª momento de avaliação, no grupo experimental, não se registaram diferenças entre os dois momentos, sugerindo o efeito protector do treino físico.

De facto, considerando o emparelhamento da amostra relativamente à medicação, assim como os critérios de exclusão relativamente a alterações desta potencial variável confundidora, os resultados obtidos deverão ser analisados em função do treino físico e não tanto da medicação, uma vez que esta era semelhante para os dois grupos, nos dois momentos de avaliação.

No que respeita aos parâmetros avaliados durante o esforço físico agudo, importa referir que durante a contracção muscular esquelética é exigido um aumento de funcionalidade cardiovascular, com aumento de débito e canalização do fluxo sanguíneo para os músculos recrutados, tendo como objectivo a manutenção homeostática ^(1, 2, 22). Quanto maior for a intensidade do exercício e, conseqüentemente, quanto maior for em cada instante a perda homeostática, maior será também a exigência funcional colocada ao sistema cardiovascular, a qual pode ser avaliada de forma simples e objectiva, embora grosseira, pelas alterações de FC, TA e, conseqüentemente, do duplo produto ^(14, 26). Apesar de não se terem registado alterações na TA máxima, a FC máxima nos dois grupos durante o esforço físico, aumentou significativamente no grupo experimental na segunda prova, sem a ocorrência de alterações eletrocardiográficas associadas. Independentemente da hipotética influência medicamentosa discutida atrás, estes resultados sugerem uma maior tolerância cardíaca à sobrecarga cardiovascular nos indivíduos do grupo experimental, explicada pelas adaptações induzidas pelo programa de treino físico. Apesar desta alteração na FC máxima no grupo experimental, não se verificaram alterações intragrupo do duplo produto máximo, entre os dois momentos de avaliação. Também na comparação intergrupo, não se constataram alterações

no DP. No entanto, como os indivíduos do grupo experimental atingiram limites de esforço físico muito superiores aos do grupo controlo, estes resultados sugerem uma maior eficiência cardíaca no grupo experimental.

Algumas limitações metodológicas podem ser apontadas a este estudo. Por exemplo, a reduzida dimensão da amostra utilizada pode ter contribuído para uma hipotética diminuição de precisão na aplicação dos testes estatísticos. Contudo, apesar desta potencial limitação, é de notar que as variáveis analisadas apresentaram uma distribuição normal e variância homogéneas, permitindo conferir confiança nos resultados estatísticos. Um outro factor a ter em atenção foi o facto dos indivíduos do grupo experimental, durante o programa, terem sofrido um efeito de habituação ao tapete, tornando-se assim mais familiarizados com o tapete aquando da realização da segunda prova de esforço, comparativamente aos indivíduos do grupo controlo. Apesar deste constrangimento ser normalmente assumido em estudos desta natureza, importa referir que do ponto de vista metodológico ele não é passível de ser ultrapassado. Um outro ponto que merece realce como potencial limitação metodológica deste trabalho diz respeito ao facto das provas de esforço não terem sido sempre realizadas pelos mesmos profissionais. Contudo, estando este tipo de provas completamente protocolado, é pouco provável que estas sofram alterações dependendo do técnico, profissionalmente habilitado, que as executa.

Conclusão

Tendo em conta os resultados obtidos, é possível concluir que o programa definido de treino físico melhorou a tolerância ao esforço de indivíduos com antecedentes de eventos coronários agudos, sem uma aparente sobrecarga cardíaca adicional. Consequentemente, será de esperar que estes indivíduos estejam mais adaptados às exigências da vida diária, a realizarem de forma mais acessível os esforços físicos do dia-a-dia, situação que deverá, necessariamente, reflectir-se na melhoria da sua qualidade de vida.

Agradecimentos

Ao Professor Doutor José Alberto Duarte, pelo apoio e incentivo, na busca de rigor científico.

Ao serviço de cardiologia do Centro Hospitalar de Vila Nova de Gaia e à Diprofisio, por ter autorizado a realização deste estudo.

A Dr^a. Madalena Teixeira por ter ajudado na recolha dos registos clínicos dos doentes.

À minha Família, pela presença constante na minha vida, por todo apoio que sempre me deram, em especial à Dra. Vera Noites pelo empenho e permanente disponibilidade para a leitura crítica e revisão semântica do texto.

A todos aqueles que, através das suas sugestões, dúvidas e críticas, me ajudaram a tornar mais completa e clara a informação presente neste trabalho.

Bibliografia

1. Adams J, Cline MJ, Hubbard M, McCullough T, Hartman J (2006). A new paradigm for post-cardiac event resistance guidelines. *Am J Cardiol*, 97: 281-286.
2. Balady GJ, Williams MA, Ades PA, Bittner V, Comoss P, Foody JM, Franklin B, Sanderson B, Southard D; 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 (2007). Core components of cardiac rehabilitation/secondary prevention programs: 2007 update: 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. *Circulation*, 115:2675-2682.
3. Borg G (1982). Ratings of perceived exertion and heart rates during short-term cycle exercise and their use in a new cycling strength test. *Int J Sports Med*, 3: 153-158.
4. Bruce RA, Blackmon JR, Jones JW, Strait G (2004). Exercising testing in adult normal subjects and cardiac patient 1963. *Ann Noninvasive Electrocardiol*, 9: 291-303.
5. Chaitman BR (2003). Abnormal heart rate responses to exercise predict increased long-term mortality regardless of coronary disease extent: the question is Why?. *J Am Coll Cardiol*, 42: 839-841.

6. DGS. *Plano Nacional de Saúde 2004/2010*, Volume II- Orientações Estratégicas. Direcção Geral da Saúde 2004. http://www.dgsaude.min-saude.pt/pns/vol2_01.html
7. Elhendy A, Mahoney DW, Khandheria BK, Burger K, Pellikka PA (2003). Prognostic significance of impairment of heart rate response to exercise: impact of left ventricular function and myocardial ischemia. *J Am Coll Cardiol*, 42: 823-830.
8. Fagard RH (2001). Exercise characteristics and the blood pressure response to dynamic physical training. *Med Sci Sports Exerc*, 33(Suppl 6): S484-S492.
9. Fletcher GF, Balady GJ, Amsterdam EA, Chaitman B, Eckel R, Fleg J, Froelicher VF, Leon AS, Piña IL, Rodney R, Simons-Morton DA, Williams MA, Bazzarre T (2001). Exercise standards for testing and training: A statement for healthcare professionals from the American Heart Association. *Circulation*, 104: 1694-1740.
10. Fuster V, Alexander RW, O'Rourke RO, Roberts R, King SB, Wellens HJ. (2001) *The Heart*. 10th Edition, Volume 1, New York: Mc Graw Hill.
11. Kawamoto A, Lordoso D (2008). Endothelial progenitor cells for cardiovascular regeneration. *Trends Cardiovasc Med*, 18: 33-37.
12. Lear SA, Ignaszewski A (2001). Cardiac rehabilitation: a comprehensive review. *Curr Control Trials Cardiovasc Med*, 2: 221-232.
13. Leon AS, Franklin BA, Costa F, Balady GJ, Berra KA, Stewart KJ, Thompson PD, Williams MA, Lauer MS; American Heart Association; Council on Clinical Cardiology (Subcommittee on Exercise, Cardiac Rehabilitation, and Prevention); Council on Nutrition, Physical Activity, and Metabolism

(Subcommittee on Physical Activity); American association of Cardiovascular and Pulmonary Rehabilitation (2005). Cardiac rehabilitation and secondary prevention of coronary heart disease: an American Heart Association scientific statement from the Council on Clinical Cardiology (Subcommittee on Exercise, Cardiac Rehabilitation, and Prevention) and the Council on Nutrition, Physical Activity, and Metabolism (Subcommittee on Physical Activity), in collaboration with the American association of Cardiovascular and Pulmonary Rehabilitation. *Circulation*, 111:369-376.

14. Nieuwland W, Berkhuisen MA, van Veldhuisen DJ, Brügemann J, Landsman ML, van Sonderen E, Lie KI, Crijns HJ, Rispens P (2000). Differential effects of high-frequency versus low-frequency exercise training in rehabilitation of patients with coronary artery disease. *J Am Coll Cardiol*, 36: 202-207.

15. Perloff D, Grim C, Flack J, Frohlich ED, Hill M, McDonald M, Morgenstern BZ (1993) Human blood pressure determination by sphygmomanometry. *Circulation*, 88:5.

16 . Pollock ML, Franklin BA, Balady GJ, Chaitman BL, Fleg JL, Fletcher B, Limacher M, Piña IL, Stein RA, Williams M, Bazzarre T (2000). AHA Science Advisory. Resistance exercise in individuals with and without cardiovascular disease: benefits, rationale, safety, and prescription: An advisory from the Committee on Exercise, Rehabilitation, and Prevention, Council on Clinical Cardiology, American Heart Association; Position paper endorsed by the American College of Sports Medicine. *Circulation*, 101: 828-833.

17 . Sagiv MI, Ben-Sira D, Sagiv MO (2004). Health and fitness for the elderly: A cardiovascular perspective. *Eur Rev Aging Phys Act*, 1: 26-34.

18 . Sarto P, Balducci E, Balconi G, Fiordaliso F, Merlo L, Tuzzato G, Pappagallo GL, Frigato N, Zanocco A, Forestieri C, Azzarello G, Mazzucco A, Valenti MT, Alborino F, Noventa D, Vinante O, Pascotto P, Sartore S, Dejana E,

Latini R (2007). Effects of exercise training on endothelial progenitor cells in patients with chronic heart failure. *J Cardiac Fail*, 13:701-708.

19 . Taylor RS, Brown A, Ebrahim S, Jolliffe J, Noorani H, Rees K, Skidmore B, Stone JA, Thompson DR, Oldridge N (2004). Exercise-based rehabilitation for patients with coronary heart disease: Systematic review and meta-analysis of randomized controlled trials. *Am J Med*, 116: 682-692.

20. Thomas RJ, King M, Lui K, Oldridge N, Piña IL, Spertus J; ACC/AHA Task Force Members (2007). AACVPR/ACC/AHA 2007 performance measures on cardiac rehabilitation for referral to and delivery of cardiac rehabilitation/secondary prevention services. *J Cardiopulm Rehabil Prev*, 27:260-290.

21. Umemura T, Higashi Y (2008). Endothelial progenitor cells: therapeutic target for cardiovascular diseases. *J Pharmacol Sci*, 108: 1-6.

22. Warburton DE, Nicol CW, Bredin SS (2006). Health benefits of physical therapy: the evidence. *CMAJ*, 174: 801-809.

23. Warburton DE, Nicol CW, Bredin SS (2006). Prescribing exercise as preventive therapy. *CMAJ*, 171: 961-974.

24. Werner N, Nickenig G (2006). Influence of cardiovascular risk factors on endothelial progenitor cells: limitations for therapy? *Arterioscler Tromb Vasc Biol*, 26:257-266.

25. Williams MA, Haskell WL, Ades PA, Amsterdam EA, Bittner V, Franklin BA, Gulanick M, Laing ST, Stewart KJ; American Heart Association Council on Clinical Cardiology; American Heart Association Council on Nutrition, Physical Activity, and Metabolism (2007). 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*, 116: 572-584.

26. Wilmore JH, Stanforth PR, Gagnon J, Rice T, Mandel S, Leon AS, Rao DC, Skinner JS, Bouchard C (2001). Heart rate and blood pressure changes with endurance training: The HERITAGE family study. *Med Sci Sports Exerc*, 33: 107-116.

27. World Health Organization Expert Committee. (2003) *Global Strategy on Diet, Physical Activity and Health- Cardiovascular Disease*. World Health Organization.