

Paulo Jorge Gomes Dinis

Remodelagem Cardíaca Induzida pelo Exercício Físico

Tese de Mestrado em Medicina do Desporto

2017



UNIVERSIDADE DE COIMBRA

Paulo Jorge Gomes Dinis

**REMODELAGEM CARDÍACA INDUZIDA PELO EXERCÍCIO
FÍSICO**

Coimbra 2017

Tese de Mestrado apresentada à Universidade de
Coimbra, para candidatura ao grau de Mestre em
Medicina Desportiva. A Tese foi realizada sob a
orientação científica do Professor Doutor Lino Gonçalves
e do Professor Doutor Rogério Teixeira.

Agradecimentos

Gostaria de aproveitar a oportunidade para agradecer ao **Professor Lino Gonçalves**, meu Diretor de Serviço e orientador científico da Tese de Mestrado, por todo o apoio, incentivo e ensinamentos transmitidos ao longo dos anos.

Agradecer ao meu co-orientador, **Professor Rogério Teixeira** pela colaboração e amizade que demonstra em todos os projetos profissionais e pessoais em que estamos envolvidos.

Não poderia deixar de prestar o meu agradecimento e homenagem à **Doutora Maria do Carmo Cachulo**, minha orientadora do internato em Cardiologia, por todo o seu apoio, constante dedicação, orientação e amizade desde o primeiro dia em que nos conhecemos. Também agradecer ao **Doutor Joaquim Cardoso**, meu Diretor no Centro de Saúde Militar de Coimbra pela constante preocupação, liderança e orientação que sempre me dispensou.

Um agradecimento especial ao **Doutor Hélder Dores** pela sua amizade e ensinamentos. Os seus conhecimentos na área da Cardiologia Desportiva contribuíram para o enriquecimento desta tese.

Agradecer a todos os colegas e profissionais com quem tenho o privilégio de colaborar, tanto no Centro Hospitalar e Universitário de Coimbra – Hospital Geral, como no Centro de Saúde Militar de Coimbra.

E para finalizarem um agradecimento aos meus **pais** pelo apoio e suporte incondicional ao longo dos anos. E um agradecimento especial, à minha esposa e filha **Fabiane Neves e Laura**, pela compreensão e amor. Elas são a minha alegria e felicidade.

Sumário

Resumo	6
Organização da Tese	11
Introdução e Objetivos	12
1º Artigo Original	
<i>Remodelagem cardíaca induzida pelo exercício físico em atletas de nível competitivo e militares de forças especiais</i>	17
2º Artigo Original	
<i>Remodelagem cardíaca adicional induzida pelo treino militar intenso em atletas de nível competitivo</i>	44
3º Artigo Original	
<i>Género e remodelagem cardíaca induzida pelo exercício físico</i>	66
Discussão e Perspetivas Futuras	81
Anexos	87

Resumo

O exercício físico intenso associa-se a adaptações cardíacas conhecidas como “coração de atleta”. Estas adaptações podem ser compatíveis com alterações eletrocardiográficas, estruturais e funcionais. Existem diferentes fatores que condicionam a remodelagem cardíaca relacionados com o tipo, intensidade e frequência do exercício físico.

Nesta Tese pretendeu-se estudar jovens que praticam exercício físico intenso, mas com diferentes metodologias e especificidades. Incluímos no estudo um grupo de atletas de alta competição, basquetebolistas, uma equipa masculina (N=8) e outra feminina (N=9), e comparámos essa amostra com outra, de militares que concluíram com êxito (N=17) um curso de uma tropa especial do Exército Português, os Comandos.

A avaliação incluiu a realização de uma história clínica e exame objetivo, avaliação antropométrica, eletrocardiograma, ecocardiografia complementada com a análise da mecânica miocárdica por ecocardiografia de *speckle-tracking*. As avaliações foram realizadas com 6 meses de intervalo, coincidindo as mesma com o início e final da época desportiva para os basquetebolistas e início e final do curso de tropas especiais para os militares.

Foram escritos três artigos sobre esta temática. O primeiro artigo teve como objetivo comparar a remodelagem cardíaca induzida pelo exercício físico em atletas de competição, e pelo treino militar em militares a frequentar um curso de forças especiais. Concluiu-se que a remodelagem cardíaca teve características distintas nos dois grupos. Os militares apresentaram um padrão de hipertrofia excêntrica: aumento

das dimensões do ventrículo esquerdo ($49,7\pm 3,2$ vs. $52,8\pm 3,4$ mm; $P<0,01$), aumento da massa ($93,1\pm 7,7$ vs. $100,2\pm 11,4$ g/m²; $P<0,01$) e diminuição da espessura relativa das paredes ($0,40\pm 0,1$ vs. $0,36\pm 0,1$; $P=0,05$); os basquetebolistas apresentaram um padrão concêntrico: diminuição das dimensões do ventrículo esquerdo ($52,0\pm 4,7$ vs. $50,4\pm 4,7$ mm; $P=0,05$) e da espessura relativa das paredes ($0,33\pm 0,1$ vs. $0,36\pm 0,1$; $P=0,05$).

O segundo artigo resultou da análise da amostra dos militares. Seleccionámos os militares que eram previamente atletas e que terminaram com sucesso o curso de tropas especiais. Colocou-se a hipótese de que o curso militar poderia condicionar remodelagem adicional a uma amostra que já praticava desporto de competição. Verificou-se de fato a existência de remodeling adicional com aumento do diâmetro diastólico do ventrículo esquerdo ($49,7\pm 3,2$ vs. $52,8\pm 3,4$ mm, $P<0,01$), aumento do volume da aurícula esquerda, e aumento da massa do ventrículo esquerdo ($93,1\pm 7,7$ vs. $100,2\pm 11,4$ g/m², $P<0,01$). Os parâmetros funcionais também sofreram alterações, com aumento da velocidade de sistólica longitudinal do ventrículo direito - S' (15 ± 2 vs. 17 ± 2 cm/s, $P<0,01$) e diminuição da fração de ejeção do ventrículo esquerdo ($60\pm 6\%$ vs. $54\pm 6\%$, $P<0,01$).

O terceiro artigo apresentado refere-se à análise da amostra dos atletas de basquetebol. Esta amostra estava representada por uma equipa masculina e uma equipa feminina. Comparou-se a remodelagem cardíaca nos dois géneros. Na equipa masculina observou-se um aumento da massa do ventrículo esquerdo ($85,8\pm 16,2$ vs. $97,4\pm 19,3$ g/m²; $P=0,05$) e da espessura relativa das paredes ($0,30\pm 0,05$ vs. $0,36\pm 0,05$; $P=0,04$); e diminuição do valor da deformação longitudinal global ($-19,4\pm 1,3$ vs. $-17,6\pm 1,8\%$; $P=0,03$). Na equipa feminina as alterações foram mínimas.

Em conclusão, a remodelagem cardíaca associada ao exercício físico em atletas está bem documentada. A literatura sobre este tema em militares é escassa. No entanto, o treino militar das tropas especiais Portuguesas parece condicionar uma remodelagem cardíaca marcada, mas dentro dos intervalos de valores considerados normais.

Palavras Chave: exercício físico; remodelagem cardíaca; deformação miocárdica; género; metodologia e intensidade do treino.

Abstract

Intense physical exercise is associated with cardiac adaptations commonly known as "athlete's heart." These adaptations may be compatible with electrocardiographic structural and functional changes. There are different intrinsic and extrinsic factors that can influence different types of cardiac remodeling.

In this thesis we intend to study subjects, between 18 to 35 years old, who practice intense physical exercise, but with different methodologies and specificities. For this we enrolled basketball players, a male's (N=8) and a female's (N=9) team and compared this sample with another, composed by military soldiers who finished a special Operation Forces Course (N=17) of the Portuguese Army, Comandos. The analysis included a detailed clinical history and physical examination, anthropometric, electrocardiographic and echocardiographic evaluation, complemented with the analysis of myocardial mechanics by two-dimensional speckle tracking echocardiography. The evaluations were carried out with 6 months of interval, in the

beginning and at the end of sports season for basketball players and in beginning and at the end of military special operation forces course.

In the first task the objective was to compare cardiac remodeling induced by physical exercise in competitive athletes and in soldiers attending the special operation forces course. We concluded that soldiers presented an eccentric pattern, with an increase in the left ventricle size (49.7 ± 3.2 vs. 52.8 ± 3.4 mm; $P<0.01$), increase in left ventricle mass (93.1 ± 7.7 vs. 100.2 ± 11.4 g/m²; $P<0.01$) and a decrease in relative wall thickness (0.40 ± 0.1 vs. 0.36 ± 0.1 ; $P=0.05$). The basketball players had a concentric pattern, with a decrease in left ventricle size (52.0 ± 4.7 vs. 50.4 ± 4.7 mm; $P=0.05$), and a relative wall thickness increase (0.33 ± 0.1 vs. 0.36 ± 0.1 ; $P=0.05$).

The second manuscript resulted from the analysis of the military sample. We selected soldiers who were previously athletes and who successfully completed the special operation forces course. It was hypothesized that the military course could provide additional remodeling to a sample of former competitive athletes. Additional cardiac remodeling was verified with an increase in left ventricular diameter (49.7 ± 3.2 vs. 52.8 ± 3.4 mm; $P<0.01$), an increase in left atrial, and an increase in left ventricular mass (93.1 ± 7.7 vs. 100.2 ± 11.4 g/m²; $P<0.01$). Functional parameters also changed, with an increase in the right ventricular longitudinal systolic function S' (15 ± 2 vs. 17 ± 2 cm/s; $P<0.01$) and a decrease in left ventricular ejection fraction ($60\pm 6\%$ vs. $54\pm 6\%$; $P<0.01$).

The third article presented refers to the analysis of basketball athlete's sample. It was represented by a male's and a female's team. We compared cardiac remodeling in both genders. We observed in the male's team an increase in left ventricular mass (85.8 ± 16.2 vs. 97.4 ± 19.3 g/m²; $P=0.05$), in relative wall thickness (0.30 ± 0.05 vs. $0.36 \pm$

0.05, $P=0.04$); a decrease in value of left ventricle longitudinal global strain (-19.4 ± 1.3 vs. $-17.6\pm 1.8\%$, $P=0.03$). In the female's team, only scarce changes were observed.

In conclusion, cardiac remodeling associated with intense physical exercise in athletes is well documented. The literature on this topic in military soldiers is scarce. However, the military training of the Portuguese special troops seems to condition a marked cardiac remodeling, but within the normal ranges of values.

Keywords: physical exercise; cardiac remodeling; myocardial mechanics; gender, training methodology and intensity.

Organização da Tese

Esta Tese foi dividida em quatro partes.

A primeira parte é uma introdução ao fenómeno da remodelagem cardíaca condicionada pelo exercício físico.

A segunda parte contém três artigos originais que se intitulam:

- *Remodelagem cardíaca induzida pelo exercício físico em atletas de nível competitivo e militares de forças especiais.*

- *Remodelagem cardíaca adicional induzida pelo treino militar intenso em atletas de nível competitivo.*

- *Género e remodelagem cardíaca induzida pelo exercício físico.*

A terceira parte consiste na discussão dos resultados da Tese, ideias para futuros trabalhos e novos projetos.

Por fim, a quarta representa os anexos que contribuíram para a realização desta Tese.

Introdução e Objetivos

O “coração de atleta” representa as adaptações cardíacas condicionadas pelo exercício físico intenso e continuado (1). A remodelagem cardíaca traduz-se em alterações electrocardiográficas promovidas pelo aumento da ativação do sistema nervoso parassimpático, podendo resultar em bradicardia sinusal ou outras alterações consideradas fisiológicas (2,3). As adaptações cardíacas também ocorrem a nível estrutural, habitualmente com dilatação das cavidades e aumento da espessura da parede do ventrículo esquerdo (hipertrofia); e a nível funcional com a adaptação de alguns parâmetros ecocardiográficos que podem refletir uma melhoria na capacidade do relaxamento e contratilidade cardíaca. Acredita-se que estas adaptações se traduzem em benefícios no rendimento desportivo dos atletas (4,5).

Existem vários fatores que influenciam a remodelagem cardíaca. Alguns deles são intrínsecos ao atleta como a genética, a idade, a raça ou género. Outros são extrínsecos, e estão relacionadas com o exercício físico praticado, nomeadamente com o com o tipo e metodologia de treino, a intensidade e frequência do mesmo (6). O estímulo hemodinâmico condicionado pelo exercício físico reflete-se nas modificações cardíacas alcançadas. Assim, sabemos que os desportos que promovem um aumento acentuado e prolongado do débito cardíaco, provocam sobrecarga de volume, resultando numa hipertrofia predominantemente excêntrica. Por seu lado, desportos que aumentam principalmente a tensão arterial, provocam uma sobrecarga de pressão condicionando uma hipertrofia concêntrica (7,8). No entanto, a maioria dos desportos aumentam o débito cardíaco e a pressão arterial provocando adaptações mistas (9).

A adaptação cardiovascular ao exercício físico em atletas está bem documentada na literatura, tal como demonstrado na Tabela 1 (10). No entanto, os atletas não são os únicos a praticar exercício físico intenso e continuado. É expectável encontrar remodelagem cardíaca noutros setores da sociedade onde a exigência física seja uma constante. Os militares, particularmente os integrados em tropas especiais, têm uma exigência física comparável a atletas de competição, embora o tipo e a metodologia de treino físico tenham especificidades (11). Neste grupo, a literatura sobre esta temática é escassa, e em particular nas tropas especiais Portuguesas.

Tabela 1- Dados de estudos sobre a remodelagem cardiovascular através do exercício físico							
Estudo	n	Desporto	Idade (anos)	Masculino (%)	Raça	DDVE	Espessura parietal VE
Pelliccia et al.	947	Vários (25)	22±3	78	-	≥55 mm: 38% ≥60 mm: 4% Valor médio ♂: 54.2±4.0 mm (40–66) Valor médio ♀: 48.4±3.7 mm (40–61)	>12 mm: 1.7% Valor médio ♂: 10.1±1.2 mm (7–16) Valor médio ♀: 8.4±0.9 mm (6–11)
Pelliccia et al.	1309	Vários (39)	24±6	73	-	≥55 mm: 45% ≥60 mm: 14% Valor médio ♂: 55.5±4.3 mm (43–70) Valor médio ♀: 48.4±4.2 mm (38–66)	>12 mm: 1.1% Média: 9.3±1.4 mm (5–15)
Sharma et al.	720	Vários (13)	16±1	75	Caucasianos (98%)	Valor médio ♂: 51.6±3.3 mm (42–60) Valor médio ♀: 47.7±3.3 mm (41–55)	≥12 mm: 4% Média: 9.5±1.7 mm (6–14)

Continuação - Tabela 1- Dados de estudos sobre a remodelagem cardiovascular através do exercício físico							
Abergel et al.	286	Ciclismo	28±3	100	Caucasianos	>60 mm: 51% Média: 60.1±3.9 mm (49–73)	>13 mm: 8.7% Média: 11.1±1.3 mm (7–15)
Di Paolo et al.	154	Futebol	16±1	100	Negra	>54 mm: 16% >60 mm: 0.6% Média: 51.0±3.6 mm (42–62)	>12 mm: 2.6% Média: 10±1 mm (6–13)
Basavarajiah et al.	300	Vários (6)	21±6	100	Negra	Média: 53±4.4 mm (44–64)	>12 mm: 18% Média: 11.3±1.6 mm (8–16)
DDVE: diâmetro diastólico do ventrículo esquerdo; VE: ventrículo esquerdo; ♀:feminino; ♂:masculino.							

As adaptações do “coração de atleta” são, por vezes, difíceis de distinguir de alteração estrutural cardíaca, nomeadamente a miocardiopatia hipertrófica. Este aspeto é de extrema relevância, já que esta patologia é considerada a principal causa de morte súbita cardíaca na população jovem até aos 35 anos (10). O rastreio pré-competição é importantíssimo para prevenir este flagelo, no entanto se algumas sociedades, nomeadamente a Sociedade Europeia de Cardiologia, preconizam a realização de exame objetivo, história clínica e eletrocardiograma, outras como a *American Heart Association* advogam apenas a história clínica e o exame objetivo. O eletrocardiograma é um exame de rastreio, mas quase sempre insuficiente para auxiliar no diagnóstico diferencial do “coração de atleta”. Por sua vez, o ecocardiograma permite a medição das cavidades cardíacas e da espessura da parede, a análise da função sistólica através da contratilidade global e segmentar do ventrículo esquerdo e análise da função diastólica através do relaxamento ventricular e do padrão de enchimento mitral pelo *Doppler* pulsado. Na última década a

ecocardiografia convencional foi melhorada com a possibilidade de realizar uma avaliação miocárdica pormenorizada, como a análise da mecânica miocárdica, através da metodologia de *speckle tracking* (12). Este estudo imagiológico avançado da mecânica miocárdica permite identificar alterações numa fase pré-clínica, sendo um instrumento importante para diagnóstico precoce de patologia cardíaca.

Esta tese teve os seguintes objetivos:

I) caracterizar e comparar a remodelagem cardíaca em atletas de alta competição e em militares de tropas especiais, sujeitos a diferente tipo e metodologia de treino, durante uma época desportiva ou curso militar, respetivamente.

II) Avaliar a existência de remodelagem cardíaca adicional em atletas de nível competitivo, quando expostos a um protocolo de treino de alta intensidade realizado num curso de tropas especiais.

III) Comparar a remodelagem cardíaca em atletas de duas equipas de basquetebol profissional de diferente género, ao longo de uma época desportiva.

1º Artigo Original

Remodelagem cardíaca induzida pelo exercício físico em atletas de nível competitivo e militares de forças especiais

Cardiac remodeling induced by physical exercise in athletes and in special operation forces soldiers

Paulo Dinis ^{1,2*} MD; Rogério Teixeira ^{1,3} MD PhD; Hélder Dores⁴ MD; Renato Silva² BSc; Hanna Lekedal ⁵ MD ; Marie Bergman ⁵ MD; Maria Carmo Cachulo¹ MD; Joaquim Cardoso² MD; Lino Gonçalves ^{1,3}, MD PhD.

¹ Serviço de Cardiologia, Centro Hospitalar e Universitário de Coimbra, Coimbra, Portugal

² Centro de Saúde Militar de Coimbra, Coimbra, Portugal

³ Faculdade de Medicina Universidade de Coimbra, Coimbra, Portugal

⁴ Hospital das Forças Armadas

⁵ University of Linköping

*Corresponding Author:

paulogdinis@gmail.com

Centro Hospitalar de Coimbra Quinta dos Vales

3041-801 São Martinho do Bispo, Coimbra, Portugal.

Resumo

Introdução: A remodelagem cardíaca induzida pelo exercício físico é frequente em atletas. Esta adaptação manifesta-se a nível estrutural com o aumento das dimensões e massa das cavidades cardíacas. Os militares também são sujeitos a exercício físico intenso, com especificidades distintas. **Objetivo:** Comparar a remodelagem cardíaca induzida pelo exercício físico em atletas de competição e pelo treino militar em militares a frequentar um curso de forças especiais.

Metodologia: Estudámos 17 militares (género masculino e caucasianos, idade média 21 ± 3 anos) que ingressaram no curso de Comandos e 17 basquetebolistas (47.3% do género masculino, 64.7% caucasianos, idade média 21 ± 3 anos). A avaliação incluiu um ecocardiograma transtorácico com análise da mecânica miocárdica. Esta avaliação foi realizada no início e no final do curso militar e da época desportiva, respetivamente.

Resultados: A remodelagem cardíaca teve características distintas: os militares apresentaram um padrão predominantemente excêntrico, com aumento das dimensões do ventrículo esquerdo (49.7 ± 3.2 vs. 52.8 ± 3.4 mm; $p<0.01$) e da massa (93.1 ± 7.7 vs. 100.2 ± 11.4 g/m²; $p<0.01$) e diminuição da espessura relativa das paredes (0.40 ± 0.1 vs. 0.36 ± 0.1 ; $p=0.05$); os basquetebolistas apresentaram um padrão concêntrico, com diminuição das dimensões do ventrículo esquerdo (52.0 ± 4.7 vs. 50.4 ± 4.7 mm; $p=0.05$) e da espessura relativa das paredes (0.33 ± 0.1 vs. 0.36 ± 0.1 ; $p=0.05$). Apesar da deformação miocárdica global do ventrículo esquerdo não apresentar diferenças significativas entre os grupos, quando analisados em conjunto o seu valor diminuiu ($-20.2\pm 1.6\%$ vs. $-19.4\pm 2.1\%$; $p=0.03$).

Conclusão: A remodelagem cardíaca foi frequente, com padrão excêntrico nos militares e concêntrico nos atletas. A mecânica miocárdica poderá representar uma adaptação fisiológica induzida pelo exercício físico.

Palavras Chave: exercício físico; remodelagem cardíaca; deformação miocárdica.

Cardiac remodeling induced by physical exercise in athletes and in special operation forces soldiers

Introduction: Cardiac remodeling induced by physical exercise is frequent in athletes. This adaptation occurs at the structural level with an increase in the dimensions and mass of the cardiac cavities. Military soldiers are also subject to intense physical exercise, with distinct specificities. **Objective:** To compare cardiac remodeling induced by physical exercise in competitive athletes and in soldiers attending the special operation forces course.

Methodology: We studied 17 soldiers (all males and Caucasians, mean age 21 ± 3 years) who entered the special operation forces course and 17 basketball players (47.3% male, 64.7% caucasians, mean age 21 ± 3 years). The evaluation included a transthoracic echocardiogram with the analysis of myocardial mechanics. This evaluation was carried out at the beginning and at the end of the military course and sports season, respectively.

Results: Cardiovascular remodeling was verified in both groups, with different characteristics. The soldiers presented a predominantly eccentric pattern, with an increase in the left ventricle size (49.7 ± 3.2 vs. 52.8 ± 3.4 mm; $p<0.01$), an increase in left ventricle mass (93.1 ± 7.7 vs. 100.2 ± 11.4 g/m²; $p<0.01$) and a decrease in relative wall thickness (0.40 ± 0.1 vs. 0.36 ± 0.1 ; $p=0.05$). The basketball players had a predominantly

concentric pattern, with a decrease in left ventricle size (52.0 ± 4.7 vs. 50.4 ± 4.7 mm; $p=0.05$), and a relative wall thickness increase (0.33 ± 0.1 vs. 0.36 ± 0.1 ; $p=0.05$). Although the myocardial mechanics of left ventricle did not show a significant difference in the groups separately, when analyzed together there was a decrease in absolute value ($-20.2 \pm 1.6\%$ vs. $-19.4 \pm 2.1\%$; $p=0.03$).

Conclusion: Cardiac remodeling was frequent, with an eccentric pattern in soldiers and a concentric pattern in athletes. The myocardial deformation may represent a physiological adaptation to physical exercise.

Keywords: physical exercise; cardiac remodeling; myocardial mechanics.

Lista de Abreviaturas

AE- Aurícula Esquerda
ASC- Área de superfície corporal
DDVE- diâmetro diastólico do ventrículo esquerdo
DLG- Deformação longitudinal global
ECG- Eletrocardiograma
ETT- Ecocardiograma
FC – Frequência cardíaca
FEVE- Fração de ejeção do ventrículo esquerdo
FRCV – Fatores de risco cardiovasculares
IMC- Índice de massa corporal
MG- massa gorda
MM- massa muscular
PA – pressão arterial
PAS- pressão arterial sistólica
PAD- pressão arterial diastólica
PPVE- parede posterior do ventrículo esquerdo
ERP- Espessura relativa das paredes
SIV- Septo interventricular

TAPSE- plano de excursão sistólica do anel tricúspide

VE- Ventrículo esquerdo

Δ – Variação

1. Introdução

O exercício físico intenso e prolongado condiciona adaptações cardíacas fisiológicas conhecidas por 'coração de atleta'. Entre estas alterações destacam-se o aumento das dimensões, volumes e massa das cavidades cardíacas e a melhoria de parâmetros funcionais, nomeadamente da função diastólica (1). Tradicionalmente, existem dois tipos de remodelagem cardíaca: remodelagem concêntrica associada a exercício estático, e excêntrica associada a exercício dinâmico (2). Por exemplo, os maratonistas apresentam remodelagem excêntrica pela sobrecarga de volume resultante do aumento do débito cardíaco, enquanto os halterofilistas apresentam remodelagem concêntrica pela sobrecarga de pressão (3). De realçar que esta subdivisão não deverá ser estanque, porque a maioria das modalidades desportivas têm influências de ambos os tipos de exercício – isométrico e isotónico, o que condicionará uma remodelagem com características mistas (4).

No entanto, os atletas não são os únicos indivíduos a estarem sujeitos a treinos de elevada intensidade. Os militares constituem outro exemplo, particularmente as forças especiais, com uma exigente formação a nível físico, caracterizada por múltiplas modalidades dos dois tipos de exercício. Estes militares podem ser globalmente equiparados a atletas de nível competitivo, muitas vezes até com volumes de exercício superiores. Contudo, o treino militar apresenta algumas particularidades, desde as metodologias utilizadas à influência de múltiplas variáveis inerentes à condição militar (5).

A remodelagem cardíaca induzida pelo exercício físico pode manifestar-se com características sobrepostas a achados presentes em situações patológicas, nomeadamente miocardiopatias, sendo muitas vezes desafiante o seu diagnóstico diferencial (6). Neste âmbito, a avaliação pré-competitiva de atletas e a interpretação dos exames complementares de diagnóstico realizados nesta população reveste-se de enorme importância. Na última década foram desenvolvidas novas metodologias imagiológicas que permitem uma avaliação miocárdica pormenorizada, como a análise da mecânica miocárdica por ecocardiografia transtorácica. (7).

Os objetivos principais deste trabalho foram caracterizar e comparar a remodelagem cardíaca em atletas profissionais de basquetebol ao longo de uma época desportiva e em militares num curso de forças especiais.

2. Metodologia

Estudo observacional, longitudinal de caso-controlo, em que foram avaliados militares de forças especiais e atletas de alta competição no início e no fim do curso militar e de uma época desportiva, respetivamente. Foram incluídos indivíduos (militares ou atletas) do género masculino ou feminino com idades entre os 18 e os 35 anos. Os militares foram selecionados entre aqueles que ingressaram num curso de Comandos do Exército Português, sendo avaliados entre janeiro e junho de 2016. Os atletas pertenciam a duas equipas de basquetebol profissional, uma masculina e outra feminina, competindo na 1ª divisão masculina/liga feminina a nível nacional, tendo sido avaliados em outubro de 2015 e março/abril de 2016. Portanto, ambos os grupos foram avaliados com cerca de seis meses de intervalo. A população de militares, inicialmente composta por 76 formandos, englobou 17 militares, correspondendo aos

que concluíram o curso com sucesso e preencheram os critérios de inclusão (taxa de desistência aproximada de 70%, 54 instruendos). Todos estes militares tinham história prévia de prática de desporto em nível competitivo. A população de atletas correspondeu a 17 basquetebolistas, oito do género masculino e nove do feminino.

Todos os indivíduos foram voluntários e deram o seu consentimento informado para participarem no estudo. O protocolo foi aprovado pela Comissão de Ética da Faculdade de Medicina da Universidade de Coimbra (protocolo de referência – 087/2015).

Características do exercício físico da população estudada

O curso de Comandos caracteriza-se por exercício físico de elevada intensidade com os objetivos de desenvolver a capacidade aeróbica e anaeróbica. Para este fim, os militares são sujeitos a treino físico dinâmico e estático, englobando várias modalidades desportivas como atletismo, natação, ginástica, levantamento de pesos, entre outros. Para além destes exercícios, são sujeitos a treino físico de aplicação militar cujo objetivo é adquirir e desenvolver técnicas e capacidades psicomotoras que permitam ao militar desempenhar as suas funções em condições adversas. Este treino físico de aplicação militar consiste na realização de pistas de obstáculos, corrida intensas intercaladas com marcha, transporte de cargas, entre outras atividades. O programa de treino do curso foi realizado em duas fases: primeira fase - 10 semanas com exercício físico de intensidade vigorosa (77–95% da frequência cardíaca (FC) máxima) (8), frequência de 5 vezes/semana e duração média de 4 horas/dia; segunda fase - 15 semanas com exercício físico de intensidade vigorosa (77–95% da FC máxima) intercalado com períodos de exercício de intensidade quase máximo ou máximo (>96%

da FC máxima) (8), frequência de 5 vezes/semana e duração média de 4 horas/dia. Para além deste treino programado, estes militares estão sob permanente desgaste físico, psicológico e emocional, de difícil quantificação.

O basquetebol engloba uma multiplicidade de movimentos, realizados com base na velocidade, habilidade e força, requerendo exercícios dinâmicos e estáticos, com uma componente geral e outra específica. A componente geral é trabalhada com corrida contínua, velocidade e mudanças de direção, exercícios de ginástica e flexibilidade. A componente específica engloba, sobretudo, treino de coordenação com aprendizagem e aperfeiçoamento de gestos técnicos. Os atletas treinam 4 vezes/semana e têm um jogo por semana, sendo a duração média de cada treino cerca de 3 horas, com três períodos distintos: aquecimento, treino de basquetebol com exercícios gerais e específicos, e retorno à calma. O basquetebol tem períodos em que os atletas são sujeitos a intensidade de vigorosa a quase máxima, com outros de intensidade baixa a moderada. Globalmente os treinos destes atletas enquadravam-se no nível de intensidade vigorosa (77-95% da FC máxima) (8).

Avaliações realizadas

Avaliação clínica

Todos os participantes foram submetidos a um exame físico completo e história clínica rigorosa, realizada por um médico de medicina desportiva ou de cardiologia. Enfatizou-se a pesquisa de fatores de risco cardiovasculares (FRCV), os hábitos alimentares e farmacológicos, e a história desportiva, incluindo o número de horas de treino e de sono durante o curso/ época desportiva.

Avaliação antropométrica

A avaliação antropométrica foi realizada por um enfermeiro e um técnico superior de saúde. A altura foi avaliada através de uma fita métrica, enquanto o peso, percentagem de massa gorda (MG) e massa muscular (MM) usando uma balança digital de corpo inteiro com bioimpedância (HBF510W - OMRON®). A medição da pressão arterial sistólica (PAS) e diastólica (PAD), e a FC foram avaliadas por um medidor de pressão arterial (PA) de braço (HEM 7113 - OMRON®), de acordo com as recomendações atuais (9). Foram calculadas variáveis: variação (Δ) Peso, Δ MM, Δ MG; Δ PAS, Δ PAD pela seguinte fórmula: (parâmetro final – parâmetro inicial) / parâmetro inicial x 100.

Avaliação eletrocardiográfica

Todos os indivíduos incluídos realizaram eletrocardiograma (ECG) de 12 derivações (NORAV® modelo 1200HR), analisados por dois cardiologistas e interpretados de acordo com os critérios refinados (10).

Avaliação ecocardiográfica

Todos os ecocardiogramas transtorácicos (ETTs) foram realizados por um cardiologista com o ecocardiógrafo Vivid 7, GE Healthcare®, englobando as diversas janelas ecocardiográficas e modalidades recomendadas pela Sociedade Europeia de Cardiologia (bi-dimensional, modo M, *Doppler* Cor, pulsado, contínuo e tecidual, deformação miocárdica por *Speckle-Tracking*) (11).

As medições da espessura parietal e as dimensões do ventrículo esquerdo (VE) foram adquiridas em janela paraesternal eixo longo, a espessura relativa das paredes

(ERP) calculada pela fórmula $[2 \times \text{parede posterior do VE (PPVE)} / \text{diâmetro diastólico do VE (DDVE)}]$ e a massa VE pela fórmula de *Devereux's* (12). O volume VE e da aurícula esquerda (AE) foi determinado pela regra de *Simpson* modificada, com imagens obtidas em janela apical quatro e duas câmaras. O volume indexado da AE foi obtido por indexação à área de superfície corporal (ASC). A fração de ejeção VE (FEVE) foi determinada pelo método de *Simpson*. O *doppler* pulsado foi adquirido em janela apical quatro câmaras, sendo determinadas as velocidades de pico da onda *E*, onda *A* e relação *E/A*. As imagens do *doppler* tecidual do anel mitral e tricúspide foram obtidas para determinar as ondas *E* e *E'*, e determinar as velocidades da onda *S'*, respetivamente. Por modo M determinou-se o plano de excursão sistólica do anel tricúspide (TAPSE). O *Speckle Tracking* utilizou-se para calcular a Deformação (strain) Longitudinal Global (DLG) do VE, através de imagens adquiridas em incidências apicais de quatro, duas e três câmaras, representando um modelo miocárdico de 18 segmentos. A aquisição dos ciclos cardíacos foi realizada durante a mesma fase respiratória (expiração), sendo gravados três ciclos consecutivos e calculada a média para o ritmo sinusal, com *frame rate* >60 frames por segundo. A qualidade do exame foi considerada boa quando até no máximo dois segmentos eram excluídos, e excelente quando todos os segmentos eram analisados.

A figura 1 exemplifica um ETT de um militar e de um atleta após o curso/época desportiva, respetivamente.

Análise estatística

As variáveis categóricas foram apresentadas como frequência e percentagem, e os testes χ^2 e *Fisher* foram utilizados quando apropriados. O teste *Kolmogorov-Smirnov*

foi utilizado para verificar a distribuição das variáveis contínuas. As variáveis com distribuição normal foram expressas como média e desvio padrão e o teste *T Student* foi utilizado para a comparação de grupos. A homogeneidade das variáveis individuais foi avaliada pelo teste de *Levene*. As variáveis com uma distribuição não normal foram expressas como mediana e intervalos interquartil, sendo os grupos comparados com os testes *Mann-Whitney* e *Kruskal-Wallis*. A correlação de *Pearson* foi utilizada para analisar as associações entre a MM e MG com os parâmetros ecocardiográficos. Para todas as comparações o valor de $p < 0.05$ foi considerado estatisticamente significativo, com intervalo de confiança (IC) de 95%. Todos os dados foram calculados e analisados através do programa SPSS, versão 20 (SPSS[®] Inc., Chicago, IL, USA).

3. Resultados

Caracterização da população

As características da população estudada estão representadas na Tabela 1. Suscintamente destaca-se que os dois grupos tinham idades médias idênticas, havendo diferença significativa quanto ao género e raça caucasiana. Os militares praticavam desporto de nível competitivo há menos tempo e apresentavam um índice de massa corporal (IMC) superior. Durante o estudo os militares realizaram um número superior de horas de exercício programado por dia, tiveram menos horas de descanso noturno e um menor número de refeições diárias. Em relação aos FRCV, verificou-se que um quarto da população (20.6%) apresentava pelo menos um FRCV. O tabagismo foi mais frequente e exclusivo nos militares (17.6%), seguido da dislipidémia, também mais frequente nesta população (5.9% vs. 2.9%; $p=0.32$). A população não apresentava história familiar de doença cardiovascular, hipertensão arterial ou diabetes.

Variação dos dados antropométricos

Os militares tiveram um aumento significativo do peso corporal, com aumento da MM e diminuição da MG, PAS, PAD e FC, mais pronunciada que os basquetebolistas (Tabela 2). Analisando especificamente os indivíduos do género masculino, estas alterações mantiveram-se para o aumento da percentagem de MM e diminuição da MG.

A diferença percentual na variação dos dados antropométricos entre os dois grupos foi estatisticamente significativa para o peso, PAS, PAD, MM e MG (Gráfico 1). Verificou-se ganho de peso nos militares relativamente aos basquetebolistas (3.1 ± 3.3 vs. $-0.2 \pm 3.2\%$; $p < 0.01$), com aumento da MM (7.5 ± 4.1 vs. $1.7 \pm 2.4\%$; $p < 0.01$) e diminuição mais acentuada da MG (-31.4 ± 15.7 vs. $-0.8 \pm 14.9\%$; $p < 0.01$). Relativamente ao perfil tensional, os militares tiveram redução da PAS (-4.8 ± 3.0 vs. $1.4 \pm 7.4\%$; $p < 0.01$) e da PAD (-8.6 ± 7.4 vs. $1.5 \pm 10.5\%$; $p < 0.01$).

Avaliação eletrocardiográfica

Todos os ECGs estavam em ritmo sinusal e foram considerados normais ou apenas com alterações fisiológicas. A alteração fisiológica mais frequente foi a bradicardia sinusal (41,2%), seguida da repolarização precoce (29.4%), hipertrofia do VE (20.6%), bloqueio incompleto do ramo direito (11.8%) e bloqueio aurículo ventricular de 1º grau (2.9%).

Avaliação ecocardiográfica

O ETT revelou diferentes padrões de remodelagem cardíaca estrutural (Tabela 3). Nos militares verificou-se aumento das dimensões das cavidades esquerdas, tanto

do VE (49.7 ± 3.2 vs. 52.8 ± 3.4 mm; $p < 0.01$) como da AE (63.4 ± 10.5 vs. 71.2 ± 12.1 mL; $p = 0.02$) e diminuição da ERP (0.40 ± 0.1 vs. 0.36 ± 0.1 ; $p = 0.05$). Nos atletas verificou-se diminuição das dimensões do VE (52.0 ± 4.7 vs. 50.4 ± 4.7 mm; $p = 0.05$), aumento do septo interventricular (SIV) (8.3 ± 1.5 vs. 9.1 ± 1.5 mm; $p = 0.03$) e aumento da ERP (0.33 ± 0.1 vs. 0.36 ± 0.1 ; $p = 0.05$). Relativamente aos parâmetros funcionais, nos militares verificou-se uma redução da FEVE em repouso (60 ± 6 vs. $55 \pm 6\%$; $p < 0.01$) e aumento da onda S', tanto nos militares (15 ± 2 vs. 17 ± 2 cm/s; $p < 0.01$), como nos basquetebolistas (13 ± 2 vs. 14 ± 2 cm/s; $p < 0.01$).

Quando avaliados separadamente os indivíduos do género masculino, mantiveram-se os diferentes tipos de remodelagem descritos previamente, existindo diferença significativa no volume AE (51.8 ± 8.1 vs. 58.4 ± 10.9 mL; $p = 0.05$) e DLG (-19.4 ± 1.3 vs. -17.6 ± 1.7 ; $p = 0.03$) nos basquetebolistas. Apesar da DLG não apresentar diferenças significativas nos dois grupos no início e no fim do curso/época desportiva, verificou-se uma diferença significativa quando se estudaram os dois grupos em conjunto ($-20.2 \pm 1.6\%$ vs. $-19.4 \pm 2.1\%$; $p = 0.03$). As diferenças percentuais relativas aos achados ecocardiográficos obtidos nos dois grupos mostraram diferenças na dimensão diastólica do VE, ERP, FEVE e onda S' (Gráfico 2). As alterações relacionadas com a ERP e a dimensão diastólica do VE foram contrárias, com os militares a diminuírem o valor da ERP em percentagem (-10.0 ± 14.3 vs. $12.1 \pm 22.5\%$; $p < 0.01$) e a aumentarem o DDVE (6.2 ± 11.3 vs. $-3.1 \pm 6.1\%$; $p < 0.01$), enquanto nos basquetebolistas a ERP aumentou e o DDVE diminuiu durante a época desportiva. Estes dados são semelhantes quando se comparam apenas militares e basquetebolistas do género masculino, com diferenças percentuais significativas na ERP (-10.0 ± 14.3 vs. $21 \pm 25.3\%$; $p = 0.02$), DDVE (6.2 ± 11.3 vs. $-3.1 \pm 4.2\%$; $p < 0.01$) e FEVE (-5.5 ± 12.8 vs. 4.9 ± 10.5 ; $p < 0.01$).

4. Discussão

Este estudo demonstrou a existência de remodelagem antropométrica e cardiovascular nos militares e nos basquetebolistas. Estas adaptações tiveram características distintas nos dois grupos. Relativamente aos dados antropométricos, os militares tiveram um aumento mais marcado do peso corporal, com ganhos de MM e diminuição de MG. A avaliação ecocardiográfica revelou padrões distintos de remodelagem, com os militares a desenvolverem adaptações predominantemente excêntricas e os basquetebolistas predominantemente concêntricas.

As alterações dos dados antropométricos e sinais vitais após o curso militar/época desportiva, foi mais significativo no grupo dos militares, mesmo quando realizada uma sub-análise (data not showed) comparando os militares com os atletas do género masculino e caucasianos. Verificou-se uma expressiva transformação da composição corporal deste grupo, com ganhos médios de MM de 7.5% e eliminação média de MG de cerca de 30%. A diferença nas adaptações entre as duas amostras analisadas podem estar relacionadas com a diferença nas características de exercício físico entre o treino militar e o basquetebol. Neste contexto, destaca-se a maior carga horária de treino físico e intensidade do treino militar, bem como, as particularidades da metodologia usada, provavelmente justificando as adaptações mais marcadas nos militares. Está demonstrado que com o treino intervalado de alta intensidade, neste caso praticado pelos militares, se conseguem melhores resultados e maiores adaptações (13). O mecanismo subjacente por estas adaptações ainda não está clarificado, mas pensa-se que este tipo de treino se relaciona com aumento da capacidade do metabolismo aeróbico, anaeróbico, e atividade oxidativa enzimática

(14). Apesar de em ambos os grupos não existir hipertensão arterial, nos militares a prática de exercício físico intenso mostrou reduções de cerca de 4 e 9% na PAS e PAD, respetivamente. Estes resultados correspondem ao que está descrito na literatura (15).

A remodelagem cardíaca esteve presente em ambos os grupos, mas com características distintas. Nos militares existiu uma remodelagem excêntrica, com aumento das dimensões das cavidades esquerdas e diminuição da ERP, duplicando no final do curso a proporção de militares com hipertrofia ventricular excêntrica, de 5,9% para 11,8% (16). No grupo dos basquetebolistas foi observada uma remodelagem predominantemente concêntrica, com aumento das paredes do VE, nomeadamente do SIV, aumento da ERP e ligeira diminuição do DDVE. Uma hipótese para explicar estes diferentes tipos de remodelagem cardíaca prende-se com a intensidade do exercício praticado. Exercício físico de intensidade moderada a vigorosa associa-se, inicialmente, a hipertrofia concêntrica devido ao estímulo da sobrecarga de pressão (17). Exercícios de intensidade vigorosa a quase máxima ou máxima, estão relacionados com remodelagem de características excêntricas, devido à sobrecarga de volume decorrente do aumento do débito cardíaco, resultante da elevação da FC e dos volumes de ejeção, comparativamente a um aumento apenas moderado da PA (17,18). O aumento moderado da pressão arterial parece estar associado ao relaxamento do endotélio, na dependência da acetilcolina, que atinge o *plateau* com níveis de exercício moderado a vigoroso (19). Deste modo, quando o exercício passa de nível de intensidade vigorosa para intensidade quase máxima ou máxima, assiste-se a um aumento superior do débito cardíaco, não acompanhado proporcionalmente do aumento da PA, podendo originar uma dilatação das cavidades cardíacas desproporcional à hipertrofia das paredes.

Apesar das adaptações observadas ao longo do curso/época desportiva, verificou-se que estas ainda estavam situadas no limite superior da normalidade [nenhum atleta com SIV >13mm e apenas um com DDVE >60mm (61.4mm)]. Relativamente aos parâmetros que avaliam a função diastólica, verificou-se que não houve alterações estatisticamente significativas durante o estudo, no entanto é de realçar que tanto os militares como os atletas já apresentam valores supranormais, fato já descrito em populações semelhantes (20,21).

Os parâmetros funcionais também se alteraram com o exercício físico de modo distinto nos dois grupos. Nos militares verificou-se uma diminuição da FEVE em repouso, enquanto nos basquetebolistas este parâmetro manteve-se com valores sobreponíveis aos basais. Na literatura está descrito que atletas de elite, sujeitos a esforços muito intensos e prolongados, podem apresentar ligeira diminuição da FEVE em repouso, com valores médios situados entre os 50-55%, aumentando apropriadamente quando solicitado pelo esforço (22,23). No grupo dos militares, nenhum indivíduo tinha na avaliação ecocardiográfica inicial ou final a FEVE < 50%, no entanto 12 militares (70% desta população) apresentavam no ETT final, FEVE 50–55%.

Relativamente à DLG, verificou-se que tanto os militares como os basquetebolistas, apresentavam valores dentro da normalidade (7), com uma tendência para diminuir após o programa de exercício físico. No nosso estudo esta diminuição não foi significativa, quando analisados os dois grupos separadamente, mas quando comparados em conjunto a DLG decresceu significativamente. Este comportamento do DLG está de acordo com o descrito na literatura (7), podendo representar uma adaptação fisiológica induzida pelo exercício físico, correspondendo a mais um parâmetro característico do “coração de atleta” e diferenciador da patologia

cardíaca, nomeadamente da miocardiopatia hipertrófica (24,25). Contudo, a atual escassez de dados nesta área justifica a realização futura de estudos desenhados para estudar o efeito do exercício físico neste parâmetro específico.

Limitações

A principal limitação deste estudo relaciona-se com a reduzida dimensão das amostras analisadas, tanto de militares de tropas especiais como de atletas. Por outro lado, a heterogeneidade das populações quanto ao género e raça limita também os resultados, justificada principalmente pela ausência de participação de militares do género feminino neste curso de forças especiais. Outra limitação prende-se com a incapacidade de quantificar objetivamente o exercício físico não programado praticado pelos militares durante o curso. Estes indivíduos estão permanentemente envolvidos em atividades e avaliações, nas quais a componente física é fulcral, mesmo não praticando exercício físico convencional ou programado. Por fim, apesar de todos os participantes negarem veementemente a toma de substâncias estimulantes, no protocolo do estudo, tal não foi comprovado.

5. Conclusão

Neste estudo verificou-se uma remodelagem antropométrica e cardiovascular tanto nos militares de forças especiais como em basquetebolistas de nível competitivo, após o curso militar ou época desportiva. Essa remodelagem apresentou características distintas, nos militares de predomínio excêntrico e nos basquetebolistas concêntrico. As novas modalidades ecocardiográficas, nomeadamente a análise da deformação miocárdica, podem revelar um padrão também compatível com

adaptação fisiológica ao exercício físico, podendo contribuir para a diferenciação entre “coração de atleta” e patologia cardíaca.

Conflito de interesses

Os autores declaram não haver conflito de interesses

Agradecimentos

Ao Centro de Tropas Comandos e ao clube de basquetebol Olivais FC.

Bibliografia

1. Pelliccia A, Maron BJ. Outer limits of the athlete’s heart, the effect of gender, and relevance to the differential diagnosis with primary cardiac diseases. *Cardiol Clin* 1997;15:381–96.
2. Paterick TE, Gordon T, Spiegel D. Echocardiography: Profiling of the Athlete’s Heart. *J Am Soc Echocardiogr* 2014;27:940-8.
3. Grazioli G, Sanz M, Montserrat S *et al.* Echocardiography in the evaluation of athletes. *F1000Research* 2015, 4:151.
4. Mitchell JH, Haskell W, Snell P, et al. Task Force 8: Classification of Sports. 36th Bethesda Conference: eligibility recommendations for competitive athletes with cardiovascular abnormalities. *J Am Coll Cardiol.* 2005; 45.
5. Nash WP. US Marine Corps and Navy combat and operational stress continuum model: A tool for leaders. *Combat and operational behavioral health.* 2011:193-214.

6. Dores H, Freitas A, malhotra A, et al. The hearts of competitive athletes: An up-to-date overview of exercise-induced cardiac adaptations. *Rev Port Cardiol.* 2015; 34(1):51-64.
7. Caselli S, Montesanti D, Autore C, et al. Patterns of left ventricular longitudinal strain and strain rate in Olympic athletes. *J Am Soc Echocardiogr.* 2015 Feb;28(2):245-53
8. Garber CE, Blissmer B, Deschenes MR, et al. American College of Sports Medicine position stand. Quantity and quality of exercise for developing and maintaining cardiorespiratory, musculoskeletal, and neuromotor fitness in apparently healthy adults: guidance for prescribing exercise. *Med Sci Sports Exerc.* 2011 Jul;43(7):1334-59
9. Mancia G, Fagard R, Narkiewicz, et al. 2013 ESH/ESC Guidelines for the management of arterial hypertension: the Task Force for the management of arterial hypertension of the European Society of Hypertension (ESH) and of the European Society of Cardiology. *J Hypertens.* 2013 Jul;31(7):1281-357.
10. Sheikh N, Papadakis M, Ghani S, et al. Comparison of Electrocardiographic Criteria for the Detection of Cardiac Abnormalities in Elite Black and White Athletes. *Circulation.* 2014;129:1637-49.
11. Evangelista A, Flachskampf F, Lancellotti P, et al. (2008) European Association of Echocardiography recommendations for standardization of performance, digital storage and reporting of echocardiographic studies. *Eur J Echocardiogr* 9(4):438–448.
12. Lang RM, Badano LP, Mor-Avi V, et al. (2015) Recommendations for cardiac chamber quantification by echocardiography in adults: an update from the American Society of Echocardiography and the European Association of Cardiovascular Imaging. *J Am Soc Echocardiogr* 28(1):1–39.

13. Laursen PB, Jenkins DG. The Scientific Basis for High-Intensity Interval Training. *Sports Med* 2002; 32 (1): 53-73
14. Daussin FN, Ponsot E, Dufour SP, et al. Improvement of VO₂max by cardiac output and oxygen extraction adaptation during intermittent versus continuous endurance training. *Eur J Appl. Physiol.* 2007; 101: 377-383.
15. Pescatello LS, Franklin BA, Fagard R, et al. American College of Sports Medicine. American College of Sports Medicine position stand. Exercise and hypertension. *Med Sci Sports Exerc*, 36 (2004), pp. 533-553.
16. Lang RM, Bierig M, Devereux RB, et al. Recommendations for cardiac chamber quantification. *Eur J Echocardiogr* (2006) 7, 79 – 108.
17. Arbab-Zadeh A, Perhonen M, Howden E, et al. Cardiac Remodeling in Response to 1 Year of Intensive Endurance Training. *Circulation*. 2014;130:2152-2161.
18. Muhl C, Dassen WR, Kuipers H. Cardiac remodeling: concentric versus eccentric hypertrophy in strength and endurance athletes. *Neth Heart J* 2008; 16:129-33.
19. Kemi OJ, Haram PM, Loennechen JP, et al. Moderate vs. high exercise intensity: differential effects on aerobic fitness, cardiomyocyte contractility, and endothelial function. *Cardiovasc Res.* 2005 Jul 1;67(1):161-72.
20. Claessens P, Claessens C, Claessens M, et al. Supernormal left ventricle diastolic function in triathletes. *Tex Heart Inst J.* 2001;28:102-10.
21. D'Ascenzi F, Cameli M, Zacà V, et al. Supernormal Diastolic Function and Role of Left Atrial Myocardial Deformation Analysis by 2D Speckle Tracking Echocardiography in Elite Soccer Players. *Echocardiography* 2011; 28:320-326.
22. Abernethy WB, Choo JK, Hutter AM, Jr. Echocardiographic characteristics of professional football players. *J Am Coll Cardiol* 2003; 41: 280–4.
23. Abergel E, Chatellier G, Hagege A, et al. Serial Left Ventricular Adaptations in World-Class Professional Cyclists. *J Am Coll Cardiol.* 2004 Jul 7;44(1):144-9.

24. Richand V, Lafitte S, Reant P, et al. An ultrasound speckle tracking (two-dimensional strain) analysis of myocardial deformation in professional soccer players compared with healthy subjects and hypertrophic cardiomyopathy. *Am J Cardiol.* 2007 Jul 1;100(1):128-32.
25. Rawlins J, Bhan A, Sharma S. Left ventricular hypertrophy in athletes. *Eur J Echocardiogr* (2009) 10, 350-356.

Anexo - Figura, tabelas e gráficos

Figura 1 – Em A é apresentado imagens de um EET de um militar após o curso de forças especiais, com paredes do VE não espessadas e DDVE perto do limite superior da normalidade, com parâmetros de função diastólica supranormais e DLG de valores normais. Em B é apresentado imagens de ETT de um basquetebolista após a época desportiva com espessura das paredes do VE perto do limite superior, e parâmetros de função diastólica e DLG normais.



Tabela 1: Características basais da população em estudo.			
Características basais da população	Militares (N=17)	Basquetebolistas (N=17)	<i>p</i> value
Características demográficas			
Idade (anos)	21±3	21±3	0.71
Género masculino (%)	17/17 (100)	8/17 (47.1)	<0.01
Caucasianos (%)	17/17 (100)	11/17 (64.7)	<0.01
Características antropométricas			
IMC (Kg/m ²)	25.3±2.7	23.1±2.7	0.03
MG (%)	19.1±3.3	25.1±12.1	0.56
MM (%)	41.3±2.1	35.0±7.8	0.09
PAS (mm Hg)	128±10	131±13	0.35
PAD (mm Hg)	73±7	64±13	0.90
FC (bpm)	65±12	73±7	0.81
História desportiva			
Anos de competição	7.4±3.4	10.4±5	0.04
Horas de treino/dia (curso/época)	4.0±0.5	2.9±1.1	<0.01
Horas de sono (curso/época)	5.5±0.5	7.4±0.8	<0.01
Número de refeições (curso/época)	4.0±1.0	4.7±1.0	<0.01
FC: frequência cardíaca; IMC: índice de massa corporal; MG: massa gorda; MM: massa magra; PAD: pressão arterial diastólica; PAS: pressão arterial sistólica.			

Tabela 2: Variação dos dados antropométricos.						
Dados antropométricos	Militares (N=17)			Basquetebolistas (N=17)		
	Inicial	Final	<i>p</i> value	Inicial	Final	<i>p</i> value
Peso (Kg)	75.2±7.8	77.4±6.6	<0.01	76.7	76.3	0.63
MM (%)	41.3±2.1	44.4±1.8	<0.01	35.0±7.8	35.6±7.5	<0.01
MG (%)	19.1±3.3	13.1±3.5	<0.01	25.1±12.1	24.9±11.6	0.88
PAS (mm Hg)	128±10	122±7	<0.01	132±13	133±12	0.54
PAD (mm Hg)	73±7	66±5	<0.01	73±7	74±9	0.64
FC (bpm)	66±12	59±6	<0.01	65±13	61±11	0.19
FC: frequência cardíaca; MG: massa gorda; MM: massa magra; PAD: pressão arterial diastólica; PAS: pressão arterial sistólica.						

Tabela 3: Variação dos parâmetros ecocardiográficos.

Parâmetros	Militares (N=17)			Basquetebolistas (N=17)		
	Inicial	Final	<i>p</i> <i>value</i>	Inicial	Final	<i>p</i> <i>value</i>
SIV (mm)	9.7±1.0	9.9±1.0	0.39	8.3±1.5	9.1±1.5	0.03
PP (mm)	9.7±0.9	9.6±0.8	0.39	8.5±1.3	9.2±1.1	0.06
IMVE (g/m ²)	93.1±7.7	100.2±11.4	<0.01	82.3±15.9	87.1±18.4	0.18
ERP	0.40±0.1	0.36±0.1	0.05	0.33±0.1	0.37±0.1	0.03
DDVE (mm)	49.7±3.2	52.8±3.4	<0.01	52.0±4.7	50.4±4.7	0.05
DSVE (mm)	33.2±3.3	35.1±2.6	0.04	34.6±3.9	34.1±3.6	0.47
Volume da AE (mL)	63.4±10.5	71.2±12.1	0.02	54.1±10.0	56.6±11.6	0.29
FEVE (%)	60±6	55±6	<0.01	58±5	58±6	0.15
E' lateral (cm/s)	19±3	19±3	0.92	18±3	17±4	0.18
E/E'	5.3±1.0	5.3±0.9	0.61	5.1±1.3	5.6±0.7	0.14
S' (cm/s)	15±2	17±2	<0.01	13±2	14±2	<0.01
TAPSE (mm)	25±4	26±5	0.34	24±3	25±3	0.41
DLG (%)	-21.3±0.9	-20.5±1.9	0.11	-19.0±1.2	-18.3±1.2	0.15

AE: aurícula esquerda; DLG: deformação longitudinal global; ERP: espessura relativa das paredes; FEVE: fração de ejeção do ventrículo esquerdo; PP: parede posterior; IMVE: massa do ventrículo esquerdo indexada; DDVE: diâmetro diastólico do ventrículo esquerdo; DSVE: diâmetro sistólico do ventrículo esquerdo; SIV: septo intraventricular; TAPSE: plano de excursão sistólica do anel tricúspide.

Gráfico 1: Diferenças na variação dos dados antropométricos entre os grupos estudados.

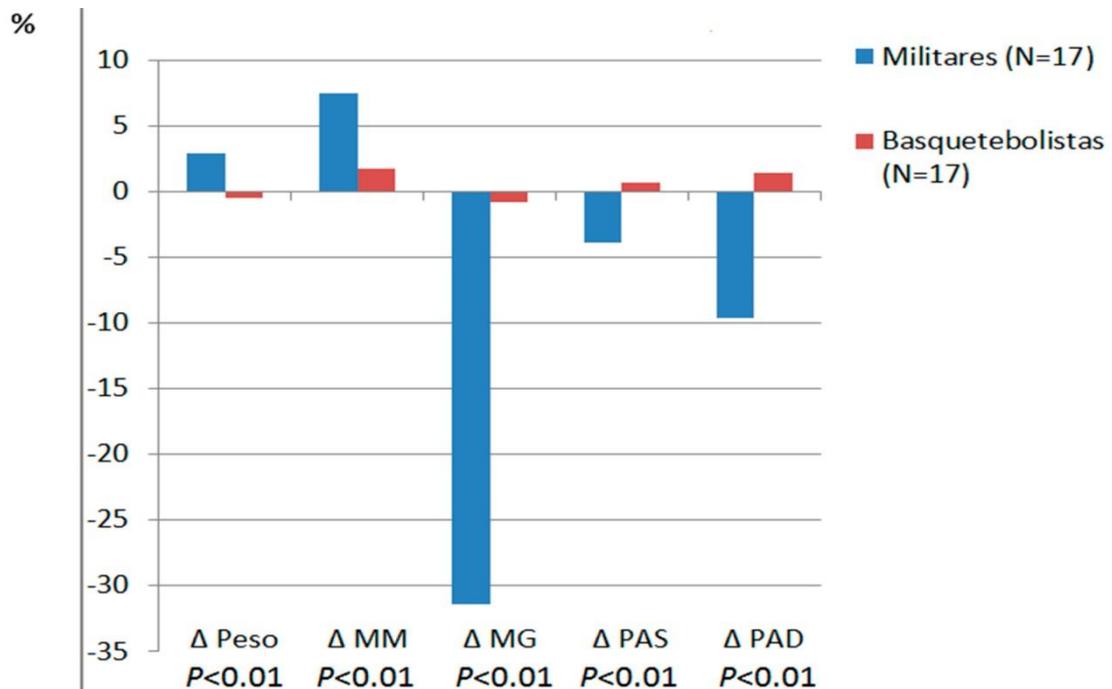
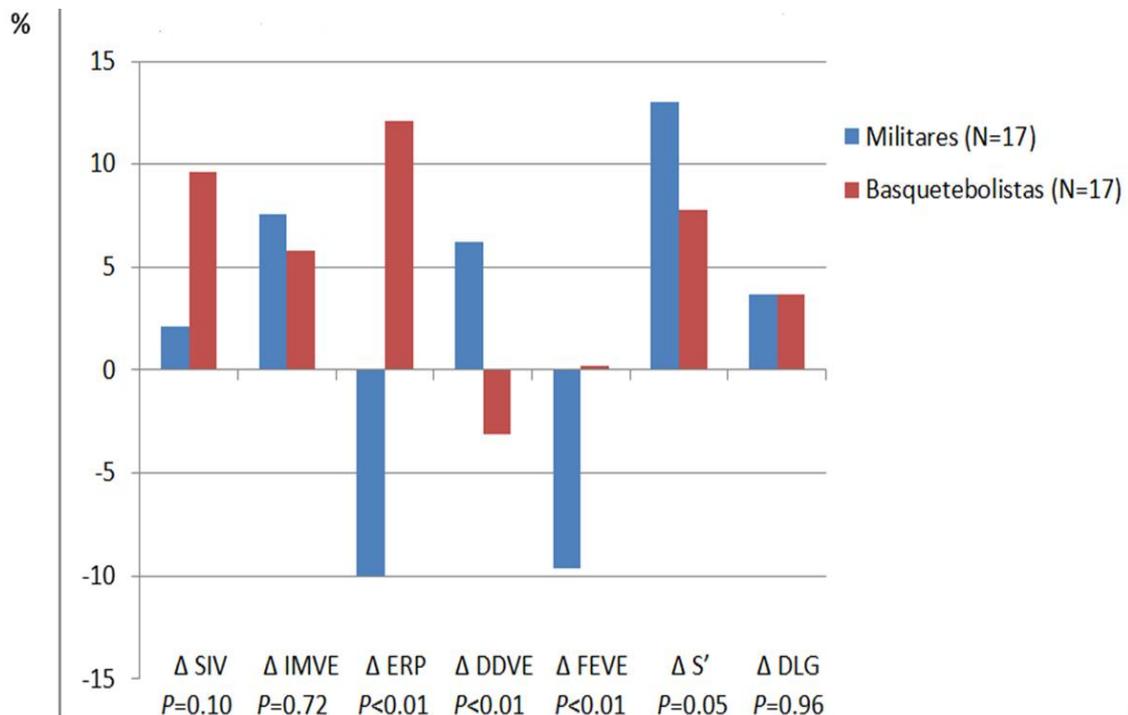


Gráfico 2: Diferenças em percentagem dos parâmetros ecocardiográficos.



2º Artigo Original

Remodelagem cardíaca adicional induzida pelo treino militar intenso em atletas de nível competitivo

Additional cardiac remodeling induced by intense military training in competitive athletes

Paulo Dinis ^{1,2*} MD; Hélder Dores³ MD; Rogério Teixeira MD ^{1,4}; Luís Moreno² MD; Joselito Mónico² MD; Renato Silva² MD; Maria Carmo Cachulo¹ MD; Joaquim Cardoso² MD; Lino Gonçalves ^{1,4}, MD PhD.

¹ Serviço de Cardiologia, Centro Hospitalar e Universitário de Coimbra, Coimbra, Portugal

² Centro de Saúde Militar de Coimbra, Coimbra, Portugal

³ Hospital das Forças Armadas

⁴ Faculdade de Medicina Universidade de Coimbra, Coimbra, Portugal

*Corresponding Author:

paulogdinis@gmail.com

Centro Hospitalar de Coimbra Quinta dos Vales

3041-801 São Martinho do Bispo, Coimbra, Portugal.

Resumo:

Introdução: A remodelagem cardíaca depende da intensidade, duração e metodologia do treino. O objetivo deste trabalho foi avaliar se o treino realizado numa das tropas especiais portuguesas incrementa a remodelagem cardíaca numa amostra de jovens que previamente praticavam desporto de competição.

Metodologia: Estudo prospetivo que incluiu 76 militares candidatos a tropas especiais, 45 dos quais praticavam previamente exercício físico de nível competitivo (>10h/semana). Destes militares-atletas, apenas 17 concluíram com sucesso o curso. A avaliação foi realizada com seis meses de intervalo, incluindo história clínica completa, exame objetivo, parâmetros vitais, dados antropométricos e avaliação ecocardiográfica.

Resultados: No final do curso verificou-se uma diminuição da percentagem de massa gorda ($19,1\pm 3,3$ vs. $13,1\pm 3,5\%$, $p<0,01$) e aumento da percentagem de massa muscular ($41,3\pm 2,1$ vs. $44,4\pm 1,8\%$, $p<0,01$), diminuição da pressão arterial sistólica, diastólica e frequência cardíaca. Em relação à remodelagem cardíaca, verificou-se aumento do diâmetro diastólico do ventrículo esquerdo ($49,7\pm 3,2$ vs. $52,8\pm 3,4$ mm, $p<0,01$), aumento do volume da aurícula esquerda ($63,4\pm 10,5$ vs. $71,1\pm 11,1$ mL, $p=0,02$), e aumento da massa do ventrículo esquerdo ($93,1\pm 7,7$ vs. $100,2\pm 11,4$ g/m², $p<0,01$). Os parâmetros funcionais também sofreram alterações, com aumento do S' (15 ± 2 vs. 17 ± 2 cm/s, $p<0,01$) e diminuição da fração de ejeção do ventrículo esquerdo ($60\pm 6\%$ vs. $54\pm 6\%$, $p<0,01$).

Conclusão: Neste estudo verificou-se que o treino físico militar intenso provoca remodelagem cardíaca adicional em atletas de nível competitivo, tanto estrutural como funcional.

Palavras Chave: “coração de atleta”; exercício físico militar; remodelagem cardíaca.

Additional cardiac remodeling induced by intense military training in competitive athletes

Abstract:

Introduction: Intense and prolonged physical training causes cardiac adaptations. Different types of training results in different adaptations. The objective of this study was to evaluate if a demanding military training program added cardiac remodeling in a population of former athletes.

Methods: Prospective study evaluating 76 military candidates for Special Operation Forces. Of these, 45 were previously athletes, with history of physical exercise (> 10h/week). Only 17 militaries, from previously athletes, successfully completed the program. They were evaluated with a 6 months interval, corresponding to the beginning and end of the program with a clinical history and a physical exam, blood pressure and heart rate evaluation, anthropometric data and transthoracic echocardiogram.

Results: We observed a decrease in the percentage of fat mass (19.1 ± 3.3 vs. $13.1 \pm 3.5\%$, $p < 0.01$) and an increase in the percentage of muscle mass (41.3 ± 2.1 vs. $44.4 \pm 1.8\%$, $p < 0.01$). The systolic and diastolic blood pressure, and baseline heart rate decreased. Relatively to cardiac remodeling, there was an increase in left ventricular diameter (49.7 ± 3.2 vs. 52.8 ± 3.4 mm, $p < 0.01$), an increase in left atrial volume (63.4 ± 10.5 vs. 71.1 ± 11.1 mL, $p = 0.02$), and an increase in left ventricular mass (93.1 ± 7.7 vs. 100.2 ± 11.4 g/m², $p < 0.01$). Functional parameters also changed, with an increase in

S' (15 ± 2 vs. 17 ± 2 cm/s, $p<0.01$) and a decrease in left ventricular ejection fraction ($60\pm 6\%$ vs. $54\pm 6\%$, $p<0.01$).

Conclusion: Even in a population of athletes, intense military physical training causes changes with additional cardiac remodeling, both structural and functional.

Keywords: "Athlete's heart"; military physical exercise; cardiac *remodeling*.

1. Introdução

Desde o século XIX que são conhecidas adaptações cardíacas induzidas pelo exercício físico. Henschen, em 1899, reconheceu cardiomegália em esquiadores de longas distâncias através de percussão da área cardíaca, concluindo que este aumento estava relacionado com dilatação das cavidades e hipertrofia das paredes do ventrículo esquerdo (VE) e que estas alterações se traduziam em benefícios físicos para os atletas (1,2). Com a evolução dos meios complementares de diagnóstico, nomeadamente a ecocardiografia, Morganroth elaborou em 1975 a hipótese das alterações morfológicas cardíacas estarem dependentes da sobrecarga hemodinâmica associada ao exercício físico: exercício dinâmico associado a hipertrofia excêntrica pela sobrecarga de volume, resultando no aumento das cavidades cardíacas pela adição de sarcómeros em série; exercício estático associado a hipertrofia concêntrica pela sobrecarga de pressão, com hipertrofia das paredes do VE e adição de sarcómeros em paralelo (3-5).

Pelo referido anteriormente, percebe-se que diferentes desportos e metodologias de treino originam diferentes padrões de remodelagem cardíaca. É expectável encontrar uma hipertrofia predominantemente excêntrica num maratonista, e concêntrica num halterofilista (6). No entanto, grande parte dos

desportos mais praticados na atualidade, apresenta influência das duas componentes de exercício, dinâmica e estática, sendo menos previsível a adaptação que estes atletas podem sofrer. A intensidade, duração e frequência do exercício físico são características que podem condicionar diferentes padrões de remodelagem cardíaca. Os treinos de alta intensidade estão associados a alterações estruturais e funcionais mais marcadas (7,8).

Mesmo com os avanços tecnológicos observados nas últimas décadas relativamente aos meios complementares de diagnóstico, a distinção entre alterações fisiológicas ('coração de atleta') e alterações patológicas é muitas vezes desafiante. O flagelo e o mediatismo que a morte súbita em atletas jovens representa, impulsionou a utilização de novas metodologias para a deteção subclínica de patologia cardíaca.

O objetivo deste trabalho foi verificar se existe remodelagem cardíaca adicional em atletas de nível competitivo, quando expostos a um protocolo de treino de alta intensidade realizado num curso de tropas especiais.

2. Metodologia

Estudo observacional e prospetivo que avaliou militares no início e no final de um curso de tropas especiais. Os militares selecionados eram candidatos a completar um curso de tropas especiais, os Comandos do Exército Português. Ingressaram 76 candidatos, dos quais 45 eram previamente atletas, que competiam a nível regional em diferentes modalidades (>10h/semana). Destes, apenas 17 militares concluíram o curso com sucesso. As avaliações decorreram entre janeiro e junho de 2016. Nestas avaliações com seis meses de intervalo efetuou-se história clínica completa com preenchimento de um questionário médico, exame objetivo, avaliação antropométrica

e ecocardiograma transtorácico (ETT). Um eletrocardiograma (ECG) também foi realizado a todos os participantes, como método de rastreio cardiovascular.

Todos os indivíduos assinaram o consentimento informado antes de participarem no estudo. O protocolo do estudo foi autorizado pela Comissão de Ética da Faculdade de Medicina da Universidade de Coimbra (protocolo de referência – 087/2015).

Características do treino físico militar num curso de tropas especiais

O curso de tropas especiais é constituído por uma componente de treino físico geral e outra de treino físico militar. No treino físico geral os militares são sujeitos a exercício físico dinâmico e estático, praticando várias modalidades como atletismo, desportos coletivos como o futebol ou basquetebol, natação e desportos de combate como, por exemplo, o boxe. O treino físico militar combina a vertente de educação física ajustada às especificidades militares. Para isso, os militares realizam exercícios dinâmicos (corrida de longas distâncias, corridas longas intercaladas com corrida de velocidade e marcha), exercícios estáticos (transporte de cargas e levantamento de pesos) e exercícios mistos (pistas de obstáculos, entre outras atividades). O programa de treino do curso de tropas especiais foi realizado em duas fases, a primeira de 10 semanas, onde os militares eram sujeitos a exercício físico de intensidade vigorosa [77 – 95% da frequência cardíaca (FC) máxima] (9), com frequência de 5 vezes por semana e durante média de 4 horas diárias. A segunda fase com duração de 15 semanas de exercício físico de intensidade vigorosa (77 – 95% da FC máxima) intercalado com períodos de exercício de intensidade quase máximo ou máximo (>96% da FC máxima) (9), frequência de 5 vezes por semana, durante uma média de 4 horas diárias.

Avaliação clínica

Todos os participantes foram submetidos a um exame objetivo e história clínica, com análise dos fatores de risco cardiovasculares (FRCV), hábitos farmacológicos e alimentares, horas de treino durante o curso militar e história desportiva.

Avaliação antropométrica

A avaliação antropométrica foi realizada sob a coordenação da equipa de enfermagem, sendo os militares avaliados com uma balança digital de corpo inteiro com bio-impedância (HBF510W - OMRON®), que permitiu determinar o peso, percentagem de massa gorda (MG) e massa muscular (MM) e a altura determinada através de uma fita métrica. A medição da pressão arterial sistólica (PAS) e diastólica (PAD), bem como a FC foram avaliadas com um medidor de pressão arterial de braço (HEM 7113 - OMRON®), de acordo com as recomendações atuais (10). Foram calculadas variáveis: variação (Δ)peso, Δ MM, Δ MG; Δ PAS, Δ PAD, Δ FC pela fórmula: $[(\text{parâmetro final} - \text{parâmetro inicial})/\text{parâmetro inicial} \times 100]$.

Avaliação eletrocardiográfica

Todos os ECGs de 12 derivações foram realizados por técnicos cardiopneumologistas, (eletrocardiógrafo NORAV® modelo 1200HR) e interpretados por dois cardiologistas de acordo com os critérios refinados (11).

Avaliação ecocardiográfica

Todos os ETTs (Vivid 7, GE Healthcare®) foram realizados por um cardiologista e revistos por um especialista em ecocardiografia. O estudo ecocardiográfico foi completo, com as janelas ecocardiográficas obtidas de acordo com as recomendações atuais da Sociedade Europeia de Cardiologia (12,13). Os dados foram gravados digitalmente para análise *off-line* com o *software* Echopac GE Healthcare, Horton, Norway®. As medições das paredes do VE, septo interventricular (SIV) e parede posterior do VE (PPVE), tal como o diâmetro diastólico do VE (DDVE), foram adquiridas na janela paraesternal eixo longo. A espessura relativa das paredes (ERP) calculou-se pela fórmula $[(2 * PPVE) / DDVE]$.

Utilizou-se a regra de *Simpson* modificada para determinar os volumes e fração de ejeção do VE (FEVE) e da aurícula esquerda (AE). Indexaram-se os resultados à área de superfície corporal (ASC). A massa do VE foi calculada pela fórmula de *Devereux's* (13).

O *Doppler* pulsado foi adquirido em janela apical quatro câmaras. As imagens do *Doppler* tecidual do anel mitral e tricúspide foram obtidos e determinadas as ondas E, e' e a velocidade da onda S', respetivamente.

Utilizou-se a ecocardiografia bidimensional com speckle tracking para calcular a deformação longitudinal global (DLG) do VE. As imagens foram adquiridas em janela apical quatro, duas e três câmaras, com monitorização electrocardiográfica estável. Em modo *offline*, com *software* dedicado para o efeito (EchoPAC 9.0; GE Healthcare®, Horton, Norway), realizou-se o *tracking* miocárdico e posterior conversão para *Lagrangian*, utilizando-se um programa de deteção semi-automática do bordo endocárdico. Este sistema permitiu a realização de correções manuais, de modo a

assegurar o correto traçado entre a cavidade e parede do VE. Utilizando as três janelas apicais efetuadas, quatro, duas e três câmaras, calculou-se a média de deformação longitudinal regional, para posteriormente se calcular a média da DLG. A qualidade do exame foi considerada boa quando até no máximo dois segmentos eram excluídos, e excelente quando todos os segmentos eram analisados.

Foram calculadas as seguintes variáveis: ΔSIV , Δ massa do VE, ΔERP , $\Delta DDVE$, Δ volume AE, $\Delta FEVE$, $\Delta S'$, $\Delta TAPSE$ e ΔDLG . O cálculo de cada uma destas variáveis foi realizado pela fórmula: [(parâmetro final – parâmetro inicial) / parâmetro inicial x 100].

A Figura 1 exemplifica um ETT de um militar após o curso de tropas especiais.

Análise estatística

A distribuição das variáveis contínuas foi verificada pelo teste *Kolmogorov-Smirnov*. A homogeneidade das variáveis individuais foi avaliada pelo teste de *Levene*. As variáveis com distribuição normal foram expressas como média e desvio padrão, e o teste de *T Student* foi utilizado para a comparação de grupos. Variáveis com uma distribuição não normal foram expressas como mediana e intervalos interquartil, e os grupos comparados com os testes de *Mann-Whitney* e *Kruskal-Wallis*. Variáveis categóricas foram apresentadas como frequência e percentagem, e o teste χ^2 e *Fisher* foram utilizados quando apropriados.

O valor de $P < 0.05$ foi considerado estatisticamente significativo, com intervalo de confiança de 95%. Utilizou-se o programa SPSS, versão 20 (SPSS® Inc., Chicago, IL, USA) para cálculo e análise de todos os dados.

3. Resultados

Descrição da população

As características da amostra, dados antropométricos, história desportiva e as diferentes modalidades praticadas são apresentadas na Tabela 1. A amostra era composta por jovens caucasianos do género masculino, com idade média de 21 ± 3 anos e índice de massa corporal (IMC) de $25,3 \pm 2,7$ Kg/m².

Relativamente aos FRCV, verificou-se que quase um quinto da amostra (20.6%) apresentava pelo menos um, sendo o tabagismo o mais frequente (17,6%), seguido da dislipidémia (5,9%). Nenhum dos indivíduos incluídos apresentou história familiar de doença cardiovascular, hipertensão arterial ou diabetes *Melitus*.

Variação dos dados antropométricos

Após o curso de tropas especiais, os militares tiveram um aumento significativo do peso corporal, com ganho de MM e diminuição de MG. Também se verificaram diferenças em relação ao perfil tensional, com diminuição da média da PAS, PAD e da FC (Tabela 2).

Avaliação eletrocardiográfica

Todos os ECGs estavam em ritmo sinusal e foram considerados normais ou apenas com alterações fisiológicas. A alteração fisiológica mais prevalente foi o padrão de repolarização precoce (41,2%), seguida da hipertrofia VE (29.4%), bradicardia sinusal (17,6%) e bloqueio incompleto do ramo direito (17,6%).

Avaliação ecocardiográfica

Os dados ecocardiográficos são apresentados na Tabela 3. Verificou-se um aumento das dimensões das cavidades esquerdas, tanto do diâmetro do VE ($49,7 \pm 3,2$ vs. $52,8 \pm 3,4$ mm, $p < 0,01$) como do volume da AE ($63,4 \pm 10,5$ vs. $71,2 \pm 12,1$ mL, $p = 0,02$), e aumento da massa VE ($93,1 \pm 7,7$ vs. $100,2 \pm 14,4$ g/m², $p < 0,01$), com diminuição da ERP ($0,40 \pm 0,1$ vs. $0,36 \pm 0,1$, $p = 0,05$). Nos parâmetros funcionais, verificou-se uma redução da FEVE em repouso (60 ± 6 vs. $54 \pm 6\%$, $p < 0,01$) e aumento da onda S' (15 ± 2 vs. 17 ± 2 cm/s, $p < 0,01$). Apesar da DLG não apresentar diferenças significativas ($-21,3 \pm 0,9$ vs. $-20,5 \pm 1,9\%$, $p = 0,11$), existiu uma tendência para a diminuição do seu valor absoluto.

Diferenças percentuais entre início e final do curso

As diferenças na remodelagem verificadas entre o início e final do curso de tropas especiais relativamente aos dados antropométricos e ecocardiográficos estão representados no Gráfico 1. Verificou-se o aumento do peso ($3,1 \pm 3,3\%$, $p < 0,01$), da MM ($7,7 \pm 4,1\%$, $p < 0,01$), e redução da MG ($-30 \pm 15,7\%$, $p < 0,01$). O perfil tensional alterou-se com diminuição da PAS ($-4,8 \pm 3,0\%$, $p < 0,01$) e da PAD ($-8,6 \pm 7,4\%$, $p < 0,01$). Entre os achados ecocardiográficos verificou-se aumento da massa VE ($10,2 \pm 10,8\%$, $p < 0,01$), DDVE ($6,4 \pm 14,3\%$, $p < 0,01$), volume AE ($10,6 \pm 21,1\%$, $p = 0,02$) e diminuição da ERP ($-7,0 \pm 14,3\%$, $p = 0,05$). Funcionalmente ocorreu uma diminuição da FEVE ($-11,0 \pm 12,8\%$, $p < 0,01$) e aumento do S' ($15,9 \pm 15,2\%$, $p < 0,01$).

4. Discussão

No presente estudo, realizado em atletas submetidos a um programa de treino militar exigente num curso de tropas especiais, verificou-se uma remodelagem cardíaca adicional, estrutural e funcional, além de antropométrica.

Relativamente aos sinais vitais e dados antropométricos, verificou-se uma diminuição das médias da PAS, PAD e da FC em repouso. Embora a amostra fosse composta por jovens saudáveis e ativos, é importante salientar que o exercício físico intenso tem impacto significativo na modulação do sistema nervoso autónomo (14). Na literatura está já bem documentada a diminuição da ativação do sistema nervoso simpático e aumento do parassimpático durante o repouso em jovens treinados (15). Também se constatou um aumento médio do peso corporal, com ganho de MM e redução marcada da MG. De realçar que no início do programa de treino, os militares tinham valores percentuais de MG considerados acima do desejável para a sua faixa etária e género (16) e que estes valores diminuíram para níveis considerados adequados com o programa de treino militar. Sabe-se que a diminuição de MG se relaciona com o aumento de intensidade e/ou duração do treino (17), fato também demonstrado neste estudo.

As adaptações cardíacas encontradas foram compatíveis com remodelagem cardíaca excêntrica. Durante o curso de tropas especiais, a percentagem de militares com características de hipertrofia excêntrica ($ERP < 0.42$ e $IMVE > 115g/m^2$) (18) praticamente duplicou (passou de 5,9% para 11,8%). As alterações verificadas resultam da intensidade, frequência e metodologia do treino. Embora o programa de treino de tropas especiais seja composto por exercícios dinâmicos e estáticos, existe um predomínio do treino dinâmico. A frequência e a intensidade são outros fatores que

contribuem para elevados débitos cardíacos com a correspondente sobrecarga de volume e dilatação das câmaras cardíacas (19).

A nível funcional observou-se uma diminuição da FEVE, alteração de acordo com o descrito previamente (20,21,22), onde atletas sujeitos a esforços intensos e prolongados podem apresentar redução ligeira da FEVE em repouso. Vários fatores podem contribuir para este fenómeno, como a capacidade que os atletas têm de aumentar consideravelmente a FEVE durante o esforço à custa do aumento das dimensões diastólicas do VE, que pelo mecanismo de *Frank-Starling*, se associa a um aumento do *preload*, enchimento diastólico mais eficaz e menor volume sistólico do VE, permitindo o aumento considerável do volume de ejeção (21). Outra possível explicação é o fato de a FEVE representar uma estimativa da função do VE e não diretamente da contratilidade do miocárdio, podendo subestimar a sua capacidade quando submetido a esforço intenso. Também a fórmula matemática utilizada para o cálculo da FEVE ($100 \times \text{volume de ejeção} / \text{DDVE}$), em corações com aumento das cavidades subestima a desempenho do VE (21). Neste estudo, apesar das adaptações verificadas, podemos afirmar que estas se situavam dentro de parâmetros considerados normais (nenhum militar apresentou FEVE < 50% nas avaliações iniciais ou finais). No entanto, após o programa de treino militar 12 indivíduos (cerca de 70% da população) apresentavam FEVE em repouso entre 50% e 55%.

Estudou-se a DLG do miocárdio através da técnica de *speckle tracking* e verificou-se que os militares apresentavam valores dentro dos intervalos considerados normais (23). Assistiu-se a uma diminuição do valor absoluto da DLG, mas sem alcançar significado estatisticamente significativo, provavelmente devido ao reduzido número da amostra. Este parâmetro pode ser importante para diferenciar hipertrofia

ventricular esquerda associada ao exercício físico e patologia, nomeadamente a miocardiopatia hipertrófica, já que valores de mecânica miocárdica dentro de valores normais sugerem alterações fisiológicas.

Existe muita literatura sobre a remodelagem cardíaca condicionada pelo exercício físico em atletas²⁴⁻²⁷, no entanto a bibliografia existente na população militar é menor. Os autores não encontraram na literatura, um trabalho que abordasse as variações cardiovasculares em atletas de competição quando sujeitos a um programa de treino militar intenso. Particularmente em Portugal, no grupo de tropas especiais do Exército, trata-se do primeiro trabalho que relaciona o exercício físico militar com a remodelagem cardiovascular provocada pelo mesmo.

Limitações

O presente estudo apresenta algumas limitações. A primeira prende-se com a reduzida amostra avaliada. A grande exigência física e mental deste tipo de curso faz com que o número de militares que o completam com sucesso seja pequeno. A segunda resulta da não existência de um grupo de controle, e os militares que desistiram do curso não foram reavaliados, para comparação dos resultados. A terceira deve-se ao fato de os militares não terem sido também avaliados com indicadores de aptidão física aeróbica como o teste de esforço cardiopulmonar, e testes de força/potência muscular antes e no final do curso para avaliar o real impacto do treino/curso sobre o coração e ganhos em capacidade física. Em quarto, a quantificação do exercício físico não programado praticado pelos militares durante o curso de tropas especiais, muito comum neste contexto, limita a determinação mais objetiva desta variável, estando provavelmente subestimada. Estes indivíduos durante

o curso estão permanentemente envolvidos em atividades e avaliações em que a componente física é fulcral, além do exercício físico convencional ou programado.

5. Conclusão

Neste estudo verificou-se que o treino físico militar intenso provoca remodelagem cardíaca adicional em atletas de nível competitivo, tanto estrutural como funcional. As características do exercício físico são fatores condicionadores da remodelagem cardíaca, devendo ser valorizadas durante a avaliação destes indivíduos.

Conflito de interesses

Os autores declaram não haver conflito de interesses

Agradecimentos

Ao Centro de Tropas Comandos.

Bibliografia

1. Henschen S. Skilanglauf und skiwettlauf: eine medizinische sportstudie. Mitt Med Klin Upsala (Jena). 1899;2:15–18
2. Maron BJ, Pelliccia A. Athlete's Heart and Risk of Sports. Circulation. 2006;114:1633-1644.
3. Morganroth J, Maron BJ, Henry WL, et al. Comparative left ventricular dimensions in trained athletes. *Ann Intern Med.* 1975;82: 521–524.
4. Hashimoto N, Fernandes T, Reno U, et al. Determinantes Moleculares da Hipertrofia Cardíaca Induzida por Diferentes Volumes de Treinamento Aeróbio. *Rev Bras Cardiol.* 2011; 24(3):153-162.

5. Paterick TE, Gordon T, Spiegel D. Echocardiography: Profiling of the Athlete's Heart. *J Am Soc Echocardiogr* 2014;27:940-8.
6. Grazioli G, Sanz M, Montserrat S *et al.* Echocardiography in the evaluation of athletes. *F1000Research* 2015, 4:151.
7. Arbab-Zadeh A, Perhonen M, Howden E, *et al.* Cardiac Remodeling in Response to 1 Year of Intensive Endurance Training. *Circulation*. 2014;130:2152-2161.
8. Kemi OJ, Haram PM, Loennechen JP, *et al.* Moderate vs. high exercise intensity: differential effects on aerobic fitness, cardiomyocyte contractility, and endothelial function. *Cardiovasc Res*. 2005 Jul 1;67(1):161-72.
9. Garber CE, Blissmer B, Deschenes MR, *et al.* American College of Sports Medicine position stand. Quantity and quality of exercise for developing and maintaining cardiorespiratory, musculoskeletal, and neuromotor fitness in apparently healthy adults: guidance for prescribing exercise. *Med Sci Sports Exerc*. 2011 Jul; 43(7): 1334-59.
10. Mancia G, Fagard R, Narkiewicz, *et al.* 2013 ESH/ESC Guidelines for the management of arterial hypertension: the Task Force for the management of arterial hypertension of the European Society of Hypertension (ESH) and of the European Society of Cardiology. *J Hypertens* 2013; 31(7):1281-357.
11. Sheikh N, Papadakis M, Ghani S, *et al.* Comparison of Electrocardiographic Criteria for the Detection of Cardiac Abnormalities in Elite Black and White Athletes. *Circulation*. 2014;129:1637-49.
12. Evangelista A, Flachskampf F, Lancellotti P, *et al.* (2008) European Association of Echocardiography recommendations for standardization of performance, digital storage and reporting of echocardiographic studies. *Eur J Echocardiogr* 9(4):438–448.

13. Lang RM, Badano LP, Mor-Avi V, et al (2015) Recommendations for cardiac chamber quantification by echocardiography in adults: an update from the American Society of Echocardiography and the European Association of Cardiovascular Imaging. *J Am Soc Echocardiogr* 28(1):1–39.
14. Aubert A, Seps B and Beckers F. Heart Rate Variability in Athletes. *Sports Med* 2003; 33 (12): 889-919.
15. Fernandes T, Oliveira M. Eccentric and concentric cardiac hypertrophy induced by exercise training: microRNAs and molecular determinants. *Braz J Med Biol Res.* 2011; 44(9):836.847.
16. American College of Sports Medicine, editor. ACSM's health-related physical fitness assessment manual. Lippincott Williams & Wilkins; 2013 Jan 21.
17. Mezzani A, Hamm LF, Jones AM, et al. Aerobic exercise intensity assessment and prescription in cardiac rehabilitation. *Eur J Prev Cardiol.* 2013 Jun; 20(3):442-67.
18. Lang RM, Bierig M, Devereux RB, et al. Recommendations for cardiac chamber quantification. *Eur J Echocardiogr* (2006) 7, 79 – 108.
19. Pluim B, Zwinderman A, Laarse A, et al. The Athlete's Heart - A Meta-Analysis of Cardiac Structure and Function. *Circulation.* 1999; 100:336-344.
20. Abernethy WB, Choo JK, Hutter AM, Jr. Echocardiographic characteristics of professional football players. *J Am Coll Cardiol* 2003; 41: 280–4.
21. Galderisi M, Cardim N, D'Andrea A, et al. The multi-modality cardiac imaging approach to the athlete's heart. *Eur Heart J Cardiovascular Imaging* (2015) 16 (4): 353r.
22. Gilbert CA, Nutter DO, Felner JM, et al. Echocardiographic study of cardiac dimensions and function in the endurance-trained athlete. *Am J Cardiol* 1977;40:528–33.

23. Caselli S, Montesanti D, Autore C, et al. Patterns of left ventricular longitudinal strain and strain rate in Olympic athletes. *J Am Soc Echocardiogr.* 2015 Feb;28(2):245-53.
24. Sharma S, Maron BJ, Whyte G, et al. Physiologic limits of left ventricular hypertrophy in elite junior athletes: relevance to differential diagnosis of athlete's heart and hypertrophic cardiomyopathy. *J Am Coll Cardiol.* 2002; 40:1431-6.
25. Basavarajaiah S, Boraita A, Whyte G, et al. Ethnic differences in left ventricular remodeling in highly-trained athletes: relevance to differentiating physiologic left ventricular hypertrophy from hypertrophic cardiomyopathy. *J Am Coll Cardiol.* 2008; 51:2256-62.
26. Pelliccia A, Culasso F, Di Paolo F, et al. Physiologic left ventricular cavity dilatation in elite athletes. *Ann Intern Med.* 1999; 130:23-31.
27. Abergel E, Chatellier G, Hagege AA, et al. Serial left ventricular adaptations in world-class professional cyclists: implications for disease screening and follow-up. *J Am Coll Cardiol.* 2004; 44:144-9.

Anexo – Tabelas, gráfico e figura

Tabela 1: Características basais da amostra em estudo

Caraterísticas basais da amostra	Militares (N=17)
Características demográficas	
Idade (anos)	21±3
Masculino (%)	17/17 (100)
Género caucasiano (%)	17/17 (100)
Características antropométricas	
Peso (Kg)	75,2±7,8
MM (%)	41,3±2,1
MG (%)	19,1±3,3
PAS (mm Hg)	128±10
PAD (mm Hg)	73±7
FC (bpm)	66±12
História desportiva	
Anos de competição	7,4±3,4
Horas de treino/dia (história desportiva)	2,3±0,6
Horas de treino/dia (curso militar)	4,0±0,5
Modalidades praticadas no passado (%)	
Atletismo	5/17 (29)
Futebol de 11	4/17 (23)
Futebol de salão	2/17 (12)
Rugby	2/17 (12)
Canoagem	1/17 (6)
Natação	1/17 (6)
Andebol	1/17 (6)
Artes Marciais	1/17 (6)

Tabela 2: Dados antropométricos

Dados antropométricos	Militares (N=17)		
	Inicial	Final	<i>p</i>
Peso (Kg)	75,2±7,8	77,4±6,6	<0,01
Massa Muscular (%)	41,3±2,1	44,4±1,8	<0,01
Massa Gorda (%)	19,1±3,3	13,1±3,5	<0,01
PAS (mm Hg)	128±10	122±7	<0,01
PAD (mm Hg)	73±7	66±5	<0,01
FC (bpm)	66±12	59±6	<0,01

Tabela 3: Variação dos parâmetros ecocardiográficos

Parâmetros	Militares (N=17)		
	Inicial	Final	<i>p</i>
Septo Intraventricular (mm)	9,7±1,0	9,9±1,0	0,39
Parede Posterior (mm)	9,7±0,9	9,6±0,8	0,39
Massa VE_ indexada (g/m ²)	93,1±7,7	100,2±11,4	<0,01
ERP	0,40±0,1	0,36±0,1	0,05
Diâmetro diastólico do VE (mm)	49,7±3,2	52,8±3,4	<0,01
Diâmetro sistólico do VE (mm)	33,2±3,3	35,1±2,6	0,04
Volume da AE (mL)	63,4±10,5	71,2±12,1	0,02
FEVE (%)	60±6	54±6	<0,01
E' lateral (cm/s)	19±3	19±3	0,92
E/E'	5,3±1,0	5,3±0,9	0,61
S' (cm/s)	15±2	17±2	<0,01
TAPSE (mm)	25±4	26±5	0,34
Strain Longitudinal VE (%)	-21,3±0,9	-20,5±1,9	0,11

Gráfico 1: Diferenças percentuais dos parâmetros antropométricos e ecocardiográficos

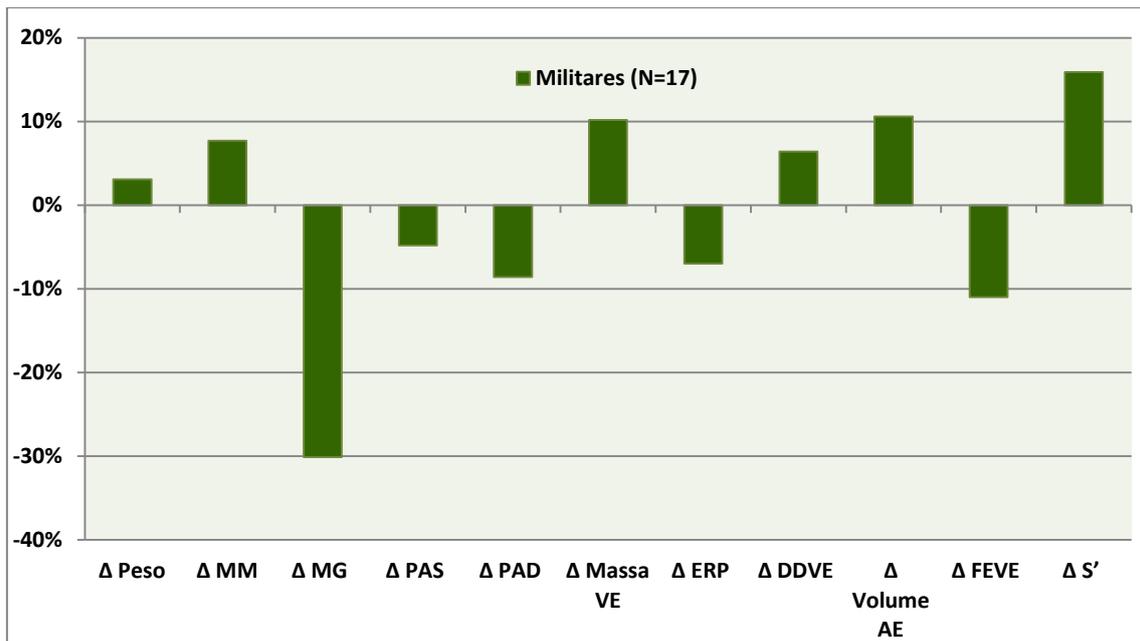
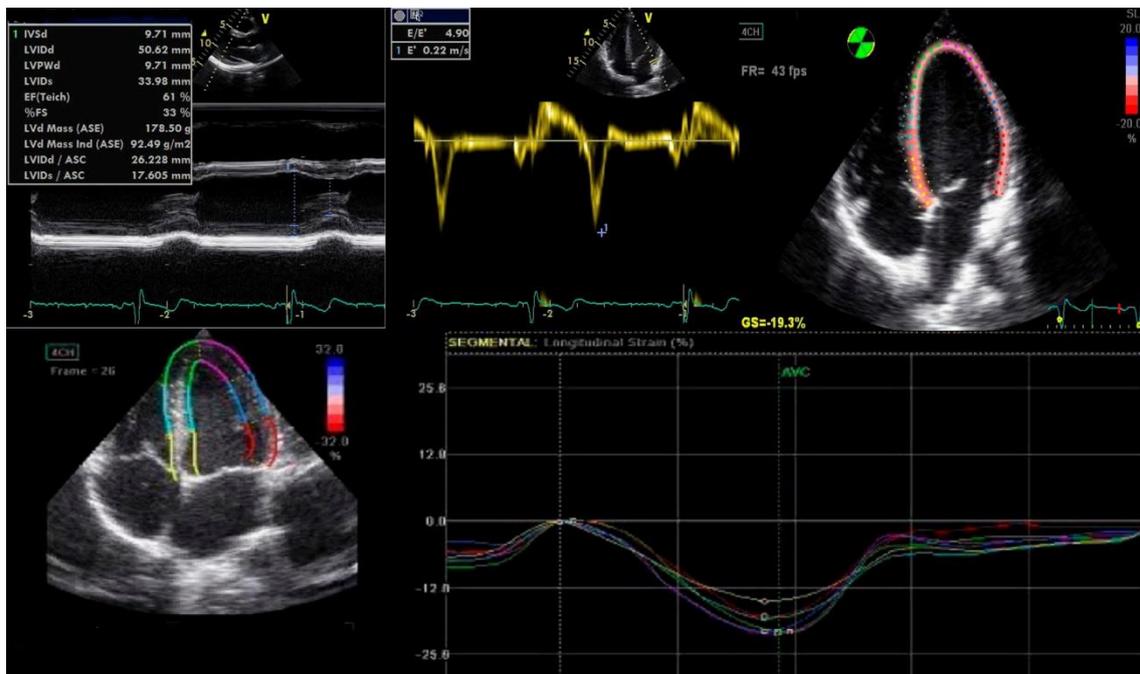


Figura 1 - Coração com espessura parietal e dimensão do VE dentro dos limites considerados normais, com parâmetros de função diastólica supranormais e DLG normal.



3º Artigo Original

GÉNERO E REMODELAGEM CARDÍACA INDUZIDA PELO EXERCÍCIO FÍSICO

Paulo Dinis ^{1,2*} MD; Hélder Dores³ MD; Rogério Teixeira ^{1,4} MD PhD; Joaquim Cardoso² MD; Lino Gonçalves ^{1,4} MD PhD.

¹ Serviço de Cardiologia, Centro Hospitalar e Universitário de Coimbra, Coimbra, Portugal

² Centro de Saúde Militar de Coimbra, Coimbra, Portugal

³ Hospital das Forças Armadas

⁴ Faculdade de Medicina Universidade de Coimbra, Coimbra, Portugal

*Corresponding Author:

paulogdinis@gmail.com

Centro Hospitalar de Coimbra Quinta dos Vales

3041-801 São Martinho do Bispo, Coimbra, Portugal.

Introdução: O género influencia a remodelagem cardíaca induzida pelo exercício físico.

Objetivo: Comparar as adaptações em basquetebolistas de acordo com o género.

Métodos e Resultados: Estudámos duas equipas, uma masculina (N=8) e outra feminina (N=9), no início e fim da época, incluindo avaliação ecocardiográfica. Na equipa masculina observou-se: aumento da massa do ventrículo esquerdo (85.8 ± 16.2 vs. 97.4 ± 19.3 g/m²; $p=0.05$) e da espessura relativa das paredes (0.30 ± 0.05 vs. 0.36 ± 0.05 ; $p=0.04$); e diminuição da deformação longitudinal global (-19.4 ± 1.3 vs. $-17.6 \pm 1.8\%$; $p=0.03$). Na equipa feminina as adaptações cardíacas foram mínimas.

Conclusão: A remodelagem cardíaca é frequente em basquetebolistas, e mais marcada em atletas masculinos.

Palavras Chave: Género; exercício físico; remodelagem cardíaca.

Gender and cardiac remodeling

Introduction: Gender influence cardiac remodeling. **Goal:** To compare cardiovascular remodeling in basketball players of different gender.

Methodology and results: We studied 2 basketball teams, a male's team (N=8) and a female's team (N=9), at the beginning and at the end of a sports season. The study included a transthoracic echocardiography. We observed in the male's team an increase in left ventricular mass (85.8 ± 16.2 vs. 97.4 ± 19.3 g/m²; $p=0.05$), in relative wall thickness (0.30 ± 0.05 vs. 0.36 ± 0.05 , $p=0.04$); a decrease in ventricle longitudinal global strain (-19.4 ± 1.3 vs. $-17.6 \pm 1.8\%$, $p=0.03$). In the female's team, only scarce changes were observed.

Conclusion: Cardiac remodeling was more expressive in male's.

Keywords: Gender; physical exercise; cardiac remodeling.

Introdução

O exercício físico intenso e prolongado está associado a modificações cardíacas descritas como ‘coração de atleta’, que se caracterizam por alterações elétricas, estruturais e funcionais. As alterações elétricas resultam, principalmente, da ativação mais pronunciada do sistema nervoso parassimpático bem como da resposta à remodelagem estrutural. Estas alterações elétricas, são identificadas no eletrocardiograma (ECG) em repouso, utilizando critérios bem definidos e específicos para atletas (1,2). As alterações estruturais e funcionais estão associadas ao estímulo hemodinâmico imposto pelo exercício físico (3), caracterizando-se pelo aumento das dimensões e massa das cavidades cardíacas, e melhoria do desempenho cardíaco (4). Estas alterações podem ser analisadas através do ecocardiograma transtorácico (ETT), o qual pode ser complementado com o estudo de *speckle tracking*, permitindo assim avaliar também a deformação da câmara cardíaca.

A remodelagem cardíaca pode ser condicionada por diversas causas, nomeadamente demográficas ou relacionadas com o tipo, intensidade e frequência de exercício físico (5). Entre estas características, sobressai a idade, raça e o género dos atletas. Apesar do número crescente de mulheres a praticar desporto nas últimas décadas, tanto a nível recreativo como competitivo, a evidência científica nesta população ainda é escassa.

O objetivo deste trabalho foi caracterizar e comparar a remodelagem cardíaca em atletas de duas equipas de basquetebol profissional de diferente género ao longo de uma época desportiva.

Metodologia

Estudo observacional e longitudinal que avaliou duas equipas de basquetebol, uma da 1ª divisão masculina e uma da liga feminina, no início e no fim de uma época desportiva. As avaliações decorreram durante os meses de outubro de 2015 e março/abril de 2016.

Todos os participantes foram voluntários e deram o consentimento informado. O protocolo foi aprovado pela Comissão de Ética da Faculdade de Medicina da Universidade de Coimbra (protocolo de referência – 087/2015).

Avaliações realizadas

Os participantes foram avaliados com cerca de seis meses de intervalo com história clínica e exame objetivo, avaliação antropométrica e ETT. Um ECG foi realizado no início do estudo como método de rastreio cardiovascular.

A história clínica e o exame objetivo tiveram especial enfoque nos fatores de risco cardiovasculares. Os hábitos de treino, descanso e anos de prática desportiva também foram indagados.

A avaliação antropométrica realizou-se com uma balança digital com bioimpedância (HBF510W - OMRON®), que permitiu determinar o peso, percentagem de massa gorda (MG) e massa muscular (MM). A medição da pressão arterial sistólica (PAS) e diastólica (PAD), e frequência cardíaca (FC) foram avaliadas por um medidor de

pressão arterial de braço (HEM 7113 - OMRON®), de acordo com as recomendações atuais (6).

A avaliação eletrocardiográfica foi realizada no eletrocardiógrafo NORAV® 1200HR. A interpretação dos mesmos baseou-se nos critérios refinados (7).

A avaliação ecocardiográfica foi realizada no ecocardiógrafo Vivid 7, GE Healthcare®, com as diversas janelas ecocardiográficas e modalidades recomendadas pela Sociedade Europeia de Cardiologia, incluindo o estudo da mecânica miocárdica por *Speckle Tracking* (8). As medições da espessura das paredes e dimensões do ventrículo esquerdo (VE) foram adquiridas em janela paraesternal eixo longo, a espessura relativa das paredes (ERP) calculada pela fórmula: $[(2 \times \text{parede posterior do VE (PPVE)}) / \text{diâmetro diastólico do VE (DDVE)}]$ e a massa VE pela fórmula de *Devereux's* (9). O volume VE e da aurícula esquerda (AE) foi determinado pela regra de *Simpson*. As imagens do *Doppler* tecidual do anel mitral e tricúspide foram obtidas para determinar as ondas *E* e *e'*, e determinar as velocidades da onda *S'*, respetivamente.

Análise estatística

Todos os dados foram calculados e analisados através do programa SPSS, versão 20 (SPSS® Inc., Chicago, IL, USA). As variáveis categóricas foram apresentadas como frequência e percentagem, e os testes χ^2 e *Fisher* foram utilizados quando apropriados. O teste *Kolmogorov-Smirnov* foi utilizado para verificar a distribuição das variáveis contínuas. As variáveis com distribuição normal foram expressas como média e desvio padrão e o teste *T Student* foi utilizado para a comparação de grupos. A homogeneidade das variáveis individuais foi avaliada pelo teste de *Levene*. As variáveis com uma distribuição não normal foram expressas como mediana e intervalos

interquartil, sendo os grupos comparados com os testes *Mann-Whitney* e *Kruskal-Wallis*. Para todas as comparações o valor de $p < 0.05$ foi considerado estatisticamente significativo.

Resultados

Características da população

As características da população estão descritas na Tabela 1. As duas equipas apresentavam idades semelhantes, sem diferença significativa relativamente à raça. A amostra feminina apresentava um índice de massa corporal (IMC) superior, com maior percentagem de MG e menor percentagem de MM. As duas equipas não mostraram diferenças significativas em relação ao perfil tensional e à FC, estando os valores dentro dos intervalos considerados normais (6). Na história desportiva não se identificaram diferenças significativas, quer no tempo de prática de basquetebol ou nas horas de treino físico e descanso. Tanto a equipa masculina como a feminina tinham quatro treinos semanais e um jogo no fim-de-semana.

Variação dos dados antropométricos e ecocardiográficos

A variação dos dados antropométricos e ecocardiográficos durante a época desportiva podem ser analisados na Tabela 2. A equipa masculina apresentou reduções significativas na PAS e FC. A equipa feminina aumentou a MM e apresentou alterações em relação ao perfil tensional com aumento da PAS e da PAD.

Todos os ECGs estavam em ritmo sinusal e foram considerados normais ou apenas com alterações fisiológicas. A alteração mais frequente foi a bradicardia sinusal, presente em 11 atletas (64.75%), seguida de hipertrofia do VE em dois atletas

(11.8%), bloqueio aurículo ventricular de 1º grau e bloqueio incompleto de ramo direito num atleta (5.9%).

Os dados ecocardiográficos mostraram remodelagem cardíaca mais marcada na equipa masculina com aumento da massa VE, PPVE e ERP. Também existiu aumento do volume da AE, bem como modificação de parâmetros funcionais - aumento do S' e diminuição do valor absoluto da deformação longitudinal global (DLG) (Figura 1). Na equipa feminina apenas se verificou diferença significativa na velocidade da onda S' .

Discussão

Este estudo demonstrou que atletas masculinos e femininos apresentam diferente remodelagem cardíaca, mesmo tratando-se de jovens saudáveis que praticam o mesmo desporto, com características de exercício semelhantes.

Em relação aos dados antropométricos, verificou-se que os atletas masculinos apresentaram reduções da PAS e FC de base, que estão de acordo com o expectável em jovens treinados (10). As atletas femininas mostraram aumento da PAS e PAD, mantendo-se no entanto, em valores de pressão arterial considerados normais, sendo que nenhuma das atletas apresentou valores $> 140/90$ mm Hg. Também apresentaram um aumento, com significado estatístico, da MM e uma tendência para a redução da MG, que se justifica pelo exercício físico praticado ao longo da época desportiva.

Os dados ecocardiográficos mostraram remodelagem cardíaca nos atletas masculinos com aumento da massa VE, ERP e do volume AE. O basquetebol é um desporto com exercício misto - componente dinâmico e estático (11), sendo o coração destes atletas sujeito tanto a sobrecarga de pressão, condicionando hipertrofia das paredes e conseqüente aumento da massa do VE, como a sobrecarga de volume, com

o consequente aumento do volume das cavidades cardíacas (3). Os parâmetros funcionais dos atletas masculinos também sofreram alterações, com aumento significativo da velocidade da onda S' e diminuição do valor absoluto da DLG do VE. Esta diminuição da DLG está descrita na literatura (12) e poderá representar uma adaptação fisiológica em resposta ao exercício físico. Relativamente às atletas femininas, as adaptações foram escassas e o único parâmetro com alterações estatisticamente significativas foi a velocidade da onda S'. Na literatura está descrito que o género masculino tem adaptações cardíacas mais marcadas, devido às diferenças hormonais entre os dois géneros. Acredita-se que a testosterona e os seus receptores potenciam alterações pró-hipertróficas (13), enquanto o estrogénio e os seus receptores protegem o miocárdio dessas alterações com efeitos anti-hipertróficos (14). Nenhuma das atletas avaliadas apresentava espessura da parede do VE >12mm e apenas uma atleta tinha um DDVE > 54mm (DDVE de 55mm). Estes achados estão de acordo com o descrito na literatura (15,16), e servem de importante alerta na avaliação de atletas do género feminino com valores de espessura das paredes ou dimensão das cavidades cardíacas na chamada "zona cinzenta", pois estas devem ser sujeitas a investigações adicionais.

Este estudo avaliou duas equipas semelhantes, excepto no género. Estas praticavam a mesma modalidade desportiva e o treino físico realizado ao longo da época foi idêntico. A principal limitação foi a reduzida dimensão da amostra, a qual se deve ao reduzido número de atletas que as equipas de basquetebol apresentam.

Conclusão

Neste estudo verificou-se que a remodelagem cardíaca associada ao exercício físico é influenciada pelo género, sendo o masculino o mais afetado. A identificação de parâmetros ecocardiográficos fora dos intervalos de referência pode ter um significado patológico, particularmente no género feminino onde a remodelagem cardíaca através do exercício físico é menos acentuada.

Conflito de interesses

Os autores declaram não haver conflito de interesses.

Bibliografia

1. Sharma S, Drezner A, Baggish A, et al. International Recommendations for electrocardiographic Interpretation in athletes. *J Am Coll Cardiol* 2017; 69:1057 -75.
2. Drezner JA, Ashley E, Baggish AL, et al. Abnormal electrocardiographic findings in athletes: recognizing changes suggestive of cardiomyopathy. *Br J Sports Med* 2013; 47:137 – 152.
3. Paterick TE, Gordon T, Spiegel D. Echocardiography: Profiling of the Athlete's Heart. *J Am Soc Echocardiogr* 2014; 27:940-8.
4. Galderisi M, Cardim N, D'Andrea A, et al. The multi-modality cardiac imaging approach to the athlete's heart. *Eur Heart J Cardiovascular Imaging* (2015) 16 (4): 353r.
5. Pluim B, Zwinderman A, Laarse A, et al. The Athlete's Heart - A Meta-Analysis of Cardiac Structure and Function. *Circulation*. 1999; 100:336-344.
6. Mancia G, Fagard R, Narkiewicz, et al. 2013 ESH/ESC Guidelines for the management of arterial hypertension: the Task Force for the management of

- arterial hypertension of the European Society of Hypertension (ESH) and of the European Society of Cardiology. *J Hypertens*. 2013 Jul;31(7):1281-357.
7. Sheikh N, Papadakis M, Ghani S, et al. Comparison of Electrocardiographic Criteria for the Detection of Cardiac Abnormalities in Elite Black and White Athletes. *Circulation*. 2014; 129:1637-49.
 8. Evangelista A, Flachskampf F, Lancellotti P, et al. (2008) European Association of Echocardiography recommendations for standardization of performance, digital storage and reporting of echocardiographic studies. *Eur J Echocardiogr* 9(4):438–448.
 9. Lang RM, Badano LP, Mor-Avi V, et al. (2015) Recommendations for cardiac chamber quantification by echocardiography in adults: an update from the American Society of Echocardiography and the European Association of Cardiovascular Imaging. *J Am Soc Echocardiogr* 28(1):1–39.
 10. Pescatello LS, Franklin BA, Fagard R, et al. American College of Sports Medicine. American College of Sports Medicine position stand. Exercise and hypertension. *Med Sci Sports Exerc*, 36 (2004), pp. 533-553.
 11. Mitchell JH, Haskell W, Snell P, et al. Task Force 8: Classification of Sports. 36th Bethesda Conference: eligibility recommendations for competitive athletes with cardiovascular abnormalities. *J Am Coll Cardiol*. 2005; 45.
 12. Caselli S, Montesanti D, Autore C, et al. Patterns of left ventricular longitudinal strain and strain rate in Olympic athletes. *J Am Soc Echocardiogr*. 2015 Feb;28(2):245-53
 13. Marsh J, Lehmann M, Rebecca R, et al. Androgen Receptors Mediate Hypertrophy in Cardiac Myocytes. *Circulation*. 1998; 98: 256-261

14. van Eickels M, Grohé C, Cleutjens J, et al. 17 beta-estradiol attenuates the development of pressure-overload hypertrophy. *Circulation* 2001; 104 (12):1419-23.
15. Sharma S, Maron BJ, Whyte G, et al. Physiologic limits of left ventricular hypertrophy in elite junior athletes: relevance to differential diagnosis of athlete's heart and hypertrophic cardiomyopathy. *J Am Coll Cardiol* 2002; 40 : 1431-6.
16. Pelliccia A, Maron BJ, Culasso F, et al. Athlete's heart in women. Echocardiographic characterization of highly trained elite female athletes. *JAMA* 1996; 276 (3): 211-5.

Anexo – Figura e tabelas

Figura 1: Ecocardiograma representativo de um atleta do género masculino no início da época (imagem A) e no final da mesma (imagem B), com a respetiva quantificação da deformação longitudinal global (DLG).

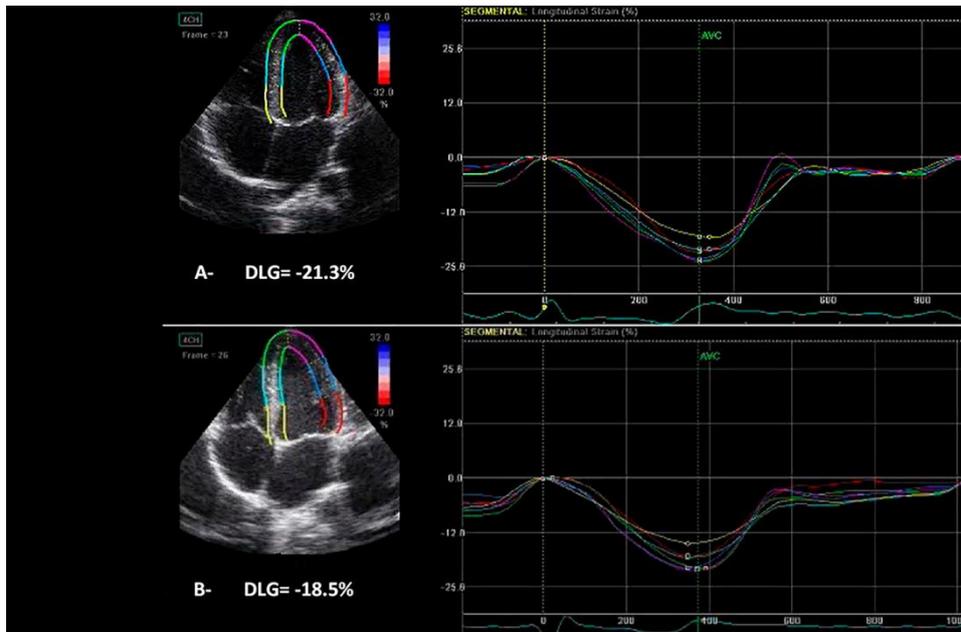


Tabela 1: Descrição da população.

Características basais da população	Masculinos (N=8)	Femininos (N=9)	<i>p</i> value
Características demográficas			
Idade (anos)	21±3.5	21±2.6	0.71
Caucasianos (%)	7/8 (87.5)	4/9 (64.7)	0.07
Características antropométricas			
IMC (Kg/m ²)	22.2±2.5	24.5±2.9	0.18
MG (%)	13.4±2.8	35.4±5.5	<0.01
MM (%)	42.8±1.5	28.0±1.9	<0.01
PAS (mm Hg)	134±5.0	130±17.0	0.60
PAD (mm Hg)	76±6	71±9	0.12
FC (bpm)	59±11	70±14	0.11
História desportiva			
Anos de competição	9.6±6.1	11.2±4.2	0.54
Horas de treino/dia	3.1±1.2	2.9±0.9	0.34
Horas de sono	7.6±0.6	7.3±1.0	0.58
FC: frequência cardíaca; IMC: índice de massa corporal; MG: massa gorda; MM: massa magra; PAD: pressão arterial diastólica; PAS: pressão arterial sistólica.			

Tabela 2: Variação dos dados antropométricos e ecocardiográficos

Parâmetros	Masculinos (N=8)			Femininos (N=9)		
	Inicial	Final	<i>p value</i>	Inicial	Final	<i>p value</i>
Peso (Kg)	75.6±8.6	75.5±8.3	0.92	77.5	76.9	0.63
MM (%)	42.8±1.5	43.2±1.7	0.26	28.0±1.9	28.9±1.8	<0.01
MG (%)	13.4±2.8	14.0±4.7	0.63	35.4±5.5	34.8±4.7	0.09
PAS (mm Hg)	134±5.0	128±3	0.02	130±17.0	134±15	0.03
PAD (mm Hg)	76±6	73±8	0.21	71±9	76±11	0.02
FC (bpm)	59±11	55±8	<0.01	70±14	68±10	0.68
SIV (mm)	8.6±1.5	9.6±1.7	0.10	8.0±1.6	8.7±1.2	0.21
PPVE (mm)	8.2±1.2	9.5±1.2	0.05	8.9±1.4	9.0±0.9	0.64
IMVE (g/m ²)	85.8±16.2	97.4±19.3	0.05	79.3±15.9	77.9±12.2	0.74
ERP	0.30±0.05	0.36±0.05	0.04	0.36±0.06	0.38±0.05	0.36
DDVE (mm)	54.9±2.7	53.2±2.9	0.08	49.5±4.6	47.9±4.6	0.26
DSVE (mm)	35.8±3.7	36.1±2.7	0.83	33.5±3.8	32.4±3.5	0.20
Volume da AE (mL)	51.8±8.1	58.4±10.9	0.05	56.1±11.5	55.0±12.8	0.73
FEVE (%)	55±5	57±6	0.24	57±5	59±5	0.41
E' lateral (cm/s)	19±3	19±3	0.92	18±2	17±2	0.63
E/E'	4.6±0.8	5.3±0.9	0.14	5.5±1.5	5.8±0.6	0.54
S' (cm/s)	13±2	14±2	0.02	13±2	14±3	0.01
TAPSE (mm)	25±3	25±4	0.93	23±3	24±3	0.43
DLG (%)	-19.4±1.3	-17.6±1.8	0.03	-18.7±1.2	-19.0±1.8	0.59

AE: aurícula esquerda; DLG: deformação longitudinal global; ERP: espessura relativa das paredes; FC: frequência cardíaca; FEVE: fração de ejeção do ventrículo esquerdo; MG: massa gorda; MM: massa magra; PAD: pressão arterial diastólica; PAS: pressão arterial sistólica; PPVE: parede posterior do ventrículo esquerdo; IMVE: massa do ventrículo esquerdo indexada; DDVE: diâmetro diastólico do ventrículo esquerdo; DSVE: diâmetro sistólico do ventrículo esquerdo; SIV: septo intraventricular; TAPSE: plano de excursão sistólica do anel tricúspide.

Discussão e Perspetivas futuras

A remodelagem cardíaca depende de vários fatores. A metodologia do treino, intensidade e frequência do mesmo, tal como o género do atleta, podem condicionar diferentes adaptações. Como vimos no primeiro artigo apresentado, os dois grupos estudados apresentaram diferentes padrões de remodelagem cardíaca. Os militares desenvolveram adaptações predominantemente excêntricas e os basquetebolistas predominantemente concêntricas. A metodologia e intensidade do treino físico praticado podem ajudar a compreender estas diferentes respostas, já que diferentes níveis de intensidade de exercício físico são associados a diferentes estímulos, sendo que exercícios moderados a vigorosos relacionam-se, sobretudo, com o estímulo da sobrecarga de pressão; e exercícios vigorosos ou máximos relacionam-se com o estímulo de sobrecarga de volume (13-15). No segundo artigo apresentado, verificamos que um treino militar intenso e exigente se associa a remodelagem cardíaca adicional, estrutural e funcional, em jovens previamente atletas. Este tipo de treino físico mais intenso e frequente condiciona adaptações marcadas, que se caracterizam por elevados débitos cardíacos e predomínio de sobrecarga de volume (6). No entanto as adaptações verificadas, raramente ultrapassam os limites do considerado normal para atletas, no que diz respeito às alterações estruturais e funcionais cardíacas. Quando estes limites são ultrapassados, o ETT com a técnica de *speckle tracking*, pode ser importante para diferenciar entre uma hipertrofia ventricular esquerda associada ao exercício físico e patologia, nomeadamente a miocardiopatia hipertrófica. Valores de mecânica miocárdica dentro da normalidade sugerem

alterações fisiológicas. No entanto, se a dúvida persistir, pode ser pertinente recorrer a outros exames complementares de diagnóstico, nomeadamente a ressonância magnética cardíaca ou aconselhar o desportista a um período de descanso para avaliar a regressão da remodelagem que está a ser avaliada, pois este fator é considerado benigno. No terceiro artigo verificou-se que as adaptações cardíacas relacionadas com o exercício físico são condicionadas pelo género do praticante. Esta diferente remodelagem está relacionada com as diferenças hormonais entre os dois géneros, sendo mais difícil o género feminino apresentar alterações fisiológicas marcadas (16,17). Na prática clínica, a identificação de parâmetros ecocardiográficos na chamada 'zona cinzenta' no género feminino, levanta a forte suspeita de alteração patológica.

As adaptações elétricas, estruturais e funcionais induzidas pelo exercício físico, estão bem documentadas na literatura (1-3). No entanto, a remodelagem cardíaca inicia-se a nível molecular. Alguns estudos em animais referem que o exercício físico intenso e continuado pode provocar alterações em genes, recetores genéticos e alterar vias de sinalização (18,19). Os genes da miosina de cadeia pesada do tipo beta (β -MHC) e alfa (α -MHC) são responsáveis pela capacidade contrátil do miocárdio. O exercício físico caracteriza-se pelo aumento da expressão genética da α -MHC e redução da β -MHC, aumentando desta forma o razão da α/ β -MHC (18). Outros genes ou a alteração na sua expressão estão associados a hipertrofia patológica. A reexpressão de genes da programação fetal, como a α -actina esquelética e o fator natruriético atrial (ANF) são associados com hipertrofia patológica (18). Estes genes podem ser modificados pelo exercício físico, e a hipertrofia cardíaca patológica pode ser reduzida,

tal como foi demonstrado num trabalho que estudou os efeitos do treino físico numa população de ratos com cardiopatia hipertrófica hipertensiva (20).

Também as vias de sinalização intracelular, que regulam a atividade genética e proteica necessária para o crescimento do miócito, são diferentes na hipertrofia cardíaca patológica e fisiológica. A proteína quinase-B, conhecida por Akt, não é ativada em situações patológicas, ao contrário do que acontece nas situações fisiológicas em resposta ao exercício físico. E esta ativação é dependente do volume de exercício físico realizado (18).

Os microRNAs (MiRNAs) são moléculas de RNA constituídos por nucleotídeos, não codificadores de proteínas, que atuam como potentes reguladores pós-transcricionais da expressão genética (21). Na literatura está demonstrado que os MiRNAs regulam processos celulares complexos, incluindo o desenvolvimento do sistema cardiovascular, condições patológicas e fisiológicas, nomeadamente relacionadas com a hipertrofia cardíaca (22,23). Estas moléculas apresentam potencial para serem alvos terapêuticos, assim como para o desenvolvimento de terapêuticas inovadoras, baseadas na modulação da expressão de MiRNAs relacionados com a hipertrofia cardíaca patológica (24).

Depois do exposto, seria interessante realizar um estudo, onde todos os aspetos da remodelagem cardíaca induzida pelo exercício físico fossem abordados. Nesta tese de mestrado, não foi possível realizar todos os exames complementares de diagnóstico adequados para esse fim. Para isso teríamos de utilizar outros, como a prova de esforço cardiopulmonar (PECP), a ressonância magnética cardíaca (RMC) e testes genéticos. A PECP seria importante para relacionar a remodelagem cardíaca com ganhos funcionais objetivos, através da melhoria na capacidade de trabalho aeróbico

representada na maior tolerância à realização de esforço (medido em tempo de esforço ou *watts*) e aumento do VO₂ máximo. O ecocardiograma transtóraco mesmo com o estudo da mecânica miocárdica, deveria ser comparado com a ressonância magnética cardíaca que é o *gold standard* para medições de espessuras parietais e volumes cardíacos. E por fim, o estudo genético seria importante para demonstrar as diferenças e modificações que o exercício físico provoca a nível molecular. Desta forma, a caracterização do perfil molecular poderia ajudar na diferenciação entre o patológico e o fisiológico e contribuir para a descoberta de novos alvos terapêuticos, tanto farmacológicos como não farmacológicos.

Bibliografia

1. Pelliccia A, Maron BJ. Outer limits of the athlete's heart, the effect of gender, and relevance to the differential diagnosis with primary cardiac diseases. *Cardiol Clin* 1997;15:381–96.
2. Sharma S, Drezner A, Baggish A, et al. International Recommendations for electrocardiographic Interpretation in athletes. *J Am Coll Cardiol* 2017; 69:1057 -75.
3. Drezner JA, Ashley E, Baggish AL, et al. Abnormal electrocardiographic findings in athletes: recognizing changes suggestive of cardiomyopathy. *Br J Sports Med* 2013; 47:137 – 152.
4. Henschen S. Skilanglauf und skiwettlauf: eine medizinische sportstudie. *Mitt Med Klin Upsala (Jena)*. 1899;2:15–18.
5. Maron BJ, Pelliccia A. Athlete's Heart and Risk of Sports. *Circulation*. 2006;114:1633-1644.

6. Pluim B, Zwinderman A, Laarse A, et al. The Athlete's Heart - A Meta-Analysis of Cardiac Structure and Function. *Circulation*. 1999; 100:336-344.
7. Paterick TE, Gordon T, Spiegel D. Echocardiography: Profiling of the Athlete's Heart. *J Am Soc Echocardiogr* 2014;27:940-8.
8. Grazioli G, Sanz M, Montserrat S *et al*. Echocardiography in the evaluation of athletes. *F1000Research* 2015, 4:151.
9. Mitchell JH, Haskell W, Snell P, et al. Task Force 8: Classification of Sports. 36th Bethesda Conference: eligibility recommendations for competitive athletes with cardiovascular abnormalities. *J Am Coll Cardiol*. 2005; 45.
10. Dores H, Freitas A, malhotra A, et al. The hearts of competitive athletes: An up-to-date overview of exercise-induced cardiac adaptations. *Rev Port Cardiol*. 2015; 34 (1):51-64.
11. Nash WP. US Marine Corps and Navy combat and operational stress continuum model: A tool for leaders. In: E.C Ritchie (Ed.). *Combat and operational behavioral health*. Washington, DC: Borden Institute; 2011:193-214.
12. Caselli S, Montesanti D, Autore C, et al. Patterns of left ventricular longitudinal strain and strain rate in Olympic athletes. *J Am Soc Echocardiogr*. 2015 Feb;28(2):245-53.
13. Arbab-Zadeh A, Perhonen M, Howden E, et al. Cardiac Remodeling in Response to 1 Year of Intensive Endurance Training. *Circulation*. 2014;130:2152-2161.
14. Muhl C, Dassen WR, Kuipers H. Cardiac remodeling: concentric versus eccentric hypertrophy in strength and endurance athletes. *Neth Heart J* 2008; 16:129-33.
15. Kemi OJ, Haram PM, Loennechen JP, et al. Moderate vs. high exercise intensity: differential effects on aerobic fitness, cardiomyocyte contractility, and endothelial function. *Cardiovasc Res*. 2005 Jul 1;67(1):161-72.

16. Marsh J, Lehmann M, Rebecca R, et al. Androgen Receptors Mediate Hypertrophy in Cardiac Myocytes. *Circulation*. 1998; 98: 256-261
17. Van Eickels M, Grohé C, Cleutjens J, et al. 17 beta-estradiol attenuates the development of pressure-overload hypertrophy. *Circulation* 2001; 104 (12):1419-23.
18. Hashimoto N, Fernandes T, Soci U, et al. Determinantes moleculares da hipertrofia cardíaca induzida por diferentes volumes de treinamento aeróbico. *Rev Bras Cardiol*. 2011; 12(3):153-162.
19. Fernandes T, Soci U, Oliveira E. Eccentric and concentric cardiac hypertrophy induced by exercise training: microRNAs and molecular determinants. *Braz J Med Biol Res* 2011; 44(9): 836-847.
20. Garcarena C, Pinilla O, Nolly M, et al. Endurance training in the spontaneous hypertensive rat: Conversion of pathological into physiological cardiac hypertrophy. *Hypertension*. 2009; 53(4): 708-14.
21. Kim VN. MicroRNA biogenesis: coordinated cropping and dicing. *Nat Rev Mol Cell Biol* 2005;6(5):376-85.
22. Care A, Catalucci D, Felicetti F, Bonci D, Addario A, Gallo P, et al. MicroRNA-133 controls cardiac hypertrophy. *Nat Med* 2007; 13: 613-618.
23. Rao PK, Toyama Y, Chiang HR, et al. Loss of cardiac microRNA-mediated regulation leads to dilated cardiomyopathy and heart failure. *Circ Res* 2009; 105: 585-594.
24. Costa P, Windt L. MicroRNA in control of cardiac hypertrophy. *Cardiovasc Research*. 2012; 93(4): 563-572

Anexos

Ficha de dados

REMODELAGEM CARDÍACA INDUZIDA PELO EXERCÍCIO FÍSICO

DADOS PESSOAIS E ANTROPOMÉTRICOS

NOME: _____

DATA DE NASCIMENTO: ____/____/____

GÉNERO: ____ (M); ____ (F); RAÇA: ____ (CAUCASIANA); ____ (NEGRA)

IDADE: ____; ALTURA: ____ (M); IMC: ____

PESO: ____ (KG); MASSA MUSCULAR: ____ (%); MASSA GORDA: ____ (%)

TA: ____/____ (MMHG); FC: ____ (BPM)

HÁBITOS

NÚMERO DE HORAS QUE DORME (MÉDIA): ____ (H) - FASE COMPETITIVA

NÚMERO DE HORAS QUE DORME (MÉDIA): ____ (H) - FÉRIAS

NÚMERO DE HORAS DE EXERCÍCIO FÍSICO/ DIA (MÉDIA): ____ (H) - FASE COMPETITIVA

NÚMERO DE HORAS DE EXERCÍCIO FÍSICO /DIA (MÉDIA): ____ (H) - FÉRIAS

NÚMERO DE REFEIÇÕES /DIA: ____ - FASE COMPETITIVA

NÚMERO DE REFEIÇÕES /DIA: ____ - FÉRIAS

ANTECEDENTES PESSOAIS

MEDICAÇÃO

HABITUAL:

HÁ QUANTOS ANOS PRATICA DESPORTO DE COMPETIÇÃO: ____ (ANOS)

HIPERTENSÃO: SIM ____; NÃO: ____; DISLIPIDÉMIA: SIM ____; NÃO: ____;

DIABETES: SIM ____; NÃO: ____; FUMADOR: SIM ____; NÃO: ____;

HISTÓRIA FAMILIAR DE PATOLOGIA CARDÍACA: SIM: ____; NÃO: ____; SE SIM QUAL: _____

Consentimento informado

FORMULÁRIO DE INFORMAÇÃO E CONSENTIMENTO INFORMADO

TÍTULO DO PROJECTO DE INVESTIGAÇÃO:

REMODELAGEM CARDÍACA INDUZIDA PELO EXERCÍCIO FÍSICO

CHUC – HG e CSMC

Paulo Jorge Gomes Dinis

Quinta dos Vales São Martinho do

Bispo, 3041-801, Coimbra

964659440

NOME DO DOENTE

(LETRA DE IMPRENSA)

É convidado(a) a participar voluntariamente neste estudo porque é atleta ou militar sujeito a exercício físico intenso.

Este procedimento é chamado consentimento informado e descreve a finalidade do estudo, os procedimentos, os possíveis benefícios e riscos. A sua participação poderá contribuir para melhorar o conhecimento sobre os efeitos que o exercício intenso e prolongado tem sobre a remodelagem cardíaca.

Receberá uma cópia deste Consentimento Informado para rever e solicitar aconselhamento de familiares e amigos. O Investigador ou outro membro da sua equipa irá esclarecer qualquer dúvida que tenha sobre o termo de consentimento e também alguma palavra ou informação que possa não entender.

Depois de compreender o estudo e de não ter qualquer dúvida acerca do mesmo, deverá

tomar a decisão de participar ou não. Caso queira participar, ser-lhe-á solicitado que assine e date este formulário. Após a sua assinatura e a do Investigador, ser-lhe-á entregue uma cópia. Caso não queira participar, não haverá qualquer penalização nos cuidados que precisar..

1. INFORMAÇÃO GERAL E OBJECTIVOS DO ESTUDO

Este estudo irá decorrer no Centro Hospitalar e Universitário de Coimbra – Hospital Geral em colaboração com Centro de Saúde Militar de Coimbra, com o objetivo de estudar o efeito do exercício físico tanto em atletas, como em militares, e saber se as diferentes metodologias de treino destas populações condicionam adaptações cardíacas diferentes.

Trata-se de um estudo prospetivo. Não será feita nenhuma alteração na sua medicação ou tratamentos habituais.

Este estudo foi aprovado pela Comissão de Ética da Faculdade Medicina da Universidade de Coimbra (FMUC) de modo a garantir a proteção dos direitos, segurança e bem-estar de todos os doentes ou outros participantes incluídos e garantir prova pública dessa proteção.

Como participante neste estudo beneficiará da vigilância e apoio do seu médico, garantindo assim a sua segurança.

Este estudo tem por objetivo(s) verificar se existe remodelagem nos atletas e militares em diferentes fases de competição: pausa e treino intenso. E também, se estas diferentes preparações condicionam diferentes adaptações cardíacas.

Serão incluídos tanto atletas desportivos, como militares.

2. PROCEDIMENTOS E CONDUÇÃO DO ESTUDO

2.1. Procedimentos

(história clínica)

Um médico do estudo realizará uma revisão da sua história médica recente e registará a sua medicação, hábitos alimentares, de repouso e de treino físico.

(Avaliação dos sinais vitais)

Serão avaliadas a sua pressão arterial e a sua pulsação, determinada a % de massa muscular e de massa gorda.

Outros Procedimentos - Ecocardiograma

Parâmetros ecocardiográficos serão avaliados para determinar critérios de remodelagem cardíaca associados ao treino físico.

2.2. Calendário das visitas/ Duração (exemplo)

Este estudo consiste em duas visitas com duração de cerca de 20 minutos. Durante a visita será realizada história clínica do atleta/militar. Caracterizados os seus hábitos alimentares, de repouso e de exercício. Serão avaliadas medidas antropométricas. Será realizado um ecocardiograma em modo bidimensional, modo M e doppler nas modalidades de cor, pulsado e contínuo.

Descrição dos Procedimento (exemplo):

Serão realizados os seguintes procedimentos/exames:

- Ecocardiograma

2.3. Tratamento de dados/ Randomização

Estudo estatístico dos parâmetros será realizado recorrendo ao Statistical Package for the Social Sciences (SPSS).

3. RISCOS E POTENCIAIS INCONVENIENTES PARA O DOENTE

Ecocardiograma e um exame complementar não invasivo, sem riscos relevantes associados à sua realização.

4. POTENCIAIS BENEFÍCIOS

Consulta médica e estudo cardiovascular.

5. NOVAS INFORMAÇÕES

Ser-lhe-á dado conhecimento de qualquer nova informação que possa ser relevante para a sua condição ou que possa influenciar a sua vontade de continuar a participar no estudo.

6. PARTICIPAÇÃO/ ABANDONO VOLUNTÁRIO

É inteiramente livre de aceitar ou recusar participar neste estudo. Pode retirar o seu consentimento em qualquer altura sem qualquer consequência para si, sem precisar de explicar as razões, sem qualquer penalidade ou perda de benefícios e sem comprometer a sua relação com o Investigador que lhe propõe a participação neste

estudo. Ser-lhe-á pedido para informar o Investigador se decidir retirar o seu consentimento.

7. CONFIDENCIALIDADE

Os seus registos manter-se-ão confidenciais e anonimizados de acordo com os regulamentos e leis aplicáveis. Se os resultados deste estudo forem publicados a sua identidade manter-se-á confidencial.

Ao assinar este Consentimento Informado autoriza este acesso condicionado e restrito.

Pode ainda em qualquer altura exercer o seu direito de acesso à informação. Pode ter também acesso à sua informação médica diretamente ou através do seu médico neste estudo. Tem também o direito de se opor à transmissão de dados que sejam cobertos pela confidencialidade profissional.

Os registos médicos que o identificarem e o formulário de consentimento informado que assinar serão verificados para fins do estudo pelo promotor e/ou por representantes do promotor, e para fins regulamentares pelo promotor e/ou pelos representantes do promotor e agências reguladoras noutros países. A Comissão de Ética responsável pelo estudo pode solicitar o acesso aos seus registos médicos para assegurar-se que o estudo está a ser realizado de acordo com o protocolo. Não pode ser garantida confidencialidade absoluta devido à necessidade de passar a informação a essas partes.

Ao assinar este termo de consentimento informado, permite que as suas informações médicas neste estudo sejam verificadas, processadas e relatadas conforme for necessário para finalidades científicas legítimas.

Confidencialidade e tratamento de dados pessoais

Os dados pessoais dos participantes no estudo, incluindo a informação médica ou de saúde recolhida ou criada como parte do estudo, (tais como registos médicos ou resultados de testes), serão utilizados para condução do estudo, designadamente para fins de investigação científica.

Ao dar o seu consentimento à participação no estudo, a informação a si respeitante, designadamente a informação clínica, será utilizada da seguinte forma:

1. O promotor, os investigadores e as outras pessoas envolvidas no estudo recolherão e utilizarão os seus dados pessoais para as finalidades acima descritas.

2. Os dados do estudo, associados às suas iniciais ou a outro código que não o (a) identifica diretamente (e não ao seu nome) serão comunicados pelos investigadores e outras pessoas envolvidas no estudo ao promotor do estudo, que os utilizará para as finalidades acima descritas.
3. Os dados do estudo, associados às suas iniciais ou a outro código que não permita identificá-lo(a) diretamente, poderão ser comunicados a autoridades de saúde nacionais e internacionais.
4. A sua identidade não será revelada em quaisquer relatórios ou publicações resultantes deste estudo.
5. Todas as pessoas ou entidades com acesso aos seus dados pessoais estão sujeitas a sigilo profissional.
6. Ao dar o seu consentimento para participar no estudo autoriza o promotor ou empresas de monitorização de estudos/estudos especificamente contratadas para o efeito e seus colaboradores e/ou autoridades de saúde, a aceder aos dados constantes do seu processo clínico, para conferir a informação recolhida e registada pelos investigadores, designadamente para assegurar o rigor dos dados que lhe dizem respeito e para garantir que o estudo se encontra a ser desenvolvido corretamente e que os dados obtidos são fiáveis.
7. Nos termos da lei, tem o direito de, através de um dos médicos envolvidos no estudo/estudo, solicitar o acesso aos dados que lhe digam respeito, bem como de solicitar a retificação dos seus dados de identificação.
8. Tem ainda o direito de retirar este consentimento em qualquer altura através da notificação ao investigador, o que implicará que deixe de participar no estudo/estudo. No entanto, os dados recolhidos ou criados como parte do estudo até essa altura que não o(a) identifiquem poderão continuar a ser utilizados para o propósito de estudo/estudo, nomeadamente para manter a integridade científica do estudo, e a sua informação médica não será removida do arquivo do estudo.
9. Se não der o seu consentimento, assinando este documento, não poderá participar neste estudo. Se o consentimento agora prestado não for retirado e até que o faça, este será válido e manter-se-á em vigor.

10. COMPENSAÇÃO

Este estudo é da iniciativa do investigador e, por isso, se solicita a sua participação sem uma compensação financeira para a sua execução, tal como também acontece com os investigadores e o Centro de Estudo.

11. CONTACTOS

Se tiver perguntas relativas aos seus direitos como participante deste estudo, deve contactar:

Presidente da Comissão de Ética da FMUC,
Azinhaga de Santa Comba, Celas – 3000-548 Coimbra
Telefone: 239 857 707
e-mail: comissaoetica@fmed.uc.pt

Se tiver questões sobre este estudo deve contactar:

(Paulo Jorge Gomes Dinis - 964659440, Quinta dos Vales São Martinho do Bispo, 3041-801, Coimbra)

NÃO ASSINE ESTE FORMULÁRIO DE CONSENTIMENTO INFORMADO A MENOS QUE TENHA
TIDO A OPORTUNIDADE DE PERGUNTAR E TER RECEBIDO
RESPOSTAS SATISFATÓRIAS A TODAS AS SUAS PERGUNTAS.

CONSENTIMENTO INFORMADO

De acordo com a Declaração de Helsínquia da Associação Médica Mundial e suas atualizações:

1. Declaro ter lido este formulário e aceito de forma voluntária participar neste estudo.
2. Fui devidamente informado(a) da natureza, objetivos, riscos, duração provável do estudo, bem como do que é esperado da minha parte.
3. Tive a oportunidade de fazer perguntas sobre o estudo e percebi as respostas e as informações que me foram dadas.

A qualquer momento posso fazer mais perguntas ao médico responsável do estudo. Durante o estudo e sempre que quiser, posso receber informação sobre o seu desenvolvimento. O médico responsável dará toda a informação importante que surja durante o estudo que possa alterar a minha vontade de continuar a participar.

4. Aceito que utilizem a informação relativa à minha história clínica e os meus tratamentos no estrito respeito do segredo médico e anonimato. Os meus dados serão mantidos estritamente confidenciais. Autorizo a consulta dos meus dados apenas por pessoas designadas pelo promotor e por representantes das autoridades reguladoras.
5. Aceito seguir todas as instruções que me forem dadas durante o estudo. Aceito em colaborar com o médico e informá-lo(a) imediatamente das alterações do meu estado de saúde e bem-estar e de todos os sintomas inesperados e não usuais que ocorram.
6. Autorizo o uso dos resultados do estudo para fins exclusivamente científicos e, em particular, aceito que esses resultados sejam divulgados às autoridades sanitárias competentes.
7. Aceito que os dados gerados durante o estudo sejam informatizados pelo promotor ou outrem por si designado.

Eu posso exercer o meu direito de retificação e/ ou oposição.

8. Tenho conhecimento que sou livre de desistir do estudo a qualquer momento, sem ter de justificar a minha decisão e sem comprometer a qualidade dos meus cuidados médicos. Eu tenho conhecimento que o médico tem o direito de decidir sobre a minha saída prematura do estudo e que me informará da causa da mesma.
9. Fui informado que o estudo pode ser interrompido por decisão do investigador, do promotor ou das autoridades reguladoras.

Nome _____ **do**
Participante _____

Assinatura: _____

Data: ____/____/____

Nome _____ **de** _____ **Testemunha** _____ / _____ **Representante**

Legal: _____

Assinatura: _____

Data: ____/____/____

Confirmo que expliquei ao participante acima mencionado a natureza, os objetivos e os potenciais riscos do Estudo acima mencionado.

Nome _____ **do**

Investigador: _____

Assinatura: _____

Data: ____/____/____